



Kicking Life into Classroom

Abordări inovative în predarea științelor

Coordonatori:

**Dorina Kudor
Mihaela Rășinar
Daniela Ilea**

Autori:

**Adriana Iacob
Luminița Chicinaș
Felicia Vălean, Călina Dana Câmpean, Albert
Balázs, Timar Viorel, Ovidiu Deoancă, Irimieș
Daciana, Sasu Virginia, Stana Mihaela, Teodora
Jurma, Sucișu Manuela, Chinde-Pop Camelia,
Rednic Elena Dorina, Cornelia Pal, Riscău Olga,
Miclăuș Ionaș, Aurența Căținean**



Editura Casei Corpului Didactic Cluj Cluj-Napoca 2011

Editor: Kati Mihályfalvi

Redactor: Daniela Ilea

Concepție grafică, machetare și tehnoredactare: Kati Mihályfalvi

Coperta: Kati Mihályfalvi



ISBN 978-973-8210-84-4

CASA CORPULUI DIDACTIC CLUJ

400457 Cluj-Napoca, str. Septimiu Albini nr. 91

Tel./Fax. +(40) 264-593945

<http://www.ccdcluj.ro>

e-mail: ccd@ccdcluj.ro

*Responsabilitatea conținutului revine
în exclusivitate autorilor.*



CUPRINS

CAPITOLUL I. - CONTEXT	2
<i>1.1. Prezentarea proiectului KLiC</i>	2
<i>1.2. Rolul Casei Corpului Didactic Cluj în cadrul proiectului Kicking Life into Classroom</i>	4
CAPITOLUL II. - SCENARII DIDACTICE INOVATIVE ÎN PREDAREA ȘTIINȚELOR	17
<i>2.1. Prezentarea sistemului de senzori</i>	17
<i>2.2. Scenarii didactice</i>	20
CAPITOLUL III. - EXEMPLE DE BUNĂ PRACTICĂ ÎN IMPLEMENTAREA SCENARIILOR Kicking Life into Classroom	232
CAPITOLUL IV. - VALIDAREA SCENARIILOR ȘI A SISTEMULUI Kicking Life into Classroom	249
CAPITOLUL V. - CONCLUZII	250



CAPITOLUL I.

CONTEXT

1.1. PREZENTAREA PROIECTULUI Kicking Life into Classroom

Casa Corpului Didactic Cluj derulează în perioada ianuarie 2010 - decembrie 2011 proiectul “Kicking Life into Classroom” 505519-LLP-1-2009-1-GR-KA3-KA3MP, alături de nouă parteneri din șase țări europene: Ellinogermaniki Agogi – Pallini, Grecia, Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur – Viena, Austria, Universiteit van Amsterdam - Faculty of Science, AMSTEL Institute Amsterdam, Olanda, Anco S.A. Agencies, Commerce & Industry– Atena, Grecia, University of Bayreuth, Z-MNU (Centre of Science & Maths Education) – Bayreuth, Germania, Fruhmann GmbH NTL Manufacturer & Wholesaler – Neutal, Austria, Institute of Communications and Computer Systems – Atena, Grecia, The Swedish School of Sport and Health Sciences – Stockholm, Suedia, University of Birmingham, School of Electronic, Electrical & Comp. – Edgbaston, Marea Britanie.

Proiectul se derulează în cadrul Programului de Învățare pe tot Parcursul Vieții și are ca grup țintă profesori de științe, cercetători, cadre didactice universitare și studenți. Activitățile proiectului vizează un obiectiv generos: dezvoltarea unei noi abordări pedagogice a predării anumitor conținuturi ale disciplinelor din aria ”Științe” prin utilizarea unui instrument digital avansat (sistemul de senzori InLOT).

Rezultatele așteptate ale proiectului:

- Scenarii pedagogice create și implementate la nivelul învățământului universitar și preuniversitar care utilizează sistemul de senzori InLOT
- Cadre didactice formate prin activități de formare continuă pentru implementarea scenariilor pedagogice KLiC
- Pilotarea scenariilor pedagogice la nivelul învățământului secundar și a învățământului superior
- Ghid de bune practici
- Crearea site-ului proiectului <http://www.klic-project.eu/>

Rolul Casei Corpului Didactic Cluj în proiect:

- Formarea a 27 de profesori de fizică care predau în colegii naționale, licee, grupuri școlare și școli generale, prin derularea unui program de formare continuă *KLiC – învățarea prin experiențe reale la școală* și a unei activități științifice *Exemple de*



- *bună practică la orele de științe*, pentru utilizarea sistemului InLOT, în vederea promovării învățării prin experimentare, utilizând mijloace didactice moderne.
- Crearea a 20 scenarii didactice care își propun utilizarea sistemului InLOT
- Pilotarea scenariilor la nivelul învățământului preuniversitar clujean, după cum urmează:
 - o 14 școli din județul Cluj (20 de profesori și 566 de elevi)
 - o Centrul de Excelență (8 profesori și 20 de elevi)
 - o Festivalului Științei (13 profesori și 43 de elevi și studenți)
- Realizarea unui film didactic cu exemple de bună practică din timpul formării cadrelor didactice și pilotării scenariilor
- Diseminarea și valorizarea rezultatelor proiectului în România



1.2. ROLUL CASEI CORPULUI DIDACTIC CLUJ ÎN CADRUL PROIECTULUI *Kicking Life into Classroom*

Prin proiectul *Kicking Life into Classroom* s-au elaborat și pilotat 20 scenarii didactice pentru lecțiile de fizică (ciclul secundar inferior și secundar superior) în cadrul cărora se propune o nouă abordare în predarea științelor, făcând legătura între educația formală și informală, prin implicarea elevilor în episoade de învățare experiențială. Aceste scenarii au fost traduse în limba engleză și publicate în format electronic la adresa <http://www.ea.gr/ep/KLiC/scenarios.asp>.

Pentru realizarea obiectivelor proiectului s-au desfășurat două workshopuri, două activități de formare și două etape de pilotare în mediul formal și nonformal.

Workshopuri

Activitatea de formare a demarat în luna martie 2010. Au fost organizate două workshop-uri cu profesorii de fizică prin care aceștia au fost informați despre proiectul KLIC și oportunitățile de utilizare a sistemului de senzori în activitatea didactică. Scopul activității a fost identificarea în curriculumul național a temelor pentru care poate fi utilizat sistemul KLIC în activitatea didactică în vederea elaborării scenariilor pentru lecțiile de fizică.

Locul desfășurării workshopurilor a fost Liceul Teoretic “Nicolae Bălcescu” și Grup Școlar Material Rulant Unirea Cluj-Napoca. Au participat 51 respectiv 42 profesori de fizică. Activitățile întreprinse în cadrul workshopurilor au fost: demonstrații privind utilizarea sistemului de senzori și a accelerometrelor, exersarea etapelor de instalare a soft-ului, interpretarea, valorificarea datelor înregistrate în contexte concrete, pregătire, documentare referitor la identificarea domeniilor/ temelor din programele școlare în predarea-învățarea fizicii la care se poate utiliza soft-ul InLOT, în activitatea didactică.

Aspecte de la cele două workshopuri:



Prezentarea proiectului



Instalarea soft-ului



Prezentarea vestei cu senzori



Prezentarea soft-ului



Aplicații cu senzori



Stabilirea temelor din program



Dezbaterea scenariilor de lecție

Programul de formare *KLIC - Învățarea prin experiențe reale la școală*

În vederea implementării scenariilor s-a organizat o primă activitate de formare, un program neacreditat de 10 ore, în perioada 4-5 octombrie 2010, la care au participat 27 profesori de fizică din județul Cluj.

Activitatea de formare a avut ca scop abilitarea cadrelor didactice pentru utilizarea sistemului KLIC, în vederea promovării instruirii prin experiment, utilizând mijloace didactice moderne.

Programul de formare a urmărit:

- Crearea episoadelor de învățare experiențială prin introducerea sistemului KLIC în demersul didactic
- Utilizarea sistemului KLIC în procesul instructiv-educativ
- Dezvoltarea cunoștințelor teoretice și a abilităților practice

Structurat în 2 module programul de formare a cuprins - prezentarea și utilizarea instrumentului digital avansat (sistemul de senzori) prin propunerea unei abordări didactice bazată pe investigație în predarea științelor; modalități de implicare a elevilor în episoade de învățare experiențială, prezentarea scenariilor KLIC, ateliere de lucru.

Cadrelor didactice au dezbătut și analizat scenariile, au realizat activitățile experiențiale descrise, prin utilizarea sistemului de senzori.



Activitatea de formare -participanți **27 de cadre didactice.**



Plen, 4 noiembrie 2010



Activități pe grupe, 4 noiembrie 2010, dezbaterea scenariilor



Utilizarea sistemului KLiC, 4-5 noiembrie 2010

Activitatea științifică *Exemple de bună practică în predarea științelor*

Activitatea științifică *KLiC - Exemple de bună practică la orele de științe*, s-a derulat în perioada 18-19 noiembrie 2010. Au participat 27 profesori de fizică, formați prin programul *KLiC- Învățarea prin experiențe reale la școală*, profesori care au susținut activități didactice la clasă, în faza de pilotare și care au utilizat scenariile respectiv sistemul KLiC.

Activitatea de formare a avut ca scop valorizarea experienței cadrelor didactice, dobândite în urma utilizării sistemului KLiC în activități de învățare prin investigație experimentală.

În cadrul activității s-a urmărit:

- Promovarea inovației și creativității din activitatea didactică
- Prezentarea exemplelor de bună practică
- Dezvoltarea abilităților de investigație teoretică și practică

Au fost împărtășite exemplele de bună practică în urma susținerii activităților didactice derulate în perioada pilotării scenariilor și a sistemului KLiC, în cadrul formal, la clasă sau în laborator. S-a conturat importanța, rolul acestui sistem, a noilor tehnologii în reușita activităților propuse, aspecte pozitive, evenimente neprevăzute apărute în timpul pilotării.

Au fost realizate prezentări PowerPoint care cuprind informații, imagini, concluzii desprinse în urma pilotării sistemului.



Plen, 18-19 noiembrie 2010



Prezentări PowerPoint, 18 noiembrie 2010





Activități pe grupe, 18-19 noiembrie 2010



Aplicarea chestionarelor online 19 noiembrie 2010

Scenariile didactice elaborate de către experții științifici din cadrul proiectului **Kicking Life into Classroom** au fost pilotate de către profesorii de fizică și elevii din învățământul preuniversitar al județului Cluj, în două etape. În prima etapă într-un cadru formal, în laborator/sala de clasă și în a doua etapă în cadru informal și nonformal.

Prima etapă de pilotare a scenariilor și sistemului KLiC

În perioada 9 – 17 November 2010 – în 12 unități de învățământ preuniversitar din județ s-a testat sistemul KLiC. 15 profesori de fizică participanți la programul de formare au pilotat scenariile elaborate și au utilizat sistemul de senzori în activități experiențiale la clasă. Prin intermediul acestor activități, 354 de elevi au avut posibilitatea de a utiliza sistemul în situații concrete de învățare.

În proiectarea activităților de pilotare au fost vizate următoarele aspecte:

- Utilizarea sistemului de senzori în cazul unor experimente specifice de mecanică;
- Explorarea și experimentarea unor procese biologice și fizice folosind sistemul KLiC;
- Compararea rezultatelor obținute sub formă de grafice, formularea concluziilor;
- Consolidarea deprinderilor de gândire critică prin abordarea studiului mișcării în diferite condiții;

- Abordarea interdisciplinară folosind sistemul de senzori.

Ca materiale didactice s-au utilizat: sistemul KLiC, planul înclinat, corpuri cu suprafețe din materiale diferite, pendulul elastic, pendulul gravitațional.

Unitățile de învățământ în care s-a realizat pilotarea

Nr. crt.	Instituția de învățământ	Profesor	Clasa	Tema prezentată
1.	Liceul Teoretic "Pavel Dan" Câmpia Turzii	Ovidiu Deoancă	a XI-a	Mișcarea oscilatorie
2.	Școala Generală cu clasele I-VIII "Ioan Opriș" Turda	Irimieș Daciana	a VII-a	Mecanisme simple-Planul înclinat
3.	Liceul Teoretic "Onisifor Ghibu" Cluj- Napoca	Albert Balasz	a VII-a	Miscarea pe plan înclinat- Forța de frecare
4.	Colegiul Tehnic de Transporturi "Transilvania" Cluj- Napoca	Dorina Rednic	a XI-a	Pendul gravitațional – pendul elastic-
5.	Școala "Nicolae Titulescu" Cluj- Napoca	Teodora Jurma	a VI-a	Determinarea duratei-abordare interdisciplinară
6.	Colegiul Tehnic "Augustin Maior" Cluj- Napoca	Călina Câmpean	a IX-a	Activitate experimentală-Mișcarea mecanică
7.	Liceul Teoretic "Avram Iancu" Cluj- Napoca	Mihaela Pop	a VII-a	Mișcarea pe plan înclinat
8.	Liceul de Informatică "Tiberiu Popoviciu" Cluj- Napoca	Viorel Timar	a IX-a	Pendulul gravitațional
9.	Liceul de Informatică "Tiberiu Popoviciu" Cluj- Napoca	Felicia Vălean	a XI-a	Pendul elastic –pendul gravitațional- studiu comparativ
10.	Grup Școlar Tehnofrig, Cluj- Napoca	Camelia Chinde-Pop	a IX-a	Mșcarea circulară uniformă
11.	Grup Școlar Tehnofrig Cluj- Napoca	Manuela Suciu	a X-a	Mișcarea mecanică-activitate experimentală
12.	Grup Școlar "Aurel Vlaicu" Cluj- Napoca	Cornelia Pal	a X-a	Mișcarea pe plan înclinat- Mișcarea oscilatorie
13.	Liceul Teoretic "Eugen Pora" Cluj- Napoca	Aurența Cătinean	a IX-a	Mișcarea mecanică – studiu comparativ
14.	Colegiul Național "Gheorghe Lazăr" Cluj- Napoca	Virginia Sasu	a XI-a	Mișcarea mecanică-studiu comparativ
15.	Colegiul Național "Gheorghe Lazăr" Cluj- Napoca	Mihaela Stana	a X-a	Omul sistem termodinamic-abordare

Nr. crt.	Instituția de învățământ	Profesor	Clasa	Tema prezentată
				interdisciplinară

Instituția de învățământ	Profesor	Imagini
Liceul Teoretic “Pavel Dan” Câmpia Turzii	Ovidiu Deoancă	
Școala Generală cu clasele I-VIII “Ioan Opriș” Turda	Irimieș Daciana	
Liceul Teoretic “Onisifor Ghibu” Cluj- Napoca	Albert Balázs	
Colegiul Tehnic de Transporturi “Transilvania” Cluj- Napoca	Dorina Rednic	

Școala "Nicolae Titulescu" Cluj- Napoca	Teodora Jurma	
Colegiul Tehnic "Augustin Maior" Cluj- Napoca	Călina Câmpean	
Liceul Teoretic "Avram Iancu" Cluj- Napoca	Mihaela Pop	
Liceul de Informatică "Tiberiu Popoviciu" Cluj- Napoca	Viorel Timar	
Liceul de Informatică "Tiberiu Popoviciu" Cluj- Napoca	Felicia Vălean	
Grup Școlar Tehnofrig, Cluj- Napoca	Camelia Chinde Pop	

Grup Școlar Tehnofrig Cluj- Napoca	Manuela Suciu	
Grup Școlar "Aurel Vlaicu" Cluj- Napoca	Cornelia Pal	
Liceul Teoretic "Eugen Pora" Cluj- Napoca	Aurența Căținean	
Colegiul Național "Gheorghe Lazăr" Cluj- Napoca	Virginia Sasu	
Colegiul Național "Gheorghe Lazăr" Cluj Napoca	Mihaela Stana	

Centrul de excelență	Profesori implicați în demonstrație: Felicia Vălean Norina Nicolaescu Viorel Timar	
Colegiul Tehnic Energetic	Profesori implicați în demonstrație: Felicia Vălean Norina Nicolaescu Dorina Rednic	

Sistemul KLiC aprecieri în urma primei etape de pilotare:

- sistem interesant, nou, atractiv
- acces la tehnologia de ultimă generație, elevii au fost captați de multitudinea de date culese
- aduce noul în predarea științelor
- ușurează foarte mult efortul profesorului în timpul experimentelor fizice
- permite măsurarea directă a unor mărimi fizice care nu pot fi determinate clasic(doar calculate cu ajutorul altor mărimi)
- sistem accesibil, ușor de utilizat, înregistrare în timp real a datelor și procesare rapidă
- metodă alternativă modernă de efectuare a măsurărilor și prelucrarea datelor
- scurtează timpul necesar culegerii și prelucrării datelor
- elevi interesați, activitate activă, necesitatea de a fi folosit mai des pentru a devenii, un instrument de lucru, nu o curiozitate
- crearea episoadelor de învățare experiențială

Sistemul de senzori KLiC a fost pilotat în perioada 10-11 noiembrie 2010 în cadrul a două activități extracurriculare.

Prima activitate s-a derulat la Centrul de Excelență Cluj-Napoca, la care au participat profesori de fizică și elevi olimpici, pasionați de fizică și activități experimentale, iar a doua activitate s-a organizat în cadrul unui eveniment tradițional, Săptămâna științei, la Colegiul Tehnic Energetic Cluj-Napoca. În cadrul acestui eveniment, elevii pasionați de experimente fizice din județul Cluj, au testat funcționalitatea sistemului se senzori.

A doua etapă de pilotare a scenariilor și sistemului KLiC

În perioada 28 mai-10 iunie 2011, Casa Corpului Didactic Cluj Casa Corpului Didactic Cluj a organizat două activități de promovare a sistemului KLiC, a doua etapă de pilotare.

Activitățile au avut loc de data aceasta în afara școlii, a sălii de clasă sau a laboratorului de fizică.

Conceptele de mișcare, accelerație, constantă gravitațională au fost exprimate, determinate de elevii de gimnaziu altfel, utilizând altfel de scenarii de învățare implementate în cadrul informal și nonformal.

Prima activitate a avut loc în 28 mai 2011, în Parcul Central al orașului Cluj, la Festivalul Științei, ediția a VIII-a, un eveniment important, organizat anual de Inspectoratul Județean Cluj, care îi reunește pe cei mai inovativi și mai creativi profesori de fizică, chimie, biologie, matematică, educație tehnologică din zonă. În acest an genericul festivalului a fost Știința pentru toți – o sărbătoare pentru fiecare.

Casa Corpului Didactic Cluj a oferit posibilitatea participanților la această manifestare să testeze sistemul KLiC, să utilizeze softul, să folosească accelerometrele, să înregistreze date, să realizeze grafice ale mișcării.

Cei care au încercat sistemul au apreciat utilitatea acestuia în exprimarea noțiunii de accelerație, într-un mod accesibil elevilor, au apreciat rapiditatea cu care se pot înregistra și interpreta informații despre mișcarea corpurilor. Au testat și vesta cu senzori și au subliniat de asemenea utilitatea acesteia pentru activitățile desfășurate în parteneriat (profesori de sport-profesori de fizică).

La această activitate s-au implicat direct un număr de 8 cadre didactice și 19 elevi.



A doua activitate de pilotare s-a desfășurat în data de 10.06.2011, la Salina Turda-tema Călătorie spre centrul pământului- Variația accelerației gravitaționale cu altitudinea



În activitate au fost cuprinși un grup de 23 elevi din două școli gimnaziale și 3 cadre didactice, din localitatea Turda, Școala „Avram Iancu” și Școala „Horea Cloșca și Crișan”.

La capitolul Tipuri de forțe- Forța de greutate - elevii au întâlnit noțiunea de accelerație gravitațională. Caracteristicile acesteia sunt dificil de exprimat, în acest moment, la nivelul informațiilor științifice cunoscute de elevi. Variația acestui parametru cu înălțimea la care se realizează determinarea, a fost propusă spre studiu de către profesorii turdeni, în Salina Turda.

Salina Turda reprezintă un adevărat muzeu de istorie a mineritului în sare și unul din obiectivele turistice importante ale orașului.

Elevii au determinat cu ajutorul sistemului KLiC și a unui pendul gravitațional, valoarea accelerației gravitaționale pe platforma din fața minei și în mină. Adâncimea de la gura puțurilor până la baza minei este de 112 m. Valorile determinate experimental argumentează ipoteza conform căreia accelerația gravitațională scade cu înălțimea.

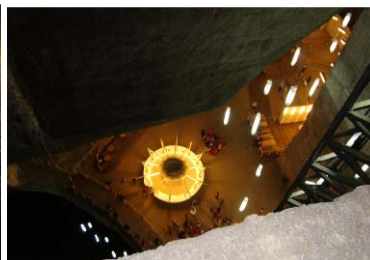
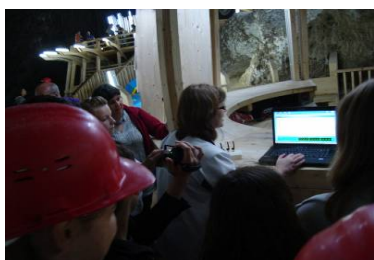
În urma unor astfel de activități în mediu informal de predare/învățare a științelor elevii :

- sunt motivați să studieze, devin curioși, doresc să descopere și să se confirme informațiile teoretice învățate la clasă;
- nu se plictisesc deoarece în activitatea de predare sunt implicați direct, nu există monotonie,
- au oportunitatea unei învățări durabile, se fixează mai bine informațiile
- fac asocieri și analogii cu alte experiențe personale sau colective
- apreciază că materialul, conceptele abordate prin astfel de activități sunt mai accesibile spre înțelegere și învățare
- sunt stimulați să-și dovedească disponibilitatea de reacție și acțiune la schimbările care intervin în mediul de viață personală și colectivă.

Pentru cadre didactice s-a punctat oportunitatea abordărilor interdisciplinare, predarea în parteneriat.

Aspecte din cadrul pilotării sistemului de senzori la salină.





Pilotarea scenariilor și a sistemului KLiC în activități formale, nonformale și informale a evidențiat ideea învățării experiențiale, în contexte atractive, interactive, menite să atragă elevii pentru învățarea științelor și creșterea interesului pentru educație, în general.

CAPITOLUL II.

SCENARII DIDACTICE INOVATIVE ÎN PREDAREA FIZICII

2.1. PREZENTAREA SISTEMELOR DE SENZORI

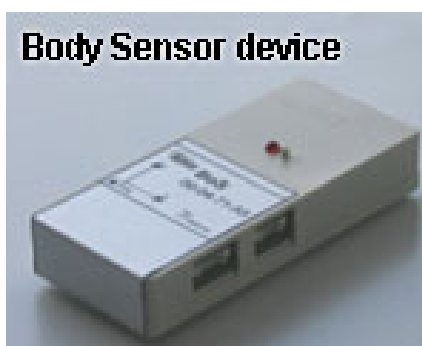
„Senzorii portabili inteligenți permit asocierea activităților curente cu investigația științifică și experimentarea”

Proiectul KLiC valorifică rezultatele unui proiect anterior InLOT (www.inlot.eu) proiect în care s-a creat un sistem de senzori atașat unor obiecte de îmbrăcăminte. Sistemul InLOT este un instrument inovator de colectare a datelor conceput pentru a fi utilizat în mediile educaționale și sportive și care oferă profesorului/formatorului un mijloc de monitorizare a elevilor sau sportivilor în timpul activităților fizice specifice. Sistemul face uz de cele mai avansate tehnologii de comunicații fără fir pentru a obține date fiziologice, cum ar fi frecvența cardiacă (ECG), rata de respirație, temperatura corpului și accelerația corpului.

Toate datele înregistrate de senzori în cursul unei activități fizice sunt stocate în stația de monitorizare InLOT, transmise ulterior computerului acestea pot fi: afișate, analizate și prelucrate pentru a obține parametrii suplimentari ce caracterizează activitatea/efortul elevului/sportivului și nivelul de performanță. În plus, software-ul InLOT permite utilizatorului de a observa în timp real valorile și funcțiile de undă asociate senzorului selectat, care participă în activitatea fizică observată.

Acest instrument inovator bazat pe senzori de colectare a datelor, se compune din următoarele module:

- ***SenseVest*** - o vestă, echipată cu diverși senzori, concepută pentru a transporta componente ce măsoară și transmit date fiziologice la stația de bază.



- **Accelerometrele de picior și de braț** – sunt mici dispozitive atașate la picior și / sau la braț, care să permită măsurarea 3-D a accelerației pentru picior și / sau braț.



AM măsoară accelerația relativă momentană față de sistemele de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale, accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g , exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

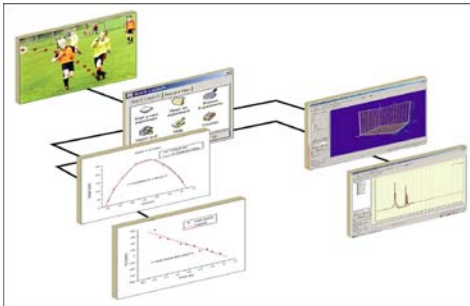
- **Accelerometrul minge** - o minge care are un accelerometru integrat măsurând 3-D accelerația și o unitate de comunicare care permite transmiterea de pachete de date la bază.



- **Stație de Bază** - responsabilă pentru colectarea tuturor datelor transmise.



- **Software interfață pentru utilizator** -simplă și intuitivă, interfață prietenoasă, concepută cu o platformă adecvată pedagogic, care permite procesarea datelor și acțiuni precum trasarea de date pe un grafic sau crearea unui model matematic adecvat datelor colectate.



În laborator/clasă cu ajutorul accelerometrului putem măsura:

- Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;
- Accelerația de mișcare de translație:
 - o Pe axele din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
 - o Pe axele din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională
- Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație).



2.2. SCENARII DIDACTICE

KLIC Scenariul nr. 1¹

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Testarea materialelor folosite, producerea schiurilor pentru maximizarea performanțelor sportivilor

Disciplina:

Fizică – clasa a IX-a

Vârsta elevilor:

14-16 ani

Durata estimată:

2 x 50 min (50 minute colectarea datelor, 50 minute prelucrarea datelor)

Conținut științific

- Principiile dinamicii newtoniene,
- Legi mecanice: legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației oscilațiilor armonice,
- Sistemul InLOT

Obiectivele de învățare

Lecția este valoroasă deoarece valorifică creativ cunoștințe de dinamică newtoniană, trigonometrie, abilitățile practice prin aplicabilitatea în contexte non-formale de învățare, cum sunt activitățile sportive. La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ☐ *Aplice principiul IV al dinamicii newtoniene și să-și consolideze înțelegerea principiilor dinamicii newtoniene*
- ☐ *Aplice legile frecării și să-și consolideze înțelegerea acestora*
- ☐ *Valorifice cunoștințele de trigonometrie*
- ☐ *Utilizeze creativ AM în contexte aplicative*
- ☐ *Să exploreze realitatea fizică testând AM pe pârtia de schi*

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate

¹ Scenariu original propus de Prof. Dr. Adriana Iacob



- Formulează ipoteze
 - *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control observabile
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
 - *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
 - *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
 - *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
 - *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul
- Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.InLOT.eu), care conțin următoarele module:

- **SensVest (Vesta cu senzori)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Leg and Arm Accelerometer (Accelerometrele pentru picior și mână)** – mici dispozitive



atașate la picior și/sau mână care realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.

- **Ball Accelerometer (Mingea accelerometru)** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional, și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete de date către stația de bază.
- **Base Station (Stația de bază)** – care colectează toate datele transmise.
- **User Interface Software (Interfața Utilizator)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Detalii despre utilizare găsiți în anexa 1.1.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: planul înclinat
- fișa de lucru (anexele 1.1, 1.2 și 1.3)

Ghid de discuții

Anticipare: Recapitularea unității de învățare: *Principiile dinamicii newtoniene*

Întrebarea esențială: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*

Înainte de o abordare bazată pe proiect

Înainte de a folosi o abordare bazată pe proiecte, elevii de liceu vor recapitula principiile dinamicii newtoniene, legea mișcării, legea vitezei, vor discuta tehnicile de lucru cu sistemul InLOT, apoi vor scrie un eseu despre utilizarea cunoștințelor de fizică în practicarea sporturilor. Eseurile vor avea între 3 și 5 pagini, ce vor fi notate. Eseurile vor fi evaluate din punct de vedere al valorificării cunoștințelor de dinamică newtoniană despre tehnicile de lucru cu sistemul InLOT discutate anterior.

După o abordare bazată pe proiect

După ce secvența propusă de scenariul nr. 1 s-a încheiat, este indicat ca elevii să aplice tema și noile abilități la situațiile descrise de propriile eseuri. Elevii vor fi invitați să exploreze întrebarea: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?* și cum acest lucru ne oferă perspectiva performanței. Elevii vor analiza cum știința și tehnologia se sprijină reciproc în sprijinul performanței sportivilor și nu numai.

Construirea cunoștințelor:

Strategia didactică

- ▢ Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- ▢ Folosește metoda proiectului
- ▢ Integrează cunoștințe abilități și realizează un cadrul adecvat de reflecție

Reflecție/Consolidare

- **Metodă de evaluare:** turul galeriei

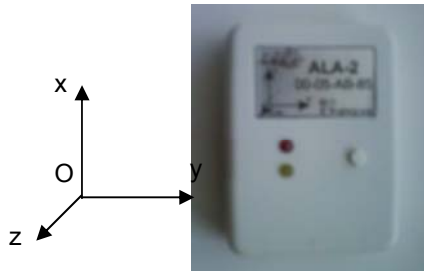
Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă
- ✓

Anexa 1.1

Utilizarea accelerometrului

Foto accelerometru



Direcțiile de referință ale accelerometrului

Ce măsoară accelerometrul?

- Sistemele de referință în care se efectuează experimentele sunt sisteme de referință neinertiale, de aceea este necesară o simplificare a acestui model; de aceea se recomandă alegerea de contexte experimentale adecvate unei abordări de nivel secundar.

- Se poate constata că AM măsoară accelerația relativă momentană față de sisteme de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale:

$$\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{abs} - (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.1.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = m \cdot \vec{a}_{abs} - m \cdot (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.2.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = \vec{F} + \vec{F}_c^2 \quad (0.3.)$$

- Accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

² unde $\vec{F}_c$ este forța complementară.

În particular, sunt situații (de exemplu, o bilă suspendată, în repaus față de Pământ, dar față de un om care stă pe un disc care se rotește, această bilă e în mișcare de rotație) în care se poate întâmpla ca asupra corpului privit din S să nu acționeze nicio forță, dar el totuși să se vadă mișcându-se accelerat față de S' datorită forței complementare : $\vec{F}_c$

$$a_{abs} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel} \quad (0.5.)$$

O categorie importantă de sisteme de referință sunt SR proprii ale corpului sau SR legate rigid de corp sau SR care se mișcă rectiliniu uniform față de SR proprii (de exemplu omul=S' care stă pe disc cu corpul și ambii se rotesc; corpul prins cu un resort). În astfel de sisteme corpul este evident în repaus ($\vec{a}_{rel} = 0$), deși există o forță reală $\vec{F}$. În acest caz:

$\vec{F} + \vec{F}_c = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel}$. Adică forța complementară este egală în modul dar de sens contrar cu forța reală, deci este echipolentă cu forța de inerție newtoniană.

Forțele complementare sunt forțe fictive care trebuie adăugate la forțele reale pentru a asigura valabilitatea principiului II în SR neinertiale. Ele nu sunt forțe de interacțiune, nu putem indica corpul care le produce, deci nu li se aplică principiul III al mecanicii.



$$a_x = g_x + a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.4.)$$

Unde: $-a_x$ este valoarea măsurată pe direcția test (acelerație relativă)

$-g_x$ este componenta accelerației gravitaționale pe direcția test

$-a_{cfx}$ este componenta accelerației centrifuge pe direcția test

$-a_{mx}$ este accelerația mișcării (accelerometrului și corpului împreună) pe direcția test (accelerația de transport).

$$a_y = g_y + a_{cfy} - a_{my} \quad (0.6.)$$

$$a_z = g_z + a_{cfz} - a_{mz} \quad (0.7.)$$

Dacă mișcarea se realizează pe o direcție oarecare relativ la direcțiile de referință ale AM atunci relația de sus se scrie pentru fiecare componentă a accelerației măsurate de accelerometru ($\neq 0$).

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g, exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

Cazuri particulare:

I. $a_{mx} = 0$ (AM se află în repaus, fixat de corpul a cărui mișcare este studiată, sau în mișcare rectilinie uniformă pe axa test, aleasă ca axa Ox)

$$\Rightarrow a_x = g_x + a_{cfx} \quad (0.8.)$$

• Mai mult dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = g_x \quad (0.9.)$$

II. $g_x = 0$ (axa test este într-un plan perpendicular pe verticală)

$$\Rightarrow a_x = a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.10.)$$

• În plus dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = -a_{mx} \quad (0.11.)$$

Astfel se determină accelerația de mișcare a AM/corpului legat de acesta.

Ce putem măsura cu accelerometrul în laborator/aplicații practice?

• Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a_x}{g} \quad (0.12.)$$

• Accelerația de mișcare de translație:

- Pe axele din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Pe axele din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională

• Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație)

Anexa 1.2

Instrument de evaluare :

Punctaje pentru evaluarea prezentării

1 = Criteriul nu este deloc îndeplinit	3 = Criteriul este în mare măsură îndeplinit
2 = Criteriul este îndeplinit doar în mică măsură	4 = Criteriul este îndeplinit în totalitate

- Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
1 2 3 4
- Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
1 2 3 4
- Prezentarea respectă structura recomandată
1 2 3 4
- Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
1 2 3 4
- Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
1 2 3 4
- Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
1 2 3 4
- Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
1 2 3 4
- Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
1 2 3 4
- Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
1 2 3 4
- Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart
1 2 3 4

Finalizare alternativă:

Notă: Lecția este construită valorificând cunoștințe anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și care integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

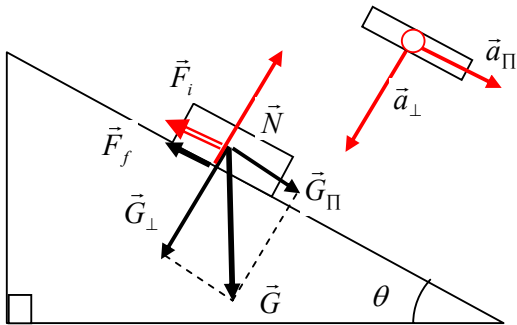
Anexa 1.3 AUXILIAR DIDACTIC

1.3.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: Testarea materialelor folosite, producerea schiurilor pentru maximizarea performanțelor sportivilor



1.3. II. În laborator cu InLOT

Determinarea coeficientului de frecare cu ajutorul sistemului KLiC

Modelarea fenomenului fizic: alunecarea cu frecare pe planul înclinat	Principiul metodei
1.3.II.A. Studiul acțiunii forțelor  θ = Unghiul de înclinare al planului față de orizontală m = masa corpului g = mărimea accelerației gravitaționale G = mărimea greutății corpului = $m \cdot g$ $G_{\perp}$ = Componenta perpendiculară pe planul înclinat a greutății corpului N = mărimea reacțiunii forței de apăsare normală exercitată de corp perpendicular pe plan μ = coeficientul de frecare la alunecare F_f = Mărimea forței de frecare la alunecare a corpului cu planul înclinat = $\mu \cdot N$	Perpendicular pe planul înclinat: din $a_{\perp} = g \cdot \cos \theta$, rezultă: $\Rightarrow \theta = \arccos(a_{\perp}/g)$ (1.6.) Paralel cu planul înclinat: din $a_{\parallel} = g \cdot (\sin \theta - \mu \cdot \cos \theta)$, rezultă $\mu = \frac{g \cdot \sin \theta - a_{\parallel}}{g \cdot \cos \theta}$ (1.7.) În cazul reglării unghiului planului astfel încât corpul să se deplaseze uniform, notăm acest unghi θ_0, numit unghi de frecare, $a_{\parallel} = 0$, iar relația 2.7. devine: $\mu = \tan \theta_0$ (1.8.) metodă recunoscută ca metoda tribometrului de determinare a coeficientului de frecare la alunecare dintre cele două suprafețe aflate în contact. Astfel pot fi testate diferite suprafețe pentru îmbunătățirea performanței sportivilor la competițiile de schi.

$G_{||}$ = Componenta paralelă cu planul înclinat a greutateii corpului
 F_i = Forța de inerție ce acționează în SRNI legat de corp (AM) (vezi alături de planul înclinat schița componentelor $a_{\perp}$ și $a_{||}$ măsurate de accelerometrul fixat de corp în timpul mișcării sale).

1.3. II.B. Ecuația mișcării

$$m \cdot \vec{a} = \vec{G} + \vec{F}_f, \text{ vectorial} \quad (1.1)$$

Descompunând legea mișcării pe două direcții, una paralelă cu planul și cealaltă perpendiculară pe plan, obținem ecuațiile scalare:

$$m \cdot a_{||} = G_{||} - F_f \quad (1.2)$$

$$0 = G_{\perp} - N \quad (1.3)$$

unde:

$$G_{||} = m \cdot g \cdot \sin \theta$$

$$G_{\perp} = m \cdot g \cdot \cos \theta$$

$$F_f = \mu \cdot N$$

$$N = m \cdot a_{\perp} \text{ (din constr. AM)}$$

Rezultă:

$$a_{\perp} = g \cdot \cos \theta \quad (1.4)$$

$$a_{||} = g \cdot (\sin \theta - \mu \cdot \cos \theta) \quad (1.5)$$

FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Testarea materialelor folosite-producerea schiurilor pentru maximizarea performanțelor sportivilor

Introducere

Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebare esențială

- Este importantă frecarea?

Întrebările unității de învățare

- Ce procese fundamentale ar fi imposibil să aibă loc în absența frecării între suprafețe?

Exemplificați și justificați răspunsul.

Întrebări de conținut

- Enunțați și explicați legile frecării la alunecare. De ce mărimi fizice depinde mărimea forței de frecare? Enumerați și explicați. De ce mărimi fizice nu depinde mărimea forței de frecare? Enumerați și explicați.

Informații suplimentare

1.3.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: Testarea materialelor folosite producerea schiurilor pentru maximizarea performanțelor sportivilor



Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebare esențială

- Este importantă frecarea?

Întrebările unității de învățare

- Ce procese fundamentale ar fi imposibil să aibă loc în absența frecării între suprafețe? Exemplificați și justificați răspunsul.

Întrebări de conținut

- Enunțați și explicați legile frecării la alunecare. De ce mărimi fizice depinde mărimea forței de frecare? Enumerați și explicați. De ce mărimi fizice nu depinde mărimea forței de frecare? Enumerați și explicați.

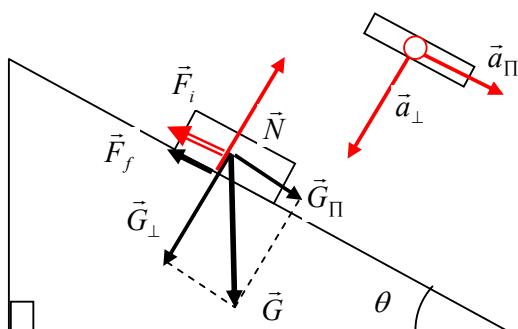
1.3. II. În laborator cu InLOT

Determinarea coeficientului de frecare cu ajutorul sistemului KLiC

Modelarea fenomenului fizic: alunecarea cu frecare pe planul înclinat

Principiul metodei

2.II.A. Studiul acțiunii forțelor



θ = Unghiul de înclinare al planului față de orizontală

m = masa corpului

g = mărimea accelerației gravitaționale

G = mărimea greutateii corpului = $m \cdot g$

$G_{\perp}$ = Componenta perpendiculară pe planul înclinat a greutateii corpului

N = mărimea reacțiunii forței de apăsare normală exercitată de corp perpendicular pe plan

μ = coeficientul de frecare la alunecare

F_f = Mărimea forței de frecare la alunecare a corpului cu planul înclinat = $\mu \cdot N$

$G_{||}$ = Componenta paralelă cu planul înclinat a greutateii corpului

F_i = Forța de inerție ce acționează în SRNI legat de corp (AM) (vezi alături de planul înclinat schița componentelor $a_{\perp}$ și $a_{||}$ măsurate de accelerometrul fixat de corp în timpul mișcării sale).

2.II.B. Ecuația mișcării

$$m \cdot \vec{a} = \vec{G} + \vec{F}_f, \text{ vectorial} \quad (1.1)$$

Descompunând legea mișcării pe două direcții, una paralelă cu planul și cealaltă perpendiculară pe plan, obținem ecuațiile scalare:

$$m \cdot a_{||} = G_{||} - F_f \quad (1.2)$$

$$0 = G_{\perp} - N \quad (1.3)$$

unde:

Perpendicular pe planul înclinat:

din $a_{\perp} = g \cdot \cos \theta$, rezultă:

$$\Rightarrow \theta = \arccos(a_{\perp}/g) \quad (1.6)$$

Paralel cu planul înclinat:

din $a_{||} = g \cdot (\sin \theta - \mu \cdot \cos \theta)$, rezultă

$$\mu = \frac{g \cdot \sin \theta - a_{||}}{g \cdot \cos \theta} \quad (1.7)$$

În cazul reglării unghiului planului astfel încât corpul să se deplaseze uniform, notăm acest unghi θ_0 , numit **unghi de frecare**, $a_{||} = 0$, iar relația 2.7. devine:

$$\mu = \tan \theta_0 \quad (1.8)$$

metodă recunoscută ca **metoda tribometrului** de determinare a coeficientului de frecare la alunecare dintre cele două suprafețe aflate în contact.

Astfel pot fi testate diferite suprafețe pentru îmbunătățirea performanței sportivilor la competițiile de schi.

$G_{\parallel} = m \cdot g \cdot \sin \theta$ $G_{\perp} = m \cdot g \cdot \cos \theta$ $F_f = \mu \cdot N$ $N = m \cdot a_{\perp} \text{ (din constr. AM)}$ Rezultă: $a_{\perp} = g \cdot \cos \theta \quad (1.4)$ $a_{\parallel} = g \cdot (\sin \theta - \mu \cdot \cos \theta) \quad (1.5)$	
--	--

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: studiul frecării și al planului înclinat
- fișa de lucru

Măsuri de protecție

Respectați regulile de protecție a muncii în laboratorul de fizică.

Fișa de lucru

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârsta: _____, Gen: ☐ M, ☐ F

Determinări experimentale	Modul de lucru
Valoarea accelerației gravitaționale a locului este: $g_{static} =$ _____ m/s^2 Valoarea componentei perpendiculare pe plan a accelerației (pe direcția axei de referință Oz a AM) corpului test, determinată folosind platforma InLOT, este: $a_{\perp} =$ _____ m/s^2 Valoarea componentei paralele cu planul a accelerației (pe direcția axei de referință Ox a AM) corpului test, determinată folosind platforma InLOT, este: $a_{\parallel} =$ _____ m/s^2 Valoarea coeficientului de frecare la alunecare este: $\mu =$ _____ Unghiul de frecare pentru perechea corp test – suprafață plan înclinat este: $\theta_0 =$ _____	- Se așează accelerometrul pe un plan orizontal și se măsoară valoarea accelerației gravitaționale a locului, g_{static}³ - Se fixează planul înclinat la un unghi θ alunecarea uniform accelerată a corpului test - Se măsoară componenta pe axa perpendiculară pe plan ($a_{\perp}$), apoi se află θ (conform relației (1.6.)) - Se lasă corpul test (de care este fixat accelerometrul) să coboare liber pe plan (uniform accelerat); se determină $a_{\parallel}$⁴ - Se determină μ (conform relației (1.7)). - Se fixează unghiul planului înclinat la un unghi pentru care corpul test coboară rectiliniu și uniform, adică $a_{\perp} = 0$, corespunzătoare unui anumit unghi θ_0, numit unghi de frecare, iar această situație conduce, conform relației (1.7) la relația 1.8. și se determină coeficientul de frecare la alunecare dintre corpul test și suprafața planului înclinat. Se compară această valoare cu cea obținută la punctul 5. - Dacă există posibilitatea se pot modifica parametrii de rugozitate ai celor două suprafețe, pentru a testa diferite suprafețe de contact.

³ Folosiți platforma InLOT

⁴ Folosiți platforma InLOT



Sugestii pentru interpretarea datelor

Analizați cauzele frecării și ce impact au avut asupra rezultatului experimentului.

Aprofundarea investigației

- 1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cetățătorului.*
- 2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor*

Evaluare

1. Turul galeriei:

Pregătiți prezentări orale pentru un public adecvat, care să fie însoțite de prezentări multimedia, broșuri sau site-uri. Aceste produse trebuie să identifice nevoile și resursele curente ale comunității și să ofere soluții acceptabile. Astfel, sarcina se transformă într-un proiect de învățare în sprijinul comunității, dând naștere unui scop autentic și realizând o conexiune cu lumea reală prin intermediul comunității.

2. Criterii de evaluare:

- 1. Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei*
- 2. Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate*
- 3. Prezentarea respectă structura recomandată*
- 4. Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public*
- 5. Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public*
- 6. Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul*
- 7. Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului*
- 8. Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.*
- 9. Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.*
- 10. Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart*

Autor: prof. dr. Adriana Iacob



KLIC Scenariul nr. 2⁵

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Determinarea amplitudinii unghiulare a oscilației unui leagăn, sportiv la trapez, etc

Disciplina:

Fizică – clasa a XI-a

Vârsta elevilor:

16-18 ani

Durata estimată:

2 x 50 min (50 minute colectarea datelor, 50 minute prelucrarea datelor)

Conținut științific

- Principiile dinamicii newtoniene,
- Legi mecanice: legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației oscilațiilor armonice,
- Sistemul InLOT
- Oscilații mecanice
- Pendulul gravitațional

Obiectivele de învățare

Lecția este valoroasă deoarece valorifică creativ cunoștințe de dinamică newtoniană, trigonometrie, abilitățile practice prin aplicabilitatea în contexte nonformale de învățare, cum sunt activitățile sportive. La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ☐ *Aplice principiul IV al dinamicii newtoniene și să-și consolideze înțelegerea principiilor dinamicii newtoniene*
- ☐ *Aplice legile mișcării oscilatorii și să-și consolideze înțelegerea acestora*
- ☐ *Valorifice cunoștințele de trigonometrie*
- ☐ *Utilizeze creativ AM în contexte aplicative*
- ☐ *Să exploreze realitatea fizică testând AM pe trapez, leagăn*

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
 - Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*

⁵ Scenariu original propus de Prof. Dr. Adriana Iacob

- Organizează investigația pentru a testa ipotezele
- Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control observabile
- Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
- Identifică erori în organizarea investigației științifice
- Utilizează proceduri de protecție în laborator
- Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/ sau prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.InLOT.eu), care conțin următoarele module:

- **SensVest (Vesta cu senzori)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Leg and Arm Accelerometer (Accelerometrele pentru picior și mână)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână care realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior



și/sau mână.

• **Ball Accelerometer (Mingea accelerometru)** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional, și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete de date către stația de bază.

• **Base Station (Stația de bază)** – care colectează toate datele transmise.

• **User Interface Software (Interfața Utilizator)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Detalii despre utilizare găsiți în anexa 2.1.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: oscilații mecanice
- fișa de lucru (anexele 2.1, 2.2 și 2.3)

Ghid de discuții

Anticipare: Recapitularea unității de învățare: Oscilații mecanice

Întrebarea esențială: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*

Înainte de o abordare bazată pe proiect

Înainte de a folosi o abordare bazată pe proiecte, elevii de liceu vor recapitula principiile dinamicii newtoniene, legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației oscilațiilor armonice, vor discuta tehnicile de lucru cu sistemul InLOT, apoi vor scrie un eseu despre utilizarea cunoștințelor de fizică în practicarea sporturilor. Eseurile vor avea între 3 și 5 pagini, ce vor fi notate. Eseurile vor fi evaluate din punct de vedere al valorificării cunoștințelor de dinamică newtoniană despre tehnicile de lucru cu sistemul InLOT discutate anterior.

După o abordare bazată pe proiect

După ce secvența propusă de scenariul nr. 2 s-a încheiat, este indicat ca elevii să aplice tema și noile abilități la situațiile descrise de propriile eseuri. Elevii vor fi invitați să exploreze întrebarea: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?* și cum acest lucru ne oferă perspectiva performanței. Elevii vor analiza cum știința și tehnologia se sprijină reciproc în sprijinul performanței sportivilor și nu numai.

Construirea cunoștințelor:

Strategia didactică

- ▢ Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- ▢ Folosește metoda proiectului
- ▢ Integrează cunoștințe abilități și realizează un cadrul adecvat de reflecție

Reflecție/Consolidare

- **Metodă de evaluare:** turul galeriei

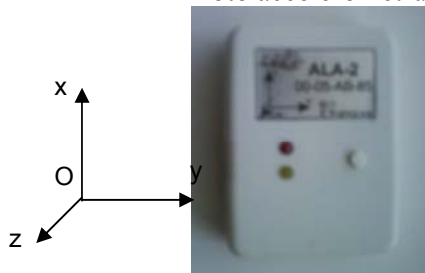
Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă

Anexa 2.1

Utilizarea accelerometrului

Foto accelerometru



Direcțiile de referință ale accelerometrului

Ce măsoară accelerometrul?

- Sistemele de referință în care se efectuează experimentele sunt sisteme de referință neinertiale, de aceea este necesară o simplificare a acestui model; de aceea se recomandă alegerea de contexte experimentale adecvate unei abordări de nivel secundar.
- Se poate constata că AM măsoară accelerația relativă momentană față de sisteme de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale:

$$\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{abs} - (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.1.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = m \cdot \vec{a}_{abs} - m \cdot (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.2.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = \vec{F} + \vec{F}_c^6 \quad (0.3.)$$

- Accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

⁶ unde $\vec{F}_c$ este forța complementară.

În particular, sunt situații (de exemplu, o bilă suspendată, în repaus față de Pământ, dar față de un om care stă pe un disc care se rotește, această bilă e în mișcare de rotație) în care se poate întâmpla ca asupra corpului privit din S să nu acționeze nicio forță, dar el totuși să se vadă mișcându-se accelerat față de S' datorită forței complementare : $\vec{F}_c$

$$a_{abs} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel} \quad (0.5.)$$

O categorie importantă de sisteme de referință sunt SR proprii ale corpului sau SR legate rigid de corp sau SR care se mișcă rectiliniu uniform față de SR proprii (de exemplu omul=S' care stă pe disc cu corpul și ambii se rotesc; corpul prins cu un resort). În astfel de sisteme corpul este evident în repaus ($\vec{a}_{rel} = 0$), deși există o forță reală $\vec{F}$. În acest caz: $\vec{F} + \vec{F}_c = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel}$. Adică forța complementară este egală în modul dar de sens contrar cu forța reală, deci este echipolentă cu forța de inerție newtoniană.

Forțele complementare sunt forțe fictive care trebuiesc adăugate la forțele reale pentru a asigura valabilitatea principiului II în SR neinertiale. Ele nu sunt forțe de interacțiune, nu putem indica corpul care le produce, deci nu li se aplică principiul III al mecanicii.



$$a_x = g_x + a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.4.)$$

Unde: $-a_x$ este valoarea măsurată pe direcția test (acelerație relativă)

- g_x este componenta accelerației gravitaționale pe direcția test

- a_{cfx} este componenta accelerației centrifuge pe direcția test

- a_{mx} este accelerația mișcării (accelerometrului și corpului împreună) pe direcția test (accelerația de transport).

$$a_y = g_y + a_{cfy} - a_{my} \quad (0.6.)$$

$$a_z = g_z + a_{cfz} - a_{mz} \quad (0.7.)$$

Dacă mișcarea se realizează pe o direcție oarecare relativ la direcțiile de referință ale AM atunci relația de sus se scrie pentru fiecare componentă a accelerației măsurate de accelerometru ($\neq 0$).

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g, exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

Cazuri particulare:

I. $a_{mx} = 0$ (AM se află în repaus, fixat de corpul a cărui mișcare este studiată, sau în mișcare rectilinie uniformă pe axa test, aleasă ca axa Ox)

$$\Rightarrow a_x = g_x + a_{cfx} \quad (0.8.)$$

• Mai mult dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = g_x \quad (0.9.)$$

II. $g_x = 0$ (axa test este într-un plan perpendicular pe verticală)

$$\Rightarrow a_x = a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.10.)$$

• În plus dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = -a_{mx} \quad (0.11.)$$

Astfel se determină accelerația de mișcare a AM/corpului legat de acesta.

Ce putem măsura cu accelerometrul în laborator/aplicații practice?

• Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a_x}{g} \quad (0.12.)$$

• Accelerația de mișcare de translație:

- Pe axele din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Pe axele din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională

• Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație)

Anexa 2.2

Instrument de evaluare :

Punctaje pentru evaluarea prezentării

1 = Criteriul nu este deloc îndeplinit	3 = Criteriul este în mare măsură îndeplinit
2 = Criteriul este îndeplinit doar în mică măsură	4 = Criteriul este îndeplinit în totalitate

- Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
1 2 3 4
- Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
1 2 3 4
- Prezentarea respectă structura recomandată
1 2 3 4
- Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
1 2 3 4
- Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
1 2 3 4
- Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
1 2 3 4
- Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
1 2 3 4
- Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
1 2 3 4
- Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
1 2 3 4
- Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart
1 2 3 4

Finalizare alternativă:

Notă: Lecția este construită valorificând cunoștințe anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și care integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

Anexa 2.3 AUXILIAR DIDACTIC

2.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: Determinarea amplitudinii unghiulare a oscilației unui leagăn, sportiv la trapez, etc.



2.II. În laborator cu InLOT - Studiul pendulului gravitațional, aplicație practică pentru determinarea amplitudinii unghiulare a oscilației a unui leagăn, sportiv la trapez, etc, în aproximația oscilațiilor armonice.

Modelarea fenomenului fizic: oscilațiile armonice ale pendulului gravitațional	Principiul metodei
Pendulul gravitațional constă dintr-un corp (considerat punct material) cu masa m, suspendat printr-un fir inextensibil de lungime R (fig.2.1.). Dacă sistemul este scos din poziția de echilibru (poziția verticală a firului) și apoi este lăsat liber, acesta va efectua mișcări oscilatorii în jurul poziției de echilibru. Unghiul α pe care firul îl face cu	2.II.A. Determinarea accelerației gravitaționale prin metoda pendulului gravitațional 1. La $\alpha = 0$ rezultă $a = 0$; cu ajutorul înregistrărilor InLOT determinăm Δt între două momente cu $a = 0$ și aflăm $T/2$ (semiperioada); rezultă $T = 2 \Delta t$. 2. în $x = \pm A$, $\alpha = \pm \alpha_0$

verticală, la un moment dat, se numește elongația unghiulară, iar α_0 este amplitudinea unghiulară. Din figura 2.1. se vede că forța care tinde să readucă sistemul în poziția de echilibru, este $F = G_t = m \cdot g \cdot \sin \alpha$.

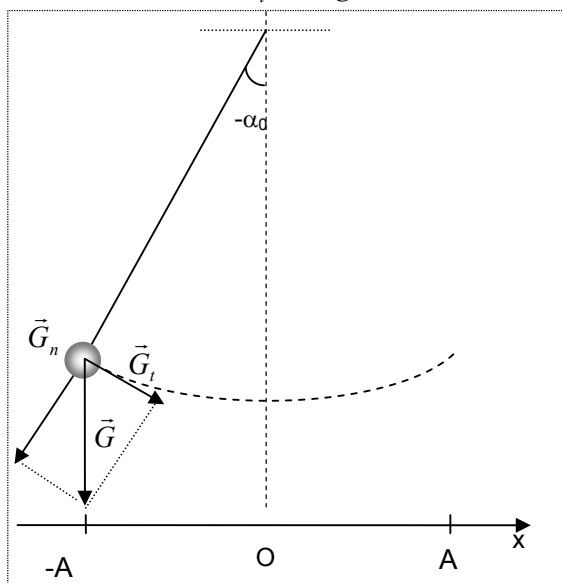


Fig.2.1. Pendulul gravitațional

În sistemul de referință al laboratorului, pe direcția de oscilație avem:

$$x(t) = A \sin(\omega_0 t - \pi/2), t=0, x=-A \quad (2.1.)$$

$$v(t) = \omega_0 A \cos(\omega_0 t - \pi/2) \quad (2.2.)$$

$$a(t) = -\omega_0^2 A \sin(\omega_0 t - \pi/2) \quad (2.3.)$$

notăm: $\omega_0 t - \pi/2 = \alpha(t)$, $A = R \sin \alpha_0$

Atunci elongația unghiulară este dată de legea:

$$\alpha(t) = \alpha_0 \sin(\omega_0 t - \pi/2), t=0, \alpha = -\alpha_0 \quad (2.4.)$$

$$\dot{\alpha}(t) = \omega_0 \alpha_0 \cos(\omega_0 t - \pi/2) \quad (2.5.)$$

$$\ddot{\alpha}(t) = -\omega_0^2 \alpha_0 \sin(\omega_0 t - \pi/2) \quad (2.6.)$$

ecuații adaptate oscilațiilor armonice ($\alpha_0 < 5^\circ$) a sistemului descris în fig.2.1.

3. $a(2k\pi) = \omega_0^2 A$, iar în aproximația oscilațiilor armonice, adică dacă $\alpha_0 < 5^\circ$, atunci $\sin \alpha \cong \alpha$ (exprimat în radiani), în aceste cazuri putem considera că punctul material se deplasează de-a lungul axei Ox, iar forța care readuce corpul în poziția de echilibru este:

$$F = G_t = -mg\alpha = -mg \frac{x}{R} = -kx$$

$$k = m\omega_0^2 = m \frac{g}{R}$$

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{R}} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{g}{R} \Rightarrow \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{g}{R}$$

$$\Rightarrow g_{\text{dinamic}} = R \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

Expresia 2.10. ne permite să determinăm accelerația gravitațională cu ajutorul metodei pendulului gravitațional.

Obs.: A se compara valoarea determinată cu această metodă cu cea prin care folosim AM în repaus pe o suprafață orizontală pentru a determina aceeași valoare, g_{static} . Abaterea dintre valoarea lui g_{static} și g_{dinamic} este determinată de abaterea de la idealitate a modelului pendulului gravitațional în aproximația oscilațiilor armonice.

2.II.B Determinarea amplitudinii și a amplitudinii unghilarea a oscilațiilor armonice

$$a(2k\pi) = g \frac{A}{R} \Rightarrow A = R \frac{a(2k\pi)}{g}$$

pe de altă parte:

$$- a(2k\pi) = a_{\text{max}} \text{ (din măsurători)}$$

$$- a((2k+1)\pi) = a_{\text{min}}$$

$$A = R \frac{a_{\text{max}}}{g} \Leftrightarrow \alpha_0 = \frac{a_{\text{max}}}{g}$$

FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Determinarea amplitudinii unghiulare a oscilației unui leagăn, sportiv la trapez, etc
Introducere

Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebare esențială

Cum ar arăta Universul în care nu există fenomene periodice?

Întrebările unității de învățare

În ce măsura legile cunoscute din mecanică se pot aplica fenomenelor periodice?

Ce aplicații imediate vedeți pentru studiul fenomenelor periodice din natură?

Întrebări de conținut

Ce fenomene mecanice periodice întâlnim în natură?

Ce mărimi fizice caracterizează mișcarea oscilatorie?

Cum putem reprezenta legile mișcării oscilatorii armonice?

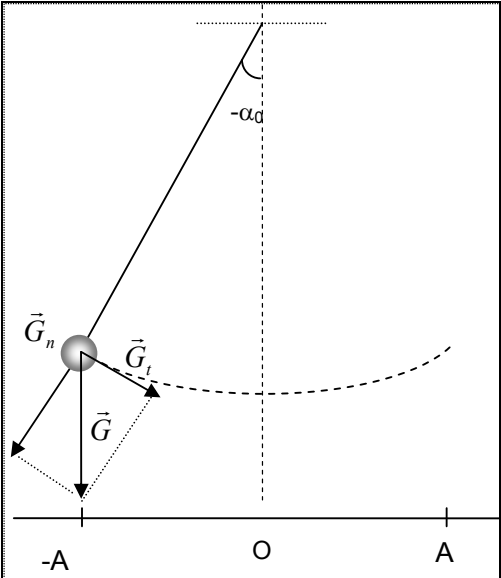
Ce se întâmplă cu energia oscilatorului în mișcarea armonică?

Sub acțiunea cărui tip de forță se desfășoară o asemenea mișcare oscilatorie armonică?

Prin ce diferă oscilațiile amortizate de cele ideale?

Informații suplimentare

Modelarea fenomenului fizic: oscilațiile armonice ale pendulului gravitațional	Principiul metodei
Pendulul gravitațional constă dintr-un corp (considerat punct material) cu masa m, suspendat printr-un fir inextensibil de lungime R (fig.2.1.). Dacă sistemul este scos din poziția de echilibru (poziția verticală a firului) și apoi este lăsat liber, acesta va efectua mișcări oscilatorii în jurul poziției de echilibru. Unghiul α pe care firul îl face cu verticala, la un moment dat, se numește elongația unghiulară, iar α_0 este amplitudinea unghiulară.	2.II.A. Determinarea accelerației gravitaționale prin metoda pendulului gravitațional 4. La $\alpha = 0$ rezultă $a = 0$; cu ajutorul înregistrărilor InLOT determinăm Δt între două momente cu $a = 0$ și aflăm $T/2$ (semiperioada); rezultă $T = 2 \Delta t$. 5. în $x = \pm A$, $\alpha = \pm \alpha_0$ 6. $a(2k\pi) = \omega_0^2 A$, iar în aproximația oscilațiilor armonice, adică dacă $\alpha_0 < 5^\circ$, atunci $\sin \alpha \cong \alpha$ (exprimat în radiani), în aceste cazuri putem considera că punctul material se deplasează de-a lungul axei Ox, iar forța care readuce corpul în poziția de echilibru este: $F = G_t = -mg\alpha = -mg \frac{x}{R} = -kx$ $k = m\omega_0^2 = m \frac{g}{R}$

	$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{R}} \Rightarrow \omega_0^2 = \frac{g}{R} \Rightarrow \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 = \frac{g}{R} \quad (2.9.)$ $\Rightarrow g_{\text{dinamic}} = R \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 \quad (2.10.)$ Expresia 2.10. ne permite să determinăm accelerația gravitațională cu ajutorul metodei pendulului gravitațional. Obs.: A se compara valoarea determinată cu această metodă cu cea prin care folosim AM în repaus pe o suprafață orizontală pentru a determina aceeași valoare, g_{static}. Abaterea dintre valoarea lui g_{static} și g_{dinamic} este determinată de abaterea de la idealitate a modelului pendulului gravitațional în aproximația oscilațiilor armonice.
Fig.2.1. Pendulul gravitațional Din figura 2.1. se vede că forța care tinde să readucă sistemul în poziția de echilibru, este $F = G_t = m \cdot g \cdot \sin \alpha$. În sistemul de referință al laboratorului, pe direcția de oscilație avem: $x(t) = A \sin(\omega_0 t - \pi/2), t=0, \quad (2.1.)$ $x = -A$ $v(t) = \omega_0 A \cos(\omega_0 t - \pi/2) \quad (2.2.)$ $a(t) = -\omega_0^2 A \sin(\omega_0 t - \pi/2) \quad (2.3.)$ notăm: $\omega_0 t - \pi/2 = \alpha(t)$, $A = R \sin \alpha_0$ Atunci elongația unghiulară este dată de legea: $\alpha(t) = \alpha_0 \sin(\omega_0 t - \pi/2), t=0, \quad (2.4.)$ $\alpha = -\alpha_0$ $\dot{\alpha}(t) = \omega_0 \alpha_0 \cos(\omega_0 t - \pi/2) \quad (2.5.)$ $\ddot{\alpha}(t) = -\omega_0^2 \alpha_0 \sin(\omega_0 t - \pi/2) \quad (2.6.)$ ecuații adaptate oscilațiilor armonice ($\alpha_0 < 5^\circ$) a sistemului descris în fig.2.1.	2.II.B Determinarea amplitudinii și a amplitudinii unghiulare a oscilațiilor armonice $a(2k\pi) = g \frac{A}{R} \Rightarrow A = R \frac{a(2k\pi)}{g}$ pe de altă parte: $a(2k\pi) = a_{\text{max}}$ (din măsurători) $a((2k+1)\pi) = a_{\text{min}}$ $A = R \frac{a_{\text{max}}}{g} \Leftrightarrow \alpha_0 = \frac{a_{\text{max}}}{g}$

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: oscilații mecanice
- fișa de lucru

Măsurări de protecție

Investigația științifică propriu-zisă

Fișa de lucru

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârsta: _____, **Gen:** ☐ M, ☐ F

Determinări experimentale	Modul de lucru
2.II.A. Determinarea accelerației gravitaționale prin metoda pendulului gravitațional, $g_{dinamic}$ Valoarea accelerației gravitaționale a locului este: $g_{static} = \text{_____} \text{ m/s}^2$ Valoarea perioadei oscilațiilor mici este: $T = \text{_____} \text{ s}$ Valoarea accelerația gravitațională cu ajutorul metodei pendulului gravitațional este: $g_{dinamic} = \text{_____} \text{ m/s}^2$ Formulați concluziile discuției: 2.II.B. Determinarea amplitudinii și a amplitudinii unghilare a oscilațiilor armonice Valorile primelor 4 valori maxime ale accelerației momentane, pentru oscilații mici, sunt: $a_{max1} = \text{_____} \text{ m/s}^2$ $a_{max2} = \text{_____} \text{ m/s}^2$ $a_{max3} = \text{_____} \text{ m/s}^2$ $a_{max4} = \text{_____} \text{ m/s}^2$ $a_{med} = \text{_____} \text{ m/s}^2$	Determinările se fac desigur în sistemul de referință al accelerometrului cu ajutorul platformei InLOT: 2.II.A. Determinarea accelerației gravitaționale prin metoda pendulului gravitațional, $g_{dinamic}$ - Se așează accelerometrul pe un plan orizontal și se măsoară valoarea accelerației gravitaționale a locului, g_{static}.⁷ - Se fixează accelerometrul rigid de pendul astfel încât axa Ox de referință a AM să fie orientată orizontal - Se determină perioada unei oscilații mici ($\alpha_0 < 5^\circ$) ca intervalul de timp necesar unei oscilații complete, T - Se înlocuiește valoarea astfel obținută în expresia (2.10.) și se determină $g_{dinamic}$ - Se compară valoarea obținută pentru g cu cea a lui g_{static}. - Discuție pentru reducerea abaterii prin micșorarea amplitudinii unghiulare. 2.II.B. Determinarea amplitudinii și a amplitudinii unghilare a oscilațiilor armonice - Se fixează accelerometrul rigid de pendul astfel încât axa Ox de referință a AM să fie orientată orizontal - Se aleg determinările de pe axa Ox, reprezentând valorile accelerației momentane, pentru oscilații mici

⁷ Folosiți platforma InLOT

Valoarea amplitudinii oscilațiilor armonice a pendulului gravitațional $A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ Valoarea amplitudinii unghiulară a oscilațiilor armonice a pendulului gravitațional $\alpha_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ rad}$	($\alpha_0 < 5^\circ$) 3. Din datele colectate cu ajutorul platformei InLOT se aleg primele 4 valori maxime ale acestei accelerații și se face o medie a acestor valori 4. Se înlocuiește valoarea astfel obținută în expresia (2.14.) și se determină cu o acuratețe destul de bună valoarea amplitudinii oscilațiilor armonice a pendulului gravitațional 5. Similar pentru amplitudinea unghiulară Obs.: rezultatele determinărilor corespund unei oscilații armonice atunci când $\alpha_0 < 5^\circ$ adică $\alpha_0 < 2\pi/720 \text{ rad} = 0,0872 \text{ radiani}$.
---	---

Sugestii pentru interpretarea datelor

Analizați limitele de precizie ale metodei experimentale folosite, aproximațiile folosite și ce impact au avut asupra rezultatului experimentului.

Aprofundarea investigației

1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cetățătorului.

2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor

Evaluare

1. Turul galeriei:

Pregătiți prezentări orale pentru un public adecvat, care să fie însoțite de prezentări multimedia, broșuri sau site-uri. Aceste produse trebuie să identifice nevoile și resursele curente ale comunității și să ofere soluții acceptabile. Astfel, sarcina se transformă într-un proiect de învățare în sprijinul comunității, dând naștere unui scop autentic și realizând o conexiune cu lumea reală prin intermediul comunității.

2. Criterii de evaluare:

1. Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei

2. Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate



3. *Prezentarea respectă structura recomandată*
4. *Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public*
5. *Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public*
6. *Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul*
7. *Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului*
8. *Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.*
9. *Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.*
10. *Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart*

Autor: prof. dr. Adriana Iacob



KLIC Scenariul nr. 3⁸

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Determinarea duratei de înjumătățire a perioadei oscilațiilor amortizate a pendulului gravitațional.

Disciplina:

Fizică – clasa a XI-a

Vârsta elevilor:

16-18 ani

Durata estimată:

2 x 50 min (50 minute colectarea datelor, 50 minute prelucrarea datelor)

Conținut științific

- Principiile dinamicii newtoniene,
- Legi mecanice: legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației oscilațiilor armonice,
- Sistemul InLOT
- Oscilații mecanice, amortizarea oscilațiilor
- Pendulul gravitațional

Obiectivele de învățare

Lecția este valoroasă deoarece valorifică creativ cunoștințe de dinamică newtoniană, trigonometrie, oscilații mecanice, abilitățile practice prin aplicabilitatea în contexte nonformale de învățare, cum sunt activitățile sportive. La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- *Aplice principiul IV al dinamicii newtoniene și să-și consolideze înțelegerea principiilor dinamicii newtoniene*
- *Aplice legile mișcării oscilatorii și să-și consolideze înțelegerea acestora*
- *Înțeleagă mecanisme de amortizare prin modelarea matematică a acestui proces*
- *Valorifice cunoștințele de trigonometrie*
- *Utilizeze creativ AM în contexte aplicative*
- *Exploreze realitatea fizică testând AM pe trapez, leagăn*

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*

⁸ Scenariu original propus de Prof. Dr. Adriana Iacob



- Identifică întrebări testabile
- Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
- Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control observabile
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.InLOT.eu), care conțin următoarele module:

- **SensVest (Vesta cu senzori)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.



- **Leg and Arm Accelerometer (Accelerometrele pentru picior și mână)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână care realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Ball Accelerometer (Mingea accelerometru)** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional, și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete de date către stația de bază.
- **Base Station (Stația de bază)** – care colectează toate datele transmise.
- **User Interface Software (Interfața Utilizator)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Detalii despre utilizare găsiți în anexa 3.1.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: oscilații mecanice
- fișa de lucru (anexele 3.1, 3.2 și 3.3)

Ghid de discuții

Anticipare: Recapitularea unității de învățare: *Oscilații mecanice*

Întrebarea esențială: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*

Înainte de o abordare bazată pe proiect

Înainte de a folosi o abordare bazată pe proiecte, elevii de liceu vor recapitula principiile dinamicii newtoniene, legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației oscilațiilor armonice, vor discuta tehnicile de lucru cu sistemul InLOT, apoi vor scrie un eseu despre utilizarea cunoștințelor de fizică în practicarea sporturilor. Eseurile vor avea între 3 și 5 pagini, ce vor fi notate. Eseurile vor fi evaluate din punct de vedere al valorificării cunoștințelor de dinamică newtoniană despre tehnicile de lucru cu sistemul InLOT discutate anterior.

După o abordare bazată pe proiect

După ce secvența propusă de scenariul nr. 3 s-a încheiat, este indicat ca elevii să aplice tema și noile abilități la situațiile descrise de propriile eseuri. Elevii vor fi invitați să exploreze întrebarea: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?* și cum acest lucru ne oferă perspectiva performanței. Elevii vor analiza cum știința și tehnologia se sprijină reciproc în sprijinul performanței sportivilor și nu numai.

Construirea cunoștințelor:

Strategia didactică

- ▢ Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- ▢ Folosește metoda proiectului
- ▢ Integrează cunoștințe abilități și realizează un cadrul adecvat de reflecție

Reflecție/Consolidare

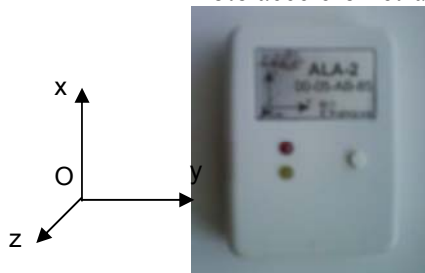
- **Metodă de evaluare:** turul galeriei

Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă
- ✓

Anexa 3.1 Utilizarea accelerometrului

Foto accelerometru



Direcțiile de referință ale accelerometrului

Ce măsoară accelerometrul?

- Sistemele de referință în care se efectuează experimentele sunt sisteme de referință neinertiale, de aceea este necesară o simplificare a acestui model; de aceea se recomandă alegerea de contexte experimentale adecvate unei abordări de nivel secundar.
- Se poate constata că AM măsoară accelerația relativă momentană față de sisteme de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale:

$$\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{abs} - (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.1.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = m \cdot \vec{a}_{abs} - m \cdot (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.2.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = \vec{F} + \vec{F}_c^9 \quad (0.3.)$$

- Accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

⁹ unde $\vec{F}_c$ este forța complementară.

În particular, sunt situații (de exemplu, o bilă suspendată, în repaus față de Pământ, dar față de un om care stă pe un disc care se rotește, această bilă e în mișcare de rotație) în care se poate întâmpla ca asupra corpului privit din S să nu acționează nicio forță, dar el totuși să se vadă mișcându-se accelerat față de S' datorită forței complementare : $\vec{F}_c$

$$a_{abs} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel} \quad (0.5.)$$

O categorie importantă de sisteme de referință sunt SR proprii ale corpului sau SR legate rigid de corp sau SR care se mișcă rectiliniu uniform față de SR proprii (de exemplu omul=S' care stă pe disc cu corpul și ambii se rotesc; corpul prins cu un resort). În astfel de sisteme corpul este evident în repaus ($\vec{a}_{rel} = 0$), deși există o forță reală $\vec{F}$. În acest caz: $\vec{F} + \vec{F}_c = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel}$. Adică forța complementară este egală în modul dar de sens contrar cu forța reală, deci este echipotentă cu forța de inerție newtoniană.

Forțele complementare sunt forțe fictive care trebuiesc adăugate la forțele reale pentru a asigura valabilitatea principiului II în SR neinertiale. Ele nu sunt forțe de interacțiune, nu putem indica corpul care le produce, deci nu li se aplică principiul III al mecanicii.



$$a_x = g_x + a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.4.)$$

Unde: $-a_x$ este valoarea măsurată pe direcția test (acelerație relativă)

$-g_x$ este componenta accelerației gravitaționale pe direcția test

$-a_{cfx}$ este componenta accelerației centrifuge pe direcția test

$-a_{mx}$ este accelerația mișcării (accelerometrului și corpului împreună) pe direcția test (accelerația de transport).

$$a_y = g_y + a_{cfy} - a_{my} \quad (0.6.)$$

$$a_z = g_z + a_{cfz} - a_{mz} \quad (0.7.)$$

Dacă mișcarea se realizează pe o direcție oarecare relativ la direcțiile de referință ale AM atunci relația de sus se scrie pentru fiecare componentă a accelerației măsurate de accelerometru ($\neq 0$).

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g , exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

Cazuri particulare:

I. $a_{mx} = 0$ (AM se află în repaus, fixat de corpul a cărui mișcare este studiată, sau în mișcare rectilinie uniformă pe axa test, aleasă ca axa Ox)

$$\Rightarrow a_x = g_x + a_{cfx} \quad (0.8.)$$

• Mai mult dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = g_x \quad (0.9.)$$

II. $g_x = 0$ (axa test este într-un plan perpendicular pe verticală)

$$\Rightarrow a_x = a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.10.)$$

• În plus dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = -a_{mx} \quad (0.11.)$$

Astfel se determină accelerația de mișcare a AM/corpului legat de acesta.

Ce putem măsura cu accelerometrul în laborator/aplicații practice?

• Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a_x}{g} \quad (0.12.)$$

• Accelerația de mișcare de translație:

- Pe axe din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Pe axe din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională

• Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație)

Anexa 3.2

Instrument de evaluare :

Punctaje pentru evaluarea prezentării

1 = Criteriul nu este deloc îndeplinit	3 = Criteriul este în mare măsură îndeplinit
2 = Criteriul este îndeplinit doar în mică măsură	4 = Criteriul este îndeplinit în totalitate

- Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
1 2 3 4
- Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
1 2 3 4
- Prezentarea respectă structura recomandată
1 2 3 4
- Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
1 2 3 4
- Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
1 2 3 4
- Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
1 2 3 4
- Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
1 2 3 4
- Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
1 2 3 4
- Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
1 2 3 4
- Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart
1 2 3 4

Finalizare alternativă:

Notă: Lecția este construită valorificând cunoștințe anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și care integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

Anexa 3.3 AUXILIAR DIDACTIC

3.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: Determinarea duratei de înjumătățire a perioadei oscilațiilor amortizate a pendulului gravitațional.

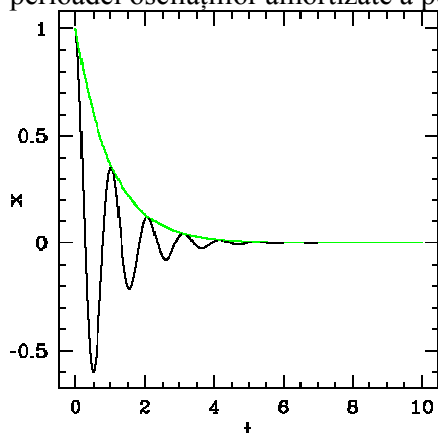


Fig. 3.1. Variația amplitudinii în timp în cazul oscilațiilor amortizate

Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebare esențială

Cum ar arăta Universul în care nu există fenomene periodice?

Întrebările unității de învățare

În ce măsura legile cunoscute din mecanică se pot aplica fenomenelor periodice?

Ce aplicații imediate vedeți pentru studiul fenomenelor periodice din natură?

Întrebări de conținut

Ce fenomene mecanice periodice întâlnim în natură?

Ce mărimi fizice caracterizează mișcarea oscilatorie?

Cum putem reprezenta legile mișcării oscilatorii armonice?

Ce se întâmplă cu energia oscilatorului în mișcarea armonică?

Sub acțiunea cărui tip de forță se desfășoară o asemenea mișcare oscilatorie armonică?

Prin ce diferă oscilațiile amortizate de cele ideale?

3.II. În laborator cu InLOT - Studiul oscilațiilor amortizate.

Modelarea fenomenului fizic: oscilațiile amortizate ale pendulului gravitațional	Principiul metodei
În cazul mișcării oscilatorii armonice s-a considerat că oscilatorul este supus numai acțiunii unor forțe de tip elastic ($F = -kx$). Aceasta a condus la faptul că amplitudinea mișcării oscilatorii rămâne constantă. Se constată însă că, în realitate, nu se poate face abstracție de diferitele tipuri de forțe de frânare care conduc la amortizarea mișcării oscilatorii. Astfel prezența forțelor de frânare conduce la faptul că amplitudinea nu este constantă, ci scade exponențial în timp (fig.3.1.). Ecuația mișcării oscilatorului amortizat este: $x = Ae^{-\beta t} \sin\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right) = A(t) \sin\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right)$ unde β este strict pozitiv și se numește	3.II.A. Determinarea coeficientului de amortizare a oscilațiilor pendulului gravitațional Amplitudinea oscilațiilor amortizate este dată de funcția de timp: $A(t) = A_0 e^{-\beta t} \quad (3.1.)$ Rezultă că $e^{-\beta t} = \frac{A(t)}{A_0} \quad (3.2.)$ $\beta t = \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (3.3.)$ $\beta = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (3.4.)$ coeficientul de amortizare al sistemului

coeficient de amortizare. Dacă coeficientul de amortizare este mare, sistemul nu mai efectuează o mișcare oscilatorie, ci revine în poziția de echilibru. În astfel de cazuri, spunem că mișcarea oscilatorie este *aperiodică*. Nu este cazul analizat în acest experiment, când oscilația amortizată este periodică, și se stinge practic după un nr. infinit de oscilații.

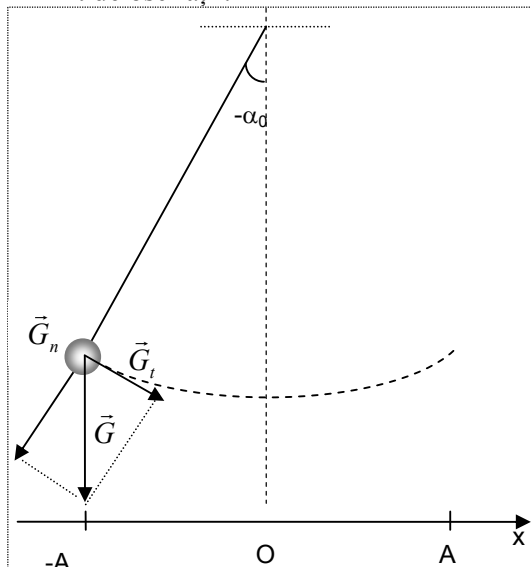


Fig.3.2 Pendulul gravitațional

Din scenariul 2, știm deja că, în sistemul de referință al laboratorului, pe direcția de oscilație avem:

$$x(t) = A \sin(\omega_0 t - \pi/2), \quad t=0, \quad x=-A \quad (3.1.)$$

$$v(t) = \omega_0 A \cos(\omega_0 t - \pi/2) \quad (3.2.)$$

$$a(t) = -\omega_0^2 A \sin(\omega_0 t - \pi/2) \quad (3.3.)$$

notăm: $\omega_0 t - \pi/2 = \alpha(t)$, $A = R \sin \alpha_0$

Atunci elongația unghiulară este dată de legea:

$$\alpha(t) = \alpha_0 \sin(\omega_0 t - \pi/2), \quad t=0, \quad \alpha = -\alpha_0 \quad (3.4.)$$

$$\dot{\alpha}(t) = \omega_0 \alpha_0 \cos(\omega_0 t - \pi/2) \quad (3.5.)$$

$$\ddot{\alpha}(t) = -\omega_0^2 \alpha_0 \sin(\omega_0 t - \pi/2) \quad (3.6.)$$

ecuații adaptate oscilațiilor armonice ($\alpha_0 < 5^\circ$) a sistemului descris în fig.3.2.

analizat.

Se măsoară perechi $A(t)$, t , iar ținând cont de relația (3.8) aceasta devine:

$$A(t) = R \frac{a_{\max}(t)}{g} \quad (3.5.)$$

pentru un set de minim 5 perechi $A(t)$, t determinăm coeficientul de amortizare:

$$\beta = \frac{\beta(1) + \beta(2) + \beta(3) + \beta(4) + \beta(5)}{5} \quad (3.6.)$$

3.II.B. Determinarea duratei de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor amortizate periodice

Durata de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor amortizate se determină astfel:

$$e^{-\beta t} = \frac{1}{2} \quad (3.7.)$$

$$\beta t = \ln 2 \quad (3.8.)$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{\beta} \ln 2 \quad (3.9.)$$

cu β dedus anterior, folosind relația (3.4. și 3.6.)

FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Determinarea duratei de înjumătățire a perioadei oscilațiilor amortizate a pendulului gravitațional.

Introducere

Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebare esențială

Cum ar arăta Universul în care nu există fenomene periodice?

Întrebările unității de învățare

În ce măsura legile cunoscute din mecanică se pot aplica fenomenelor periodice?

Ce aplicații imediate vedeți pentru studiul fenomenelor periodice din natură?

Întrebări de conținut

Ce fenomene mecanice periodice întâlnim în natură?

Ce mărimi fizice caracterizează mișcarea oscilatorie?

Cum putem reprezenta legile mișcării oscilatorii armonice?

Ce se întâmplă cu energia oscilatorului în mișcarea armonică?

Sub acțiunea cărui tip de forță se desfășoară o asemenea mișcare oscilatorie armonică?

Prin ce diferă oscilațiile amortizate de cele ideale?

Informații suplimentare

3.1. Învățarea prin experiențe reale la școală: Determinarea duratei de înjumătățire a perioadei oscilațiilor amortizate a pendulului gravitațional.

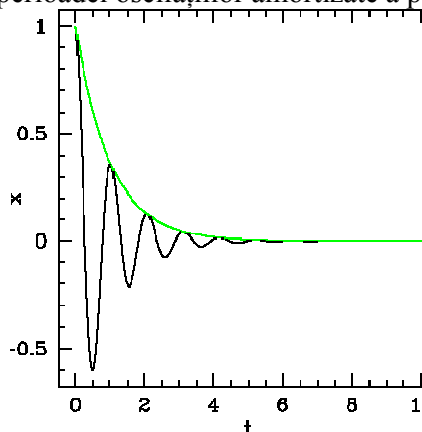


Fig. 3.1. Variația amplitudinii în timp în cazul oscilațiilor amortizate

Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebare esențială

Cum ar arăta Universul în care nu există fenomene periodice?

Întrebările unității de învățare

În ce măsura legile cunoscute din mecanică se pot aplica fenomenelor periodice?

Ce aplicații imediate vedeți pentru studiul fenomenelor periodice din natură?

Întrebări de conținut

Ce fenomene mecanice periodice întâlnim în natură?

Ce mărimi fizice caracterizează mișcarea oscilatorie?

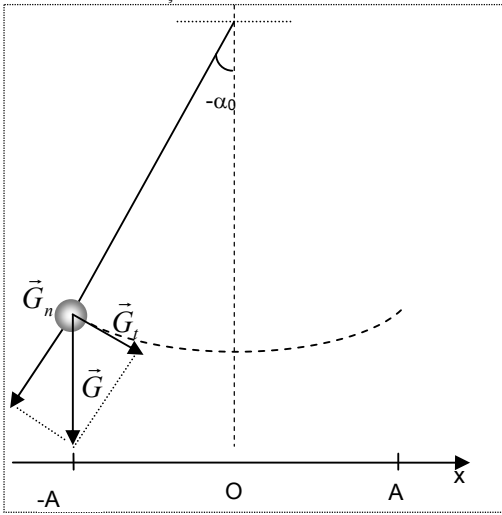
Cum putem reprezenta legile mișcării oscilatorii armonice?

Ce se întâmplă cu energia oscilatorului în mișcarea armonică?

Sub acțiunea cărui tip de forță se desfășoară o asemenea mișcare oscilatorie armonică?

Prin ce diferă oscilațiile amortizate de cele ideale?

3.II. În laborator cu InLOT - Studiul oscilațiilor amortizate.

Modelarea fenomenului fizic: oscilațiile amortizate ale pendulului gravitațional	Principiul metodei
În cazul mișcării oscilatorii armonice s-a considerat că oscilatorul este supus numai acțiunii unor forțe de tip elastic ($F=-kx$). Aceasta a condus la faptul că amplitudinea mișcării oscilatorii rămâne constantă. Se constată însă că, în realitate, nu se poate face abstracție de diferitele tipuri de forțe de frânare care conduc la amortizarea mișcării oscilatorii. Astfel prezența forțelor de frânare conduce la faptul că amplitudinea nu este constantă, ci scade exponențial în timp (fig.3.1.). Ecuația mișcării oscilatorului amortizat este: $x = Ae^{-\beta t} \sin\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right) = A(t) \sin\left(\omega_0 t - \frac{\pi}{2}\right)$ unde β este strict pozitiv și se numește coeficient de amortizare. Dacă coeficientul de amortizare este mare, sistemul nu mai efectuează o mișcare oscilatorie, ci revine în poziția de echilibru. În astfel de cazuri, spunem că mișcarea oscilatorie este <i>aperiodică</i>. Nu este cazul analizat în acest experiment, când oscilația amortizată este periodică, și se stinge practic după un nr. infinit de oscilații.  Fig.3.2 Pendulul gravitațional	3.II.A. Determinarea coeficientului de amortizare a oscilațiilor pendulului gravitațional Amplitudinea oscilațiilor amortizate este dată de funcția de timp: $A(t) = A_0 e^{-\beta t} \quad (3.1.)$ Rezultă că $e^{-\beta t} = \frac{A(t)}{A_0} \quad (3.2.)$ $\beta t = \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (3.3.)$ $\beta = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (3.4.)$ coeficientul de amortizare al sistemului analizat. Se măsoară perechi $A(t)$, t, iar ținând cont de relația (3.8) aceasta devine: $A(t) = R \frac{a_{\max}(t)}{g} \quad (3.5.)$ pentru un set de minim 5 perechi $A(t)$, t determinăm coeficientul de amortizare: $\beta = \frac{\beta(1) + \beta(2) + \beta(3) + \beta(4) + \beta(5)}{5} \quad (3.6.)$ 3.II.B. Determinarea duratei de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor amortizate periodice Durata de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor amortizate se determină astfel: $e^{-\beta t} = \frac{1}{2} \quad (3.7.)$ $\beta t = \ln 2 \quad (3.8.)$ $t_{1/2} = \frac{1}{\beta} \ln 2 \quad (3.9.)$ cu β dedus anterior, folosind relația (3.4. și 3.6.)

Din scenariul 2, știm deja că, în sistemul de referință al laboratorului, pe direcția de oscilație avem:

$$x(t) = A \sin(\omega_0 t - \pi/2), t=0, x=-A \quad (3.1.)$$

$$v(t) = \omega_0 A \cos(\omega_0 t - \pi/2) \quad (3.2.)$$

$$a(t) = -\omega_0^2 A \sin(\omega_0 t - \pi/2) \quad (3.3.)$$

notăm: $\omega_0 t - \pi/2 = \alpha(t)$, $A = R \sin \alpha_0$

Atunci elongația unghiulară este dată de legea:

$$\alpha(t) = \alpha_0 \sin(\omega_0 t - \pi/2), t=0, \alpha = -\alpha_0 \quad (3.4.)$$

$$\dot{\alpha}(t) = \omega_0 \alpha_0 \cos(\omega_0 t - \pi/2) \quad (3.5.)$$

$$\ddot{\alpha}(t) = -\omega_0^2 \alpha_0 \sin(\omega_0 t - \pi/2) \quad (3.6.)$$

ecuații adaptate oscilațiilor armonice ($\alpha_0 < 5^\circ$) a sistemului descris în fig.3.2.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: oscilații mecanice
- fișa de lucru

Măsuri de protecție

Respectați regulile de protecție a muncii în laboratorul de fizică.

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârsta: _____, Gen: ☐ M, ☐ F

Determinări experimentale	Modul de lucru:																												
3.II.A. Determinarea coeficientului de amortizare a oscilațiilor pendulului gravitațional Valoarea accelerației gravitaționale a locului este: $g_{static} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ Valorile primelor 4 valori maxime ale accelerației momentane, la momentele 0, T, 2T, 3T și 4 T, sunt: $a_{max1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ $a_{max2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ $a_{max3} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ $a_{max4} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ $a_{med} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$ Valorile amplitudinilor la momentele 0, T, 2T, 3T, 4 T, 5T sunt: $A_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ $A_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ $A_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ $A_4 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ $A_5 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$ Valorile coeficientului de amortizare la cele 5 momente distincte alese sunt: $\beta(1) = \underline{\hspace{2cm}}$ $\beta(2) = \underline{\hspace{2cm}}$ $\beta(3) = \underline{\hspace{2cm}}$ $\beta(4) = \underline{\hspace{2cm}}$ $\beta(5) = \underline{\hspace{2cm}}$ Valoarea medie a coeficientului de amortizare este: $\beta = \underline{\hspace{2cm}}$	Determinările se fac desigur în sistemul de referință al accelerometrului cu ajutorul platformei InLOT: 3.II.A. Determinarea coeficientului de amortizare a oscilațiilor pendulului gravitațional - Se fixează accelerometrul rigid de pendul astfel încât axa Ox de referință a AM să fie orientată pe orizontală - Din valorile înregistrate de platforma InLOT și folosind relația $a(2k\pi) = g \frac{A}{R} = a_{max}$ $A = R \frac{a_{max}}{g} \quad (3.5.)$ 3. se completează tabelul: <table border="1"> <thead> <tr> <th>t</th> <th>0</th> <th>T</th> <th>2T</th> <th>3T</th> <th>4T</th> <th>5T</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>a_{max}</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A(t)</td> <td>$A_0 =$</td> <td>$A_1 =$</td> <td>$A_2 =$</td> <td>$A_3 =$</td> <td>$A_4 =$</td> <td>$A_5 =$</td> </tr> <tr> <td>β</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> A(t) se calculează folosind relația (3.5), iar β cu ajutorul relației (3.4). Valorile obținute vor fi folosite pentru a determina media valorilor „experimentale” conform relației (3.6) 3.II.B. Determinarea duratei de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor periodice amortizate - Se introduce valoarea coeficientului de amortizare a oscilațiilor obținut anterior în expresia (3.9) pentru a determina $t_{1/2}$ - Se discută cauzele amortizării și impactul acestora asupra valorii lui $t_{1/2}$	t	0	T	2T	3T	4T	5T	a_{max}							A(t)	$A_0 =$	$A_1 =$	$A_2 =$	$A_3 =$	$A_4 =$	$A_5 =$	β						
t	0	T	2T	3T	4T	5T																							
a_{max}																													
A(t)	$A_0 =$	$A_1 =$	$A_2 =$	$A_3 =$	$A_4 =$	$A_5 =$																							
β																													

Formulați concluziile determinărilor pentru diferite condiții experimentale:

3.II.B. Determinarea duratei de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor periodice amortizate

Valoarea duratei de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor periodice amortizate este:

$t_{1/2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$

Concluziile discuției privind cauzele amortizării și impactul acestora asupra valorii lui $t_{1/2}$:

Sugestii pentru interpretarea datelor

Analizați cauzele amortizării și ce impact au avut asupra rezultatului experimentului.

Aprofundarea investigației

1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cercetătorului.

2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor

Evaluare

1. Turul galeriei:

Pregătiți prezentări orale pentru un public adecvat, care să fie însoțite de prezentări multimedia, broșuri sau site-uri. Aceste produse trebuie să identifice nevoile și resursele curente ale comunității și să ofere soluții acceptabile. Astfel, sarcina se transformă într-un proiect de învățare în sprijinul comunității, dând naștere unui scop autentic și realizând o conexiune cu lumea reală prin intermediul comunității.



2. Criterii de evaluare:

1. Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
2. Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
3. Prezentarea respectă structura recomandată
4. Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
5. Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
6. Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
7. Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
8. Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
9. Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
10. Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart

Autor: prof. dr. Adriana Iacob



KLiC Scenariul nr. 4¹⁰

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

De la studiul oscilațiilor elastice în laboratorul de fizică, la bungee jumping.

Disciplina:

Fizică – clasa a XI-a

Vârsta elevilor:

16-18 ani

Durata estimată:

2 x 50 min (50 minute colectarea datelor, 50 minute prelucrarea datelor)

Conținut științific

- Principiile dinamicii newtoniene,
- Legi mecanice: legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației oscilațiilor armonice,
- Sistemul InLOT
- Pendulul elastic

Obiectivele de învățare

Lecția este valoroasă deoarece valorifică creativ cunoștințe de dinamică newtoniană, trigonometrie, oscilații mecanice, abilitățile practice prin aplicabilitatea în contexte nonformale de învățare, cum sunt activitățile sportive.

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ☐ *Aplice principiul IV al dinamicii newtoniene și să-și consolideze înțelegerea principiilor dinamicii newtoniene*
- ☐ *Aplice legile mișcării oscilatorii și să-și consolideze înțelegerea acestora*
- ☐ *Înțeleagă mecanisme de amortizare prin modelarea matematică a acestui proces*
- ☐ *Valorifice cunoștințele de trigonometrie*
- ☐ *Utilizeze creativ AM în contexte aplicative*
- ☐ *Să exploreze realitatea fizică testând AM pe coarda elastică*

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile

¹⁰ Scenariu original propus de Prof. Dr. Adriana Iacob



- Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
- Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control observabile
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.InLOT.eu), care conțin următoarele module:

- **SensVest (Vesta cu senzori)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii



pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.

- **Leg and Arm Accelerometer (Accelerometrele pentru picior și mână)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână care realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Ball Accelerometer (Mingea accelerometru)** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional, și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete de date către stația de bază.
- **Base Station (Stația de bază)** – care colectează toate datele transmise.
- **User Interface Software (Interfața Utilizator)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Detalii despre utilizare găsiți în anexa 4.1.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: oscilații mecanice
- fișa de lucru (anexele 4.1, 4.2 și 4.3)

Ghid de discuții

Anticipare: Recapitularea unității de învățare: *Oscilații mecanice*

Întrebarea esențială: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*

Înainte de o abordare bazată pe proiect

Înainte de a folosi o abordare bazată pe proiecte, elevii de liceu vor recapitula principiile dinamicii newtoniene, legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației oscilațiilor armonice, vor discuta tehnicile de lucru cu sistemul InLOT, apoi vor scrie un eseu despre utilizarea cunoștințelor de fizică în practicarea sporturilor. Eseurile vor avea între 3 și 5 pagini, ce vor fi notate. Eseurile vor fi evaluate din punct de vedere al valorificării cunoștințelor de dinamică newtoniană despre tehnicile de lucru cu sistemul InLOT discutate anterior.

După o abordare bazată pe proiect

După ce secvența propusă de scenariul nr. 4 s-a încheiat, este indicat ca elevii să aplice tema și noile abilități la situațiile descrise de propriile eseuri. Elevii vor fi invitați să exploreze întrebarea: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?* și cum acest lucru ne oferă perspectiva performanței. Elevii vor analiza cum știința și tehnologia se sprijină reciproc în sprijinul performanței sportivilor și nu numai.

Construirea cunoștințelor:

Strategia didactică

- ▢ Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- ▢ Folosește metoda proiectului
- ▢ Integrează cunoștințe abilități și realizează un cadrul adecvat de reflecție

Reflecție/Consolidare

- **Metodă de evaluare:** turul galeriei

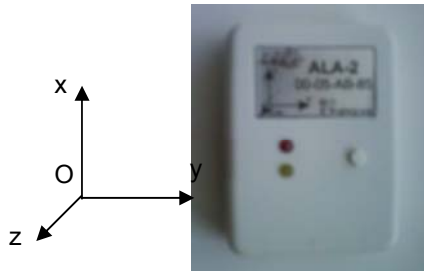
Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă

Anexa 4.1

Utilizarea accelerometrului

Foto accelerometru



Direcțiile de referință ale accelerometrului

Ce măsoară accelerometrul?

- Sistemele de referință în care se efectuează experimentele sunt sisteme de referință neinertiale, de aceea este necesară o simplificare a acestui model; de aceea se recomandă alegerea de contexte experimentale adecvate unei abordări de nivel secundar.
- Se poate constata că AM măsoară accelerația relativă momentană față de sisteme de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale:

$$\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{abs} - (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.1.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = m \cdot \vec{a}_{abs} - m \cdot (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.2.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = \vec{F} + \vec{F}_c^{11} \quad (0.3.)$$

- Accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

¹ unde $\vec{F}_c$ este forța complementară.

În particular, sunt situații (de exemplu, o bilă suspendată, în repaus față de Pământ, dar față de un om care stă pe un disc care se rotește, această bilă e în mișcare de rotație) în care se poate întâmpla ca asupra corpului privit din S să nu acționează nicio forță, dar el totuși să se vadă mișcându-se accelerat față de S' datorită forței complementare : $\vec{F}_c$

$$a_{abs} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel} \quad (0.5.)$$

O categorie importantă de sisteme de referință sunt SR proprii ale corpului sau SR legate rigid de corp sau SR care se mișcă rectiliniu uniform față de SR proprii (de exemplu omul=S' care stă pe disc cu corpul și ambii se rotesc; corpul prins cu un resort). În astfel de sisteme corpul este evident în repaus ($\vec{a}_{rel} = 0$), deși există o forță reală $\vec{F}$. În acest caz: $\vec{F} + \vec{F}_c = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel}$. Adică forța complementară este egală în modul dar de sens contrar cu forța reală, deci este echipolentă cu forța de inerție newtoniană.

Forțele complementare sunt forțe fictive care trebuiesc adăugate la forțele reale pentru a asigura valabilitatea principiului II în SR neinertiale. Ele nu sunt forțe de interacțiune, nu putem indica corpul care le produce, deci nu li se aplică principiul III al mecanicii.



$$a_x = g_x + a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.4.)$$

Unde: $-a_x$ este valoarea măsurată pe direcția test (acelerație relativă)

$-g_x$ este componenta accelerației gravitaționale pe direcția test

$-a_{cfx}$ este componenta accelerației centrifuge pe direcția test

$-a_{mx}$ este accelerația mișcării (accelerometrului și corpului împreună) pe direcția test (acelerația de transport).

$$a_y = g_y + a_{cfy} - a_{my} \quad (0.6.)$$

$$a_z = g_z + a_{cfz} - a_{mz} \quad (0.7.)$$

Dacă mișcarea se realizează pe o direcție oarecare relativ la direcțiile de referință ale AM atunci relația de sus se scrie pentru fiecare componentă a accelerației măsurate de accelerometru ($\neq 0$).

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g , exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

Cazuri particulare:

I. $a_{mx} = 0$ (AM se află în repaus, fixat de corpul a cărui mișcare este studiată, sau în mișcare rectilinie uniformă pe axa test, aleasă ca axa Ox)

$$\Rightarrow a_x = g_x + a_{cfx} \quad (0.8.)$$

• Mai mult dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = g_x \quad (0.9.)$$

II. $g_x = 0$ (axa test este într-un plan perpendicular pe verticală)

$$\Rightarrow a_x = a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.10.)$$

• În plus dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = -a_{mx} \quad (0.11.)$$

Astfel se determină accelerația de mișcare a AM/corpului legat de acesta.

Ce putem măsura cu accelerometrul în laborator/aplicații practice?

• Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a_x}{g} \quad (0.12.)$$

• Accelerația de mișcare de translație:

- Pe axe din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Pe axe din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională

• Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație)

Anexa 4.2

Instrument de evaluare :

Punctaje pentru evaluarea prezentării

1 = Criteriul nu este deloc îndeplinit	3 = Criteriul este în mare măsură îndeplinit
2 = Criteriul este îndeplinit doar în mică măsură	4 = Criteriul este îndeplinit în totalitate

- Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
1 2 3 4
- Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
1 2 3 4
- Prezentarea respectă structura recomandată
1 2 3 4
- Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
1 2 3 4
- Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
1 2 3 4
- Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
1 2 3 4
- Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
1 2 3 4
- Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
1 2 3 4
- Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
1 2 3 4
- Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart
1 2 3 4

Finalizare alternativă:

Notă: Lecția este construită valorificând cunoștințe anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și care integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

Anexa 4.3 AUXILIAR DIDACTIC

4.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: De la studiul oscilațiilor elastice în laboratorul de fizică, la bungee jumping.

	Sunteți pasionați de <i>bungee jumping</i>? Doriți să aflați înălțimea de siguranță de la care puteți sări cunoscând lungimea corzii? Iată întrebări pe care vi le puneți desigur atunci când admirați practicantii acestui sport extrem. Este știință și aventură totodată. Vă invităm să pătrundeți tainele acestui sistem fizic, reprodus în laboratorul de fizică foarte bine de resortul elastic. Totodată vom aborda oscilațiile armonice ale pendulului elastic, o altă aplicație pentru oscilațiile mecanice.
---	---

4.II. În laborator cu InLOT – Studiul oscilațiilor pendulului elastic.

Modelarea fenomenului fizic: oscilațiile armonice ale pendulului elastic	Principiul metodei
Știm deja că elasticitatea este proprietatea corpurilor de a se deforma sub acțiunea forțelor exterioare și de a reveni la forma inițială după încetarea acestor forțe externe. Forțele interne care readuc corpul la forma inițială se numesc forțe elastice, iar în cazul alungirii /comprimării pe o anumită direcție, sunt proporționale cu alungirea/ comprimarea produsă de forțele externe. Coeficientul de proporționalitate dintre forța elastică și alungire poartă numele de constantă elastică și este o caracteristică a corpului cu proprietăți elastice. Ținând cont de cele descrise $F_e = -k\Delta x_0$ (conform figurii 4.1.), iar alungirea este determinată de greutatea corpului atârnat de resort, $G=mg$ Rezultă $k = mg / \Delta x_0$, reprezintă relația cu ajutorul căreia putem determina constanta elastică a resortului folosit în experimentul nostru. Să studiem oscilațiile elastice produse prin acțiunea unei forțe externe F asupra sistemului resort-corp, care scoate practic sistemul din starea de echilibru. Acționăm asupra resortului cu o forță $\vec{F}$, îi	Ce determină accelerometrul? $a_x = a_{mas} - a_{SR}, \text{ dacă SR este în repaus atunci } a_x = a_{mas} \quad (4.6)$ 4.II.A. Determinarea perioadei oscilațiilor pendulului elastic $a_x = g - \omega_0^2 A \text{ la } x = -A \quad (4.7)$ $a_x = g + \omega_0^2 A \text{ la } x = A \quad (4.8)$ ambele valori indicând valori maxime ale accelerației sistemului corp-AM $a_{max} = g + \omega_0^2 A \text{ la } x = A \quad 4.9$ Folosind sistemul InLOT se identifică intervalul de timp dintre două valori maxime succesive ale accelerației: $T = \Delta t$. 4.II.B Determinarea constantei elastice a pendulului elastic Din (4.1.) și considerând un m cunoscut avem că: $ma = -kx \quad 4.10$ $-m\omega_0^2 A_0 \sin \varphi = -kA_0 \sin \varphi \quad 4.11$ $\omega_0^2 = \frac{k}{m} = \frac{4\pi^2}{T^2} \quad 4.12$ $k = m \frac{4\pi^2}{T^2} \quad 4.13$

producem o alungire A față de poziția de echilibru și îi dăm drumul pentru a-i urmări oscilațiile armonice.

Legea a doua a dinamicii pe direcția Ox se va scrie:

$$ma = -kx, \text{ sau } kx + ma = 0 \quad (4.1.)$$

$$a + \frac{k}{m}x = 0 \quad (4.2.)$$

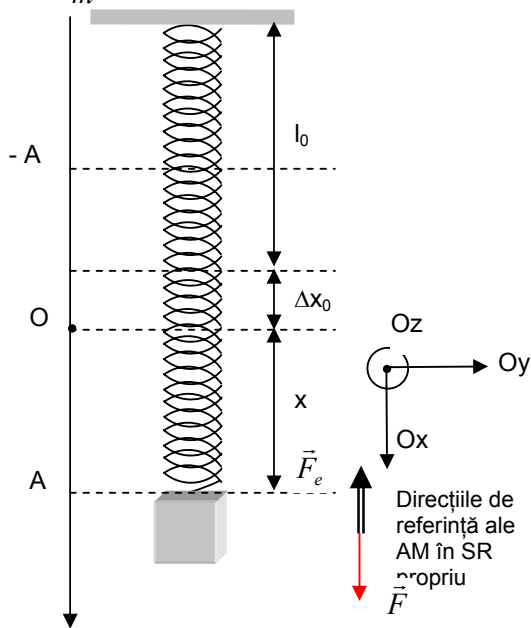


Fig.4. Pendulul elastic

unde:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4.3.)$$

$$\frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4.4.)$$

$$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (4.5.)$$

Aceasta este perioada oscilațiilor pendului elastic.

este expresia ce permite determinarea constantei elastice a resortului.

4.II.C. Determinarea amplitudinii oscilațiilor elastice

Din expresia (4.9) putem deduce că:

$$A = \frac{a_{\max} - g}{\omega_0^2} \quad 4.14$$

$$A = \frac{a_{\max} - g}{\frac{4\pi^2}{T^2}} \quad 4.15.$$

$$A = \frac{T^2(a_{\max} - g)}{4\pi^2} \quad 4.16.$$

amplitudinea oscilațiilor pendului elastic.

FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

De la studiul oscilațiilor elastice în laboratorul de fizică, la bungee jumping

Introducere

Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebare esențială

Cum ar arăta Universul în care nu există fenomene periodice?

Întrebările unității de învățare

În ce măsura legile cunoscute din mecanică se pot aplica fenomenelor periodice?

Ce aplicații imediate vedeți pentru studiul fenomenelor periodice din natură?

Întrebări de conținut

Ce fenomene mecanice periodice întâlnim în natură?

Ce mărimi fizice caracterizează mișcarea oscilatorie?

Cum putem reprezenta legile mișcării oscilatorii armonice?

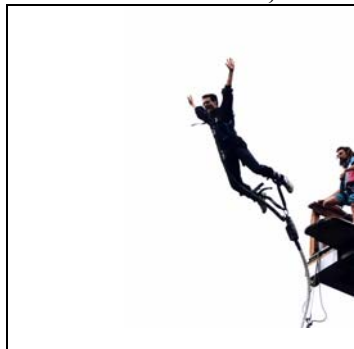
Ce se întâmplă cu energia oscilatorului în mișcarea armonică?

Sub acțiunea cărui tip de forță se desfășoară o asemenea mișcare oscilatorie armonică?

Prin ce diferă oscilațiile amortizate de cele ideale?

Informații suplimentare

4.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: De la studiul oscilațiilor elastice în laboratorul de fizică, la bungee jumping.



Sunteți pasionați de *bungee jumping*? Doriți să aflați înălțimea de siguranță de la care puteți sări cunoscând lungimea corzii? Iată întrebări pe care vi le puneți desigur atunci când admirați practicanții acestui sport extrem. Este știință și aventură totodată. Vă invităm să pătrundeți tainele acestui sistem fizic, reprodus în laboratorul de fizică foarte bine de resortul elastic. Totodată vom aborda oscilațiile armonice ale pendulului elastic, o altă aplicație pentru oscilațiile mecanice.

4.II. În laborator cu InLOT – Studiul oscilațiilor pendulului elastic.

Modelarea fenomenului fizic: oscilațiile armonice ale pendulului elastic	Principiul metodei
Știm deja că elasticitatea este proprietatea corpurilor de a se deforma sub acțiunea forțelor exterioare și de a reveni la forma inițială după încetarea acestor forțe externe. Forțele interne care readuc corpul la forma inițială se numesc forțe elastice, iar în cazul alungirii /comprimării pe o anumită direcție, sunt proporționale cu alungirea/	Ce determină accelerometrul? $a_x = a_{mas} - a_{SR}, \text{ dacă } SR \text{ este în repaus atunci } a_x = a_{mas} \quad (4.6)$ 4.II.A. Determinarea perioadei oscilațiilor pendulului elastic $a_x = g - \omega_0^2 A \text{ la } x = -A \quad (4.7)$

comprimarea produsă de forțele externe. Coeficientul de proporționalitate dintre forța elastică și alungire poartă numele de **constantă elastică** și este o caracteristică a corpului cu proprietăți elastice.

Ținând cont de cele descrise $F_e = -k\Delta x_0$ (conform figurii 4.1.), iar alungirea este determinată de greutatea corpului atârnat de resort, $G=mg$

Rezultă $k = mg / \Delta x_0$, reprezintă relația cu ajutorul căreia putem determina constanta elastică a resortului folosit în experimentul nostru.

Să studiem oscilațiile elastice produse prin acțiunea unei forțe externe F asupra sistemului resort-corp, care scoate practic sistemul din starea de echilibru.

Acționăm asupra resortului cu o forță $\vec{F}$, îi producem o alungire A față de poziția de echilibru și îi dăm drumul pentru a-i urmări oscilațiile armonice.

Legea a doua a dinamicii pe direcția Ox se va scrie:

$$ma = -kx, \text{ sau } kx + ma = 0 \quad (4.1)$$

$$a + \frac{k}{m}x = 0 \quad (4.2)$$

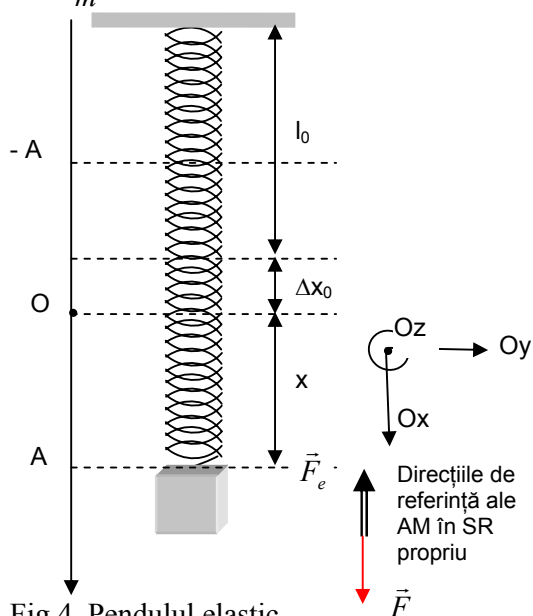


Fig.4. Pendulul elastic

$$a_x = g + \omega_0^2 A \text{ la } x = A \quad (4.8)$$

ambele valori indicând valori maxime ale accelerației sistemului corp-AM

$$a_{\max} = g + \omega_0^2 A \text{ la } x = A \quad (4.9)$$

Folosind sistemul InLOT se identifică intervalul de timp dintre două valori maxime succesive ale accelerației: $T = \Delta t$.

4.II.B Determinarea constantei elastice a pendulului elastic

Din (4.1.) și considerând un m cunoscut avem că:

$$ma = -kx \quad (4.10)$$

$$-m\omega_0^2 A_0 \sin \varphi = -kA_0 \sin \varphi \quad (4.11)$$

$$\omega_0^2 = \frac{k}{m} = \frac{4\pi^2}{T^2} \quad (4.12)$$

$$k = m \frac{4\pi^2}{T^2} \quad (4.13)$$

este expresia ce permite determinarea constantei elastice a resortului.

4.II.C. Determinarea amplitudinii oscilațiilor elastice

Din expresia (4.9) putem deduce că:

$$A = \frac{a_{\max} - g}{\omega_0^2} \quad (4.14)$$

$$A = \frac{a_{\max} - g}{\frac{4\pi^2}{T^2}} \quad (4.15)$$

$$A = \frac{T^2(a_{\max} - g)}{4\pi^2} \quad (4.16)$$

amplitudinea oscilațiilor pendulului elastic.

unde:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4.3)$$

$$\frac{2\pi}{T_0} = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4.4)$$

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (4.5)$$

Aceasta este perioada oscilațiilor pendulului elastic.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: oscilații mecanice
- fișa de lucru

Măsuri de protecție

Respectați regulile de protecție a muncii în laboratorul de fizică.

Investigația științifică propriu-zisă

Fișa de lucru

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârsta: _____, **Gen:** ☐ M, ☐ F

Determinări experimentale	Modul de lucru:
Masa totală a corpului și AM este: $m = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg}$ Intervalul de timp Δt dintre două maxime consecutive ale accelerației pe axa x $\Delta t = \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$ Perioada oscilațiilor elastice este, deci: $T = \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$ Constanta elastică a resortului este: $k = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N/m}$ Amplitudinea oscilațiilor elastice este: $A = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$	Determinările se fac desigur în sistemul de referință al accelerometrului cu ajutorul interfeței InLOT: 1. Se atașează un corp de masă m_0 și AM orientat cu axa x pe direcția oscilației 2. Se măsoară m = masa totală a sistemului AM + masa corpului 3. Se deplasează capătul liber al resortului pe o distanță A și se dă drumul resortului 4. Se măsoară intervalul de timp Δt dintre două maxime consecutive ale accelerației pe axa x și se determină astfel $T = \Delta t$ 5. Se determină k în funcție de T cu ajutorul relației (4.13) 6. Se determină A în funcție de T și $a_{\max}$ conform cu (4.16)

Sugestii pentru interpretarea datelor

Analizați rezultatele experimentului.

Aprofundarea investigației

1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cercetătorului.

2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor

Evaluare

1. Turul galeriei:

Pregătiți prezentări orale pentru un public adecvat, care să fie însoțite de prezentări multimedia, broșuri sau site-uri. Aceste produse trebuie să identifice nevoile și resursele



curente ale comunității și să ofere soluții acceptabile. Astfel, sarcina se transformă într-un proiect de învățare în sprijinul comunității, dând naștere unui scop autentic și realizând o conexiune cu lumea reală prin intermediul comunității.

2. Criterii de evaluare:

- 1. Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei*
- 2. Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate*
- 3. Prezentarea respectă structura recomandată*
- 4. Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public*
- 5. Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public*
- 6. Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul*
- 7. Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului*
- 8. Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.*
- 9. Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.*
- 10. Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart*

Autor: prof. dr. Adriana Iacob



KLiC Scenariul nr. 5¹²

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

De la studiul oscilațiilor elastice în laboratorul de fizică, la bungee jumping (II) – studiul amortizării oscilațiilor elastice

Disciplina:

Fizică – clasa a XI-a

Vârsta elevilor:

16-18 ani

Durata estimată:

2 x 50 min (50 minute colectarea datelor, 50 minute prelucrarea datelor)

Conținut științific

- Principiile dinamicii newtoniene,
- Legi mecanice: legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației oscilațiilor armonice,
- Sistemul InLOT
- Pendulul elastic

Obiectivele de învățare

Lecția este valoroasă deoarece valorifică creativ cunoștințe de dinamică newtoniană, trigonometrie, oscilații mecanice, abilitățile practice prin aplicabilitatea în contexte nonformale de învățare, cum sunt activitățile sportive.

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ☐ *Aplice principiul IV al dinamicii newtoniene și să-și consolideze înțelegerea principiilor dinamicii newtoniene*
- ☐ *Aplice legile mișcării oscilatorii și să-și consolideze înțelegerea acestora*
- ☐ *Înțeleagă mecanisme de amortizare prin modelarea matematică a acestui proces*
- ☐ *Valorifice cunoștințele de trigonometrie*
- ☐ *Utilizeze creativ AM în contexte aplicative*
- ☐ *Să exploreze realitatea fizică testând AM pe coarda elastică*

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*

¹² Scenariu original propus de Prof. Dr. Adriana Iacob



- Identifică întrebări testabile
- Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
- Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control observabile
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează procedura de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.InLOT.eu), care conțin următoarele module:

- **SensVest (Vesta cu senzori)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii



pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.

- **Leg and Arm Accelerometer (Accelerometrele pentru picior și mână)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână care realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
 - **Ball Accelerometer (Mingea accelerometru)** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional, și o unitate de comunicații care realizează transmiterea de pachete de date către stația de bază.
 - **Base Station (Stația de bază)** – care colectează toate datele transmise.
 - **User Interface Software (Interfața Utilizator)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.
- Detalii despre utilizare găsiți în anexa 5.1.*

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: oscilații mecanice
- fișa de lucru (anexele 5.1, 5.2 și 5.3)

Ghid de discuții

Anticipare: Recapitularea unității de învățare: *Oscilații mecanice*

Întrebarea esențială: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*

Înainte de o abordare bazată pe proiect

Înainte de a folosi o abordare bazată pe proiecte, elevii de liceu vor recapitula principiile dinamicii newtoniene, legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației oscilațiilor armonice, vor discuta tehnicile de lucru cu sistemul InLOT, apoi vor scrie un eseu despre utilizarea cunoștințelor de fizică în practicarea sporturilor. Eseurile vor avea între 3 și 5 pagini, ce vor fi notate. Eseurile vor fi evaluate din punct de vedere al valorificării cunoștințelor de dinamică newtoniană despre tehnicile de lucru cu sistemul InLOT discutate anterior.

După o abordare bazată pe proiect

După ce secvența propusă de scenariul nr. 5 s-a încheiat, este indicat ca elevii să aplice tema și noile abilități la situațiile descrise de propriile eseuri. Elevii vor fi invitați să exploreze întrebarea: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?* și cum acest lucru ne oferă perspectiva performanței. Elevii vor analiza cum știința și tehnologia se sprijină reciproc în sprijinul performanței sportivilor și nu numai.

Construirea cunoștințelor:

Strategia didactică

- ▢ Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- ▢ Folosește metoda proiectului
- ▢ Integrează cunoștințe abilități și realizează un cadru adecvat de reflecție

Reflecție/Consolidare

- **Metodă de evaluare:** turul galeriei

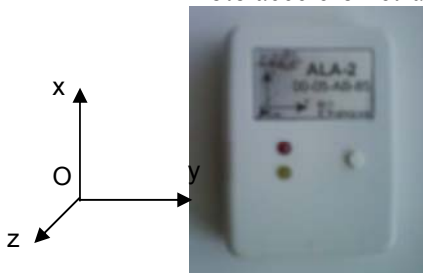
Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă

Anexa 5.1

Utilizarea accelerometrului

Foto accelerometru



Direcțiile de referință ale accelerometrului

Ce măsoară accelerometrul?

- Sistemele de referință în care se efectuează experimentele sunt sisteme de referință neinertiale, de aceea este necesară o simplificare a acestui model; de aceea se recomandă alegerea de contexte experimentale adecvate unei abordări de nivel secundar.
- Se poate constata că AM măsoară accelerația relativă momentană față de sisteme de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale:

$$\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{abs} - (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.1.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = m \cdot \vec{a}_{abs} - m \cdot (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.2.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = \vec{F} + \vec{F}_c^{13} \quad (0.3.)$$

- Accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

¹ unde $\vec{F}_c$ este forța complementară.

În particular, sunt situații (de exemplu, o bilă suspendată, în repaus față de Pământ, dar față de un om care stă pe un disc care se rotește, această bilă e în mișcare de rotație) în care se poate întâmpla ca asupra corpului privit din S să nu acționează nicio forță, dar el totuși să se vadă mișcându-se accelerat față de S' datorită forței complementare : $\vec{F}_c$

$$a_{abs} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel} \quad (0.5.)$$

O categorie importantă de sisteme de referință sunt SR proprii ale corpului sau SR legate rigid de corp sau SR care se mișcă rectiliniu uniform față de SR proprii (de exemplu omul=S' care stă pe disc cu corpul și ambii se rotesc; corpul prins cu un resort). În astfel de sisteme corpul este evident în repaus ($\vec{a}_{rel} = 0$), deși există o forță reală $\vec{F}$. În acest caz: $\vec{F} + \vec{F}_c = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel}$. Adică forța complementară este egală în modul dar de sens contrar cu forța reală, deci este echipotentă cu forța de inerție newtoniană.

Forțele complementare sunt forțe fictive care trebuiesc adăugate la forțele reale pentru a asigura valabilitatea principiului II în SR neinertiale. Ele nu sunt forțe de interacțiune, nu putem indica corpul care le produce, deci nu li se aplică principiul III al mecanicii.



$$a_x = g_x + a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.4.)$$

Unde: $-a_x$ este valoarea măsurată pe direcția test (acelerație relativă)

$-g_x$ este componenta accelerației gravitaționale pe direcția test

$-a_{cfx}$ este componenta accelerației centrifuge pe direcția test

$-a_{mx}$ este accelerația mișcării (accelerometrului și corpului împreună) pe direcția test (accelerația de transport).

$$a_y = g_y + a_{cfy} - a_{my} \quad (0.6.)$$

$$a_z = g_z + a_{cfz} - a_{mz} \quad (0.7.)$$

Dacă mișcarea se realizează pe o direcție oarecare relativ la direcțiile de referință ale AM atunci relația de sus se scrie pentru fiecare componentă a accelerației măsurate de accelerometru ($\neq 0$).

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g, exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

Cazuri particulare:

I. $a_{mx} = 0$ (AM se află în repaus, fixat de corpul a cărui mișcare este studiată, sau în mișcare rectilinie uniformă pe axa test, aleasă ca axa Ox)

$$\Rightarrow a_x = g_x + a_{cfx} \quad (0.8.)$$

• Mai mult dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = g_x \quad (0.9.)$$

II. $g_x = 0$ (axa test este într-un plan perpendicular pe verticală)

$$\Rightarrow a_x = a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.10.)$$

• În plus dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = -a_{mx} \quad (0.11.)$$

Astfel se determină accelerația de mișcare a AM/corpului legat de acesta.

Ce putem măsura cu accelerometrul în laborator/aplicații practice?

• Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a_x}{g} \quad (0.12.)$$

• Accelerația de mișcare de translație:

- Pe axele din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Pe axele din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională

• Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație)

Anexa 5.2

Instrument de evaluare :

Punctaje pentru evaluarea prezentării

1 = Criteriul nu este deloc îndeplinit	3 = Criteriul este în mare măsură îndeplinit
2 = Criteriul este îndeplinit doar în mică măsură	4 = Criteriul este îndeplinit în totalitate

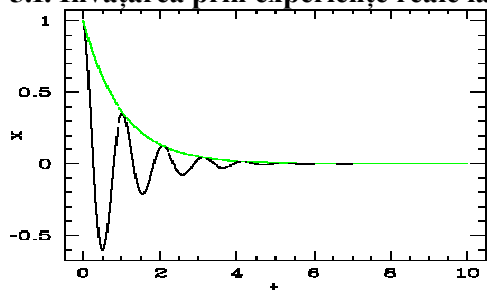
- Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
1 2 3 4
- Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
1 2 3 4
- Prezentarea respectă structura recomandată
1 2 3 4
- Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
1 2 3 4
- Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
1 2 3 4
- Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
1 2 3 4
- Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
1 2 3 4
- Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
1 2 3 4
- Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
1 2 3 4
- Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart
1 2 3 4

Finalizare alternativă:

Notă: Lecția este construită valorificând cunoștințe anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și care integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

Anexa 5.3 AUXILIAR DIDACTIC

5.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: Amortizarea oscilațiilor pendulului elastic



De ce nu am iniția oscilația unui resort și aceasta să dureze la infinit.

În realitate aceste oscilații se sting, datorită interacțiunii cu mediul prin radiație sau prin frecare. Pentru a întreține aceste oscilații ar fi suficient să dăm un mic impuls corpului la fiecare oscilație care va compensa energetic scăderea energiei totale a sistemului corp-resort, datorată lucrului mecanic efectuat de forțele de frânare.

5.II. În laborator cu InLOT - Studiul oscilațiilor amortizate ale pendulului elastic.

Modelarea fenomenului fizic: amortizarea oscilațiilor pendulului elastic

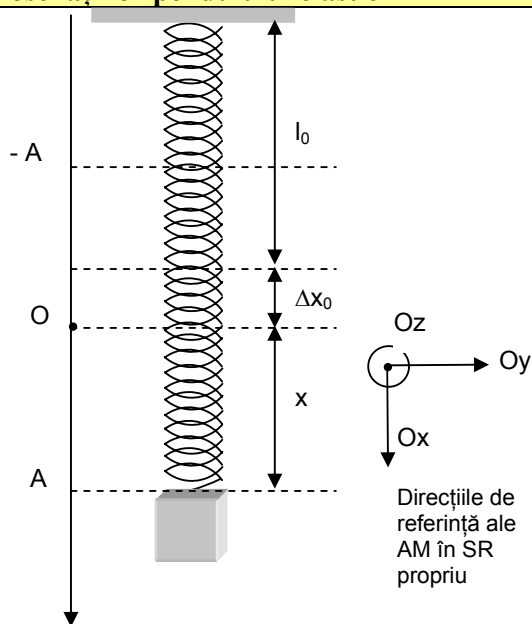


Fig.5. Pendulul elastic

Se observă că în timp amplitudinea oscilațiilor elastice scade.

$$A(t) = A_0 e^{-\beta t} \quad (5.1)$$

Rezultă că

$$e^{-\beta t} = \frac{A(t)}{A_0} \quad (5.2)$$

Principiul metodei

Ce determină accelerometrul?

$$a_x = a_{\text{masurat}} - a_{SR} \quad (5.5)$$

5.II.A. Determinarea valorilor amplitudinii funcție de timp

Asemeni relațiilor 4.7-4.8 din scenariul 4 și în cazul oscilațiilor amortizate putem exprima accelerația determinată cu ajutorul AM astfel:

$$a_x = g - \omega_0^2 A \text{ la } x = -A \quad (5.6)$$

$$a_x = g + \omega_0^2 A \text{ la } x = A \quad (5.7)$$

ambele valori indicând valori maxime ale accelerației sistemului corp – AM

$$a_{\text{max}} = g + \omega_0^2 A \text{ la } x = A \quad (5.8)$$

Din expresia (6.8) putem deduce că:

$$A = \frac{a_{\text{max}} - g}{\omega_0^2} \quad (5.9)$$

$$A = \frac{a_{\text{max}} - g}{\frac{4\pi^2}{T^2}} \quad (5.10)$$

$$A = \frac{T^2(a_{\text{max}} - g)}{4\pi^2} \quad (5.11)$$

5.II.B Determinarea factorului de amortizare a oscilațiilor pendulului elastic

Amplitudinea oscilațiilor amortizate este dată

$\beta t = \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (5.3)$	de funcția de timp: $A(t) = A_0 e^{-\beta t} \quad (5.12)$
$\beta = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (5.4)$	Rezultă că $e^{-\beta t} = \frac{A(t)}{A_0} \quad (5.13)$
	$\beta t = \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (5.14)$
	$\beta = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (5.15)$
	Se măsoară perechi $A(t)$, t, iar ținând cont de relația (5.11) pentru un set de minim 5 perechi $A(t)$, t determinăm coeficientul de amortizare: $\beta = \frac{\beta(1) + \beta(2) + \beta(3) + \beta(4) + \beta(5)}{5} \quad (5.16)$
	Durata de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor amortizate se determină astfel: $e^{-\beta t} = \frac{1}{2} \quad (5.17)$
	$\beta t = \ln 2 \quad (5.18)$
	$t_{1/2} = \frac{1}{\beta} \ln 2 \quad (5.19)$
	cu β dedus anterior, folosind relația (5.2) și (5.16)

FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

De la studiul oscilațiilor elastice în laboratorul de fizică, la bungee jumping (II) – studiul amortizării oscilațiilor elastice

Introducere

Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebare esențială

Cum ar arăta Universul în care nu există fenomene periodice?

Întrebările unității de învățare

În ce măsura legile cunoscute din mecanică se pot aplica fenomenelor periodice?

Ce aplicații imediate vedeți pentru studiul fenomenelor periodice din natură?

Întrebări de conținut

Ce fenomene mecanice periodice întâlnim în natură?

Ce mărimi fizice caracterizează mișcarea oscilatorie?

Cum putem reprezenta legile mișcării oscilatorii armonice?

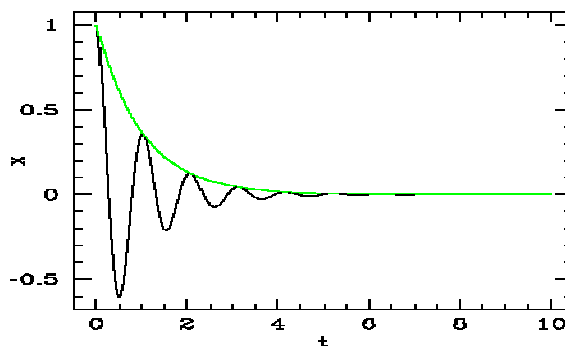
Ce se întâmplă cu energia oscilatorului în mișcarea armonică?

Sub acțiunea cărui tip de forță se desfășoară o asemenea mișcare oscilatorie armonică?

Prin ce diferă oscilațiile amortizate de cele ideale?

Informații suplimentare

5.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: Amortizarea oscilațiilor pendulului elastic



De ce nu am iniția oscilația unui resort și aceasta să dureze la infinit.

În realitate aceste oscilații se sting, datorită interacțiunii cu mediul prin radiație sau prin frecare.

Pentru a întreține aceste oscilații ar fi suficient să dăm un mic impuls corpului la fiecare oscilație care va compensa energetic scăderea energiei totale a sistemului corp-resort, datorată lucrului mecanic efectuat de forțele de frânare.

5.II. În laborator cu InLOT - Studiul oscilațiilor amortizate ale pendulului elastic.

Modelarea fenomenului fizic: amortizarea oscilațiilor pendulului elastic

Principiul metodei

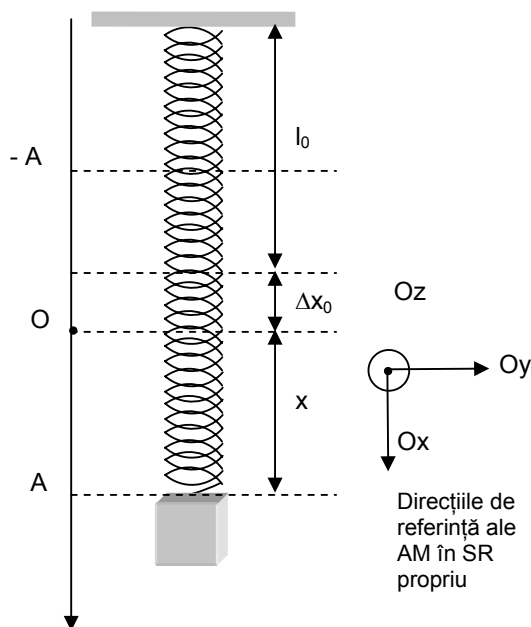


Fig.5. Pendulul elastic

Se observă că în timp amplitudinea oscilațiilor elastice scade.

$$A(t) = A_0 e^{-\beta t} \quad (5.1)$$

Rezultă că

$$e^{-\beta t} = \frac{A(t)}{A_0} \quad (5.2)$$

$$\beta t = \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (5.3)$$

$$\beta = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (5.4)$$

Ce determină accelerometrul?

$$a_x = a_{\text{masurat}} - a_{SR} \quad (5.5)$$

5.II.A. Determinarea valorilor amplitudinii funcție de timp

Asemeni relațiilor 4.7-4.8 din scenariul 4 și în cazul oscilațiilor amortizate putem exprima accelerația determinată cu ajutorul AM astfel:

$$a_x = g - \omega_0^2 A \text{ la } x = -A \quad (5.6)$$

$$a_x = g + \omega_0^2 A \text{ la } x = A \quad (5.7)$$

ambele valori indicând valori maxime ale accelerației sistemului corp – AM

$$a_{\text{max}} = g + \omega_0^2 A \text{ la } x = A \quad (5.8)$$

Din expresia (6.8) putem deduce că:

$$A = \frac{a_{\text{max}} - g}{\omega_0^2} \quad (5.9)$$

$$A = \frac{a_{\text{max}} - g}{4\pi^2 T^2} \quad (5.10)$$

$$A = \frac{T^2(a_{\text{max}} - g)}{4\pi^2} \quad (5.11)$$

5.II.B Determinarea factorului de amortizare a oscilațiilor pendulului elastic

Amplitudinea oscilațiilor amortizate este dată de funcția de timp:

$$A(t) = A_0 e^{-\beta t} \quad (5.12)$$

Rezultă că

$$e^{-\beta t} = \frac{A(t)}{A_0} \quad (5.13)$$

$$\beta t = \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (5.14)$$

$$\beta = \frac{1}{t} \ln\left(\frac{A_0}{A(t)}\right) \quad (5.15)$$

Se măsoară perechi $A(t)$, t , iar ținând cont de relația (5.11) pentru un set de minim 5 perechi $A(t)$, t determinăm coeficientul de amortizare:

	$\beta = \frac{\beta(1) + \beta(2) + \beta(3) + \beta(4) + \beta(5)}{5} \quad (5.16)$ Durata de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor amortizate se determină astfel: $e^{-\beta t} = \frac{1}{2} \quad (5.17)$ $\beta t = \ln 2 \quad (5.18)$ $t_{1/2} = \frac{1}{\beta} \ln 2 \quad (5.19)$ cu β dedus anterior, folosind relația (5.2) și (5.16)
--	---

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: oscilații mecanice
- fișa de lucru

Măsurile de protecție

Respectați regulile de protecție a muncii în laboratorul de fizică.

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârsta: _____, Gen: ☐ M, ☐ F

Determinări experimentale

5.II.A. Determinarea coeficientului de amortizare a oscilațiilor pendulului elastic

Valoarea accelerației gravitaționale a locului este:

$g_{static} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$

Valorile primelor 4 valori maxime ale accelerației momentane, la momentele 0, T, 2T, 3T și 4 T, sunt:

$a_{max1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$

$a_{max2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$

$a_{max3} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$

$a_{max4} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$

$a_{med} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$

Valorile amplitudinilor la momentele 0, T, 2T, 3T, 4 T, 5T sunt:

$A_0 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

$A_1 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

$A_2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

$A_4 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

$A_5 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}$

Valorile coeficientului de amortizare la cele 5 momente distincte alese sunt:

$\beta (1) = \underline{\hspace{2cm}}$

$\beta (2) = \underline{\hspace{2cm}}$

$\beta (3) = \underline{\hspace{2cm}}$

$\beta (4) = \underline{\hspace{2cm}}$

$\beta (5) = \underline{\hspace{2cm}}$

Valoarea medie a coeficientului de amortizare este:

$\beta = \underline{\hspace{2cm}}$

Formulați concluziile determinărilor

Modul de lucru:

Determinările se fac desigur în sistemul de referință al accelerometrului cu ajutorul platformei InLOT:

5.II.A. Determinarea perioadei oscilațiilor pendulului elastic

4. Se fixează accelerometrul rigid de pendul astfel încât axa Ox de referință a AM să fie orientată pe verticală în jos.
5. Din valorile înregistrate de InLOT și folosind relația (5.11):

$$A = T^2 \frac{a_{max} - g}{4\pi^2} \quad (5.11.)$$

6. se completează tabelul:

t	0	T	2T	3T	4T	5T
a_{max}						
$A(t)$	$A_0 =$	$A_1 =$	$A_2 =$	$A_3 =$	$A_4 =$	$A_5 =$
β						

$A(t)$ se calculează folosind relația (5.11), iar β cu ajutorul relației (5.15). Valorile obținute vor fi folosite pentru a determina media valorilor „experimentale” conform relației (5.16)

5.II.B. Determinarea duratei de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor

3. Se introduce valoarea coeficientului de amortizare a oscilațiilor obținut anterior în expresia (5.19) pentru a determina $t_{1/2}$
4. Se discută cauzele amortizării și impactul acestora asupra valorii lui $t_{1/2}$

pentru diferite condiții experimentale:

5.II.B. Determinarea duratei de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor periodice amortizate

Valoarea duratei de înjumătățire a amplitudinii oscilațiilor periodice amortizate este:

$t_{1/2}$
= _____ s

Concluziile discuției privind cauzele amortizării și impactul acestora asupra valorii lui $t_{1/2}$:

Sugestii pentru interpretarea datelor

Analizați rezultatele experimentului.

Aprofundarea investigației

1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cercetătorului.

2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor

Evaluare

1. Turul galeriei:

Pregătiți prezentări orale pentru un public adecvat, care să fie însoțite de prezentări multimedia, broșuri sau site-uri. Aceste produse trebuie să identifice nevoile și resursele curente ale comunității și să ofere soluții acceptabile. Astfel, sarcina se transformă într-un proiect de învățare în sprijinul comunității, dând naștere unui scop autentic și realizând o conexiune cu lumea reală prin intermediul comunității.



2. Criterii de evaluare:

1. Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
2. Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
3. Prezentarea respectă structura recomandată
4. Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
5. Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
6. Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
7. Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
8. Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
9. Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
10. Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart

Autor: prof. dr. Adriana Iacob



KLiC Scenariul nr. 6¹⁴

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Studiul mișcării de rotație

Disciplina:

Fizică – clasa a IX-a

Vârsta elevilor:

16-18 ani

Durata estimată:

2 x 50 min (50 minute colectarea datelor, 50 minute prelucrarea datelor)

Conținut științific

- Principiile dinamicii newtoniene,
- Legi mecanice: legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației oscilațiilor armonice,
- Sistemul InLOT
- Pendulul elastic

Obiectivele de învățare

Lecția este valoroasă deoarece valorifică creativ cunoștințe de cinematică, trigonometrie, abilități practice prin aplicabilitatea în contexte nonformale de învățare, cum sunt activitățile sportive.

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ☐ *Aplice legile mișcării circulare și să-și consolideze înțelegerea acestora*
- ☐ *Înțeleagă dependențe între diferitele mărimi fizice specifice mișcării de rotație prin modelarea matematică a acestui proces*
- ☐ *Valorifice cunoștințele de trigonometrie*
- ☐ *Utilizeze creativ AM în contexte aplicative*
- ☐ *Să exploreze realitatea fizică testând AM pe dispozitive la îndemână aflate în mișcare de rotație*

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate

¹⁴ Scenariu original propus de Prof. Dr. Adriana Iacob



- Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control observabile
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.InLOT.eu), care conțin următoarele module:

- **SensVest (Vesta cu senzori)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.



- **Leg and Arm Accelerometer (Accelerometrele pentru picior și mână)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână care realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Ball Accelerometer (Mingea accelerometru)** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional, și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete de date către stația de bază.
- **Base Station (Stația de bază)** – care colectează toate datele transmise.
- **User Interface Software (Interfața Utilizator)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Detalii despre utilizare găsiți în anexa 6.1.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: mișcarea circulară
- fișa de lucru (anexele 6.1, 6.2 și 6.3)

Ghid de discuții

Anticipare: Recapitularea unității de învățare: Cinematica mișcării de rotație

Întrebarea esențială: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*

Înainte de o abordare bazată pe proiect

Înainte de a folosi o abordare bazată pe proiecte, elevii de liceu vor recapitula cinematica, vor discuta tehnicile de lucru cu sistemul InLOT, apoi vor scrie un eseu despre utilizarea cunoștințelor de fizică în practicarea sporturilor (aruncarea ciocanului). Eseurile vor avea între 3 și 5 pagini, ce vor fi notate. Eseurile vor fi evaluate din punct de vedere al valorificării cunoștințelor de dinamică newtoniană despre tehnicile de lucru cu sistemul InLOT discutate anterior.

După o abordare bazată pe proiect

După ce secvența propusă de scenariul nr. 6 s-a încheiat, este indicat ca elevii să aplice tema și noile abilități la situațiile descrise de propriile eseuri. Elevii vor fi invitați să exploreze întrebarea: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?* și cum acest lucru ne oferă perspectiva performanței. Elevii vor analiza cum știința și tehnologia se sprijină reciproc în sprijinul performanței sportivilor și nu numai.

Construirea cunoștințelor:

Strategia didactică

- ▢ Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- ▢ Folosește metoda proiectului
- ▢ Integrează cunoștințe abilități și realizează un cadrul adecvat de reflecție

Reflecție/Consolidare

- **Metodă de evaluare:** turul galeriei

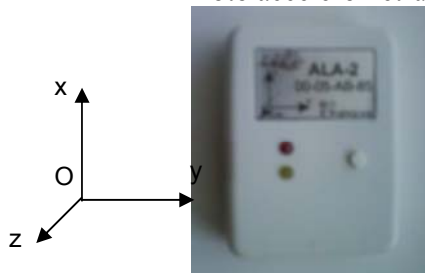
Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă

Anexa 6.1

Utilizarea accelerometrului

Foto accelerometru



Direcțiile de referință ale accelerometrului

Ce măsoară accelerometrul?

- Sistemele de referință în care se efectuează experimentele sunt sisteme de referință neinertiale, de aceea este necesară o simplificare a acestui model; de aceea se recomandă alegerea de contexte experimentale adecvate unei abordări de nivel secundar.
- Se poate constata că AM măsoară accelerația relativă momentană față de sisteme de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale:

$$\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{abs} - (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.1.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = m \cdot \vec{a}_{abs} - m \cdot (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.2.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = \vec{F} + \vec{F}_c^{15} \quad (0.3.)$$

- Accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

¹⁵ unde $\vec{F}_c$ este forța complementară.

În particular, sunt situații (de exemplu, o bilă suspendată, în repaus față de Pământ, dar față de un om care stă pe un disc care se rotește, această bilă e în mișcare de rotație) în care se poate întâmpla ca asupra corpului privit din S să nu acționează nicio forță, dar el totuși să se vadă mișcându-se accelerat față de S' datorită forței complementare : $\vec{F}_c$

$$a_{abs} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel} \quad (0.5.)$$

O categorie importantă de sisteme de referință sunt SR proprii ale corpului sau SR legate rigid de corp sau SR care se mișcă rectiliniu uniform față de SR proprii (de exemplu omul=S' care stă pe disc cu corpul și ambii se rotesc; corpul prins cu un resort). În astfel de sisteme corpul este evident în repaus ($\vec{a}_{rel} = 0$), deși există o forță reală $\vec{F}$. În acest caz: $\vec{F} + \vec{F}_c = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel}$. Adică forța complementară este egală în modul dar de sens contrar cu forța reală, deci este echipolentă cu forța de inerție newtoniană.

Forțele complementare sunt forțe fictive care trebuiesc adăugate la forțele reale pentru a asigura valabilitatea principiului II în SR neinertiale. Ele nu sunt forțe de interacțiune, nu putem indica corpul care le produce, deci nu li se aplică principiul III al mecanicii.



$$a_x = g_x + a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.4.)$$

Unde: $-a_x$ este valoarea măsurată pe direcția test (acelerație relativă)

$-g_x$ este componenta accelerației gravitaționale pe direcția test

$-a_{cfx}$ este componenta accelerației centrifuge pe direcția test

$-a_{mx}$ este accelerația mișcării (accelerometrului și corpului împreună) pe direcția test (accelerația de transport).

$$a_y = g_y + a_{cfy} - a_{my} \quad (0.6.)$$

$$a_z = g_z + a_{cfz} - a_{mz} \quad (0.7.)$$

Dacă mișcarea se realizează pe o direcție oarecare relativ la direcțiile de referință ale AM atunci relația de sus se scrie pentru fiecare componentă a accelerației măsurate de accelerometru ($\neq 0$).

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g, exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

Cazuri particulare:

I. $a_{mx} = 0$ (AM se află în repaus, fixat de corpul a cărui mișcare este studiată, sau în mișcare rectilinie uniformă pe axa test, aleasă ca axa Ox)

$$\Rightarrow a_x = g_x + a_{cfx} \quad (0.8.)$$

• Mai mult dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = g_x \quad (0.9.)$$

II. $g_x = 0$ (axa test este într-un plan perpendicular pe verticală)

$$\Rightarrow a_x = a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.10.)$$

• În plus dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = -a_{mx} \quad (0.11.)$$

Astfel se determină accelerația de mișcare a AM/corpului legat de acesta.

Ce putem măsura cu accelerometrul în laborator/aplicații practice?

• Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a_x}{g} \quad (0.12.)$$

• Accelerația de mișcare de translație:

- Pe axele din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Pe axele din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională

• Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație)

Anexa 6.2

Instrument de evaluare :

Punctaje pentru evaluarea prezentării

1 = Criteriul nu este deloc îndeplinit	3 = Criteriul este în mare măsură îndeplinit
2 = Criteriul este îndeplinit doar în mică măsură	4 = Criteriul este îndeplinit în totalitate

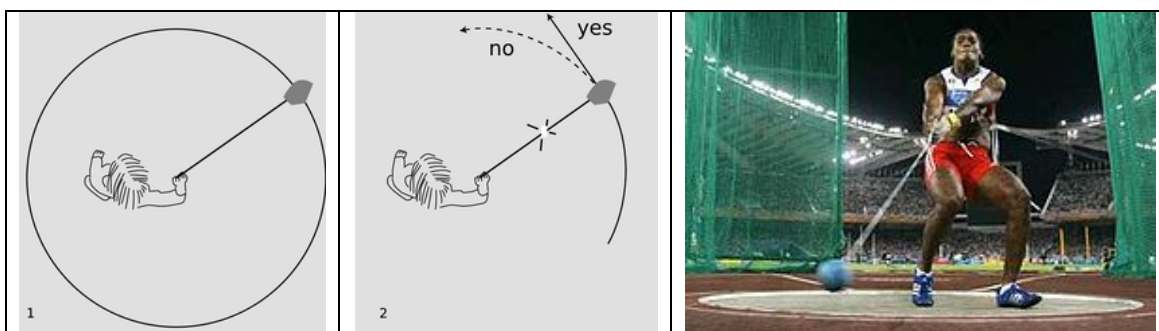
- Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
1 2 3 4
- Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
1 2 3 4
- Prezentarea respectă structura recomandată
1 2 3 4
- Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
1 2 3 4
- Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
1 2 3 4
- Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
1 2 3 4
- Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
1 2 3 4
- Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
1 2 3 4
- Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
1 2 3 4
- Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart
1 2 3 4

Finalizare alternativă:

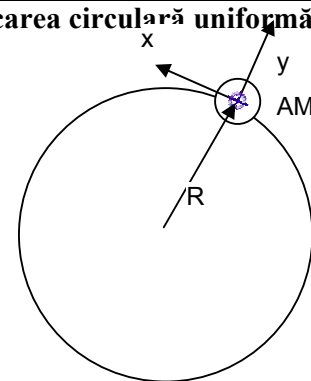
Notă: Lecția este construită valorificând cunoștințe anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și care integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

Anexa 6.3 AUXILIAR DIDACTIC

6.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: Studiul mișcării de rotație.



6.II. În laborator cu InLOT - Studiul mișcării de rotație.

Modelarea fenomenului fizic: mișcarea de rotație	Principiul metodei
A. Mișcarea circulară uniformă  fig.6. Mișcarea circulară Cea mai simplă și mai importantă mișcare curbilinie este mișcarea circulară, mișcare în care traiectoria punctului material este un cerc. Vom folosi accelerometrul și sistemul InLOT pentru a face determinări specifice mișcării circulare. Mișcarea circulară este uniformă dacă viteza mobilului este constantă în modul, adică mobilul descrie arce de cerc egale în intervale de timp egale.	- R cunoscut 6.II.A. Determinarea vitezei unghiulare $a_y(t) = \omega(t)^2 R \quad (6.14)$ $\omega(t) = \sqrt{\frac{a_y(t)}{R}} \quad (6.15)$ este viteza unghiulară la momentul t, dacă mișcarea circulară este variată. Dacă mișcarea este circulară și uniformă $\omega = \text{const.}$, 6.II.B. Determinarea perioadei mișcării circulare Rezultă din: $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{R}{a_y}} \quad (6.16)$ 6.II.C. Determinarea accelerației unghiulare în mișcarea circulară uniform variată Revenind la cazul mișcării circular variate și ținând cont de valorile măsurate de AM pe direcția Ox, putem determina accelerația unghiulară. Mai întâi: $a_x(t) = \varepsilon(t) \cdot R \quad (6.17)$

Mișcarea circulară uniformă este o mișcare periodică deoarece se repetă identic după parcurgerea întregului cerc, la intervale egale de timp.

Mărimi caracteristice:

T= perioada mișcării circulare uniforme este intervalul de timp în care mobilul parcurge circumferința cercului. Perioada se măsoară în secunde.

v= frecvența de rotație, sau turația, reprezintă numărul de rotații complete efectuate în unitatea de timp (rot/ s).

Frecvența se măsoară în s^{-1} sau $\frac{1}{s}$. Turația (notată de obicei cu n) se măsoară în rot/min (1 rot/s=60 rot/min).

v = viteza liniară sau tangențială este dată de variația coordonatei curbilinii a mobilului în timp. Viteza se măsoară în m/s.

Coordonata curbilinie măsoară lungimea arcului de cerc parcurs de mobil.

ω = viteza unghiulară reprezintă unghiul la centru descris de raza vectoare în unitatea de timp.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (6.1)$$

Viteza unghiulară ω se măsoară în radiani/secundă (1rad/s). Pentru $\Delta\theta = 2\pi$, $\Delta t=T$, perioada, deci:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{vT}{RT} = \frac{v}{R} \quad (6.2)$$

$$v = \omega R \quad (6.3)$$

este relația de legătură dintre viteza liniară și viteza unghiulară.

a_{cp} = accelerația centripetă – sau accelerația normală - se datorează variației direcției vectorului vitează.

$$a_{cp} = a_n = \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R \quad (6.4)$$

$$\vec{a}_{cp} = -\omega^2 \vec{R} \quad (6.5)$$

Accelerația centripetă se măsoară în m/s^2 .

F_{cp} = forța centripetă este forța care determină mișcarea circulară uniformă. Forța

$$\varepsilon(t) = \frac{a_x(t)}{R} \quad (6.18)$$

- T cunoscut

6.II.D. Determinarea accelerației unghiulare în mișcarea circulară uniform variată

$$a_y = \omega^2 \cdot R \quad (6.19)$$

$$R = \frac{a_y T^2}{4\pi^2} \quad (6.20)$$

$$a_x = \varepsilon \cdot R, \quad \varepsilon = \frac{a_x}{R} \quad (6.21)$$

$$\varepsilon = \frac{a_x}{a_y} \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} \quad (6.22)$$

centripetă se măsoară în N.

$$F_{cp} = ma_{cp} = ma_n = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R \quad (6.6)$$

$$\vec{F}_{cp} = m\vec{a}_{cp} = -m\omega^2 \vec{R} \quad (6.7)$$

B. Mișcarea circulară uniform variată - este mișcarea circulară în care accelerația unghiulară este constantă, adică:

$$\varepsilon = \text{const.} \quad (6.8)$$

Relația (6.8) reprezintă ecuația accelerației în mișcarea circulară uniform variată.

Se disting 2 cazuri:

1. $\omega_1 > \omega_2$ pentru $t_2 > t_1$; $\varepsilon > 0$ - mișcare circulară uniform accelerată.

2. $\omega_2 < \omega_1$ pentru $t_2 > t_1$; $\varepsilon < 0$ - mișcare circulară uniform încetinită.

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t \quad (6.9)$$

ecuația vitezei unghiulare în mișcarea circulară uniform variată, cu viteza unghiulară inițială ω_0 .

$$\alpha = \alpha_0 + \omega_0 t + \varepsilon \frac{t^2}{2} \quad (6.10)$$

legea de mișcare în mișcarea circulară uniform variată.

Cazuri particulare:

$$1. \alpha_0 = 0, \quad \alpha = \omega_0 t + \varepsilon \frac{t^2}{2} \quad (6.11)$$

$$2. \omega_0 = 0, \quad \alpha = \alpha_0 + \varepsilon \frac{t^2}{2} \quad (6.12)$$

$$3. \alpha_0 = 0, \omega_0 = 0, \quad \alpha = \varepsilon \frac{t^2}{2} \quad (6.13.)$$

FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Studiul mișcării de rotație

Introducere

Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebare esențială

Cum ar arăta Universul în care nu există fenomene periodice?

Întrebările unității de învățare

În ce măsura legile cunoscute din mecanică se pot aplica fenomenelor periodice?

Ce aplicații imediate vedeți pentru studiul fenomenelor periodice din natură?

Întrebări de conținut

Ce fenomene mecanice periodice întâlnim în natură?

Ce mărimi fizice caracterizează mișcarea oscilatorie?

Cum putem reprezenta legile mișcării oscilatorii armonice?

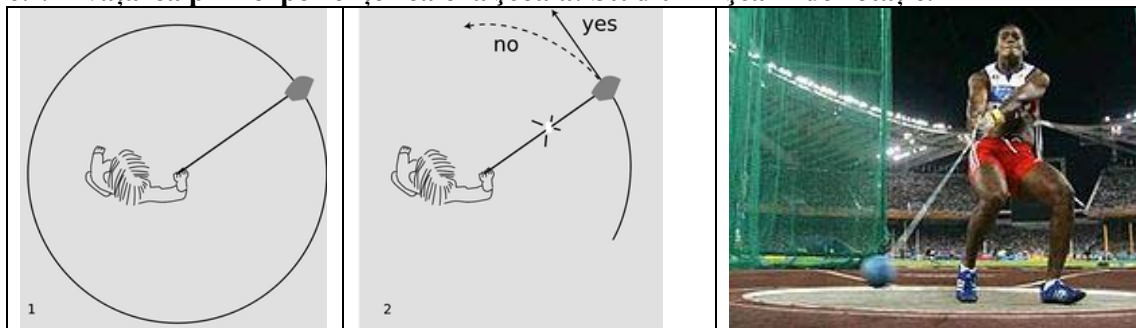
Ce se întâmplă cu energia oscilatorului în mișcarea armonică?

Sub acțiunea cărui tip de forță se desfășoară o asemenea mișcare oscilatorie armonică?

Prin ce diferă oscilațiile amortizate de cele ideale?

Informații suplimentare

6.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: Studiul mișcării de rotație.



6.II. În laborator cu InLOT - Studiul mișcării de rotație.

Modelarea fenomenului fizic: mișcarea de rotație	Principiul metodei
--	--------------------

A. Mișcarea circulară uniformă

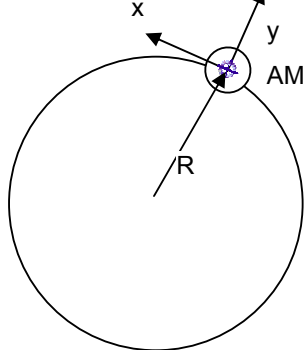


fig.6. Mișcarea circulară

Cea mai simplă și mai importantă mișcare curbilinie este mișcarea circulară, mișcare în care traiectoria punctului material este un cerc. Vom folosi accelerometrul și sistemul InLOT pentru a face determinări specifice mișcării circulare.

Mișcarea circulară este uniformă dacă viteza mobilului este constantă în modul, adică mobilul descrie arce de cerc egale în intervale de timp egale.

Mișcarea circulară uniformă este o mișcare periodică deoarece se repetă identic după parcurgerea întregului cerc, la intervale egale de timp.

Mărimi caracteristice:

T= **perioada** mișcării circulare uniforme este intervalul de timp în care mobilul parcurge circumferința cercului. Perioada se măsoară în secunde.

v= **frecvența de rotație**, sau turația, reprezintă numărul de rotații complete efectuate în unitatea de timp (rot/ s).

Frecvența se măsoară în s^{-1} sau $\frac{1}{s}$. Turația

(notată de obicei cu n) se măsoară în rot/min (1 rot/s=60 rot/min).

v = **viteza liniară** sau tangențială este dată de variația coordonatei curbilinii a mobilului în timp. Viteza se măsoară în m/s.

- R cunoscut

6.II.A. Determinarea vitezei unghiulare

$$a_y(t) = \omega(t)^2 R \quad (6.14)$$

$$\omega(t) = \sqrt{\frac{a_y(t)}{R}} \quad (6.15)$$

este viteza unghiulară la momentul t , dacă mișcarea circulară este variată. Dacă mișcarea este circulară și uniformă $\omega = \text{const.}$,

6.II.B. Determinarea perioadei mișcării circulare

Rezultă din:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{R}{a_y}} \quad (6.16)$$

6.II.C. Determinarea accelerației unghiulare în mișcarea circulară uniform variată

Revenind la cazul mișcării circulare variate și ținând cont de valorile măsurate de AM pe direcția Ox, putem determina accelerația unghiulară. Mai întâi:

$$a_x(t) = \varepsilon(t) \cdot R \quad (6.17)$$

$$\varepsilon(t) = \frac{a_x(t)}{R} \quad (6.18)$$

- T cunoscut

6.II.D. Determinarea accelerației unghiulare în mișcarea circulară uniform variată

$$a_y = \omega^2 \cdot R \quad (6.19)$$

$$R = \frac{a_y T^2}{4\pi^2} \quad (6.20)$$

$$a_x = \varepsilon \cdot R, \quad \varepsilon = \frac{a_x}{R} \quad (6.21)$$

$$\varepsilon = \frac{a_x}{a_y} \cdot \frac{4\pi^2}{T^2} \quad (6.22)$$

Coordonata curbilinie măsoară lungimea arcului de cerc parcurs de mobil.

ω = **viteza unghiulară** reprezintă unghiul la centru descris de raza vectorie în unitatea de timp.

$$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (6.1)$$

Viteza unghiulară ω se măsoară în radiani/secundă (1rad/s). Pentru $\Delta\theta = 2\pi$, $\Delta t = T$, perioada, deci:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{vT}{RT} = \frac{v}{R} \quad (6.2)$$

$$v = \omega R \quad (6.3)$$

este relația de legătură dintre viteza liniară și viteza unghiulară.

a_{cp} = **acclerația centripetă** – sau accelerația normală - se datorează variației direcției vectorului viteză .

$$a_{cp} = a_n = \frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R \quad (6.4)$$

$$\vec{a}_{cp} = -\omega^2 \vec{R} \quad (6.5)$$

Accelerația centripetă se măsoară în m/s^2 .

F_{cp} = **forța centripetă** este forța care determină mișcarea circulară uniformă.

Forța centripetă se măsoară în N.

$$F_{cp} = ma_{cp} = ma_n = \frac{mv^2}{R} = m\omega^2 R \quad (6.6)$$

$$\vec{F}_{cp} = m\vec{a}_{cp} = -m\omega^2 \vec{R} \quad (6.7)$$

B. Mișcarea circulară uniform variată - este mișcarea circulară în care accelerația unghiulară este constantă, adică:

$$\varepsilon = \text{const.} \quad (6.8)$$

Relația (6.8) reprezintă ecuația accelerației în mișcarea circulară uniform variată.

Se disting 2 cazuri:

1. $\omega_1 > \omega_2$ pentru $t_2 > t_1$; $\varepsilon > 0$ -- mișcare circulară uniform accelerată.

2. $\omega_2 < \omega_1$ pentru $t_2 > t_1$; $\varepsilon < 0$ – mișcare circulară uniform încetinită.

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t \quad (6.9)$$

ecuația vitezei unghiulare în mișcarea circulară uniform variată, cu viteza unghiulară inițială ω_0 .

$$\alpha = \alpha_0 + \omega_0 t + \varepsilon \frac{t^2}{2} \quad (6.10)$$

legea de mișcare în mișcarea circulară uniform variată.

Cazuri particulare:

$$1. \alpha_0 = 0, \quad \alpha = \omega_0 t + \varepsilon \frac{t^2}{2} \quad (6.11)$$

$$2. \omega_0 = 0, \quad \alpha = \alpha_0 + \varepsilon \frac{t^2}{2} \quad (6.12)$$

$$3. \alpha_0 = 0, \omega_0 = 0, \quad \alpha = \varepsilon \frac{t^2}{2} \quad (6.13)$$

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: mișcarea circulară
- fișa de lucru

Măsurile de protecție

Respectați regulile de protecție a muncii în laboratorul de fizică.

Investigația științifică propriu-zisă

Fișa de lucru

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârsta: _____, **Gen:** ☐ M, ☐ F

Determinări experimentale	Modul de lucru:
6.II.A. Determinarea vitezei unghiulare Viteza unghiulară este: $\omega = \text{_____ rad/s}$	Determinările se fac desigur în sistemul de referință al accelerometrului cu ajutorul platformei InLOT: 6.II.A. Determinarea vitezei unghiulare 7. Se fixează accelerometrul rigid de discul aflat în mișcare de rotație astfel încât axa Oy de referință a AM să fie orientată pe direcția razei traiectoriei circulare, iar axa Ox pe direcția perpendiculară pe axa de rotație. 8. Din valorile înregistrate de InLOT pentru a_y, considerând R cunoscut și folosind relația (6.15) se determină viteza unghiulară,
6.II.B. Determinarea perioadei de rotație a mișcării circulare uniforme $T = \text{_____ s}$	6.II.B. Determinarea perioadei de rotație a mișcării circulare uniforme 1. Se fixează accelerometrul rigid de discul aflat în mișcare de rotație astfel încât axa Oy de referință a AM să fie orientată pe direcția razei traiectoriei circulare, iar axa Ox pe direcția perpendiculară pe axa de rotație. 2. Din valorile înregistrate de InLOT pentru a_y, considerând R cunoscut și folosind relația 6.16. se determină perioada mișcării circulare uniforme.
6.II.C. Determinarea accelerației unghiulare în mișcarea circulară uniform variată $\varepsilon = \text{_____ rad/s}^2$	6.II.C. Determinarea accelerației unghiulare în mișcarea circulară uniform variată 1. Se fixează accelerometrul rigid de discul aflat în mișcare de rotație astfel încât axa Oy de referință a AM să fie orientată pe direcția razei traiectoriei circulare, iar axa Ox pe
6.II.D. Determinarea accelerației unghiulare în mișcarea circulară uniform variată, considerând T cunoscut $\varepsilon = \text{_____ rad/s}^2$	

	direcția perpendiculară pe axa de rotație - Din valorile înregistrate de InLOT pentru a_x, considerând R cunoscut și folosind relația (6.17), rezultă valoarea accelerației unghiulare, în cazul unei mișcări circulare uniform variate. - Se poate studia a. mișcarea circulară uniform accelerată, b. mișcarea circulară uniformă, c. mișcarea circulară uniform încetinită. - Reprezentați graficul dependenței de timp a accelerației unghiulare. 6.II.D. Determinarea accelerației unghiulare în mișcarea circulară uniform variată, considerând T cunoscut - Se fixează accelerometrul rigid de discul aflat în mișcare de rotație astfel încât axa Oy de referință a AM să fie orientată pe direcția razei traiectoriei circulare, iar axa Ox pe direcția perpendiculară pe axa de rotație - Din valorile înregistrate de InLOT pentru a_x, a_y, considerând T cunoscut și folosind relația (6.22) rezultă valoarea accelerației unghiulare în mișcarea circulară uniform variată.
--	---

Sugestii pentru interpretarea datelor

Analizați rezultatele experimentului.

Aprofundarea investigației

- 1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cercetătorului.*
- 2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor*

Evaluare

1. Turul galeriei:



Pregătiți prezentări orale pentru un public adecvat, care să fie însoțite de prezentări multimedia, broșuri sau site-uri. Aceste produse trebuie să identifice nevoile și resursele curente ale comunității și să ofere soluții acceptabile. Astfel, sarcina se transformă într-un proiect de învățare în sprijinul comunității, dând naștere unui scop autentic și realizând o conexiune cu lumea reală prin intermediul comunității.

2. Criterii de evaluare:

- 1. Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei*
- 2. Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate*
- 3. Prezentarea respectă structura recomandată*
- 4. Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public*
- 5. Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public*
- 6. Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul*
- 7. Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului*
- 8. Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.*
- 9. Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.*
- 10. Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart*

Autor: prof. dr. Adriana Iacob



KLiC Scenariul nr. 7¹⁶

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Piruetă, piruetă... – Studiul momentului cinetic, momentului de inerție

Disciplina:

Fizică – clasa a IX-a

Vârsta elevilor:

14-16 ani

Durata estimată:

2 x 50 min (50 minute colectarea datelor, 50 minute prelucrarea datelor)

Conținut științific

- *Momentul cinetic,*
- *Teorema de variație a momentului cinetic,*
- *Momentul de inerție,*
- *Sistemul InLOT*

Obiectivele de învățare

Lecția este valoroasă deoarece valorifică creativ cunoștințe de moment cinetic, moment de inerție, abilități practice prin aplicabilitatea în contexte nonformale de învățare, cum sunt activitățile sportive.

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ☐ *Aplice legea conservării momentului cinetic și să-și consolideze înțelegerea acestora*
- ☐ *Înțeleagă dependențe între diferitele mărimi fizice specifice mișcării de rotație a solidului rigid prin modelarea matematică a acestui proces*
- ☐ *Valorifice cunoștințele de geometrie*
- ☐ *Utilizeze creativ AM în contexte aplicative*
- ☐ *Să exploreze realitatea fizică testând AM pe dispozitive la îndemână aflate în mișcarea de rotație a solidului rigid*

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - *Identifică întrebări testabile*

¹⁶ Scenariu original propus de Prof. Dr. Adriana Iacob



- Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
- Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control observabile
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.InLOT.eu), care conțin următoarele module:

- ***SensVest (Vesta cu senzori)*** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.



- **Leg and Arm Accelerometer (Accelerometrele pentru picior și mână)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână care realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Ball Accelerometer (Mingea accelerometru)** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional, și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete de date către stația de bază.
- **Base Station (Stația de bază)** – care colectează toate datele transmise.
- **User Interface Software (Interfața Utilizator)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Detalii despre utilizare găsiți în anexa 7.1.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: oscilații mecanice
- fișa de lucru (anexele 7.1, 7.2 și 7.3)

Ghid de discuții

Anticipare: Recapitularea unității de învățare: *Momentul cinetic. Teorema de variație a momentului cinetic, momentul de inerție*

Întrebarea esențială: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*

Înainte de o abordare bazată pe proiect

Înainte de a folosi o abordare bazată pe proiecte, elevii de liceu vor recapitula momentul cinetic, teorema de variație a momentului cinetic, momentul de inerție, vor discuta tehnicile de lucru cu sistemul InLOT, apoi vor scrie un eseu despre utilizarea cunoștințelor de fizică în practicarea sporturilor (patinaj artistic). Eseurile vor avea între 3 și 5 pagini, ce vor fi notate. Eseurile vor fi evaluate din punct de vedere al valorificării cunoștințelor de dinamică newtoniană despre tehnicile de lucru cu sistemul InLOT discutate anterior.

După o abordare bazată pe proiect

După ce secvența propusă de scenariul nr. 7 s-a încheiat, este indicat ca elevii să aplice tema și noile abilități la situațiile descrise de propriile eseuri. Elevii vor fi invitați să exploreze întrebarea: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?* și cum acest lucru ne oferă perspectiva performanței. Elevii vor analiza cum știința și tehnologia se sprijină reciproc în sprijinul performanței sportivilor și nu numai.

Construirea cunoștințelor:

Strategia didactică

- ▢ Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- ▢ Folosește metoda proiectului
- ▢ Integrează cunoștințe abilități și realizează un cadrul adecvat de reflecție

Reflecție/Consolidare

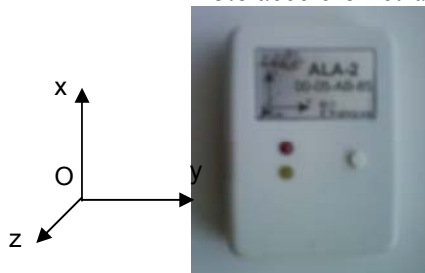
- **Metodă de evaluare:** turul galeriei

Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă

Anexa 7.1 Utilizarea accelerometrului

Foto accelerometru



Direcțiile de referință ale accelerometrului

Ce măsoară accelerometrul?

- Sistemele de referință în care se efectuează experimentele sunt sisteme de referință neinertiale, de aceea este necesară o simplificare a acestui model; de aceea se recomandă alegerea de contexte experimentale adecvate unei abordări de nivel secundar.
- Se poate constata că AM măsoară accelerația relativă momentană față de sisteme de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale:

$$\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{abs} - (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.1.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = m \cdot \vec{a}_{abs} - m \cdot (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.2.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = \vec{F} + \vec{F}_c^{17} \quad (0.3.)$$

- Accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

¹⁷ unde $\vec{F}_c$ este forța complementară.

În particular, sunt situații (de exemplu, o bilă suspendată, în repaus față de Pământ, dar față de un om care stă pe un disc care se rotește, această bilă e în mișcare de rotație) în care se poate întâmpla ca asupra corpului privit din S să nu acționează nicio forță, dar el totuși să se vadă mișcându-se accelerat față de S' datorită forței complementare : $\vec{F}_c$

$$a_{abs} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel} \quad (0.5.)$$

O categorie importantă de sisteme de referință sunt SR proprii ale corpului sau SR legate rigid de corp sau SR care se mișcă rectiliniu uniform față de SR proprii (de exemplu omul=S' care stă pe disc cu corpul și ambii se rotesc; corpul prins cu un resort). În astfel de sisteme corpul este evident în repaus ($\vec{a}_{rel} = 0$), deși există o forță reală $\vec{F}$. În acest caz: $\vec{F} + \vec{F}_c = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel}$. Adică forța complementară este egală în modul dar de sens contrar cu forța reală, deci este echipotentă cu forța de inerție newtoniană.

Forțele complementare sunt forțe fictive care trebuiesc adăugate la forțele reale pentru a asigura valabilitatea principiului II în SR neinertiale. Ele nu sunt forțe de interacțiune, nu putem indica corpul care le produce, deci nu li se aplică principiul III al mecanicii.



$$a_x = g_x + a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.4.)$$

Unde: $-a_x$ este valoarea măsurată pe direcția test (acelerație relativă)

$-g_x$ este componenta accelerației gravitaționale pe direcția test

$-a_{cfx}$ este componenta accelerației centrifuge pe direcția test

$-a_{mx}$ este accelerația mișcării (accelerometrului și corpului împreună) pe direcția test (accelerația de transport).

$$a_y = g_y + a_{cfy} - a_{my} \quad (0.6.)$$

$$a_z = g_z + a_{cfz} - a_{mz} \quad (0.7.)$$

Dacă mișcarea se realizează pe o direcție oarecare relativ la direcțiile de referință ale AM atunci relația de sus se scrie pentru fiecare componentă a accelerației măsurate de accelerometru ($\neq 0$).

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g, exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

Cazuri particulare:

I. $a_{mx} = 0$ (AM se află în repaus, fixat de corpul a cărui mișcare este studiată, sau în mișcare rectilinie uniformă pe axa test, aleasă ca axa Ox)

$$\Rightarrow a_x = g_x + a_{cfx} \quad (0.8.)$$

• Mai mult dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = g_x \quad (0.9.)$$

II. $g_x = 0$ (axa test este într-un plan perpendicular pe verticală)

$$\Rightarrow a_x = a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.10.)$$

• În plus dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = -a_{mx} \quad (0.11.)$$

Astfel se determină accelerația de mișcare a AM/corpului legat de acesta.

Ce putem măsura cu accelerometrul în laborator/aplicații practice?

• Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a_x}{g} \quad (0.12.)$$

• Accelerația de mișcare de translație:

- Pe axele din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Pe axele din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională

• Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație)

Anexa 7.2

Instrument de evaluare :

Punctaje pentru evaluarea prezentării

1 = Criteriul nu este deloc îndeplinit	3 = Criteriul este în mare măsură îndeplinit
2 = Criteriul este îndeplinit doar în mică măsură	4 = Criteriul este îndeplinit în totalitate

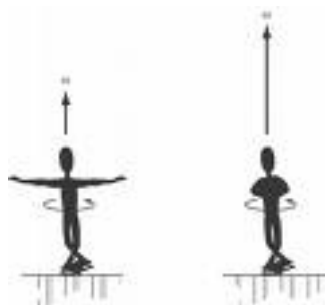
- Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
1 2 3 4
- Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
1 2 3 4
- Prezentarea respectă structura recomandată
1 2 3 4
- Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
1 2 3 4
- Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
1 2 3 4
- Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
1 2 3 4
- Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
1 2 3 4
- Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
1 2 3 4
- Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
1 2 3 4
- Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart
1 2 3 4

Finalizare alternativă:

Notă: Lecția este construită valorificând cunoștințe anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și care integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

Anexa 7.3 AUXILIAR DIDACTIC

7.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: Piruete, piruete – studiul momentului cinetic, momentului de inerție



Nu odată am fost vrăjiți de frumusețea patinajului artistic. Artă și știință totodată...

Vom pătrunde astăzi în secretele unei piruete perfecte, care să stârnească admirația publicului. Această magie a artei patinatorului va fi descifrată în laboratorul de fizică cu ajutorul partenerului nostru AM și sistemul InLOT.

După ce secretul va fi pătruns nu ne mai rămâne decât să exersăm...

Mult succes!

7.II. În laborator cu InLOT: Studiul momentului cinetic, momentului de inerție

Modelarea fenomenului fizic: conservarea momentului cinetic.

7.II.A. Momentul cinetic

7.II.A.1. Cazul punctului material aflat în mișcare circulară uniformă

Să considerăm un punct material de masă m care se rotește uniform în jurul unei axe verticale (perpendiculară pe planul hârtiei), a cărei direcție nu variază în timp¹⁸.

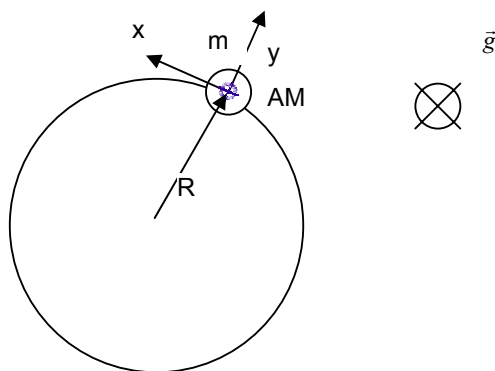


fig.7.1. Ilustrarea mișcării circulare și uniforme a corpului de masă m (AM), în planul orizontal și în sensul indicat de axa Ox a AM

Impulsul corpului, în mișcarea sa circulară și uniformă în jurul axei fixe este dat de expresia:

Principiul metodei

¹⁸ În cazul experimentelor noastre corpul punctiform este AM, orientat ca în imagine, într-un plan orizontal

$$p = m \cdot v, \quad (7.1)$$

unde v este modulul vitezei mișcării circulare și uniforme, $v = \text{const.}$

Putem deduce deci că în mișcarea circulară și uniformă modulul impulsului punctului material aflat în mișcare circulară și uniformă este constant.

Impulsului punctului material este deci o mărime ce exprimă starea de mișcare a acestuia și depinde de masa și viteza acestuia. De asemenea impulsul este ca și viteza un vector, având aceeași direcție și același sens cu cele ale vitezei.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (7.2.)$$

Momentul cinetic este definit ca și momentul impulsului, mărime vectorială, exprimată astfel:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad (7.3)$$

Direcția vectorului moment cinetic este perpendiculară pe planul format de vectorii $\vec{r}$ și $\vec{p}$. În sistemul de referință al laboratorului experimentul se realizează într-un plan orizontal (vezi direcția vectorului accelerație gravitațională orientat perpendicular pe planul hârtiei și vertical în jos în SR al laboratorului). Sensul vectorului moment cinetic, este indicat mai jos, spre privitor, perpendicular pe planul hârtiei, iar în SRL este orientat pe verticală în sus.

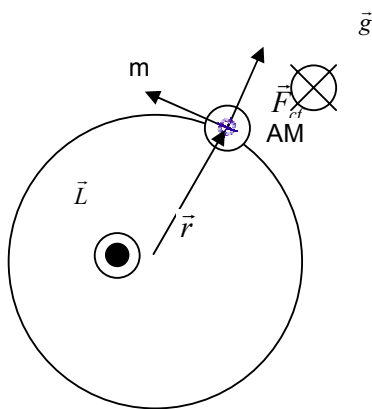


fig.7.2. Ilustrarea vectorilor impuls și moment cinetic în mișcarea circulară uniformă a AM, într-un plan orizontal și în sensul indicat de vectorul impuls

7.II.A.2. Cazul corpului rigid aflat în mișcare circulară uniformă

Definim corpul rigid ca **un sistem de puncte materiale** pentru care distanța dintre orice pereche de puncte rămâne întotdeauna aceeași.

7.II.A. Determinarea vitezei unghiulare

$$a_y = \omega^2 R \quad (7.12)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{a_y}{R}} \quad (7.13)$$

este viteza a mișcării circulare și uniforme (vezi scenariul 6).

7.II.B. Conservarea momentului cinetic

Revenind la relația (8.11), evidențiem conservarea momentului cinetic, astfel:

$$I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2. \quad (7.11)$$

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (7.12)$$

Dacă $\frac{\omega_1}{\omega_2} > 1$ atunci $I_2 > I_1$, adică

odată cu creșterea lui I , viteza unghiulară scade, rotația este mai lentă.

Dar cum poate crește I ? Prin mutarea unei părți din masa corpului rigid mai departe de axa de rotație. De exemplu, patinatorul depărtează mâinile, I crește, viteza unghiulară

scade. Similar, dacă $\frac{\omega_1}{\omega_2} < 1$ atunci

$I_1 > I_2$, adică odată cu scăderea lui I ,

Reluăm discuția anterioară în accepțiunea corpului rigid, toate mărimile definite anterior fiind de data aceasta atribuite corpului rigid.

Considerăm, deci un corp rigid care se rotește uniform în jurul unei axe a cărei direcție nu variază în timp. Orice punct material i , de masă m_i , situat la distanța r_i de axa de rotație, se mișcă după un cerc de rază r_i , situat într-un plan perpendicular pe direcția de rotație, având viteza v_i după direcția tangentei la cerc, ca în 7.2.

Momentul cinetic:

$$\vec{L}_i = \vec{r}_i \times \vec{p}_i = m_i \vec{r}_i \times \vec{v}_i \quad (7.4)$$

al punctului material de masă m_i ca parte a corpului rigid determină momentul cinetic total:

$$\vec{L} = \sum_{i=1}^N \vec{L}_i = \sum_{i=1}^N \vec{r}_i \times \vec{p}_i = \sum_{i=1}^N m_i \vec{r}_i \times \vec{v}_i \quad (7.5)$$

Deoarece toate punctele materiale se mișcă după cercuri conținute în același plan, fie în plane paralele, toate momentele cinetice $\vec{L}_i$, au aceeași direcție, deci modulul momentului cinetic total este suma algebrică a modulelor momentelor cinetice individuale.

$$L = \sum_{i=1}^N L_i = \sum_{i=1}^N r_i p_i = \sum_{i=1}^N m_i r_i v_i \quad (7.6)$$

unde am avut în vedere că $L_i = m_i r_i v_i$, vectorii $\vec{r}_i$ și $\vec{v}_i$ fiind perpendiculari între ei.

Ținând cont că viteza unghiulară este aceeași pentru toate punctele, aceasta poate fi scoasă în afara semnelui de sumare. Înlocuind $v_i = \omega r_i$ obținem:

$$L = \omega \sum_{i=1}^N m_i r_i^2 \quad (7.7)$$

7.II.B. Momentul de inerție

Mărimea din relația 7.7.:

$$I = \sum_{i=1}^N m_i r_i^2 \quad (7.8)$$

care reprezintă suma produselor dintre masa fiecărui punct material al corpului rigid și pătratul distanței la care se află acest punct față de axa de rotație se numește **moment de inerție** față de axa de rotație.

Relația dintre momentul cinetic și momentul de inerție este dată de:

$$L = I \cdot \omega \quad (7.9)$$

viteza unghiulară crește, rotația este mai rapidă.

Referindu-ne la același exemplu cu patinatorul I scade atunci când patinatorul apropie mâinile ca în imaginea 7.1, viteza unghiulară crește.

Aceste observații pot fi confirmate prin determinările experimentale. Verificarea relației 7.12 va face obiectul determinărilor experimentale.

și mai general,

$$\vec{L} = I \cdot \vec{\omega} \quad (7.10)$$

7.II.C. Conservarea momentului cinetic și evidențierea relației dintre viteza unghiulară de rotație și momentul de inerție

Am ajuns și la situația prezentată în partea I, cu patinatorul ce are fixat AM A1 la mână efectuează piruete, experiment în care vom folosi sistemul InLOT pentru a evidenția, pe baza conservării momentului cinetic relația dintre viteza unghiulară de rotație și momentul de inerție (vezi principiul metodei).

În această secțiune teoretică, mai trebuie precizat doar că, întrucât în mișcarea circulară uniformă momentul forței externe este nul, conform teoremei de variație a momentului cinetic¹⁹, rezultă că viteza de variație a momentului cinetic este nulă și deci **momentul cinetic se conservă în timp** (rămâne constant în timp). Din acest motiv orice modificare a momentului de inerție legată de o modificare a distribuției masei relativ la axa de rotație determină o modificare a vitezei unghiulare, așa încât,

$$L = I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2 = \text{const.} \quad (7.11)$$

¹⁹ Teorema de variație a momentului cinetic afirmă că viteza de variație a momentului cinetic este egală cu momentul forței externe care a determinat această variație

FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Piruetă, piruetă – studiul momentului cinetic, momentului de inerție

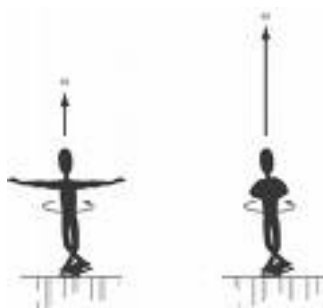
Introducere

Întrebări cheie ale curriculumului

- **Întrebare esențială**
Cum ar arăta Universul în care nu există fenomene periodice?
- **Întrebările unității de învățare**
În ce măsură legile cunoscute din mecanică se pot aplica fenomenelor periodice?
Ce aplicații imediate vedeți pentru studiul fenomenelor periodice din natură?
- **Întrebări de conținut**
Ce este inerția de rotație?
Ce este momentul cinetic?
De ce patinatorii se rotesc mai repede când își apropie mâinile de corp și țin picioarele lipite?
De ce cad pisicile (aproape) mereu în picioare?

Informații suplimentare

7.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: Piruetă, piruetă – studiul momentului cinetic, momentului de inerție



Nu odată am fost vrăjiți de frumusețea patinajului artistic. Artă și știință totodată...

Vom pătrunde astăzi în secretele unei piruete perfecte, care să stârnească admirația publicului. Această magie a artei patinatorului va fi descifrată în laboratorul de fizică cu ajutorul partenerului nostru AM și sistemul InLOT.

După ce secretul va fi pătruns nu ne mai rămâne decât să exersăm...

Mult succes!

7.II. În laborator cu InLOT: Studiul momentului cinetic, momentului de inerție

Modelarea fenomenului fizic: conservarea momentului cinetic.	Principiul metodei
---	---------------------------

7.II.A. Momentul cinetic

7.II.A.1. Cazul punctului material aflat în mișcare circulară uniformă

Să considerăm un punct material de masă m care se rotește uniform în jurul unei axe verticale (perpendiculară pe planul hârtiei), a cărei direcție nu variază în timp²⁰.

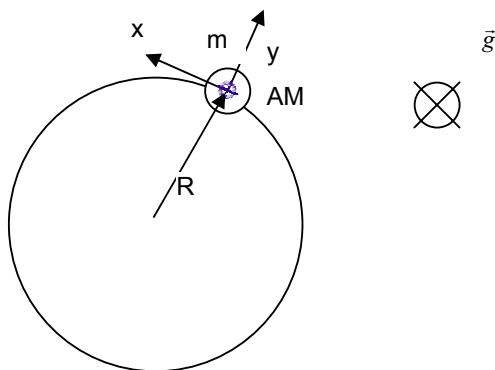


fig.7.1. Ilustrarea mișcării circulare și uniforme a corpului de masă m (AM), în planul orizontal și în senul indicat de axa Ox a AM

Impulsul corpului, în mișcarea sa circulară și uniformă în jurul axei fixe este dat de expresia:

$$p = m \cdot v, \quad (7.1)$$

unde v este modulul vitezei mișcării circulare și uniforme, $v = \text{const.}$

Putem deduce deci că în mișcarea circulară și uniformă modulul impulsului punctului material aflat în mișcare circulară și uniformă este constant.

Impulsul punctului material este deci o mărime ce exprimă starea de mișcare a acestuia și depinde de masa și viteza acestuia. De asemenea impulsul este ca și viteza un vector, având aceeași direcție și același sens cu cele ale vitezei.

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v} \quad (7.2)$$

Momentul cinetic este definit ca și momentul impulsului, mărime vectorială, exprimată astfel:

7.II.A. Determinarea vitezei unghiulare

$$a_y = \omega^2 R \quad (7.12)$$

$$\omega = \sqrt{\frac{a_y}{R}} \quad (7.13)$$

este viteza a mișcării circulare și uniforme (vezi scenariul 6).

7.II.B. Conservarea momentului cinetic

Revenind la relația (8.11), evidențiem conservarea momentului cinetic, astfel:

$$I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2. \quad (7.11)$$

$$I_2 = I_1 \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad (7.12)$$

Dacă $\frac{\omega_1}{\omega_2} > 1$ atunci $I_2 > I_1$, adică odată cu

creșterea lui I , viteza unghiulară scade, rotația este mai lentă.

Dar cum poate crește I ? Prin mutarea unei părți din masa corpului rigid mai departe de axa de rotație. De exemplu, patinatorul depărtează mâinile, I crește, viteza unghiulară scade. Similar, dacă $\frac{\omega_1}{\omega_2} < 1$

atunci $I_1 > I_2$, adică odată cu scăderea lui I , viteza unghiulară crește, rotația este mai rapidă.

Referindu-ne la același exemplu cu patinatorul I scade atunci când patinatorul apropie mâinile ca în imaginea 7.1, viteza unghiulară crește.

Aceste observații pot fi confirmate prin determinările experimentale.

Verificarea relației 7.12 va face obiectul determinărilor experimentale.

²⁰ În cazul experimentelor noastre corpul punctiform este AM, orientat ca în imagine, într-un plan orizontal

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} \quad (7.3)$$

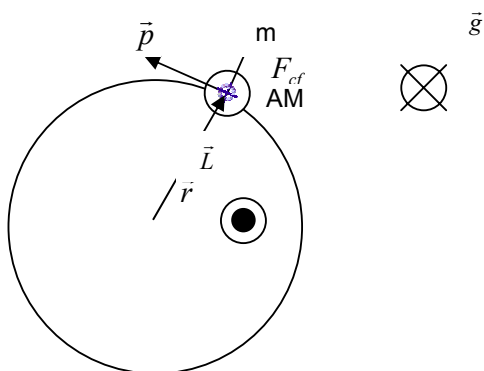


fig.7.2. Ilustrarea vectorilor impuls și moment cinetic în mișcarea circulară uniformă a AM, într-un plan orizontal și în sensul indicat de vectorul impuls

Direcția vectorului moment cinetic este perpendiculară pe planul format de vectorii $\vec{r}$ și $\vec{p}$. În sistemul de referință al laboratorului experimentul se realizează într-un plan orizontal (vezi direcția vectorului accelerație gravitațională orientat perpendicular pe planul hârtiei și vertical în jos în SR al laboratorului). Sensul vectorului moment cinetic, este indicat mai jos, spre privitor, perpendicular pe planul hârtiei, iar în SRL este orientat pe verticală în sus.

7.II.A.2. Cazul corpului rigid aflat în mișcare circulară uniformă

Definim corpul rigid ca **un sistem de puncte materiale** pentru care distanța dintre orice pereche de puncte rămâne întotdeauna aceeași.

Reluăm discuția anterioară în accepțiunea corpului rigid, toate mărimile definite anterior fiind de data aceasta atribuite corpului rigid.

Considerăm, deci un corp rigid care se rotește uniform în jurul unei axe a cărei direcție nu variază în timp. Orice punct material i , de masă m_i , situat la distanța r_i de

axa de rotație, se mișcă după un cerc de rază

r_i , situat într-un plan perpendicular pe direcția de rotație, având viteza v_i după direcția tangentei la cerc, ca în 7.2.

Momentul cinetic:

$$\vec{L}_i = \vec{r}_i \times \vec{p}_i = m_i \vec{r}_i \times \vec{v}_i \quad (7.4)$$

al punctului material de masă m_i ca parte a corpului rigid determină momentul cinetic total:

$$\vec{L} = \sum_{i=1}^N \vec{L}_i = \sum_{i=1}^N \vec{r}_i \times \vec{p}_i = \sum_{i=1}^N m_i \vec{r}_i \times \vec{v}_i \quad (7.5)$$

Deoarece toate punctele materiale se mișcă după cercuri conținute în același plan, fie în plane paralele, toate momentele cinetice $\vec{L}_i$, au aceeași direcție, deci modulul momentului cinetic total este suma algebrică a modulelor momentelor cinetice individuale.

$$L = \sum_{i=1}^N L_i = \sum_{i=1}^N r_i p_i = \sum_{i=1}^N m_i r_i v_i \quad (7.6)$$

unde am avut în vedere că $L_i = m_i r_i v_i$, vectorii $\vec{r}_i$ și $\vec{v}_i$ fiind perpendiculari între ei.

Ținând cont că viteza unghiulară este aceeași pentru toate punctele, aceasta poate fi scoasă în afara semnelui de sumare.

Înlocuind $v_i = \omega r_i$ obținem:

$$L = \omega \sum_{i=1}^N m_i r_i^2 \quad (7.7)$$

7.II.B. Momentul de inerție

Mărimea din relația 7.7:

$$I = \sum_{i=1}^N m_i r_i^2 \quad (7.8)$$

care reprezintă suma produselor dintre masa fiecărui punct material al corpului rigid și pătratul distanței la care se află acest punct față de axa de rotație se numește **moment de inerție** față de axa de rotație.

Relația dintre momentul cinetic și momentul de inerție este dată de:

$$L = I \cdot \omega \quad (7.9)$$

și mai general,

$$\vec{L} = I \cdot \vec{\omega} \quad (7.10)$$

7.II.C. Conservarea momentului cinetic și evidențierea relației dintre viteza unghiulară de rotație și momentul de inerție

Am ajuns și la situația prezentată în partea I, cu patinatorul ce are fixat AM A1 la mână efectuează piruete, experiment în care vom folosi sistemul InLOT pentru a evidenția, pe baza conservării momentului cinetic relația dintre viteza unghiulară de rotație și momentul de inerție (vezi principiul metodei).

În această secțiune teoretică, mai trebuie precizat doar că, întrucât în mișcarea circulară uniformă momentul forței externe este nul, conform teoremei de variație a momentului cinetic²¹, rezultă că viteza de variație a momentului cinetic este nulă și deci **momentul cinetic se conservă în timp** (rămâne constant în timp). Din acest motiv orice modificare a momentului de inerție legată de o modificare a distribuției masei relativ la axa de rotație determină o modificare a vitezei unghiulare, așa încât,

$$L = I_1 \cdot \omega_1 = I_2 \cdot \omega_2 = \text{const.} \quad (7.11)$$

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: studiul solidului rigid
- fișa de lucru

Măsurile de protecție

Respectați regulile de protecție a muncii în laboratorul de fizică.

²¹ Teorema de variație a momentului cinetic afirmă că viteza de variație a momentului cinetic este egală cu momentul forței externe care a determinat această variație

Investigația științifică propriu-zisă

Fișa de lucru

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârsta: _____, **Gen:** ☐ M, ☐ F

Determinări experimentale	Modul de lucru
a. fără haltere 7.II.A. Determinarea vitezei unghiulare Valoarea a_{y1} indicată de accelerometru este: $a_{y1} = \text{_____ m/s}^2$ Distanța dintre stern și AM în poziția 1: $R_1 = \text{_____ m}$ Valoarea vitezei unghiulare ω_1 este: $\omega_1 = \text{_____ rad/s}$ Valoarea a_{y2} indicată de accelerometru este: $a_{y2} = \text{_____ m/s}^2$ Distanța dintre stern și AM în poziția 2: $R_2 = \text{_____ m}$ Valoarea vitezei unghiulare ω_2 este: $\omega_2 = \text{_____ rad/s}$ 7.II.B. Determinarea raportului $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ Valoarea raportului $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ este: $\frac{\omega_1}{\omega_2} = \text{_____}$	Determinările se fac desigur în sistemul de referință al accelerometrului cu ajutorul interfeței InLOT: 7.II.A. Determinarea vitezei unghiulare - Se fixează accelerometrul A_1 în manșon de mână patinatorului pregătit pentru a efectua rotații în jurul unei axe verticale, conform imaginii 7.1. - Se determină mai întâi a_{y1}, apoi ω_1 folosind relația 7.13, în poziția cu mâinile depărtate, măsurându-se R_1, ca distanță dintre stern și AM, poziționat la încheietura mâinii. - Se determinăm mai apoi a_{y2}, apoi ω_2 folosind relația 7.13, în poziția cu mâinile în dreptul sternului, măsurându-se R_2, ca distanță dintre stern și AM, poziționat la încheietura mâinii. 7.II.B. Determinarea raportului $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ - Se verifică în ce raport se află $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ față de unitate și se discută relația dintre mărimile I_1 și I_2, în cele două poziții. - Folosind expresia 7.8. se interpretează rezultatul determinărilor. - Se refac măsurătorile pentru cazul în care patinatorul ține în mâini două haltere de mase egale. Se

Concluziile discuției legate de relația
dintre mărimile I_1 și I_2 , în cele două poziții,
și interpretarea rezultatului determinărilor

b. cu haltere

7.II.A. Determinarea vitezei unghiulare

Valoarea a_{y1} indicată de accelerometru este:

$a_{y1} = \text{_____ m/s}^2$

Distanța dintre stern și AM în poziția 1:

$R_1 = \text{_____ m}$

Valoarea vitezei unghiulare ω_1 este:

$\omega_1 = \text{_____ rad/s}$

Valoarea a_{y2} indicată de accelerometru este:

$a_{y2} = \text{_____ m/s}^2$

Distanța dintre stern și AM în poziția 2:

$R_2 = \text{_____ m}$

Valoarea vitezei unghiulare ω_2 este:

$\omega_2 = \text{_____ rad/s}$

7.II.B. Determinarea raportului $\frac{\omega_1}{\omega_2}$

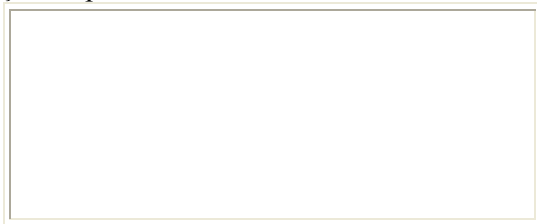
Valoarea raportului $\frac{\omega_1}{\omega_2}$ este:

$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \text{_____}$

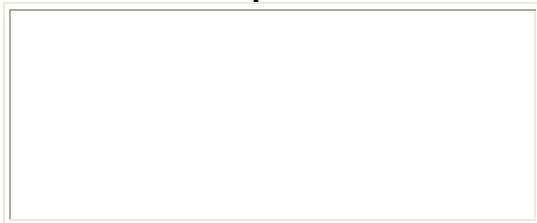
Concluziile discuției legate de relația

interpretează rezultatul
determinărilor.

dintre mărimile I_1 și I_2 , în cele două poziții, și interpretarea rezultatului determinărilor



Concluziile discuției legate de comparația cu rezultatele de la punctul a. fără haltere



Sugestii pentru interpretarea datelor

Analizați rezultatele experimentului.

Aprofundarea investigației

1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cetățitorului.

2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor

Evaluare

1. Turul galeriei:

Pregătiți prezentări orale pentru un public adecvat, care să fie însoțite de prezentări multimedia, broșuri sau site-uri. Aceste produse trebuie să identifice nevoile și resursele curente ale comunității și să ofere soluții acceptabile. Astfel, sarcina se transformă într-un proiect de învățare în sprijinul comunității, dând naștere unui scop autentic și realizând o conexiune cu lumea reală prin intermediul comunității.

2. Criterii de evaluare:

- 1. Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei*
- 2. Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate*
- 3. Prezentarea respectă structura recomandată*



4. Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
5. Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
6. Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
7. Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
8. Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
9. Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
10. Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart

ⁱ În cazul experimentelor noastre corpul punctiform este AM, orientat ca în imagine, într-un plan orizontal

ⁱⁱ Teorema de variație a momentului cinetic afirmă că viteza de variație a momentului cinetic este egală cu momentul forței externe care a determinat această variație

ⁱⁱⁱ În cazul experimentelor noastre corpul punctiform este AM, orientat ca în imagine, într-un plan orizontal

^{iv} Teorema de variație a momentului cinetic afirmă că viteza de variație a momentului cinetic este egală cu momentul forței externe care a determinat această variație

Autor: prof. dr. Adriana Iacob



KLiC Scenariul nr. 8²²

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

InLOT ne ajută să ajungem IN LOT! Alergare de viteză versus alergare de rezistență

Disciplina:

Fizică – clasa a IX-a

Vârsta elevilor:

14-16 ani

Durata estimată:

2 x 50 min (50 minute colectarea datelor, 50 minute prelucrarea datelor)

Conținut științific

- *Mecanica fluidelor*
- *Sistemul InLOT*

Obiectivele de învățare

Lecția este valoroasă deoarece valorifică creativ cunoștințe de mecanica fluidelor, fiziologia omului, abilități practice prin aplicabilitatea în contexte nonformale de învățare, cum sunt activitățile sportive. La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ☐ *Utilizeze creativ AM în contexte aplicative care valorifică simultan cunoștințele de fizică și cele de biologie*
- ☐ *Să exploreze realitatea fizică testând AM pe dispozitive la îndemână aflate în mișcare*

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - *Identifică întrebări testabile*
 - *Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate*
 - *Formulează ipoteze*
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - *Organizează investigația pentru a testa ipotezele*
 - *Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control*
 - *Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile*

observabile

²² Scenariu original propus de Prof. Dr. Adriana Iacob



- Identifică erori în organizarea investigației științifice
- Utilizează proceduri de protecție în laborator
- Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.InLOT.eu), care conțin următoarele module:

- ***SensVest (Vesta cu senzori)*** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- ***Leg and Arm Accelerometer (Accelerometrele pentru picior și mână)*** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână care realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- ***Ball Accelerometer (Mingea accelerometru)*** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional, și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete de date către stația de bază.



- **Base Station (Stația de bază)** – care colectează toate datele transmise.
- **User Interface Software (Interfața Utilizator)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Detalii despre utilizare găsiți în anexa 8.1.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: mecanica fluidelor
- fișa de lucru (anexele 8.1, 8.2 și 8.3)

Ghid de discuții

Anticipare: Recapitularea unității de învățare: *Mecanica fluidelor*

Întrebarea esențială: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*

Înainte de o abordare bazată pe proiect

Înainte de a folosi o abordare bazată pe proiecte, elevii de liceu vor mecanica fluidelor, vor discuta tehnicile de lucru cu sistemul InLOT, apoi vor scrie un eseu despre utilizarea cunoștințelor de fizică în practicarea sporturilor. Eseurile vor avea între 3 și 5 pagini, ce vor fi notate. Eseurile vor fi evaluate din punct de vedere al valorificării cunoștințelor de dinamică newtoniană despre tehnicile de lucru cu sistemul InLOT discutate anterior.

După o abordare bazată pe proiect

După ce secvența propusă de scenariul nr. 8 s-a încheiat, este indicat ca elevii să aplice tema și noile abilități la situațiile descrise de propriile eseuri. Elevii vor fi invitați să exploreze întrebarea: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?* și cum acest lucru ne oferă perspectiva performanței. Elevii vor analiza cum știința și tehnologia se sprijină reciproc în sprijinul performanței sportivilor și nu numai.

Construirea cunoștințelor:

Strategia didactică

- ▢ Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- ▢ Folosește metoda proiectului
- ▢ Integrează cunoștințe abilități și realizează un cadrul adecvat de reflecție

Reflecție/Consolidare

- **Metodă de evaluare:** turul galeriei

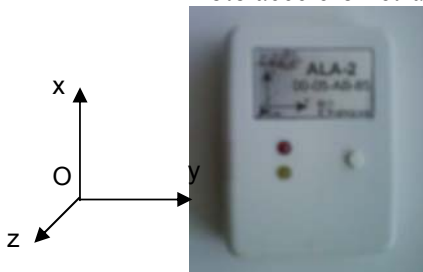
Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă

Anexa 8.1

Utilizarea accelerometrului

Foto accelerometru



Direcțiile de referință ale accelerometrului

Ce măsoară accelerometrul?

- Sistemele de referință în care se efectuează experimentele sunt sisteme de referință neinertiale, de aceea este necesară o simplificare a acestui model; de aceea se recomandă alegerea de contexte experimentale adecvate unei abordări de nivel secundar.
- Se poate constata că AM măsoară accelerația relativă momentană față de sisteme de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale:

$$\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{abs} - (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.1.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = m \cdot \vec{a}_{abs} - m \cdot (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.2.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = \vec{F} + \vec{F}_c^{23} \quad (0.3.)$$

- Accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a

²³ unde $\vec{F}_c$ este forța complementară.

În particular, sunt situații (de exemplu, o bilă suspendată, în repaus față de Pământ, dar față de un om care stă pe un disc care se rotește, această bilă e în mișcare de rotație) în care se poate întâmpla ca asupra corpului privit din S să nu acționeze nicio forță, dar el totuși să se vadă mișcându-se accelerat față de S' datorită forței complementare : $\vec{F}_c$

$$a_{abs} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel} \quad (0.5.)$$

O categorie importantă de sisteme de referință sunt SR proprii ale corpului sau SR legate rigid de corp sau SR care se mișcă rectiliniu uniform față de SR proprii (de exemplu omul=S' care stă pe disc cu corpul și ambii se rotesc; corpul prins cu un resort). În astfel de sisteme corpul este evident în repaus ($\vec{a}_{rel} = 0$), deși există o forță reală $\vec{F}$. În acest caz: $\vec{F} + \vec{F}_c = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel}$. Adică forța complementară este egală în modul dar de sens contrar cu forța reală, deci este echipolentă cu forța de inerție newtoniană.

Forțele complementare sunt forțe fictive care trebuiesc adăugate la forțele reale pentru a asigura valabilitatea principiului II în SR neinertiale. Ele nu sunt forțe de interacțiune, nu putem indica corpul care le produce, deci nu li se aplică principiul III al mecanicii.



direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

$$a_x = g_x + a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.4.)$$

Unde: $-a_x$ este valoarea măsurată pe direcția test (accelerație relativă)

- g_x este componenta accelerației gravitaționale pe direcția test

- a_{cfx} este componenta accelerației centrifuge pe direcția test

- a_{mx} este accelerația mișcării (accelerometrului și corpului împreună) pe direcția test (accelerația de transport).

$$a_y = g_y + a_{cfy} - a_{my} \quad (0.6.)$$

$$a_z = g_z + a_{cfz} - a_{mz} \quad (0.7.)$$

Dacă mișcarea se realizează pe o direcție oarecare relativ la direcțiile de referință ale AM atunci relația de sus se scrie pentru fiecare componentă a accelerației măsurate de accelerometru ($\neq 0$).

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g , exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

Cazuri particulare:

I. $a_{mx} = 0$ (AM se află în repaus, fixat de corpul a cărui mișcare este studiată, sau în mișcare rectilinie uniformă pe axa test, aleasă ca axa Ox)

$$\Rightarrow a_x = g_x + a_{cfx} \quad (0.8.)$$

• Mai mult dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = g_x \quad (0.9.)$$

II. $g_x = 0$ (axa test este într-un plan perpendicular pe verticală)

$$\Rightarrow a_x = a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.10.)$$

• În plus dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = -a_{mx} \quad (0.11.)$$

Astfel se determină accelerația de mișcare a AM/corpului legat de acesta.

Ce putem măsura cu accelerometrul în laborator/aplicații practice?

• Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a_x}{g} \quad (0.12.)$$

• Accelerația de mișcare de translație:

- Pe axe din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Pe axe din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională

• Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație)

Anexa 8.2

Instrument de evaluare :

Punctaje pentru evaluarea prezentării

1 = Criteriul nu este deloc îndeplinit	3 = Criteriul este în mare măsură îndeplinit
2 = Criteriul este îndeplinit doar în mică măsură	4 = Criteriul este îndeplinit în totalitate

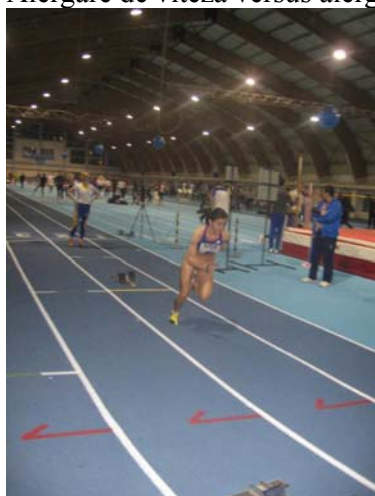
- Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
1 2 3 4
- Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
1 2 3 4
- Prezentarea respectă structura recomandată
1 2 3 4
- Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
1 2 3 4
- Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
1 2 3 4
- Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
1 2 3 4
- Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
1 2 3 4
- Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
1 2 3 4
- Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
1 2 3 4
- Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart
1 2 3 4

Finalizare alternativă:

Notă: Lecția este construită valorificând cunoștințe anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și care integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

Anexa 8.3 AUXILIAR DIDACTIC

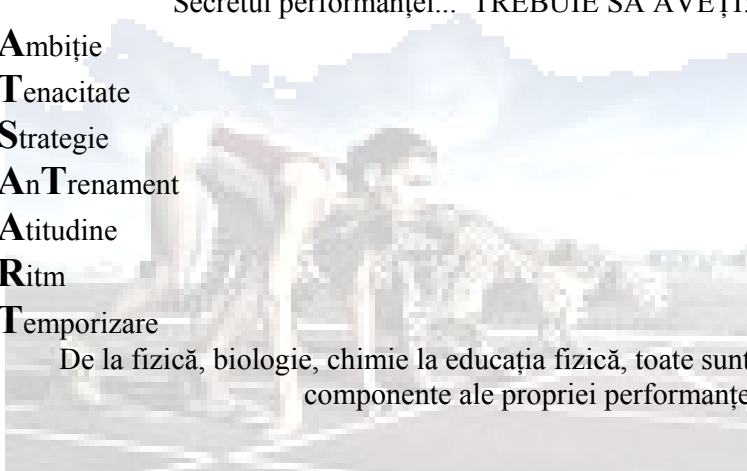
8.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: InLOT ne ajută să ajungem IN LOT! Alergare de viteză versus alergare de rezistență



Secretul performanței... TREBUIE SĂ AVEȚI:

Ambiție
Tenacitate
Strategie
AnTrenament
Atitudine
Ritm
Temporizare

De la fizică, biologie, chimie la educația fizică, toate sunt componente ale propriei performanțe



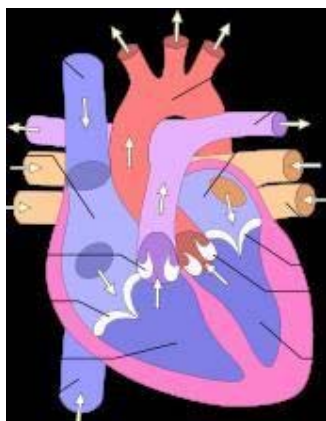
8.II. În laborator cu InLOT: Studiul parametrilor biologici

Modelarea fenomenului fizic: studiul parametrilor biologici	Principiul metodei
8.II.A. Ritmul cardiac Inima este un mușchi puternic ce pompează sânge în tot organismul. Este localizată în torace înapoia sternului, având o formă asemănătoare cu o pară (la adultul sănătos dimensiunea sa aproximează dimensiunea pumnului). Revoluția cardiacă : trecerea sângelui din atri în ventriculi și apoi în arborele vascular, împreună cu fenomenele care determină și însoțesc această deplasare de sânge, poartă numele de revoluție cardiacă (fig. 8.1). Inima este o pompă admisie - expulzare, circulația sângelui fiind posibilă datorită contracțiilor ei ritmice. Revoluția cardiacă începe cu umplerea atriilor în timpul <i>diastolei</i>	8.II.A. Ritmul cardiac Inima efectuează aproximativ 60-100 contracții/minut, și aproximativ de 100.000 contracții/ zi. Senzorul cardiac permite înregistrarea ritmului cardiac, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori. Revoluția cardiacă: Revoluția cardiacă durează 0,8 secunde și cuprinde contracția atriilor sau sistola atrială, care durează 0,1 secunde; contracția ventriculelor, sau sistola ventriculară, care durează 0,3 secunde, relaxarea (repausul) întregii inimi, sau <i>diastola generală</i>, care durează circa 0,4 secunde.

atriale, sângele venos.

Pulsul cardiac (arterial) este o manifestare periferică a activității mecanice a inimii, constând într-o undă expansivă periodică, sincronă cu expulzarea ventriculară, percepută la palparea unei artere pe țesutul dur subiacent.

Frecvența pulsului cardiac se apreciază numărând pulsațiile timp de un minut.



8.1. Funcția inimii

8.II.B. Frecvența respirației

Prin dilatarea toracelui (proces în care sunt implicați mușchii inspiratori și contracția diafragmului care coboară), plămânii se umflă asemeni unui burduf de acordeon la extensie și aerul atmosferic pătrunde în alveolele destinate (inspirația), iar prin îngustarea toracelui și ridicarea boltei diafragmului, aerul este dat afară din plămâni (expirația).

Principalii centri ai reflexelor respiratorii se găsesc în trunchiul cerebral. Ei sunt situați în bulb și sunt alcătuiți dintr-o componentă inspiratorie și una expiratorie. În punte se află un alt centru numit centrul pneumotaxic (centrul reglator al centrilor bulbari). Toți centrii au o organizare bilaterală.

Când centrii inspiratori sunt în activitate, prin nervii motori se trimit influxuri la mușchii inspiratori, care se contractă. Activitatea

Frecvența pulsului cardiac:

Cu rare excepții este egală cu frecvența contracțiilor cardiace, fiind cuprinsă între 60-90/min.

8.II.B. Frecvența respirației

Plămânii sunt umpluți de obicei cu 3 litri de aer, la care se mai adaugă 0,5 litri la o inspirație obișnuită, ceea ce face ca în permanență să fie primenită 1/6 din aerul pulmonar. În repaus omul ventilează pe minute 8 litri de aer, la o activitate sedentară 16 litri, în mers 24 litri, la un efort (alergare) 50 litri. Într-o zi ventilează 24000 litri de aer, volum care variază cu activitatea și tipul constituțional. La un efort mediu pot fi ventilați 3,5 litri de aer într-o inspirație, iar la un efort mare, cu antrenament 5,5 litri. Cele mai mari ventilații sunt atinse de sportivi care fac canotaj. Respirația se adaptează nevoilor de oxigen ale organismului. Ori de câte ori acestea sunt crescute (activitate musculară crescută, efort, febră, unele afecțiuni), frecvența respirației crește. Senzorii toracici din vestă permit

centrilor inspiratori este ritmic inhibată prin intrarea în acțiune a centrilor expiratori, mușchii nu mai primesc stimuli și se relaxează, producându-se expirația. Reglarea reflexă a respirației este asigurată de influxuri care pornesc din alveolele pulmonare și ajung la centrii respiratori pe calea nervilor vagi. Un duș rece poate provoca pentru scurt timp oprirea reflexă a respirației (apnee); mucoasa nasului și a traheei excitate provoacă, pe cale reflexă, strănutul sau tusea, care sunt considerate acte respiratorii modificate. Prin intermediul centrului pneumotaxic, etajele nervoase superioare intervin în reglarea și adaptarea respirației. Scoarța cerebrală controlează și coordonează funcția respiratorie. În emoții, frecvența respiratorie crește; dimpotrivă, spaima puternică poate provoca o scurtă oprire.

8.II.C.Temperatură corpului uman

Temperatura corporală este menținută constantă (homeotermie) printr-o reglare fiziologică.

Termoreglarea este o funcție complexă aflată sub comanda sistemului nervos central, în principal a hipotalamusului (ansamblu de formațiuni cenușii situate în centrul creierului).

Temperatura corpului este rezultatul fenomenelor conjugate de producere și de pierdere a căldurii. Căldura produsă, care se adaugă căldurii primite din exterior, rezultă din reacțiile chimice intracelulare și din contracțiile musculare. Pierderea se face spontan prin piele; ea este favorizată de vasodilatația superficială (dilatarea vaselor sangvine ale pielii) și de sudație, urmată de evaporarea transpirației.

înregistrarea frecvenței respirației, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori.

8.II.C.Temperatură corpului uman

Temperatura corpului uman are o valoare medie de 37°C . Aceasta variază în mod normal de la $36,5^{\circ}\text{C}$ (către ora 3 dimineața) la $37,2^{\circ}\text{C}$ (către ora 6 seara).

Senzorul termic din vestă permite înregistrarea temperaturii corpului, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori.

FIȘA ELEVULUI

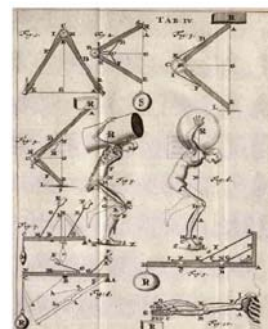
Titlul activității:

Alergare de viteză versus alergare de rezistență

Introducere

Dacă privim mai de aproape problemele biologiei animalelor vii, vedem multe fenomene fizice: circulația sângelui, pompe, presiune, etc.

Școala lui Alfonso Borelli (1608-1679): corpul omenesc este o mașinărie; încerca să explice și să tragă concluzii despre natura medicală a diverselor maladii. Ar putea fi astăzi considerate ca aparținând biofizicii medicale.



Studiile lui Leonardo da Vinci (1452-1519) de investigare a principiilor mecanice din zborul păsărilor în scopul construirii unui aparat de zbor ar putea fi considerate astăzi bionica.

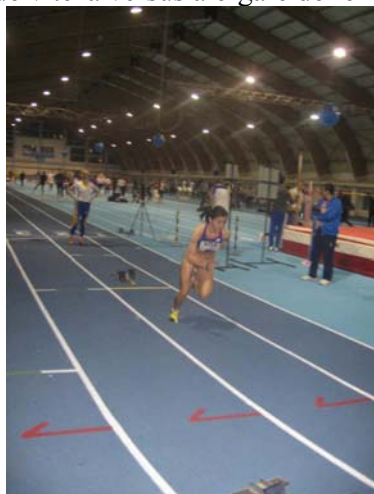


Experimentele lui Galvani (1737-1798) care demonstrează legătura directă dintre electricitatea "fizică" și fenomenele electrofiziologice.



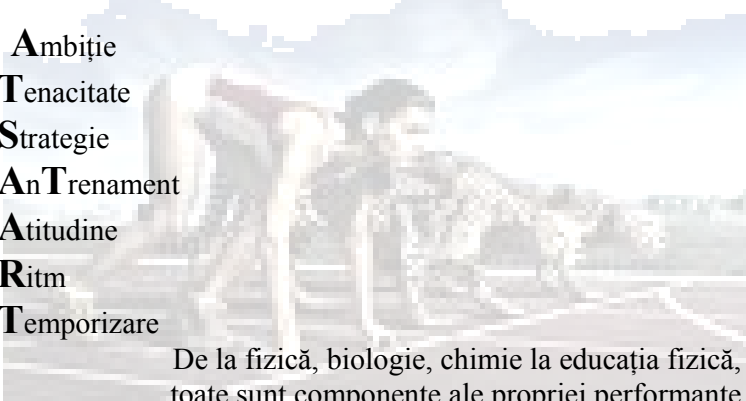
Informații suplimentare

8.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: InLOT ne ajută să ajungem IN LOT! Alergare de viteză versus alergare de rezistență



Secretul performanței... TREBUIE SĂ AVEȚI:

Ambiție
Tenacitate
Strategie
AnTrenament
Atitudine
Ritm
Temporizare



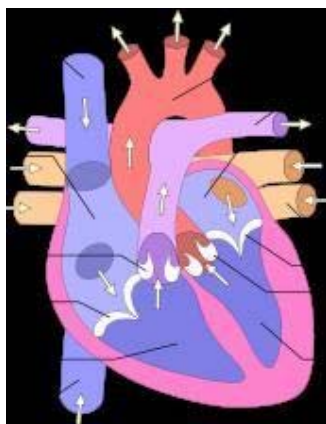
De la fizică, biologie, chimie la educația fizică, toate sunt componente ale propriei performanțe

8.II. În laborator cu InLOT: Studiul parametrilor biologici

Modelarea fenomenului fizic: studiul parametrilor biologici	Principiul metodei
8.II.A. Ritmul cardiac Inima este un mușchi puternic ce pompează sânge în tot organismul. Este localizată în torace înapoia sternului, având o formă asemănătoare cu o pară (la adultul sănătos dimensiunea sa aproximează dimensiunea pumnului). Revoluția cardiacă : trecerea sângelui din atri în ventriculi și apoi în arborele vascular, împreună cu fenomenele care determină și însoțesc această deplasare de sânge, poartă numele de revoluție cardiacă (fig. 8.1). Inima este o pompă admisie - expulare, circulația sângelui fiind posibilă datorită contracțiilor ei ritmice. Revoluția cardiacă începe cu umplerea atriilor în timpul <i>diastolei atriale</i>, sângele venos.	8.II.A. Ritmul cardiac Inima efectuează aproximativ 60-100 contracții/minut, și aproximativ de 100.000 contracții/ zi. Senzorul cardiac permite înregistrarea ritmului cardiac, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori. Revoluția cardiacă: Revoluția cardiacă durează 0,8 secunde și cuprinde contracția atriilor sau sistola atrială, care durează 0,1 secunde; contracția ventriculelor, sau sistola ventriculară, care durează 0,3 secunde, relaxarea (repausul) întregii inimi, sau <i>diastola generală</i>, care durează circa 0,4 secunde.

Pulsul cardiac (arterial) este o manifestare periferică a activității mecanice a inimii, constând într-o undă expansivă periodică, sincronă cu expulzarea ventriculară, percepută la palparea unei artere pe țesutul dur subiacent.

Frecvența pulsului cardiac se apreciază numărând pulsațiile timp de un minut.



8.1. Funcția inimii

8.II.B. Frecvența respirației

Prin dilatarea toracelui (proces în care sunt implicați mușchii inspiratori și contracția diafragmului care coboară), plămânii se umflă asemeni unui burduf de acordeon la extensie și aerul atmosferic pătrunde în alveolele destinse (inspirația), iar prin îngustarea toracelui și ridicarea boltei diafragmului, aerul este dat afară din plămâni (expirația).

Principalii centri ai reflexelor respiratorii se găsesc în trunchiul cerebral. Ei sunt situați în bulb și sunt alcătuiți dintr-o componentă inspiratorie și una expiratorie. În punte se află un alt centru numit centrul pneumotaxic (centrul reglator al centrilor bulbari). Toți centrii au o organizare bilaterală.

Când centrii inspiratori sunt în activitate, prin nervii motori se trimit influxuri la mușchii inspiratori, care se contractă.

Activitatea centrilor inspiratori este ritmic inhibată prin intrarea în acțiune a centrilor

Frecvența pulsului cardiac:

Cu rare excepții este egală cu frecvența contracțiilor cardiace, fiind cuprinsă între 60-90/min.

8.II.B. Frecvența respirației

Plămânii sunt umpluți de obicei cu 3 litri de aer, la care se mai adaugă 0,5 litri la o inspirație obișnuită, ceea ce face ca în permanență să fie primenită 1/6 din aerul pulmonar. În repaus omul ventilează pe minute 8 litri de aer, la o activitate sedentară 16 litri, în mers 24 litri, la un efort (alergare) 50 litri. Într-o zi ventilează 24000 litri de aer, volum care variază cu activitatea și tipul constituțional. La un efort mediu pot fi ventilați 3,5 litri de aer într-o inspirație, iar la un efort mare, cu antrenament 5,5 litri. Cele mai mari ventilații sunt atinse de sportivi care fac canotaj. Respirația se adaptează nevoilor de oxigen ale organismului. Ori de câte ori acestea sunt crescute (activitate musculară crescută, efort, febră, unele afecțiuni), frecvența respirației crește. Senzorii toracici din vestă permit înregistrarea frecvenței respirației, iar platforma InLOT stocarea acestor date,

expiratori, mușchii nu mai primesc stimuli și se relaxează, producându-se expirația. Reglarea reflexă a respirației este asigurată de influxuri care pornesc din alveolele pulmonare și ajung la centrul respirator pe calea nervilor vagi. Un duș rece poate provoca pentru scurt timp oprirea reflexă a respirației (apnee); mucoasa nasului și a traheei excitate provoacă, pe cale reflexă, strănutul sau tusea, care sunt considerate acte respiratorii modificate.

Prin intermediul centrului pneumotaxic, etajele nervoase superioare intervin în reglarea și adaptarea respirației. Scoarța cerebrală controlează și coordonează funcția respiratorie. În emoții, frecvența respiratorie crește; dimpotrivă, spaima puternică poate provoca o scurtă oprire.

8.II.C.Temperatura corpului uman

Temperatura corporală este menținută constantă (homeotermie) printr-o reglare fiziologică.

Termoreglarea este o funcție complexă aflată sub comanda sistemului nervos central, în principal a hipotalamusului (ansamblu de formațiuni cenușii situate în centrul creierului).

Temperatura corpului este rezultatul fenomenelor conjugate de producere și de pierdere a căldurii. Căldura produsă, care se adaugă căldurii primite din exterior, rezultă din reacțiile chimice intracelulare și din contracțiile musculare. Pierderea se face spontan prin piele; ea este favorizată de vasodilatația superficială (dilația vaselor sangvine ale pielii) și de sudație, urmată de evaporarea transpirației.

corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori.

8.II.C.Temperatura corpului uman

Temperatura corpului uman are o valoare medie de 37°C . Aceasta variază în mod normal de la $36,5^{\circ}\text{C}$ (câte ora 3 dimineața) la $37,2^{\circ}\text{C}$ (câte ora 6 seara).

Senzorul termic din vestă permite înregistrarea temperaturii corpului, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- fișa de lucru

Măsurile de protecție

Respectați regulile de protecție a muncii în laboratorul de fizică.

Investigația științifică propriu-zisă

Fișa de lucru

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârsta: _____, **Gen:** ☐ M, ☐ F

Determinări experimentale	Modul de lucru
a. parametrii inițiali Frecvența inițială a pulsului cardiac a subiectului este: $F_{\text{puls inițial}} = \text{_____} \text{ bătăi/minut}$ Frecvența inițială a respirației subiectului este: $F_{\text{resp. inițială}} = \text{_____} \text{ respirații/ minut}$ Temperatura inițială a corpului subiectului este: $t_{\text{inițial}} = \text{_____} \text{ }^{\circ}\text{C}$ proba 1: b. alergare 50m Frecvența pulsului cardiac a subiectului este: $F_{\text{puls } 1/50\text{m}} = \text{_____} \text{ bătăi/minut}$ Frecvența respirației subiectului este: $F_{\text{resp. } 1/50\text{m}} = \text{_____} \text{ respirații/ minut}$ Temperatura corpului subiectului este: $t_{1/50\text{m}} = \text{_____} \text{ }^{\circ}\text{C}$ c. alergare 100m Frecvența pulsului cardiac a subiectului este:	Determinările se fac desigur în sistemul de referință al accelerometrului cu ajutorul interfeței InLOT: A3 și a controlerilor de frecvența pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii. 1. Se face o determinare inițială de frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului 2. Proba 1: alergare viteză 50m, respectiv 100 de m, se înregistrează modificările în frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului 3. Proba 2: alergare de rezistență 1000m, se înregistrează modificările în frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului 4. Se construiesc graficele variației în timp a frecvenței pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului, prin comparație între cele trei situații. 5. Se discută aspectele evidențiate de aceste grafice pentru același subiect 6. Se înregistrează graficele de frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului pentru doi subiecți de aceeași vârstă, dar performanțe/ condiție fizică diferite.

$F_{\text{puls } 1/100\text{m}} = \text{_____} \text{ bătăi/minut}$	
Frecvența respirației subiectului este: $F_{\text{resp. } 1/100\text{m}} = \text{_____} \text{ respirații/ minut}$	
Temperatura corpului subiectului este: $t_{1/100\text{m}} = \text{_____} \text{ }^{\circ}\text{C}$	
proba 2, alergare 1000m	
Frecvența pulsului cardiac a subiectului este:	
$F_{\text{puls } 2/1000\text{m}} = \text{_____} \text{ bătăi/minut}$	
Frecvența respirației subiectului este: $F_{\text{resp. } 2/1000\text{m}} = \text{_____} \text{ respirații/ minut}$	
Temperatura corpului subiectului este: $t_{2/1000\text{m}} = \text{_____} \text{ }^{\circ}\text{C}$	

Sugestii pentru interpretarea datelor

Analizați rezultatele experimentului.

Aprofundarea investigației

- 1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cercetătorului.*
- 2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor*

Evaluare

1. Turul galeriei:

Pregătiți prezentări orale pentru un public adecvat, care să fie însoțite de prezentări multimedia, broșuri sau site-uri. Aceste produse trebuie să identifice nevoile și resursele curente ale comunității și să ofere soluții acceptabile. Astfel, sarcina se transformă într-un proiect de învățare în sprijinul comunității, dând naștere unui scop autentic și realizând o



conexiune cu lumea reală prin intermediul comunității.

2. Criterii de evaluare:

- 1. Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei*
- 2. Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate*
- 3. Prezentarea respectă structura recomandată*
- 4. Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public*
- 5. Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public*
- 6. Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul*
- 7. Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului*
- 8. Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.*
- 9. Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.*
- 10. Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart*

Autor: prof. dr. Adriana Iacob



KLiC Scenariul nr. 9²⁴

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

InLOT ne ajută să ajungem IN LOT! Cu bicicleta pe un drum neted, cu bicicleta la deal.

Disciplina:

Fizică – clasa a IX-a

Vârsta elevilor:

14-16 ani

Durata estimată:

2 x 50 min (50 minute colectarea datelor, 50 minute prelucrarea datelor)

Conținut științific

- *Mecanica fluidelor*
- *Sistemul InLOT*

Obiectivele de învățare

Lecția este valoroasă deoarece valorifică creativ cunoștințe de mecanica fluidelor, fiziologia omului, abilități practice prin aplicabilitatea în contexte nonformale de învățare, cum sunt activitățile sportive. La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ☐ *Utilizeze creativ AM în contexte aplicative care valorifică simultan cunoștințele de fizică și cele de biologie*
- ☐ *Să exploreze realitatea fizică testând AM pe dispozitive la îndemână aflate în mișcare*

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
 - Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile

observabile

²⁴ Scenariu original propus de Prof. Dr. Adriana Iacob



- Identifică erori în organizarea investigației științifice
- Utilizează proceduri de protecție în laborator
- Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.InLOT.eu), care conțin următoarele module:

- ***SensVest (Vesta cu senzori)*** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- ***Leg and Arm Accelerometer (Accelerometrele pentru picior și mână)*** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână care realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- ***Ball Accelerometer (Mingea accelerometru)*** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional, și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete de date către stația de bază.



- **Base Station (Stația de bază)** – care colectează toate datele transmise.
- **User Interface Software (Interfața Utilizator)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Detalii despre utilizare găsiți în anexa 9.1.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: mecanica fluidelor
- fișa de lucru (anexele 9.1, 9.2 și 9.3)

Ghid de discuții

Anticipare: Recapitularea unității de învățare: *Mecanica fluidelor*

Întrebarea esențială: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*

Înainte de o abordare bazată pe proiect

Înainte de a folosi o abordare bazată pe proiecte, elevii de liceu vor mecanica fluidelor, vor discuta tehnicile de lucru cu sistemul InLOT, apoi vor scrie un eseu despre utilizarea cunoștințelor de fizică în practicarea sporturilor. Eserile vor avea între 3 și 5 pagini, ce vor fi notate. Eserile vor fi evaluate din punct de vedere al valorificării cunoștințelor de dinamică newtoniană despre tehnicile de lucru cu sistemul InLOT discutate anterior.

După o abordare bazată pe proiect

După ce secvența propusă de scenariul nr. 9 s-a încheiat, este indicat ca elevii să aplice tema și noile abilități la situațiile descrise de propriile eseuri. Elevii vor fi invitați să exploreze întrebarea: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?* și cum acest lucru ne oferă perspectiva performanței. Elevii vor analiza cum știința și tehnologia se sprijină reciproc în sprijinul performanței sportivilor și nu numai.

Construirea cunoștințelor:

Strategia didactică

- ▢ Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- ▢ Folosește metoda proiectului
- ▢ Integrează cunoștințe abilități și realizează un cadrul adecvat de reflecție

Reflecție/Consolidare

- **Metodă de evaluare:** turul galeriei

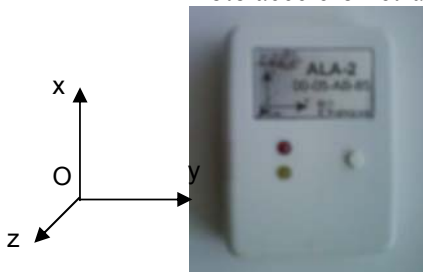
Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă

Anexa 9.1

Utilizarea accelerometrului

Foto accelerometru



Direcțiile de referință ale accelerometrului

Ce măsoară accelerometrul?

- Sistemele de referință în care se efectuează experimentele sunt sisteme de referință neinertiale, de aceea este necesară o simplificare a acestui model; de aceea se recomandă alegerea de contexte experimentale adecvate unei abordări de nivel secundar.
- Se poate constata că AM măsoară accelerația relativă momentană față de sisteme de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale:

$$\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{abs} - (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.1.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = m \cdot \vec{a}_{abs} - m \cdot (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.2.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = \vec{F} + \vec{F}_c^{25} \quad (0.3.)$$

- Accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a

²⁵ unde $\vec{F}_c$ este forța complementară.

În particular, sunt situații (de exemplu, o bilă suspendată, în repaus față de Pământ, dar față de un om care stă pe un disc care se rotește, această bilă e în mișcare de rotație) în care se poate întâmpla ca asupra corpului privit din S să nu acționeze nicio forță, dar el totuși să se vadă mișcându-se accelerat față de S' datorită forței complementare : $\vec{F}_c$

$$a_{abs} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel} \quad (0.5.)$$

O categorie importantă de sisteme de referință sunt SR proprii ale corpului sau SR legate rigid de corp sau SR care se mișcă rectiliniu uniform față de SR proprii (de exemplu omul=S' care stă pe disc cu corpul și ambii se rotesc; corpul prins cu un resort). În astfel de sisteme corpul este evident în repaus ($\vec{a}_{rel} = 0$), deși există o forță reală $\vec{F}$. În acest caz: $\vec{F} + \vec{F}_c = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel}$. Adică forța complementară este egală în modul dar de sens contrar cu forța reală, deci este echivalentă cu forța de inerție newtoniană.

Forțele complementare sunt forțe fictive care trebuie adăugate la forțele reale pentru a asigura valabilitatea principiului II în SR neinertiale. Ele nu sunt forțe de interacțiune, nu putem indica corpul care le produce, deci nu li se aplică principiul III al mecanicii.



direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

$$a_x = g_x + a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.4.)$$

Unde: $-a_x$ este valoarea măsurată pe direcția test (accelerație relativă)

$-g_x$ este componenta accelerației gravitaționale pe direcția test

$-a_{cfx}$ este componenta accelerației centrifuge pe direcția test

$-a_{mx}$ este accelerația mișcării (accelerometrului și corpului împreună) pe direcția test (accelerația de transport).

$$a_y = g_y + a_{cfy} - a_{my} \quad (0.6.)$$

$$a_z = g_z + a_{cfz} - a_{mz} \quad (0.7.)$$

Dacă mișcarea se realizează pe o direcție oarecare relativ la direcțiile de referință ale AM atunci relația de sus se scrie pentru fiecare componentă a accelerației măsurate de accelerometru ($\neq 0$).

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g, exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

Cazuri particulare:

I. $a_{mx} = 0$ (AM se află în repaus, fixat de corpul a cărui mișcare este studiată, sau în mișcare rectilinie uniformă pe axa test, aleasă ca axa Ox)

$$\Rightarrow a_x = g_x + a_{cfx} \quad (0.8.)$$

• Mai mult dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = g_x \quad (0.9.)$$

II. $g_x = 0$ (axa test este într-un plan perpendicular pe verticală)

$$\Rightarrow a_x = a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.10.)$$

• În plus dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = -a_{mx} \quad (0.11.)$$

Astfel se determină accelerația de mișcare a AM/corpului legat de acesta.

Ce putem măsura cu accelerometrul în laborator/aplicații practice?

• Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a_x}{g} \quad (0.12.)$$

• Accelerația de mișcare de translație:

- Pe axe din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Pe axe din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională

• Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație)

Anexa 9.2

Instrument de evaluare :

Punctaje pentru evaluarea prezentării

1 = Criteriul nu este deloc îndeplinit	3 = Criteriul este în mare măsură îndeplinit
2 = Criteriul este îndeplinit doar în mică măsură	4 = Criteriul este îndeplinit în totalitate

- Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
1 2 3 4
- Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
1 2 3 4
- Prezentarea respectă structura recomandată
1 2 3 4
- Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
1 2 3 4
- Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
1 2 3 4
- Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
1 2 3 4
- Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
1 2 3 4
- Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
1 2 3 4
- Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
1 2 3 4
- Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart
1 2 3 4

Finalizare alternativă:

Notă: Lecția este construită valorificând cunoștințe anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și care integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

Anexa 9.3 AUXILIAR DIDACTIC

9.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: InLOT ne ajută să ajungem IN LOT! (II) Cu bicicleta pe un drum neted, cu bicicleta la deal.

	Secretul performanței... TREBUIE SĂ AVEȚI: Ambiție Tenacitate Strategie AnTrenament Atitudine Ritm Temporizare  De la fizică, biologie, chimie la educația fizică, toate sunt componente ale propriei performanțe
---	--

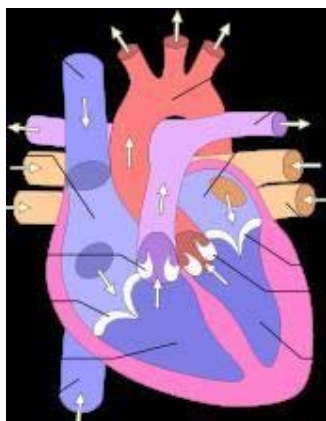
9.II. În laborator cu InLOT: Studiul parametrilor biologici

Modelarea fenomenului fizic: studiul parametrilor biologici	Principiul metodei
9.II.A. Ritmul cardiac Inima este un mușchi puternic ce pompează sânge în tot organismul. Este localizată în torace înapoia sternului, având o formă asemănătoare cu o pară (la adultul sănătos dimensiunea sa aproximează dimensiunea pumnului). Revoluția cardiacă : trecerea sângelui din atri în ventriculi și apoi în arborele vascular, împreună cu fenomenele care determină și însoțesc această deplasare de sânge, poartă numele de revoluție cardiacă (fig. 9.1.). Inima este o pompă admisie - expulzare, circulația sângelui fiind posibilă datorită contracțiilor ei ritmice. Revoluția cardiacă începe cu umplerea atriilor în timpul <i>diastolei</i>	9.II.A. Ritmul cardiac Inima efectuează aproximativ 60-100 contracții/minut, și aproximativ de 100.000 contracții/ zi. Senzorul cardiac permite înregistrarea ritmului cardiac, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori. Revoluția cardiacă : Revoluția cardiacă durează 0,8 secunde și cuprinde contracția atriilor sau sistola atrială, care durează 0,1 secunde; contracția ventriculelor, sau sistola ventriculară, care durează 0,3 secunde, relaxarea (repausul) întregii inimi, sau <i>diastola generală</i>, care durează circa 0,4 secunde.

atriale, sângele venos.

Pulsul cardiac (arterial) este o manifestare periferică a activității mecanice a inimii, constând într-o undă expansivă periodică, sincronă cu expulzarea ventriculară, percepută la palparea unei artere pe țesutul dur subiacent.

Frecvența pulsului cardiac se apreciază numărând pulsațiile timp de un minut.



9.1. Funcția inimii

9.II.B. Frecvența respirației

Prin dilatarea toracelui (proces în care sunt implicați mușchii inspiratori și contracția diafragmului care coboară), plămânii se umflă asemeni unui burduf de acordeon la extensie și aerul atmosferic pătrunde în alveolele destinate (inspirația), iar prin îngustarea toracelui și ridicarea boltei diafragmului, aerul este dat afară din plămâni (expirația).

Principalii centri ai reflexelor respiratorii se găsesc în trunchiul cerebral. Ei sunt situați în bulb și sunt alcătuiți dintr-o componentă inspiratorie și una expiratorie. În punte se află un alt centru numit centrul pneumotaxic (centrul reglator al centrilor bulbari). Toți centrii au o organizare bilaterală.

Când centrii inspiratori sunt în activitate, prin nervii motori se trimite influxuri la mușchii inspiratori, care se contractă. Activitatea

Frecvența pulsului cardiac:

Cu rare excepții este egală cu frecvența contracțiilor cardiace, fiind cuprinsă între 60-90/min.

9.II.B. Frecvența respirației

Plămânii sunt umpluți de obicei cu 3 litri de aer, la care se mai adaugă 0,5 litri la o inspirație obișnuită, ceea ce face ca în permanență să fie primenită 1/6 din aerul pulmonar. În repaus omul ventilează pe minut 8 litri de aer, la o activitate sedentară 16 litri, în mers 24 litri, la un efort (alergare) 50 de litri. Într-o zi ventilează 24000 litri de aer, volum care variază cu activitatea și tipul constituțional. La un efort mediu pot fi ventilați 3,5 litri de aer într-o inspirație, iar la un efort mare, cu antrenament 5,5 litri. Cele mai mari ventilații sunt atinse de sportivi care fac canotaj. Respirația se adaptează nevoilor de oxigen ale organismului. Ori de câte ori acestea sunt crescute (activitate musculară crescută, efort, febră, unele afecțiuni), frecvența respiratorie crește. Senzorii toracici din vestă permit

centrilor inspiratori este ritmic înhibată prin intrarea în acțiune a centrilor expiratori, mușchii nu mai primesc stimuli și se relaxează, producându-se expirația. Reglarea reflexă a respirației este asigurată de influxuri care pornesc din alveolele pulmonare și ajung la centrii respiratori pe calea nervilor vagi. Un duș rece poate provoca pentru scurt timp oprirea reflexă a respirației (apnee); mucoasa nasului și a traheei excitate provoacă, pe cale reflexă, strănutul sau tusea, care sunt considerate acte respiratorii modificate. Prin intermediul centrului pneumotaxic, etajele nervoase superioare intervin în reglarea și adaptarea respirației. Scoarța cerebrală controlează și coordonează funcția respiratorie. În emoții, frecvența respirației crește; dimpotrivă, spaima puternică poate provoca o scurtă oprire.

9.II.C. Temperatura corpului uman

Temperatura corporală este menținută constantă (homeotermie) printr-o reglare fiziologică.

Termoreglarea este o funcție complexă aflată sub comanda sistemului nervos central, în principal a hipotalamusului (ansamblu de formațiuni cenușii situate în centrul creierului).

Temperatura corpului este rezultatul fenomenelor conjugate de producere și de pierdere a căldurii. Căldura produsă, care se adaugă căldurii primite din exterior, rezultă din reacțiile chimice intracelulare și din contracțiile musculare. Pierderea se face spontan prin piele; ea este favorizată de vasodilatația superficială (dilatarea vaselor sangvine ale pielii) și de sudație, urmată de evaporarea transpirației.

înregistrarea frecvenței respirației, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori.

9.II.C. Temperatura corpului uman

Temperatura corpului uman are o valoare medie de 37°C . Aceasta variază în mod normal de la $36,5^{\circ}\text{C}$ (către ora 3 dimineața) la $37,2^{\circ}\text{C}$ (către ora 6 seara).

Senzorul termic din vestă permite înregistrarea temperaturii corpului, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori.

FIȘA ELEVULUI

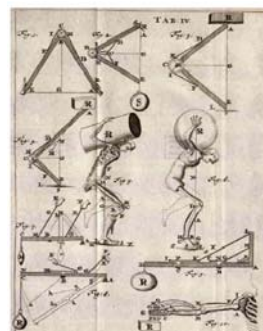
Titlul activității:

Cu bicicleta pe un drum neted, cu bicicleta la deal.

Introducere

Dacă privim mai de aproape problemele biologiei animalelor vii, vedem multe fenomene fizice: circulația sângelui, pompe, presiune, etc.

Școala lui Alfonso Borelli (1608-1679): corpul omenesc este o mașinărie; încercă să explice și să tragă concluzii despre natura medicală a diverselor maladii. Ar putea fi astăzi considerate ca aparținând biofizicii medicale.



Studiile lui Leonardo da Vinci (1452-1519) de investigare a principiilor mecanice din zborul păsărilor în scopul construirii unui aparat de zbor ar putea fi considerate astăzi bionica



Experimentele lui Galvani (1737-1798) care demonstrează legătura directă dintre electricitatea "fizică" și fenomenele electrofiziologice.



Informații suplimentare

9.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: InLOT ne ajută să ajungem IN LOT! (II) Cu bicicleta pe un drum neted, cu bicicleta la deal.



Secretul performanței... TREBUIE SĂ AVEȚI:

- A**mbiție
- T**enacitate
- S**trategie
- A**n**T**renament
- A**titudine
- R**itm
- T**emporizare

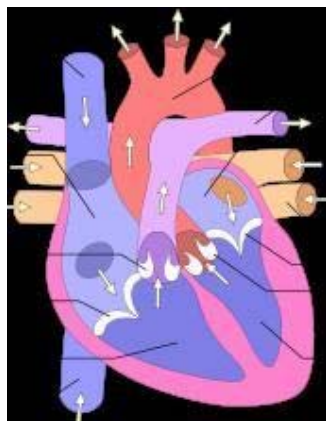
De la fizică, biologie, chimie la educația fizică, toate sunt componente ale propriei performanțe

9.II. În laborator cu InLOT: Studiul parametrilor biologici

Modelarea fenomenului fizic: studiul parametrilor biologici	Principiul metodei
9.II.A. Ritmul cardiac Inima este un mușchi puternic ce pompează sânge în tot organismul. Este localizată în torace înapoia sternului, având o formă asemănătoare cu o pară (la adultul sănătos dimensiunea sa aproximează dimensiunea pumnului). Revoluția cardiacă : trecerea sângelui din atri în ventriculi și apoi în arborele vascular, împreună cu fenomenele care determină și însoțesc această deplasare de sânge, poartă numele de revoluție cardiacă (fig. 9.1.). Inima este o pompă admisie - expulzare, circulația sângelui fiind posibilă datorită contracțiilor ei ritmice. Revoluția cardiacă începe cu umplerea atriilor în timpul <i>diastolei atriale</i>, sângele venos. Pulsul cardiac (arterial) este o manifestare	9.II.A. Ritmul cardiac Inima efectuează aproximativ 60-100 contracții/minut, și aproximativ de 100.000 contracții/ zi. Senzorul cardiac permite înregistrarea ritmului cardiac, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori. Revoluția cardiacă : Revoluția cardiacă durează 0,8 secunde și cuprinde contracția atriilor sau sistola atrială, care durează 0,1 secunde; contracția ventriculelor, sau sistola ventriculară, care durează 0,3 secunde, relaxarea (repausul) întregii inimi, sau <i>diastola generală</i>, care durează circa 0,4 secunde.

periferică a activității mecanice a inimii, constând într-o undă expansivă periodică, sincronă cu expulzarea ventriculară, percepută la palparea unei artere pe țesutul dur subiacent.

Frecvența pulsului cardiac se apreciază numărând pulsațiile timp de un minut.



9.1. Funcția inimii

9.II.B. Frecvența respirației

Prin dilatarea toracelui (proces în care sunt implicați mușchii inspiratori și contracția diafragmului care coboară), plămânii se umflă asemeni unui burduf de acordeon la extensie și aerul atmosferic pătrunde în alveolele destinate (inspirația), iar prin îngustarea toracelui și ridicarea boltei diafragmului, aerul este dat afară din plămâni (expirația).

Principalii centri ai reflexelor respiratorii se găsesc în trunchiul cerebral. Ei sunt situați în bulb și sunt alcătuiți dintr-o componentă inspiratorie și una expiratorie. În punte se află un alt centru numit centrul pneumotaxic (centrul reglator al centrilor bulbari). Toți centrii au o organizare bilaterală.

Când centrii inspiratori sunt în activitate, prin nervii motori se trimit influxuri la mușchii inspiratori, care se contractă. Activitatea centrilor inspiratori este ritmic inhibată prin intrarea în acțiune a centrilor expiratori, mușchii nu mai primesc stimuli și se relaxează, producându-se expirația.

Reglarea reflexă a respirației este asigurată de

Frecvența pulsului cardiac:

Cu rare excepții este egală cu frecvența contracțiilor cardiace, fiind cuprinsă între 60-90/min.

9.II.B. Frecvența respirației

Plămânii sunt umpluți de obicei cu 3 litri de aer, la care se mai adaugă 0,5 litri la o inspirație obișnuită, ceea ce face ca în permanență să fie primenită 1/6 din aerul pulmonar. În repaus omul ventilează pe minut 8 litri de aer, la o activitate sedentară 16 litri, în mers 24 litri, la un efort (alergare) 50 de litri. Într-o zi ventilează 24000 litri de aer, volum care variază cu activitatea și tipul constituțional. La un efort mediu pot fi ventilați 3,5 litri de aer într-o inspirație, iar la un efort mare, cu antrenament 5,5 litri. Cele mai mari ventilații sunt atinse de sportivii care fac canotaj. Respirația se adaptează nevoilor de oxigen ale organismului. Ori de câte ori acestea sunt crescute (activitate musculară crescută, efort, febră, unele afecțiuni), frecvența respiratorie crește.

Senzorii toracici din vestă permit înregistrarea frecvenței respirației, iar platforma InLOT stocarea acestor date,

influxuri care pornesc din alveolele pulmonare și ajung la centrul respirator pe calea nervilor vagi. Un duș rece poate provoca pentru scurt timp oprirea reflexă a respirației (apnee); mucoasa nasului și a traheei excitate provoacă, pe cale reflexă, strănutul sau tusea, care sunt considerate acte respiratorii modificate. Prin intermediul centrului pneumotaxic, etajele nervoase superioare intervin în reglarea și adaptarea respirației. Scoarța cerebrală controlează și coordonează funcția respiratorie. În emoții, frecvența respirației crește; dimpotrivă, spaima puternică poate provoca o scurtă oprire. 9.II.C. Temperatura corpului uman Temperatura corporală este menținută constantă (homeotermie) printr-o reglare fiziologică. Termoreglarea este o funcție complexă aflată sub comanda sistemului nervos central, în principal a hipotalamusului (ansamblu de formațiuni cenușii situate în centrul creierului). Temperatura corpului este rezultatul fenomenelor conjugate de producere și de pierdere a căldurii. Căldura produsă, care se adaugă căldurii primite din exterior, rezultă din reacțiile chimice intracelulare și din contracțiile musculare. Pierderea se face spontan prin piele; ea este favorizată de vasodilatația superficială (dilatația vaselor sangvine ale pielii) și de sudație, urmată de evaporarea transpirației.	corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori. 9.II.C. Temperatura corpului uman Temperatura corpului uman are o valoare medie de 37 °C. Aceasta variază în mod normal de la 36,5 °C (către ora 3 dimineața) la 37,2 °C (către ora 6 seara). Senzorul termic din vestă permite înregistrarea temperaturii corpului, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori.
--	---

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- fișa de lucru

Măsuri de protecție

Respectați regulile de protecție a muncii în laboratorul de fizică.

Fișa de lucru

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârsta: _____, **Gen:** ☐ M, ☐ F

Determinări experimentale	Modul de lucru
<u>parametrii inițiali</u> Frecvența inițială a pulsului cardiac a subiectului este: $F_{\text{puls inițial}} = \text{_____}$ bătăi/minut Frecvența inițială a respirației subiectului este: $F_{\text{resp. inițială}} = \text{_____}$ respirații/ minut Temperatura inițială a corpului subiectului este: $t_{\text{inițial}} = \text{_____}$ °C <u>proba 1: ciclism viteză</u> Frecvența pulsului cardiac a subiectului este: $F_{\text{puls 1/ciclism viteză}} = \text{_____}$ bătăi/minut Frecvența respirației subiectului este: $F_{\text{resp. 1/ ciclism viteză}} = \text{_____}$ respirații/ minut Temperatura corpului subiectului este: $t_{1/\text{ ciclism viteză}} = \text{_____}$ °C <u>proba 2, ciclism montan</u> Frecvența pulsului cardiac a subiectului este: $F_{\text{puls 2/ ciclism montan}} = \text{_____}$ bătăi/minut	Determinările se fac desigur în sistemul de referință al accelerometrului cu ajutorul interfeței InLOT: A3 și a controlerilor de frecvența pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii. 7. Se face o determinare inițială de frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului 8. Proba 1: ciclism viteză, se înregistrează modificările în frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului 9. Proba 2: ciclism montan (de rezistență) , se înregistrează modificările în frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului 10. Se construiesc graficele variației în timp a frecvenței pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului, prin comparație între cele trei situații. 11. Se discută aspectele evidențiate de aceste grafice pentru același subiect 12. Se înregistrează graficele de frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului pentru doi subiecți de aceeași vârstă, dar performanțe/ condiție fizică diferite.

Frecvența respirației subiectului este:

$F_{\text{resp. 2/ ciclism montan}} = \text{_____}$ respirații/
minut

Temperatura corpului subiectului este:

$t_{2// \text{ ciclism montan}} = \text{_____}$ °C

Sugestii pentru interpretarea datelor

Analizați rezultatele experimentului.

Aprofundarea investigației

1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cercetătorului.

2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor

Evaluare

1. Turul galeriei:

Pregătiți prezentări orale pentru un public adecvat, care să fie însoțite de prezentări multimedia, broșuri sau site-uri. Aceste produse trebuie să identifice nevoile și resursele curente ale comunității și să ofere soluții acceptabile. Astfel, sarcina se transformă într-un proiect de învățare în sprijinul comunității, dând naștere unui scop autentic și realizând o conexiune cu lumea reală prin intermediul comunității.

2. Criterii de evaluare:

- 1. Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei*
- 2. Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate*
- 3. Prezentarea respectă structura recomandată*
- 4. Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public*
- 5. Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public*
- 6. Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul*
- 7. Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului*
- 8. Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.*
- 9. Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.*
- 10. Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart*

Autor: prof. dr. Adriana Iacob



KLIC Scenariul nr. 10²⁶

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

InLOT ne ajută să ajungem IN LOT! Influența ritmului respirator asupra eficienței exercițiilor fizice.

Disciplina:

Fizică – clasa a IX-a

Vârsta elevilor:

14-16 ani

Durata estimată:

2 x 50 min (50 minute colectarea datelor, 50 minute prelucrarea datelor)

Conținut științific

- *Mecanica fluidelor*
- *Sistemul InLOT*

Obiectivele de învățare

Lecția este valoroasă deoarece valorifică creativ cunoștințe de mecanica fluidelor, fiziologia omului, abilități practice prin aplicabilitatea în contexte nonformale de învățare, cum sunt activitățile sportive. La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ☐ *Utilizeze creativ AM în contexte aplicative care valorifică simultan cunoștințele de fizică și cele de biologie*
- ☐ *Să exploreze realitatea fizică testând AM pe dispozitive la îndemână aflate în mișcare*

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
 - Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile

²⁶ Scenariu original propus de Prof. Dr. Adriana Iacob

observabile

- Identifică erori în organizarea investigației științifice
- Utilizează procedura de protecție în laborator
- Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția,

simetria, dispunerea spațială sau forma)

- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite

dintr-un experiment

- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând

desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.InLOT.eu), care conțin următoarele module:

- ***SensVest (Vesta cu senzori)*** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- ***Leg and Arm Accelerometer (Accelerometrele pentru picior și mână)*** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână care realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- ***Ball Accelerometer (Mingea accelerometru)*** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional, și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete



de date către stația de bază.

- **Base Station (Stația de bază)** – care colectează toate datele transmise.
- **User Interface Software (Interfața Utilizator)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Detalii despre utilizare găsiți în anexa 10.1.

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- trusa de fizică: mecanica fluidelor
- fișa de lucru (anexele 10.1, 10.2 și 10.3)

Ghid de discuții

Anticipare: Recapitularea unității de învățare: *Mecanica fluidelor*

Întrebarea esențială: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*

Înainte de o abordare bazată pe proiect

Înainte de a folosi o abordare bazată pe proiecte, elevii de liceu vor mecanica fluidelor, vor discuta tehnicile de lucru cu sistemul InLOT, apoi vor scrie un eseu despre utilizarea cunoștințelor de fizică în practicarea sporturilor. Eseurile vor avea între 3 și 5 pagini, ce vor fi notate. Eseurile vor fi evaluate din punct de vedere al valorificării cunoștințelor de dinamică newtoniană despre tehnicile de lucru cu sistemul InLOT discutate anterior.

După o abordare bazată pe proiect

După ce secvența propusă de scenariul nr. 10 s-a încheiat, este indicat ca elevii să aplice tema și noile abilități la situațiile descrise de propriile eseuri. Elevii vor fi invitați să exploreze întrebarea: *Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?* și cum acest lucru ne oferă perspectiva performanței. Elevii vor analiza cum știința și tehnologia se sprijină reciproc în sprijinul performanței sportivilor și nu numai.

Construirea cunoștințelor:

Strategia didactică

- ▢ Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- ▢ Folosește metoda proiectului
- ▢ Integrează cunoștințe abilități și realizează un cadrul adecvat de reflecție

Reflecție/Consolidare

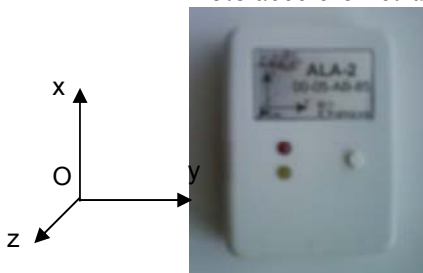
- **Metodă de evaluare:** turul galeriei

Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă

Anexa 10.1 Utilizarea accelerometrului

Foto accelerometru



Direcțiile de referință ale accelerometrului

Ce măsoară accelerometrul?

- Sistemele de referință în care se efectuează experimentele sunt sisteme de referință neinertiale, de aceea este necesară o simplificare a acestui model; de aceea se recomandă alegerea de contexte experimentale adecvate unei abordări de nivel secundar.
- Se poate constata că AM măsoară accelerația relativă momentană față de sisteme de referință neinertiale. În general, conform cinematicii în sisteme de referință neinertiale:

$$\vec{a}_{rel} = \vec{a}_{abs} - (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.1.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = m \cdot \vec{a}_{abs} - m \cdot (\vec{a}_{cor} + \vec{a}_{transp}) \quad (0.2.)$$

$$m \cdot \vec{a}_{rel} = \vec{F} + \vec{F}_c^{27} \quad (0.3.)$$

- Accelerometrul (AM) măsoară diferența dintre valoarea momentană a componentei gravitaționale (pe direcția Ox de referință a AM), la care se adaugă accelerația centrifugă momentană (dacă este cazul unei variații a

²⁷ unde $\vec{F}_c$ este forța complementară.

În particular, sunt situații (de exemplu, o bilă suspendată, în repaus față de Pământ, dar față de un om care stă pe un disc care se rotește, această bilă e în mișcare de rotație) în care se poate întâmpla ca asupra corpului privit din S să nu acționează nicio forță, dar el totuși să se vadă mișcându-se accelerat față de S' datorită forței complementare : $\vec{F}_c$

$$a_{abs} = 0 \Rightarrow \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel} \quad (0.5.)$$

O categorie importantă de sisteme de referință sunt SR proprii ale corpului sau SR legate rigid de corp sau SR care se mișcă rectiliniu uniform față de SR proprii (de exemplu omul=S' care stă pe disc cu corpul și ambii se rotesc; corpul prins cu un resort). În astfel de sisteme corpul este evident în repaus ($\vec{a}_{rel} = 0$), deși există o forță reală $\vec{F}$. În acest caz: $\vec{F} + \vec{F}_c = 0 \rightarrow \vec{F}_c = m \cdot \vec{a}_{rel}$. Adică forța complementară este egală în modul dar de sens contrar cu forța reală, deci este echipolentă cu forța de inerție newtoniană.

Forțele complementare sunt forțe fictive care trebuiesc adăugate la forțele reale pentru a asigura valabilitatea principiului II în SR neinertiale. Ele nu sunt forțe de interacțiune, nu putem indica corpul care le produce, deci nu li se aplică principiul III al mecanicii.



direcției de mișcare) și accelerația momentană de mișcare a AM pe direcția respectivă.

$$a_x = g_x + a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.4.)$$

Unde: $-a_x$ este valoarea măsurată pe direcția test (acelerație relativă)

$-g_x$ este componenta accelerației gravitaționale pe direcția test

$-a_{cfx}$ este componenta accelerației centrifuge pe direcția test

$-a_{mx}$ este accelerația mișcării (accelerometrului și corpului împreună) pe direcția test (acelerația de transport).

$$a_y = g_y + a_{cfy} - a_{my} \quad (0.6.)$$

$$a_z = g_z + a_{cfz} - a_{mz} \quad (0.7.)$$

Dacă mișcarea se realizează pe o direcție oarecare relativ la direcțiile de referință ale AM atunci relația de sus se scrie pentru fiecare componentă a accelerației măsurate de accelerometru ($\neq 0$).

Toate valorile măsurate sunt fracțiuni de g , exprimate relativ la valoarea lui g pentru care a fost etalonat AM.

Cazuri particulare:

I. $a_{mx} = 0$ (AM se află în repaus, fixat de corpul a cărui mișcare este studiată, sau în mișcare rectilinie uniformă pe axa test, aleasă ca axa Ox)

$$\Rightarrow a_x = g_x + a_{cfx} \quad (0.8.)$$

• Mai mult dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = g_x \quad (0.9.)$$

II. $g_x = 0$ (axa test este într-un plan perpendicular pe verticală)

$$\Rightarrow a_x = a_{cfx} - a_{mx} \quad (0.10.)$$

• În plus dacă $a_{cfx} = 0$

$$\Rightarrow a_x = -a_{mx} \quad (0.11.)$$

Astfel se determină accelerația de mișcare a AM/corpului legat de acesta.

Ce putem măsura cu accelerometrul în laborator/aplicații practice?

• Unghiuri: AM în repaus, așezat paralel cu o suprafață care face un unghi α cu verticala;

$$a_x = g \cdot \sin \alpha \Rightarrow \alpha = \arcsin \frac{a_x}{g} \quad (0.12.)$$

• Accelerația de mișcare de translație:

- Pe axe din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Pe axe din alte plane, dar ținând cont de componenta gravitațională

• Accelerația de mișcare complexă (rotație și translație)

Anexa 10.2

Instrument de evaluare :

Punctaje pentru evaluarea prezentării

1 = Criteriul nu este deloc îndeplinit	3 = Criteriul este în mare măsură îndeplinit
2 = Criteriul este îndeplinit doar în mică măsură	4 = Criteriul este îndeplinit în totalitate

1. Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei
1 2 3 4
2. Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate
1 2 3 4
3. Prezentarea respectă structura recomandată
1 2 3 4
4. Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public
1 2 3 4
5. Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public
1 2 3 4
6. Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul
1 2 3 4
7. Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului
1 2 3 4
8. Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.
1 2 3 4
9. Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.
1 2 3 4
10. Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart
1 2 3 4

Finalizare alternativă:

Notă: Lecția este construită valorificând cunoștințe anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și care integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

Anexa 10.3 AUXILIAR DIDACTIC

10.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: InLOT ne ajută să ajungem IN LOT! (III) Influența ritmului respirator asupra eficienței exercițiilor fizice



Secretul performanței... TREBUIE SĂ AVEȚI:

Ambiție
Tenacitate
Strategie
An**T**renament
Atitudine
Ritm
Temporizare

De la fizică, biologie, chimie la educația fizică, toate sunt componente ale propriei performanțe

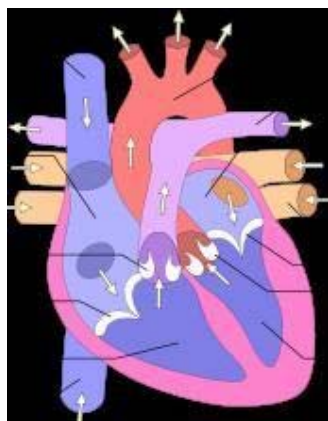
10.II. În laborator cu InLOT:

Modelarea fenomenului fizic: studiul parametrilor biologici	Principiul metodei
10.II.A. Ritmul cardiac Inima este un mușchi puternic ce pompează sânge în tot organismul. Este localizată în torace înapoia sternului, având o formă asemănătoare cu o pară (la adultul sănătos dimensiunea sa aproximează dimensiunea pumnului). Revoluția cardiacă : trecerea sângelui din atri în ventricule și apoi în arborele vascular, împreună cu fenomenele care determină și însoțesc această deplasare de sânge, poartă numele de revoluția cardiacă (fig. 10.1). Inima este o pompă admisie – expulzare, circulația sângelui fiind posibilă datorită contracțiilor ei ritmice. Revoluția cardiacă începe cu umplerea atriilor în timpul <i>diastolei</i>	10.II.A. Ritmul cardiac Inima efectuează aproximativ 60-100 contracții/minut, și aproximativ de 100.000 contracții/zi. Senzorul cardiac permite înregistrarea ritmului cardiac, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori. Revoluția cardiacă : Revoluția cardiacă durează 0,8 secunde și cuprinde contracția atriilor sau sistola atrială, care durează 0,1 secunde; contracția ventriculelor, sau sistola ventriculară, care durează 0,3 secunde, relaxarea (repausul) întregii inimi, sau <i>diastola generală</i>, care durează circa 0,4 secunde.

atriale, sângele venos.

Pulsul cardiac (arterial) este o manifestare periferică a activității mecanice a inimii, constând într-o undă expansivă periodică, sincronă cu expulzarea ventriculară, percepută la palparea unei artere pe țesutul dur subiacent.

Frecvența pulsului cardiac se apreciază numărând pulsațiile timp de un minut.



10.1. Funcția inimii

10.II.B. Frecvența respirației

Prin dilatarea toracelui (proces în care sunt implicați mușchii inspiratori și contracția diafragmului care coboară), plămânii se umflă asemeni unui burduf de acordeon la extensie și aerul atmosferic pătrunde în alveolele destinse (inspirația), iar prin îngustarea toracelui și ridicarea boltei diafragmului, aerul este dat afară din plămâni (expirația).

Principalii centri ai reflexelor respiratorii se găsesc în trunchiul cerebral. Ei sunt situați în bulb și sunt alcătuiți dintr-o componentă inspiratorie și una expiratorie. În punte se află un alt centru numit centrul pneumotaxic (centrul reglator al centrilor bulbari). Toți centrii au o organizare bilaterală.

Când centrii inspiratori sunt în activitate, prin nervii motori se trimit influxuri la mușchii inspiratori, care intră în contracție. Activitatea centrilor inspiratori este ritmic inhibată prin

Frecvența pulsului cardiac:

Cu rare excepții este egală cu frecvența contracțiilor cardiace, fiind cuprinsă între 60-90/min.

10.II.B. Frecvența respirației

Plămânii sunt umpluți de obicei cu 3 litri de aer, la care se mai adaugă 0,5 litri la o inspirație obișnuită, ceea ce face ca în permanență să fie primenită 1/6 din aerul pulmonar. În repaus omul ventilează pe minute 8 litri de aer, la o activitate sedentară 16 litri, în mers 24 litri, la un efort (alergare) 50 litri. Într-o zi ventilează 24000 litri de aer, volum care variază cu activitatea și tipul constituțional. La un efort mediu pot fi ventilați 3,5 litri de aer într-o inspirație, iar la un efort mare, cu antrenament 5,5 litri. Cele mai mari ventilații sunt atinse de sportivi care fac canotaj. Respirația se adaptează nevoilor de oxigen ale organismului. Ori de câte ori acestea sunt crescute (activitate musculară crescută, efort, febră, unele afecțiuni), frecvența respirației crește.

Senzorii toracici din vestă permit

intrarea în acțiune a centrilor expiratori, mușchii nu mai primesc stimuli și se relaxează, producându-se expirația. Reglarea reflexă a respirației este asigurată de influxuri care pornesc din alveolele pulmonare și ajung la centrul respirator pe calea nervilor vagi. Un duș rece poate provoca pentru scurt timp oprirea reflexă a respirației (apnee); mucoasa nasului și a traheei excitate provoacă, pe cale reflexă, strănutul sau tusea, care sunt considerate acte respiratorii modificate.

Prin intermediul centrului pneumotaxic, etajele nervoase superioare intervin în reglarea și adaptarea respirației. Scoarța cerebrală controlează și coordonează funcția respiratorie. În emoții, frecvența respirației crește; dimpotrivă, spaima puternică poate provoca o scurtă oprire.

10.II.C.Temperatură corpului uman

Temperatura corporală este menținută constantă (homeotermie) printr-o reglare fiziologică.

Termoreglarea este o funcție complexă aflată sub comanda sistemului nervos central, în principal a hipotalamusului (ansamblu de formațiuni cenușii situate în al treilea ventricul, în centrul creierului).

Temperatura corpului este rezultatul fenomenelor conjugate de producere și de pierdere a căldurii. Căldura produsă, care se adaugă căldurii primite din exterior, rezultă din reacțiile chimice intracelulare și din contracțiile musculare. Pierderea se face spontan prin piele; ea este favorizată de vasodilatația superficială (dilatarea vaselor sanguine ale pielii) și de sudație, urmată de evaporarea transpirației.

înregistrarea frecvenței respirației, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori.

10.II.C.Temperatură corpului uman

Temperatura corpului uman are o valoare medie de 37°C . Aceasta variază în mod normal de la $36,5^{\circ}\text{C}$ (cânte ora 3 dimineața) la $37,2^{\circ}\text{C}$ (cânte ora 6 seara).

Senzorul termic din vestă permite înregistrarea temperaturii corpului, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori.

FIȘA ELEVULUI

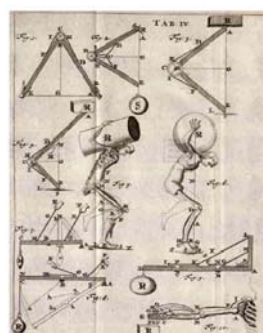
Titlul activității:

Influența ritmului respirator asupra eficienței exercițiilor fizice

Introducere

Dacă privim mai de aproape problemele biologiei animalelor vii, vedem multe fenomene fizice: circulația sângelui, pompe, presiune, etc.

Școala lui Alfonso Borelli (1608-1679): corpul omenesc este o mașinărie; încerca să explice și să tragă concluzii despre natura medicală a diverselor maladii. Ar putea fi astăzi considerate ca aparținând biofizicii medicale



Studiile lui Leonardo da Vinci (1452-1519) de investigare a principiilor mecanice din zborul păsărilor în scopul construirii unui aparat de zbor ar putea fi considerate astăzi bionica



Experimentele lui Galvani (1737-1798) care demonstrează legătura directă dintre electricitatea "fizică" și fenomenele electrofiziologice.



Informații suplimentare

10.I. Învățarea prin experiențe reale la școală: InLOT ne ajută să ajungem IN LOT! (III) Influența ritmului respirator asupra eficienței exercițiilor fizice



Secretul performanței... TREBUIE SĂ AVEȚI:

Ambiție
Tenacitate
Strategie
An **T**renament
Atitudine
Ritm
Temporizare

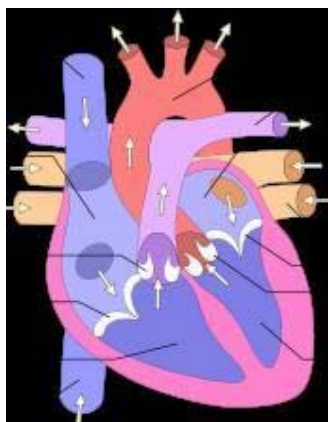
De la fizică, biologie, chimie la educația fizică, toate sunt componente ale propriei performanțe

10.II. Into Lab with InLOT:

Modelarea fenomenului fizic: studiul parametrilor biologici	Principiul metodei
10.II.A. Ritmul cardiac Inima este un mușchi puternic ce pompează sânge în tot organismul. Este localizată în torace înapoia sternului, având o formă asemănătoare cu o pară (la adultul sănătos dimensiunea sa aproximează dimensiunea pumnului). Revoluția cardiacă : trecerea sângelui din atri în ventricule și apoi în arborele vascular, împreună cu fenomenele care determină și însoțesc această deplasare de sânge, poartă numele de revoluție cardiacă (fig. 10.1). Inima este o pompă admisie – expulzare, circulația sângelui fiind posibilă datorită contracțiilor ei ritmice. Revoluția cardiacă începe cu umplerea atriilor în timpul <i>diastolei atriale</i>, sângele venos.	10.II.A. Ritmul cardiac Inima efectuează aproximativ 60-100 contracții/minut, și aproximativ de 100.000 contracții/zi. Senzorul cardiac permite înregistrarea ritmului cardiac, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori. Revoluția cardiacă : Revoluția cardiacă durează 0,8 secunde și cuprinde contracția atriilor sau sistola atrială, care durează 0,1 secunde; contracția ventriculelor, sau sistola ventriculară, care durează 0,3 secunde, relaxarea (repausul) întregii inimi, sau <i>diastola generală</i>, care durează circa 0,4 secunde.

Pulsul cardiac (arterial) este o manifestare periferică a activității mecanice a inimii, constând într-o undă expansivă periodică, sincronă cu expulzarea ventriculară, percepută la palparea unei artere pe țesutul dur subiacent.

Frecvența pulsului cardiac se apreciază numărând pulsațiile timp de un minut.



10.1. Funcția inimii

10.II.B. Frecvența respirației

Prin dilatarea toracelui (proces în care sunt implicați mușchii inspiratori și contracția diafragmului care coboară), plămânii se umflă asemeni unui burduf de acordeon la extensie și aerul atmosferic pătrunde în alveolele destinse (inspirația), iar prin îngustarea toracelui și ridicarea boltei diafragmului, aerul este dat afară din plămâni (expirația).

Principalii centri ai reflexelor respiratorii se găsesc în trunchiul cerebral. Ei sunt situați în bulb și sunt alcătuiți dintr-o componentă inspiratorie și una expiratorie. În punte se află un alt centru numit centrul pneumotaxic (centrul reglator al centrilor bulbari). Toți centrii au o organizare bilaterală.

Când centrii inspiratori sunt în activitate, prin nervii motori se trimit influxuri la mușchii inspiratori, care intră în contracție. Activitatea centrilor inspiratori este ritmic inhibată prin intrarea în acțiune a centrilor expiratori, mușchii nu mai primesc stimuli și se relaxează,

Frecvența pulsului cardiac:

Cu rare excepții este egală cu frecvența contracțiilor cardiace, fiind cuprinsă între 60-90/min.

10.II.B. Frecvența respirației

Plămânii sunt umpluți de obicei cu 3 litri de aer, la care se mai adaugă 0,5 litri la o inspirație obișnuită, ceea ce face ca în permanență să fie primenită 1/6 din aerul pulmonar. În repaus omul ventilează pe minute 8 litri de aer, la o activitate sedentară 16 litri, în mers 24 litri, la un efort (alergare) 50 litri. Într-o zi ventilează 24000 litri de aer, volum care variază cu activitatea și tipul constituțional. La un efort mediu pot fi ventilați 3,5 litri de aer într-o inspirație, iar la un efort mare, cu antrenament 5,5 litri. Cele mai mari ventilații sunt atinse de sportivi care fac canotaj. Respirația se adaptează nevoilor de oxigen ale organismului. Ori de câte ori acestea sunt crescute (activitate musculară crescută, efort, febră, unele afecțiuni), frecvența respirației crește.

Senzorii toracici din vestă permit

producându-se expirația. Reglarea reflexă a respirației este asigurată de influxuri care pornesc din alveolele pulmonare și ajung la centrii respiratori pe calea nervilor vagi. Un duș rece poate provoca pentru scurt timp oprirea reflexă a respirației (apnee); mucoasa nasului și a traheei excitate provoacă, pe cale reflexă, strănutul sau tusea, care sunt considerate acte respiratorii modificate. Prin intermediul centrului pneumotaxic, etajele nervoase superioare intervin în reglarea și adaptarea respirației. Scoarța cerebrală controlează și coordonează funcția respiratorie. În emoții, frecvența respirației crește; dimpotrivă, spaima puternică poate provoca o scurtă oprire. 10.II.C.Temperatură corpului uman Temperatura corporală este menținută constantă (homeotermie) printr-o reglare fiziologică. Termoreglarea este o funcție complexă aflată sub comanda sistemului nervos central, în principal a hipotalamusului (ansamblu de formațiuni cenușii situate în al treilea ventricul, în centrul creierului). Temperatura corpului este rezultatul fenomenelor conjugate de producere și de pierdere a căldurii. Căldura produsă, care se adaugă căldurii primite din exterior, rezultă din reacțiile chimice intracelulare și din contracțiile musculare. Pierderea se face spontan prin piele; ea este favorizată de vasodilatația superficială (dilația vaselor sanguine ale pielii) și de sudăție, urmată de evaporarea transpirației.	înregistrarea frecvenței respirației, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori. 10.II.C.Temperatură corpului uman Temperatura corpului uman are o valoare medie de 37 °C Aceasta variază în mod normal de la 36,5 °C (cânte ora 3 dimineața) la 37,2 °C (cânte ora 6 seara). Senzorul termic din vestă permite înregistrarea temperaturii corpului, iar platforma InLOT stocarea acestor date, corelat cu cele furnizate de ceilalți senzori.
---	--

Materiale necesare

- sistemul InLOT
- PC
- fișa de lucru

Măsurile de protecție

Respectați regulile de protecție a muncii în laboratorul de fizică.

Investigația științifică propriu-zisă

Fișa de lucru

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârsta: _____, Gen: ☐ M, ☐ F

Determinări experimentale	Modul de lucru
<u>parametrii inițiali</u> Frecvența inițială a pulsului cardiac a subiectului este: $F_{\text{puls inițial}} = \text{_____}$ bătăi/minut Frecvența inițială a respirației subiectului este: $F_{\text{resp. inițială}} = \text{_____}$ respirații/ minut Temperatura inițială a corpului subiectului este: $t_{\text{inițial}} = \text{_____}$ °C <u>proba 1: ritm resp. lent</u> Frecvența pulsului cardiac a subiectului este: $F_{\text{puls 1}} = \text{_____}$ bătăi/minut Frecvența respirației subiectului este: $F_{\text{resp. 1}} = \text{_____}$ respirații/ minut Temperatura corpului subiectului este: $t_1 = \text{_____}$ °C <u>proba 2: ritm resp. des și superficial</u> Frecvența pulsului cardiac a subiectului este:	Determinările se fac desigur în sistemul de referință al accelerometrului cu ajutorul interfeței InLOT: A3 și a controlerilor de frecvența pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii. 13. Se face o determinare inițială de frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului 14. Se realizează un set de exerciții fizice (alergare, flotari, genuflexiuni), se înregistrează modificările în frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului 15. Se realizează setul de exerciții de către fiecare elev, de 3-4 ori, cu pauze între set-urile de exerciții 16. La fiecare probă, elevul își impune diferite ritmuri de respirație: a. lent și profund, b. des și superficial, etc.) 17. Se măsoară temperatura, pulsul și ritmul respirator pentru fiecare tip de respirație ales 18. Se observă care dintre cele două tipuri de respirație este mai eficient (puls mai redus) pentru fiecare dintre subiecții aleși 19. Se construiesc graficele variației în timp a frecvenței pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului, prin comparație între cele două situații. 20. Se discută aspectele evidențiate de aceste grafice pentru același subiect

 	
$F_{puls\ 2} =$ _____ bătăi/minut Frecvența respirației subiectului este: $F_{resp.\ 2} =$ _____ respirații/ minut Temperatura corpului subiectului este: $t_2 =$ _____ °C	21. Se înregistrează graficele de frecvență a pulsului cardiac, a frecvenței respirației și temperaturii corpului subiectului pentru doi subiecți de aceeași vârstă, dar performanțe/ condiție fizică diferite.

Sugestii pentru interpretarea datelor

Analizați rezultatele experimentului.

Aprofundarea investigației

1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cercetătorului.

2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor

Evaluare

1. Turul galeriei:

Pregătiți prezentări orale pentru un public adecvat, care să fie însoțite de prezentări multimedia, broșuri sau site-uri. Aceste produse trebuie să identifice nevoile și resursele curente ale comunității și să ofere soluții acceptabile. Astfel, sarcina se transformă într-un proiect de învățare în sprijinul comunității, dând naștere unui scop autentic și realizând o conexiune cu lumea reală prin intermediul comunității.

2. Criterii de evaluare:

- Toți membrii echipei întreprind activități de colaborare, parcurgând etapele indicate în auxiliarul pus la dispoziție și culeg date pentru unul dintre rolurile în cadrul echipei*
- Fiecare membru îndeplinește rolul pe care îl deține în cadrul echipei. Membrii echipelor conlucrează la realizarea unei prezentări de calitate*
- Prezentarea respectă structura recomandată*
- Explicația cuprinsă în prezentare este clarificatoare pentru public*
- Design-ul prezentării este elocvent pentru procesul prezentat și clarificator pentru public*
- Maniera de prezentare este atractivă și implică publicul*
- Membrii echipei sunt receptivi la întrebările publicului și formulează răspunsuri pertinente pentru toate întrebările publicului*
- Prezentarea rolurilor în echipă demonstrează că membrii au cunoștințe în toate ariile acoperite de proiect.*
- Membrii echipei vorbesc cu voce tare, comunică într-un mod foarte clar conținutul prezentării, și stabilesc contact vizual cu audiența.*
- Membrii echipei oferă explicații suplimentare la solicitarea publicului, pe flip-chart*

Autor: prof. dr. Adriana Iacob



MIȘCAREA OSCILATORIE – STUDIUL PENDULULUI ELASTIC

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Mișcarea oscilatorie - Studiul pendulului elastic

Disciplina:

Fizică – clasa a XI-a

Vârsta elevilor:

17-18 ani

Durata:

100 min

Conținutul științific:

Concepte: perioada, frecvența, accelerația gravitațională, constanta elastică, oscilație, reprezentarea grafică, variabilă dependentă / variabilă independentă;

Abilități de bază și de dezvoltare: observarea sistematică, identificarea / recunoașterea variabilelor, reprezentare grafică, înregistrarea și interpretarea semnificației datelor măsurate / înregistrate.

Obiectivele de învățare

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- definească și să caracterizeze mișcarea oscilatorie și mărimile fizice caracteristice;
- stabilească relații de tip cauză - efect;
- utilizeze elementele sistemului digital pentru a înregistra datele pentru diferite experimente specifice de dinamică respectând rolul principalelor componente ale unui astfel de sistem;
- investigheze proprietățile diferitelor sisteme fizice utilizând sistemul de senzori InLOT, sistemul special proiectat pentru a facilita comanda dispozitivului de achiziție a datelor

Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
 - Formulează ipoteze



- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control observabile
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia folosită (dacă există):

- **Vesta cu senzori (SensVest)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Accelerometrele pentru picior și mână (Leg and Arm Accelerometer)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână cu ajutorul cărora se realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Stația de bază (Base Station)** – care colectează toate datele transmise.



• **Interfața Utilizator (User Interface Software)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Detalii despre utilizare găsiți în anexa 1.1.

Materialele necesare

Secvențe de film care prezintă copii sau tineri într-un parc de distracții, computer, videoproiector, pendul elastic, pendul gravitațional, fișă de activitate experimentală, *sistemul InLOT*

Ghid de discuții

Anticipare

- **eseul de 5 minute** – elevii scriu timp de 5 minute un scurt text utilizând cuvintele date de profesor: vibrează/vibrație, mișcare, deformare, timp, măsurare. Apoi se citesc 4 sau 5 ”eseuri”, ale elevilor care doresc sau care se oferă să citească, iar profesorul împreună cu ceilalți elevi verifică dacă au fost utilizate toate cuvintele și oferă feedback.

Construirea cunoștințelor

- Profesorul cere elevilor să urmărească atent secvența de film și să identifice și să definească tipul mișcării observate.
- Elevii sunt organizați în grupe de câte patru, fiecare grup are la dispoziție materialele necesare din trusa specifică laboratorului de fizică pentru a realiza montajele specifice pentru studiul pendulului elastic, precum și copii xeroxate (max 1 pagină) ale unui articol științific. În această configurație elevii citesc textul și realizează experimentele descrise în fișă de activitate experimentală, fixând pe fiecare pendul, unul după altul, accelerometrul și înregistrându-și propriile date experimentale.
- Metoda Mozaic: Fiecare elev primește o fișă de activitate experimentală având următoarele sarcini de lucru:
 - să realizeze experimentele cu ajutorul pendulului elastic;
 - să interpreteze reprezentările grafice obținute în urma utilizării accelerometrelor și a sistemului InLOT;
 - să descrie și să compare graficele mișcărilor oscilatorii înregistrate;
 - să realizeze un poster în care să prezinte sinteza/schema recapitulativă a activităților, rezultatelor și explicațiilor descoperite.

După o activitate de circa 15 min în ”grupul casă” (grupul inițial format din 4 elevi) profesorul solicită elevilor să numere în interiorul grupurilor. Toți elevii având numărul 1 formează un grup împreună; toți elevii având numărul 2 formează un grup împreună și așa mai departe, astfel încât în final în noua configurație toți membrii noilor grupuri provin din grupuri diferite. În această nouă configurație, numită ”grup expert” elevii trebuie să rezolve una dintre cele patru sarcini menționate la început și să completeze pe fișa experimentală de lucru Această secvență durează circa 20 min, timp în care profesorul monitorizează calitatea discuțiilor și cooperării dintre elevi, focalizarea lor pe subiectul investigat, relevanța, pertinența și corectitudinea abordării științifice, precum și a limbajului științific de specialitate



utilizat. În secvența finală, elevii revin în grupurile inițiale – grupuri casă – în care își împărtășesc impresiile, informațiile, explicațiile descoperite/învățate pe durata secvenței anterioare ei au circa 10 min pentru a finaliza și apoi pentru a prezenta/expune posterul cu rezultatele pe care le-au obținut împreună, aceste rezultate fiind însoțite de argumente științifice corespunzătoare.

Evaluare

Reflecție/Consolidare

- **Metoda de evaluare:** *turul galerei* – elevii din grupurile casă își afișează posterele și, împreună, având la dispoziție foi de post-it, vizitează posterele colegilor și citesc, analizează, apreciază, evaluează produsul realizat de colegi și scriu și lipesc pe fiecare poster (cu excepția posterului propriu) o foaie de post-it pe care scriu o întrebare adresată fiecărui grup. În funcție de timpul rămas, este posibil ca fiecare grup să răspundă în clasă la toate întrebările primite sau fiecare grup își ia întrebările primite și le rezolvă ca temă acasă urmând să fie discutate împreună cu profesorul în ora următoare.

Instrumente de evaluare: fișa de activitate experimentală; harta clasei / grila de observare a activităților în grup

- ⇒ Observarea activităților în grup;
- ⇒ Evaluare orală, conversație;
- ⇒ Bilețelul de ieșire.



FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Mișcarea oscilatorie – Studiul pendulului elastic

Introducere

Scopul activității experimentale:

- determinarea perioadei de oscilație a unui pendul elastic utilizând 3 metode diferite, identificarea avantajelor/dezavantajelor și a limitelor de aplicabilitate ale fiecărei metode.

Materiale necesare:

- pendul elastic
- cronometru
- discuri cu masa marcată

Investigație

M 1: Se măsoară intervalul de timp (t) în care au loc n oscilații (10, 15, respectiv 20).

Se determină perioada de oscilație a pendulului utilizând relația: $T_c = \frac{t}{n}$.

Se trec valorile în tabelul cu datele experimentale și se determină valoarea medie a perioadei cu relația: $\bar{T}_c = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$

M 2:

- se stabilește masa (m) a pendulului (tija+discuri crestate)
- se suspendă discurile crestate de resort și se măsoară, la echilibru alungirea acestuia (Δl)
- se determină constanta elastică a resortului utilizat cu relația: $k = \frac{mg}{\Delta l}$, ($g=9,8\text{m/s}^2$),
- se determină perioada de oscilație cu relația: $T_c = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
- valoarea obținută se trece în tabelul cu date experimentale.

M3: - se atașează pendulului utilizat, accelerometrul

- consultând tutorialul de utilizare a senzorilor InLOT, se determină perioada de oscilație a pendulului (se măsoară intervalul de timp dintre n maxime și se împarte la n)
- valoarea obținută se trece în tabelul cu date experimentale

Analiză



Tabelul cu datele experimentale:

Pendul elastic											
M1					M2				M3		
nr. ms.	t (s)	n	T_e (s)	$\bar{T}_e$ (s)	m (kg)	Δl (m)	k (N/m)	T_c (s)	t (s)	n	T_a (s)
1.											
2.											
3.											

Aprofundarea investigației

1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cercetătorului.

2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor

Evaluare:

Interpretarea rezultatelor obținute (avantaje/dezavantaje, limite de aplicabilitate specifice fiecărei metode):

Surse de erori:

Sugestii pentru utilizarea viitoare a sistemului InLOT

Autor: Luminița Chicinaș



MIȘCAREA OSCILATORIE – STUDIU COMPARATIV AL PENDULULUI ELASTIC ȘI AL PENDULULUI GRAVITAȚIONAL

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Mișcarea oscilatorie - Studiul comparativ al pendulului elastic și al pendulului gravitațional

Disciplina:

Fizică – clasa a XI-a

Vârsta elevilor:

17-18 ani

Durata:

100 min

Conținut științific

Concepte: perioadă, frecvență, accelerație gravitațională, constanta elastică, oscilație, reprezentare grafică, variabilă dependentă/variabilă independentă.
Deprinderi elementare și de bază: observare, identificarea variabilelor, construirea unui grafic, înregistrarea și prelucrarea datelor înregistrate

Obiectivele de învățare

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- definească și să caracterizeze oscilațiile amortizate;
- stabilească cauzele apariției oscilațiilor amortizate;
- compare oscilațiile liniar armonice și cele amortizate;
- utilizeze elementele sistemului digital de înregistrare a datelor în cazul unor experimente specifice de dinamică și respectând rolul principalelor componente ale unui astfel de sistem;
- investigheze proprietăți ale diferitelor sisteme fizice folosind instrumentație virtuală proiectată astfel încât să permită comanda unei plăci de achiziție de date.

Caracterul activității bazat pe investigare

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*



- Identifică întrebări testabile
- Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
- Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia aplicată (dacă este cazul)

- **Vesta cu senzori (SensVest)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Accelerometrele pentru picior și mână (Leg and Arm Accelerometer)** – mici dispozitive



atașate la picior și/sau mână cu ajutorul cărora se realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.

- **Stația de bază (Base Station)** – care colectează toate datele transmise.
- **Interfața Utilizator (User Interface Software)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Materiale necesare

- secvență de film în care este prezentat un elev care se leagă pe un balansoar, calculator, videoproiector, pendul elastic, pendul gravitațional, fișe de activitate experimentală

Ghid metodic

Anticipare

- **Exemple de situații – problemă** – pretext: mișcarea crengilor copacilor unei păduri în bătaia vântului, un ceas de perete cu pendul, etc. sau lectura unui scurt text suport adaptat, având o tematică similară.
- **Observarea unei secvențe de film** – Elevii urmăresc secvențele de film selectate de profesor.

Construirea cunoștințelor

Strategia didactică

- Profesorul solicită elevilor să urmărească atent secvența de film, să identifice și să definească tipul mișcării observate.
- Elevii sunt organizați în grupe de câte patru, fiecare grupă are la dispoziție materialele necesare din trusa de fizică pentru a realiza montajele specifice pentru studiul pendulului elastic și al celui gravitațional. În această configurație elevii efectuează experimentele explicitate în fișa de activitate experimentală, montând pe fiecare pendul, pe rând, accelerometrul și efectuând înregistrarea datelor proprii.
- Metoda Cafenea (1 stă 3 circulă): Fiecare elev primește o fișă de activitate experimentală, având următoarele sarcini:
 - să realizeze experimentele cu pendulul elastic și pendulul gravitațional;
 - să interpreteze graficele realizate cu ajutorul senzorului;
 - să compare pendulul elastic și pendulul gravitațional;
 - să realizeze un poster care să redea rezumatul/ schema/ schița activităților, rezultatelor și explicațiilor descoperite.

După cca. 10 min de activitate în grupul de patru profesorul introduce o mișcare. Pentru ca regrouparea elevilor să funcționeze perfect este necesar ca numărul inițial de grupe să fie egal cu numărul elevilor din grup. Elevii numără în interiorul fiecărui grup, iar cel/cea care are numărul 1 rămâne pe loc; cel/cea care are numărul 2 se deplasează la primul grup învecinat; cel/cea care are numărul 3 se deplasează la următorul astfel încât în final, în noua configurație toți membrii să provină de la grupuri diferite. Elevul/eleva care a rămas pe loc prezintă colegilor ceea ce au realizat până la acel moment, ceilalți pun întrebări, solicită informații. Durata acestei secvențe este de cca. 20 min, timp în care profesorul monitorizează calitatea



discuțiilor, centrarea acestora pe subiectul investigat, relevanța și corectitudinea exprimărilor științifice.

- Elevii revin în grupurile inițiale unde își împărtășesc impresiile, informațiile, explicațiile aflate în secvența anterioară și dispun de încă cca. 10 min pentru a finaliza și prezenta/ expune posterul cu rezultatele obținute și argumentele corespunzătoare.

Reflecție/Consolidare

- **Metodă de evaluare:** *turul galeriei* – grupele de câte patru elevi expun foile A3 pe care au sintetizat răspunsurile agreeate; fiecare grup primește un număr de foi de hârtie (post-it) egal cu numărul posterelor, mai puțin propriul poster și citesc concluziile colegilor după care formulează câte o întrebare pentru fiecare grup. În funcție de timpul avut la dispoziție, este posibil ca fiecare grup să răspundă în clasă la întrebări sau fiecare grup își ia întrebările și răspunde ca temă acasă.
- **Instrument de evaluare:** fișele de lucru completate; harta clasei/grile de observare a activităților în grup

Evaluare:

- ⇒ observarea activităților în grup;
- ⇒ orală, prin conversație;
- ⇒ scrisă prin metoda bulgărelui de zăpadă.



FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Mișcarea oscilatorie: Studiul comparativ al pendulului elastic și al pendulului gravitațional

Introducere

Scopul lucrării:

- determinarea perioadei de oscilație a unui pendul elastic/gravitațional prin utilizarea a 3 metode, identificarea avantajelor/dezavantajelor și a limitelor de aplicabilitate a fiecărei metode.

Materiale necesare:

Pendul elastic:

M1: - pendul elastic

- pendul gravitațional
- cronometru

M2: - riglă

- discuri crestate

M3: -acceleormetru

- PC pentru utilizarea InLOT

Investigație

M1:

- se măsoară intervalul de timp (t) în care au loc n oscilații (10, 15, respectiv 20).
- se determină perioada de oscilație a pendulului utilizând relația: $T_e = \frac{t}{n}$.
- se trec valorile în tabelul cu datele experimentale și se determină valoarea medie a perioadei cu relația: $\bar{T}_e = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$.

M2:

- se stabilește masa (m) a pendulului (tija+discuri crestate)
- se suspendă discurile crestate de resort și se măsoară, la echilibru alungirea acestuia (Δl)
- se determină constanta elastică a resortului utilizat cu relația: $k = \frac{mg}{\Delta l}$, ($g=9,8\text{m/s}^2$),



- se determină perioada de oscilație cu relația: $T_c = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
- valoarea obținută se trece în tabelul cu date experimentale.

M3:

- se atașează pendulului utilizat, accelerometrul
- consultând tutorialul de utilizare a senzorilor InLOT, se determină perioada de oscilație a pendulului (se măsoară intervalul de timp dintre n maxime și se împarte la n)
- valoarea obținută se trece în tabelul cu date experimentale

M1:

- se măsoară intervalul de timp (t) în care au loc n oscilații (10, 15, respectiv 20).
- se determină perioada de oscilație a pendulului utilizând relația: $T_c = \frac{t}{n}$.
- se trec valorile în tabelul cu datele experimentale și se determină valoarea medie a perioadei cu relația: $\bar{T}_c = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$.

M2:

- se măsoară lungimea pendulului L
- se determină perioada de oscilație cu relația: $T_c = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$, ($g=9,8\text{m/s}^2$)
- valoarea obținută se trece în tabelul cu date experimentale.

M3:

- se atașează pendulului utilizat, accelerometrul
- consultând tutorialul de utilizare a senzorilor InLOT, se determină perioada de oscilație a pendulului (se măsoară intervalul de timp dintre n maxime și se împarte la n)
- valoarea obținută se trece în tabelul cu date experimentale

Analiză

Tabel cu date experimentale:

pendul elastic											
M1					M2				M3		
nr. măs.	t (s)	n	T_c (s)	$\bar{T}_c$ (s)	m (kg)	Δl (m)	k (N/m)	T_c (s)	t (s)	n	T_a (s)
1.											
2.											
3.											

Tabel cu date experimentale:

pendul gravitațional									
M1					M2		M3		
nr. măs.	t (s)	n	T_c (s)	$\overline{T}_c$ (s)	L (m)	T_c (s)	t (s)	n	T_a (s)
1.									
2.									
3.									

Aprofundarea investigației

1. *Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cercetătorului.*

2. *Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor*

Evaluare

Interpretarea rezultatelor (avantaje/dezavantaje, limite de aplicabilitate pentru fiecare metodă):

Surse de erori:

Sugestii de utilizare a sistemului InLOT:

Autor: Luminița Chicinaș



INVESTIGAREA UNOR PARAMETRI BIOLOGICI ÎN CONDIȚII DE EFORT FIZIC CU AJUTORUL SENZORILOR ȘI SOFT-ULUI InLOT

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Unde electromagnetice

Disciplina:

Fizică – clasa a XI-a

Vârsta elevilor:

17-18 ani

Durata:

120 min

Conținut științific

Concepte: perioadă, frecvență, accelerație gravitațională, ritm cardiac, reprezentare grafică, variabilă dependentă/variabilă independentă.

Deprinderi elementare și de bază: observare, identificarea variabilelor, construirea unui grafic, înregistrarea și prelucrarea datelor înregistrate

Lecția este valoroasă deoarece, prin implementarea sistemului digital format din senzori și soft-ul corespunzător, propune investigarea experimentală a proprietăților fizice ale unor sisteme biologice, testarea propriilor idei și ipoteze științifice utilizând instrumentație virtuală. Lecția implică elevii într-un experiment interdisciplinar (fizică, biologie, sport) în care aceștia vor aplica într-o situație reală noțiunile și conceptele studiate la fizică, informatică, biologie și vor primi astfel informații suplimentare referitoare la conținuturile studiate anterior. Elevii vor utiliza transmiterea digitală a datelor prin monitorizarea și controlul comportării corpului uman expus diferit la factorii de efort fizic (exerciții care cresc frecvența respiratorie și frecvența cardiacă). Prin analiza și interpretarea datelor obținute elevii vor determina raporturile de cauzalitate și vor comunica rezultatele obținute utilizând limbajul științific specific.

Folosind ca principale metode atât experimentul demonstrativ cât și cel cu caracter de cercetare, lecția urmărește să dezvolte elevilor spiritul de observație, abilitățile de analiză și sinteză, de generalizare, de comparare, de descoperire, de investigarea a realității, de a trage concluzii raportat la formarea unor atitudini față de funcționarea propriului corp.

Obiectivele de învățare

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- identifice principalele componente ale sistemului InLOT, folosind o schemă a sistemului



utilizat pentru măsurarea unor parametri fizici și biologici;

- explice rolul principalelor componente ale unui astfel de sistem, pornind de la cunoștințele dobândite anterior la fizică, informatică și biologie;
- explice pe baza principiilor și legilor fizicii modalități de transformare în semnale electrice a semnalelor de tip analog, precum și transmiterea lor la distanță printr-o rețea de tip wireless, pentru a putea fi analizate cu sisteme computerizate;
- investigheze proprietăți ale diferitelor sisteme fizice folosind instrumentație virtuală proiectată, astfel încât să permită comanda unei plăci de achiziție de date;
- analizeze, să compare rezultatele obținute sub formă de grafice și să formuleze concluzii;
- prezinte oral sau în scris clar și corect activitățile realizate, finalitatea experimentului.

Caracterul activității bazat pe investigare

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
 - Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație



- Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment

- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia aplicată (dacă este cazul)

- **Vesta cu senzori (SensVest)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Accelerometrele pentru picior și mână (Leg and Arm Accelerometer)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână cu ajutorul cărora se realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Stația de bază (Base Station)** – care colectează toate datele transmise.
- **Interfața Utilizator (User Interface Software)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Materiale necesare

- sistem digital cu senzori, InLOT, calculator, fișe de observație

Ghid metodic

Anticipare

- Profesorul va comunica tema experimentului și va stabili grupele de elevi, astfel încât fiecare grupă să prezinte un referat, un poster sau o prezentare PPT cu una din următoarele teme :
 1. Unde electromagnetice (caracteristici, clasificare)
 2. Emisia și recepția undelor electromagnetice
 3. Aplicații - rețele wireless
 4. Transformare în semnale electrice a altor semnale de tip analog
 5. Mecanica respirației
 6. Frecvența cardiacă și efortul fizic

Construirea cunoștințelor (1h)

- Elevii își prezintă la începutul orei rezultatul activității anterioare de documentare (pe temele menționate mai sus). Astfel ei au prilejul să împărtășească diferite puncte de vedere teoretice referitor la unde electromagnetice dar și să-și îmbogățească, să-și actualizeze și să revadă cunoștințele necesare pentru a realiza în mod practic secvența



experimentală și totodată să se gândească la modalitatea de a ajunge la concluzii. 30 min

- Definirea problemei, formularea de ipoteze *În ce mod influențează efortul fizic parametrii biologici?* 10 min
- Recunoașterea și studiul dispozitivului tehnic de către elevi: profesorul prezintă elementele sistemului (antena, accelerometru, computer, soft specializat); etapele experimentului sunt de asemenea discutate împreună de profesor și elevi cu accent pe întrebările și răspunsurile referitoare la aspectele practice care ar putea fi asociate pe durata experimentului, precum și la înregistrarea și transferul datelor experimentale; de asemenea, în această secvență a lecției sunt stabilite și descrise rolurile fiecărui elev în grupul său, profesorul asigurându-se că toți elevii și-au înțeles rolul și ce se așteaptă de la ei la finalul activităților practice
- Designul configurației experimentale: doi elevi care se oferă voluntari vor lua, unul după altul, accelerometrele (braț, picior și vestă) și apoi vor efectua câteva exerciții simple de încălzire: mers rapid pași mici (3 min.), alergare ușoară (3 min.), alergare rapidă (3 min.). Deoarece sistemul permite transmiterea datelor înregistrate în mod wireless la o distanță de 150 m atunci înseamnă că exercițiile vor avea loc în sala de sport sau pe terenul de sport al școlii având grijă la păstrarea distanței. (10 min).
- Investigarea experimentală cu ajutorul accelerometrelor, stației de bază și a unui laptop urmată de înregistrarea evoluției în timp a parametrilor doriți: coordonate spațiale, puls, rata respirației. (15 min)
- Elevii vor analiza și interpreta datele înregistrate, le vor transfera și vor lucra cu ele sub formă de reprezentări grafice, interpretând rezultatele. (30 min)

Reflecție/Consolidare

- Elevii vor realiza prezentări orale sau scrise a propriilor activități, rezultatul principal al experimentului și vor completa Fișa de Activitate Experimentală (ipoteza s-a confirmat sau nu).

Evaluare:

- ✓ Orală – *Grilă de apreciere a prezentării*
- ✓ Scrisă -*Fișa experimentului*
- ✓ *Referat tematic.*



FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Unde electromagnetice

Introducere

Scopul lucrării:

- determinarea perioadei de oscilație a unui pendul elastic/gravitațional prin utilizarea a 3 metode, identificarea avantajelor/dezavantajelor și a limitelor de aplicabilitate a fiecărei metode.

Materiale necesare:

- sistem digital cu senzori, InLOT, calculator, fișe de observație

Investigație

- completarea cerințelor din fișa de activitate experimentală de mai jos



Fișa de activitate experimentală

Numele

Tema investigației

Ipoteza Descrie ceea ce te aștepti să înveți prin această investigație.

Proiectarea experimentului

Descriere pe scurt experimentul

Descrie materialele și modul în care este realizat dispozitivul. Realizează o schiță (desen) a dispozitivului experimental cu descrierea și etichetarea părților componente

Care sunt etapele în realizarea experimentului?

Identificarea variabilelor

Ce vei observa sau măsura?

Ce factori pot influența rezultatul experimentului?

Desenează sau scrie observațiile obținute prin investigație.



Prelucrarea datelor - Concluzii

Studiază graficele obținute prin achiziția datelor. Sintetizează datele cantitative și observațiile calitative.

În ce situații se pot utiliza rezultatele acestui experiment?

Propune alte situații în care să folosești acest dispozitiv.

Autor: Luminița Chicinaș



STUDIUL MIȘCĂRII RECTILINII

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Mișcare și repaus

Disciplina:

Fizică – clasa a IX-a

Vârsta elevilor

15 ani

Durata estimată:

100 min

Conținut științific

Concepte: viteza, reprezentare grafică, variabilă dependentă/variabilă independentă,
Deprinderi elementare și de bază: observare, identificarea variabilelor, construirea unui grafic, înregistrarea și prelucrarea datelor înregistrate.

Obiectivele de învățare

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili :

- ⇒ Să interpreteze graficul accelerației în funcție de timp;
- ⇒ Să recunoască din grafic diferite tipuri de mișcări rectilinii;
- ⇒ Să măsoare și să determine diferiți parametri ai mișcării;
- ⇒ Să exerseze deprinderi de gândire critică prin abordarea studiului mișcării în diferite condiții impuse;
- ⇒ Să utilizeze corect limbajul științific;
- ⇒ Să compare diferite mișcări.

Caracterul activității bazat pe investigare

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate



- Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia aplicată (dacă este cazul)

- ***Vesta cu senzori (SensVest)*** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- ***Accelerometrele pentru picior și mână (Leg and Arm Accelerometer)*** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână cu ajutorul cărora se realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- ***Stația de bază (Base Station)*** – care colectează toate datele transmise.



• **Interfața Utilizator (User Interface Software)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Materiale necesare

- trusa de mecanică, fișe de lucru

Ghid metodic

Anticipare

- 📄 **Exemple de situații – problemă** - pretext
- 📄 **Observarea unei secvențe de film** selectate de profesor

Construirea cunoștințelor

Cubul: Elevii sunt grupați în 6 grupe; fiecare grupă primește o sarcină diferențiată după cum urmează:

1. descrie ceea ce au observat în film,
2. exemplifică alte situații similare cu ceea ce au observat în film,
3. analizează fiecare situație
4. reprezintă grafic viteza în funcție de timp, asociind graficul cu mișcarea observată în film,
5. reprezintă grafic coordonata în funcție de timp, asociind graficul cu mișcarea observată în film,
6. argumentează.

- 📄 Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.

Reflecție/Consolidare

- 📄 **Metodă de evaluare:** evaluare practică, exercițiu
- 📄 **Instrument de evaluare:** foia de evaluare

Finalizare alternativă: În situația în care interpretarea datelor culese prin măsurători experimentale nu se poate face la clasă la timp, elevii vor întocmi acasă referate în care să prelucreze aceste date.

Evaluare:

Compararea a două grafice de mișcare în cazul probei de alergare-viteză

- ✓ Modelarea grafică a mișcărilor descrise într-o situație reală
- ✓ Orală, prin conversație
- ✓ Foia de evaluare



FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Mișcare și repaus

Introducere

Scopul lucrării:

- compararea mișcărilor mecanice prin utilizarea senzorilor și a sistemului InLOT, identificarea avantajelor/dezavantajelor și a limitelor de aplicabilitate a fiecărei metode.

Materiale necesare:

- sistem digital cu senzori, InLOT, calculator, fișe de observație

Investigație

- completarea cerințelor din fișa de activitate experimentală de mai jos



Fișa de activitate experimentală

Numele

Tema investigației

Ipoteza Descrie ceea ce te aștepti să înveți prin această investigație.

Proiectarea experimentului

Descriere pe scurt experimentul

Descrie materialele și modul în care este realizat dispozitivul. Realizează o schiță (desen) a dispozitivului experimental cu descrierea și etichetarea părților componente

Care sunt etapele în realizarea experimentului?

Identificarea variabilelor

Ce vei observa sau măsura?

Ce factori pot influența rezultatul experimentului?

Desenează sau scrie observațiile obținute prin investigație.

Prelucrarea datelor - Concluzii



Studiază graficele obținute prin achiziția datelor. Sintetizează datele cantitative și observațiile calitative.

În ce situații se pot utiliza rezultatele acestui experiment?

Propune alte situații în care să folosești acest dispozitiv.

Autor: Luminița Chicinaș



FORȚA DE FRECARĂ ȘI MIȘCAREA CORPURILOR

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Tipuri de forțe: Forța de frecare și mișcarea corpurilor

Disciplina:

Fizică – clasa a VII-a

Vârsta elevilor

13 ani

Durata estimată:

50 min

Conținut științific

Concepte: interacțiune, forță, greutate, forța de frecare, reacțiune normală, reprezentare grafică, variabilă dependentă/variabilă independentă.

Deprinderi elementare și de bază: observare, identificarea variabilelor, construirea unui grafic, înregistrarea și prelucrarea datelor înregistrate

Lecția este valoroasă deoarece, prin implementarea sistemului digital format din senzori și soft-ul corespunzător, propune investigarea experimentală a proprietăților fizice ale unor sisteme fizice, testarea propriilor idei și ipoteze științifice utilizând instrumentație virtuală.

Lecția implică elevii într-o serie de experimente integratoare desfășurate în timp real, experiment în care ei vor descoperi și aplica în situații reale noțiunile și conceptele studiate la fizică. Elevii vor utiliza transmiterea digitală a datelor prin monitorizarea și controlul comportării corpurilor avute la dispoziție în diferite montaje experimentale care le permit să-și verifice diferite idei și modele explicative. Prin analiza și interpretarea datelor obținute elevii vor determina raporturile de cauzalitate și vor comunica rezultatele obținute, utilizând limbajul științific specific.

Folosind ca principale metode atât experimentul demonstrativ cât și cel cu caracter de cercetare lecția urmărește să dezvolte elevilor spiritul de observație, abilitățile de analiză și sinteză, de generalizare, de comparare, de descoperire, de investigarea a realității, de a trage concluzii raportat la formarea unor atitudini față de rolul și efectele forțelor de frecare în diferite contexte. Lecția permite elevilor să studieze efectele forței de frecare asupra mișcării corpurilor în diferite situații atât în aranjamente experimentale uzuale, cât și cu ajutorul datelor înregistrate în timp real cu ajutorul accelerometrelor



Obiectivele de învățare

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ⇒ utilizeze elementele sistemului digital de înregistrare a datelor în cazul unor experimente specifice de dinamică și respectând rolul principalelor componente ale unui astfel de sistem;
- ⇒ investigheze proprietăți ale diferitelor sisteme fizice, folosind instrumentație virtuală proiectată astfel încât să permită comanda unei plăci de achiziție de date;
- ⇒ identifice noțiuni și să caracterizeze mărimi fizice legate de mișcarea corpurilor;
- ⇒ descrie mișcarea corpurilor în absența și prezența forței de frecare;
- ⇒ verifice experimental influența forței de frecare asupra caracteristicilor mișcării unui corp;
- ⇒ analizeze, compare rezultatele obținute sub formă de grafice și să formuleze concluzii;
- ⇒ prezinte oral sau în scris clar și corect activitățile realizate, finalitatea experimentului.

Caracterul activității bazat pe investigare

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
 - Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind*



logica și dovezile experimentale

- Diferențiază explicațiile prin descriere
- Construiește și utilizează reprezentări grafice
- Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
- Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
- Diferențiază observația prin deducție
- Propune o explicație bazată pe observație
- Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
- Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite

dintr-un experiment

- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând

desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia aplicată (dacă este cazul)

- **Vesta cu senzori (SensVest)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Accelerometrele pentru picior și mână (Leg and Arm Accelerometer)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână cu ajutorul cărora se realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Stația de bază (Base Station)** – care colectează toate datele transmise.
- **Interfața Utilizator (User Interface Software)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Materiale necesare

- corpuri, plan înclinat, vas cu apă, „parașuta”, senzorii KLiC, calculator, videoproiector

Ghid metodic

Anticipare

- ▢ **Cuvinte cheie:** automobil, ploaie, șosea, schi, oprire. Individual, fiecare elev va redacta un scurt text care să cuprindă cele cinci cuvinte, indiferent de ordinea în care sunt utilizate. Profesorul lasă 3 – 4 elevi care se oferă să citească textele personale sau alege el 3 - 4 astfel de texte care sunt citite în plen.
- ▢ **Observarea unei secvențe de film care conține exemple de situații – problemă** – de ex. situații care evidențiază mișcarea corpurilor în contact cu diferite suprafețe: joc de hochei, frânarea unui automobil pe banda de încercare, deplasarea unui dulap masiv pentru reamenajarea camerei, jocul de volei/



baschet, deplasarea cu barca pe un lac sau un râu etc. (situații cât mai diverse și în care să poată fi observată mișcarea influențată de contactul cu suprafețe solide, lichide și/ sau gazoase

Construirea cunoștințelor

Strategia didactică: elevii formează 6 grupe (grupe casă) care vor studia (respectând indicațiile din fișa de activitate experimentală) mișcarea corpurilor în următoarele situații:

- corpul care alunecă pe plan cu diferite grade de șlefuire a suprafeței și diferite unghiuri
- corpul cade liber de la o anumită înălțime cu și fără parașută
- corpul este lăsat să "cadă" în vase care conțin diferite lichide: apă/ulei.

Se constituie grupele expert prin numărare de la 1 la 6 în interiorul fiecărei grupe. Profesorul distribuie fiecărui grup expert sarcina specifică: corpul alunecă pe planul înclinat lucios pentru unghiuri de 30^0 și 45^0 ; corpul alunecă pe planul înclinat cu rugozitate maximă pentru unghiuri de 30^0 și 45^0 ; corpul cade de la trei înălțimi diferite fără parașută; corpul cade de la aceleași trei înălțimi cu parașută; corpul este lăsat să "cadă" într-un vas cu apă; corpul este lăsat să cadă într-un vas cu ulei. Fiecare grup expert efectuează experimentul, utilizând sistemul de accelerometre, completează cerințele fișei de expert apoi fiecare elev revine în grupul casă unde prezintă rezultatele obținute.

Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor, completează harta clasei cu observații referitor la corectitudinea utilizării aparaturii de laborator pentru înregistrarea datelor, gradul de comunicare și cooperare între elevi, calitatea și corectitudinea explicațiilor și răspunsurilor la revenirea în grupurile casă.

Reflecție/Consolidare

Termeni cheie revizuiți: cu aceleași cinci cuvinte elevii vor redacta un nou text care este citit de 3 – 4 elevi (aceeași sau alții) sau în perechi sau, dacă timpul nu permite poate fi lăsat ca temă de reflecție acasă.

Evaluare:

- ✓ Orală – *Grilă de apreciere a prezentării*
- ✓ Scrisă -*Fișa experimentului*
- *Referat tematic*



FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Mișcare și repaus

Introducere

Scopul lucrării:

- compararea mișcărilor mecanice prin utilizarea senzorilor și a sistemului InLOT, identificarea avantajelor/dezavantajelor și a limitelor de aplicabilitate a fiecărei metode.

Materiale necesare:

- sistem digital cu senzori, InLOT, calculator, fișe de observație

Investigație

- completarea cerințelor din fișa de activitate experimentală de mai jos



Fișa de activitate experimentală

Numele

Tema investigației

Ipoteza Descrie ceea ce te aștepti să înveți prin această investigație.

Proiectarea experimentului

Descriere pe scurt experimentul

Descrie materialele și modul în care este realizat dispozitivul. Realizează o schiță (desen) a dispozitivului experimental cu descrierea și etichetarea părților componente

Care sunt etapele în realizarea experimentului?

Identificarea variabilelor

Ce vei observa sau măsura?

Ce factori pot influența rezultatul experimentului?



Desenează sau scrie observațiile obținute prin investigație.

Prelucrarea datelor - Concluzii

Studiază graficele obținute prin achiziția datelor. Sintetizează datele cantitative și observațiile calitative.

În ce situații se pot utiliza rezultatele acestui experiment?

Propune alte situații în care să folosești acest dispozitiv.

Autor: Luminița Chicinaș



MIȘCAREA ÎN CÂMP GRAVITAȚIONAL. ARUNCAREA OBLICĂ.

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Mișcarea uniform variată: Mișcarea în câmp gravitațional. Aruncarea oblică

Disciplina:

Fizică – clasa a IX-a

Vârsta elevilor

15 ani

Durata estimată:

50 min

Conținut științific

Concepte: viteză, accelerație, accelerație gravitațională, greutate, reprezentare grafică, variabilă dependentă/variabilă independentă,

Deprinderi elementare și de bază: observare, identificarea variabilelor, construirea unui grafic, înregistrarea și prelucrarea datelor înregistrate

Lecția este valoroasă deoarece vizează aspecte esențiale ale competenței științifice și anume: formarea/ dezvoltarea deprinderilor practice ale elevilor (aceștia construiesc, folosind materiale refolosibile, de ex. pet-uri, propria rachetă), formarea/exersarea deprinderilor de investigare științifică (elevii își vor testa propriile idei, ipoteze, modele explicative cu ajutorul rachetei construite și a sistemului de acceleratori), selectarea, analiza și interpretarea rezultatelor experimentale obținute din utilizarea datelor înregistrate de sistemul de accelerometre. Demersul didactic propus este unul de tip constructivist și care pornește de la sumarizarea ideilor, modelelor explicative ale elevilor legate de mișcarea corpurilor în câmp gravitațional, relația cauză-efect. Această lecție permite elevilor vizualizarea mișcării pe verticală a unei rachete confecționate artizanal și studierea parametrilor de zbor al acesteia înregistrați cu ajutorul sistemului de acceleratoare și analiza lor utilizând soft-ul educațional aferent. La începutul unității de învățare ”Mișcarea uniform variată” elevii primesc fișa cu indicații tehnice și lista de materiale necesare pentru realizarea proiectelor practice printre care și racheta cu apă care va fi utilizată la finalul unității respective. Fiecare grupă care alege să realizeze o rachetă are libertatea și este încurajată să ofere variante constructive cât mai diverse. Sistemul utilizat pentru lansare este același pentru toate rachetele.

Obiectivele de învățare

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

⇒ Caracterizeze mișcarea pe verticală a rachetei în urcare și coborâre



- ⇒ Identifice factorii care duc la modificarea mișcării
- ⇒ Identifice interacțiuni la care este supusă racheta
- ⇒ Interpreteze graficul obținut cu ajutorul datelor înregistrate cu sistemul de accelerometre
- ⇒ Utilizeze corect limbajul științific în descrierea experimentului, a explicațiilor și a opiniilor personale.

Caracterul activității bazat pe investigare

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
 - Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*
 - Organizează investigația pentru a testa ipotezele
 - Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control
 - Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
 - Identifică erori în organizarea investigației științifice
 - Utilizează proceduri de protecție în laborator
 - Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative



- Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia aplicată (dacă este cazul)

- **Vesta cu senzori (SensVest)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Accelerometrele pentru picior și mână (Leg and Arm Accelerometer)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână cu ajutorul cărora se realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Stația de bază (Base Station)** – care colectează toate datele transmise.
- **Interfața Utilizator (User Interface Software)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Materiale necesare

- rachetă realizată artizanal (fiecare grupă), calculator, videoproiector, fișe de lucru

Ghid metodic

Anticipare

Elevii completează individual, apoi discută în perechi și în final în grup de câte 4 elevi, prima coloană a tabelului Știu/Vreau să știu/Am învățat (KWL):

Știu	Vreau să știu	Am învățat

Profesorul poate sintetiza pe tablă sau pe o fișă personală sinteza ideilor elevilor referitor la zborul corpurilor, posibile explicații, factori care influențează zborul, forma traiectoriei. Urmând aceeași succesiune elevii completează coloana a doua cu întrebările, curiozitățile personale și/ sau de grup legate de aceeași temă.

Profesorul formulează:

- 📄 **Exemple de situații – problemă** – posibilitatea de a lansa un proiectil de pe suprafața Pământului și care să ajungă pe Lună (se adaptează textul din romanul lui Jules Verne "De la Pământ la Lună")
- 📄 **Observarea unei secvențe de film** – lansarea unei rachete Ariane (site-ul ESA).

Construirea cunoștințelor

Elevii parcurg textul avut la dispoziție, individual, utilizează sistemul de notare (+ informație cunoscută, - informație necunoscută, ? informație neînțeleasă, ✓ informație nouă, plauzibilă) și realizează apoi în grupe de câte patru un ciorchine structurat.

- 📄 Profesorul monitorizează activitatea grupelor și consiliază, oferă puncte de



sprijin, susține elevii în demersul lor.

Doi elevi atașează senzorul pe racheta lor și repetă experimentul. Concomitent este proiectată mișcarea reală a submarinului pe verticală.

- ▢ Profesorul dirijează conversația elevilor pe elementele mișcării și apoi cere acestora să le coreleze cu mărimile care caracterizează mișcarea rachetei.

Reflecție/Consolidare

Urmând aceeași succesiune de la începutul lecției elevii completează cea de-a treia coloană a tabelului, iar profesorul sintetizează aceste informații. Împreună, elevii și profesorul reiau întrebările inițiale (cele completate în coloana a doua) și caută răspunsuri în cea de-a treia coloană. Se încercuiesc întrebările pentru care s-a găsit răspuns. Apoi, tot împreună, profesorul și elevii reiau răspunsurile/ informațiile din coloana a treia, care au fost descoperite fără a fi căutate în mod special și caută întrebările/ problemele a căror soluție sunt acestea. În funcție de timpul avut la dispoziție și de numărul întrebărilor rămase fără răspuns din coloana a doua acestea pot fi distribuite grupelor de elevi ca temă acasă de documentare sau pot fi analizate și rezolvate în clasă. De asemenea, elevii pot compara mișcarea și parametrii cinematici ai rachetei proprii (cea cu care au efectuat experimentul) cu mișcarea unei rachete reale. Fie ca temă, fie ca exercițiu de reflecție fiecare grupă va realiza un cvintet cu temă zborul.

- ▢ **Instrument de evaluare:** fișa activității experimentale, grila de observare

Notă: Lecția stabilește legătura dintre caracteristicile mișcării în câmp gravitațional și aplicațiile tehnologice bazate pe aceasta. Lecția este construită valorificând metodele specifice învățării prin cooperare, dezvoltând elevilor deprinderi practice, atitudini și comportamente responsabile.

Evaluare:

- ✓ Orală prin conversație la interpretarea graficului
- ✓ Scrisă în urma efectuării experimentului pe grupe (compararea forțelor)
- ✓ Observarea activităților în grup – harta clasei



FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Mișcarea în câmp gravitațional. Aruncarea oblică

Introducere

Scopul lucrării:

- compararea mișcărilor mecanice prin utilizarea senzorilor și a sistemului InLOT, identificarea avantajelor/dezavantajelor și a limitelor de aplicabilitate a fiecărei metode.

Materiale necesare:

- sistem digital cu senzori, InLOT, calculator, fișe de observație

Investigație

- completarea cerințelor din fișa de activitate experimentală de mai jos



Fișa de activitate experimentală

Numele

Tema investigației

Ipoteza Descrie ceea ce te aștepti să înveți prin această investigație.

Proiectarea experimentului

Descriere pe scurt experimentul

Descrie materialele și modul în care este realizat dispozitivul. Realizează o schiță (desen) a dispozitivului experimental cu descrierea și etichetarea părților componente

Care sunt etapele în realizarea experimentului?

Identificarea variabilelor

Ce vei observa sau măsura?

Ce factori pot influența rezultatul experimentului?

Desenează sau scrie observațiile obținute prin investigație.



Prelucrarea datelor - Concluzii

Studiază graficele obținute prin achiziția datelor. Sintetizează datele cantitative și observațiile calitative.

În ce situații se pot utiliza rezultatele acestui experiment?

Propune alte situații în care să folosești acest dispozitiv.

Autor: Luminița Chicinaș



APLICAȚII ALE LEGII LUI ARHIMEDE

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Hidrostatică: Aplicații ale legii lui Arhimede

Disciplina:

Fizică – clasa a VIII - a

Vârsta elevilor:

14 ani

Durata estimată:

100 min

Conținutul științific

Concepte: forța arhimedică, plutire, scufundare, variabile dependente/variabile independente, presiune, volum.

Abilități de bază și elementare: observarea, identificarea variabilelor, reprezentarea grafică, înregistrarea și utilizarea datelor înregistrate.

Obiective de învățare:

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ⇒ identifice principalele componente ale sistemului digital;
- ⇒ coreleze mișcarea verticală a submarinului cu variația greutății sale;
- ⇒ identifice factorii care influențează variația greutății;
- ⇒ compare plutirea și greutatea submarinului;
- ⇒ interpreteze graficul obținut folosind datele înregistrate de sistemul de accelerometre;
- ⇒ utilizeze corect limbajul științific atunci când descriu experimentul, formulează explicații și își argumentează propriile opinii.

Caracterul activității bazat pe investigare

- Proiectarea investigației
- Formularea de ipoteze
- Experimentarea



- Utilizarea tehnologiei și a calculatoarelor matematice pe durata investigației

Tehnologia utilizată (dacă este cazul)

- **Vesta cu senzori (SensVest)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Accelerometrele pentru picior și mână (Leg and Arm Accelerometer)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână cu ajutorul cărora se realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Stația de bază (Base Station)** – care colectează toate datele transmise.
- **Interfața Utilizator (User Interface Software)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Materiale necesare:

- Submarine realizat artizanal (fiecare grup), computer, videoproiector, fișe de activitate experimentală, vas cu apă.

Ghid metodic

Anticipare

Elevii completează prima coloană a tabelului Știu/Vreau să știu/Am învățat respectând următoarea succesiune: mai întâi individual, apoi discută cu colegul/colega de bancă și în final în grupul de lucru; la fiecare pas elevii analizează împreună și își explică reciproc ideile, predicțiile, convingerile și modelele explicative personale. Profesorul le monitorizează activitatea și ia notițe, face observații pe harta clasei.

Știu	Vreau să știu	Am învățat

Profesorul poate sintetiza pe tablă/flipchart/fișă de observare ideile elevilor despre plutirea corpurilor. Respectând aceeași secvență, în aceleași grupuri, elevii completează cea de-a doua coloană a tabelului Știu/Vreau să știu/Am învățat adăugând propriile lor întrebări, curiozitățile personale și/sau de grup referitor la același subiect: plutirea corpurilor.

Profesorul formulează:

- **Exemple de situații-problemă contextuale** – pentru același volum, forțele sunt diferite
- **Observarea unei secvențe de film** – un mini-submarin realizat dintr-un ou Kinder (având un orificiu) și a unei tablete efervescente, lăsat liber de pe fundul unui mic vas cu apă.

Evaluare

- ⇒ Observarea activității în grup;
- ⇒ Orală prin conversație;
- ⇒ Scrisă prin bilețelul de ieșire



FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Hidrostatica. Aplicații ale legii lui Arhimede

Introducere

Scopul lucrării:

- compararea mișcărilor mecanice prin utilizarea senzorilor și a sistemului InLOT, identificarea avantajelor/dezavantajelor și a limitelor de aplicabilitate a fiecărei metode.

Materiale necesare:

- sistem digital cu senzori, InLOT, calculator, fișe de observație

Investigație

- completarea cerințelor din fișa de activitate experimentală de mai jos



Fișa de laborator

Numele

Tema investigației

Ipoteza Descrie ceea ce te aștepti să înveți prin această investigație.

Proiectarea experimentului

Descriere pe scurt experimentul

Descrie materialele și modul în care este realizat dispozitivul. Realizează o schiță (desen) a dispozitivului experimental cu descrierea și etichetarea părților componente

Care sunt etapele în realizarea experimentului?

Identificarea variabilelor

Ce vei observa sau măsura?

Ce factori pot influența rezultatul experimentului?



Desenează sau scrie observațiile obținute prin investigație.

Prelucrarea datelor - Concluzii

Studiază graficele obținute prin achiziția datelor. Sintetizează datele cantitative și observațiile calitative.

În ce situații se pot utiliza rezultatele acestui experiment?

Propune alte situații în care să folosești acest dispozitiv.

Autor: Luminița Chicinaș



STUDIUL MIȘCĂRII PE PLAN ÎNCLINAT

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Studiul mișcării unui corp pe planul înclinat

Disciplina:

Fizică – clasa a IX - a

Vârsta elevilor:

15 ani

Durata estimată:

100 min

Conținutul științific

Concepte: greutate, frecare, accelerație, plan înclinat, pantă, variabile dependente/variabile independente, presiune, volum

Abilități de bază și elementare: observarea, identificarea variabilelor, reprezentarea grafică, înregistrarea și utilizarea datelor înregistrate

Obiective de învățare:

La sfârșitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ⇒ interpreteze graficul accelerației în funcție de timp;
- ⇒ recunoască diferite tipuri de mișcare cu ajutorul graficului specific înregistrat;
- ⇒ măsoare și să determine parametrii diferitelor tipuri de mișcări;
- ⇒ exerseze abilitățile de gândire critică prin abordarea studiului mișcării în cazul unor condiții impuse diferite;
- ⇒ utilizeze corect limbajul științific;
- ⇒ compare diferite mișcări

Caracterul activității bazat pe investigare

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- *Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.*
 - Identifică întrebări testabile
 - Reformulează și reconcentrează întrebările greșit formulate
 - Formulează ipoteze
- *Capacitatea de a proiecta și conduce (orientat) investigații științifice.*



- Organizează investigația pentru a testa ipotezele
- Identifică variabile independente, dependente, și variabile ce necesită control observabile
- Definește din punct de vedere operațional variabile bazate pe caracteristicile observabile
- Identifică erori în organizarea investigației științifice
- Utilizează proceduri de protecție în laborator
- Face verificări multiple
- *Capacitatea de a folosi tehnologia și matematica pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele*
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Măsoară folosind unități de măsură standard
 - Compară, grupează și ordonează obiecte după caracteristicile acestora
 - Construiește și/sau folosește sisteme de clasificare
 - Utilizează consecvența și precizia în colectarea datelor
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- *Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale*
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Construiește și utilizează reprezentări grafice
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Folosesc abilități matematice pentru a analiza și interpreta datele
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Utilizează datele pentru a face deducții și/sau a prezice tendințe
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- *Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.*
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative
 - Identifică motive false din datele nefondate
- *Capacitatea de a comunica și construi un argument științific.*
 - Comunică metode și proceduri de cercetare experimentală
 - Folosește dovezi și observații pentru a explica și comunica rezultate
 - Comunică cunoștințele dobândite printr-un referat scris sau oral încorporând desene, diagrame sau grafice acolo unde este cazul

Tehnologia utilizată (dacă este cazul)

- **Vesta cu senzori (SensVest)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Accelerometrele pentru picior și mână (Leg and Arm Accelerometer)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână cu ajutorul cărora se realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Stația de bază (Base Station)** – care colectează toate datele transmise.
- **Interfața Utilizator (User Interface Software)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau



crează modele matematice corespunzătoare datelor.

Materiale necesare:

- trusa de mecanică, computer, videoproiector, fișe de activitate experimentală, vas cu apă.

Ghid metodic

Anticipare

- ▢ **Exemple de situații-problemă contextualizate** - pretext
- ▢ **Observarea unor secvențe de film** selectate de către profesor

Construirea cunoștințelor

- Profesorul solicită elevilor să urmărească atent secvențele de film, să identifice și să definească tipul mișcării observate.
- Elevii sunt organizați în grupe de câte patru, fiecare grup are la dispoziție materialul didactic necesar din trusa de mecanică din dotarea laboratorului pentru a realiza montajele specifice necesare pentru a realiza studiul comparativ al mișcării unui corp (care are suprafața fiecărei fețe realizată din materiale diferite) pe planul înclinat. În această configurație elevii încep să lucreze la realizarea experimentelor descrise în fișa de activitate experimentală, fixând pentru fiecare tip de suprafață, una după alta, accelerometrul și înregistrându-și datele proprii.
- Metoda Cafenea (1 stă 3 circuu): Fiecare elev primește o fișă de activitate experimentală pentru una dintre suprafețele posibile și are de îndeplinit următoarele sarcini de lucru:
 - să realizeze experimentele cu corpul pe planul înclinat;
 - să interpreteze graficele obținute cu ajutorul accelerometrului;
 - să compare mișcare corpului în funcție de tipul materialului și al suprafeței pe care are loc mișcarea;
 - să realizeze un poster în care să reprezinte sintetic/schematic activitățile, rezultatele și explicațiile descoperite.

După circa 15 min de activitate în grupul de patru profesorul introduce o schimbare în organizarea clasei. Pentru a avea o bună reorganizare a grupurilor de elevi este important ca numărul inițial de grupuri să fie egal cu numărul elevilor din fiecare grup. Elevii numără în interiorul fiecărui grup; elevul/eleva cu numărul 1 rămâne pe loc la masa la care a fost repartizat de la începutul activității; elevul/eleva cu numărul 2 se deplasează la masa următoare, cea mai apropiată; elevul/eleva cu numărul 3 se deplasează cu două mese mai departe și așa mai departe, astfel încât, la final, în noua configurație toți membrii grupului inițial, cu excepția unuia, provin din grupuri diferite. Elevul/eleva care și-a păstrat locul prezintă colegilor săi ceea ce au reușit să lucreze până în momentul în care s-a produs schimbarea configurației în cele 15 min inițiale, iar ceilalți elevi pun întrebări, discută între ei, furnizează informații suplimentare, explicații, argumente cu scopul de a afla cât mai mult despre tema pe care o au de investigat. Această secvență durează circa 20 min, timp în care profesorul monitorizează calitatea discuțiilor dintre elevii fiecărui grup, centrarea și atenția lor pentru tema investigată, relevanța, pertinența și corectitudinea limbajului științific utilizat pe durata activității de învățare. În pasul final, elevii revin la locurile lor inițiale – prima configurație – și împărtășesc între ei impresiile, informațiile, explicațiile învățate/discoperite



în secvența anterioară; ei au circa 10 min pentru a finaliza și prezenta / expune posterul cu rezultatele pe care le-au obținut însoțite de argumentele corespunzătoare.

Reflecție/Consolidare

- **Metoda de evaluare:** *turul galeriei* –grupurile de câte patru elevi expun posterele realizate, în care ei au sintetizat răspunsurile comune negociate; fiecare grup primește un număr de foi de hârtie (post-it) egal cu numărul posterelor expuse, cu excepția propriului poster și citesc concluziile colegilor apoi scriu pe câte un post-it o întrebare pentru fiecare grup. În funcție de timpul rămas, este posibil ca fiecare grup să răspundă în clasă la toate întrebările pe care le-au primit sau fiecare grup își ia întrebările și le rezolvă acasă ca temă.

Evaluare

- ⇒ fișa de lucru;
- ⇒ harta clasei / grila de observare a comportamentelor în grup;
- ⇒ bilețelul de ieșire



FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Măsurarea accelerației unui corp pe planul înclinat

Introducere

Care sunt forțele care acționează asupra unui corp aflat pe un plan înclinat?
Care este condiția de echilibru pentru mișcarea de translație pe o direcție dată?
Ce fel de mișcare are corpul? Descrie și argumentează.

Materiale necesare

Un plan înclinat este un plan care face un unghi cu suprafața orizontală. Elementele unui plan înclinat sunt:

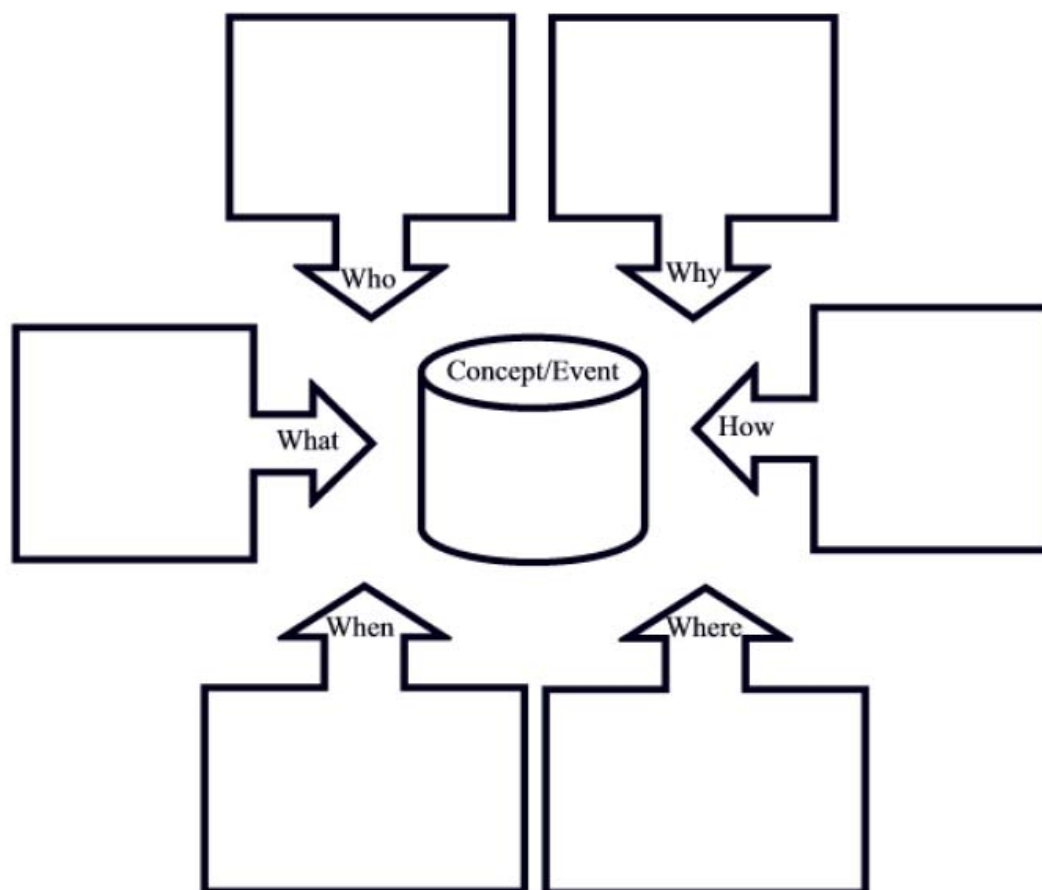
- lungimea planului – l
- înălțimea planului – h
- unghiul planului: α

Plan înclinat, corp cu diferite feluri de suprafețe (lemn, metal, hârtie abrazivă)

Investigație

1. *Reprezintă forțele care acționează asupra corpului aflat în mișcare pe planul înclinat.*
2. *Scrive formula pentru forța rezultantă.*
3. *Scrive formula accelerației corpului pe planul înclinat.*

Analiză



Autor: Luminița Chicinaș



KLiC Scenariul nr. 1

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Accelerația- studiul mișcării corpurilor - activitate experimentală

Disciplina:

Fizică – clasa a VIII-a

Vârsta elevilor:

14-16 ani

Durata estimată, locul de desfășurare:

*5 ore,
Parcul Central Cluj-Napoca- Festivalul Științei*

Conținut științific

- *Legi mecanice: legea mișcării, legea vitezei, legea accelerației,*
- *Sistemul InLOT*

Obiectivele de învățare

Activitatea informală propusă este semnificativă deoarece valorifică creativ cunoștințele elevilor legate de mișcare, viteză, accelerație, aplicabilitatea acestora în contexte noi de învățare.

La sfârșitul activității elevii își vor forma competențe:

- ☐ *de comunicare și relaționare interpersonală*
- ☐ *de culegere a informațiilor și prelucrare a datelor - interpretarea graficului accelerației în funcție de timp*
- ☐ *de a înțelege dependența între diferitele mărimi fizice specifice mișcării de translație prin modelarea acestui proces*
- ☐ *de a utiliza creativ AM și veta cu senzori în contexte aplicative date*



- de a explora realitatea fizică testând AM pe dispozitive la îndemână aflate în mișcare

Caracterul de investigație științifică al activității

Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:

- **Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.**
 - Identifică întrebări testabile
 - Formulează ipoteze
- **Capacitatea de a folosi tehnologia pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele**
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- **Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale**
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- **Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.**
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.inlot.eu), care conțin următoarele module:

- **Vesta cu senzori (SensVest)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Accelerometrele pentru picior și mână (Leg and Arm Accelerometer)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână cu ajutorul cărora se realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Mingea cu accelerometru (Ball Accelerometer)** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete de date către stația de bază.
- **Stația de bază (Base Station)** – care colectează toate datele transmise.
- **Interfața Utilizator (User Interface Software)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Materiale necesare

- sistemul InLOT



- PC

Ghid de discuții

Întrebarea esențială: ***Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare?*** .

Construirea cunoștințelor:

Activitatea are loc în Parcul Central al Orașului cu ocazia Festivalului Științei – ”Știința pentru toți, o bucurie pentru fiecare!” - ediția a VIII-a.

Festivalul științei este un eveniment important organizat anual de inspectoratul școlar la care participă cei mai inovativi și creativi profesori de științe, matematică, geografie, tehnologii.

Profesorul prezintă sistemul și oferă sprijin în utilizarea componentelor acestuia, susțin participanții în demersul lor investigativ.

Elevii utilizează noțiunile învățate în lecțiile de fizică și biologie într-un experiment interdisciplinar (fizică, biologie, sport) într-o situație reală, primind astfel informații suplimentare față de ceea ce au studiat anterior;

Elevii vor urmări transmiterea digitală a datelor prin monitorizarea și controlul comportării corpului uman expus diferit la factorii de efort fizic (exerciții care cresc frecvența respiratorie și frecvența cardiacă).

Se realizează înregistrări repetate ale datelor, se analizează și sunt comparate observațiile deduse cu cele menționate în activitatea la clasă

Reflecție/Consolidare

- observație sistematică, analiză, interpretarea graficelor,
- argumentare, formulare concluzii

Metode, strategii de lucru:

- investigația, experimentul demonstrativ, învățarea experiențială, învățarea prin descoperire.

Evaluare

- sumativă
- formativă



**Învățarea prin experiențe reale în mediu informal.
Utilizarea accelerometrului pentru determinarea accelerației în contexte diferite.**

- Se determină accelerația mișcării de translație pe axele din planul orizontal fără a ține cont de componenta gravitațională
- Se determină cu ajutorul vestei cu senzori unii parametri fizici și biologici
- Se identifică relații cauză-efect în situații concrete și se utilizează pentru a explica procese fizice și biologice

Notă: Activitatea valorifică cunoștințele anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice, dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Accelerația - studiul mișcării corpurilor - activitate experimentală

Introducere

Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebări de conținut

Ce fenomene mecanice periodice întâlnim în natură?

Ce mărimi fizice caracterizează mișcarea?

Cum putem descrie mișcarea?

Materiale necesare

- sistemul InLOT, PC, fișa de observație

Măsuri de protecție

Respectați regulile specifice unei activități în afara clasei

Investigația științifică propriu-zisă

- determinarea graficului mișcării, evidențierea accelerației, valorile acestora în diverse mișcări
- determinarea parametrilor fizici și biologici cu ajutorul vestei cu senzori



Fișa de observație

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârstă: _____, **Gen:** ☐ M, ☐ F

Tema investigației

Ipoteza Descrie ceea ce te aștepti să înveți prin această investigație.

Proiectarea experimentului

Descriere pe scurt experimentul. Care sunt etapele în realizarea experimentului?

Descrie materialele și modul în care este realizat dispozitivul.

Identificarea variabilelor

Ce vei observa sau măsura?

Ce factori pot influența rezultatul experimentului?



Prelucrarea datelor- Concluzii

Studiază graficele obținute prin achiziția datelor.

În ce situații se pot utiliza rezultatele acestui experiment?

Propune alte situații în care să folosești acest dispozitiv.

Aprofundarea investigației

1.Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cercetătorului.

2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor

Autor: prof. Luminița Chicinaș



KLiC Scenariul nr. 2

NOTELE PROFESORULUI

Titlul activității:

Determinarea variației accelerației gravitaționale cu altitudinea

Disciplina:

Fizică – clasa a VIII-a, clasa a IX-a

Vârsta elevilor:

14-16 ani

Durata estimată, locul de desfășurare:

*3 ore,
Salina Turda*

Conținut științific

- Mișcarea corpurilor în câmp gravitațional. Pendulul gravitațional. Determinarea experimentală a accelerației gravitaționale.
- Sistemul InLOT

Obiectivele de învățare

Activitatea informală propusă este semnificativă deoarece valorifică creativ cunoștințele elevilor legate de mișcare, accelerație, interacțiune, oferindu-le elevilor posibilitatea de a-și testa propriile ipoteze științifice și de a testa aplicabilitatea acestora în contexte noi de învățare.

La sfârșitul activității elevii își vor forma competențe:

- ☐ de comunicare și relaționare interpersonală
- ☐ de a formula ipoteze și de a elabora strategii de verificare a acestora
- ☐ de a-și exersa deprinderile experimentale
- ☐ de culegere a informațiilor și prelucrare a datelor – determinarea accelerației gravitaționale în locuri diferite
- ☐ de a utiliza creativ AM în contexte aplicative date
- ☐ de a explora realitatea fizică testând AM pe dispozitive la îndemână aflate în mișcare



Caracterul de investigație științifică al activității

*Elevul își va îmbogăți abilitățile de lucru specifice investigației științifice prin **descoperire orientată** și activitățile specifice acestui tip de învățare:*

- **Capacitatea de a identifica întrebări și concepte necesare în investigația științifică.**
 - Identifică întrebări testabile
 - Formulează ipoteze
- **Capacitatea de a folosi tehnologia pentru a-și îmbunătăți investigația și rezultatele**
 - Colectarea de date prin folosirea de tehnici și instrumente adecvate
 - Descrie un obiect în relația sa cu un alt obiect (poziția, mișcarea, direcția, simetria, dispunerea spațială sau forma)
- **Capacitatea de a formula și revizui explicațiile științifice și modelele folosind logica și dovezile experimentale**
 - Diferențiază explicațiile prin descriere
 - Identifică comportări și relații dintre variabile în datele colectate
 - Diferențiază observația prin deducție
 - Propune o explicație bazată pe observație
 - Formulează o explicație logică despre relații cauză/efect între datele provenite dintr-un experiment
- **Capacitatea de a recunoaște și analiza explicații și modele alternative.**
 - Reflectează asupra explicațiilor alternative

Tehnologia folosită (dacă există)

În acest scop, KLiC utilizează o colecție de senzori inovativi, denumiți *sistemul InLOT* (www.inlot.eu), care conțin următoarele module:

- **Vesta cu senzori (SensVest)** – o vestă echipată cu diverși senzori, proiectată cu accesorii pentru componentele care măsoară și transmit datele fiziologice către stația de bază.
- **Accelerometrele pentru picior și mână (Leg and Arm Accelerometer)** – mici dispozitive atașate la picior și/sau mână cu ajutorul cărora se realizează măsurători 3-D ale accelerației pentru picior și/sau mână.
- **Mingea cu accelerometru (Ball Accelerometer)** – o minge în care este atașat un accelerometru care măsoară tridimensional și o unitate de comunicații care realizează transmisia de pachete de date către stația de bază.
- **Stația de bază (Base Station)** – care colectează toate datele transmise.
- **Interfața Utilizator (User Interface Software)** – o interfață prietenoasă, proiectată după concepte pedagogice, care validează procesarea datelor și acțiunilor și le reprezintă grafic sau creează modele matematice corespunzătoare datelor.

Materiale necesare

- *sistemul InLOT*



- PC
- pendul gravitațional
- cronometru
- suport

Ghid de discuții

Întrebarea esențială:

Cum ne ajută fizica să înțelegem mai bine lumea înconjurătoare? .

În viața de zi cu zi gravitația influențează corpurile de pe suprafața Pământului, pretutindeni, în cele mai diverse situații, ca forță de atracție numită forța de atracție gravitațională sau, pe scurt, greutatea. Valoarea greutateii unui corp este direct proporțională cu masa lui și este orientată vertical, spre centrul Pământului. Coeficientul de proporționalitate se numește acclerație gravitațională și este egal cu accelerația unui corp care cade liber în câmpul gravitațional al Pământului.

Construirea cunoștințelor:

Salina Turda reprezintă un adevărat muzeu de istorie a mineritului în sare și unul din obiectivele turistice importante ale orașului.

Profesorul prezintă locul unde va avea loc activitatea, importanța acestuia ca obiectiv turistic, loc de agrement și efectele terapeutice ale acestuia.

Profesorul a prezentat sistemul de senzori în cadru formal la clasă.

În cadrul programei școlare de gimnaziu, în unitatea de învățare numită „Interacțiuni” elevii studiază și forța de greutate și astfel ei utilizează și mărimea fizică numită accelerație gravitațională. La această vârstă accelerația gravitațională este prezentată numai ca o constantă fizică fără a intra în detalii legată de caracterizarea acestei mărimi fizice complexe. În schimb, în programa de învățământ liceal, accelerația gravitațională este studiată în mod aprofundat astfel încât, în activitățile de învățare informală, aceasta poate fi abordată pentru ambele categorii de vârstă.

De asemenea, tot în cadru formal, la clasă, s-au precizat (în funcție de nivelul gimnazial sau liceal) caracteristicile acestui parametru fizic și factorii care determină schimbarea acestuia.

Caracteristicile acesteia sunt dificil de înțeles la nivelul informațiilor științifice cunoscute de elevii de gimnaziu, în acest moment, respectiv sunt dificil de conceptualizat de către elevii de liceu.

Profesorul a propus spre studiu determinarea valorii accelerației gravitaționale cu ajutorul pendulului gravitațional (experiment cuprins în programa școlară de liceu) pe platforma din fața minei de sare și în partea inferioară a minei. Diferența de nivel de la intrare - gura puțurilor - până la baza minei este de 112 m.

În efectuarea acestei determinări experimentale, pe lângă dispozitivele existente în trusa de fizică, se folosește și sistemul KLiC. Înainte de a coborî în mină, elevii realizează cu ajutorul sistemului numit mai sus trei determinări experimentale la intrarea în mină, apoi participă la o secvență de brainstorming în care exprimă ipotezele personale referitor la valoarea așteptată a accelerației gravitaționale în mină, dacă aceasta va crește sau va scădea și enumeră posibile explicații ale ipotezei personale. Elevii și profesorul coboară cei 112 m până



în punctul cel mai adânc al minei și se realizează de către elevi, folosind același sistem, alte trei determinări ale accelerației gravitaționale. La final se reiau ipotezele formulate la intrarea în mină și se analizează semnificația rezultatelor experimentale obținute, care au fost așteptările personale, în ce măsură s-au îndeplinit sau nu, cauze care au determinat rezultatele și se concluzionează.

Valorile determinate experimental argumentează ipoteza conform căreia accelerația gravitațională scade cu înălțimea, respectiv accelerația gravitațională crește cu adâncimea.

Reflecție/Consolidare

- observație sistematică, analiză, interpretarea graficelor,
- argumentare, formulare concluzii
- jurnalul de învățare

Metode, strategii de lucru:

- brainsorming, învățarea prin investigare, experimentul, învățarea experiențială, învățarea prin descoperire, obsevarea sistematică

Evaluare

- ✓ sumativă
- ✓ formativă – biletul de ieșire



**Învățarea prin experiențe reale în mediul nonformal.
Utilizarea accelerometrului pentru determinarea accelerației gravitaționale la înălțimi diferite.**

- Se determină accelerația gravitațională pe platforma de la intrarea în mină.
Accelerometrele sunt montate pe un pendul gravitațional
- Se determină accelerația gravitațională în mină. Se utilizează același pendul
- Se stabilește relația accelerație gravitațională - înălțime

Notă: Activitatea valorifică cunoștințele anterioare dobândite în diferite contexte de învățare și integrează competențe de comunicare, competențe de colaborare, de investigare, abilități practice dar și competențe sociale de relaționare interpersonală, competențe artistice și de expresie.

FIȘA ELEVULUI

Titlul activității:

Determinarea variației accelerației cu înălțimea

Introducere

Întrebări cheie ale curriculumului

Întrebări de conținut

Ce este forța de greutate?

Ce este gravitația? Cum se manifestă? Care este relația dintre masă și greutate? Este constantă constanta gravitațională?

Materiale necesare

- sistemul INLOT - PC - pendul gravitațional, suport, fișa de observație

Măsuri de protecție

Respectați regulile specifice unei activități în afara clasei.

Investigația științifică propriu-zisă

Determinarea accelerației gravitaționale pe platforma din fața minei de sare și în mină.
Diferența de înălțime 112 m.



Fișa de observație

Numele și prenumele participanților la experiment:

Categoria: ☐ elev; ☐ cadru didactic; ☐ sportiv;

Vârstă: _____, **Gen:** ☐ M, ☐ F

Tema investigației

Ipoteza Descrie ceea ce te aștepti să înveți prin această investigație.

Proiectarea experimentului

Descriere pe scurt experimentul. Care sunt etapele în realizarea experimentului?

Descrie materialele și modul în care este realizat dispozitivul.

Identificarea variabilelor

Determinarea valorii accelerației pe platforma din fața minei

g_1
g_2
g_3

Determinarea valorii accelerației în mină

g_1
g_2
g_3



Ce factori pot influența rezultatul experimentului?

Prelucrarea datelor - Concluzii

Sintetizează datele cantitative și observațiile calitative.

În ce situații se pot utiliza rezultatele acestui experiment?

Aprofundarea investigației

1. Relevanța investigației: Reflectați și găsiți răspunsuri posibile identificând rolul practic al activității desfășurate, beneficiile științei asupra vieții în general, locul științei în societate, rolul social al cetățitorului.

2. Conexiunea cu lumea reală: Reflectați asupra caracterului practic al proiectului realizat, importanța datelor furnizate de experiment, beneficiile practice ale utilizării rezultatelor

Autor: prof. Luminița Chicinaș, Ionaș Micleuș și Olga Riscău



CAPITOLUL III.

EXEMPLE DE BUNĂ PRACTICĂ ÎN IMPLEMENTAREA SCENARIILOR KLiC

Pilotarea sistemului KLiC și a scenariilor didactice elaborate în unități de învățământ din județul Cluj, a fost un prilej de colectare a exemplelor de bună practică. Cadrele didactice au utilizat sistemul și experiența acumulată în cadrul programului de formare. Pilotarea s-a realizat în 13 unități școlare de către 15 cadre didactice.

Exemple de bună practică:

1. LICEUL DE INFORMATICĂ "TIBERIU POPOVICIU" CLUJ-NAPOCA

- **Clasa** (vârsta elevilor): a 11-a (17-18ani)
 - **Profesor:** Felicia Vălean
 - **Titlul lecției:** Determinarea perioadei de oscilație a unui pendul elastic /gravitațional
 - **Competențe vizate:**
 - interpretarea unui grafic
 - utilizarea instrumentelor de masura
 - interpretarea rezultatelor experimentale
 - emiterea de ipoteze
 - **Material didactic utilizat:**
 - pendul elastic/gravitațional
 - cronometru
 - rigla
 - accelerometru
 - PC
 - **Scurtă descriere a demersului didactic:**
 - elevii au determinat perioada de oscilație a unui pendul elastic/gravitațional prin trei metode, după care au comparat rezultatele și le-au interpretat, identificând sursele de erori și limitele de aplicabilitate ale fiecărei metode
 - **Exemple de fișe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc (2 -3)**
- Determinarea perioadei de oscilație a unui pendul elastic (a)/ gravitațional (b)
- Scopul lucrării:**
- determinarea perioadei de oscilație a unui pendul elastic/gravitațional prin utilizarea a 3 metode, identificarea avantajelor/dezavantajelor și a limitelor de aplicabilitate a fiecărei metode.



Materiale necesare:

a) M1: -pendul elastic

-cronometru

M2: - riglă

-discuri crestate

M3: -accelerometru

- PC pt. utilizarea InLOT

b) M1: -pendul gravitațional

-cronometru

M2: - riglă

M3: -accelerometru

- PC pt. utilizarea InLOT

Mod de lucru:

M1: Se măsoară intervalul de timp (t) în care au loc n oscilații (10, 15, respectiv 20).

Se determină perioada de oscilație a pendulului utilizând relația: $T_e = \frac{t}{n}$

Se trec valorile în tabelul cu datele experimentale și se determină valoarea medie a perioadei cu relația: $\bar{T}_e = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$

M2:

a)- se stabilește masa (m) a pendulului (tija+discuri crestate)

- se suspendă discurile crestate de resort și se măsoară, la echilibru alungirea acestuia (Δl)

-se determină constanta elastică a resortului utilizat cu relația: , ($g=9,8m/s^2$),

-se determină perioada de oscilație cu relația: -valoarea obținută se trece în tabelul cu date experimentale.

b)-se măsoară lungimea pendulului L

-se determină perioada de oscilație cu relația: , ($g=9,8m/s^2$)

-valoarea obținută se trece în tabelul cu date experimentale

M3: -se atașează pendulului utilizat, accelerometrul

-consultând tutorialul de utilizare a senzorilor InLOT, se determină perioada de oscilație a pendulului (se măsoară intervalul de timp dintre n maxime și se împarte la n)

-valoarea obținută se trece în tabelul cu date experimentale

- Tabel cu date experimentale

pendul elastic											
M1					M2				M3		
nr. măs.	t (s)	n	T_e (s)	$\bar{T}_e$ (s)	m (kg)	Δl (m)	k (N/m)	T_e (s)	t (s)	n	T_a (s)
1.											
2.											
3.											



- Interpretarea rezultatelor (avantaje/dezavantaje, limite de aplicabilitate pt. fiecărei metodă):
- Surse de erori:

- **Sugestii de utilizare a sistemului InLOT:**

Cum v-ați simțit?

-Am avut puține emoții din cauza că nu știam dacă graficele obținute vor fi corecte.

Cum s-au simțit elevii?

-Au fost curioși să vadă ”minunea”, lucru care i-a mobilizat.

Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție? Care?

-Le-am citit pe toate și până la urmă, fiecare a contribuit la decizia mea

- **Raportat la înțelegerea fenomenului fizic studiat și la obiectivele urmărite prin lecție enumerați puncte tari (2 – 3) și puncte slabe (2 - 3)**

Puncte tari: trasarea graficelor în timp foarte scurt; se asigură interdisciplinaritatea; posibilitatea de a vizualiza variația unor mărimi fizice în timp real

Puncte slabe: graficele obținute pentru pendulul gravitațional n-au fost tocmai în conformitate cu așteptările;

Cometariu personal

-a fost interesant și util, iar reacția elevilor a meritat tot efortul

2. COLEGIUL TEHNIC DE COMUNICAȚII “AUGUSTIN MAIOR” CLUJ-NAPOCA

- **Clasa** a IX a B (16 ani)
- **Profesor:** Călina Diana Câmpean
- **Titlul lecției:** Învățarea prin experiențe reale la școală
- **Competențe vizate:** Înțelegerea și explicarea unor fenomene fizice
- **Material didactic utilizat:**
 - plan înclinat, pendul elastic, pendul gravitațional
- **Scurtă descrie a demersului didactic:**
 - s-a prezentat modul de utilizare a dispozitivelor și s-au analizat tipurile de mișcări existente, a existat un interes deosebit atât din partea elevilor, cât și a profesorului
 - prezentarea accelerometrelor și a vestei din trusă au mobilizat elevii pe parcursul orei, au participat la realizarea secvențelor experimentale și s-au implicat în utilizarea softului prezentat. S-a prezentat și filmul de promovare de pe site-ul proiectului.
 - s-a realizat și o fișă de lucru personală atât cu datele proiectului , cât și cu opinia personală asupra lecției.
- **Cometariu personal**

O activitate extrem de interesantă și atractivă, prin prezentarea unor dispozitive de ultimă generație, care promovează o mai bună înțelegere a fenomenelor fizicii.



3. LICEUL TEORETIC “ONISIFOR GHIBU”, CLUJ-NAPOCA

- **Clasa** (vârsta elevilor): a VII-a, 13 ani
- **Profesor:** Albert Balázs
- **Titlul lecției:** Forța de frecare
- **Competențe vizate:**
 - să utilizeze elementele sistemului digital
 - să înregistreze datele în cazul unor experimente specifice de dinamică
 - să verifice experimental cum depinde forța de frecare de calitatea materială a suprafeței
 - să compare rezultatele obținute sub formă de grafice și să formuleze concluzii
- **Material didactic utilizat:**
 - plan înclinat, corp cu trei suprafețe din materiale diferite, accelerometru
- **Scurtă descriere a demersului didactic:**
 - introducere teoretică despre forța de frecare (10 min) prezentarea sistemului cu senzori (5 min)
 - experimentul făcut de către elevi (2 x 15 min) completarea chestionarelor (10 min)
 - prezentarea “vestei” (5 min)
- **Exemple de fișe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc (2 -3)**
 - manualul pentru clasa a VII-a, exemplu din scenariul KLiC
- **Comentariu personal**

M-am simțit bine, dar nu am avut timp suficient

- Elevii au fost curioși, activi
- Am folosit niște exemple din scenariul 7 – Forța de frecare
- Folosirea sistemului digital și softului este o idee bună, dar nu în clasele gimnaziale

Puncte tari: a atras atenția, interesul elevilor; precizia și cantitatea datelor obținute

Puncte slabe: câteva dificultăți cu vizualizarea datelor înregistrate; prea puțin timp la dispoziție;

4. LICEUL DE INFORMATICĂ “TIBERIU POPOVICIU” CLUJ-NAPOCA

- **Clasa:** a IX-a (vârsta elevilor → 15-16 ani)
- **Profesor:** Timar Viorel
- **Titlul lecției:** Exemple de utilizare a senzorilor portabili (accelerometru) în lecțiile de fizică
- **Competențe vizate:** (coincid cu competențele-cheie prevăzute în Programa școlară pentru ciclul inferior al liceului)
 - Înțelegerea și explicarea unor fenomene fizice, a unor procese tehnologice, a funcționării și utilizării unor produse ale tehnicii întâlnite în viața de zi cu zi
 - Investigația științifică experimentală și teoretică aplicată în Fizică
 - Comunicarea



- **Material didactic utilizat:** pendul elastic, pendul gravitațional, platformă mașinuță de jucărie, sistemul InLOT, fișă de activitate
- **Scurtă descriere a demersului didactic:**
 - scurtă prezentare a proiectului KLiC și a sistemului InLOT (module componente)
 - informarea elevilor cu privire la modul de desfășurare a activității
 - distribuirea fișelor de lucru, a foilor de notare și propuneri
 - efectuarea de experimente / măsurători – pe grupe - în situații cât mai diverse
 - completarea chestionarului online
- **Fișa de lucru:**
 1. Cum ne ajută fizica și tehnologia să înțelegem lumea în care trăim?
 2. Pentru una din următoarele teme:
 - mișcarea rectilinie uniformă (M.R.U.); mișcarea rectilinie uniform variată (M.R.U.V.); mișcarea în câmp gravitațional pe verticală; mișcarea în câmp gravitațional pe oblică; pendulul gravitațional, pendulul elastic; forța de frecare; oscilații amortizate
 - completați individual, apoi pe grupe, rubricile tabelului:

CE ȘTIU CE VREAU SĂ ȘTIU CE AM ÎNVĂȚAT

3. Propune 3 modalități (indică 3 situații) în care s-ar putea utiliza sistemul de senzori prezentați.

- **Comentariu personal**
 - m-am simțit bine, confortabil – în general.
 - elevii s-au simțit de asemenea bine, atrași și încântați de “elementul de noutate” adus de utilizarea sistemului InLOT.
 - după studiul exemplelor de scenarii puse la dispoziție și având în vedere condițiile de desfășurare a orei, am considerat că este mai oportună utilizarea unor secvențe de scenarii: M.R.U.; M.R.U.V.; mișcarea în câmp gravitațional pe verticală și pe oblică; pendulul gravitațional; pendulul elastic.

PUNCTE TARI (P.T.) → utilizarea sistemului InLOT – noutate!; legătura știință-investigare experimentală-tehnologie modernă; deschidere de noi orizonturi științifice și tehnologice

PUNCTE SLABE (P.S.) → timp insuficient pentru o “acomodare” mai bună cu sistemul InLOT.

“Singura scuză a fanteziei este că face viața mai frumoasă decât este ea în realitate !”

Orice OM se comportă într-un anumit fel
 DACĂ VREA ↔ ESTE MOTIVAT!!!
 DACĂ POATE ↔ ARE APTITUDINI ȘI DEPRINDERI!!!
 DACĂ ȘTIE ↔ ARE CUNOȘTINȚE!!!

Dacă semeni și cultivi FAPTE,
 culegi OBIȘNUINȚE !
 Dacă semeni și cultivi OBIȘNUINȚE,
 culegi APTITUDINI !
 Dacă semeni și cultivi APTITUDINI,
 culegi DESTINE !



5. LICEUL TEORETIC “PAVEL DAN” CÂMPIA TURZII

- **Clasa (vârsta elevilor):** clasa a 11-a (17 ani)
- **Profesor:** Ovidiu Deoanca
- **Titlul lecției:** Determinarea constantei elastice prin metoda oscilațiilor
- **Competențe vizate:**
Utilizarea unor tehnologii digitale moderne pentru efectuarea unor experimente.
- **Material didactic utilizat:**
pendul elastic, accelerometru
- **Scurtă descriere a demersului didactic:**

Elevii au urmărit pe laptop graficul accelerației corpului în funcție de timp, în timp real, observând comportarea oscilatorie

- **Exemple de fișe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc (2 -3)**
Graficul accelerației în funcție de timp, pe care l-au analizat, determinând T
Cum v-ați simțit? Am fost încântat să folosesc tehnologii moderne în predare.
Cum s-au simțit elevii? Elevii au fost entuziasmați și interesați.
- **Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție?**
Care? Nu am folosit scenariul și nici secvențe din cele avute la dispoziție
- **Raportat la înțelegerea fenomenului fizic studiat și la obiectivele urmărite prin lecție enumerați puncte tari (2 – 3) și puncte slabe (2 - 3)**

Puncte tari

1. Posibilitatea vizualizării unor grafice în timp real.
2. Participarea activă a elevilor în demersul didactic.

Puncte slabe

1. Nu are dezvoltată foarte bine latura didactică a accelerometrului
2. Scenariile prezentate necesită mai mult timp la clasă

- **Comentariu personal**
Dacă se implementează în școli atunci va avea un impact mare asupra elevilor

6. SCOALA “IOAN OPRIS” TURDA

- **Clasa (vârsta elevilor):** a VII-a, 13-14 ani
- **Profesor:** Irimieș Daciana
- **Titlul lecției:** Mecanisme simple
- **Competențe vizate:**
 - realizarea de experimente simple
 - utilizarea PC pentru înregistrarea datelor experimentale
 - material didactic utilizat:
 - plan inclinat, accelerometrul
- **Scurtă descriere a demersului didactic:**



- elevii au fost împărțiți în grupe, fiecare grupă a primit fișe de lucru despre un mecanism simplu, cei care au avut de studiat planul înclinat au putut observa mișcarea pe planul înclinat a unui corp de care era atașat accelerometrul

Cum v-ați simțit?

Atmosfera a fost relaxantă, elevii au fost curioși vizavi de noutățile introduse în cadrul lecției.

Cum s-au simțit elevii?

Atrăși de noutate și de interpretarea datelor. Au fost impresionați în mod special de utilizarea vestei.

Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție? Care?

Nu

- **Raportat la înțelegerea fenomenului fizic studiat și la obiectivele urmărite prin lecție enumerați puncte tari (2 – 3) și puncte slabe (2 - 3)**

Puncte tari:

- Ca element de noutate a stârnit curiozitatea elevilor
- Interpretarea rezultatelor prin vizualizarea graficelor obținute

Puncte slabe:

- Multitudinea de date înregistrate, pentru elevii de această vârstă, este foarte greu de înțeles

Cometariu personal

Introducerea la nivel gimnazial este dificilă.

7. COLEGIUL NAȚIONAL PEDAGOGIC “GHEORGHE LAZĂR” CLUJ – NAPOCA

- **Clasa** (vârsta elevilor): a XI-a (16-18 ani)
- **Profesor**: Sasu Virginia
- **Titlul lecției**: Oscilatori
- **Competențe vizate**:
 - să utilizeze elementele sistemului digital de înregistrare a datelor în cazul unor experimente specifice de dinamică și respectând rolul principalelor componente ale unui astfel de sistem;
 - să investigheze proprietăți ale diferitelor sisteme fizice folosind instrumentație virtuală;
 - să interpreteze graficele realizate cu ajutorul senzorului;
 - să compare rezultatele obținute cu cele ale experimentului clasic
- **Material didactic utilizat**: pendul gravitațional, pendul elastic
- **Scurtă descriere a demersului didactic**:
 - Urmărind indicațiile din fișele de lucru, elevii au determinat constanta gravitațională
 -



- Utilizând sistemul digital și comparând rezultatele cu cele ale experimentului clasic efectuat anterior.

• **Exemple de fișe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc (2 -3)**

Numele și prenumele.....

Fișa de lucru

Experiment 1	Experiment 2
Determinarea constantei elastice a unui resort	Determinarea constantei elastice a pendulului elastic
Materiale utilizate:	$m \cdot a = -k \cdot x$ $m \cdot \omega_0^2 \cdot A_0 \sin \varphi = -k \cdot A_0 \sin \varphi$ $\omega_0^2 = \frac{k}{m} = \frac{4\pi^2}{T^2}$
Mod de lucru:	$k = m \cdot \frac{4\pi^2}{T^2}$ constanta elastică a resortului
• resort • unități de masă dată; • cronometru • stativ	Determinarea amplitudinii oscilațiilor elastice Folosind sistemul InLOT se identifică intervalul de timp dintre două valori maxime succesive ale accelerației: $T = \Delta t$. $A = \frac{T^2 (a_{\max} - g)}{4\pi^2}$

Numele și prenumele.....

FIȘA DE LUCRU

Experiment 1	Experiment 2
Determinarea experimentală a valorii accelerației gravitaționale cu ajutorul pendulului gravitațional MATERIALE NECESARE: • fir lung fixat la capătul unui stativ • corp de dimensiuni mici care atâră la capătul firului • riglă • cronometru - Se măsoară cu rigla lungimea firului; - Pendulul este scos din poziția de echilibru și se lasă să oscileze; - Din acest moment este pornit cronometrul și se măsoară timpul în care se efectuează un număr de oscilații complete, n; - Se repetă experimentul, modificând lungimea firului; - Experimentul se efectuează de mai multe ori, iar datele experimentale sunt introduse într-un tabel; Se vor calcula: valoarea medie a accelerației gravitaționale, erorile absolută și relativă $g = \frac{N^2 \cdot l \cdot 4 \cdot \pi^2}{t^2}$	2.II.A. Determinarea accelerației gravitaționale prin metoda pendulului gravitațional, g_{dinamic} 1. Se așează accelerometrul pe un plan orizontal și se măsoară valoarea accelerației gravitaționale a locului, g_{static}. 2. Se fixează accelerometrul rigid de pendul astfel încât axa Ox de referință a AM să fie orientată orizontal 3. Se determină perioada unei oscilații mici ($\alpha_0 < 5^\circ$) ca intervalul de timp necesar unei oscilații complete, T 4. Se înlocuiește valoarea astfel obținută în expresia (2.10.) și se determină g_{dinamic} 5. Se compară valoarea obținută pentru g cu cea a lui g_{static}. $g = R \left(\frac{2\pi}{T} \right)^2 \quad (2.10.)$

- Interpretează graficele realizate cu ajutorul senzorului
- Precizează cauza apariției oscilațiilor amortizate
- Identifică asemănările și deosebirile dintre oscilațiile liniar armonice și cele amortizate.

Cum v-ați simțit?

Deosebit, racordați la un învățământ modern

Cum s-au simțit elevii?

Interesați și curioși

- **Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție? Care?**
 - Secvențe din Scenariul nr.2 și 4 (Scenarii KLiC_V2) și Oscilații amortizate, scenariul 9 (Scenarii KLiC_V1)
- **Raportat la înțelegerea fenomenului fizic studiat și la obiectivele urmărite prin lecție enumerați puncte tari (2 – 3) și puncte slabe (2 - 3)**

Puncte tari:

- modern și atractiv datorită utilizării instrumentației virtuale; compararea cu metode clasice de observare.

Puncte slabe:

- o singură utilizare nu e relevantă; necesită timp pentru familiarizarea cu utilizarea softului și asimilarea de către elevi a tipului de informație.



- **Redați link-uri utilizate complementar la lecție (dacă ați folosit)**
- **Cometariu personal:**
 - dacă ar fi utilizat în fiecare an de studiu la un grup de lecții, în final elevii ar avea deprinderea de a utiliza soft-ul pentru colectarea datelor și interpretarea lor.

8. COLEGIUL NAȚIONAL PEDAGOGIC “GHEORGHE LAZĂR” CLUJ – NAPOCA

- **Clasa** (vârsta elevilor): a X-a (16 ani)
- **Profesor:** Stana Mihaela
- **Titlul lecției:** Organismul uman- sistem termodinamic
- **Competențe vizate:**
 - explorarea și experimentarea unor procese biologice și fizice folosind elemente de tehnică
 - măsurarea efectului pe care îl are respirația asupra ritmului cardiac și temperaturii corpului
- **Material didactic utilizat:**
 - atlase de anatomie, materiale necesare confecționării plămânului artificial, foi flip chart, vesta cu senzori, accelerometrul de picior și de braț
- **Scurtă descriere a demersului didactic:**
 - lecția a început cu exemple care au demonstrat analogia între funcționarea viului și tehnică
 - s-a demonstrat de ce organismul viu este un sistem termodinamic deschis și care este rolul sistemului respirator și circulator în acesta
 - lecția a continuat cu activități în grup ale elevilor aplicând metoda “cubului”
 - fiecare grupă a participat la o activitate experiențială
- **Sarcini atribuite fiecărei grupe:**
 - Anatomia și fiziologia sistemului respirator
 - Anatomia și fiziologia sistemului circulator
 - Plămânul artificial, analogie cu plămânul natural
 - Mărimi și fenomene fizice care guvernează funcționarea corpului uman
 - Factori care influențează temperatura corpului uman
 - Influența respirației asupra ritmului cardiac și al temperaturii corpului

Cum v-ați simțit?

Interesată și dornică să aduc un plus de nou lecției.

Cum s-au simțit elevii?

Dornici să abordeze un nou stil de învățare experiențială. Au fost interesați, plin de entuziasm și bucuroși.

- **Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție? Care?**
Nu am folosit.
- **Raportat la înțelegerea fenomenului fizic studiat și la obiectivele urmărite prin lecție enumerați puncte tari (2 – 3) și puncte slabe (2 - 3)**
Puncte tari: -activitate centrată pe elevi



- posibilitatea introducerii unui element nou în lecție

- **Cometariu personal**

Sistemul KLiC a dinamizat și a dat culoare demersului didactic.

8. SCOALA "NICOLAE TITULESCU" CLUJ-NAPOCA

- **Clasa:** a VI-a (12 ani)

- **Profesor:** Teodora Jurma

- **Titlul lecției:** Determinarea duratei

- **Competențe vizate:**

- să determine durata unei respirații complete. (diferite situații)
- să determine durata unei bătăi a inimii (metoda tabelului și metoda cu ajutorul sistemului KLiC)

- **Material didactic utilizat:** cronometre, vesta cu senzori, fișe de lucru.

- **Scurtă descriere a demersului didactic:**

- lecție transdisciplinară (fizică-biologie) în care am urmarit sa abordam prin metoda "clasică" și metoda KLiC subiectul "determinarea duratei".
- Elevii au fost împărțiți pe grupe și au determinat durata unei respirații complete și durata unei bătăi a inimii în următoarele situații: elevul este culcat, în picioare, așezat, la efort minim.

- **Exemple de fișe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc (2 -3).**

Fișă de lucru
DETERMINAREA DURATEI
clasa a VI-a

Statul cî...
a) La o temperatură de 20°C, un tînor inspiră și expiră cantități diferite de aer.
Cantitatea de aer ventilată într-un minut este de :
cî cînd este ... culcat
Eî cînd este ... în picioare
Hî cînd este ... depune un efort minim

b) Cu fiecare bătăre, inima împinge 70 ml de sînge.

Lucrîți împreună...
c) Aflați : Durata unei respirații complete în cazul unui tînor :
1) culcat 2) în picioare 3) care depune un efort minim

• $T_1 = \frac{60s}{N_1} \dots$ • $T_2 = \frac{60s}{N_2} \dots$ • $T_3 = \frac{60s}{N_3} \dots$

dacă am determinat cu ajutorul senzorilor :
- frecvența respiratorie
 $R_1 = \frac{N_1}{60s} \dots$ $R_2 = \frac{N_2}{60s} \dots$ $R_3 = \frac{N_3}{60s} \dots$

$N_1, N_2, N_3 \rightarrow$ numărul de respirații
b) durata unei bătăi a inimii (tînorul este așezat)
• $T = \frac{60s}{N} \dots$

dacă am determinat cu ajutorul senzorilor
- frecvența cardiacă
 $C = \frac{N}{60s}$, $N \rightarrow$ numărul de bătăi ale inimii

Fișă de lucru
DETERMINAREA DURATEI
clasa a VI-a

Statul cî...
a) La o temperatură de 20°C, un tînor inspiră și expiră cantități diferite de aer.
Cantitatea de aer ventilată într-un minut este de :
cî cînd este ... culcat
Eî cînd este ... în picioare
Hî cînd este ... depune un efort minim

b) Cu fiecare bătăre, inima împinge 70 ml de sînge.

Lucrîți împreună...
c) Aflați : a) durata unei respirații complete în cazul unui tînor :
b) durata unei bătăi a inimii

a)

N	Δt (s)	T (s)	T_m (s)	ΔT (s)	ΔT_m (s)	Rezultatul determinării
1						$T = T_m \pm \Delta T_m$
2						
3						

$T = \frac{\Delta t}{N}$, $N \rightarrow$ numărul de respirații
 $\Delta t \rightarrow$ durata respirației

b) Durata unei bătăi a inimii : $T = \frac{\Delta t}{N}$ (tînorul este așezat)
 $N \rightarrow$ numărul de bătăi
 $\Delta t \rightarrow$ durata bătăilor
 $T = \dots$

Cum v-ați simțit? Confortabil

Cum s-au simțit elevii? Curioși, entuziaști.

•



- Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție? Care?
 - nu
- Raportat la înțelegerea fenomenului fizic studiat și la obiectivele urmărite prin lecție enumerați puncte tari (2 – 3) și puncte slabe (2 - 3)

Puncte tari:

- stimularea interesului
- stimularea creativității

- Redați link-uri utilizate complementar la lecție (dacă ați folosit) - nu sunt folosite
- Cometariu personal

9. GRUP SCOLAR INDUSTRIAL TEHNOFRIG CLUJ-NAPOCA

- **Clasa** (vârsta elevilor): a X-a (15-16 ani)
- **Profesor:** Suciu Manuela
- **Titlul lecției:** determinarea accelerației unui corp pe plan înclinat
- **Competențe vizate:**
 - Să utilizeze sistemul digital de înregistrare a datelor în cazul unor experimente de mișcare pe plan înclinat
 - Să utilizeze valorile înregistrate în scopul reprezentării graficului $a=f(t)$
 - Să interpreteze graficul accelerației în funcție de timp
 - Să exerseze deprinderi de gândire critică prin abordarea studiului mișcării pe plan înclinat în diferite condiții impuse
 - Să utilizeze corect limbajul științific.
- **Material didactic utilizat:** Sistem digital cu senzori, calculator, fișe de lucru, text suport, plan înclinat, cărucior
- **Scurtă descriere a demersului didactic:**
 - Se introduc câteva noțiuni despre mișcarea pe plan înclinat,
 - Se împarte elevilor textul suport pentru mișcarea pe plan înclinat și se alocă timp studiului acestuia,
 - Se formează 3 mese de lucru cu fișe de lucru specifice,
 - Se rotesc grupele astfel încât fiecare elev să rezolve sarcinile de la toate mesele de lucru,
 - Se face evaluarea activității prin completarea unor chestionare,
- **Exemple de fișe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc (2 -3)**

Miscarea pe plan înclinat- Fișa de activitate experimentală

Determinarea accelerației unui corp pe planul înclinat

Considerații teoretice

Asupra unui corp aflat în repaus, așezat pe un plan înclinat de unghi α , acționează greutatea G a corpului.

Această forță poate fi descompusă în două componente:



- una paralelă cu direcția planului înclinat

- una perpendiculară pe direcția planului înclinat

1. dacă $\mu=0$ și corpul de masă m se pune în mișcare, forța $mg \sin \alpha$ îi va imprima corpului o accelerație a :

$$ma = mg \sin \alpha \rightarrow a = g \sin \alpha$$

2. dacă $\mu \neq 0$, apare o forță de frecare $F_f = \mu mg \cos \alpha$, tangentă la suprafața de contact dintre corp și planul înclinat, care se opune mișcării. La coborâre, componenta greutateii este de sens opus forței de frecare și corpului de masă m i se va imprima o accelerație de către rezultanta forțelor ce acționează pe direcția planului înclinat:

$$ma = mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \rightarrow a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

GRUPA I

Pe un plan înclinat se află un corp de masă $m = 300$ g, care se mișcă liber fără frecare. Cunoscând unghiul de înclinație al planului $\alpha = 30^\circ$ determinați accelerația corpului, dacă se cunoaște valoarea accelerației gravitaționale $g \sim 10 \text{ m/s}^2$.

GRUPA II

Pe un plan înclinat se află un corp de masă $m = 300$ g, care se mișcă cu frecare ($\mu = 0.2$). Cunoscând unghiul de înclinație al planului $\alpha = 30^\circ$ determinați accelerația corpului, dacă se cunoaște valoarea accelerației gravitaționale $g \sim 10 \text{ m/s}^2$.

GRUPA III

Utilizând datele înregistrate de sistemul InLot reprezentați grafic $a=f(t)$.

Cum v-ați simțit?

Nelinistită (nu testasem sistemul), nerăbdătoare să experimentez ... liniștită la sfârșitul orei

Cum s-au simțit elevii?

S-au distrat foarte bine și au așteptat cu nerăbdare ora.

- **Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție?**

Din scenariu am folosit frațiuni din partea introductivă cu prezentarea accelerometrului.

- **Raportat la înțelegerea fenomenului fizic studiat și la obiectivele urmărite prin lecție enumerați puncte tari (2 – 3) și puncte slabe (2 - 3)**

Puncte slabe:

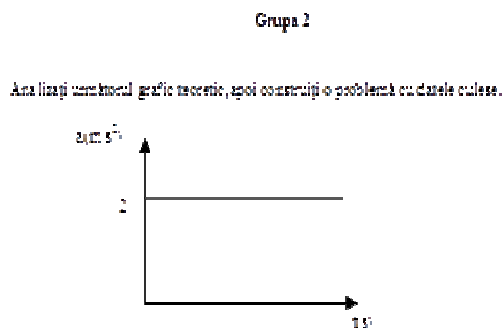
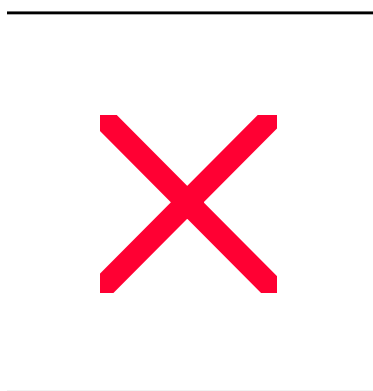
- timp de lucru prea scurt pentru familiarizarea elevilor cu modul de lucru al soft-ului
- prea puține accelerometre pentru experimentare

Puncte tari:

- posibilitatea de a realiza un grafic fără a avea "baza matematică"
- posibilitatea de a vizualiza graficul mișcării, și de a culege date despre mișcare
- posibilitatea de a modifica graficul mișcării
- **Redați link-uri utilizate complementar la lecție (dacă ați folosit)**
www.youtube.com/watch?v=woxc2eiedlM
- **Comentariu personal:** mi-ar plăcea să-l mai putem testa.

10. GRUP SCOLAR INDUSTRIAL “TEHNOFRIG” CLUJ-NAPOCA

- **Clasa:** a IX-a (15-16 ani)
- **Profesor:** Chinde-Pop Camelia
- **Titlul lecției:** Mișcarea circulară uniformă
- **Competențe vizate-** La sfârșitul lecției elevii trebuie să:
 - utilizeze sistemul digital de înregistrare a datelor în cazul unor experimente de mișcare
 - utilizeze valorile înregistrate la calcularea unor mărimi caracteristice mișcării circulare uniforme
 - analizeze cauza apariției accelerației în mișcarea circulară uniformă
 - interpreteze graficul accelerației în funcție de timp
 - construiască o problemă cu valorile citite din grafic
 - exerseze deprinderi de gândire critică prin abordarea studiului mișcării în diferite condiții impuse
 - utilizeze corect limbajul științific.
- **Material didactic utilizat**
Sistem digital cu senzori, calculator, fișe de lucru, text suport, mașina centrifugă.
- **Scurtă descriere a demersului didactic**
 - Se introduc câteva noțiuni despre mișcare prin conversație cu clasa
 - Se împarte elevilor textul suport pentru mișcarea circulară uniformă și se alocă timp studiului acestuia
 - Se formează 4 mese de lucru cu fișe de lucru specifice
 - Se rotesc grupele astfel încât fiecare elev să rezolve sarcinile de la toate mesele de lucru
 - Se face evaluarea activității prin completarea unor chestionare
- **Exemple de fișe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate**





Grupa 3

Un mobil cu masa $m = 0,50 \text{ kg}$ execută o mișcare circulară uniformă cu raza $R = 1,1 \text{ cm}$. Știind că accelerația mobilului este $a = 2,2 \text{ m/s}^2$, determinați:

- viteza unghiulară, ω ;
- perioada de rotație, T ;
- forța centripetă, F_g .

Grupa 4

Analizați cauzele apariției accelerației în mișcarea circulară uniformă.

Cum v-ați simțit?

- Puțin neliniștită deoarece nu testasem accelerometrul în experimentul realizat la clasă

Cum s-au simțit elevii?

- Nerăbdători să ajungă la partea experimentală
- **Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție? Care?**
- Le-am citit pe toate și am făcut și unele spicuiuri din ele
- **Raportat la înțelegerea fenomenului fizic studiat și la obiectivele urmărite prin lecție enumerați puncte tari (2 – 3) și puncte slabe (2 - 3)**

Puncte tari:

- Timp de lucru mai scurt pentru a culege date despre mișcare
- Posibilitatea analizei unor factori care modifica graficul fata de cel teoretic

Puncte slabe:

- Fiind primul experiment cu acest soft era nevoie de un timp mai mare pentru familiarizarea elevilor cu el
- Timp prea scurt pentru introducerea notiunilor de mișcare la elevi
- **Redați link-uri utilizate complementar la lecție (dacă ați folosit)**
- www.youtube.com/watch?v=woxc2eiedlM
- **Cometariu personal**
- Mi-a placut lecția și aș dori să pot repeta această experiență

11. COLEGIUL TEHNIC DE TRANSPORTURI “TRANSILVANIA” CLUJ-NAPOCA

- **Clasa** a XI-a A (16-18 ani)
- **Profesor:** Rednic Elena Dorina
- **Titlul lecției:** Determinarea accelerației gravitaționale cu pendulul elastic și pendulul gravitațional
- **Competențe vizate-** La sfârșitul lecției elevii trebuie să:
 - definească și să caracterizeze mișcarea oscilatorie ;
 - recunoască expresia perioadei mișcării pendulului elastic și pendulului gravitațional ;
 - recunoască forțele care tind să restabilească echilibrul pentru pendulul elastic și cel gravitațional;
 - interpreteze rezultatele determinărilor incluse în fișele experimentale;
 -



- identifice accelerația gravitațională din graficul obținut prin montarea accelerometrului pe cele două pendule;
- compare rezultatele obținute prin metoda clasică cu rezultatele obținute cu ajutorul accelerometrului .

• **Material didactic utilizat :**

- videoproiector, laptop, ecran ;
- film cu pendul elastic și gravitațional ;
- pendul gravitațional și elastic ;
- fișe de activitate experimentală ;
- sistem KLiC de colectare și înregistrare a datelor experimentale

DETERMINAREA ACCELERATIEI GRAVITAIONALE CU UN PENDUL ELASTIC

Demers didactic (s-a utilizat ca model scenariul nr.6)

- elevii sunt împărțiți în 4 grupe de câte 4-5 elevi, fiecare grupă având pe masă fișele experimentale pentru pendulul elastic și pendulul gravitațional;

Nr. Det .	Lungimea inițială a resortului (l_0)	Lungi mea resort ului deformat (l)	Alungi rea resort ului ($y=l-l_0$)	Număr ul de oscilaț ii (n)	Timpul (t)	Perioa da de oscilaț ie ($T = t / n$)	Accele rația gravita țio nală (g)	Accele rația gravita țională medie
1								
2								
3								

- pentru reactualizarea cunoștințelor se prezintă un film demonstrativ cu mișcarea pendulului elastic și gravitațional specificându-se perioadele de oscilație ale acestora(noțiuni incluse și pe fișele experimentale) ;
- elevii efectuează măsurători cu pendulul elastic și gravitațional, trecând datele în tabelele din fișe ;
- efectuează calcule conform cerințelor din fișa experimentală ;
- se prezintă sistemul KLiC și senzorii inteligenți, atașați acestui sistem ;
- se atașează pe rând senzorul activ (accelerometrul)pe cele două pendule înregistrndu-se datele instantaneu de soft-ul cuprins în sistem ;
- se compară datele obținute prin metoda clasică și prin metoda KLiC.

Puncte tari

- vizualizare eficientă a oscilațiilor celor două pendule;
- înregistrarea datelor experimentale în timp real (experiment LIVE)



- precizia determinărilor experimentale în sistem KLiC în comparație cu metoda clasică.

Puncte slabe

- modalitatea de capturare a datelor sofisticată ;
- dificultatea elevilor de a interpreta și analiza o reprezentare grafică .

Impresii profesor

Sistemul KLiC este un sistem care poate fi utilizat cu succes în efectuarea și analiza experimentelor de fizică dacă se adaptează softul aferent astfel încât să fie mai accesibil elevilor.

Impresii elevi

- Elevii au fost plăcut impresionați de acțiunea senzorilor inteligenți și de soft-ul care redă cu fidelitate datele înregistrate prin mișcarea senzorilor.
- Au fost surprinși să remarce exactitatea determinărilor cu ajutorul senzorilor în comparație cu metoda clasică.
- Dificultatea s-a ivit la colectarea datelor de pe graficul înregistrat de soft

12. GRUPUL ȘCOLAR “AUREL VLAICU” CLUJ-NAPOCA

- **Clasa** (vârsta elevilor): 16-17 ani
- **Profesor:** Cornelia Pal
- **Titlul lecției:** Determinarea accelerației unui corp pe planul înclinat
- **Material didactic utilizat:**
 - plan înclinat
 - corp
 - accelerometru
 - fișe de lucru
- **Scurtă descriere a demersului didactic:**
 - elevii calculează accelerația corpului pe planul înclinat pentru diferite unghiuri conform fișei de lucru pe care o au la dispoziție
 - măsoară accelerația cu ajutorul accelerometrului
 - compară rezultatele obținute și arată sursele de eroare
 - comentează rezultatele obținute
- **Exemple de fișe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc (2 -3)**

DETERMINAREA ACCELERAȚIEI UNUI CORP PE PLANUL INCLINAT

Un plan înclinat este un plan care formează un unghi ascuțit cu planul orizontal.

Elementele planului înclinat sunt:

- ° lungimea planului înclinat **l**
- ° înălțimea planului înclinat **h**
- ° unghiul planului înclinat **α**

Întrebări cheie

1. Ce forțe acționează asupra unui corp pe planul înclinat?
2. Care este condiția de echilibru pentru mișcarea de translație pe o anumită direcție?
3. Ce fel de mișcare execută corpul pe planul înclinat?



Sarcini de lucru

Reprezentați corect forțele ce acționează asupra unui corp pe planul înclinat

Scrieți expresia fiecărei forțe reprezentate

Scrieți expresia accelerației corpului ce coboară pe planul înclinat (fără frecare)

Determinări experimentale

- se măsoară g
- folosind accelerometrul măsurați accelerația corpului pe planul înclinat
- calculați accelerația corpului care coboară pe planul înclinat prin înlocuire în formula $a = g (\sin \alpha)$
- se repetă măsurătorile pentru diferite unghiuri și se trec valorile în tabel

	α	$\sin \alpha$	a (calculat)	a (măsurat)
1	10°	0.17375		
2	20°	0.34202		
3	30°	0.50000		

1. Interpretarea rezultatelor

Comparați valoarea calculată cu valoarea măsurată.

Ce observați?

Precizați ce erori au influențat experimentul.

Cum v-ați simțit?

Cum s-au simțit elevii?

- **Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție? Care?**
- **Raportat la înțelegerea fenomenului fizic studiat și la obiectivele urmărite prin lecție enumerați puncte tari (2 – 3) și puncte slabe (2 - 3)**

Puncte tari – elevii au măsurat accelerația

- au comparat valorile teoretice cu cele experimentale
- au interpretat rezultatele și au identificat sursele de eroare

Puncte slabe – nu au reușit să efectueze măsurătorile toți elevii

- elevii nu au înțeles în totalitate principiul de funcționare al accelerometrului

- **Redați link-uri utilizate complementar la lecție (dacă ați folosit)**
- **Cometariu personal**

Cadrul didactic ca reprezentant al științei, de mediator în constituirea relației elev – știință, de ferment al acțiunilor educative cu caracter formativ și informativ nu mai este suficient pentru a asigura eficiența acțiunilor pedagogice este nevoie de crearea unui cadru în care elevul să fie pus să caute, să cerceteze, să găsească soluții, un cadru creativ care să conducă spre creșterea calității actului educațional.



CAPITOLUL IV.

VALIDAREA SCENARIILOR ȘI A SISTEMULUI KLiC

Validarea scenariilor și a activităților didactice susținute a fost realizată prin aplicarea chestionarelor online pentru toți profesorii și elevii implicați, precum și prin realizarea a cinci interviuri cu profesorii care au utilizat la clasă scenariile KLiC.

Din analiza acestor instrumente de evaluare au rezultat următoarele concluzii:

- **din perspectiva profesorilor:**
 - Sistemul KLiC poate fi utilizat cu succes în efectuarea și analiza experimentelor de fizică și permite abordarea interdisciplinară;
 - Activitățile de formare au adus elemente de noutate în învățarea experiențială și au deschis perspectiva spre noi abordări științifice și tehnice;
 - Scenariile aplicate fac legătura între teorie și practică pe de o parte și între predarea științelor, investigația experimentală și tehnologia modernă pe de altă parte;
 - Înregistrarea datelor în timp real permite o mai bună gestionare a resursei timp la lecție și posibilitatea de experimentare și interpretare a rezultatelor;
 - Vizualizarea oscilațiilor și a graficului mișcării sunt elemente foarte importante pentru înțelegerea fenomenului studiat.
- **din perspectiva elevilor**
 - Senzorii inteligenți și soft-ul care redă datele înregistrate prin mișcare sunt elemente de noutate care i-au încântat pe elevi;
 - Se remarcă exactitatea determinărilor cu ajutorul senzorilor în comparație cu metoda clasică;
 - Elevii sunt curioși, activi, interesați, dornici să abordeze un nou stil de învățare experiențială.



CAPITOLUL V.

CONCLUZII

Prin intermediul proiectului Kicking Life into Classroom Casa Corpului Didactic Cluj a urmărit dezvoltarea unei noi abordări pedagogice a predării anumitor conținuturi specifice disciplinelor din aria curriculară ”Științe”, prin utilizarea unui instrument digital avansat, din mai multe aspecte:

- elaborarea și implementarea unor scenarii didactice în care se proiectează parcursuri didactice investigative utilizând tehnica de calcul și sistemul de senzori;
- promovarea învățării prin investigație, a învățării experiențiale precum și transformarea sălii de clasă în laborator.
- posibilitatea de experimentare a unor concepte din fizică și biologie în cadrul activității didactice, în centrele de cercetare științifică precum și în afara acestora;
- înregistrarea datelor în timp real permite o mai bună gestionare a resursei timp la lecție și posibilitatea de experimentare și interpretare a rezultatelor;
- vizualizarea oscilațiilor și a graficului mișcării sunt elemente importante pentru înțelegerea fenomenului studiat.

Sistemul KLiC este ușor de folosit fiind bazat pe dispozitive comune, nu există obstacole reale pentru utilizator. Fiecare lecție de științe în care se utilizează sistemul KLiC, apelează la curiozitatea elevilor și atinge scopurile propuse în curriculumul său. Pentru a atrage atenția elevilor, profesorul trebuie să fie inventiv, să știe să contruiască experimente utilizând cele mai diverse obiecte pe care le găsește. Învățarea în acest mod, prin investigare directă poate întoarce informația în cunoaștere utilă. Ea poate dezvolta abilități și moduri sănătoase de a gândi.

Înțelegerea și sistematizarea conținuturilor științifice prin activități experimentale, cercetare, proiecte, activități nonformale, abordări interdisciplinare, conduce la diversificarea abordărilor curriculare, adaptarea la nevoile de învățare ale elevilor, susținerea învățării permanente, pe perioada întregii vieți.