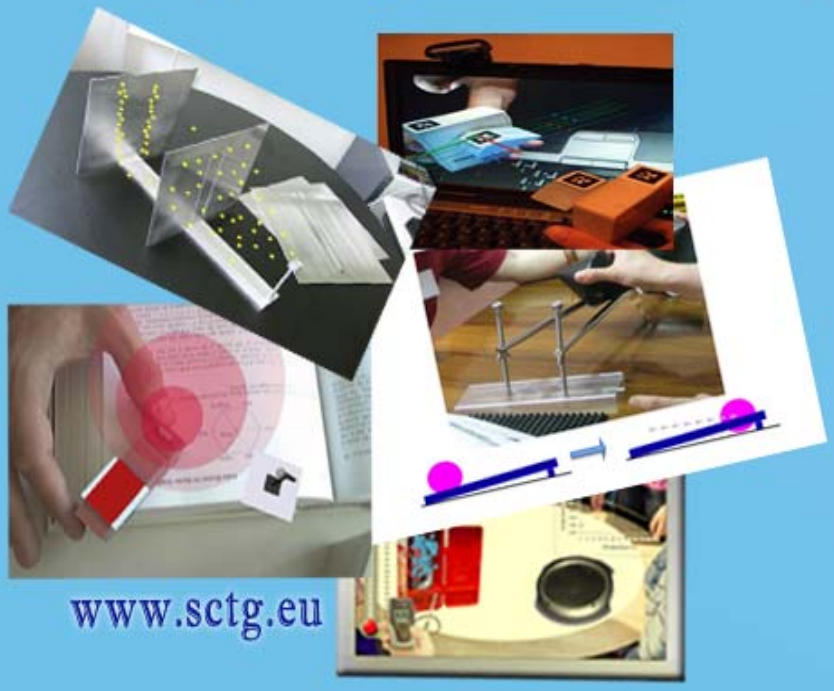
Education and Culture DG
Lifelong Learning Programme
Science Center To Go
505318 - LLP - 1- 2009 - 1- FI - KA3 - KA3MP

Science Center To Go

Predarea științelor prin integrarea tehnologiei Augmented Reality



CASA CORPULUI DIDACTIC CLUJ

Cluj-Napoca
2011

Science Center To Go

Predarea ştiinţelor prin integrarea tehnologiei Augmented Reality

Coordonatori:

Dorina Kudor
Mihaela Răşinar
Alina Petri
Ileana Iepure

Autori:

Adriana Iacob
Luminița Chicinaş
Paula Chiş, Anca Mora, Maria Vinţeler, Ioan Bâlc, Iudita Bâlc, Maria Rus, Viorela Ghica, Corina Toma, Alexandra Lup, Liliana Dana Lung, Ana-Natalia Şerban

Editura Casei Corpului Didactic Cluj

Cluj-Napoca 2011

Editor: Kati Mihályfalvi

Redactori: Alina Petri, Ileana Iepure

Concepție grafică, machetare şi tehnoredactare: Kati Mihályfalvi

Coperta: Kati Mihályfalvi

ISBN 978-973-8210-84-1

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.

ARGUMENT

Acest ghid este rezultatul implementării proiectului Science Center To Go (SCeTGo), un proiect derulat în cadrul Programului de Învățare pe tot Parcursul Vieții - Proiecte multilaterale. Proiectul, coordonat de centrul de ştiinţă Tiedekeskussäätiö (Heureka, Finlanda) se derulează în perioada ianuarie 2010 - decembrie 2011 printr-un parteneriat care cuprinde 9 parteneri din 6 țări europene.

În primul capitol este prezentat contextul proiectului, în cadrul căruia s-au creat scenarii didactice inovative, s-au organizat şi derulat activități de formare şi s-a pilotat sistemul SCeTGo. Casa Corpului Didactic Cluj, partener în proiect, a contribuit la dezvoltarea unei noi abordări pedagogice a anumitor conținuturi specifice disciplinelor din aria curriculară Ştiințe".

Capitolul Scenarii didactice inovative în predarea fizicii cuprinde prezentarea sistemului SCeTGo (un set de cinci miniaturi), un mediu de învățare care „începe într-un buzunar" şi descrierea conceptului de augmented reality (realitate îmbogățită), prin care percepția fenomenelor fizice este „îmbogățită" cu ajutorul unui soft care pune în evidență realități imperceptibile cu ochiul liber. Scenariile didactice create reprezintă suportul teoretic şi metodologic pentru implementarea, în cadrul activităților curriculare şi extracurriculare, a conținuturilor de fizică cu ajutorul miniaturilor SCeTGo.

Profesorii de fizică care au implementat scenariile şi sistemul SCeTGo propun, în capitolul trei, exemple de bună practică proiectate şi aplicate în lecții şi activități informale, cu elevi din clasele a VII-a - a XII-a. Aceste modele de succes dovedesc impactul pozitiv al proiectului asupra înțelegerii de către elevi a conținuturilor de fizică, asupra creşterii interesului acestora pentru ştiințe, asupra modului inovativ de abordare a curriculum- ului de către profesori.

Aplicarea şi interpretarea instrumentelor de validare a scenariilor didactice - chestionare şi interviuri pentru elevi şi profesori, jurnale didactice reflexive - au reliefat valoarea adăugată de acest proiect: inovația didactică (prin învățarea prin experiment, instruirea diferențiată), modalitățile atractive de organizare a învățării (activități informale, extracurriculare), resursele educaționale moderne (augmented reality şi miniaturile).

ARGUMENT

This guide is a result of Science Center to Go project (SCeTGo) that is developed under Lifelong Learning Programme – Multilateral Projects. The project is coordinated by Tiedekeskussäätiö (Heureka), a science center from Finland, and is developed between January 2010 – December 2011 through a consortium of 9 partners from 6 European countries.

The first unit includes the context of the project that facilitated creation and implementation of innovative scenarios, as well as delivering an in-service training program. As a partner in the project, Casa Corpului Didactic Cluj promotes a new approach on teaching science for the teachers in Cluj county.

The unit „Innovative scenarios on science teaching" includes the presentation of SCeTGo system (a set of 5 miniatures) that represents a pocket-size learning environment. Augmented Reality is also presented as a way to better understand the physical phenomena, by using a soft that helps the learners to see what can not be seen. The learning scenarios represent a theoretical and methodological tool in using SCeTGo miniatures during curricular and extracurricular activities.

Unit 3 presents good practice examples suggested by the teachers who used the SCeTGo system in formal and informal activities with students from grades VII – XII. These examples prove the positive impact on the students who better understood the scientific content. Moreover, the new innovative approach of the curriculum has as an effect the enhancement of the students' interest in science.

During the implementation of the project a series of validation instruments were used: questionnaires and interviews for students and teachers, reflexive journals. These validation instruments prove the added value of the project: teaching innovation (learning by doing, personalized learning), new ways to organize teaching activities (informal and extracurricular activities), new educational resources (Augmented Reality and SCeTGo miniatures).

CUPRINS

CAPITOLUL I. - CONTEXT 2

1.1. Prezentarea proiectului SCeTGo 2
1.2. Rolul Casei Corpului Didactic Cluj în cadrul proiectului SCeTGo 4

CAPITOLUL II. - SCENARII DIDACTICE INOVATIVE ÎN PREDAREA FIZICII 12

2.1. Realitatea îmbogăţită şi miniaturile SCeTGo 12
2.2. Scenarii didactice 17

CAPITOLUL III. - EXEMPLE DE BUNĂ PRACTICĂ ÎN IMPLEMENTAREA SCENARIILOR SCeTGo 85

CAPITOLUL IV. - VALIDAREA SCENARIILOR ŞI A SISTEMULUI SCeTGo 106

CAPITOLUL V. - CONCLUZII 108

CAPITOLUL I.

CONTEXT

1.1. PREZENTAREA PROIECTULUI SCeTGo

Casa Corpului Didactic Cluj derulează în perioada ianuarie 2010 - decembrie 2011 proiectul „Science Center to Go" (SCeTGo) 505318-LLP-1-FI-KA3-KA3MP, alături de nouă parteneri din şase ţări europene: Tiedekeskussäätiö – Heureka – Finlanda (coordonatorul proiectului), Institute of Communications and Computer Systems ICCS – Grecia, Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der Angewandten Forschung – Germania, Universitat de Barcelona – Spania, University of Bayreuth – Germania, University of Helsinki – Finlanda, Växjö Universitet – Suedia, Centre for European Research – Marea Britanie, Ellinogermaniki Agogi – Grecia.

Proiectul se derulează în cadrul Programului de Învăţare pe tot Parcursul Vieţii şi are ca grup ţintă profesori de ştiinţe, cercetători, cadre didactice universitare şi studenţi. Activităţile proiectului vizează un obiectiv generos: dezvoltarea unei noi abordări pedagogice a predării anumitor conţinuturi specifice disciplinelor din aria curriculară „Ştiinţe", prin integrarea tehnologiei *„Augmented Reality"* (AR) şi a experimentelor în miniatură.

Rezultatele aşteptate ale proiectului:

- Setul SCeTGo - un set de experimente în miniatură care utilizează tehnologia AR
- Un manual de utilizare a miniaturilor SCeTGo
- Scenarii pedagogice create şi implementate la nivelul învăţământului universitar şi preuniversitar
- Ghid de bune practici disponibil pe site-ul proiectului http://www.sctg.eu

Activităţi derulate de către Casa Corpului Didactic Cluj în cadrul proiectului:

- Propunerea şi derularea unui program de formare continuă şi a unei activităţi ştiinţifice pentru cadrele didactice din grupul ţintă (profesori de fizică)*: Scenarii interactive în predarea ştiinţelor* şi *Exemple de bună practică în predarea ştiinţelor*
- Formarea a 35 de profesori de fizică care predau în colegii naţionale, licee, grupuri şcolare şi şcoli generale, pentru utilizarea miniaturilor, în vederea promovării învăţării prin experimentare, utilizând mijloace didactice moderne

- Crearea a 15 scenarii didactice care îşi propun utilizarea tehnologiei "Augmented Reality" şi a miniaturilor SCeTGo în predarea ştiinţelor în general şi a fizicii în special
- Pilotarea miniaturilor la nivelul învăţământului preuniveristar clujean, după cum urmează:
  - 19 şcoli din judeţul Cluj (20 de profesori şi 566 de elevi)
  - Centrul de Excelenţă (8 profesori şi 20 de elevi)
  - Festivalului Ştiinţei (13 profesori şi 43 de elevi şi studenţi)
- Realizarea unui film didactic cu exemple de bună practică din timpul formării şi pilotării miniaturilor
- Diseminarea şi valorizarea rezultatelor proiectului în România

1.2. ROLUL CASEI CORPULUI DIDACTIC CLUJ ÎN CADRUL PROIECTULUI SCeTGo

Prin proiectul Science Center To Go s-au creat şi pilotat scenariile didactice şi în cadrul cărora se aplică două idei-cheie: *augmented reality* şi contactul cu fenomenele fizice oriunde şi oricând, prin miniaturizarea unor experimente. În vederea realizării acestor obiective, s-au derulat câteva activităţi: un workshop, două activităţi de formare şi două etape de pilotare a sistemului în activităţi didactice şi extracurriculare.

Workshop

O primă activitate organizată de Casa Corpului Didactic Cluj în vederea creării scenariilor a fost workshop-ul derulat în perioada 18 – 22 martie 2010 la care au participat 42 de profesori de fizică din judeţul Cluj. În cadrul acestui workshop s- au analizat conţinuturile din programele de fizică la nivel gimnazial şi liceal, în raport cu cele cinci miniaturi/ experimente propuse pentru dezvoltarea de scenarii didactice în cadrul proiectului SCeTGo în România. A urmat, desigur o etapă de cercetare ştiinţifică şi metodică în vederea elaborării scenariilor didactice şi elaborarea lor propriu- zisă.

Workshop- prezentarea scenariilor

Activitate pe grupe pentru analiza curriculum- ului

Programul de formare *Strategii interactive în predarea ştiinţelor*

În vederea implementării scenariilor s-a organizat o primă activitate de formare, un program neacreditat de 10 ore, în perioada 2-3 noiembrie 2010. Prin această activitate, 35 de profesori de fizică au fost abilitaţi să utilizeze miniaturile, în vederea promovării învăţării prin experimentare prin mijloace didactice moderne. Astfel, s-au analizat scenariile create, s-

au realizat instrumente didactice, fişe de lucru, fişe de evaluare, în vederea adaptării scenariilor la nivelul elevilor cu care lucrează profesorii implicați. Scenariile au fost integrate într-o viziune educațională care îmbină învățarea formală şi învățarea informală, în contextul lumii reale.

Prezentarea şi testarea sistemului SCeTGo

Activitate pe grupe pentru adaptarea scenariilor

Prima etapă de pilotare a scenariilor şi sistemului SCeTGo

Scenariile didactice realizate de către formatorii din cadrul proiectului *Science Center To Go* au fost pilotate de către profesori de fizică şi elevi din învățământul preuniversitar din județul Cluj în două etape.

Prima etapă, derulată în perioada 4 – 11 noiembrie 2010, a avut ca scop principal oferirea unui feedback în urma implementării scenariilor, în vederea îmbunătățirii sistemului SCeTGo şi validării didactice a scenariilor şi a sistemului SCeTGo.

Această primă pilotare a sistemului SCeTGo s-a realizat prin implicarea a 21 de profesori de fizică şi a 486 de elevi din clasele VII- XII. Au fost susținute 19 activități didactice care au presupus integrarea în curriculum- ul de fizică a experimentelor *augmented reality* cu ajutorul miniaturilor şi 2 activități extracurriculare.

În activitățile curriculare susținute au fost utilizate toate cele 5 miniaturi/ experimente, astfel:

Miniatura utilizată	**Unitatea de învățământ în care a fost susținută activitatea didactică**	**Profesorul care a susținut activitatea didactică**	**Clasa care a pilotat sistemul SCeTGo**
Miniaripa	Liceul de Informatică „Tiberiu Popoviciu” Cluj- Napoca	Corina Toma	a X-a

	Liceul Teoretic „Avram Iancu” Cluj- Napoca	Alina Pînzaru	a IX-a
	Liceul Teoretic „Victor Babeş” Cluj- Napoca	Natalia Şerban	a IX-a
Efectul Doppler	Liceul Teoretic „Nicolae Bălcescu” Cluj- Napoca	Doru Chifor	a XI-a
	Colegiul Național ”Emil Racoviță” Cluj- Napoca	Ştefan Huber	a XI-a
	Colegiul Național „George Barițiu” Cluj- Napoca	Paula Chiş	a XI-a
	Liceul Teoretic „Liviu Rebreanu” Turda	Liana Olaru	a XI-a
	Colegiul Național „Mihai Viteazul” Turda	Alexandra Lup	a XI-a
	Colegiul Tehnic de Transporturi „Transilvania” Cluj- Napoca	Aurel Lar	a XI-a
Experimentul Boltzmann	Liceul Teoretic „Mihai Eminescu” Cluj- Napoca	Maria Vințeler	a VIII-a
	Liceul Teoretic „Nicolae Bălcescu” Cluj- Napoca	Carmen Coțop	a XI-a
	Şcoala cu Clasele I- VIII „Octavian Goga” Cluj- Napoca	Carmen Zdrenghea	a VIII-a
	Şcoala cu Clasele I- VIII „Iuliu Hațieganu” Cluj- Napoca	Ioan Bâlc, Iudita Bâlc	a VIII-a
	Liceu ”Bathory Istvan” Cluj- Napoca	Cseh Gyoparka	a VIII-a
	Colegiul Național „Emil Racoviță” Cluj- Napoca	Iraida Mărginean	a VI-a
	Colegiul Național „George Barițiu” Cluj- Napoca	Viorica Mîndruț	a X-a
	Liceul Teoretic „Onisifor Ghibu” Cluj- Napoca	Maria Rus	a IX-a
Fanta dublă	Grup Şcolar Material Rulant	Dana Lung	a XI-a

(Double slit)	„Unirea" Cluj- Napoca		
	Liceul Teoretic „Pavel Dan" Câmpia Turzii	Viorela Ghica Cucerca	a XII-a
Conul dublu	Liceul Teoretic „Lucian Blaga" Cluj- Napoca	Anca Mora	a IX- a

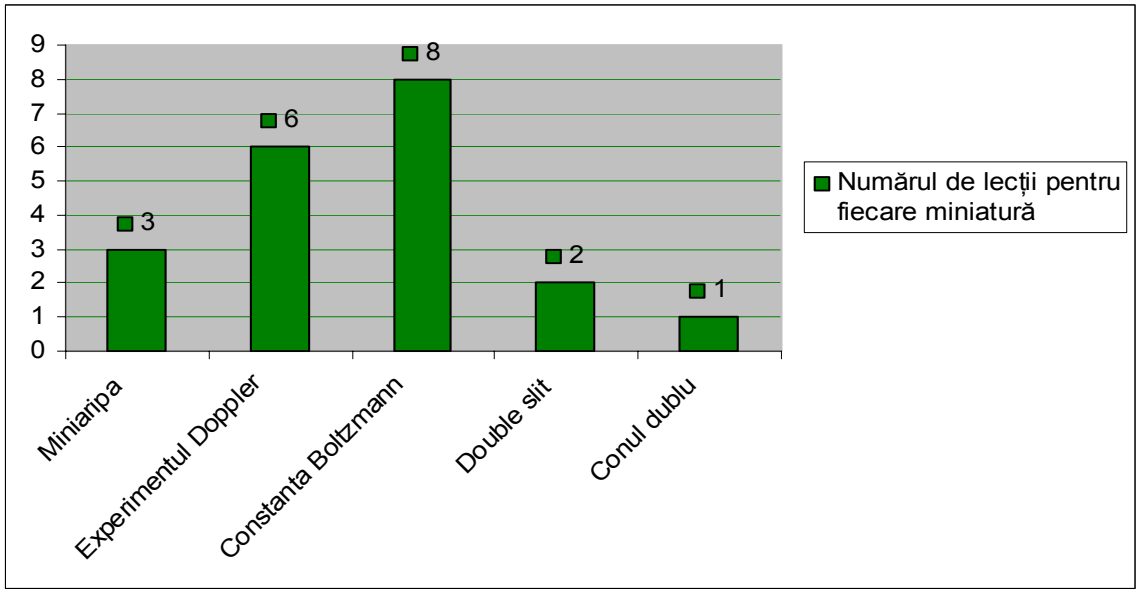


Fig. 1 Utilizarea miniaturilor în activitățile curriculare desfăşurate

Utilizarea în proporție diferită a miniaturilor în activitățile curriculare reflectă gradul diferit în care fenomenele fizice experimentate cu ajutorul *augmented reality* se regăsesc în curriculum- ul specific disciplinei.

Sistemul SCeTGo a fost pilotat în două activități extracurriculare în cadrul cărora au fost utilizate toate cele 5 miniaturi. Prima activitate s-a derulat la Centrul de Excelență Cluj-Napoca, la care au participat profesori de fizică şi elevi pasionați, iar a doua activitate s-a organizat în cadrul unui eveniment tradițional, *Săptămâna ştiinței*, la Colegiul Tehnic Energetic Cluj- Napoca. În cadrul acestui eveniment, care reunește elevi pasionați de experimente fizice din județul Cluj, s-a realizat o expoziție a miniaturilor şi s-a testat funcționalitatea sistemului *augmented reality* de către profesori şi elevi.

Liceul de Informatică „Tiberiu Popoviciu” Cluj-Napoca

Liceul Teoretic „Mihai Eminescu” Cluj- Napoca

Grup Şcolar Material Rulant „Unirea” Cluj-Napoca

Liceul Teoretic „Avram Iancu” Cluj- Napoca

Liceul Teoretic „Nicolae Bălcescu” Cluj- Napoca

Liceul Teoretic „Nicolae Bălcescu” Cluj- Napoca

Şcoala cu Clasele I- VIII „Octavian Goga” Cluj-Napoca

Şcoala cu Clasele I- VIII „Iuliu Haţieganu” Cluj- Napoca

Liceul”Bathory Istvan” Cluj- Napoca

Colegiul Național ”Emil Racoviță” Cluj- Napoca

Colegiul Național ”Emil Racoviță” Cluj- Napoca

Colegiul Național „George Barițiu” Cluj- Napoca

Colegiul Național „George Barițiu” Cluj- Napoca

Liceul Teoretic „Pavel Dan”
Câmpia Turzii

Liceul Teoretic „Liviu Rebreanu” Turda

Colegiul Național „Mihai Viteazul” Turda

Liceul Teoretic „Lucian Blaga”
Cluj- Napoca

Liceul Teoretic „Victor Babeş”
Cluj- Napoca

Liceul Teoretic „Onisifor Ghibu”
Cluj- Napoca

Colegiul Tehnic de Transporturi „Transilvania” Cluj- Napoca

Centrul de Excelență Cluj- Napoca

Colegiul Tehnic Energetic Cluj- Napoca

Activitatea ştiințifică *Exemple de bună practică în predarea ştiințelor*

După etapa de pilotare în care s-au validat scenariile didactice s-a organizat o a doua activitate de formare de 10 ore, în perioada 16- 17 noiembrie 2010. Scopul principal al activității a fost valorificarea experienței cadrelor didactice care au utilizat scenariile şi miniaturile în activități de învățare şi validarea aspectelor pedagogice, tehnice şi economice ale proiectului SCeTGo. S-a prezentat aici un raport al pilotării sistemului SCeTGo şi au fost împărtăşite exemplele de bună practică implementate de 20 de profesori în etapa de pilotare. Analiza acestor exemple prezentate a reliefat relevanța pedagogică a scenariilor, impactul asupra elevilor a acestor metode moderne de „vizualizare a invizibilului", importanța abordării fenomenelor fizice în mod diferențiat, atât cu elevi cu performanțe şcolare înalte, dar şi cu cei cu performanțe mai scăzute.

A doua etapă de pilotare a scenariilor şi sistemului SCeTGo

În urma validării pedagogice, tehnice şi economice a sistemului SCeTGo de către profesori care au pilotat sistemul în mai multe țări, softul şi miniaturile SCeTGo au suportat îmbunătățiri, care au fost mai apoi din nou testate în activități de către profesori şi elevi. În această a doua etapă de pilotare, derulată după elaborarea celei de-a doua versiuni a sistemului SCeTGo, a presupus testarea modificărilor implementate în urma sugestiilor făcute de către cadrele didactice care au susținut activități cu elevii. Accentul, de data aceasta, a fost aşezat pe activitățile extracurriculare.

În România, noul sistem SCeTGo s-a pilotat în perioada 14 aprilie- 3 mai 2011, în cadrul a patru activități informale:

Activitatea	Unitatea de învățământ în care s-a derulat activitatea	Profesorul coordonator	Profesori participanți	Unitatea de învățământ/ număr de elevi implicați
Activitate informală	Liceul Teoretic „Nicolae Bălcescu" Cluj-Napoca	Carmen Coțop Aneta Surducan	Radu Chețianu	Liceul Teoretic „Nicolae Bălcescu" Cluj- Napoca/ 50
Workshop „Educație tehnică şi tehnologii educaționale pentru dezvoltare durabilă", ediția 2	Facultatea de Inginerie Electrică	Radu Ciupa (Decan) Anca Constantinescu Carmen Bal (lectori)	30 de profesori	Liceul Teoretic „Nicolae Bălcescu" Cluj- Napoca, Liceul de Informatică „T. Popovicu" Cluj-Napoca, Liceul Teoretic „Liviu Rebreanu" Turda/ 34 de elevi
Activitate informală	Şcoala cu Clasele I- VIII „Horea, Cloşca şi Crişan" Turda	Ionaş Miclăuş	Erzsebet Peter Nuți Vlad Lavinia Ilie	Şcoala cu Clasele I-VIII „Avram Iancu" Turda Şcoala cu Clasele I-VIII „ Teodor Muărşanu" Turda Şcoala cu Clasele I-VIII „Ioan Opriş" Turda Şcoala cu Clasele I-VIII „Horea, Cloşca şi Crişan" Turda Şcoala cu Clasele I-VIII „Andrei Şaguna" Turda/ 100
Activitate informală	Colegiul Tehnic Napoca	Ionaş Miclăuş	Olga Rişcău Carmen Szekely Daciana Irimieş Gabriela Mureşan	Colegiul Tehnic Napoca/ 100

Pilotarea scenariilor şi a sistemului SCeTGo în activități informale a evidențiat ideea că utilizarea miniaturilor care probează fenomene fizice face posibilă învățarea experiențială şi în afara clasei, în contexte atractive, interactive, menite să atragă elevii pentru învățarea științelor şi creşterea interesului pentru educație, în general.

CAPITOLUL II.

SCENARII DIDACTICE INOVATIVE ÎN PREDAREA FIZICII

2.1. REALITATEA ÎMBOGĂȚITĂ ŞI MINIATURILE SCeTGo

Tehnologiile moderne pot îmbogăți percepția celui care experimentează, astfel încât să poată fi observate fenomene care în mod obişnuit nu pot fi puse în evidență .

„Augmented Reality"(AR) estompează linia dintre ceea ce e real şi ce e generat de computer prin îmbogățirea a ceea ce vedem, auzim, simțim fiind cu toate acestea mai aproape de real decât de virtual.

Sistemului „Science Centre To Go", mediu de învățare care „încape într-un buzunar" şi care facilitează elevilor contactul cu fenomenele fizice oriunde şi oricând, reuşind să facă invizibilul vizibil, se bazează pe:

- utilizarea tehnologiei realității îmbogățite, complementare – „Augmented Reality"
- miniaturizarea unor experimente (Legea lui Bernoulli, Efectul Doppler, Echilibrul corpurilor, Constanta lui Boltzmann, Dispozitivul lui Young) pentru care au fost create dispozitive miniaturizate

Dacă tehnologia AR a fost utilizată cu precădere în armată şi în jocurile video, în cadrul proiectului SCeTGo ea deschide noi oportunități de dezvoltare domeniului educațional. Învățarea prin Augmented Reality face invizibilul vizibil, face posibilă vizualizarea unor fenomene ştiințifice foarte teoretice prin utilizarea computerului, creşte nivelul de înțelegere al elevilor cu privire la acest tip de fenomene.

Acest sistem permite realizarea experimentelor în timp real şi vizualizarea pe ecranul computerului conectat la o cameră web a fenomenului fizic - care în alte condiții poate fi doar imaginat. În acest caz cunoaşterea este îmbogățită şi accesul la aceasta este mult mai uşoar şi rapid. Realul apare astfel îmbogățit.

Dispozitivele miniaturizate:

Dispozitivul **„Mini aripă"** conectat la un computer şi o cameră web îi ajută pe elevii să vizualizeze detalii specifice dinamicii fluidelor în particular curgerea fluidelor, portanța, principiul lui Bernoulli şi să interpreteze rezultatele obținute.

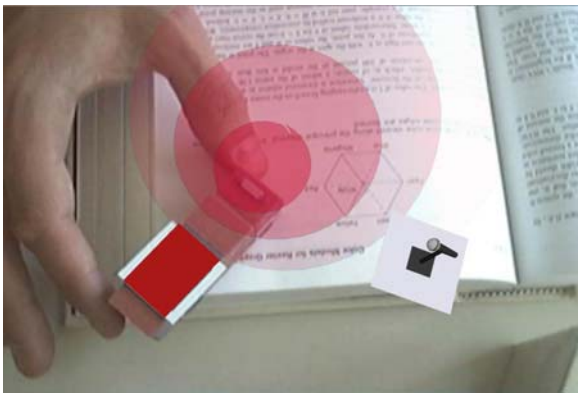
- Miniatura propriu zisă constă dintr-o cutie în care se află un model de aripă de avion ambele elemente având câte un sistem de senzori pentru a putea fi recunoscute şi observate pe ecanul calculatorului.

- În cazul acestei miniaturi elevii „văd", cu ajutorul tehnicii de mai sus, pe ecranul calculatorului imaginea unui avion în zbor, avion care se deplasează în funcție de modul în care se acționează asupra poziției aripii.

- Prin schimbarea poziției aripii se pot vizualiza pe computer: curgerea aerului, modelarea forțelor şi a câmpurilor de presiune care acționează asupra avionului. Utilizarea unui ventilator poate schimba curgerea aerului şi efectele se pot vizualiza**.**

„Efectul Doppler" este un subiect dificil de imaginat şi înțeles de către elevi, fie că este vorba de propagarea undelor luminoase sau a undelor sonore. În cazul acestei miniaturi elevii au posibilitatea să observe, să experimenteze şi să înțeleagă propagarea sunetului, iar soft-ul asociat acestei aplicații afişează valorile fecvenței emițătorului şi ale variației acesteia pentru mişcările reale experimentate de către elevi.

Miniatura propriu – zisă realizată pentru a vizualiza acest efect constă într-o autospecială a pompierilor în miniatură şi un receptor prevăzute, de asemenea, cu senzori. „Realitatea îmbogățită" este reprezentată în acest caz prin vizualizarea undelor sonore atunci când autospeciala este în repaus sau în mişcare împreună cu redarea unui sunet a cărui înălțime se modifică simultan. Putem recepționa schimbarea înălțimii sunetului produs de sursă când autospeciala se apropie sau se îndepărtează de reper.



Experimentul „Conul dublu” îi ajută pe elevi să experimenteze fenomene care aparent contrazic anumite legi ale fizicii (paradoxul centrului de greutate) şi să stabilească adevărul printr - o abordare interdisciplinară (fizica şi matematica)

Miniatura constă într- un plan înclinat (dotat cu senzori) pe care se pot folosi conuri duble de diferite unghiuri. Elevii pot experimenta modificând oricare din cele trei unghiuri – al planului înclinat, al conului, al lărgimii planului înclinat – iar facilitatea oferită de soft-ul încorporat oferă elevilor, în timp real, relația numerică între valorile acestor unghiuri.

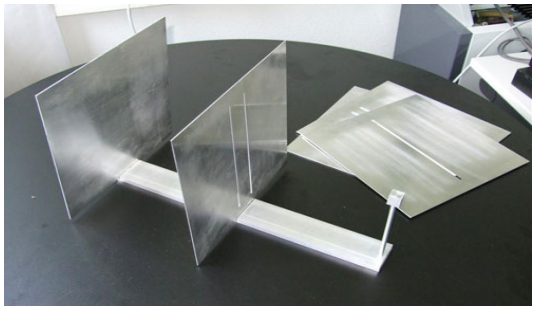
Experimentul Boltzmann poate fi utilizat pentru vizualizarea şi înțelegerea mişcării moleculelor fiind o ilustrare a semnificației constantei lui Boltzmann în special. Acesta se bazează pe relația de proporționalitate dintre valoarea pătratului vitezei mediate a moleculelor de gaz şi constanta Boltzmann.

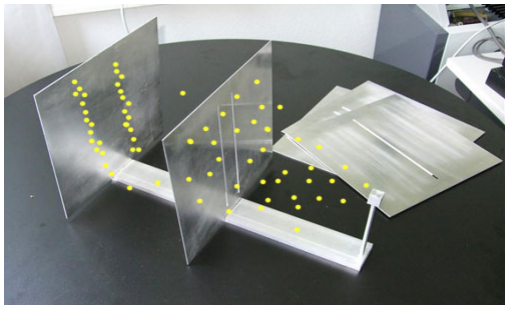
Miniatura propriu zisă constă dintr-un „frigider”, o „plită”, un termometru electronic – dotate cu senzori – conectate la computer. Termometrul electronic este prevăzut cu o „plăcuță orizontală” cu care „mutăm” moleculele de gaz în diferite medii aflate în stări de încălzire diferite: la temperatura camerei, în interiorul frigiderului sau pe plită. Elevii pot astfel urmări creşterea agitației termice a moleculelor o dată cu creşterea temperaturii respectiv scăderea vitezei de mişcare a moleculelor la scăderea temperaturii; variațiile de temperatură pot fi urmărite pe termometru şi totodată pe graficul trasat în timp real pe măsură ce aceştia experimentează.

Experimentul lui Young

Miniatura realizată pentru ilustrarea şi înţelegerea naturii duale a luminii constă din elementele constructive specifice realizării **experimentului lui Young**, atât bancul optic, cât şi sistemul de fante şi ecranul fiind dotate cu senzori pentru a putea fi recunoscute de aplicaţia electronică.

Dispozitivul permite elevilor să observe modelarea fenomenului fizic atât în cazul undelor sferice cât şi în cazul particulelor. Schimbând planul fantelor se poate vizualiza rezultatul acestei schimbări pe ecranul virtual amplasat în spatele fantelor**.**





Avantajele utilizării tehnologiei AR în predarea ştiinţelor

"Revoluţiile ştiinţifice schimbă lumea în care acţionează un om de ştiinţă" considera renumitul epistemolog Thomas Kuhn în lucrarea „Structura revoluţiilor ştiinţifice", lucrare care a modificat percepţia oamenilor de ştiinţă asupra paradigmei în care evoluează ştiinţa.

În consens cu acest mod de gândire prezentăm avantajele predării ştiinţelor pe baza tehnologiei AR:

- Schimbarea paradigmei de predare a ştiinţelor în general, a fizicii în special, schimbă percepţia elevilor despre importanţa învăţării ştiinţelor, despre rolul ştiinţelor fundamentale în dezvoltarea domeniilor esenţiale ale cunoaşterii
- Utilizarea noilor metode de predare propuse prin proiect îi ajută pe elevi să înţeleagă mai bine legătura dintre ştiinţă şi tehnica de vârf (domeniul aerospaţial, IT)
- Sporirea interesului elevilor şi a publicului larg faţă de ştiinţă prin eliminarea discrepanţelor dintre învăţarea formală şi informală
- Revalorizarea importanţei ştiinţelor în sistemul de învăţământ

Caracteristici inovative ale învăţării bazate pe AR şi dispozitive miniaturizate în cadrul proiectului SCeTGo

a) Utilizează tehnologii avansate de vizualizare (AR), care nu numai că oferă elevilor o experienţă vizuală îmbogăţită cu informaţii relevante, dar, în plus, permite acestora să interacţioneze dinamic cu dispozitivele miniaturizate.
b) E uşor de folosit. Fiind bazată pe dispozitive miniaturizate comune, nu există obstacole reale pe care un elev să nu le poată depăşi pentru a utiliza sistemul.

c) Promovează învățarea bazată pe investigație și experimentare. Elevii experimentează și se implică în activități în care descoperă singuri informația. Interacționând cu dispozitivele miniaturizate, ei nu numai că pot vizualiza cantități invizibile fizic, dar, în plus, pot controla condițiile necesare pentru ca un anumit fenomen să se producă.
d) Promovează importanța științei, printr-o călătorie de divertisment și învățare, către toți cetățenii europeni.
e) Contribuie la dezvoltarea unei noi generații de cetățeni capabili să înțeleagă știința și, astfel, să fie mai bine pregătiți într-o lume influențată din ce în ce mai mult de știință și de tehnologie.

2.2. SCENARII DIDACTICE

2.2.1. EFECTUL DOPPLER

Efectul Doppler 1.

Obiectivul specific: Înțelegerea şi experimentarea efectului Doppler la clasa a 7-a

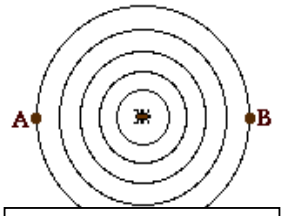
Caracteristici:

- **Modelul fizic**:
  - O autospecială a pompierilor în miniatură
  - Un receptor
- **Interacțiune**
  - Maşină în mişcare sau receptor în mişcare
  - Schimbarea sursei de sunet (diferite mobile)
- **Vizualizare/Ascultare**
  - Derularea sunetului şi vizualizarea undelor sonore

Notele profesorului, sau cum introducem elevilor conținutul acestei teme extracurriculare:

I. O descriere a fenomenului studiat, la care se va face referire în continuare
Efectul Doppler

Presupunem că avem un gândac ce staționează pe suprafața unei ochi liniştit de apă. Gândacul generează vibrații cu picioruşele astfel că acestea se propagă prin apă.

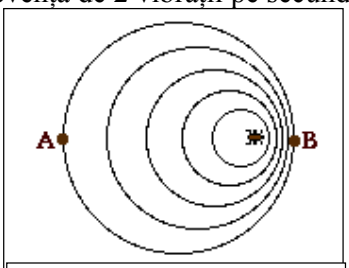


Un gândăcel în repaus produce perturbații periodice pe suprafața apei lini□tite

Dacă aceste perturbații sunt generate într-un punct, atunci acestea se propagă din acel punct în toate direcțiile. Deoarece fiecare perturbație emisă se transmite în acelaşi mediu, viteza de propagare a perturbației este aceeaşi. Modelul undelor produse de gândac constă într-o serie de cercuri concentrice aşa cum se arată diagrama de mai sus. Aceste cercuri ating marginile circulare ale ochiului de apă cu aceeaşi frecventă. Un observator aflat în punctul A (marginea din stânga a ochiului de apă) ar observa perturbații ce se succed la margine cu aceeaşi frecvență ca şi cea observată de către un al doilea observator aflat în punctul B (la marginea din dreapta a ochiului de apă). De fapt, frecvența la care ajunge perturbația la marginea ochiului de apă coincide cu frecvența perturbațiilor produse de gândac. În cazul în

care gândacul produce perturbații la o frecvență de 2 vibrații pe secundă, atunci fiecare observator va observa succesiunea acestora la marginea ochiului de apă la o frecvență de 2 vibrații pe secundă.

Acum, să presupunem că gândacul se mișcă spre dreapta pe suprafața ochiului de apă și produce perturbații cu aceeași frecvență de 2 vibrații pe secundă.



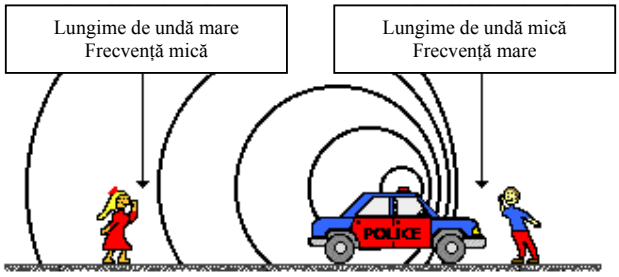
Mișcarea gândăcelului spre dreapta și propagarea perturbațiilor

Deoarece gândacul se deplasează spre dreapta, fiecare perturbație succesivă provine dintr-o poziție care este mai aproape de observatorul B și mai departe de observatorul A. Ulterior, fiecare perturbație succesivă are o distanță mai mică de parcurs înainte de a ajunge la observatorul B și în consecință mai puțin timp necesar pentru a ajunge la acest observator. Astfel, observatorul B constată că frecvența de producere a perturbațiilor de margine este mai mare decât frecvența cu care se produc aceste perturbații. Pe de altă parte, fiecare perturbație succesivă are o nouă distanță de parcurs, crescătoare, înainte de a ajunge la observatorul A. Din acest motiv, observatorul A observă o frecvență la margine, mai mică decât frecvența la care sunt generate perturbațiile de către gândac. Efectul net al mișcării gândacului (sursa de undă) este faptul că observatorul, față de care gândacul se apropie, observă o frecvență care este mai mare de 2 vibrații / secundă (Hz); iar observatorul, față de care gândacul se îndepărtează, observă o frecvență care este mai mică de 2 vibrații / secundă (Hz). Acest efect este cunoscut ca efectul Doppler.

Efectul Doppler este observat ori de câte ori sursa de unde se deplasează față de un observator. Efectul Doppler poate fi descris ca efectul produs de o sursă de unde în mișcare prin care se manifestă o creștere în frecvență pentru observatorii față de care sursa se apropie și o scădere în frecvență pentru observatorii față de care sursa se îndepărtează. Este important de menționat că efectul nu rezultă din cauza unei schimbări reale în frecvența sursei. Folosind exemplul de mai sus, gândacul emite perturbații cu o frecvență de 2 vibrații / secundă (Hz), iar la observatorul, față de care gândacul se apropie, perturbațiile produse de acesta sunt receptate la o frecvență mai mare decât 2 perturbații / secundă (Hz). Efectul este observat din cauză că distanța dintre observatorul B și gândac este în scădere, iar distanța dintre observator A și gândac este în creștere.

Efectul Doppler poate fi observat pentru orice tip de unde. Noi suntem mai familiarizați cu efect Doppler din cauza experiențelor noastre cu undele sonore. Poate vă amintiți o situație în care o mașină de poliție sau o ambulanță se îndreaptă spre voi pe șosea. Când mașina s-a apropiat sunetul sirenei devine mai înalt, iar apoi brusc, după ce mașina a trecut de voi, sunetul sirenei coboară. Este vorba de efectul Doppler - o variație evidentă a frecvenței undei sonore, efect determinat de o sursă de unde, în mișcare.

Efectul Doppler pentru o sursă sonoră în mi□care



II. O descriere a sistemului propus de SCeTo Go şi cum demonstrează acesta cu succes fenomenul

Familiarizarea cu elementele tehnologiei de realitate extinsă (*Augmented Reality*), AR

Utilizatorii vor trebui să opereze pe un computer cu sistem de operare Microsoft XP, legat de un webcam. Mai multe sisteme computer / camere vor fi folosite simultan mai multe miniaturi. Software-ul este format din două părți

Indicator de poziție AR

Utilizatorii orientează webcam-ul spre miniaturi. Fiecare miniatură are unul sau mai mulți indicatori de poziție AR, care sunt recunoscuți de software-ul prin intermediul webcam, astfel încât aparatul trebuie să fie orientat spre acestea. Elementele de AR sunt calculate în funcție de poziția relativă a indicatorilor de poziție unul față de celălalt, şi funcție de distanta lor față de webcam. Software-ul va adăuga aceste elemente la imaginea de pe ecran. Ele sunt de obicei reprezentări ale fenomenelor ştiințifice, cum ar fi viteza vântului, centrul de greutate, unde sonore sau molecule. Astfel, aceste reprezentări se suprapun peste imaginile captate de webcam ca şi informații suplimentare ce pot fi văzute de către elevi. Aceasta este realitatea extinsă (AR), iar software-ul şi hardware-ul pus la dispoziție facilitează accesul elevului la această extindere explicită a realității.

Efectul Doppler în manualul online – prezentarea miniaturii

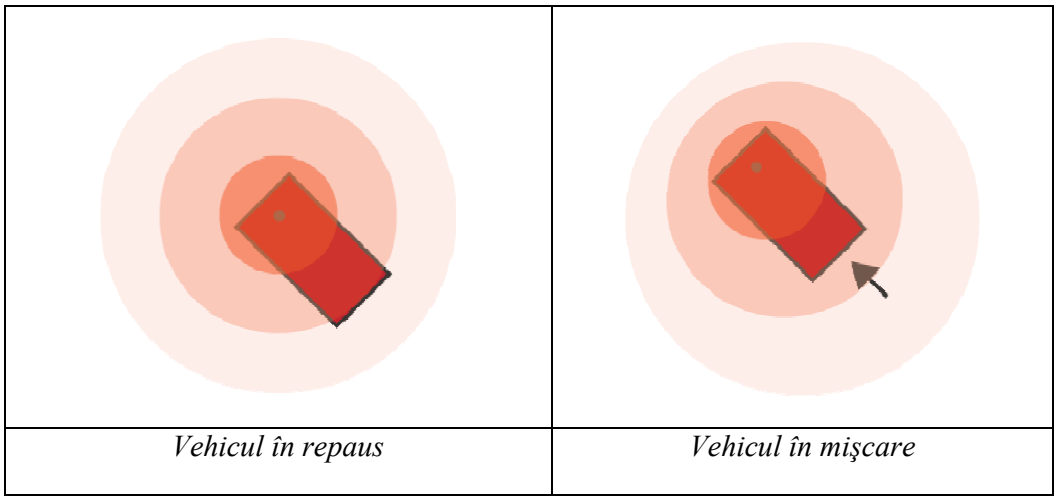
Miniatura pentru demonstrarea efectului Doppler constă dintr-o autospecială a pompierilor în miniatură şi un model receptor. Ambele sunt prevăzute cu indicatori de poziție deasupra, astfel că webcam-ul trebuie orientat în jos, deasupra acestora.

Efectul Doppler vizualizat prin inele virtuale şi un microfon virtual

Există deci două elemente distincte care facilitează observarea realității extinse:

1. vizual – undele sonore ce provin de la autospeciala pompierilor
2. audio - Audio – înălțimea sunetului auzit de observator

Undele sonore sunt reprezentate prin cercuri concentrice ce se îndepărtează de sursa sunetului. Înălțimea sunetului este reprezentată prin distanța dintre unde. Când vehiculul şi observatorul sunt în repaus undele sonore apar ca cercuri concentrice emise de vehicul, şi sunetul are o înălțime constantă, reprezentat prin distanțe egale între fronturile de undă. Dacă vehiculul este deplasat prin fața webcam-ului, fronturile undelor sonore par să fie mai apropiate în față şi mai îndepărtate în urmă. Înălțimea sunetului este mai mare când vehiculul se apropie de observator, şi mai mică când se îndepărtează. Cu cât mai mare va fi viteza vehiculului cu atât mai mare va fi variația înălțimii sunetului între etapa apropierii şi cea a îndepărtării de observator. Dacă vehiculul rămâne în repaus şi observatorul este în mişcare, înălțimea sunetului va varia, dar vehiculul va apărea ca şi în figura de jos, stânga. Dacă atât observatorul cât şi vehiculul se vor mişca, în acelaşi timp, va putea fi urmărit un efect complex de suprapunere a efectelor audio şi video.



Vehicul în repaus | *Vehicul în mişcare*

Dacă elevii nu au învățat încă despre natura ondulatorie a sunetului aceştia pot fi întrebați ce cred că reprezintă cercurile, în speranța că ei vor înțelege că acestea reprezintă sunetul emis de vehicul şi care se propagă în toate direcțiile, în acelaşi timp. Ar putea fi un bonus dacă ei reuşesc să stabilească o legătură între înălțimea sunetului şi lungimea de undă.

Elevilor de liceu ar putea să li se arate un clip video cu efectul Doppler, ca în timpul utilizării miniaturilor să li se ceară să explice efectul:

a) când vehiculul este în mişcare şi

b) când observatorul este în mişcare.

Profesorii de fizică ar trebui să fie capabili să explice că frecvența sunetului depinde de viteza undei sonore şi viteza relativa dintre sursă şi observator (vezi notele profesorului). Aceştia ar trebui să poată să scrie ecuațiile care sunt adecvate pentru diagramă.

III. Descrierea activității de rezolvare de problemă sau bazată pe investigație științifică

Efectul Doppler suscită un interes deosebit astronomilor care folosesc informația legată de deplasarea în frecvență a undelor electromagnetice produse de stele şi galaxii în mişcare relativă față de Pământ cu scopul de a obține informații despre acestea. Teoria conform căreia Universul este în expansiune a rezultat în urma observațiilor asupra undelor electromagnetice emise de stelele din galaxiile îndepărtate. În plus, informații specifice despre stele în galaxii pot fi furnizate de aplicarea efectului Doppler. Galaxiile sunt aglomerări de stele care se rotesc de obicei, față de centrul lor de masă. Radiațiile electromagnetice emise de astfel de stele într-o galaxie îndepărtată apare deplasat spre frecvențe (numită deplasare spre roşu) în cazul în care steaua se îndepărtărtează de Pământ. Pe de altă parte, există o creştere în frecvență (deplasare spre albastru) a radiației observate în cazul în care o astfel de stea se apropiere de Pământ.

Ce ştiu, sau au auzit elevii despre asta?

IV. Acțiuni specifice pe care trebuie să le întreprindă elevii.

- acțiuni ce vor conduce la înțelegerea fenomenului şi a acelor acțiuni ce vor fi luate de referință
- sugestii pentru profesori asupra unui feedback adecvat din partea elevilor

Funcție de nivelul discuției activitatea poate începe cu o sesiune de brainstorming, urmată de o sesiune de întrebări şi răspunsuri.

V. Sugestii şi mostre de resurse pentru verificarea înțelegerii elevilor (chestionare, anticiparea în cazul unor situații noi, etc.)

– Acestea vor fi furnizate de cadrele didactice care vor utiliza scenariul

VI. Suport pentru activități de continuare

– Această parte este în dezvoltare

Autor: prof. dr. Adriana Iacob

Efectul Doppler 2.

Obiectivul specific: Înțelegerea aplicațiilor efectului Doppler în viața de zi cu zi: adecvat pentru clasa a XI-a

Caracteristici:

- **Modelul fizic**:
  - Sistemul Doppler din proiectul SCeTGo
- **Interacțiune**
  - Maşină în mişcare sau receptor în mişcare
  - Schimbarea sursei de sunet (diferite mobile)
- **Vizualizare/Ascultare**
  - Derularea sunetului şi vizualizarea undelor sonore în cazul sistemului Doppler din proiectul SCeTGo

Notele profesorului, sau cum introducem elevilor conținutul acestei teme extracurriculare:

I. O descriere a fenomenului studiat, la care se va face referire în continuare
Efectul Doppler
Aplicații ale efectului Doppler
1. Radarul Doppler
1.1. Principiul de funcționare al radarului Doppler

Radarul Doppler este un sistem ce foloseşte efectul Doppler pentru a oferi date despre viteza obiectelor aflate la distanță, în mişcare sau în repaus. Acest lucru este posibil prin emiterea unui fascicul de microunde spre ținta vizată şi aşteptarea semnalului reflectat de aceasta, apoi analizând cum semnalul inițial a fost alterat de obiectul pe care s-a reflectat. Variațiile în frecvență a semnalului trimis oferă direct şi precis măsurători ale unei viteze relative a radarului sursă pe direcția de propagare a fasciculului de microunde. Radarele Doppler sunt folosite în aviație, urmărirea sateliților, poliție şi radiologie.

1.2.Istoric: Prima utilizare a radarului a fost a britanicilor în cel de al II-lea Război Mondial: antene plasate pe sol au emis unde radio şi au detectat ecoul când undele au fost reflectate de avioanele germane. Mai târziu, aviația a căutat să monteze antene radar pe avioane, dar a apărut o problemă, deoarece dacă un avion a încercat să detecteze un alt avion la mică altitudine, exista riscul de a primi înapoi ecoul rezultat în urma reflectării de sol. Soluția a fost inventarea radarului Doppler, în care ecourile reflectate de la sol au fost separate de ecourile provenite de la un alt avion, funcție de variația frecvenței Doppler. O tehnologie similară este folosită de meteorologi pentru a cartografia poziția norilor de ploaie fără a fi influențați de reflexiile de la sol, copaci sau clădiri.

Rezultatul exact al variației în frecvență (f_r), funcție de c – viteza undelor electromagnetice şi v – viteza țintei şi frecvența inițială (f_t) este dat de:

$$f_r = f_t \frac{\left(1+\frac{v}{c}\right)}{\left(1-\frac{v}{c}\right)}$$

Frecvența Doppler (f_d), este astfel:

$$\boxed{f_d = f_r - f_t = 2v\frac{f_t}{(c-v)}}$$

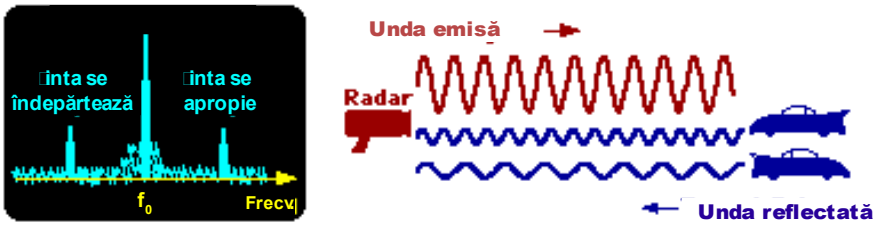
Întrucât cele mai multe aplicații ale radarului au loc la viteze ale țintei $v << c$, atunci:

$$f_d \approx 2v\frac{f_t}{c}$$

1.3. Radar-ul folosit de poliție în trafic

1.3.1. Radar Doppler în repaus

Radarul folosit de poliție pentru monitorizarea traficului emite o undă nemodulată continuă (CW) şi măsoară reflexiile (ecourile). Undele reflectate prezintă variații în frecvență (variații Doppler) dacă mobilul de care se reflectă este în mişcare; țintele care se deplasează cu viteze mai mari prezintă variații în frecvență mai mari. Un vehicul ce se apropie de radar generează o variație în sensul creşterii frecvenței, în timp ce un vehicul care se îndepărtează de radar generează o variație în sensul scăderii frecvenței, relativ la frecvența semnalului emis. Radarul, din construcție, transmite simultan un semnal continuu în timp ce înregistrează, continuu, semnalul reflectat.



Semnalul Radar

Frecvența reflectată de țintă (f_t) depinde de frecvența semnalului emis de radar (f_o) şi frecvența Doppler (f_d). Variația Doppler a frecvenței undei reflectate de o țintă în mişcare este pozitivă dacă ținta se apropie şi negativă dacă ținta se îndepărtează.

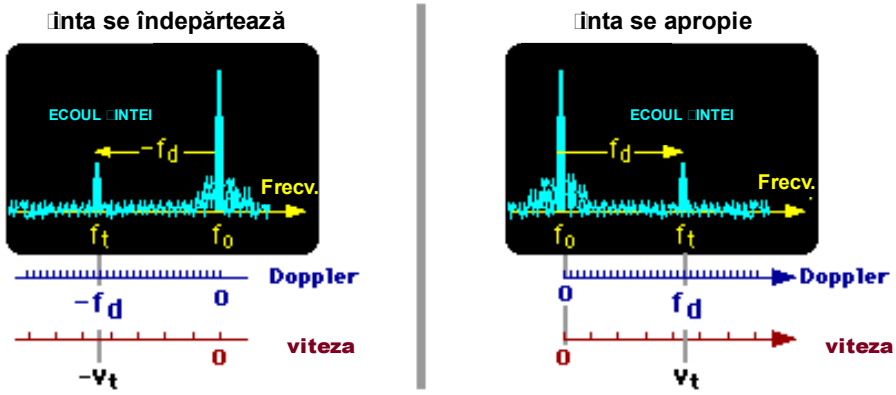
$f_t = f_o + f_d$ pentru țintele care se apropie
$f_t = f_o - f_d$ pentru țintele care se îndepărtează

Variația de frecvență înregistrată de radarul Doppler este o funcție de frecvența emisă de radar (f_o), viteza undei electromagnetice (c = viteza undei electromagnetice), şi viteza țintei (v_t). De notat că, v_t este pozitivă (+) pentru țintele care se apropie şi negativă (-) pentru țintele care se îndepărtează.

$$f_D = \pm 2v_t f_o/c$$
$$v_t = \pm cf_D/(2f_o)$$
$$f_t = f_o \pm 2v_t f_o/c$$

Țintele care se apropie au o deplasare Doppler pozitivă (ecoul țintei este o frecvență mai mare decât cea emisă de radar); țintele care se îndepărtează prezintă o deplasare Doppler negativă (ecoul țintei are o frecvență mai mică decât cea incidentă). Dacă termenul viteză a

țintei v_t este pozitiv (+) ținta se apropie de radar; dacă termenul viteză a țintei v_t este negativ (-) ținta se îndepărtează de radar. Ecourile solului au, de obicei, cel mai puternic semnal, dar întrucât solul nu se deplasează, aceste ecouri nu prezintă deplasare Doppler (reflexiile determinate de sol se întorc la aceeaşi frecvenţă f_o) şi pot fi eliminate. În modul cu radarul în mişcare ecoul solului este deplasat funcţie de viteza mobilului radar.



Spectrul Radar aflat în repaus

1.3.2. Modul Radar Doppler în mişcare

Modul Radar în mişcare este puţin mai complicat. Frecvenţa ecoului ţintei (frecvenţa undei electromagnetice reflectată de ţintă) variază datorită vitezei relative dintre ţintă şi radar. Viteza relativă a ţintei (faţă de radar) este suma vitezelor ţintei şi radarului, dacă acestea se mişcă în direcţii opuse. Pentru cazul deplasării în acelaşi sens a ţintei şi radarului, viteza relativă este egală cu diferenţa dintre valorile vitezelor maşinii radar şi maşinii ţintă.

Modul Radar Doppler în mişcare foloseşte două măsurători pentru a măsura viteza ţintei:

(1) ecoul solului – măsoară viteza maşinii radar,

(2) ecoul ţintei – măsoară viteza relativă a maşinii radar faţă de cea a ţintei.

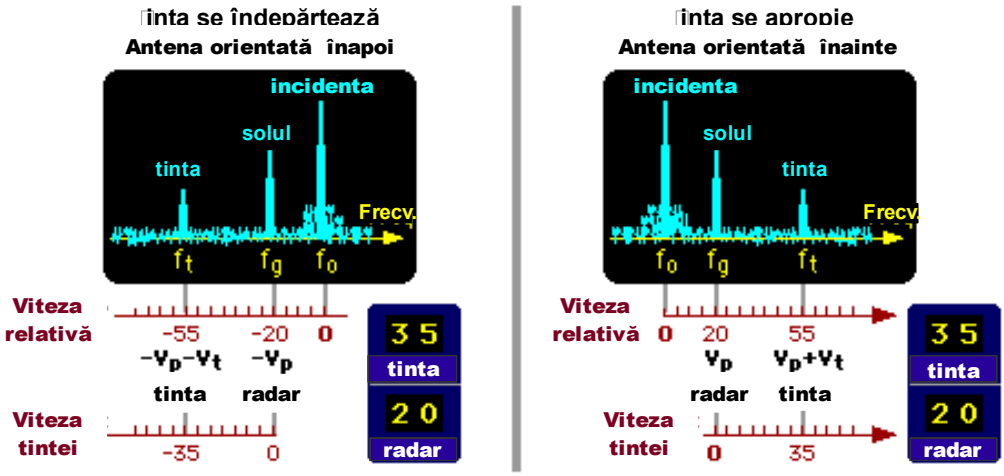
Ecourile solului sunt deplasate Doppler funcţie de viteza maşinii radar. Radarul urmăreşte ecoul solului pentru a determina viteza maşinii radar. Radarul utilizează apoi viteza maşinii radar şi viteza relativă faţă de ţintă pentru a calcula viteza maşinii ţintă faţă de sol.

Viteza relativă a ţintei faţă de radar este

$$v_{relativă} = v_p + v_t$$

$$v_t = v_{relativă} - v_p$$

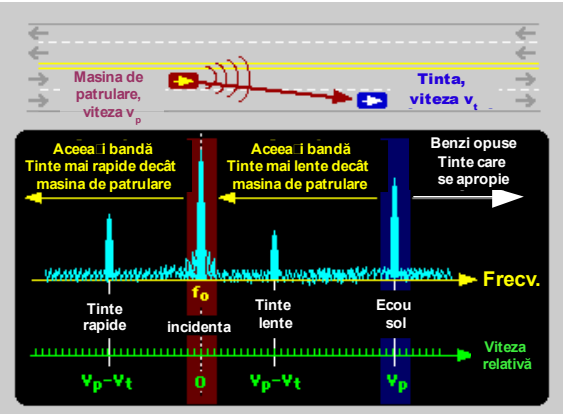
aici v_p este viteza maşinii de patrulare dotate cu radar, v_t este viteza ţintei, $v_{relativă}$ este viteza măsurată de radar-ul în mişcare faţă ţinta în mişcare ($v_{relativă}$ este calculată funcţie de frecvenţa deplasării Doppler în modul în mişcare).



Spectrul pentru modul în mişcare
Ţinta se deplasează din direcţie opusă

Viteza relativă a ţintei faţă de Radar este $v_{relativă} = v_p + v_t$, astfel:

$$v_t = v_{relativă} - v_p$$

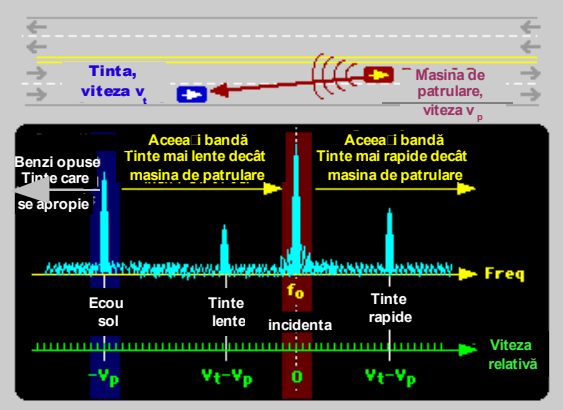


Spectrul pentru modul în mişcare
Ţinta se deplasează în aceeaşi direcţie
Antena orientată frontal

Viteza relativă faţă de radar (maşina de patrulare) este $v_{relativă} = v_p - v_t$

$$v_t = v_p - v_{relativă}$$

Observaţi că ţintele care se apropie din direcţie opusă au o viteză negativă (faţă de cazul cu ţinte aflate pe aceeaşi bandă (în acelaşi sens de mers). Acest tip de radar poate face distincţie (dacă este proiectat astfel) între ţinte care se deplasează pe aceeaşi bandă şi ţinte care se deplasează pe cealaltă bandă (din direcţie opusă).



Spectrul pentru modul în mişcare
Ţintă care se deplasează pe aceeaşi bandă
Antena orientată înapoi

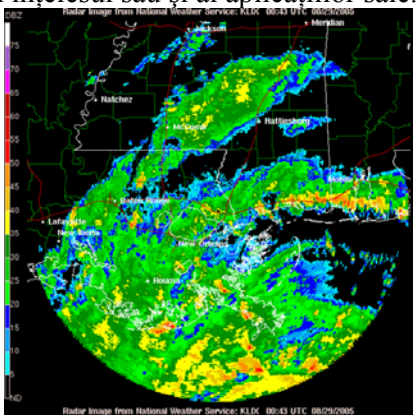
Viteza relativă a ţintei faţă de radar este $v_{relativă} = v_t - v_p$

$$v_t = v_{relativă} + v_p$$

Observaţi că ţintele care se îndepărtează (din direcţie opusă) au viteză negativă (faţă de ţintele care se deplasează în aceeaşi direcţie). Acest tip de radar poate face distincţie (dacă este proiectat astfel) între ţinte care se deplasează pe aceeaşi bandă şi ţinte care se deplasează pe cealaltă bandă (din direcţie opusă).

1.4. Radarul meteorologic Doppler

Termenul specific de radar Doppler, datorat în parte extrem de mediatizatei sale utilizări de către meteorologi în televiziune, în timpul transmisiunilor în direct privind starea vremii, a devenit popular sinonim în mod eronat cu tipul de radar utilizat în meteorologie. Cele mai multe radare meteorologice moderne utilizează a *tehnicii puls - Doppler* pentru a examina mişcarea fronturilor de precipitaţii, dar este doar o parte din prelucrarea datelor lor. Deci, în timp ce aceste radare utilizează o formă foarte specializată de radar Doppler, termenul este mult mai larg în înţelesul său şi al aplicaţiilor sale.



Orice aversă de ploaie sau ninsoare în deplasare afectează frecvenţa semnalului reflectat conform teoriei efectului Doppler. Pentru viteze mai mici de 70 m/s pentru şi lungimi de undă de 10 cm ale undei reflectate, variaţia este de doar 10^{-5}%. Această diferenţă este prea mică pentru a fi determinată de instrumentele de măsură. Cu toate acestea, pentru

ţinte care se deplasează relativ puţin între fiecare puls, unda reflectată are o variaţie semnificativă a frecvenţei de la un puls la altul.

Radarele meteorologice radar folosesc această variaţie a frecvenţei (diferenţa dintre frecvenţele a două pulsuri succesive) pentru a calcula mişcarea.

Domeniul de precizie al vitezei Doppler este:

$$v_{\max} = \pm \frac{\lambda}{4\Delta t}$$

Aceasta poartă numele de *viteză Nyquist*. Aceasta este invers proporţională cu intervalul de timp scurs între două pulsuri succesive: un interval de timp mai mic atrage după sine un domeniu de precizie mai mare. Cu toate acestea, ştim că intervalul maxim de reflectivitate este direct proporţional cu Δt:

$$x = \frac{c\Delta t}{2}$$

Analiza se face fie crescând intervalul de reflectivitate faţă de intervalul de măsură a vitezei, fie crescând intervalul de măsură a vitezei faţă de scăderea domeniului de reflectivitate. În general, domeniul uzual al vitezelor este cuprins între 100 şi 150 km de reflectivitate. Aceasta înseamnă că pentru o lungime de undă de 5 cm, ca în imagine, avem un domeniu de precizie a vitezei de 8.3 - 12.5 m/s, domeniu care se dublează pentru un radar de 10 cm (ca în cazul tipului *NEXRAD)*.

II. O descriere a sistemului propus de SCeTGo şi cum demonstrează acesta cu succes fenomenul Doppler

Efectul Doppler este prezentat şi în manualul online – prezentarea miniaturii din scenariile anterioare

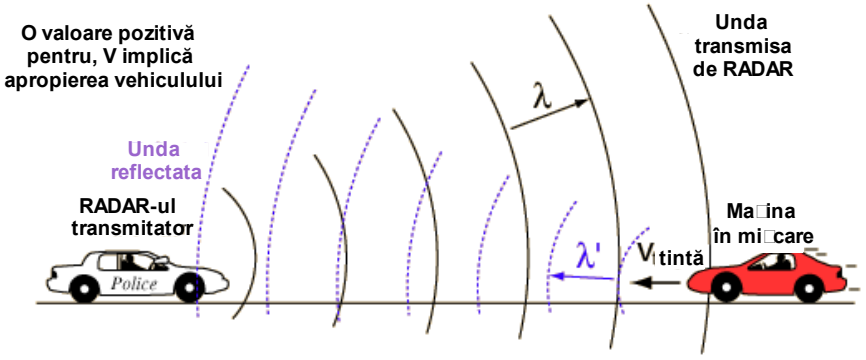
III. Descrierea ”situaţiei problemă” sau a activităţii cu caracter de investigaţie ştiinţifică:

Variaţia frecvenţei prin efect Doppler şi viteza ţintei

Pentru un radar în repaus pentru o frecvenţă a undei incidente de _____ GHz = _____Hz şi o frecvenţa reflectată de _____ Hz

variaţia frecvenţei va fi _____ Hz

iar viteza mobilului ţintă va fi $v_{\text{ţintă}}$ = _____ m/s = _____km/hr



Notă: În cazul în care nu sunt înscrise ca datele, frecvența transmisă implicit va fi 10.6 GHz, banda X obişnuită de frecvență radar. Banda K, cu frecvențe de ordinul 30 GHz, este de asemenea folosită. Ceilalți parametri pot fi schimbați.

IV. Acțiuni specifice pe care trebuie să le întreprindă elevii.

- acțiuni ce vor conduce la înțelegerea fenomenului şi a acelor acțiuni ce vor fi luate de referință
- sugestii pentru profesori asupra unui feedback adecvat din partea elevilor

Funcție de nivelul discuției activitatea poate începe cu o sesiune de brainstorming, urmată de o sesiune de întrebări şi răspunsuri.

V. Sugestii şi mostre de resurse pentru verificarea înțelegerii elevilor (chestionare, anticiparea în cazul unor situații noi, etc.)

- Acestea vor fi furnizate de cadrele didactice care vor utiliza scenariul

VI. Suport pentru activități de continuare

- La propunerea cadrelor didactice

Autor: prof. dr. Adriana Iacob

Efectul Doppler 3.

Obiectivul Specific: Înțelegerea şi experimentarea efectului Doppler la clasa a XI-a

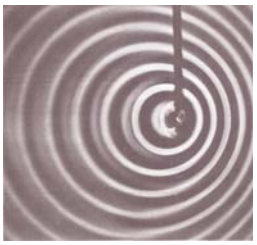
Caracterisitici:

Modelarea prin vergea vibratoare/ sistemul AR oferit de proiectul SCeTGo

- Modelul fizic:
  - Vergea vibratoare pe suprafața apei
  - Sistemul Doppler din proiectul SCeTGo
- Interacțiune
  - Maşină în mişcare sau receptor în mişcare
  - Schimbarea sursei de sunet (diferite mobile)
- Vizualizare/Ascultare
  - Derularea sunetului şi viualizarea undelor sonore în cazul sistemului Doppler din proiectul SCeTGo

Notele profesorului, sau cum introducem elevilor conținutul acestei teme extracurriculare:

I. O descriere a fenomenului studiat, la care se va face referire în continuare
Efectul Doppler



Imaginea anterioară arată forma undelor generate de vârful unei tije vibratoare care se deplasează pe apă. Dacă tija vibrantă nu s-ar fi deplasat aspectul undelor era de cercuri concentrice. Întrucât sursa de undă este în mişcare, lungimea de undă s-a micşorat (dublul distanței dintre două fronturi de undă succesive), pe de o parte şi a crescut pe de altă parte. Acest efect este cunoscut sub numele de efect Doppler.

Rețineți că viteza undelor este o proprietate intrinsecă a mediului de propagare, chiar dacă creşterea în viteză există, însă aceasta este datorată vitezei de deplasare a tijei (la dreapta), care se adaugă vitezei de propagare a undelor în mediul considerat, rezultând o viteză relativă crescută de observatorul aflat în repaus.

Putem deduce, de asemenea, o variație în frecvență. Deoarece viteza este constantă, ecuația $v = f \cdot \lambda$ ne spune că variația lungimii de undă trebuie să fie însoțită de o variație invers proporțională a frecvenței: frecvență mai mare pentru undele emise înainte (spre dreapta în imagine), şi frecvență mai mică pentru cele emise înapoi (spre stânga în imagine). Frecvența generată de Efectul Doppler este evidențiată de sunetul mai înalt al sirenei ambulanței care se apropie, ca imediat după depăşirea observatorului, aflat în repaus, sunetul

să devină brusc de o frecvență mai joasă (mai grav față de cazul în care ambulanța s-ar afla în repaus) .

Efectul Doppler se produce, de asemenea, şi în cazul în care observatorul se mişcă, dar sursa este în repaus. De exemplu, un observator care se deplasează spre o sursă în repaus va percepe o creştere în frecvență, şi apoi frecvența va scădea brusc față de frecvența de repaus. *Efectul Doppler depinde doar de mişcarea relativă a sursei şi observatorului, nu de starea lor absolută de mişcare sau de viteza undelor în mediul de propagare*.

Limitându-ne doar la cazul unei surse în mişcare, şi la undele emise în sensul, sau în sens invers direcției de mişcare, putem calcula cu uşurință lungimea de undă, sau respectiv frecvența, generată de efectul Doppler. Fie v viteza undelor şi, respectiv, v_s viteza sursei. Lungimea de undă a undelor emise este micşorată cu $v_s \cdot T$ adică tocmai distanța parcursă de sursă pe parcursul unei perioade. Folosind definiția frecvenței $f = 1/T$ şi ecuația $v = f \cdot \lambda$, găsim **lungimea de undă modificată de efectul Doppler** prin ecuația

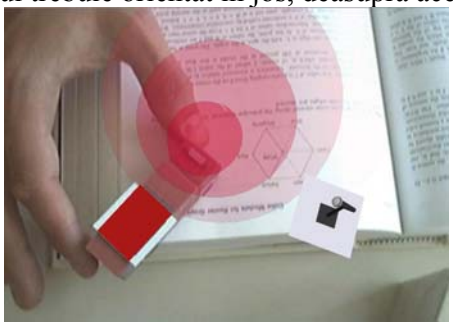
$$\lambda' = \left(1 - \frac{v_s}{v}\right)\lambda$$

O ecuație similară poate fi folosită pentru undele emise în sens invers sensului de mişcare a sursei de unde, dar cu semnul plus în loc de semnul minus.

II. O descriere a sistemului propus de SCeTGo şi cum demonstrează acesta cu succes fenomenul

Efectul Doppler prezentat în manualul online – prezentarea miniaturii

Miniatura pentru demonstrarea efectului Doppler constă dintr-o autospecială a pompierilor în miniatură şi un model receptor. Ambele sunt prevăzute cu indicatori de poziție deasupra, astfel că webcam-ul trebuie orientat în jos, deasupra acestora.



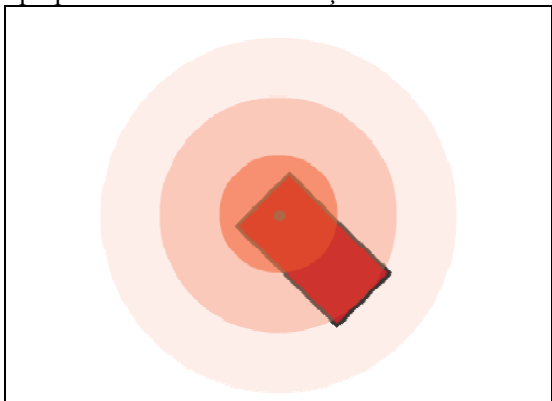
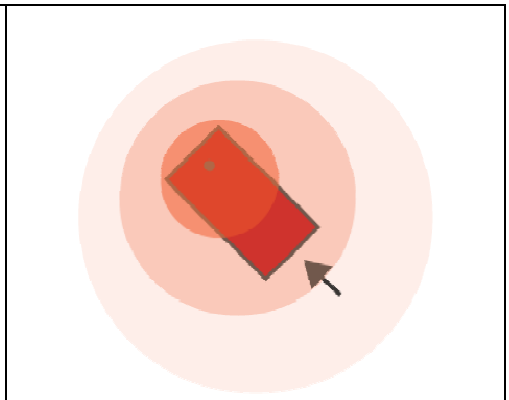
Efectul Doppler vizualizat prin inele virtuale şi un microfon virtual

Există deci două elemente distincte care facilitează observarea realității extinse:

1. vizual – undele sonore ce provin de la autospeciala pompierilor
2. audio - Audio – înălțimea sunetului auzit de observator

Undele sonore sunt reprezentate prin cercuri concentrice ce se îndepărtează de sursa sunetului. Înălțimea sunetului este reprezentată prin distanța dintre unde. Când vehiculul şi observatorul sunt în repaus undele sonore apar ca cercuri concentrice emise de vehicul, şi sunetul are o înălțime constantă, reprezentat prin distanțe egale între fronturile de undă. Dacă vehiculul este deplasat prin fața webcam-ului, fronturile undelor sonore par să fie mai apropiate în față şi mai îndepărtate în urmă. Înălțimea sunetului este mai mare când vehiculul se apropie de observator, şi mai mică când se îndepărtează. Cu cât mai mare va fi viteza vehiculului cu atât mai mare va fi variația înălțimii sunetului între etapa apropierii şi cea a

îndepărtării de observator. Dacă vehiculul rămâne în repaus şi observatorul este în mişcare, înălțimea sunetului va varia, dar vehiculul va apărea ca şi în figura de jos, stânga. Dacă atât observatorul cât şi vehiculul se vor mişca, în acelaşi timp, va putea fi urmărit un efect complex de suprapunere a efectelor audio şi video.

	
Vehicul în repaus	*Vehicul în mişcare*

Dacă elevii nu au învățat încă despre natura ondulatorie a sunetului aceştia pot fi întrebați ce cred că reprezintă cercurile, în speranța că ei vor realiza că acestea reprezintă sunetul emis de vehicul şi care se propagă în toate direcțiile, în acelaşi timp. Ar putea fi un bonus dacă ei reuşesc să stabilească o legătură între înălțimea sunetului şi lungimea de undă.

Elevilor de liceu ar putea să li se arate un clip video cu efectul Doppler, ca în timpul utilizării miniaturilor să li se ceară să explice efectul:

a) când vehiculul se mişcă şi

b) când observatorul se mişcă.

Profesorii de fizică ar trebui să fie capabili să explice că frecvența sunetului depinde de viteza undei sonore şi viteza relativa dintre sursă şi observator (vezi notele profesorului). Aceştia ar trebui să poată să scrie ecuațiile care sunt adecvate pentru diagramă.

III. Descrierea activității de rezolvare de problemă sau bazată pe investigație ştiințifică

Exemplul 1: Variația Doppler a sunetului emis de o maşină de curse

Dacă o maşină de curse se deplasează cu o viteză de 50 m / s, iar viteza sunetului este de 340 m / s, cu ce procent sunt modificate lungimea de undă şi frecvența undelor sonore pentru un observator situat de-a lungul direcției sale de mişcare?

Pentru un observator față de care maşina se apropie, găsim

$$1-\frac{v_s}{v}=0.85$$

astfel variația în lungimea de undă este de 15%. Având în vedere că frecvența este invers proporțională cu lungimea de undă pentru valoarea dată a vitezei sunetului, frecvența a variat în sensul creşterii de $\frac{1}{0.85}=1.18$ ori,

adică, o schimbare de 18%. (Pentru că vitezele sunt mici în comparație cu viteza sunetului, variația Doppler a lungimii de undă şi frecvenței sunt aproximativ aceleaşi.)

Exemplul 2: Variația Doppler a luminii emise de o maşină de curse

Care este procentul variației în lungimea de undă a luminii emise de farurile unei maşini de curse?

Ştiind că viteza luminii este $v = 3.0 \cdot 10^8$ m/s, găsim

$$1 - \frac{v_s}{v} = 0.99999983,$$

Adică, procentajul variației este de doar 0.000017%.

Cel de al doilea exemplu arată că în cazul obişnuit al unor împrejurări legate de Pământ variația Doppler este neglijabilă deoarece viteza oricărui corp în împrejurări obişnuite este mult mai mică decât viteza luminii. Dar asta este o alta poveste, cu toate acestea când vorbim despre stele şi galaxii rezultatele oferite de aplicarea efectului au implicații profunde asupra înțelegerii originii Universului.

IV. Acțiuni specifice pe care trebuie să le întreprindă elevii.

- acțiuni ce vor conduce la înțelegerea fenomenului şi a acelor acțiuni ce vor fi luate de referință
- sugestii pentru profesori asupra unui feedback adecvat din partea elevilor

Funcție de nivelul discuției activitatea poate începe cu o sesiune de brainstorming, urmată de o sesiune de întrebări răspunsuri.

V. Sugestii şi mostre de resurse pentru verificarea înțelegerii elevilor (chestionare, anticiparea în cazul unor situații noi, etc.)

– Acestea vor fi furnizate de cadrele didactice care vor utiliza scenariul

VI. Suport pentru activități de continuare

– La propunerea cadrelor didactice

Autor: prof. dr. Adriana Iacob

Efectul Doppler 4.

Obiectivul specific: Înțelegerea aplicațiilor efectului Doppler în viața de zi cu zi: adecvat pentru clasa a XI-a

Caracteristici:

- **Modelul fizic**:
  - Sistemul Doppler din proiectul SCeTGo
- **Interacțiune**
  - Maşină în mişcare sau receptor în mişcare
  - Schimbarea sursei de sunet (diferite mobile)
- **Vizualizare/Ascultare**
  - Derularea sunetului şi vizualizarea undelor sonore în cazul sistemului Doppler din proiectul SCeTGo

Notele profesorului, sau cum introducem elevilor conținutul acestei teme extracurriculare:

I. O descriere a fenomenului studiat, la care se va face referire în continuare - efectul Doppler

Aplicații ale efectului Doppler

2. Efectul Doppler şi *Big Bang*

2.1. Deplasarea spre roşu

Dacă deplasarea Doppler depinde numai de mişcarea relativă a sursei şi țintei, atunci este imposibil pentru o persoană care se mişcă deodată cu sursa şi o altă persoană care se mişcă împreună cu ținta să determine cine se mişcă şi cine nu se mişcă. Acest lucru este în întregime în acord cu principiul enunțat inițial de Galileo Galilei că orice mişcare este relativă.

Pe de altă parte, o analiză atentă a variației Doppler pe modelul undelor sonore arată că observația este parțial adevărată, la viteze mici, unde variația depinde doar de mişcarea relativă a sursei şi țintei.

De exemplu, este posibil pentru un avion cu reacție, să țină pasul cu propriile unde sonore, astfel încât undele sonore par staționare pentru pilot. Pe de altă parte pilotul stie că se mişcă exact cu viteza sunetului. Motivul pentru care acest lucru nu contrazice relativitatea mişcării este faptul că pilotul nu poate determina într-adevăr mişcarea sa absolută, ci mai degrabă o mişcare relativă în raport cu aerul, care este mediul de propagare al undelor sonore.

Einstein a înțeles că aceasta rezolvă problema pentru unde sonore şi undele formate pe suprafața unei ape liniştite şi adânci, dar nu se aplică undelor electromagnetice, întrucât lumina nu este o vibrație a unui mediu fizic precum apa sau aerul. Începând cu a ne imagina cum ar arăta raza de lumină pentru o persoană pe o motocicletă alături de ea, Einstein a venit cu un mod nou şi radical de a descrie universul, în care spațiul şi timpul sunt distorsionate atunci când sunt măsurate de observatori aflați diferite stări de mişcare. Ca o consecință a

teoriei relativității, el a arătat că undele electromagnetice ar prezenta variații Doppler, ce în mod precis, nu doar aproximativ, depind doar de mişcarea relativă a sursei şi țintei.

2.2. *Big Bang*

De îndată ce astronomii din vechime au început să-ți îndrepte privirea către bolta cerească şi să-l scruteze prin intermediul telescoapelor, ei au început să observe anumite formațiuni fixe, care arătau ca nişte nori. Faptul că au regăsit aceste formațiuni în acelaşi loc, noapte de noapte, rezulta că acestea erau localizate dincolo de atmosfera terestră. Nu ştiau ce sunt acestea cu adevărat, dar ca să sune oficial, ei le-au numit "nebuloase", un cuvânt latin care înseamnă "nori", cu toate că denumirea dată are o rezonanță impresionantă. La începutul secolului 20, astronomii şi-au dat seama că, deşi unele dintre acestea chiar sunt nori de gaz (de exemplu, ”steaua,, din mijlocul constelației Orion, care este vizibilă chiar şi cu ochiul liber atunci când condițiile sunt bune), altele s-au dovedit a fi galaxii: zone de univers constând din mii de miliarde de stele (de exemplu, Galaxia Andromeda, care este vizibilă prin binoclu ca un petec nebulos).

Galaxia M51[1].

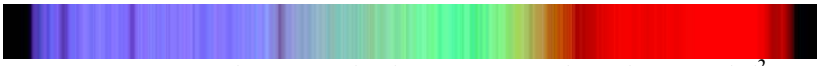
Trei sute de ani după ce Galileo Galilei a observat prin telescopul său Calea Lactee sub forma unor stele distincte, astronomii au realizat că universal este alcătuit din galaxii, care la rândul lor sunt alcătuite din stele, iar Calea Lactee este doar partea vizibilă a planului galactic al galaxiei în care ne găsim, văzut din interior.

Aceasta a deschis calea studiului cosmologiei, structurii şi istoriei universului ca întreg, un domeniu ce nu a fost abordat serios în vremea lui Newton. Newton a realizat că dacă gravitația exercită întotdeauna o acțiune atractivă, niciodată repulsivă, universul ar trebui să fie în pericolul unui colaps iminent. Soluția sa pentru această problemă a fost să descrie universul ca fiind infinit şi uniform populat cu materie, astfel încât nu are, în fapt, un centru geometric. Forțele gravitaționale într-un astfel de model de univers ar trebui să tindă întotdeauna de a se anula prin simetrie, astfel că nu ar fi posibil colapsul. În secolul 20, reprezentarea unui univers imuabil şi infinit a devenit o reprezentare convențională în ştiință, parțial ca o reacție față de momentul în care s-a încercat găsirea explicațiilor genezei pe baza catastrofelor sugerate de evenimente biblice, precum potopul lui Noe.

Prin urmare, în 1920 astronomul Edwin Hubble a început să studieze variația Doppler a frecvenței radiației emise de galaxii. Fost jucător de fotbal în colegiu cu o dependență gravă de nicotină, Hubble nu a reuşit să schimbe imaginea noastră despre începuturile universului. Autobiografia sa rar menționează descoperirea cosmologică pentru care el este acum amintit. Când astronomii au început să studieze variațiile Doppler ale radiațiilor provenite de la

[1] Prin mărirea oferită de telescop norii lăptoşi apar ca fiind compuşi din trilioane de stele.

galaxii, ei s-au aşteptat ca direcţia şi mărimea vitezei fiecărei galaxii să fie aleatorie, în esenţă. Unele ar fi trebuit să se apropie, şi radiaţia lor ar fi, prin urmare, deplasată spre albastru, în timp ce un număr egal ar fi de aşteptat să aibă deplasări spre roşu, evidenţiind o tendinţă de îndepărtare. Ceea ce Hubble a descoperit în schimb a fost că în afară de cele câteva foarte apropiate, toate galaxiile prezentaau deplasări spre roşu ale radiaţiei electromagnetice, care indică faptul că toate se îndepărtează de noi, şi, în plus, cele mai îndepărtate se îndepărtează mai repede, decât cele mai apropiate. Vitezele lor au rezultat că sunt direct proporţionale cu distanţa faţă de noi.



Componente ale spectrului luminos emis de stele în vizibil[2]

Înseamnă asta cumva că Pământul este în centrul Universului sau cel puţin în centrul galaxiei? Nu, întrucât deplasarea spre roşu a luminii emise de stele *depinde doar de mişcarea relativă a sursei şi ţintei*. Dacă vedem o galaxie îndepărtată îndepărtându-se de noi cu 10% din viteza luminii, putem fi siguri că astronomii care trăiesc în aceste galaxii ne vor vedea şi pe noi îndepărtându-ne de ei cu aceeaşi viteză în direcţie opusă. Întregul univers poate fi reprezentat asemeni unui cozonac cu stafide în expansiune. Pe măsură ce cozonacul creşte, este din ce în ce mai mult spaţiu între stafide. Mai departe, cu cât distanţa dintre stafide este mai mare, cu atât mai mare este viteza. Extrapolând înapoi în timp, utilizând legile cunoscute ale fizicii, universul trebuie să fi fost mai dens şi tot mai dens în momente din ce în ce mai îndepărtate pe scara timpului. La un moment dat, totul trebuie să fi fost extrem de dens şi fierbinte, şi putem detecta chiar radiaţiile din această minge de foc primordială, sub formă de microunde ce străbat spaţiul. Termenul de *Big Bang (Marea Explozie)* a fost iniţial inventat de scepticii teoriei pentru a o face să sune ridicol, dar este păstrat, şi astăzi, în esenţă, toţi astronomii au acceptat teoria Big Bang-ului direct pe baza dovezilor deplasării spre roşu a radiaţiei cosmice şi a radiaţiei cosmice de fond din domeniul microundelor.

2.3. Ce nu este *Big Bang*

În cele din urmă ar trebuie precizat ceea ce nu este teoria Big Bang-ului. Aceasta nu este o explicaţie a: *de ce există universul*. Astfel de întrebări fac parte din domeniul transdisciplinarităţii. Ştiinţa poate găsi astăzi, din ce în ce mai simplu, dovezi şi explicaţii fundamentale pentru o multitudine de fenomene, dar în cele din urmă ştiinţa consideră universul doar aşa cum este evidenţiat de observaţiile sale.

În plus, există o tendinţă nefericită, chiar şi printre mulţi oameni de ştiinţă, de a vorbi de teoria Big Bang-ului ca o descriere a evenimentului primordial de creare a Universului, de unde a început totul.

Deşi este adevărat că timpul ar fi putut avea un început (teoria generală relativităţii lui Einstein admite o astfel de posibilitate), metodele oferite de ştiinţă pot funcţiona doar într-un anumit interval de condiţii de temperatură şi densitate. Dincolo de o temperatură de

2 Cum ştiu astronomii ce amestec de lungimi de unda a fost emis iniţial de o stea, astfel încât aceştia să pot spună cât de mare a fost deplasarea spre roşu (Doppler)? Această imagine (obţinută de către autor cu un echipament rudimentar, şi nici un telescop) ilustrează spectrul emis de steaua Sirius. Notă: cu negru apar benzile de absorbţie, amprenta de hidrogen din atmosfera exterioară a lui Sirius. Aceste lungimi de undă sunt absorbite selectiv de hidrogen. Sirius este în galaxia noastră, dar similar, stele din alte galaxii apar, în mod evident ”deplasate spre roşu”, indicând că se îndepărtează de noi.

aproximativ 10^9 ^{0}C, mişcarea aleatorie termică a particulelor subatomice devine atât de rapidă că viteza lor este comparabilă cu viteza luminii.

Suficient de timpuriu în istoria universului, atunci când aceste temperaturi au existat, fizica newtoniană devine tot mai puțin precisă, iar noi trebuie să descriem natura cu ajutorul unei descrieri mai generale dată de teoria relativității a lui Einstein, care cuprinde fizica newtoniană ca un caz particular. La temperaturi chiar mai mari, dincolo de aproximativ 10^{33} ^{0}C, fizicienii ştiu că, chiar şi teoria lui Einstein începe să se destrame, dar nu ştiu încă cum să construiască o teorie, chiar mai generală a naturii, care ar funcționa la aceste temperaturi. Nu contează cât de departe progresează fizica, nu vom fi niciodată în măsură să descriem natura la temperaturi din ce în ce mai mari, deoarece nu există o limită a temperaturii la care putem explora prin experiment şi observație în scopul de a ne ghida corect în dezvoltarea unei teorii corecte. Suntem încrezători că vom înțelege fizica elementară implicată în evoluția universului începând cu stadii aflate la câteva minute după Big Bang, şi putem să fim capabili să extindem înapoi cu până la câteva milisecunde sau microsecunde după acest moment de singularitate, dar nu putem folosi metodele ştiinței pentru a face față începutului timpului în sine.

II. O descriere a sistemului propus de SCeTGo şi cum demonstrează acesta cu succes fenomenul

- descrierea a fost făcută în scenariile anterioare

III. Descrierea ”situației problemă” sau a activității cu caracter de investigație şiințifică:

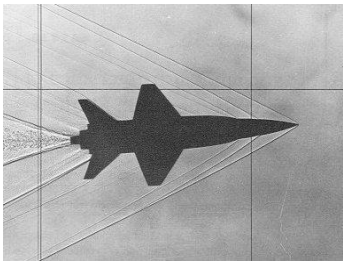


fig. aa / Undele de şoc provenite de la avionul X-15, care zboară la 3,5 ori viteza sunetului.

fig. ab / Acest avion de luptă supersonic tocmai a trecut pragul vitezei sunetului. Decompresia bruscă a aerului provoacă condensarea în picături de apă, formând un nor.

A. Dacă un avion se deplasează cu viteza sunetului, care ar trebui să fie lungimea de undă a frontului undelor sonore emise de acesta? Cum poate fi aceasta interpretată, şi ce ar trebui defapt să se întâmple? Ce se întâmplă când se deplasează cu o viteză mai mare decât viteza sunetului? Poate fi folosită aceasta pentru a explica ceea ce vedem în figurile aa şi ab?

B În cazul în care gloanțele au o viteză mai mică decât viteza sunetului, de ce poate un avion de vânătoare supersonic îşi poate ajunge din urmă unda sonoră emisă, dar nu şi gloanțele trase de el ?

C. Dacă cineva în interiorului unui avion vorbeşte cu tine, ar trebui ca sunetul vocii sale să prezinte deplasarea Doppler?

IV. Acțiuni specifice pe care trebuie să le întreprindă elevii.

- acțiuni ce vor conduce la înțelegerea fenomenului şi a acelor acțiuni ce vor fi luate de referință
- sugestii pentru profesori asupra unui feedback adecvat din partea elevilor

Funcție de nivelul discuției activitatea poate începe cu o sesiune de brainstorming, urmată de o sesiune de întrebări şi răspunsuri.

V. Sugestii şi mostre de resurse pentru verificarea înțelegerii elevilor (chestionare, anticiparea în cazul unor situații noi, etc.)

VI. Suport pentru activități de continuare

- La propunerea cadrelor didactice

Autor: prof. dr. Adriana Iacob

Efectul Doppler 5.

Unitatea de învățare: Elemente de teoria relativității restrânse sau Elemente de acustică sau Optică

Clasa a XII-a / a XI-a

Motivație

Lecția este valoroasă deoarece vizează aspecte esențiale ale competenței științifice şi anume: formarea/exersarea deprinderilor de investigare științifică; elevii îşi vor testa propriile idei, ipoteze, modele explicative referitor la o gamă largă de fapte ştiințifice pornind de la informații despre structura şi funcționarea Universului şi încheind cu dispozitive şi aparate utilizate în viața cotidiană, cum ar fi sistemele de determinare a vitezei autovehiculelor, detectarea poziției avioanelor în zbor etc. De asemenea, situațiile de învățare propuse implică elevii în activități activ-participative care le dezvoltă deprinderile de muncă intelectuală care presupune: documentarea, selectarea, analiza şi interpretarea informațiilor şi rezultatelor ştiințifice. Demersul didactic propus este unul de tip constructivist şi care porneşte de la sumarizarea ideilor, modelelor explicative ale elevilor legate de explicarea funcționării detectoarelor, propagarea undelor sonore şi/sau a undelor electromagnetice. Această lecție permite elevilor vizualizarea propagării undelor utilizând oportunitățile oferite de obiectele electronice cu rol în amplificarea realității cu ajutorul computerului. De asemenea, lecția este valoroasă şi pentru că promovează învățarea asistată de calculator şi dezvoltarea competențelor digitale ale elevilor.

Competențe specifice: La sfârşitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ⇒ caracterizeze efectul Doppler
- ⇒ specifice domenii în care este utilizat efectul Doppler
- ⇒ utilizeze corect limbajul ştiințific în descrierea experimentului, a explicațiilor şi a opiniilor personale
- ⇒ demonstreze relațiile matematice specifice
- ⇒ aplice cunoştințele dobândite la explicarea unor situații problemă
- ⇒ explice producerea acestui efect cu ajutorul informațiilor suplimentare rezultate din folosirea obiectelor electronice (realitate mărită).

Evaluare:

- ✓ chestionarea orală
- ✓ observarea directă
- ✓ prezentare Powerpoint realizată de catre elevi
- ✓ observarea activităților în grup – harta clasei

Resurse:

- **materiale**: calculator videoproiector, prezentări Powerpoint, multimedia (imagini, audio, video), applet-uri Java, Macromedia Flash etc.
- **procedurale**: Conversația euristică, Ştiu/Vreau să ştiu/Am învățat, studiu de caz, SINELG
- **de timp**: 2h

Desfăşurarea lecției

Anticipare

Elevii completează individual, apoi discută în perechi şi în final în grup de câte 4 elevi, prima coloană a tabelului Ştiu/Vreau să ştiu/Am învățat (KWL):

Ştiu	Vreau să ştiu	Am învățat

Profesorul poate sintetiza pe tablă sau pe o fişă personală sinteza ideilor elevilor referitor la funcționarea detectoarelor de viteză, posibile explicații, factori care le influențează etc. Urmând aceeaşi succesiune elevii completează coloana a doua cu întrebările, curiozitățile personale şi/sau de grup legate de aceeaşi temă.

Profesorul formulează:

- **Exemple de situații – problemă** – redarea sunetului emis de o ambulanță/o maşină de poliție care a fost înregistrat în momentul în care aceasta trece prin dreptul unui observator; variantă: text suport însoțit de imagini de pe site-urile cu tematică de astronomie
- **Observarea unei secvențe de film** – resurse educaționale de pe site-ul ESA.

Construirea cunoştințelor

Elevii parcurg textul avut la dispoziție, individual, utilizează sistemul de notare (+ informație cunoscută, - informație necunoscută, ? informație neînțeleasă, √ informație nouă, plauzibilă) şi realizează apoi în grupe de câte patru un ciorchine structurat.

- Profesorul monitorizează activitatea grupelor şi consiliază, oferă puncte de sprijin, susține elevii în demersul lor.
- Profesorul dirijează conversația elevilor pe elementele mişcării

Reflecție/Consolidare

Urmând aceeaşi succesiune de la începutul lecției elevii completează cea de-a treia coloană a tabelului, iar profesorul sintetizează aceste informații. Împreună, elevii şi

profesorul reiau întrebările inițiale (cele completate în coloana a soua) şi caută răspunsuri în cea de-a treia coloană. Se încercuiesc întebările pentru care s-a găsit răspuns. Apoi, tot împreună, profesorul şi elevii reiau răspunsurile/informațiile din coloana a treia care au fost descoperite fără a fi căutate în mod special şi caută întrebările/problemele a căror soluție sunt acestea. În funcție de timpul avut la dispoziție şi de numărul în trebărilor rămase fără răspuns din coloana a doua acestea pot fi distribuite grupelor de elevi ca temă acasă de documentare sau pot fi analizate şi rezolvate în clasă. De asemenea, elevii pot compara concluziile personale şi să le aprecieze validitatea şi corectitudinea folosind calculatorul şi obiectele virtuale.

- **Instrument de evaluare:** fişa activității experimentale, grila de observare

Notă: Lecția stabileşte legătura dintre efectul Doppler şi aplicațiile tehnologice bazate pe aceasta. Lecția este construită valorificând metodele specifice învățării prin cooperare, dezvoltând elevilor deprinderi practice, atitudini şi comportamente responsabile.

Autor: prof. Luminița Chicinaş

2.2.2. LEGEA LUI BERNOULLI

Miniatura de aripă de avion

Obiectivul specific:

- Testarea experimentală a legii lui Bernoulli şi evocarea efectului Coandă

Caracteristici:

- **Modelul fizic**:
  - O aripă într-o cutie
  - Vizualizarea curgerii aerului
  - Vizualizarea forţelor
  - Vizualizarea câmpurilor de presiune
- **Interacţiunea**:
  - Curgerea aerului poate fi schimbată folosind un ventilator
  - Schimbul de profiluri de aripă
    - Cilindrică
    - Diferite forme de profiluri de aripă
- **Vizualizare**
  - Prin webcam şi cu ajutorul AR prin intermediul software-ului şi hardware-ului şi al PC-ului

Notele profesorului:

I. O descriere a fenomenului studiat, la care se va face referire în continuare

Zborul şi efectul Coandă

Într-un sens limitat, efectul Coandă se referă la devierea jeturilor de fluid în apropierea suprafeţelor curbe. Efectul este numit după numele celui care l-a evidenţiat primul, academicianul, savantul, fizicianul şi inventatorul român Henri Coandă. Efectul care îi poartă numele a fost pentru prima dată observat de Coandă în 1910 în timpul zborului accidental al testării unuia din primele sale avioane, Coandă-1910, care a fost simultan şi primul avion cu reacţie care a zburat vreodată. În timpul scurtului zbor, Coandă a putut observa alinierea apropiată de alipire a jeturilor gazelor arse de fuselajul avionului. Ulterior, atât Coandă cât şi alţi savanţi au studiat intensiv şi extensiv acest efect, care este denumit efectul Coandă în onoarea sa.

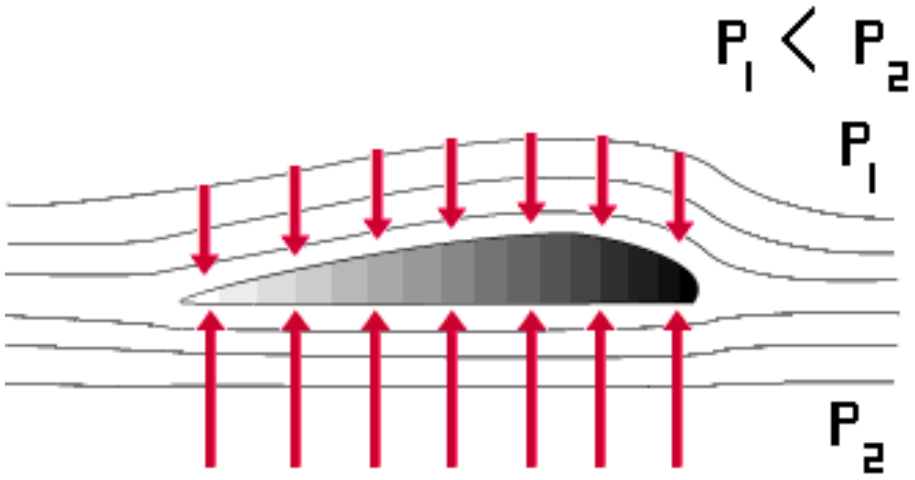
Una din primele utilizări cunoscute în brevetul său a fost folosit pentru un dispozitiv de super-ascensiune ce a folosit un jet de gaze ce ieşeau la viteze mari dintr-un compresor intern. Acest jet circular a fost direcţionat radial peste partea de sus a unei suprafeţe curbată de forma unei lentile de pentru a reduce presiunea pe suprafaţa respectivă. Ascensiunea totală pentru dispozitiv a fost generată de diferenţa dintre această presiune şi cea exercitată în partea de jos a aparatului.

Mai pe larg, unii înţeleg efectul de pentru a ţine cont de tendinţa oricărui strat de fluid marginal să adere la o suprafaţă curbă, nu doar stratul limită care însoţeşte un jet de fluid.

În acest sens mai larg efectul Coandă este folosit, de unii, pentru a explica ascensiunea. Jef Raskin[3] de exemplu, descrie o demonstrație simplă, folosind un ventilator pentru a sufla pe suprafața superioară a unei aripi. Aripa deviază în sus, astfel demonstrând că efectul Coandă creează forța ascensională. De fapt această demonstrație evidențiază, în mod mai corect, efectul Coandă că un jet de lichid (evacuate de un ventilator) aderă la o suprafață curbă (aripa). Cu toate acestea, suprafața superioară în acest flux este un complicat vortex-încărcat de amestecare, în timp ce suprafața inferioară a fluxului este inertă. Fizica acestei demonstrații este însă foarte diferită de cea a unui flux ce curge peste aripă. Utilizarea în acest sens a efectului Coandă este întâlnită în unele referințe populare de aerodinamică. În domeniul aerodinamicii, efectul Coandă este definit de obicei în sensul mai limitat de mai sus iar vâscozitatea este folosită pentru a explica de ce stratul marginal aderă la suprafața aripii.

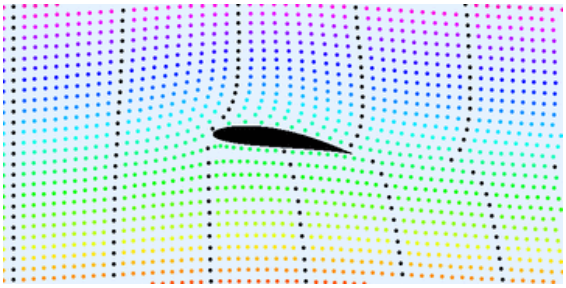
Explicația în termeni de diferență de presiune între suprafețe

Atunci când un fluid curge relativ la un corp solid, corpul blochează fluxul, determinând fluidul să își schimbe viteza şi direcția pentru a ocoli corpul. Natura obstructivă a corpului solid determină liniile de curent să se apropie în unele locuri, şi să se îndepărteze în altele. Când fluidul trece peste un profil aerodinamic la unghi de atac zero, suprafața superioară are o suprafață mai mare decât cea inferioară şi astfel opune o rezistență mai mare asupra fluidului decât suprafața inferioară. Această asimetrie determină liniile de curent în fluxul de pe suprafața superioară să se apropie mai mult decât cele de pe suprafața inferioară, Ca o consecință a conservării masei, prin reducerea secțiunii tubului de curent viteza în tubul de curent creşte, față de cazul suprafeței inferioare unde o secțiune mai mare a tubului determină o diminuare a vitezei (ecuația de continuitate). În acord cu ecuația lui Bernoulli, acolo unde viteza este mai mare presiunea dinamică creşte în detrimentul celei statice. Cum fluidul este mai rapid deasupra şi mai lent dedesubt, putem deduce că în cazul presiunilor statice raportul este invers, mai mică sus şi mai mare jos. Diferența de presiune dintre cele două suprafețe determină ascensiunea.



[3] Raskin, Jef (1994), Coanda Effect: Understanding Why Wings Work

O şi mai riguroasă descriere fizică



Curgerea fluidului în jurul unui profil aerodinamic

Ascensiunea este generată în acord cu principiile fundamentale ale fizicii. Cele mai relevante conexiuni la principiile fundamentale sunt următoarele trei:
- Principiul al doilea al dinamicii newtoniene care leagă forța de variația impulsului,
- Conservarea masei, incluzând presupunerea că suprafața profilului aerodinamic este impermeabilă la curgerea aerului învecinat, şi
- O relație care leagă componentele presiunii fluidului (care constă din presiunea statică, dinamică şi de poziție) de proprietățile curgerii (ecuația lui Bernoulli)[4].

O metodă de a determina ascensiunea pe un profil aerodinamic – coeficientul ascensional

Dacă coeficientul ascensional pentru o aripă la un unghi de atac cunoscut (sau estimat folosind o metodă precum teoria profilelor aerodinamice subțiri), atunci ascensiunea produsă pentru condiții specifice de curgere pot fi determinate folosind următoarea ecuație:

$$L = \frac{1}{2}\rho v^2 A C_L$$

unde

- L- forța ascensională,
- ρ- este densitatea aerului
- v- este viteza efectivă a aerului,
- A- este suprafața profilului, şi
- C_L- este coeficientul ascensional la unghiul dorit de atac, număr Mach şi număr Reynolds

Această ecuație este similară cu cea a ecuației reprezentând forța de rezistență la curgerea fluidului doar coeficientul ascensional este diferit.

II. O descriere a obiectului AR şi cum demonstrează acesta cu succes fenomenul

Mini-aripa

Mini-aripa a fost o idee ce a inspirat conceptul SCeTGo. Exponatul original din centrul de ştiință a fost o aripă mare. Pentru a vizualiza realitatea extinsă utilizatorul a purtat o cască şi un rucsac. Dar a fost greoaie, şi doar o singură persoană ar putea-o folosi la un moment dat. Deci, software-ul a fost adaptat pentru o versiune mai redusă, portabilă. Prezenta

[4] Batchelor, G.K. (1967), *An Introduction to Fluid Dynamics*, Cambridge University Press, pp. 141–151, ISBN 0521663962

mini-aripă constă dintr-o cutie mică care stochează modelul de o aripă al avionului. Aripa este conectată la o axă care se potriveşte într-o gaură de la cutie.

Exponatul original de aripă din Centrul de Ştiinţă

Miniatura mini-aripă

Aripa poate fi rotită astfel încât orientarea sa să se schimbe faţă de stand, simulând unghiuri la care un o aripă de avion ar putea fi fixată de corpul avionului. Aici sunt indicatori de poziţie AR pe aripă şi pe cutie. Când modelul este plasat în câmpul vizual al unui webcam, software-ul calculează unghiul aripii. Indicatorul de poziţie AR arată traseul aerului şi viteza de-a lungul suprafeţei aripii (atât pe faţa superioară cât şi pe cea inferioară) atâta timp cât se mişcă paralel cu solul. Direcţia de curgere a fluidului este arătată cu linii verzi iar viteza este marcată cu săgeţi albastre şi roşii tangente la liniile de curent. Al doilea profil de aripă este de fapt un cilindru. În această simulare aerul trece simetric în jurul acestui profil, fără nici o evidentă diferenţiere a curgerii fluidului între faţa inferioară şi superioară.

Mini-aripa şi AR

Camera web poate fi fixată pe computer. Pentru a asigura o mai bună înțelegere, se poate sufla aer spre aripă.

Principala activitate cu această miniatură este să determinăm cel mai bun unghi de atac pentru aripă, unul ce poate da o ascensiune optimă. Pentru a realiza aceasta, elevii trebuie să ştie că obiectele sunt sunt trase prin jeturi de aer rapide. Ei ar putea avea nevoie de unele experimente preliminare pentru a învăța să facă asta. Cei avansați ar putea lega acest experiment de ecuația lui Bernoulli[5].

Unii cercetători sunt critici față de ecuația lui Bernoulli ca explicație pentru motivul principal al zborului avioanelor. Elevii ar putea investiga acest lucru şi pot afla despre alți factori care au fost propuşi ca să contribuie la forma optimă pentru aripi şi importanta lor relativă. Alte forme, cum ar fi o aripă plană, etc., ar putea fi incluse cu miniatura pentru a ajuta la investigarea acestui lucru.

III. Descrierea situației problemă sau activității bazate pe investigație ştiințifică

Cine nu şi-a petrecut o parte a unor ore, la un moment dat în timpul vieții sale de elev pentru a face un avion de hârtie când el ar trebui să se ocupe de altceva? Probabil, ați făcut şi dvs. şi elevii dvs. De ce nu transformați acest timp comun într-o lecție despre fizică, de aerodinamică şi de zbor?

Aceasta este o activitate incitantă pentru toate vârstele, dar elevii dvs. ar trebui să aibă o mai bună înțelegere a dinamicii fluidelor şi să fie capabili să împingă dincolo de limite design-ul avionului de hârtie!

De ce aveți nevoie:

- Diferite tipuri de hârtie (orice hârtie din casă este fină, dar încercați să folosiți hârtii de diferite greutăți şi grosimi)
- Cronometru
- Alte materiale posibile incluzând agrafe de birou, capsator, foarfece, lipici necesare în proiectare

Ce aveți de făcut:

Pasul 1: Generați idei cu elevii dvs. despre ceea ce face ca un avion de hârtie bun. Vorbiți-le despre diferitele variabile care pot fi schimbate (tipul de hârtie, tipar pliante, alte materiale utilizate, scheme structurale), precum şi modul în care fiecare dintre acestea pot influența zborul avionului.

Pasul 2: Adunați materialele şi fiecare dintre voi face un avion care credeți că va rămâne cel mai mult aer.

Pasul 3: Să înceapă competiția! Fie ieşiți în curte într-o zi calmă sau găsiți un spațiu suficient de mare pentru zborul avioanelor. Fiecare persoană ar trebui să arunce practic de mai multe ori, apoi schimbă cu altcineva. Perechi de câte doi elevi îşi vor cronometra unii altora zborul avioanelor proiectate. A se vedea căror avion rămâne în zbor pentru cel mai lung timp!

5 Buchholz & Wetzel (2009) *Introducing Science Center ToGo - A Mixed Reality Learning Environment for Everyone's Pocket* IADIS International Conference Mobile Learning 2009 (pp. 104-110), Barcelona, Spain

Pasul 4: Discutați despre diferențele dintre avionul proiectat de dumneavoastră şi cele câştigătoare Luați în considerare placa de desen pentru a realiza modele noi pentru o revanşă! Există o mulțime de site-uri de pe internet, cu modele diferite de avioane de hârtie. Luați în considerare vizitarea câtorva şi vedeți modul în care proiectele lor se compară cu design-ul utilizate de către elevii dumneavoastră. Trecând de la avioane de hârtie la aeromodele.
Pasul 5: Relansați competiția şi schimbați scopul! Cine poate proiecta cel mai inteligent făcut avion? Cel care ajunge cel mai sus? Cel mai rapid?

IV. Acțiuni specifice pe care elevii le pot întreprinde

- Acțiuni care vor duce la înțelegerea fenomenului şi a acelor acțiuni tipice care vor fi martor orb
- Sugestii pentru profesori pe feedback-ul necesar pentru elevi

Funcție de nivelul de discuții, activitatea poate începe cu o sesiune de *brainstorming*, urmată de sesiune de întrebări şi răspunsuri.

V. Sugestii şi mostre de resurse pentru verificarea înțelegerii elevilor (chestionare, anticiparea în cazul unor situații noi, etc.)

- Acestea vor fi furnizate de cadrele didactice care vor utiliza scenariul

VI. Suport pentru activități de continuare

- La propunerea cadrelor didactice

Autor: prof. dr. Adriana Iacob

Legea lui Arhimede şi windsurfing-ul

Unitatea de învăţare: Mecanica Fluidelor

Clasa a VIII-a

Motivaţie

Lecţia este valoroasă deoarece ajută elevii sa înţeleagă principiul de funcţionare al unor dispozitive din viaţa cotidiană (placi de surf, placi de skateboard), de asemenea vor înţelege decolarea şi zborul avioanelor. Lecţia valorifică intuiţia experienţa cotidiană anterioară a elevilor în explicarea şi înţelegerea fenomenelor fizice prin folosirea minimală a aparatului matematic. Prin experiment lecţia dezvoltă abilităţile practice şi facilitează înţelegera şi aprofundarea cunoştinţelor teoretice. Lecţia este valoroasă deoarece vizează aspecte esenţiale ale competenţei ştiinţifice şi anume: formarea/dezvoltarea deprinderilor practice ale elevilor, formarea/exersarea deprinderilor de investigare ştiinţifică (elevii îşi vor testa propriile idei, ipoteze, modele explicative cu ajutorul intefeţei electronice), selectarea, analiza şi interpretarea rezultatelor experimentale obţinute. Demersul didactic propus este unul de tip constructivist şi care porneşte de la sumarizarea ideilor, modelelor explicative ale elevilor legate de plutirea diferitelor obiecte, precum şi de modul în care curenţii de aer influenţează mişcarea corpurilor. Această lecţie permite elevilor vizualizarea mişcării curenţilor de aer, modul în care aceştia contribuie la modificarea stării de mişcare, identificarea tuturor interacţiunilor la care sunt supuse corpurile prin îmbogăţirea realităţii cu modelele virtuale observabile în timp real pe monitorul computerului.

Competenţe specifice:

La sfârşitul lecţiei elevii vor fi capabili să:

⇒ identifice posibilităţile practice de aplicare a cunoştinţelor teoretice din domeniile studiate în cadrul lecţiilor de fizică;

⇒ aplice noţiunile despre forţe, legile şi principiile studiate, pentru a determina condiţiile de plutire şi scufundare a corpurilor ;

⇒ explice portanţa;

⇒ investigheze caracteristicile definitorii ale unor sisteme întâlnite în practică şi să explice funcţionarea lor prin realizarea unor experimente simple.

Evaluare:

- ✓ chestionarea orală
- ✓ observarea directă
- ✓ prezentare Powerpoint realizată de catre elevi

Resurse:

- **materiale**: hârtie, paie pentru băut suc, cutii metalice pentru suc, mere, lipici, calculator videoproiector, prezentări Powerpoint, multimedia (imagini, audio, video), applet-uri Java, Macromedia Flash etc.

- **procedurale**: Conversația euristică, experimentul, studiu de caz
- **de timp**: 2h

Desfăşurarea lecţiei

Anticipare

Elevii completează individual, apoi discută în perechi şi în final în grup de câte 4 elevi, prima coloană a tabelului Ştiu/Vreau să ştiu/Am învăţat (KWL):

Ştiu	Vreau să ştiu	Am învăţat

Profesorul poate sintetiza pe tablă sau pe o fişă personală sinteza ideilor elevilor refertor la plutirea şi scufundarea corpurilor. Urmând aceeaşi succesiune elevii completează coloana a doua cu înrebările, curiozităţile personale şi/sau de grup legate de aceeaşi temă.

Construirea cunostintelor (1h)

Elevii vor fi îndrumaţi să realizeze câteva experimente simple.

Experimentul nr.1

Materiale: coli de hârtie, lipici, pai din material plastic

Realizare: Profesorul împarte eleviilor colile de hârtie şi le cere să taie benzi cu dimensiunile de 20 cm x 3,75 cm pe care apoi să le lipească pentru a forma un inel ca în fig.1

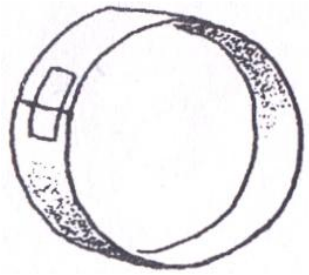


Fig.1

Elevii sunt îndemnaţi să direcţioneze paiul spre inelul de hârtie şi să sufle. Înainte de a executa cerinţa elevii vor formula predicţii referitor la ceea ce se aşteaptă să se întâmple, argumentându-şi/motivându-şi opinia. Elevii suflă conform indicaţiilor. **Ce se intampla**? Aerul suflat prin pai transmite un impuls inelului, care începe să se rostogolească.

Elevii sunt apoi rugați să aşeze paiul astfel încât acesta să fie deasupra inelului, şi să treacă de cealaltă parte a lui, dupa cum se vede în fig.2, respectând aceeaşi

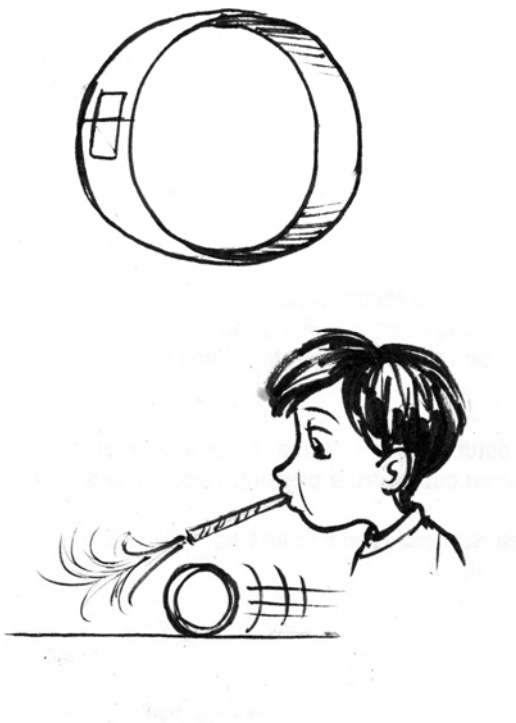


Fig.2

constrângere şi anume, formularea de predicții şi motivarea acestora după care chiar efectuează experimentul. **Ce se întâmplă**? Inelul de hârtie va sta pe loc sau se va îndepărta de poziția inițială. Dacă nu se rostogoleşte înainte, în sensul de mişcare al aerului care iese din pai, elevii vor fi sfătuiți să schimbe unghiul paiului şi să sufle din nou. **De ce**? Aerul în mişcare creează în jur o porțiune cu presiune scazută. Inelul de hârtie este mişcat spre zona cu presiune scăzută de către aerul cu presiunea normală mai mare, din spatele şi lateralele acestuia.

Experimentul nr.2

Materiale: două mere, două mingi de ping-pong sau două cutii metalice pentru suc, ață, suport orizontal;

Realizare: Se atârnă corpurile la distanta de 7,5 cm unul de celalalt. Un elev este rugat să sufle tare între cele două corpuri ca în fig.3, sau se pun cutiile metalice pe o suprafață orizontală şi să suflă printre ele.

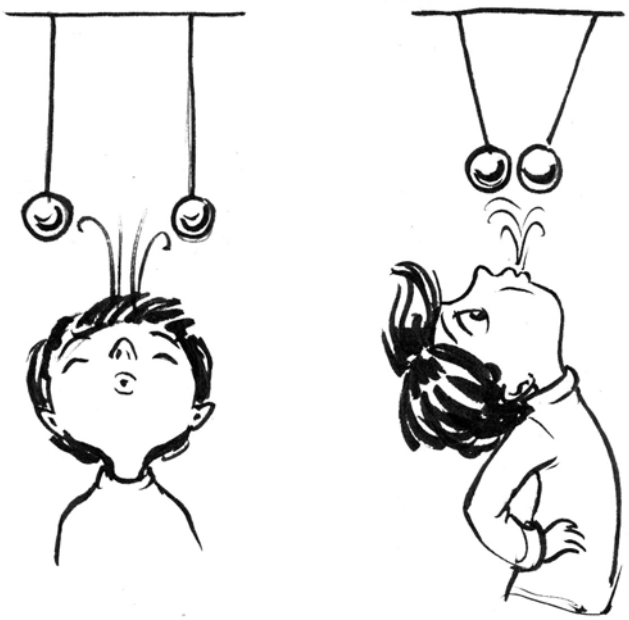


Fig.3

Ce se întâmplă: În loc să se îndeparteze, corpurile se apropie unul de celalalt.

De ce:Suflând între corpuri, aerul se mişcă. În această zonă suflul reduce presiunea aerului. Aerul din zonele laterale împinge corpurile spre zona centrală unde presiune este mai scazută. Cu cât aerul se mişcă mai repede, cu atât are o presiune mai mică. Acestă lege fizică a fost descoperită în 1738 de către fizicianul elvețian Daniel Bernoulli. Faptul că aerul în mişcare (sau ceva care se mişcă în aer) creează o zonă cu presiune scăzută, este unul din motivele pentru care avioanele pot zbura. Aerul care trece peste o suprafață curbată (forma unei aripi) are tendința să accelereze. Cu cât zborul este mai rapid, cu atât presiunea este mai scazută. Datorită diferențelor de presiune apare o forță, numită portanță**.**

Exemple de situații – problemă: Fizica Surfingului(1h)

Observarea unei secvențe de film

Se va prezenta o scurtă secvență dintr-un film în se urmăreşte mişcarea unui surfer. Se cere elevilor să explice echilibrul sportivului şi să identifice forțele implicate în deplasarea

acestuia. În continuarea lecției transmiterea cunoştinţelor se va face printr-o prezentare Powerpoint cu următorul conținut :

- Surferul este în repaus pe apa. Condiția de plutire (echilibrul corpului) este ca forța arhimedică să fie egală cu greutatea fig.4.

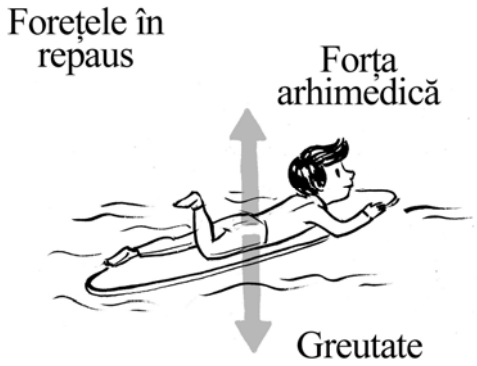


Fig.4

- Dacă surferul este în mişcare, la viteze mari apare regimul de glisare. În acest caz apare forta hidrodinamică datorită curgerii lichidului pe lângă aripioarele placii scufundate în apă. Forța hidrodinamică are 2 componente: forța portantă şi forța rezistentă fig.5. La viteze mari forța portantă creşte şi este aproape egală cu greutatea. Placa de surf se ridică şi astfel forța rezistentă scade foarte mult deoarece o mică porțiune din surf mai este scufundată. Forța de rezistență frânează surferul. La scuter sau la schi pe apă forța de rezistență este echilibrată de forța motoare. La surf forța rezistentă poate fi echilibrată doar dacă surferul coboară un val. Surferii nu coboara direct în jos pe val ci pe diagonala acestuia, viteza fiind cu atât mai mare cu cât unghiul este mai mare.

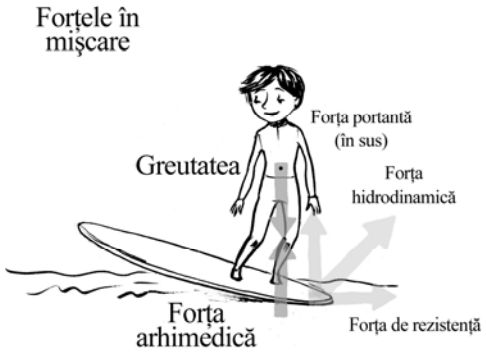


Fig.5

Reflecţie/Consolidare Elevii vor raspunde la următoarele întrebări:

In ce alte situaţii se pot aplica cunoştinţele dobândite?

Ce tehnici de zbor pot fi identificate la păsări?

Finalizare alternativă: Elevii vor face o prezentare în Powerpoint în care vor compara modul de funcţionare al plăcii de surf cu placa de snowboard.

Autor: prof. Luminița Chicinaş

Curgerea fluidelor

Unitatea de învățare: Studiul fluidelor

Clasa a XI-a

Motivație

Lecția este valoroasă deoarece ajută elevii sa înțeleagă principiul de funcționare al unor dispozitive din viața cotidiană (profilul de aripă, forma aerodinamică a vehiculelor), de asemenea vor înțelege decolarea şi zborul avioanelor. Prin experiment lecția dezvoltă abilitățile practice şi facilitează înțelegera şi aprofundarea cunoştințelor teoretice. Lecția este valoroasă deoarece vizează aspecte esențiale ale competenței ştiințifice şi anume: formarea/dezvoltarea deprinderilor practice ale elevilor, formarea/exersarea deprinderilor de investigare ştiințifică (elevii îşi vor testa propriile idei, ipoteze, modele explicative cu ajutorul interfeței electronice), selectarea, analiza şi interpretarea rezultatelor experimentale obținute. Demersul didactic propus este unul de tip constructivist şi care porneşte de la sumarizarea ideilor, modelelor explicative ale elevilor legate de presiunea atmosferică, precum şi de modul în care curenții de aer influențează mişcarea corpurilor. Această lecție permite elevilor vizualizarea mişcării curenților de aer, modul în care aceştia contribuie la modificarea stării de mişcare, identificarea tuturor interacțiunilor la care sunt supuse corpurile prin îmbogățirea realității cu modelele virtuale observabile în timp real pe monitorul computerului. Lecția este valoroasă deoarece oferă elevilor posibilitatea de a-şi exersa deprinderile practice şi de a realiza experimente în echipă. La vârsta de 16-17 ani elevii au citit sau au vizionat filme (artistice şi/sau documentare) care prezintă zborul autonom al avioanelor, baloanelor sau călătorii realizate cu acestea. Această lecție le oferă posibilitatea de a observa, investiga, analiza şi descrie modul în care relația dintre presiunea statică, presiunea dinamică şi presiunea de poziție influențează mişcarea, propulsia unui mobil în atmosferă. În plus, învățarea prin cooperare le dezvoltă responsabilitatea individuală în contextul interdependenței relaționale.

Competențe specifice: La sfârşitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ⇒ identifice posibilitățile practice de aplicare a cunoştințelor teoretice din domeniile studiate în cadrul lecțiilor de fizică;
- ⇒ aplice noțiunile despre forțe, legile şi principiile studiate, pentru a determina condițiile de plutire şi scufundare a corpurilor ;
- ⇒ explice portanța;
- ⇒ investigheze caracteristicile definitorii ale unor sisteme întâlnite în practică şi să explice funcționarea lor prin realizarea unor experimente simple
- ⇒ utilizeze diferite registre de comunicare în rezolvarea sarcinii de lucru.

Evaluare:

- ✓ observarea activității pe grupe
- ✓ orală, prin conversație
- ✓ scrisă, în urma realizării afişului

- ✓ foiţa de evaluare

Resurse:

- **materiale**: post-it-uri, ecran, DVD, calculator videoproiector, prezentări Powerpoint, multimedia (imagini, audio, video), applet-uri Java, Macromedia Flash etc.
- **procedurale**: conversaţia, modelarea, experimentul pe grupe, observaţia, turul galeriei
- **de timp**: 50 min (5 min + 20 min + 20 min + 5 min)

Desfăşurarea lecţiei

Anticipare: Observarea unor secvenţe de film descărcate de exemplu de pe site-ul discovery cu un exemplu de situaţie – problemă pretext

Construirea cunoştinţelor:

Elevii completează individual, apoi discută în perechi şi în final în grup de câte 4 elevi, prima coloană a tabelului Ştiu/Vreau să ştiu/Am învăţat (KWL):

Ştiu	Vreau să ştiu	Am învăţat

Profesorul poate sintetiza pe tablă sau pe o fişă personală sinteza ideilor elevilor referitor la presiune, curgerea fluidelor şi zborul cu sau fără motor. Urmând aceeaşi succesiune elevii completează coloana a doua cu întrebările, curiozităţile personale şi/sau de grup legate de aceeaşi temă.

Reflecţie/Consolidare:

Urmând aceeaşi succesiune de la începutul lecţiei elevii completează cea de-a treia coloană a tabelului, iar profesorul sintetizează aceste informaţii. Împreună, elevii şi profesorul reiau întrebările iniţiale (cele completate în coloana a soua) şi caută răspunsuri în cea de-a treia coloană. Se încercuiesc întebările pentru care s-a găsit răspuns. Apoi, tot împreună, profesorul şi elevii reiau răspunsurile/informaţiile din coloana a treia care au fost descoperite fără a fi căutate în mod special şi caută întrebările/problemele a căror soluţie sunt acestea. În funcţie de timpul avut la dispoziţie şi 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 şi rezolvate în clasă. De asemenea, elevii pot compara mişcarea submarinului propriu (cel cu care au efectuat experimentul) cu mişcarea unei rachete cu apă şi cu secvenţa de film obesrvată.

Evaluarea activităţii: prin completarea, de către elevi, a foiţei de evaluare

Autor: prof. Luminiţa Chicinaş

ECHILIBRUL CORPURILOR

Conul dublu 1.

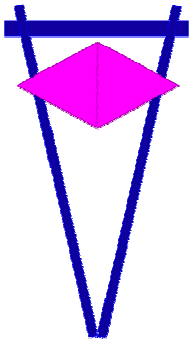
Obiectivul specific:

- Să evidenţiem paradoxul centrului de greutate

Caracteristici:

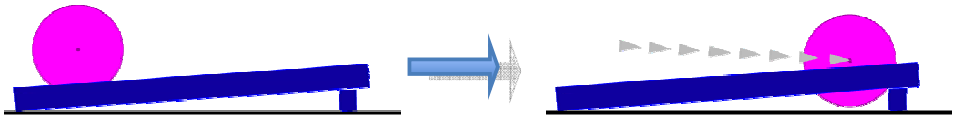
- **Modelul fizic:**
  - Conul dublu pe planul înclinat
- **Interacţiune**
  - Pot fi folosite conuri duble de diferite unghiuri
- **Vizualizare/Ascultare**

Conul dublu în valiza Science Center To Go



Conul dublu pe planul înclinat văzut de sus

Acesta este bazat pe un puzzle din secolul al XVII-lea cunoscut sub numele original de *Leybourne's uphill roller* – tăvălugul care urcă al lui Leybourne, în traducere aproximativă. Se compune din două conuri unite la bazele lor, pe două şine în pantă şi care diverg. Dacă conul este plasat pe capătul îngust, mai scund de şine şi este lăsat liber de-a lungul şinelor, apare de a urca de la sine planul înclinat. Există o excelentă descriere online la adresa http://plus.maths.org/issue40/features/uphill/index-gifd.html, împreună cu istoria sa, animaţii şi demonstraţia trigonometrică asociată.



Conul dublu văzut din lateral, în poziţia iniţială (stânga) şi în poziţia finală (dreapta)

Miniatura constă din unul dintre aceste *uphill rollers*. Indicatorul de poziţie AR va fi poziţionat pe rampă şi va permite vizualizarea forţelor ce acţionează asupra conului dublu.

Pentru toate vârstele obiectivul este să se rezolve puzzle-ul. De ce urcă conul dublu planul înclinat? De ce pare că încalcă legile fizicii? Răspunsul este bineînţeles că nu le încalcă. Conul dublu deplasându-se spre partea divergentă dar înaltă a planului, defapt coboară (săgeţile gri din figură). Acest fapt nu este evident cu ochiul liber.

Elevilor avansaţi li se poate cere să definească condiţiile necesare pentru a face un con dublu ca acesta să facă asta. Acest lucru poate fi pur şi simplu declarat în cuvinte (distanţa de cădere trebuie să fie mai mică decât raza bazei conului şi partea de sus a planului înclinat trebuie să aibă capetele mai puţin îndepărtate decât lungimea conului dublu) sau poate fi demonstrat matematic. Aceştia pot să-şi conceapă propriile modele, să le lipească un indicator de poziţie şi să le testeze cu ajutorul sistemului AR. Elevilor li se poate cere să speculeze asupra faptului cum dinamica ar utea fi afectată dacă conul dublu este umplut parţial cu mercur.

Notele profesorului:

I. O descriere a fenomenului studiat, la care se va face referire în continuare [6]

Înţelegerea şi construcţia unui experiment de tipul conului dublu

Conul dublu nu urcă în realitate, aşa cum pare. Când priviţi cu atenţie, puteţi constat că se mişcă de-a lungul şinelor. Şinele se îndepărtează şi conul dublu pare că urcă singur spre capătul în care acestea sunt îndepărtate. În realitate conul dublu coboară între şine. Gravitaţia îl obligă să facă asta. Acest experiment sau fenomen a fost descoperit de Galileo Galilei la începutul secolului al XVII-lea în Italia.

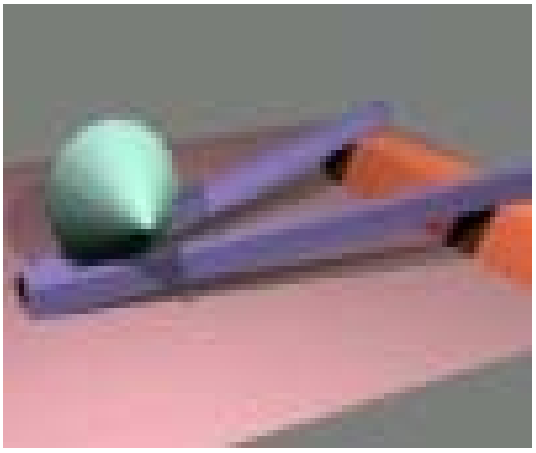


Figura de mai jos ne prezintă o secţiune verticală a sistemului. Linia înclinată reprezintă suprafaţa şinelor pe care se rostogoleşte conul dublu. Capătul de jos al pantei, dispus în sânga figurii, se află la o distanţă *a* faţă de pământ. Capătul de sus al pantei, plasat în partea dreaptă a figurii, se află la o distanţă *b* faţă de pământ. Figura prezintă de asemenea secţiunea transversală a conului dublu după ce acesta parcurge o parte din pantă. Punctul din mijlocul acestei secţiuni transversale este centrul de greutate al conului dublu, pe care îl vom nota cu *G*. Unghiul de înclinare al şinelor este α. Alegând un sistem de coordinate faţă de acest plan , obţinem coordonatele punctului *G* faţă de acest sistem, *(x,y)*. În timp ce conul dublu se deplasează pe suprafaţa şinelor, centrul său de greutate G se deplasează dea lungul unui drum dat de ecuaţia $y = f(x)$. Sarcina noastră este să găsim această ecuaţie.

[6] http://plus.maths.org/issue40/features/uphill/index-gifd.html

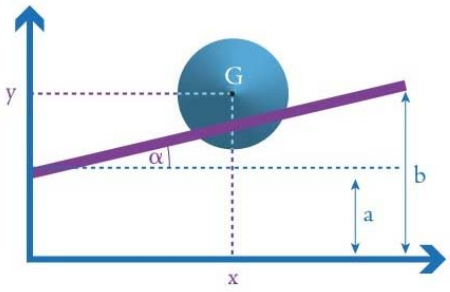
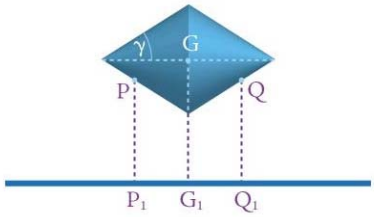
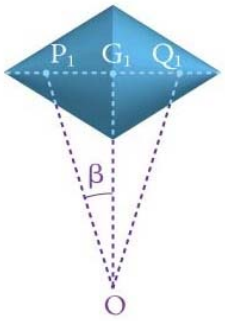


Figura următoare ne prezintă o vedere frontală, cu alte cuvinte față de punctul unde se intersectează cele două șine. Vedem conul ca și cum ar fi fost tăiat pe lungime și pe

verticală. Vedem de asemenea centrul de greutate G al conului dublu și de asemenea punctele *P* și *Q* ating șinele dublul con. Punctele G_1, P_1 și Q_1 sunt proiecțiile acestor trei puncte pe planul orizontal. Unghiul γ este jumătate din unghiul de la vârful conului.



Următoarea figură ne prezintă proiecția întregului set pe planul orizontal. Forma de diamante este umbra conului dublu proiectată pe planul orizontal, iar cele două linii ce pornesc din punctele P_1 și Q_1 sunt proiecțiile celor două șine pe planul orizontal. Ele se intersectează în punctual *O* la un unghi 2β. În continuare punctele G_1, P_1 și Q_1 sunt proiecții ale lui *G*, *P* și *Q*.



Cu sistemul de coordinate din prima figură putem găsi ecuația drumului străbătut de centrul de greutate al conului dublu în timp ce parcurge panta. Prin convenție notăm *XY* dreapta ce unește un punct *X* de un punct *Y*.

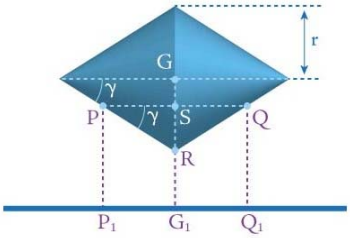
În primul rând considerăm anterioară. Distanța dintre *O* și G_1 este coordonata *x* a punctului *G*. Folosind trigonometria elementară avem că:

$$tan(\beta) = \frac{P_1G_1}{x} = \frac{P_1Q_1}{2x}.$$

Deoarece $P_1Q_1 = PQ$ avem

$$PQ = 2x\tan(\beta).$$

Acum să din nou figura în care este evidențiat unghiul γ. Notăm cu S punctul ce se găsește pe linia ce unește pe *G* de G_1 la aceeași înălțime ca *P* și notăm *R* punctul aflat la baza conului dublu și care se află pe segmentul ce leagă punctele *G* de G_1. Vedeți următoare:



Atunci
$\frac{RS}{SP} = \tan(\gamma)$ adică $RS = SP\tan\gamma = \frac{PQ\tan(\gamma)}{2}$. Știm că $PQ = 2x\tan(\beta)$, astfel

$$RS = SP\tan(\gamma) = \frac{PQ\tan(\gamma)}{2} = x\tan(\beta)\tan(\gamma).$$

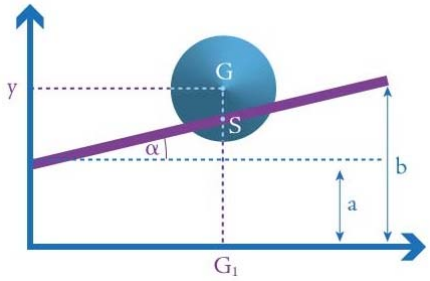
Acum coordonata *y* a lui *G* este $SG_1 + SG$. Pentru a doua parte avem $SG = r\text{-}RS$, unde *2r* este grosimea conului dublu la centrul său (vezi imaginea anterioară). Astfel

$$SG = r - RS = r - x\tan(\beta)\tan(\gamma).$$

Aceasta dă:

$$y = SG_1 + SG = SG_1 + (r - x\tan(\beta)\tan(\gamma)).$$

Figura următoare ne arată aceeași situație ca și prima figură. Menționăm că punctual G_1 este la o distanță *x* față de originea sistemului de coordonate, ne dă $(SG_1 - a)/x = \tan(\alpha)$ și astfel $SG_1 - a = x\tan(\alpha)$.



După aceea avem

$$y = (a + x\tan(\alpha)) + (r - x\tan(\beta)\tan(\gamma)) = a + r + x(\tan(\alpha) - \tan(\beta)\tan(\gamma)).$$

Drumul parcurs de centrul de greutate al conului este atunci dreapta a cărei ecuație este:

$$y = a + r + x(\tan(\alpha) - \tan(\beta)\tan(\gamma)),$$

care are o pantă de $\tan(\alpha) - \tan(\beta)\tan(\gamma)$. Pentru ca mișcarea să fie posibilă această dreaptă trebuie să fie descendentă, întrucât centrul de greutate nu se poate deplasa de la sine decât la vale. Aceasta înseamnă că panta trebuie să fie negativă, și astfel definirea condițiilor pentru paradoxul existent este că:

$$\tan(\alpha) < \tan(\beta)\tan(\gamma).$$

Bineînțeles, pentru a evalua corect paradoxul din punct de vedere fizic este necesar un model. Modelul autorului are:

$$\alpha = 4.6, \beta = 15.3, \gamma = 25.4,$$

măsurat în grade, pentru care este valabilă inegalitatea.

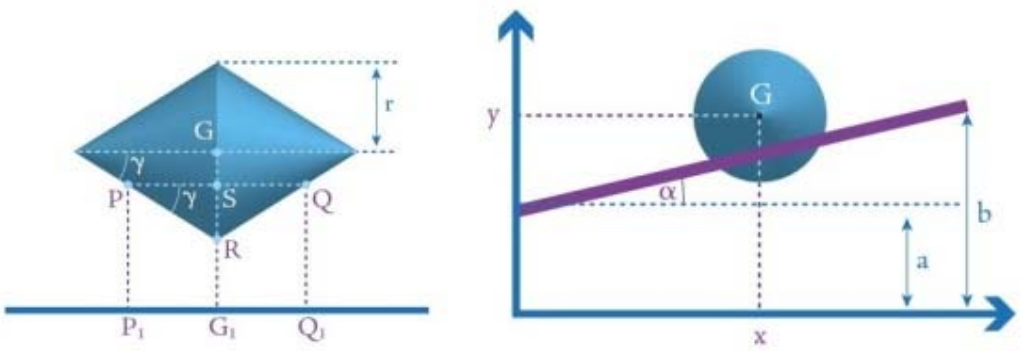
Un prototip funcțional pentru conul dublu

Cele necesare pentru acest experiment sunt: în primul rând, o rolă de lemn construită din două conuri. Se alege grosimea în mijloc de aproximativ 12-15 centimetri; se alege lungimea (conului dublu) de aproximativ 3 ori grosimea. Trebuie să aveți la dispoziție doi vergele metalice netede, de un metru lungime, şi suficient de puternice pentru a suporta greutatea conului dublu. În cele din urmă, trebuie să aveți trei bucăți de lemn pentru a sprijini capetele de vergelelor metalice; primul de circa 5-8 cm înălțime (pentru a sprijini vergelele la partea de jos a pantei); celelalte două (pentru a sprijini vergelele la partea de sus a pantei) trebuie să fie mai groase decât cel dintâi cu ceva mai puțin de jumătate din diametrul conului.

Diferite design-uri

Referitor la parametrii de construcție ai conului dublu, instrucțiunile specifică faptul că fiecare dintre conuri trebuie să fie între 12-15 cm în grosime, luând astfel limita superioară de 12 ajungem r = 8 cm. Lungimea fiecare dintre cele două conuri este să fie de trei ori grosimea, asa ca aceasta poate fi de 24 cm. Şina trebuie să fie de un metru lungime, rezultă că lungimea pantei este de un metru.

Blocurile de sprijin pentru capătul de jos al planului înclinat ar trebui să fie mai gros decât cei care sprijină celălalt capăt cu "ceva mai puțin" decât jumătate din diametrul conului, cu alte cuvinte cu mai puțin decât r (cum este marcat în diagrama din stânga în figura următoare). Putem alege grosimi de blocuri, astfel încât diferența lor este mai mică, dar foarte aproape de r. Apoi, diferența de înălțime între partea de jos a pantei şi partea de sus a pantei este aproximativ egală cu r.



Pentru această situație, fie diagrama din dreapta a figurii, deducem că

$$\sin(\alpha)=\frac{b-a}{lungimea\ \ pantei}=\frac{0.08}{1}=\frac{1}{12.5}=0.08$$

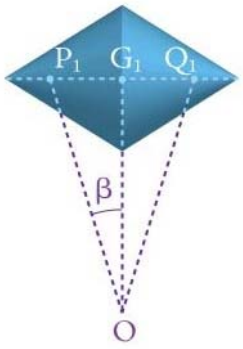
Aceasta însemnă că α este un unghi al unui triunghi dreptunghic cu o ipotenuză de 12.5 şi cateta opusă lui α cu lungimea 1. Folosind teoreme lui Pitagora putem găsi că cea dea doua catetă are lungimea $\sqrt{12.5^2-1^2}=\sqrt{155.25}$ şi astfel putem calcula

$$\cos(\alpha)=\frac{\sqrt{155.25}}{12.5},\ \tan(\alpha)=\frac{1}{\sqrt{155.25}}$$

Acum să ne întoarcem la unghiul β. În diagrama din dreapta a figurii anterioare putem observa că planul înclinat şi linia orizontală punctată formează un unghi α între ele. Panta este ipotenuza acestui triunghi, iar linia punctată are aceeaşi lungime ca şi proiecția planului înclinat pe planul orizontal astfel:

$$\cos(\alpha)=\frac{lungimea\ proiectiei\ planului\ înclinat\ pe\ planul\ orizontal}{lungimea\ planului\ înclinat}$$
$$=\frac{lungimea\ proiectiei\ planului\ înclinat\ pe\ planul\ orizontal}{1}$$

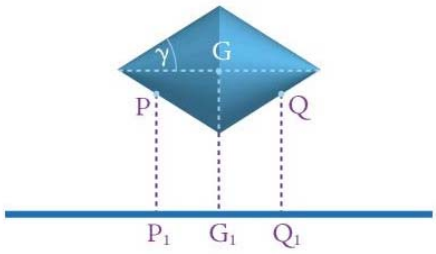
Astfel *lungimea proiectiei planului înclinat pe planul orizontal* este egală cu $\cos(\alpha)$ metri.



La finalul poveştii cu conul dublu, punctul P_1, prezentat în anterioară, va fi în partea stângă față de G_1, şi distanța sa față de G va fi lungimea unui con care este 24 cm. Aceasta dă

$$\sin(\beta)=\frac{lungimea\ unui\ con}{lungimea\ proiectiei\ vergelei}=\frac{0.24}{\cos(\alpha)}=\frac{0.24\cdot 12.5}{\sqrt{155.25}}=\frac{3}{\sqrt{155.25}}$$

Din nou avem un triunghi dreptunghic cu cea de a treia latură dată de $\sqrt{155.25-9}=\sqrt{146.25}$, făcând $\cos(\beta)=\frac{\sqrt{146.25}}{\sqrt{155.25}}$, astfel $\tan(\beta)=\frac{3}{\sqrt{146.25}}$.



Din figura de mai sus obținem că

$$\tan(\gamma)=\frac{r}{lungimea\ conului}=\frac{0.08}{0.24}=\frac{1}{3}$$

În final, această variantă de design conduce la:

$$\tan(\alpha)=\frac{1}{\sqrt{155.25}},\ \tan(\beta)=\frac{3}{\sqrt{146.25}},\ \tan(\gamma)=\frac{1}{3}$$

Inegalitatea cere ca:

$$\tan(\beta)\times\tan(\gamma)>\tan(\alpha),\frac{3}{\sqrt{146.25}}\times\frac{1}{3}>\frac{1}{\sqrt{155.25}}$$

sau că 155.25 > 146.25 — care aşa şi este!

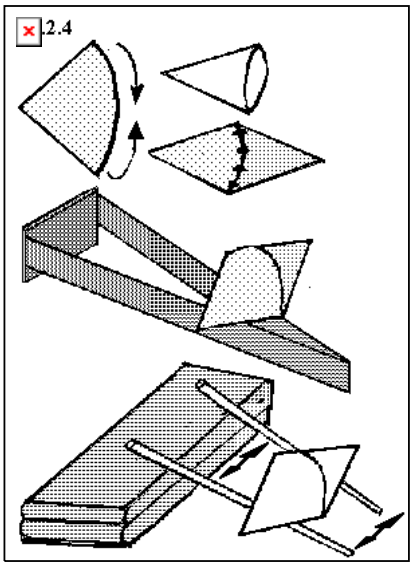
II. O descriere a sistemului propus de SCeTGo şi cum demonstrează acesta cu succes fenomenul

- **Modelul fizic:** Modelul centrului de greutate[7]
  Ce se întâmplă conul dublu urcă panta!??
  În timp ce conul dublu se rostogolește de-a lungul planului înclinat face contact cu acesta în doar două puncte. Datorita formei (se mută din apropierea centrului conului dublu), cum se mişcă de la sine de-a lungul planului înclinat.

  La începutul mişcării rampa intră în contact cu conul dublu, în apropiere de centru, unde este destul de gros şi astfel punctul central al conului dublu este destul de sus deasupra rampei. Punctul de contact se modifică pe măsură ce se rostogolește până la sol. Punctul crucial aici este faptul că centrul de masă, de fapt, întotdeauna coboară pe măsură ce conul dublu aparent urcă planul înclinat - ca un fel de iluzie optică. În cazul în care rampa devine prea abruptă centrul de masă al conului dublu nu va mai fi capabil să se deplaseze în jos suficient pentru a compensa creşterea şi iluzia nu va mai funcționa.
- **Interacțiunea**: elevii pot testa conuri duble cu diferite unghiuri
- **Vizualizare:** Indicatorul de poziție AR va fi poziționat pe rampă şi va permite vizualizarea forțelor ce acționează asupra conului dublu

III. Descrierea activității de rezolvare de problemă sau bazată pe investigație ştiințifică

Activitatea nr. 1:
Urmărind dimensiunile folosite în demonstrația anterioară construiți un con dublu care urcă pe planul înclinat.
Pasul (i): Realizați un con circular cu două capete astfel:
(A) Aveți nevoie de bandă adezivă şi carton.
(B) Tăiați două triunghiuri echilaterale identice din carton, cu o parte în forma unui arc de un sfert de cerc.
Rulați triunghiurile, apoi lipiți cu bandă laturile drepte pentru a forma două conuri circulare. Prindeți împreună bine baza fiecărui con şi lipiți-le cu bandă împreună.



Pasul (ii): Construiți o rampă:
(A) Tăiați o fâşie lungă şi îngustă de carton şi o îndoiți la jumătate pentru a face o formă în V. Tăiați cartonul în formă de dreptunghi şi lipiți cea de a doua bucată de prima pentru a face o rampă.
(B) Folosiți două vergele sprijinindu-le de o carte.
Pasul (iii): Puneți conurile pe capătul de jos al rampei de carton. În cazul în care suprafețele de con şi rampa sunt netede conurile se rostogolesc de-a lungul rampei.
Pasul (iv): Reglați distanța de sus dintre cele două vergele pentru a face să ruleze conul de jos în sus pe rampa. Țineți capetele superioare ale vergelelor pentru a face mai întâi

[7] http://faraday.physics.uiowa.edu/Movies/MPEG/1j11.50.mpg

distanța dintre ele mică, apoi depărtați-le în afară până când conul începe să se rostogolească în sus. Înainte ca conul să ajungă la partea de sus a rampei, micşoraţi distanța dintre cele două capete ale vergelelor pentru a face mişcarea conurilor să aibă loc în jos. Se măsoară înălțimea de partea de sus a conului înainte şi după laminare. Partea de sus a conului după laminare este mai mică decât înălțimea înainte de rulare. Conul este simetric atât de centrul său de greutate este pe linia de legătură dintre cele două topuri, astfel încât înălțimea topuri este înălțimea centrului de greutate al conului. În cazul în care partea de jos a rampei este mai îngustă, conul aflat în punctual de jos al rampei are un centru de greutate mai înalt. În timp ce conul se va rostogoli, până la partea de sus a rampei, datorită lățimii mai largi sus, unde centrul de greutate al conului este jos. Astfel, centrul de greutate al conului este mai ridicat în partea de jos, iar centrul de greutate al conului este mai coborât în partea de sus, astfel încât conul nu se rostogoleşte în sus, ci în jos.

Pasul (v): Un obiect în formă de cilindru nu se poate rostogoli de la sine, pe o astfel de rampă, pentru că centrul de greutate ar trebui să urce şi el.

Pasul (vi): Repetați experimentul cu o minge. Puneți o minge cu o dimensiune adecvată pe rampa. Ea se poate rostogoli de la sine şi viteza de rulare este mai rapidă decât viteza conului dublu.

IV. Acțiuni specifice pe care trebuie să le întreprindă elevii.

- acțiuni ce vor conduce la înțelegerea fenomenului şi a acelor acțiuni ce vor fi luate de referință
- sugestii pentru profesori asupra unui feedback adecvat din partea elevilor

Funcție de nivelul discuției activitatea poate începe cu o sesiune de *brainstorming*, urmată de o sesiune de întrebări şi răspunsuri.

V. Sugestii şi mostre de resurse pentru verificarea înțelegerii elevilor (chestionare, anticiparea în cazul unor situații noi, etc.)

I. Întrebare:

Un con dublu este poziționat la centrul planului înclinat în formă de V. Când va fi eliberat acesta:

(a) se va rostogoli spre vârful V-ului?

(b) se va rostogoli spre capătul deschis al V-ului?

(c) va rămâne acolo unde se află?

Răspuns:

Răspunsul este (b): conul se va rostogoli spre capătul deschis al planului înclinat în formă de V, părând că sfidează gravitația.

De fapt conul nu urcă. Din cauză că unghiul conului şi geometria planului, centrul de masă defat coboară, deşi conul ar părea că urcă.

II. Întrebare:

Un astfel de sistem de "auto-susținere" pare să încalce legile de conservare a energiei. Cum este posibil acest lucru? Faptul că centrul de greutate coboară în timp ce conul dublu urcă dealul putem gândi un sistem de mişcare perpetuă ce poate fi construit pornind de la acest lucru, dacă permitem pur şi simplu şinei pivoteze în centru. Când conul ajunge la un capăt,

şina se va înclina şi apoi conul rulează în direcția opusă. Acest sistem ar putea alimenta un ceas. Ce crezi despre asta?

Răspuns:

Centrul de greutate defapt coboară în timp ce conul pare să urce planul înclinat. Nu este violată nici o lege a conservării energiei. Menționăm că centrul de greutate coboară, energia potențială scade în timp ce energia cinetică creşte. Energia se conservă.

VI. Suport pentru activități de continuare

- La sugestia cadrelor didactice

Autor: prof. dr. Adriana Iacob

Conul dublu 2.

Obiectivul specific:

- Să evidențiem paradoxul centrului de greutate

Caracteristici:

- Modelul fizic:
  - Conul dublu pe planul înclinat
- Interacțiune
  - Pot fi folosite conuri duble de diferite unghiuri
- Vizualizare/Ascultare

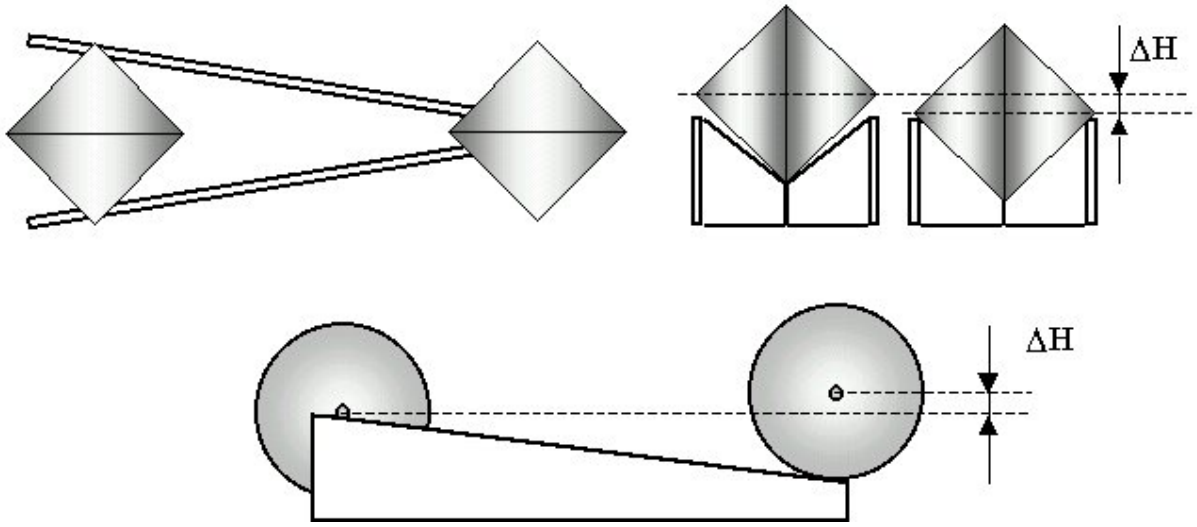
Conul dublu în valiza Science Center To Go – vezi scenariul anterior

Notele profesorului:

- **O descriere a fenomenului studiat, la care se va face referire în continuare** [8]

Înțelegerea şi construcția unui experiment de tipul conului dublu

Să analizăm conul şi şinele de mai sus în secțiune transversală. Unghiurile de deschidere ale ochiurilor de con şi al şinelor sunt alese într-un mod care permite centrului de greutate al conului sa fie pozitionat mai sus la începutul mişcării de rulare decât la sfârşitul acesteia. Astfel, este esențial ca diferenta de inaltime dintre puncte de început şi sfârşit al mişcării pe şine să fie mai mare decât raza bazei conului.



[8] http://plus.maths.org/issue40/features/uphill/index-gifd.html

Reţineţi că, atunci când se apropie de sfârşitul V-ului, dublul con rulează mai repede Deşi este privit din lateral mişcarea conului este accelerată, acesta este mai lentă în comparaţie cu mişcarea sferei ce merge în jos pe un plan înclinat - similar, cum este în cazul pendulului lui Maxwell când o cantitate considerabilă de energie potenţială este transformată în energie de mişcare de rotaţie.

II. O descriere a sistemului propus de SCeTGo şi cum demonstrează acesta cu succes fenomenul

- **Modelul fizic:** Modelul centrului de greutate[9]
- **Interacţiunea**: elevii pot testa conuri duble cu diferite unghiuri
- **Vizualizare:** Indicatorul de poziţie AR va fi poziţionat pe rampă şi va permite vizualizarea forţelor ce acţionează asupra conului dublu

III. Descrierea activităţii de rezolvare de problemă sau bazată pe investigaţie ştiinţifică
Secvenţă de cercetare: Urcând singur panta (eng. *Rolling uphill)*
Ideea

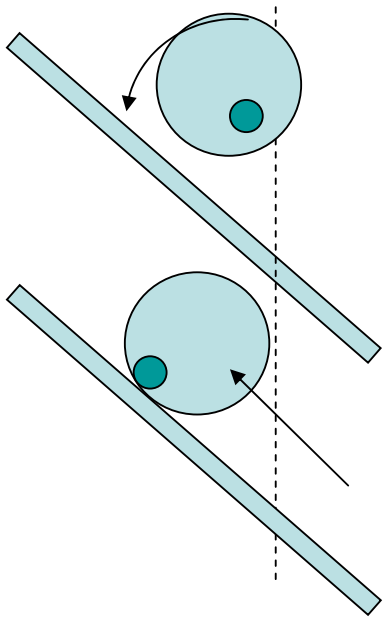
Majoritatea oamenilor nu vor vedea rezultatele acestei mici demonstraţie venind de la sine, mai ales dacă este făcut ca un imediat rezultat al experimentului anterior cu conul dublu. Puteţi face o cană de cafea să se rostogolească în sus pe o distanţă scurtă, fără a încălca nici o lege a lui Newton.

Ce aveţi nevoie

- o cană de cafea
- o baterie veche
- adeziv
- plan înclinat

Metoda

Pasul 1: Lipiţi bateria în interiorul căniі de cafea.
Pasul 2: Acoperiţi interiorul cu un capac de plastic
Pasul 3: Plasaţi cana de cafe ape un plan înclinat cu o poziţionare a bateriei relative la plan conform imaginii.
Pasul 4: Întrebaţi observatorul ce crede despre ce se întâmplă. Puteţi adăuga la efectul de a crea iluzia că investigaşi una dintre situaţiile de la experimentul precedent cu ajutorul a două căni de cafea cu greutăţi.



Rezultate aşteptate

Odată eliberată, cana urcă panta câţiva centimetri.

Cum funcţionează

Gravitaţia acţionează asupra greutăţii, care exercită un cuplu asupra căniі. Dacă greutatea este poziţionată în partea de sus a axei căniі, cana va rula în sus (până când greutatea este adusă pe direcţia centrului de greutate al căniі).

[9] http://faraday.physics.uiowa.edu/Movies/MPEG/1j11.50.mpg

IV. Acțiuni specifice pe care trebuie să le întreprindă elevii.

- acțiuni ce vor conduce la înțelegerea fenomenului şi a acelor acțiuni ce vor fi luate de referință
- sugestii pentru profesori asupra unui feedback adecvat din partea elevilor

Funcție de nivelul discuției activitatea poate începe cu o sesiune de brainstorming, urmată de o sesiune de întrebări-răspunsuri.

V. Sugestii şi mostre de resurse pentru verificarea înțelegerii elevilor (chestionare, anticiparea în cazul unor situații noi, etc.)

VI. Suport pentru activități de continuare

- La sugestia cadrelor didactice

Autor: prof. dr. Adriana Iacob

Centrul de greutate

Unitatea de învățare: Echilbrul de rotație

Clasa a IX-a

Motivație

Lecția este valoroasă deoarece oferă elevilor posibilitatea de a observa, descrie, investiga şi analiza condițiile de echilibru ale unor corpuri şi poziția centrului de greutate în diverse stări de echilibru. Prin experiment lecția dezvoltă abilitățile practice şi facilitează înțelegera şi aprofundarea cunoştințelor teoretice. Lecția este valoroasă deoarece vizează aspecte esențiale ale competenței ştiințifice şi anume: formarea/dezvoltarea deprinderilor practice ale elevilor, formarea/exersarea deprinderilor de investigare ştiințifică (elevii îşi vor testa propriile idei, ipoteze, modele explicative cu ajutorul intefeței electronice), selectarea, analiza şi interpretarea rezultatelor experimentale obținute. Demersul didactic propus este unul de tip constructivist şi care porneşte de la sumarizarea ideilor, modelelor explicative ale elevilor legate de determinarea poziției centrului de greutate în diferite configurații, influența acestuia asupra mişcării corpurilor, precum şi de recunoaşterea, descrierea şi diferențierea situațiilor cotidiene care pot fi explicate cu ajutorul acestui concept. Această lecție permite elevilor vizualizarea mişcării corpurilor în situații paradoxale, identificarea tuturor interacțiunilor la care sunt supuse corpurile prin îmbogățirea realității cu modelele virtuale observabile în timp real pe monitorul computerului.

Competențe specifice: La sfârşitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ⇒ definească noțiunea de centru de greutate
- ⇒ specifice condițiile de echilibru pentru corpuri rigide
- ⇒ deducă dependența echilibrului de poziția centrului de greutate
- ⇒ aplice cunoştințele dobândite la explicarea unor situații de echilibru mai interesante apărute în cadrul spectacolelor de circ
- ⇒ explice mişcarea corpurilor studiate cu ajutorul informațiilor suplimentare rezultate din folosirea obiectelor electronice (realitate mărită).

Evaluare:

- ✓ scrisă - fişa de lucru
- ✓ orală

Resurse:

- **materiale**: paralelipiped mobil, cilindri înclinați, trusa pentru studiul echilibrului corpurilor, conul dublu al lui Galilei, cameră web, interfață electronică

- **procedurale**: activitate în grupe, scena rotativă, turul galeriei
- **de timp**: 50 minute

Desfăşurarea lecţiei

Anticipare

- **Observarea unei secvenţe de film** – Elevii urmăresc secvenţele de film selectate de profesor de pe internet (spectacol de circ, cascadorii etc) şi completează individual cerinţele referitor la interacţiunile pe care le recunosc, respectiv la posibile relaţii de tip cauză - efect.

Construirea cunoştinţelor

- elevii sunt împărţiţi în grupe de câte 6;
- elevii primesc materialul didactic corespunzător şi studiază câte un caz de echilibru diferit, printre care şi conul dublu;
- grupele se rotesc astfel încât toate grupele să studieze fiecare caz de echilibru pregătit;
- profesorul monitorizează activitatea grupelor şi consiliază, oferă puncte de sprijin, susţine elevii în demersul lor, face notiţe referitor la comportamentul elevilor, modul de abordare al situaţiilor cu care se confruntă (grilă de observaţii);
- după ce a efectuat toate experimentele fiecare grupă realizează un poster în care desenează şi explică primul experiment pe care l-a realizat şi formulează concluzii

Reflecţie/Consolidare

- **Metodă de evaluar**e: desenele vor fi afişate pe tablă şi se aplică metoda numită „turul galeriei”: grupele de câte şase elevi expun foile A3 pe care au realizat posterele; fiecare grup primeşte un număr de foi de hârtie (post-it) egal cu numărul posterelor, mai puţin propriul poster şi citesc concluziile colegilor după care formulează câte o întrebare pentru fiecare grup. În funcţie de timpul avut la dispoziţie, este posibil ca fiecare grup să răspundă în clasă la întrbări sau fiecare grup îşi ia întrebările şi răspunde ca temă acasă.
- În final elevii urmăresc frontal secvenţele care folosesc obiecte electronice şi realitatea îmbogăţită (augmented reality) pentru a verifica în ce măsură au soluţionat corect sarcina de lucru (identificarea corectă a tuturor interacţiunilor şi utilizarea corectă a relaţiilor de tip cauză – efect în formularea explicaţiilor în grup).
- **Instrument de evaluare:** biletul de ieşire - post-it pentru a obţine feedback asupra demersului parcurs

Notă: Lecţia este construită valorificând metodele specifice învăţării prin cooperare, care au avantajul de a promova atât achiziţia de cunoştinţe şi exersarea deprinderilor elevilor cât şi de a forma elevilor atitudini şi comportamente responsabile.

Autor: prof. Luminiţa Chicinaş

Echilibrul coprurilor sprijinite şi/sau suspendate

Unitatea de învățare: Elemente de statică

Clasa a IX-a

Motivație

Lecția este valoroasă deoarece oferă elevilor posibilitatea de a observa, descrie, investiga şi analiza condițiile de echilibru ale unor corpuri sprijinte şi/sau suspendate şi de a corela poziția centrului de greutate cu stările de echilibru corespunzătoare. Prin experiment lecția dezvoltă abilitățile practice şi facilitează înțelegera şi aprofundarea cunoştințelor teoretice. Lecția este valoroasă deoarece vizează aspecte esențiale ale competenței ştiințifice şi anume: formarea/dezvoltarea deprinderilor practice ale elevilor, formarea/exersarea deprinderilor de investigare ştiințifică (elevii îşi vor testa propriile idei, ipoteze, modele explicative cu ajutorul interfeței electronice), selectarea, analiza şi interpretarea rezultatelor experimentale obținute. Demersul didactic propus este unul de tip constructivist şi care porneşte de la sumarizarea ideilor, modelelor explicative ale elevilor legate de explicarea echilibrului diferitelor corpuri în configurații diverse, identificarea aplicațiilor practice, tehnice şi tehnologice ale acestora, precum şi de recunoaşterea, descrierea şi diferențierea situațiilor cotidiene care pot fi explicate cu ajutorul acestui concept. Această lecție permite elevilor vizualizarea modului în care se menține echilibrul corpurilor sprijinite şi/sau suspendate, identificarea tuturor interacțiunilor la care sunt supuse astfel de corpuri (de exemplu podurile clasice sau cele suspendate) prin îmbogățirea realității cu modelele virtuale observabile în timp real pe monitorul computerului.

Competențe specifice: La sfârşitul lecției elevii vor fi capabili să:

- ⇒ definească noțiunea de echilibru
- ⇒ specifice condițiile de echilibru pentru corpurile solide sprijinite şi/sau suspendate
- ⇒ recunoască tipuri de echilbru (stabil, instabil şi indiferent) şi relația acestora cu poziția centrului de greutate
- ⇒ aplice cunoştințele dobândite la explicarea unor situații de echilibru din domeniul construcțiilor
- ⇒ explice echilibrul corpurilor studiate cu ajutorul informațiilor suplimentare rezultate din folosirea obiectelor electronice (realitate mărită).

Evaluare:

- ✓ scrisă - fişa de lucru
- ✓ orală

Resurse:

- **materiale**: corpuri de lemn – elemente ale jocurilor de construcții, model pentru observarea tipurilor de echilibru din trusa de laborator, plansă de lemn sau carton, cameră web, interfață electronică, calculator

- **procedurale**: activitate în grupe, scena rotativă, turul galeriei
- **de timp**: 50 minute

Desfăşurarea lecţiei

Anticipare

- **Observarea unei secvenţe de film** – Elevii urmăresc secvenţele de film selectate de profesor de pe internet (poduri celebre) şi completează individual cerinţele referitor la interacţiunile pe care le recunosc, respectiv la posibile relaţii de tip cauză - efect.

Construirea cunoştinţelor

- elevii sunt împărţiţi în grupe de câte 6;
- elevii primesc materialul didactic corespunzător şi studiază câte un caz de echilibru diferit, atât corpuri sprijinte cât şi corpuri suspendate;
- grupele se rotesc astfel încât toate grupele să studieze fiecare caz de echilibru pregătit;
- profesorul monitorizează activitatea grupelor şi consiliază, oferă puncte de sprijin, susţine elevii în demersul lor, face notiţe referitor la comportamentul elevilor, modul de abordare al situaţiilor cu care se confruntă (grilă de observaţii);
- după ce a efectuat toate experimentele fiecare grupă realizează un poster în care desenează şi explică primul experiment pe care l-a realizat şi formulează concluzii

Reflecţie/Consolidare

- **Metodă de evaluar**e: desenele vor fi afişate pe tablă şi se aplică metoda numită „turul galeriei”: grupele de câte şase elevi expun foile A3 pe care au realizat posterele; fiecare grup primeşte un număr de foi de hârtie (post-it) egal cu numărul posterelor, mai puţin propriul poster şi citesc concluziile colegilor după care formulează câte o întrebare pentru fiecare grup. În funcţie de timpul avut la dispoziţie, este posibil ca fiecare grup să răspundă în clasă la întrebări sau fiecare grup îşi ia întrebările şi răspunde ca temă acasă.
- În final elevii urmăresc frontal secvenţele care folosesc obiecte electronice şi realitatea îmbogăţită (augmented reality) pentru a verifica în ce măsură au soluţionat corect sarcina de lucru (identificarea corectă a tuturor interacţiunilor şi utilizarea corectă a relaţiilor de tip cauză – efect în formularea explicaţiilor în grup, recunoaşterea condiţiilor de echilibru şi operarea cu acestea).
- **Instrument de evaluare:** biletul de ieşire - post-it pentru a obţine feedback asupra demersului parcurs

Notă: Lecţia este construită valorificând metodele specifice învăţării prin cooperare, care au avantajul de a promova atât achiziţia de cunoştinţe şi exersarea deprinderilor elevilor cât şi de a forma elevilor atitudini şi comportamente responsabile.

Autor: prof. Luminiţa Chicinaş

2.2.4. DISPOZITIVUL LUI YOUNG

Dispozitivul lui Young

Obiectivul specific:

- Înțelegerea şi explorarea naturii undelor
- Înțelegerea şi explorarea naturii ondulatorii a luminii

Caracteristici:

- **Modelul fizic**:
  - Un plan prevăzut cu două fante paralele
  - Un ecran
- **Interacțiune:** elevul va putea schimba planul fantelor şi poate vedea rezultatul acestei schimbări pe un ecran virtual amplasat în spatele fantelor
- **Vizualizare/Ascultare:** vizualizarea undelor şi particulelor

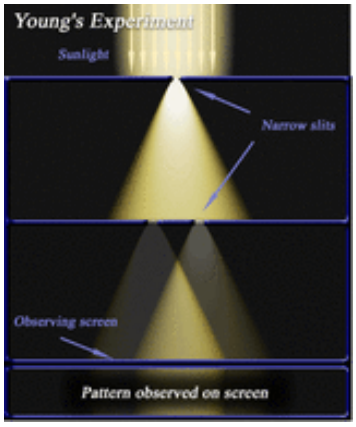
Notele profesorului:

I. O descriere a fenomenului studiat, la care se va face referire în continuare

Cunoştințe anterioare necesare

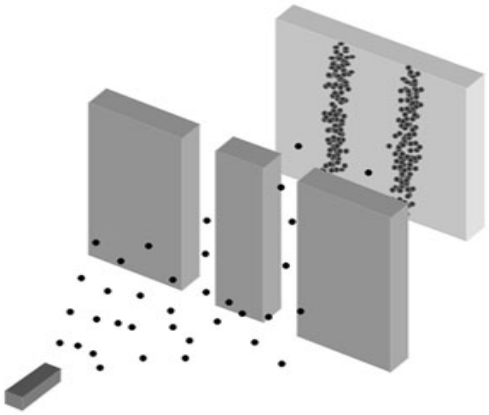
Se presupune că se cunosc următoarele concepte:

- teoria ondulatorie a luminii;
- termenii de lungime de undă şi radiație electromagnetică;
- trigonometria elementară, adică sinus, cosinus şi tangentele unghiurilor



Thomas Young a efectuat faimosul său experiment, numit experimentul pe fanta dublă,pentru a dovedi faptul că lumina este o undă. Acest experiment a avut implicații profunde, influențând în totalitate fizica secolului al XIX-lea şi care rezultă din mai multe încercări de a evidenția eterul, sau mediul de propagare al luminii. Deşi experimentul este cel mai notabil pentru lumină, acest tip de experiment poate fi efectuat pentru orice tip de unde, ca de exemplu apa. Pentru moment, însă, ne vom concentra asupra comportamentului ondulatoriu al luminii.

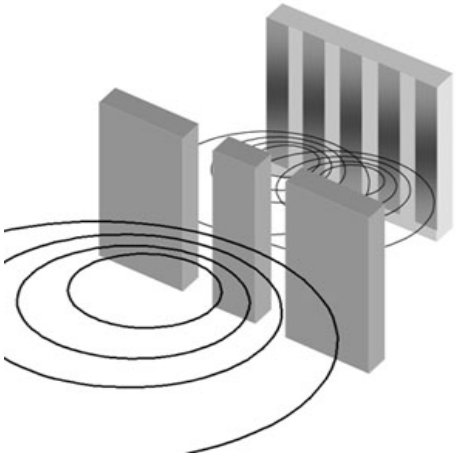
Un tun (conform fizicii clasice) împrăştie proiectile spre o țintă. Înainte de a ajunge la țintă, acestea trebuie să treacă printr-un ecran cu două fante. În cazul în care proiectilele trec printre fante, vor ateriza cel mai probabil direct în spatele fiecărei fante, dar dacă vin la un unghi mai mic, ele vor ateriza şi uşor în lateral. Modelul rezultat este o hartă a probabilității de aterizare a proiectilului în fiecare punct aflat pe ecran.



Experimentul cu cele două fante pentru particule

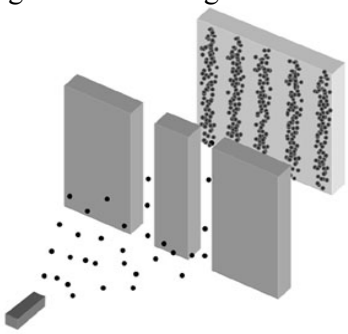
Modelul anterior cu două fante se întâmplă să fie pur şi simplu suma modelelor pentru fiecare fantă în considerată separat.

În cazul undelor rezultatul este foarte diferit, din cauza interferenței. Dacă fantele sunt deschise pe rând, aspectul al fi similar cu cel din cazul proiectilelor: două maxime distincte (imaginile celor două fante pe ecranul din spatele acestora). Dar când fantele sunt deschise în acelaşi timp are loc interferența celor două fascicule rezultate: acolo unde undele sunt în fază se amplifică reciproc, iar unde sunt în opoziție de fază se atenuează reciproc.



Experimentul celor două fante pentru unde

Acum paradoxul cuantic: Electronii, ca şi proiectilele, ar trebui să lovească ținta o dată. De fapt, asemeni undelor ei generează o imagine de interferență.

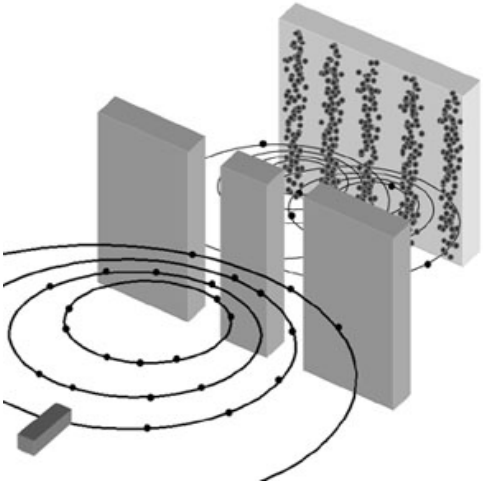


Experimentul celor două fante pentru electroni

Dacă fiecare electron trece individual printr-o singură fantă cu ce interferă? Deşi fiecare electron ajunge la țintă într-un singur loc şi la un moment dat, se pare că fiecare a trecut prin - sau simțit într-un fel prezența celor două fante deodată. Astfel, electronul este înțeles în termeni de dualitate undă-particulă.

Dualitatea undă-particulă este misterul central al mecanicii cuantice – o teorie la care toate celelalte pot fi reduse în cele din urmă.

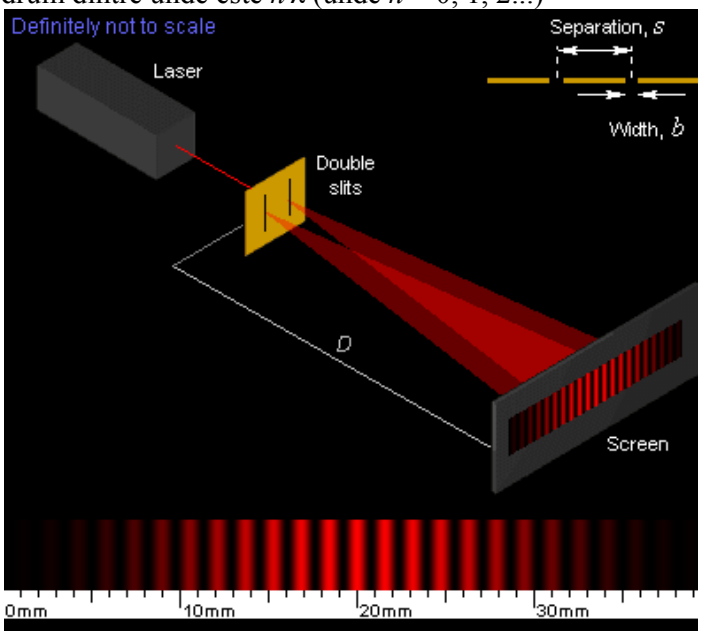
Natura ondulatorie a luminii poate fi de asemenea demonstrată folosind următorul clip video accesibil online "experimentul celor două fante povestit de Dr.Quantum".



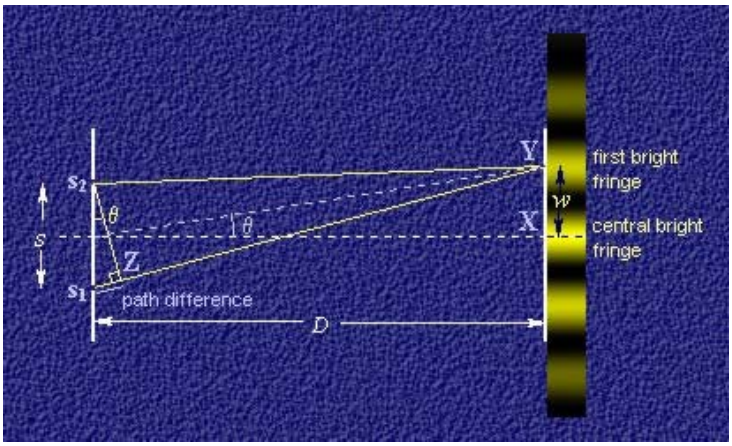
Ilustrarea dualității undă- corpuscul

Deducerea formulei dispozitivului lui Young

Franjele luminoase se produc în punctele de interferență *constructivă*. Aceasta se întâmplă unde diferența de drum dintre unde este $n\lambda$ (unde $n = 0, 1, 2...$)



Franjele întunecate se produc în punctele de interferență *distructivă*; aceasta se întâmplă unde diferența de drum între unde $n\,\lambda/2$ (unde n = 1, 2, 3...)



Din diagramă, pentru prima franjă luminoasă, diferența de drum λ este dată de distanța $\mathbf{S_1Z}$. Folosind cunoştinţele de trigonometrie, putem arăta că:

$$\sin\theta = \frac{diferenta\ de\ drum}{s} = \frac{\lambda}{s}\text{, şi}$$

$$tg\theta = \frac{w}{D}$$

Acum, pentru valori mici ale lui Θ, sinΘ , tanΘ, avem:

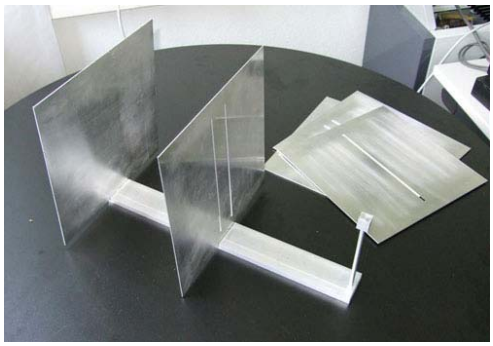
$$\frac{\lambda}{s} = \frac{w}{D}\text{, şi astfel } \lambda = \frac{ws}{D}$$

II. O descriere a sistemului propus de SCeTGo şi cum demonstrează acesta cu succes fenomenul

Dispozitivul cu două fante al lui Young

Echipamentul este numit după Thomas Young, care a demonstrat natura ondulatorie a luminii la începutul secolului XIX, prin trecerea luminii emise de o sursă de strălucitoare lumină prin două fante înguste şi luând act de modele interferență pe un ecran de observație. De atunci, experimentele au fost efectuate şi cu electroni termici prin fante duble pentru a defini şi explora dualitatea undă-particulă a electronilor.

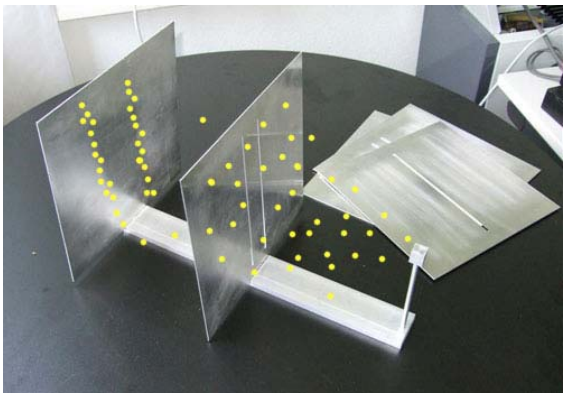
Miniatura este o versiune interactivă a demonstrației online pe care a făcut-o simpaticul personaj Dr. Quantum. Scopul este de a folosi AR pentru a simula comportamentul particulelor obişnuite (adică nu a electronilor) şi undelor care traversează fantele. Aparatul constă dintr-un cub mic reprezentând o sursa, un cadru cu una sau două fante şi un ecran de proiecție. Acestea sunt inserate pe o bază, astfel încât alinierea lor este fixă. Există în total patru cadre, unul cu o fantă şi trei cu două fante plasate la distanțe diferite.



Miniatura cu dispozitivul lui Young

Fiecare cadru are un indicator distinct de poziție. Există încă câte un indicator de poziție pe cub. Acest cub va fi înlocuit de o cameră virtuală în reprezentarea prin AR. Cubul va fi folosit ca o interfață palpabilă pentru schimbarea orientării camerei virtuale. Prototipul asigură două moduri, particulă şi undă. În modul particulă AR amplifică imaginea şi va arăta drumul particulelor provenind de la sursă, în particular aspectul lăsat pe ecran, câte o linie pentru fiecare fantă. În modul undă, echipamentul pare a fi plasat în apă, cu undele emise de către sursă şi generând imaginea de interferență pe ecran. Efectul pe ecran va diferi pentru fiecare cadru şi pentru fiecare mod.

Un mod în care elevii din clasele mai mici pot folosi această miniatură este să anticipeze ce va aărea pe ecran atunci când folosim sistemul AR pentru a afla dacă au înțeles. Aceşti elevi pot să-şi extindă cunoştințele şi asupra dualității undă-corpuscul.



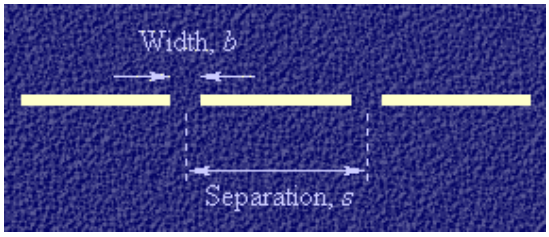
Reprezentarea AR pentru modul particulă cu două fante relativ apropiate

III. Descrierea activității de rezolvare de problemă sau bazată pe investigație științifică

Măsurarea lungimii de undă

În acest experiment, veți măsura lungimea de undă a luminii roşii, galbene, verzi şi albastre. Pentru a face asta:

- Mai întâi selectați un filtru pentru o anumită culoare .
- Măsurați distanța *D* folosind *mouse*-ul. Înregistrați valoarea lui *D* pe foaia de date cu rezultate.
- Fixați distanța dintre fante *s*, şi lărgimea fantelor *b*, observați efectul alegerii valorii lui *b* asupra franjelor.



• Măsurați interfranja, *w*.
• Măsurați distanța de-a lungul unui număr de franje. Calculați interfranja din această distanță.
• În final, calculați λpentru această culoare folosind formula dispozitivului lui Young:

$$\lambda = \frac{w \cdot s}{D}$$

Unde λ = lungimea de undă a luminii ce a traversat filtrul monocromatic
w = interfranja
s = distanța dintre fante
D = distanța de la fante la ecran

• Repetați determinările pentru alte trei culori.

Foaia de date pentru dispozitivul lui Young

Culoarea selectată: □ Roşu; □ Galben; □ Verde; □ Albastru

s =_____ mm = _____m

D =_____m

$$w = \frac{\text{indicația vernierului 2 – indicație vernierului 1}}{\text{numărul de franje}} = \frac{_____ - _____}{_____} = _____ \text{mm}$$

Înlocuiți valorile în metri în ecuație şi calculați λ.

Rezultat:

$$\lambda = \frac{w \cdot s}{D} = \frac{_____ \times _____}{_____} = _____ \text{m}$$

Chestionar:

(1) Care dintre aceste afirmații este corectă?

– Lumina monocromatică nu este niciodată coereentă
– Lumina monocromatică este întotdeauna coerentă
– Lumina coerentă nu este niciodată monocromatic
– Lumina coerentă este uneori monocromatică
– Lumina coerentă este întotdeauna monocromatică

(2) Cum afectează distanța dintre franje aspectul franjelor?	▪ Interfranja creşte şi franjele devin mai luminoase ▪ Interfranja creşte dar strălucirea franjelor rămâne neschimbată ▪ Interfranja se reduce şi franjele devin mai luminoase ▪ Interfranja scade şi franjele devin mai luminoase ▪ Interfranja rămâne neschimbată iar franjele sunt mai puțin luminoase
(3) Cum afectează îngustarea fantelor aspectul franjelor de interferență?	– Franjele sunt mai luminoase, interfranja este neschimbată şi creşte numărul franjelor – Franjele sunt ma luminoase, interfranja este neschimbată şi sunt mai puține franje – Franjele sunt mai puțin luminoase, interfranja creşte şi sunt mai multe franje – Strălucirea franjelor este neschimbată, interfranja creşte şi sunt mai puține franje – Strălucirea franjelor este neschimbată, interfranja descreşte şi sunt mai puține franje
(4) Cum afectează distanța *D* dintre planul fantelor şi ecran aspectul franjelor?	• Interfranja descreşte şi franjele sunt mai puțin luminoase • Interfranja scade şi strălucirea franjelor rămâne neschimbată • Interfranja creşte şi franjele sunt mai luminoase • Interfranja creşte şi franjele sunt mai puțin luminoase • Interfranja este neschimbată şi franjele sunt mai puțin luminoase

IV. Acțiuni specifice pe care trebuie să le întreprindă elevii.

- acțiuni ce vor conduce la înțelegerea fenomenului şi a acelor acțiuni ce vor fi luate de referință
- sugestii pentru profesori asupra unui feedback adecvat din partea elevilor
  - explicați termenii de interferență constructivă şi distructivă;
  - descrieți dispozitivul lui Young;
  - faceți distincție între termenii de lumină monocromatică, coerentă şi incoerentă; folosiți dispozitivul lui Young pentru a determina lungimea de undă a unei radiații luminoase monocromatice;
  - deduceți formula dispozitivului lui Young şi folosiți-o pentru a explica cum este afectat aspectul franjelor de:
  - lungimea de undă a radiației luminoase incidente, λ;
  - distanța dintre franje, s;
  - lărgimea franjelor, b;
  - distanța dintre planul fantelor şi ecran, D;

Funcție de nivelul discuției activitatea poate începe cu o sesiune de brainstorming, urmată de o sesiune de întrebări şi răspunsuri.

V. Sugestii şi mostre de resurse pentru verificarea înțelegerii elevilor (chestionare, anticiparea în cazul unor situații noi, etc.

I. Videoclip animat cu dispozitivul lui Young
II. Videoclip animat cu dispozitivul lui Young

VI. Suport pentru activități de continuare

La propunerea cadrelor didactice.

Autor: prof. dr. Adriana Iacob

Interferența luminii. Dispozitivul lui Young

Unitatea de învățare: Optica ondulatorie

Clasa a XI-a

Motivație

Lecția este valoroasă deoarece vizează aspecte esențiale ale competenței științifice şi anume: formarea/dezvoltarea deprinderilor de activitate intelectuală ale elevilor, formarea/exersarea deprinderilor de investigare științifică (elevii îşi vor testa propriile idei, ipoteze, modele explicative cu ajutorul simulărilor şi filmelor descărcate de pe internet), selectarea, analiza şi interpretarea informațiilor experimentale obținute într-un context de cercetare reală. Lecția este valoroasă deoarece oferă elevilor posibilitatea de a se documenta utilizând informații științifice de actualitate de pe site-uri științifice de specialitate, ei au ocazia de a observa, descrie, investiga şi analiza fenomenul de interferență a luminii, precum şi modelarea proceselor fizice utilizând realitatea îmbogățită. Prin accesul la experimente virtuale, simulări şi date obținute prin cercetări științifice reale lecția facilitează înțelegera şi aprofundarea cunoştințelor teoretice, precum şi contextualizarea acestora. Demersul didactic propus este unul de tip constructivist şi care porneşte de la sumarizarea ideilor, modelelor explicative ale elevilor legate de lumină (natura luminii şi evoluția ideilor științifice despre lumină), de concepțiile şi ideile pe care elevii le au referitor la propagarea luminii în diferite contexte. Această lecție permite elevilor vizualizarea, prin intermediul simulărilor şi modelărilor pe calculator, a fenomenului de interferență a luminii, identificarea parametrilor caracteristici şi a relațiilor cauză – efect, analogia cu fenomenul de intereferență a undelor mecanice. De asemenea, lecția este valoroasă deoarece permite schimburile de idei cu colegii lor prin secvențele de învățare interactivă prin cooperare.

Competențe specifice: La sfârşitul lecției elevii vor fi capabili să:

⇒ recunoască şi să caracterizeze interferența
⇒ identifice parametri şi mărimi fizice specifice interferenței luminii
⇒ recunoască şi să aplice modele matematice în diferite contexte
⇒ aplice cunoştințele dobândite la explicarea unor situații practice
⇒ explice procesele care au loc cu ajutorul informațiilor suplimentare rezultate din folosirea obiectelor electronice (realitate mărită).

Evaluare:

✓ scrisă - fişa de lucru
✓ orală

Resurse:

- **materiale**: dispozitivul lui Young, sursă de lumină, cuvă cu apă, sursă de oscilații, miniatura, cameră web, interfață electronică, calculator

- **procedurale**: problematizarea, cubul, turul galeriei, învățarea asistată de calculator
- **de timp**: 50 minute

Desfăşurarea lecției

Anticipare

- **Eseul de 5 minute** – Elevii redactează un scurt eseu, respectând intervalul de timp corespunzător, referitor la accepțiunile cuvântului ”interferență” în diferite contexte cotidiene.

Construirea cunoştințelor

- Elevii sunt organizați în 6 grupe fiecare grupă primind o sarcină distinctă, după cum urmează: **recunoaşte, descrie, compară, aplică, analizează, evaluează** urmând ca elevii din cele 6 grupe să se rotească, acelaşi interval de timp, la toate sarcinile. Fiecare grupă are la dispoziție materialele necesare pentru a realiza montajele specifice pentru studiul interferenței: clasic, lumină şi utilizarea miniaturii. În fiecare context elevii efectuează experimentele explicitate în fişa de activitate experimentală şi înregistrează datele proprii. După ce finalizează parcurgerea completă a celor 6 sarcini de lucru, în grup realizează un poster pe care îl expun.

Reflecție/Consolidare

- **Metodă de evaluar**e: desenele vor fi afişate pe tablă şi se aplică metoda numită „turul galeriei”: grupele de elevi expun foile A3 pe care au realizat posterele; fiecare grup primeşte un număr de foi de hârtie (post-it) egal cu numărul posterelor, mai puțin propriul poster şi 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 îşi ia întrebările şi răspunde ca temă acasă.
- În final elevii urmăresc frontal secvențele care folosesc obiecte electronice şi realitatea îmbogățită (augmented reality) pentru a verifica în ce măsură au soluționat corect sarcina de lucru.
- **Instrument de evaluare:** biletul de ieşire - post-it pentru a obține feedback asupra demersului parcurs

Notă: Lecția este construită valorificând metodele specifice învățării prin cooperare, care au avantajul de a promova atât achiziția de cunoştințe şi exersarea deprinderilor elevilor cât şi de a forma elevilor atitudini şi comportamente responsabile.

Autor: prof. Luminița Chicinaş

CONSTANTA LUI BOLTZMANN

Măsurarea constantei lui Boltzmann

Obiectivul specific:

- Să măsoare una dintre cele patru constante fundamentale, constanta Boltzmann.

Caracteristici:

- **Modelul fizic**:
  - se bazează pe relația de proporționalitate dintre valoarea vitezei la pătrat mediate a moleculelor de gaz şi constanta Boltzmann
- **Interacțiune**
  - elevii fac automat (cu ajutorul sistemului AR) determinări ale vitezei la pătrat mediate a moleculelor de gaz şi a temperaturii absolute, putând din panta graficului astfel obținut să determine cu o bună aproximație constanta Boltzmann, pot schimba condițiile gazului real pentru o mai bună aproximare a gazului real ca şi gazul ideal
- **Vizualizare/Ascultare**
  - pot urmări creşterea agitației termice a moleculelor odată cu creşterea temperaturii

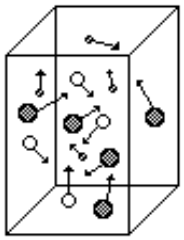
Notele profesorului:

I. O descriere a fenomenului studiat, la care se va face referire în continuare

Ludwig Boltzmann (1844-1906), un fizician austriac, s-a născut în Viena şi a studiat la Universitățile din Viena şi Oxford. El a contribuit la dezvoltarea fizicii în domeniul termodinamicii, radiației şi teoriei gazelor. În dezvoltarea teoriei cinetice a gazelor, Boltzmann a arătat că energia cinetică a gazelor la o temperatură absolută T este dată de (3/2)kT unde k este o constantă care este cunoscută de atunci ca şi constanta lui Boltzmann.

Legea gazului ideal leagă de presiunea şi volumul gazului de temperatura sa absolută prin ecuația pV = nkT. Numărul n este numărul de molecule al gazului din unitatea de volum. Această binecunoscută ecuație poate fi scrisă şi pV = RT pentru un mol de gaz unde constanta R (numită constanta universală a gazelor) este egală cu N_Ak unde N_A este o altă importanță constantă şi anume numărul lui Avogadro (numărul de molecule existent într-un mol din orice substanță care are masa egală cu masa moleculară relativă a substanței). Aceste relații rezultă dintr-o observație simplă dar fundamentală, pentru prima dată recunoscută de Avogadro ce afirma că volume egale din orice gaz, la aceeaşi temperatură şi presiune conține acelaşi număr de molecule.

Cele mai precise valori ale acestor constante fundamentale sunt:
R = 8,3145 J/molˇK, $N_A = 6{,}0221 \times 10^{23}$ molecule/mol, $k = R/N_A = 1{,}3807 \times 10^{-23}$ J/K



Variabilele de stare:
- V, volumul,
- p, presiunea absolută
- T, temperatura absolută

Determinarea empirică a constantei Boltzmann:

Constanta Boltzmann este prezentă practic în toate formulele statistice asociate teoriei cazului ideal şi are valoarea de $1{,}3807 \times 10^{-23}$ J/K. Se notează cu litera *k*. Dacă temperatura T este măsurată de la zero absolut, cantitatea *kT* are dimensiuni de energie şi este, în mod usual, numită energie termică. La 300 K (temperatura camerei) $kT = 4{,}1421 \times 10^{-21}$J.
Valoarea constantei Boltzmann poate fi determinată din legea gazului ideal. Pentru 1 mol de gaz ideal ec. (1*a*):

$$(1a)\ PV = RT$$
$$(1b)\ PV = NkT$$

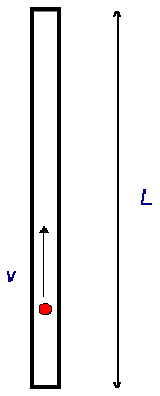
unde *P* este presiunea, *V* volumul, şi *R* constanta universală a gazelor. Valoarea lui R=8,31 J/Kmol, poate fi obținută din datele ecuației de stare. Mecanica statistică foloseşte pentru gaz legea dată de ecuația (1*b*). Aici *N*, în cazul unui mol de gaz coincide cu numărul lui Avogadro $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}$ molecule/mole. Comparând cele două ecuații obținem ecuația (2):

$$(2)\ k = \frac{R}{N_A} = 1{,}3807 \times 10^{-23}\, J/K$$

Focus pe legătura dintre energia cinetico-moleculară şi presiune

Ca un exercițiu de încălzire, să considerăm o singură particulă perfect elastică, de masă *m*, cu viteza *v* aflată în interiorul unui cilindru de lungime *L* prevăzut cu un piston la unul dintre capete, astfel încât toată mişcarea are loc pe o singură direcție. Pentru vizualizarea acestui aspect click aici. Care este forța exercitată asupra pistonului?

În mod evident, asupra pistonului nu se exercită o forță constantă, continuă, ci o serie de efecte periodice asociate cu impactul repetat al moleculei asupra pistonului. Cu toate acestea, dacă pistonul este mult mai uşor decât particula, va exista acelaşi efect de exercitare a unei forțe constante şi între impacturi. Deci care est valoarea acestei forțe contante exercitată pe unitatea de suprafață (presiune)?



Folosind principiul fundamental al dinamicii newtoniene *forța = variația impulsului în unitatea de timp*, observăm că impulsul particulei variază cu *2mv* de fiecare dată când se ciocneşte de piston. Intervalul de timp dintre ciocniri este *2L/v*, astfel că frecvența ciocnirilor este *v/2L* pe secundă. Aceasta înseamnă că forța este *(2mv)* x *(v/2L)* unități pe secundă adică $F = mv^2/L$.

Acum putem să generalizăm la cazul mai multor particule aflate în interiorul unie incinte dreptunghiulare, de lungime în direcția axei *x* (care este de-a lungul lungimii cutiei). Forța totală asupra unei suprafețe de arie *A* perpendiculară pe direcția *x* este o sumă de termini corespunzători unei

singure particule, singura viteză relevantă fiind component ape axa x a vitezei oricărei particule. Presiunea este dată de forța pe unitatea de suprafață, $P = F/A$. Dacă însumăm cele N contribuții, câte una pentru fiecare particulă din cutie, fiecare contribuție va fi proporțională cu v_x^2 pentru acea particulă, suma ne dă de N ori valoarea medie a lui v_x^2. Deci putem spune că,

$$P = F / A = Nm\overline{v_x^2} / LA = Nm\overline{v_x^2} / V$$

Unde aici sunt N particule într-o cutie de volum V. În continuare să observăm că particulele se deplasează în mod echiprobabil în orice direcție, astfel valoarea medie v_x^2 va fi înlocuită similar de v_y^2 sau v_z^2, și atunci $v^2 = v_x^2 + v_y^2 + v_z^2$, urmează că:

$$P = Nm\overline{v^2} / 3V.$$

Un rezultat surprinzător de simplu! *Presiunea macroscopică a gazului se leagă în mod direct de media energiei cinetice unei molecule*. Bineînțeles că, nu am ținut cont de interacțiunile dintre molecule, dar în fapt pentru gazele precum aerul de la temperatura camerei aceste interacțiuni pot fi neglijate. De aceea se confirmă cele stabilite experimental:

$$PV = nRT.$$

Pentru n moli de gaz, $n = N/N_A$, cu N_A numărul lui Avogadro și R constanta gazelor.

Introducând constanta Boltzmann $k = R/N_A$, este ușor să deducem rezultatul nostru pentru presiune și legea gazului ideal că *energia cinetică medie este proporțională cu temperatura absolută*,

$$\overline{E_K} = \overline{\frac{1}{2}mv^2} = \frac{3}{2}kT$$

Constanta Boltzmann $k = 1{,}38.10^{-23}$ J/K.

Măsurătoarea constantei Boltzmann în laborator

Ecuația Boltzmann (sau factorul Boltzmann) este raportul dintre numărul de atomi de un nivel de energie oarecare la numărul de atomi aflat pe un nivel energetic inferior, sau $n_2/n_1 = e^{-E/kT}$ unde E este diferența de energie dintre niveluri și T este temperatura absolută. Acest tip de relație exponențială este folosită pentru a ridica caracteristica curent-tensiune a tranzistorului.

II. O descriere a sistemului propus de SCeTGo și cum demonstrează acesta cu succes fenomenul

În această miniatură este reprezentată pe ecran mișcarea moleculelor când gazul este răcit, la temperature camerei și încălzit. Poate fi folosită în predarea comportării moleculelor în general și la terminarea constantei Boltzmann în particular. Mai multe informații vor fi valabile în curând.

Miniatura pentru studiul mişcării moleculelor/ constanta Boltzmann

III. Descrierea activității de rezolvare de problemă sau bazată pe investigație științifică [10]

Fişa datelor experimentale:

Temperatura incintei ..... = _____°C

Valoarea vitezei la pătrat mediate..... = _____ m/s

Valoarea constantei Boltzmann..... = _____ x 10^{-23} J/K

În care dintre situații valoarea constantei este mai apropiată ca valoare de cea reală? Comentați

IV. Acțiuni specifice pe care trebuie să le întreprindă elevii.

- acțiuni ce vor conduce la înțelegerea fenomenului şi a acelor acțiuni ce vor fi luate de referință
- sugestii pentru profesori asupra unui feedback adecvat din partea elevilor

Funcție de nivelul discuției activitatea poate începe cu o sesiune de *brainstorming*, urmată de o sesiune de întrebări şi răspunsuri.

V. Sugestii şi mostre de resurse pentru verificarea înțelegerii elevilor (chestionare, anticiparea în cazul unor situații noi, etc.)

Întrebări

1. Cât de bine se compara valoarea obținută pentru constanta lui Boltzmann cu valoarea acceptată? Calculați eroarea determinării.
2. Care sunt câteva motive pentru care numărul obținut experimental poate fi diferit de valoarea acceptată.
3. Descrieți pe scurt o altă metodă de măsurare precisă pentru constanta lui Boltzmann. Faceți o căutare pe internet pentru a găsi informații.

VI. Suport pentru activități de continuare

- Această parte este în dezvoltare

Autor: prof. dr. Adriana Iacob

[10] http://fiziks.net/lifesciencesE/exp63.htm

CAPITOLUL III.

EXEMPLE DE BUNĂ PRACTICĂ ÎN IMPLEMENTAREA SCENARIILOR SCeTGo ÎN ACTIVITĂȚI CURRICULARE ŞI EXTRACURRICULARE

Profesor: Paula Chiş

Unitatea de învățământ: Colegiul Național „George Barițiu" Cluj- Napoca

Clasa: a XI-a
Titlul lecției: Aplicațiile efectului Doppler
Miniatura utilizată: Setul „Doppler"

Competențe vizate:
- Formarea aptitudinilor de gândire critică,exersarea transferului de informații, a argumentării şi analogiei

Material didactic utilizat:
- miniatura „Doppler"
- fişe de lucru, cubul, post-ituri
- tava cu apă şi un corp de lemn

Scurtă descriere a demersului didactic:

Elevii au fost împărțiți în 6 grupe care s-au rotit la cele 6 ateliere. La fiecare atelier exista pe mese materialul ce trebuia studiat, materialul didactic necesar experimentelor, fişele de lucru cu întrebări. Fiecare grupă notează răspunsul pe un bilețel care apoi e lipit pe cub pe fațeta corespunzătoare atelierului parcurs (pe fiecare față a cubului este trecut un verb din metoda cubului).

Exemple de fişe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc.

I. Ultrasonografia- Ecografia Doppler reprezintă o modalitate de explorare a aparatului cardiovascular cu ajutorul ultrasunetelor, bazată pe efectul Doppler.

Efectul Doppler poate fi utilizat în ultrasonografie, permițând măsurarea vitezei de deplasare a sângelui în vase. Unda emisă are o frecvență bine determinată. În urma interacțiunii cu corpurile în mişcare (în cazul sângelui celulele şi microparticulele plasmatice) această undă îşi va schimba frecvența conform ecuației doppler care ia în considerare şi mediul de propagare al undei. Transductorul ultrasonografului emite unda sonoră, a cărei direcție face un unghi cu direcția coloanei de sânge. Unda Doppler loveşte coloana de sânge apoi se întoarce la transductor, care analizează diferența de frecvență. Luând în considerare diferența de frecvență dintre unda trimisă şi cea reflectată, particularitățile lichidului de propagare a undei şi unghiul, procesorul ultrasonografului poate calcula instantaneu viteza

coloanei de sânge din vas. Acest fenomen este deosebit de util în cardiologie (pentru evaluarea gradului de stenoză vasculară sau valvulară sau a regurgitatelor valvulare), în obstetrică (pentru studiul malformațiilor vasculare, studiul fluxului sangvin transombilical etc).

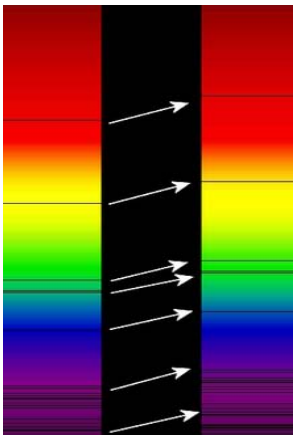
În cazul aparatului cardiovascular, sursa este fixă, studiindu-se modificarea frecvenței ultrasunetelor reflectate de hematiile în mişcare, față de frecvența inițială.

- Semnalul Doppler reprezintă diferența dintre frecvența undei reflectate de hematiile în mişcare (f) şi frecvența undei emise de cristalul piezo-electric (fo). El poate fi ascultat sau înregistrat grafic.
- Prin analiza semnalului Doppler obținut, se pot obține informații despre direcția şi viteza de deplasare a sângelui în diferite teritorii.
- Permite localizarea unor fenomene şi aprecierea tipului de curgere; curgerea laminară produce tonalități de tip muzical, de mică intensitate, în timp ce curgerea turbulentă produce un zgomot aspru, rugos, de intensitate mai mare.

Cerințe:

- Precizați care este emițătorul şi care este receptorul în cazul de mai sus.
- Care dintre aceştia se află în mişcare şi care în repaus?
- Ce alt fenomen mai identificați în această aplicație?

II. Aplicație: Imaginea prezintă spectrul radiației emise de un grup de galaxii îndepărtate (BAS11) (în dreapta), comparat cu spectrul Soarelui (în stânga)



- Ce observati comparând cele două spectre din imagine?
  Faceți o analogie între experimentul realizat cu ajutorul miniaturii Doppler şi teoria Universului în expansiune iar apoi deduceți/ argumentați dacă galaxiile BAS11 se apropie sau se îndepărtează.

- Se poate determina viteza de rotație a Soarelui?
  (Se ştie că pentru un corp ceresc care se află în mişcare de rotație, în timp ce o parte a sa se apropie, partea opusă se depărtează - rezultă că lumina emisă de el va prezenta în spectru deplasări opuse ale liniilor!)

Feedback:

- **Cum v-ați simțit?**
  Multumită că elevii s-au implicat atât de serios
- **Cum s-au simțit elevii?**
  Importanți, provocați, încântați
- **Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție? Care?**
  Metoda cubului combinată
- **Puncte tari ale activității**:
  - înțelegerea facilă a fenomenului
  - ritmul si provocarea
- **Puncte slabe ale activității:**

- timpul scurt
- organizarea circuitului

- **Cometariu personal:**

Trebuie schimbat puțin curriculum (sunt foarte multe lucruri interesante pentru elevi de studiat, mai aplicate, atractive şi utile, legate de viață) astfel încât să le formăm într-adevăr o cultură ştiințifică pentru viitorul lor.

Profesor: Anca Mora

Unitatea de învățământ: Liceul Teoretic „Lucian Blaga" Cluj- Napoca

Clasa: a IX-a
Titlul lecției: Centrul de greutate
Miniatura utilizată: Conul dublu

Competențe vizate:
- să caracterizeze forța de greutate;
- să studieze diferite cazuri de echilibru;
- să realizeze experimentele propuse;
- să explice condițiile de echilibru observate;
- să identifice sisteme de echilibru în natură.

Material didactic utilizat:
- Fişe de observații
- Diferite forme decupate din carton (inimioare, steluțe)
- Bucăți de 30 cm de sfoară, dop de plută, două furculițe, chibrituri

Scurtă descriere a demersului didactic:
- *Reactualizarea cunoştințelor*: Ce este greutatea? Ce caracteristici are? Ce fel de mărime e? Unde are plasat punctul de aplicație? Cum se numeşte? Unde este CG la corpul uman? Ce înseamnă baza de sprijin? Exemple de stări de echilibru.
- *Problematizare:* Ce mişcare are un corp asupra căruia acționează doar G. Se formează 5 grupe cu sarcini de lucru diferite şi folosim metoda scenei rulante
- *Fixarea cunoştințelor:* Oral, întrebări, studiu de caz, exemple.

Exemple de fişe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc.

Postul I: Prezentarea proiectului Science Center To Go
Postul II: Echilibrul mecanic şi energia potențială

Condiția necesară ca punctul material să fie în echilibru, în raport cu un sistem de referință inerțial, este ca suma vectorială a tuturor forțelor care acționează asupra lui fără să fie nulă.

Să considerăm o suprafață a cărui profil este reprezentat în figura 1. Vom aşeza în diferite puncte ale acestei suprafețe o bilă de dimensiuni reduse, asimilabilă cu un punct material. Constatăm că bila este în echilibru în punctele A şi B de pe porțiunea curbă a suprafeței, precum şi în toate punctele de pe porțiunea plană orizontală MP a suprafeței deoarece în toate aceste puncte rezultanta forțelor care acționează asupra punctului material este egală cu zero: R=G+N=0 unde G este greutatea punctului material N reacțiunea suprafeței de sprijin.

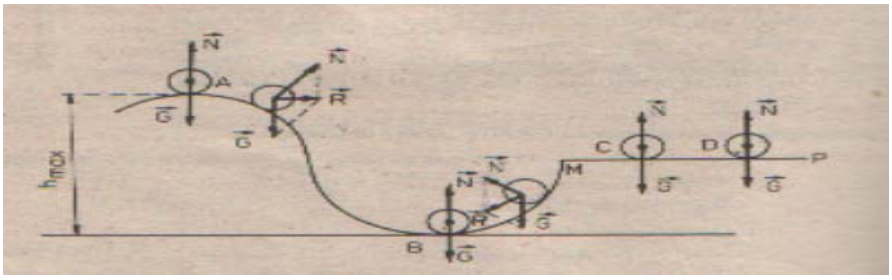


Figura 1

Dacă îndepărtăm foarte puțin bila din poziția de echilibru static, pot intervenii trei situații: îndepărtând-o din punctul A, asupra bilei acționează o forță rezultantă care o îndepărteazăşi mai mult de poziția inițială. Se spune că echilibrul e instabil;îndepărtând-o din punctul B, bila este acționată de o forță rezultantă care o readuce la poziția ițială se spune că echilibrul este stabil;îndepărtată din punctul C, bila rămâne în echilibru în orice punct al suprafeței plane; se spune că echilibrul este indiferent.Prin urmare forța rezultată egală cu zero este o condiție necesară, dar nu suficientă pentru echilibrul stabil al pnctului material într-un câmp de forțe conservativ.

Exemplu:

Postul III: Echilibrul solidului care are o bază de sprijin

Clădirile, vehiculele, obiectele din gospodării aşezate pe suprafețe plane sunt în stare de echilibru, deoarece ele au o bază de susținere. Figura 2 ne arată că baza de susținere a unui taburet este un triunghi.

Un corp solid aşezat pe o suprafață plană se află în echilibru, atunci când verticala coborâtă din cetrul sau de greutate cade în interiorul bazei de susținere. De exemplu cilindrul din figura 3 a este în echilibru deoarece greutatea şi reacțiunea se echilibrează reciproc. Cilindrul din figura 3 c pentru care verticala coborâtă din centrul de greutate nu cade în interiorul bazei de sprijin, nu este în echilibru deoarece greutatea şi reacțiunea formează un cuplu care tinede să-l răstoarne. Cilindrul din figura 3 b este la limita echilibrului.

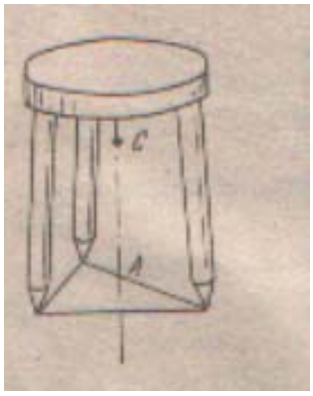


Figura 2

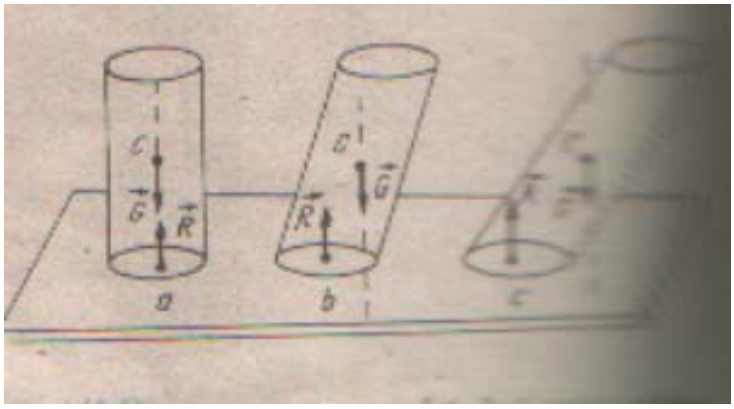


Figura 3

Postul IV: Încearcă. ***Magia furculițelor***

- Materiale necesare :
  - un dop de plută
  - 2 furculițe
  - bețe de chibrit
  - un pahar, liniar
- Realizare:

Introdu cele două furculițe în dopul de plută, diametral opuse. În baza dopului fă o mică gaură şi introdu chibritul. Aşează chibritul pe buza paharului.

- Funcționare: Corpurile rămân în echilibru dacă ……

Postul V: Încearcă. Găsiți centrul de greutate

- Materiale necesare:

- o bucată de sfoară ce are la un capăt o piuliță de metal (adică un fir cu plumb, care ținut suspendat,indică linia verticală a locului)
- o bucată de sfoară de maxim 30 cm.
- un creion
- figuri din carton

- Cum procedezi:

- Introdu firul cu plumb, în fiecare orificiu, ține-l suspendat şi trasează cu creionul, pe figură liniaindicată de firul de plumb. Prinde aceeaşi figură în altă gaură şi trasează linia indicată de firul de plumb.
- Fă o gaură în punctul de intersecție al liniilor la fiecare figură, introdu bucata de sfoară şi fă un nod la capăt Atârnă figurile de fir
- Ce se întâmplă?
- De ce?
- Completează următorul text :

Figurile sunt suspendate în ....., adică în punctul de ..... al greutății lor. Centrul de greutate al unui obiect este punctul în care se concentrează forța de .....ce acționează asupra întregului obiect.

- Exemplu

Profesor: Maria Vințeler

Unitatea de învățământ: Liceul Teoretic „Mihai Eminescu" Cluj- Napoca

Clasa: a VIII-a
Titlul lecției: Agitația termică
Miniatura utilizată: Constanta Boltzmann

Competențe vizate:
- descrierea fenomenului de difuzie;
- utilizarea instrumentelor de măsură alese în vederea efectuării unor determinări cantitative
- formularea observațiilor şi concluziilor ştiințifice asupra fenomenului de difuzie;
- prezentarea sub formă scrisă şi orală a rezultatelor unui demers de investigare în echipă;
- identificarea unor caracteristici ale fenomenelor pe baza observării acestora

Material didactic utilizat:
- Pahar de sticlă cu apă rece, pahar de sticlă cu apă caldă, termometre, cerneală, miniatura "Constanta Boltzmann"

Scurtă descriere a demersului didactic:

Lecția a fost concepută ca una introductivă, de descoperire ştiințifică, în care clasa a fost împărțită în 4 grupe de lucru având aceleaşi sarcini, însă în ordine diferită. La început toți elevii trebuiau să răspundă la 3 întrebări (test inițial), iar după fiecare activitate aveau de răspuns la alte 2-3 întrebări. La finalul lecției s-au tras concluzii. Răspunsurile elevilor au fost discutate.

Exemple de fişe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc.

Fişă de lucru: Agitația termică. Grupa I şi II
A. Cunoştințe generale
A1. Din ce sunt formate toate corpurile la nivel microscopic?
A2. Care este mărimea fizică ce măsoară starea de încălzire a unui corp?
A3. Cum se mişcă particulele de praf văzute într-un fascicul de lumină? De ce crezi că se întâmplă aşa?
C.Simulare
C1.Cum se mişcă moleculele?

C2. Ce diferență este între mişcarea moleculelor în frigider, deasupra reşoului şi în mediul ambiant?
C3. Cum explicați, folosind mişcarea moleculelor, mişcarea particulelor de praf într-un fascicul de lumină?
B.Experiment
Materiale necesare: un vas Berzelius cu apă caldă şi un vas Berzelius cu apă rece, cerneală, două termometre
Mod de lucru: măsoară temperatura apei din cele două vase şi notează valorile; pune simultan o picătură de cerneală în ambele vase Berzelius; urmăreşte ce se întâmplă şi răspunde la întrebări

B1. Cum se mişcă firişoarele de cerneală în apă, imediat ce au fost puse, apoi după 1-2 minute?
B2. Există o diferență între mişcarea firişoarelor din vasul cu apă caldă şi cel cu apă rece? Care anume?
B3. Ce se întâmplă după un timp suficient de lung (5 minute sau mai mult)?
B4. A fost necesară vreo intervenție din exterior pentru a se întâmpla ceea ce ați observat la B3?
C2.Ce diferență este între mişcarea moleculelor în apa caldă şi cea rece?
C4. Cum explicați, folosind mişcarea moleculelor, ceea ce ați observat în experiment?

Fişă de lucru: Agitația termică. Grupa III şi IV
A.Cunoştințe generale
A1. Din ce sunt formate toate corpurile la nivel microscopic?
A2. Care este mărimea fizică ce măsoară starea de încălzire a unui corp?
A3. Cum se mişcă particulele de praf văzute într-un fascicul de lumină? De ce crezi că se întâmplă aşa?
B.Experiment
Materiale necesare: un vas Berzelius cu apă caldă şi un vas Berzelius cu apă rece, cerneală,două termometre
Mod de lucru: măsoară temperatura apei din cele două vase şi notează valorile; pune simultan o picătură de cerneală în ambele vase Berzelius; urmăreşte ce se întâmplă şi răspunde la întrebări
B1. Cum se mişcă firişoarele de cerneală în apă, imediat ce au fost puse, apoi după 1-2 minute?
B2. Există o diferență între mişcarea firişoarelor din vasul cu apă caldă şi cel cu apă rece? Care anume?
B3. Ce se întâmplă după un timp suficient de lung (5 minute sau mai mult)?
B4. A fost necesară vreo intervenție din exterior pentru a se întâmpla ceea ce ați observat la B3?
C.Simulare
C1.Cum se mişcă moleculele?
C2. Ce diferență este între mişcarea moleculelor în frigider, deasupra reşoului şi în mediul ambiant? Ce diferență este între mişcarea moleculelor în apa caldă şi cea rece din experimentul anterior?

C3. Cum explicați, folosind mişcarea moleculelor, mişcarea particulelor de praf într-un fascicul de lumină?
C4. Cum explicați, folosind mişcarea moleculelor, ceea ce ați observat în experiment?

Feedback:

- **Cum v-ați simțit?**
  Interesată de reacțiile elevilor față de miniaturi
- **Cum s-au simțit elevii?**

- Puțin *speriați* din cauza "inspecției" şi stresați că nu au reuşit să răspundă la toate întrebările;
- *Curioşi* că li se prezintă ceva nou: cel mai bun elev din clasă a spus că el nu ştia că moleculele se mişcă mai repede la temperatură mai ridicată (deşi difuzia s-a studiat şi în clasa a VII-a);
- *Jucăuşi*: doreau să închidă moleculele în frigider să vadă dacă se mai văd;

- **Puncte tari ale activității**:

- După observarea mişcării moleculelor din miniatură aproximativ jumatate din elevii clasei au reuşit să descrie mişcarea moleculelor în apa rece şi în apa caldă: „se mişcă haotic, mai rapid în apa caldă şi mai încet în apa rece, astfel ca dispersia are loc mai repede în apa caldă";
  - Deoarece era o metodă nouă de predare, interesul elevilor a fost mai crescut.
  - Dacă fiecare grupă ar avea o minatură, eficiența ar fi mai mare.
- **Puncte slabe ale activității:**
  - După observarea mişcării moleculelor din miniatură şi înainte de observarea difuziei elevii din primele două grupe au trebuit să explice mişcarea particulelor de praf (macroscopice) într-un fascicul de lumină: au confundat particulele de praf (macroscopice) cu moleculele (microscopice): „particulele de praf se mişcă mai repede la căldură şi mai încet la frig";
  - Timpul a fost prea scurt pentru ca elevii sa poata raspunde la toate intrebarile;
  - A fost o problemă legată de organizarea ordinii echipelor care trebuiau să ajungă la simulator, astfel încât să nu se creeze aglomerație, iar celelalte echipe să aibă ce face (dacă există o singură miniatură);
- **Cometariu personal:**

Elevilor le-au plăcut miniaturile şi cred că orice metodă nouă care le trezeşte interesul pentru fizică este bine-venită. Nu trebuie renunțat la experimentul real în favoarea simulărilor pe calculator sau invers, ci să le combinăm, folosind avantajele fiecărei abordări.

Profesor: Ioan Bâlc şi Iudita Bâlc

Unitatea de învățământ: Şcoala cu Clasele I- VIII „Iuliu Hațieganu" Cluj- Napoca

Clasa: a VIII-a
Titlul lecției: Agitația termică
Miniatura utilizată: Constanta lui Boltzmann

Competențe vizate:
- Realizarea unor experimente simple asupra difuziei
- Interpretarea observațiilor experimentale
- Analiza relațiilor cauzale
- Formularea observațiilor şi a concluziilor
- Rezolvarea unor probleme cu caracter aplicativ şi explicarea unor fenomene observate în viața de zi cu zi

Material didactic utilizat:
Dispozitivul AR-Constanta lui Boltzmann, fişe de lucru, pahare (100cm3), patroane cu cerneală, pliculețe de ceai, sursă de apă caldă şi rece, gheață, termometre.

Scurtă descriere a demersului didactic:
- Activitatea s-a desfăşurat la 5 mese de lucru:
- dispozitivul AR;

- experimente privind difuzia;
- activități de explicare a unor fenomene observate în viața cotidiană;
- identificarea şi explicarea unor aplicații;
- descrierea cu utilizarea termenilor ştiințifici (cuvinte cheie furnizate elevilor) a fenomenelor în cadrul unui eseu

- Fiecare grupă a avut fişă de activitate
- Fiecare elev a desfăşurat toate cele 5 activități, dar unii dintre ei înainte de a utiliza dispozitivul AR, iar alții după.

Exemple de fişe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc.
Fişa de activitate Nr. 1
1. Puneți într-un pahar apă rece şi în altul apă caldă.
Notați temperaturile: apa rece t1 = …… apa caldă t2=……
Puneți câte un plic de ceai în fiecare.
Ce observați:
……
……
Cum explicați:
……
……
2. Puneți într-un pahar apă rece şi în altul apă caldă.

Notați temperaturile: apa rece t1 = …… apa caldă
t2=……
Puneți câte o picătură de cerneală în fiecare.
Ce observați:
……
…..

Cum explicați:
……
……

3. Puneți pe un cub de gheață aflat pe o farfurioară o picătură de cerneală.
Ce observați:
……

Cum explicați:
……
……

Fişa de activitate Nr. 2

1. Explicați dispariția fumului în aer, chiar şi atunci când nu bate vântul.
.....

2. Fumul dispare mai repede vara, când e cald, sau iarna când e rece? De ce?
……

3. La reparația drumurilor, mirosul asfaltului fierbinte se simte de departe. De ce?
……

4. Explicați sărarea sau desărarea brânzei.
……

5. Brânza se desărează mai repede în apă caldă sau în apă rece? De ce?
……

6. Cum explici faptul că două bucăți de tablă din aluminiu, presate mai mult timp sub un dulap nu se mai pot desprinde?
……

Feedback:

- **Cum v-ați simțit?**
  Utilizarea dispozitivului mi s-a părut incitantă
- **Cum s-au simțit elevii?**
  Motivați, curioşi, au lucrat cu plăcere şi cu dorința de a lucra cât mai bine
- **Puncte tari ale activității**:
  - dispozitivul ofera modele utile în formarea reprezentarilor
  - este un sprijin util elevilor şi profesorului

- **Puncte slabe ale activității:**
  - necesită dispozitive complementare costisitoare (laptop sau/şi videoproiector)
  - programul (soft-ul) este laborios şi probabil costisitor
- **Cometariu personal:**

Modelele care se suprapun peste experimentul real trebuie alese cu grijă, ele constituie modele prototip care se fixează în memoria elevului. Pot deveni bariere în înțelegere (natura luminii şi dispozitivul Young)
Dispozitivul are viitor în laboratoarele de fizică

Profesor: Maria Rus

Unitatea de învățământ: Liceul Teoretic „Onisifor Ghibu" Cluj- Napoca

Clasa: a IX-a
Titlul lecției: Mişcarea de agitație termică
Miniatura utilizată: Miniatura pentru studiul miscării moleculelor

Competențe vizate:
- elevii să aplice cunoştintele dobândite în explicarea unor fenomene din natură;
- elevii să aplice noțiunile învățate în aplicații practice;
- elevii să identifice şi să argumenteze răspunsul corect la problemele propuse, folosind un limbaj ştiințific, să formuleze întrebări, să dezvolte idei

Material didactic utilizat:
- miniatura pentru studiul mişcării moleculelor, acetona, cerneala, pahar Berzelius, creioane colorate.

Scurtă descriere a demersului didactic:
- recapitularea cunoştințelor despre difuzie şi agitaşie termică;
- sublinierea prin exemple a proprietăților mişcării de agitație termică;
- gruparea elevilor în cinci echipe în vederea realizării unor experimente simple şi rezolvării unor probleme cu scopul evidențierii mişcării de agitație termică;
- rotația echipelor pentru a realiza toate activitățile propuse pentru oră;
- fixarea cunoştințelor dobândite prin discutarea concluziilor de pe fişele de lucru.

Exemple de fişe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc.

Fişa activității experimentale: agitația termică
Grupa:
Nume si prenume:
Obiectivul urmărit: studierea fenomenului de agitație termică
Material didactic utilizat: sistem SCeTo Go

Modul de lucru:
1. Aşezaţi linguriţa cu molecule la mijlocul distanţei dintre frigider şi încălzitor.
Constatarea experimentală:

2. Asezaţi linguriţa cu molecule în frigider.
Constatarea experimentală:

3. Asezaţi linguriţa cu molecule deasupra încălzitorului.
Constatarea experimentală:
Concluzie: ……

- Grupa:
- Nume si prenume:

Fişa activităţii experimentale: Difuzia
Obiectivul urmărit: observarea fenomenului de difuzie
Material didactic utilizat: apa, cerneala, acetona, pahar Berzelius
Modul de lucru:
În paharul cu apa adăugaţi câteva picături de cerneală.
Constatarea experimentală:
Concluzia:

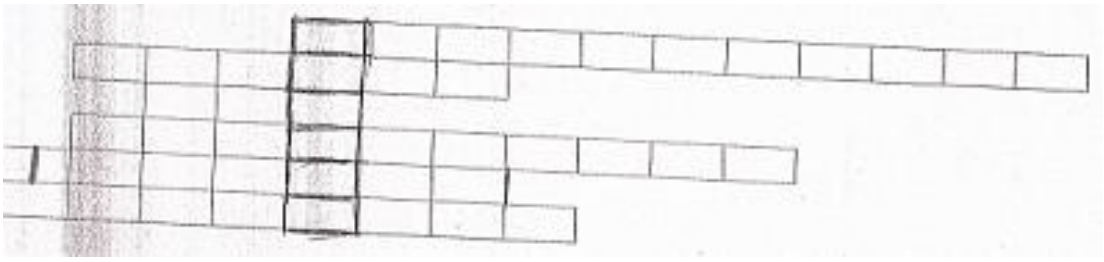
2. Turnaţi câteva picături de acetonă pe farfurioara aşezată în centrul mesei.
Constatarea experimentală:
Concluzia:
Completati urmatorul enunţ:
Fenomenul de ..... se produce atât în cazul substanţelor aflate în stare ..... cât şi în cazul substanţelor aflate în stare .....

Fişa de lucru: Probleme
Răspundeţi la următoarele întrebări:
1. La temperatura camerei, vitezele medii moleculare ale gazelor din aerul înconjurător sunt de ordinul sutelor de metri pe secundă. Cum se explică atunci faptul că mirosul unei substanţe

uşor volatile nu ajunge la celălalt capăt al unei camere decât după un interval de timp relativ lung (care nu corespunde cu valoarea vitezei medii a moleculelor)?
2. Pe ce fenomen se bazează răspândirea în ţesuturile corpului a medicamentelor introduse prin injecţii, când acestea nu se fac direct în vasele de sânge?
3. Datorită atracţiei gravitaţionale, aerul ar trebui să se „strângă", într-o pătură subţire, la suprafaţa Pământului. Explicaţi de ce nu se întâmplă acest lucru.

Fişa de lucru: Rebus
Grupa:
Nume si prenume:

I. Prin completarea rebusului de mai jos, pe verticala colorată veţi obţine numele unui fenomen fizic.



1. Mărime fizică fundamentală.
2. Exprimă rapiditatea mişcării.
3. Amestec gazos indispensabil vieţii.
4. Instrument de măsură pentru temperatură
5. Dovada experimentală a agitaţiei termice
6. Parte componentă a materiei

II. Compuneti un catren folosind cel puţin două din şirul de cuvinte : „difuzie” , „agitaţie”, „moleculă”, „viteză”, „temperatură”, „amestec”, „gaz”, „incinta”.

Fişa de lucru: Poster
Grupa:
Numele şi prenumele:
Realizaţi un desen prin care să evidenţiaţi fenomenul de difuzie.

Feedback:

- **Cum v-aţi simţit?**
  Mulţumită, deoarece elevii au folosit în mod constructiv dispozitivele experimentale.
- **Cum s-au simţit elevii?**
  Dornici de a experimenta.
- **Puncte tari ale activităţii**:

Elevii au înţeles fenomenul fizic, elevii au aplicat cunoştinţele dobândite la rezolvarea de probleme.

- **Puncte slabe ale activităţii**:

Sarcinile din unele fişe nu au fost terminate, nu s-a tras concluzia finală din lipsă de timp

- **Cometariu personal:**

Trebuie găsite soluţii pentru generalizarea posibilităţii de a lucra cu miniaturi.

Profesor: Viorela Ghica

Unitatea de învățământ: Liceul Teoretic „Pavel Dan" Câmpia Turzii

Clasa: a XII-a
Titlul lecției: Dualismul undă – corpuscul. Ipoteza lui de Broglie asupra proprietăților ondulatorii ale particulelor
Miniatura utilizată: Dispozitivul lui Young
Competențe vizate:

- înțelegerea şi explicarea fenomenelor de interferență şi difracție a electronilor, comparativ cu interferența şi difracția luminii
- investigația științifică experimentală şi teoretică aplicată în studiul difracției şi interferenței
- comunicarea (comunicarea în limbaj științific şi comunicare în echipă, în grupul de lucru)

Material didactic utilizat:

- miniatura „Experimentul lui Young"
- secvențe video Internet
- dispozitive experimentale interferența şi difracție, cu laseri
- tablă cu sistem interactiv Mimio

Scurtă descriere a demersului didactic:

Captarea atenției: – lumina, electronul, noi: unde sau particule – metoda asaltului de idei;

Desfășurarea lecției: - 5 grupe, care vor efectua permutări la 5 teme de lucru diferite: miniatură, videoclip, dispozitivul lui Young, interferența cu fante multiple tranzitând spre rețeaua de difracție, rețele de difracție;

Elevii citesc materialul la dispoziție, observă, experimentează, răspund la chestionar;

Concluzii finale, feedback, interpretarea rezultatelor.

Feedback:

- **Cum v-ați simțit?**
  Timpul a fost un factor de stres. Am atins majoritatea obiectivelor propuse.
- **Cum s-au simțit elevii?**
  Au fost încântați să experimenteze şi să observe.
- **Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție? Care?**
  Am folosit materialul de la dispozitivul lui Young, descrierea experimentului şi chestionar.
- **Puncte tari ale activității**:

- a atras atenția elevilor asupra fenomenului prin ineditul prezentării
- a fost mult mai simplu să își imagineze deplasarea electronilor şi interferența lor şi să compare cu interferența undelor

- **Puncte slabe ale activității**:

- modelul a funcționat cu intermitențe
- nu pot fi variate mărimi fizice pentru a studia fenomenul din mai multe perspective;

- elevii pot rămâne cu ideea greşită că electronii, nişte bile, formează o figură de interferenţă fiindcă sunt multi şi se ciocnesc între ei.

- **Redaţi link-uri utilizate complementar la lecţie**

http://www.youtube.com/watch?v=3_BzTMeV4HI&feature=related
http://www.youtube.com/watch?v=veBOHaWXS9k

- **Cometariu personal:**

Dispozitivul poate fi folosit într-o anumită secvenţă a lecţiei, impresionează elevii, facilitează abordarea fenomenului fizic.

Profesor: Corina Toma

Unitatea de învăţământ: Liceul de Informatică „Tiberiu Popoviciu" Cluj Napoca

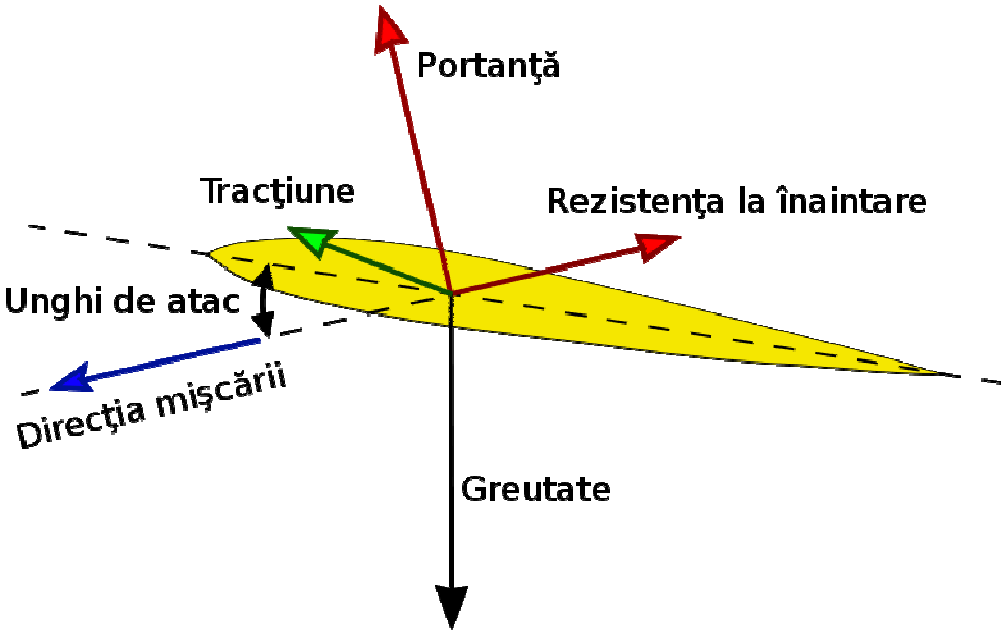
Clasa: a X-a
Titlul lecţiei: De ce zboară avionul?
Miniatura utilizată: Aripa de avion

Competenţe vizate:
- să optimizeze poziţia miniaturii pentru a obţine forţa ascensională maximă
- să analizeze diferite forme aerodinamice
- să enumere factorii care influienţează zborul avionului
- să explice apariţia forţei portante

Material didactic utilizat:
- miniatura pentru aripa de avion
- texte suport
- experimente: - foaia de hârtie se ridică dacă se suflă deasupra ei
  - minga de ping pong levitează deasupra unui jet de aer

Scurtă descriere a demersului didactic:
Trezirea interesului: printr-un experiment
- tabelul organizator: Ştiu – Vreau să ştiu – Am învăţat
- împărţirea elevilor în 5 grupe:
  - o grupă experimentează diferite poziţii pentru aripa de avion
  - celelalte grupe citesc critic (metoda SINELG) textele puse la dispoziţie
  - completarea coloanei finale din tabel

Exemple de fişe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc.
Forţa de portanţă sau **portanţa** este suma tuturor forţelor generate de mişcarea fluidului în jurul unui corp, proiectată într-un plan perpendicular pe direcţia principală de curgere a fluidului în care este cufundat corpul.



Caroseria perfectă, în stare să reducă la minimum coeficientul de rezistență la înaintare a fost rezolvată de inginerul român Aurel Perşu în 1920. Un vehicul aerodinamic corect ar trebui să aibă forma unei picături de ploaie.

Noul Mercedes

Boxfish

- Valoarea coeficientului aerodinamic:
- Coeficient de rezistență: la maşină 0,09, la peşte 0,06

Feedback:

- **Cum v-ați simțit?**
  Curioasă şi bucuroasă că pot să utilizez ceva nou în predare
- **Cum s-au simțit elevii?**
  Mulțumiți că au avut un alt fel de lecție şi au înțeles ceea ce au văzut
- **Puncte tari ale activității**:

- vizualizarea în timp real a modificării liniilor de curent în funcție de poziția aripii a dus la înțelegerea mai rapidă a fenomenului de modificare a portanței
- faptul că elevul a acționat personal duce la o memorare de lungă durată a ceea ce a văzut

- **Puncte slabe ale activității**:

Nu am identificat

- **Cometariu personal:**

Ar fi bine ca fiecare şcoală să aibă o astfel de trusă, care să conțină şi alte miniaturi.

Profesor: Alexandra Lup

Unitatea de învățământ: Colegiul Național „Mihai Viteazul" Turda

Clasa: a XI-a
Titlul lecției: Efectul Doppler
Miniatura utilizată: Maşinuța cu sirenă

Competențe vizate:
C1. Analiza calitativă a fenomenului cu precizarea condițiilor de obținere
C2. Explicarea calitativă efectului Doppler
C3. Identificarea în practică a situațiilor care evidențiază efectul Doppler

Material didactic utilizat:
- miniatura din trusa SCeTGo
- secvențe film despre efectul Doppler

Scurtă descriere a demersului didactic:

1. Recapitularea cunoştințelor despre sunet	10 min
2. Prezentarea situațiilor practice pentru evidențierea efectului Doppler	15 min
3. Analizarea situațiilor prezentate şi explicarea Efectului Doppler	10 min
4. Aprofundarea noțiunilor învățate prin joc (miniatura)	15 min

Exemple de fişe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc.

Feedback:

- **Cum s-au simțit elevii?**

Curioşi, relaxați, dornici să experimenteze fenomenul folosind miniatura

- **Puncte tari ale activității**:
  - Identificarea cauzelor producerii efectului Doppler
  - Caracterizarea sunetului recepționat la apropierea sau depărtarea sursei

- Explicarea producerii efectului Doppler

- **Puncte slabe ale activității**:
  - Nu s-a insistat pe descrierea cantitativă a fenomenului
- **Redați link-uri utilizate complementar la lecție (dacă ați folosit)**

http://www.youtube.com/watch?v=O5rqMPdQMQ8&feature=related
http://www.youtube.com/watch?v=a3RfULw7aAY&feature=related

http://www.youtube.com/watch?v=qWKqdevDuss&feature=related
http://www.youtube.com/watch?v=D1tajOObltQ&feature=related
http://www.youtube.com/watch?v=emQpnOGtm_c&feature=related
http://www.youtube.com/watch?v=Man9ulEYSgk&feature=related
http://www.youtube.com/watch?v=Mg_IE2yEdyI&feature=related
http://www.walter-fendt.de/ph14ro/dopplereff_ro.htm

- **Cometariu personal:**

Elevii au manifestat interes pentru realizarea experimentelor cu ajutorul miniaturilor existente în trusă.
Lecțiile se pot realiza eficient prin îmbinarea mai multor resurse materiale: miniaturi, secvențe filmate ale experimentelor etc.

Profesor: Liliana Dana Lung

Unitatea de învățământ: Grupul Şcolar Material Rulant „Unirea" Cluj- Napoca

Clasa: a XI-a
Titlul lecției: Interferența undelor
Miniatura utilizată:

Competențe vizate:
- Analiza calitativă şi cantitativă a fenomenului de interferență:
  - Observarea si descrierea fenomenului;
  - Descrierea si modelarea rezultatului interferentei (figura de interferenta, interferenta constructiva, interferenta distructiva);
  - Identificarea marimilor fizice care influenteaza fenomenul.
- Identificarea în practică a aplicațiilor ştiințifice şi tehnice ale undelor si explicarea calitativă a utilizării undelor

Material didactic utilizat:
- Laptopuri, casti, videoproiector, tabla interactiva
- Prezentare (.ppt), animatii (avi., Appleturi java de pe Internet), fise de lucru, miniatura, invatare asistata de calculator. Instruire diferentiata cu sarcini de lucru diferite.

Scurtă descriere a demersului didactic:

- Metode: problematizare, studiu de caz, modelare figurala, munca pe grupe, invatare prin cooperare, experiment didactic, descoperire, ciorchine,
- Forme de organizare: pe grupe de elevi

Exemple de fişe de lucru, auxiliare, texte suport utilizate etc.
Activitatea 1:
Interferența undelor

- Intrați pe site-ul www.youtube.com şi căutați filmulețul : "Experiment cuantic-unde şi particule Doctor Quantum in Romanian". Urmăriți filmulețul de la adresa: http://www.youtube.com/watch?v=_8Byv3nM6oc între minutele **0:41 şi 1: 34 şi 1:45- 1:48**
- Răspundeți următoarelor cerințe:

1. Descrieți rezultatul interferenței.
2. Ce este interferența distructivă?
3. Ce este interferența constructivă?

Activitatea 2
Interferența undelor

- Urmăriți experimentul simulat cu ajutorul miniaturilor.
- Răspundeți cerințelor de mai jos

1. Descrieți rezultatul interferenței de pe ecran.
2. Modificați poziția celor două fante față de ecran, respectiv sursă şi descrieți cum se modifică figura de interferență. De cine depinde rezultatul interferenței?

Activitatea 3
Interferența undelor

- Deschideți prezentarea **interferențaundelor.ppt** de pe desktop şi urmăriți-o.
- Răspundeți la următoarele intrebări:

1. Care sunt tipurile de unde pentru care poate avea loc fenomenul de interferență?
2. Cum descrieți rezultatul interferențeiîn fiecare caz?
3. Cum este utilizat în practică rezultatul interferenței?

Feedback:

- **Cum v-ați simțit?**

Miniatura utilizată a fost relativ uşor de introdus în scenariul lecției şi relativ uşor de utilizat; am avut posibilitatea să identific şi deficiențe ale modelului în timpul desfăşurării experimentului proiectat.

- **Cum s-au simțit elevii?**

Relaxați, au desfăşurat activitățile de învățare proiectate. Interesați de aspectul de noutate al A.R.

- **Dacă ați folosit un scenariu sau secvențe din scenariile avute la dispoziție? Care?**
  Da, secvențe din scenariul *Interferența undelor*. Dispozitivul lui Young
- **Puncte tari ale activității**:

- Modelarea virtuală a fenomenului suprapusă peste miniatura experimentală;
-

- Experimentul didactic mai uşor de realizat şi în timp mai scurt. Se poate utiliza frontal prin proiectarea pe un ecran sau tabla interactivă.

- **Puncte slabe ale activităţii**:

- Nu ţine cont de toate variabilele în realizarea legăturilor de tip cauză - efect. De exemplu: apropierea fantelor de ecran nu modifică figura de interferenţă.
- Se utilizează culoarea albastră pentru modelarea undei. Preferabil ar fi să nu se folosească culori sau să poată fi schimbate culorile în orice moment.

Link-uri utilizate complementar la lecţie:
http://phet.colorado.edu/new/simulations/sims.php?sim=Sound
http://www.youtube.com/watch?v=_8Byv3nM6oc
http://concise.britannica.com/ebc/art-91340/When-two-waves-of-identical-wavelength-are-in-phase-they

http://woodshole.er.usgs.gov/operations/sfmapping/soundhist.htm
http://www.istockphoto.com/file_closeup/?id=1591658&refnum=531040

- **Cometariu personal:**

Miniaturile trebuie perfecţionate şi îmbunătăţite. Această miniatură ar putea fi utilizată şi pentru demonstrarea/ ilustrarea, prin interferenţa, a caracterului dual al luminii.

Profesor: Ana - Natalia Şerban

Unitatea de învăţământ: Liceul Teoretic „Victor Babeş" Cluj- Napoca

Clasa: a IX-a
Titlul lecţiei: Portanţa aripii de avion

Miniatura utilizată:
Aripa de avion

Competenţe vizate:
La sfârşitul lecţiei elevii vor fi capabili:

- Să identifice posibilităţile practice de aplicare a cunoştinţelor teoretice din domeniile studiate în cadrul lecţiilor de fizică;
- Să explice portanţa.

Material didactic utilizat:

- Lentila convergentă, mulajul ochiului, poster ochiul uman şi vederea cromatică, avionul, prezentare generală şi a aripii avionului, inele de hârtie şi paie pentru suflat, sfere uşoare suspendate de un suport, fişa de activitate individuală.

Scurtă descriere a demersului didactic:

- anticipare: crearea unei situaţii problemă referitoare la defectele de vedere;
- realizarea experimentelor legate de evidenţierea unor zone de presiune scăzută în vecinătatea inelului/sferei din hârtie;
- explicarea fenomenului şi observarea portanţei

Feedback:

- **Cum v-aţi simţit?**

Consider că a fost o provocare faptul că o temă din afara programei pentru clasa a IX-a să fie integrată într-o lecţie de optică.

- **Cum s-au simţit elevii?**

Elevii s-au implicat cu mult interes în desfăşurarea lecţiei, în special în realizarea experimentelor propuse, dar şi în partea de prezentare a modelării interacţiunilor exercitate asupra aripii avionului în timpul zborului (forţade frecare, forţ portantă, în diverse situaţii.

Organizare lecţiei pe grupe de elevi a contribuit la stabilirea unor relaţii de colaborare şi a unor schimburi de opinii referitoare la fenomenele studiate. Pe de altă parte, sarcinile de lucru de pe fişa de activitate individuală au creat o atmosferă de competiţie.

- **Puncte tari ale activităţii**:

- Am reuşit să ating în mare măsură obiectivele propuse
- Elevii au desfăşurat activităţi diverse pe tot parcursul orei
- Am reuşit să conduc elevii în a realiza o continuitate de la o lecţie de optică la o temă de mecanică.

- **Puncte slabe ale activităţii**:

Nu am reuşit să insist suficient asupra unor detalii privind forţele exercitate (forţa de tracţiune a motorului, forţa de frecare etc.)

Nu am insistat suficient asupra importanţei realizării unui profil aerodinamic al aripii/ avionului, eventual cu menţionarea altor situaţii practice. Ar fi fost utile mai multe dispozitive pentru experimente.

- **Cometariu personal:**

Consider că activitatea realizată a fost primită cu mult interes de către elevi, deci ar fi utile mai multe activităţi de acest gen, ieşite din tiparele clasice ale predării/ învăţării. Consider utilă includerea softului educaţional oferit în cadrul lecţiilor de fizică.

CAPITOLUL IV.

VALIDAREA SCENARIILOR ŞI A SISTEMULUI SCeTGo

Validarea din punct de vedere didactic a scenariilor didactice şi a sistemului SCeTGo s-a realizat în etapele de pilotare prin aplicarea de chestionare elevilor şi profesorilor implicaţi în activităţile experimentale, prin jurnale didactice reflexive şi prin interviuri.

Din răspunsurile elevilor în urma participării la activităţile curriculare şi extracurriculare s-a desprins ideea că experimentele îi determină pe aceştia să aştepte cu interes şi entuziasm orele de fizică, să se implice activ în propriul proces de învăţare. Aşteptările elevilor legate de ora de fizică sunt, în general, să înveţe lucruri noi şi utile care să ajute la înţelegerea fenomenelor fizice din lumea înconjurătoare. Referitor la aşteptările la care au răspuns activităţile în care s-au utilizat miniaturile şi sistemul *augmented reality*, mai jos sunt câteva din răspunsurile oferite de elevi:

Activitatea a răspuns aşteptărilor mele…
Prin faptul că am făcut lucruri practice pe care le-am înţeles mai bine, prin vizualizarea pe computer a moleculelor, forţelor, vectorilor.
M-am aşteptat să facem activitate pe grupe, să experimentăm, să utilizăm diferite materiale şi toate aceste aspecte s-au întâmplat în lecţia de azi.
Astăzi m-am descurcat foarte bine la lecţie, am ştiu răspunde la întrebările de pe fişe şi am înţeles efectul doppler, de care nu mai auzisem.
Mi-au plăcut miniaturile, prezentate ca nişte prototipuri care trebuie îmbunătăţite în funcţie de părerile noastre.
A fost peste aşteptări. A fost foarte multă activitate experimentală.
Da. Am avut ocazia să lucrăm pe grupe şi să experimentăm un sistem care face posibilă manipularea de obiecte şi observarea pe computer a fenomenelor invizibile cu ochiul liber.
Mi-a plăcut că am făcut trei experimente. Că am desfăşurat lecţia în laborator. Că am răspuns la o întrebare banală, dar la care nu m-am gândit niciodată.

Profesorii implicaţi în activitatea de implementare au apreciat caracterul aplicativ al miniaturilor, faptul că elevii pot fi implicaţi direct în observarea şi înţelegerea unor fenomene fizice prin *augmented reality*, faptul că acest sistem permite mai ales elevilor cu performanţe şcolare mai scăzute să înveţe intuitiv fizica, să înţeleagă fenomene şi concepte.

Activitatea de pilotare a răspuns în mare măsură nevoilor şi aşteptărilor profesorilor implicaţi:

Da. Intuiesc plăcerea elevilor de a se implica în manipularea unor miniaturi complet noi pentru elevi, curiozitatea lor în faţa unei valize interesante, implicarea lor în manipularea obiectelor şi în înţelegerea fenomenelor prezentate prin intermediul augmented reality.

Da. Sunt convins că prin intermediul acestor materiale unele fenomene sunt mai uşor de înţeles mai ales de către elevii cu rezultate mai slabe.

Da. Cred că interesul elevilor pentru o materie complexă cum este fizica poate creşte în urma abordărilor interactive, experienţiale.

Da. Fiecare dintre profesorii de fizică au găsit utilitate acestei tehnologii în predare, au imaginat scenarii de adaptare şi integrare a demersurilor experimentale în curriculum- ul de fizică. S-au propus şi modalităţi de îmbunătăţire/ fidelizare a softului în raport cu fenomenele fizice.

Majoritatea profesorilor implicaţi sunt motivaţi să utilizeze sistemul SCeTGo din mai multe motive:

Da. Pentru că proiectul oferă oportunităţi elevilor de a experimenta într-un mod diferit fenomene fizice.

Da. Pentru că există oportunitatea de a ieşi din tiparele lecţiei obişnuite.

Da. Pentru că elevii sunt interesaţi de metode active, de aspectele practice ale lecţiei, de aplicabilitatea cunoştinţelor care le sunt transmise.

Da. Pentru că oferă posibilitatea învăţării prin descoperire.

La început am fost sceptică. Elevilor obişnuiţi să problematizeze tot ce observă în jur ar pune întrebări la care modelarea pe computer nu oferă răspunsuri, de exemplu, referitor la formula actualizată în cazul miniaturii conul dublu, sau raportul dintre forţa portantă, forţa de frecare şi masa. Cred că ar predomina, însă, aspectul ludic al activităţii iar partea teoretică poate fi accesată prin alte metode.

Da. Pentru că sunt experimente hand- on, care implică îmbinarea realului cu augmented reality, pentru că stârneşte interesul elevilor în mai mare măsură faţă de un experiment clasic.

Realitatea trebuie prelucrată pentru a putea fi utilizată în lecţie şi aceste dispozitive completează realitatea cu elemente necesare pentru a o face accesibilă elevilor.

Da. Stimulează intuiţia, gândirea logică, răspunde preocupărilor elevilor legate de aspectele cotidiene, nevoilor de învăţare experienţială.

CAPITOLUL V.

CONCLUZII

Prin intermediul proiectului Science Center To Go, Casa Corpului Didactic Cluj a facilitat inovația în activitățile curriculare şi extracurriculare în cadrul ariei „Ştiințe”, prin mai multe aspecte:

- Se implementează scenarii didactice în care se proiectează parcursuri diferențiate de învățare;

- Este promovată o abordare de învățare bazată pe investigație şi experimentare. Elevii pot experimenta în clasă sau în timpul liber şi se implică în activități în care descoperă singuri informația, în loc să le fie transmisă de cineva;

- Sistemul SCeTGo oferă posibilități de experimentare a ştiinței moderne în cadrul orelor de la şcoală şi în centrele de cercetare ştiințifică, precum şi în afara acestora;

- Se utilizează tehnologii avansate de vizualizare (*augmented reality*), care nu numai că oferă elevilor o experiență vizuală îmbogățită cu informații relevante, dar, în plus, le permite să interacționeze diferențiat şi dinamic cu exponate miniaturale.

- Sistemul SCeTGo este uşor de folosit. Fiind bazat pe dispozitive comune, nu există obstacole reale pentru utilizator.

- Este promovată importanța disciplinelor din aria „Ştiințe”, printr-o călătorie de divertisment şi învățare.

- Sunt evidențiate posibilitățile viitoare de experimentare ale elevilor referitoare la aplicațiile tehnologiei augmented reality.

- Această abordare contribuie la dezvoltarea unei noi generații de cetățeni capabili să înțeleagă ştiința şi, astfel, să fie mai bine pregătiți într-o lume influențată din ce în ce mai mult de ştiință şi de tehnologie.