



ARPHYMEDES

GHIDUL PROFESORULUI

Autorii ARphymedes: Ghidul profesorului

Katarina SUSMAN, Saša DOLENC, Jerneja PAVLIN, Alžbeta MARČEK-CHORVÁTOVÁ, Ľubica VAREČKOVÁ, Gabriela PAVLEDOVÁ, Peeter MÜÜRSEPP, Dorin-Dumitru LUCACHE, Cristian-Gyözö HABA, Marco CANTARELLA, Giuseppe Fabio URSINO, Margarita SIMOPOULOU, Giannis LADAS

Lista afilierii și contribuțiilor autorilor

Toți autorii	Afiliere	Contribuție
Katarina SUSMAN	Universitatea din Ljubljana (Slovenia)	Crearea conceptului, pregătirea textului complet, a descrierilor, explicațiilor și comentariilor privind modelele experimentale, videoclipurile și animațiile, oferind o privire de ansamblu asupra problemelor pedagogice, idei pentru activități suplimentare și întrebări de ghidare pentru profesori, idee pentru pagina de copertă.
Saša DOLENC	Universitatea din Ljubljana (Slovenia)	Ajutor la pregătirea textului complet, a descrierilor, explicațiilor și comentariilor privind modelele experimentale, videoclipurile și animațiile, printr-o privire de ansamblu asupra problemelor pedagogice, prin idei pentru activități suplimentare și întrebări de ghidare pentru profesori
Jerneja PAVLIN	Universitatea din Ljubljana (Slovenia)	Ajutor la pregătirea textului complet, a descrierilor, explicațiilor și comentariilor privind modelele experimentale, videoclipurile și animațiile, printr-o privire de ansamblu asupra problemelor pedagogice, prin idei pentru activități suplimentare și întrebări de ghidare pentru profesori

Alžbeta MARČEK-CHORVÁTOVÁ	Universitatea Ss. Chiril și Metodiu din Trnava (Slovacia)	Privire de ansamblu asupra fizicii, coordonare
Ľubica VAREČKOVÁ	Universitatea Ss. Chiril și Metodiu din Trnava (Slovacia)	Traducere în slovacă și ajutor cu design
Gabriela PAVLEDOVÁ	Universitatea de Tehnologie a Slovaciei (Slovacia)	Propunerea originală a conceptului
Peeter MÜÜRSEPP	Universitatea de Tehnologie din Tallinn (Estonia)	Pregătirea videoclipurilor din spatele declanșatorilor ca în Caietul elevului, traducere în limba estonă
Dorin-Dumitru LUCACHE	Universitatea Tehnică din Iași (Romania)	Traducere in limba română
Cristian-Gyözö HABA	Universitatea Tehnică din Iași (Romania)	Traducere in limba română
Marco CANTARELLA	Viteco (Italia)	Pregătirea părților grafice ale capitolelor de carte
Giuseppe Fabio URSINO	Viteco (Italia)	Pregătirea părților grafice ale capitolelor de carte
Margarita SIMOPOULOU	Diadrasis (Grecia)	Realizarea animațiilor și declanșatorilor AR
Giannis LADAS	Diadrasis (Grecia)	Scenarii pentru animațiile AR

INTRODUCERE

Autorii au pregătit un caiet de lucru pentru elevi care include realitatea augmentată (RA), folosită pentru ca ei să-și aprofundeze cunoștințele și pentru a le oferi o perspectivă nouă asupra realizării de experimente. Conceptul se bazează pe învățarea prin experimentare și are la bază două considerente: elevul trebuie abordat ca o ființă holistică și natura este un întreg indivizibil. Caietul de lucru al elevului permite, de asemenea, învățarea la distanță și este o sursă accesibilă de explicații și răspunsuri. Prin urmare, ne-am dorit să creăm un set funcțional de instrumente, un tot unitar format dintr-o caiet de lucru pentru elevi (Caietul elevului) și un ghid pentru profesori (Ghidul profesorului), de aceea, vă recomandăm să le folosiți în acest fel. Elevul ar trebui să fie implicat activ în procesele cognitive, în interacțiunea cu realitatea augmentată și în realizarea experimentelor practice pentru a obține rezultate care pot fi comparate cu cele prezentate în partea explicativă a textului (în caietul de lucru pentru elevi), care poate fi în continuare, la rândul ei, completată și corectată. Acest mod de predare duce la dezvoltarea creativității, a unei memorii durabile, la lucrul independent, la individualizarea și diferențierea învățării, la dezvoltarea gândirii critice și, în final, la dezvoltarea abilităților necesare înțelegerii fizicii.

DESPRE GHIDUL PROFESORULUI

Despre Caietul elevului și rolul Ghidului profesorului

Acest ghid este destinat să însoțească colecția de materiale adiționale și suplimentare pentru profesorii care predau fizica elevilor lor. Resursele adresate elevilor creează o colecție de activități care completează, îmbunătățesc și îmbogățesc materialele din manuale utilizate în școli. Folosirea elementelor de realitate augmentată se remarcă ca o abordare modernă a predării și ca o sursă atractivă și motivantă pentru tineri. În prim-plan este așezat lucrul experimental pentru a conferi elevilor o experiență relevantă. În formatul de bază, conținutul Caietului elevului este dispus pe două pagini A4, fără limite între ele (Figura 1).



Figura 1: Aspectul conținutului Caietului elevului, dispus pe două pagini A4

Materialul specific de tip imagine (sub formă de schițe), are și un mesaj suplimentar dincolo de mesajul de bază, deoarece conține declanșatori RA. Utilizatorii acestui material vor avea nevoie de un telefon inteligent sau o tabletă cu cameră pe care să fie descărcată și instalată aplicația asociată (Figura 2).

Download it or scan the QR code and find out more!



ARPhymedes StudentBook
Diadrisis

Figura 2: Codul QR (stânga) pentru descărcarea aplicației (dreapta).

Odată ce obiectivul captează imaginea (declanșatorul), conținută în versiunea tipărită sau electronică a Caietului elevului, realitatea augmentată începe să se activeze. În acest context, se poate observa o înregistrare a experimentului efectuat, un experiment în realitatea virtuală sau o animație (Figura 3).

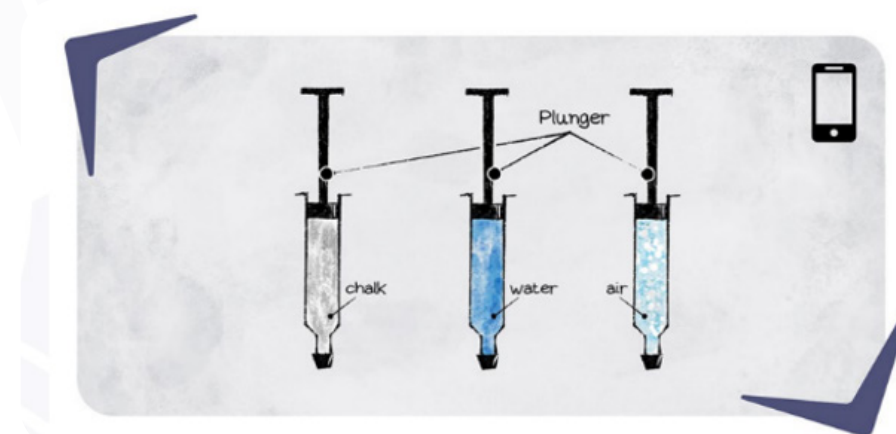


Figura 3: Un exemplu de imagine care este totodată un "declanșator" pentru animație.

Conceperea Caietului elevului nu se bazează pe un conținut secvențial care să urmeze curriculum, ci pe un material suplimentar care să îmbogățească învățarea în sala de clasă sau munca independentă de acasă a elevilor. Calculele și ecuațiile sunt în mare parte omise din Caietul elevului deoarece, materialul este destinat să îmbunătățească înțelegerea conceptelor și fenomenelor din

fizică și să promoveze niveluri cognitive mai înalte de gândire și înțelegere. Ghidul profesorului oferă și sugerează locurile specifice în care profesorul poate plasa calcule, pe care le poate prezenta pas cu pas, cu explicații, clarificări și sugestii. Explicațiile și îndrumările din Caietul elevului sunt legate de situațiile și experiențele cotidiene ale elevului, care duc la implementarea unor activități prezentate în moduri diferite. Perspectiva istorică și legătura cu dezvoltarea științei oferă oportunități pentru o abordare specifică a învățării fizicii. Sunt incluse exemple de soluții tehnice (produse, dispozitive, mașini etc.) bazate pe concepte și fenomene fizice. Cantitatea de text nu este mare, de aceea, Ghidul Profesorului conține sugestii, indicii, întrebări, modul de îmbogățire a Caietului elevului cu explicații suplimentare, materiale legate de aplicațiile tehnice, calcule etc.

Următoarele capitole din Ghidul profesorului coincid cu capitolele din Caietul elevului, unde sunt incluse următoarele capitole:

- Ce este fizica
- Mecanică - Dinamică
- Mecanică – Cinematică
- Mecanica fluidelor
- Energie, putere, lucru mecanic.

Titlul fiecărui capitol (atât în Caietul elevului, cât și în Ghidul profesorului) este punctul de plecare pentru discuția despre tema de fizică aleasă (Figura 4).

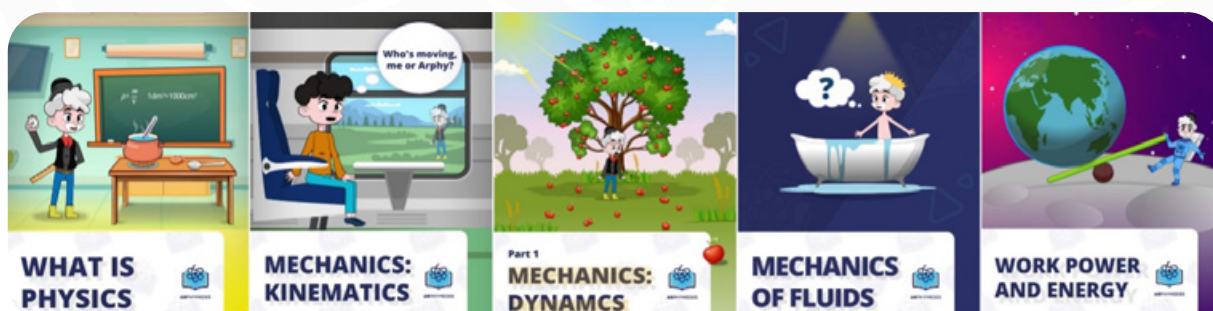


Figura 4: Coperti ale capitolelor din Caietul elevului și din Ghidul profesorului.

Arphy, personajul principal al Caietului elevului, este prezentat în situații specifice care ridică întrebări legate de conținut. El îi ghidează pe elevi în cadrul unor evenimente importante pentru fizică desfășurate în timp și îi introduce în conceptele de fizică selectate. Profesorul ar trebui să sublinieze caracteristicile specifice, să indice întrebări ce pot fi puse sau teme deschise și, pe parcursul activităților, să îndrume elevii ca să descopere și să caute singuri răspunsuri. Profesorul poate juca un rol special în a prezenta elevilor contextul dezvoltării științei, spunând poveștile care dezvăluie anumite momente istorice, circumstanțele și condițiile în care oamenii de știință au descris și au explicat fenomenele din natură. Adesea, atunci când învață concepte fizice, înțelegerea istoriei științei este urmată de pași suplimentari pe care elevii trebuie, de asemenea, să-i asimileze. Acesta este motivul pentru care acest Ghid al profesorului conține informații și povești interesante despre oameni celebri care au contribuit la dezvoltarea științei.

Fiecare capitol al Ghidului profesorului rezumă obiectivele de învățare urmărite de Caietul elevului și totodată evidențiază concepțiile greșite pe care elevii le au adesea despre fiecare subiect, sugerând inclusiv cum să fie depășite. Pentru fiecare secțiune din Caietul elevului, Ghidul oferă sugestii de activități, sugestii pentru discuții, întrebări pentru cursanți, teme de proiect cu îndrumări și listă de materiale pentru ca elevii să-și aprofundeze cunoștințele.



ARPHYMEDES

CAPITOLUL 1

CE ESTE FIZICA

CE ESTE FIZICA?

Numele de fizică provine din Grecia antică, unde în greaca veche cuvântul însemna studiul naturii. Fizica este ramura fundamentală a științei naturii care se ocupă de materie și energie și de influența lor reciprocă. Fizica descrie universul de la cele mai mici la cele mai mari dimensiuni imaginabile. Descrie procese la nivel sub-microscopic, precum și la nivelul întregii dimensiuni a universului. Fizica este conectată la alte ramuri ale științei în care progresul continuă să ridice noi întrebări care conduc la cercetări ulterioare. De-a lungul istoriei, teoriile fizicii au fost schimbate, extinse și combinate. De exemplu, Newton a unificat mecanica corpurilor spațiale și mecanica corpurilor de pe Pământ; Oersted a unificat electricitatea și magnetismul, Maxwell electricitatea cu optica și mecanica cuantică, respectiv a combinat și unificat mecanica și chimia.

Astfel, în fizică, cunoștințele au fost construite în etape. Cu siguranță, noile descoperiri vor schimba sau actualiza cunoștințele actuale și teoriile existente despre ceea ce observăm și măsurăm în natură.

Obiective operaționale (rezultatele învățării).

În capitolul „Ce este fizica”, elevii obțin o perspectivă asupra a ceea ce descrie fizica, cum este încorporată fizica în diferite ramuri ale științei și ce domenii ale vieții noastre sunt afectate de aceasta. Ei învață ce instrumente să folosească pentru a descrie fenomenele și modul în care teoremele, legile, ecuațiile și unitățile de măsură sunt exprimate și scrise în fizică.

Elevii vor:

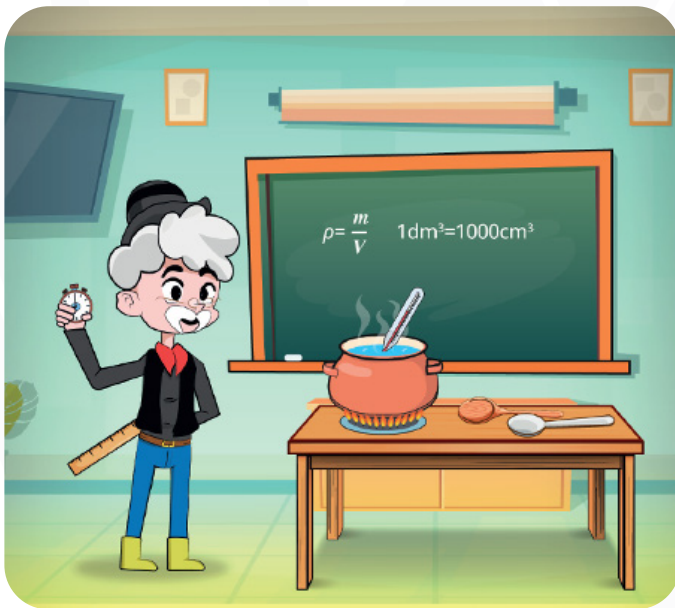
- descoperi importanța experimentării în învățarea și verificarea legilor fizice.
- învăța importanța combinării cunoștințelor experimentale cu gândirea teoretică, analitică și sintetică.
- învăța că valorile mărimilor fizice se vor exprima numai ca produsul dintre valoarea măsurată și unitatea de măsură, care sunt inseparabile.
- utiliza texte cu conținut aferent fizicii, respectiv literatură de specialitate, materiale electronice, site-uri web profesionale și alte resurse pentru a dobândi cunoștințe și date.
- recunoaște importanța și indispensabilitatea cunoștințelor de fizică pentru dezvoltarea tehnologică și stăpânirea naturii.
- învăța să evalueze realizările științifice ale fizicii, impactul acestora asupra schimbărilor condițiilor de viață și progresului societății, precum și asupra culturii generale.
- învăța despre efectele evenimentelor istorice și sociale asupra dezvoltării cunoștințelor din fizică.
- deveni conștienți despre relația inseparabilă dintre individ, societate și mediu.
- gândi critic despre utilizarea realizărilor științifice, devenind conștienți de responsabilitatea comună a tuturor pentru existența vieții pe Pământ.



- descrie fenomenele studiate din fizică și din aplicații ale fizicii din viața de zi cu zi, din știință, tehnologie și medicină.
- învață și aplica următoarele metode și forme de lucru în fizică: observarea, planificarea, măsurarea, experimentarea, tragerea de concluzii, interpretarea măsurărilor și a rezultatelor experimentale.
- definește termenii: mărime fizică, unitate de măsură fizică și dispozitiv de măsură.
- recunoaște mărimile fizice selectate.
- măsoară independent lungimea sau timpul, vor calcula valoarea medie și vor estima eroarea de măsurare (E).
- adopta prefixe, vor recunoaște conversiile între unitățile de măsură și prefixele utilizate.
- compara dimensiunile atomului și ale altor particule microscopice cu dimensiunile universului (Bajc, 2009).

Coperta capitolului

The title of the chapter suggests that physics is interweaving the theoretical



and experimental branches of physics. The equation, written on the blackboard, is the mathematical description of a physical property. We can talk to

students about symbols, units, and their notation. The Greek alphabet can be presented, as it is very well represented in physics, since many physical symbols contain Greek letters. Conversion of already known quantities and units can be repeated and attention could be drawn to their appropriate notation.

The discussion can lead into standard units and their importance for proper communication in science.

The cover page shows three measuring devices that students have already known: Thermometer, Ruler, Stopwatch. We can introduce students with measuring devices and tools, measurement procedures, and agree on the rules to follow, when measurements are performed. At the same time, we can familiarize the students with the laboratory equipment, the laboratory rules and safe equipment use as well as keeping their own safety.

Closer look at the cover page can derive a possibility to plan and perform an experiment. Teacher can ask students to use measurements to prove

which spoon is better for stirring water, while monitoring the temperature of water over time. Students will already know the answer, but we can challenge them to prove their assumption with measurements. We remind students about the procedure when measuring temperature during heating, as it is important to stir the water, to measure time and temperature systematically, and to record the measurements in a table prepared in advance. At the end, we interpret the measurements with the students and answer the research question. This example that can be presented as a prime example of physical experimentation and research in science. Throughout the history, although scientists have predicted outcomes, but the assumptions are to be confirmed only through systematic measurements. For that purpose, they use measuring tools and instruments that must be properly calibrated. Modern research also relies on series of measurements that are interpreted and written down in the form of a mathematical expressions. Mathematics is thus a tool of physics to record, describe and interpret phenomena. The cover of the chapter indicates further work and activities within the chapter, related to the scales of observed systems, as well as the description and interpretation of the phenomena in nature.

Oameni de știință celebri

Partea introductivă a capitolului conține descrieri ale muncii și vieții a trei oameni importanți din istoria fizicii.

Aristotle (384-322 î.Hr.) a trăit și a lucrat în perioada Greciei antice, fiind una dintre cele mai importante personalități în dezvoltarea științei din istoria antică. A fost un student al lui Platon și a dezvoltat o viziune holistică asupra lumii. Și-a fondat propria școală, pe care a numit-o Liceu. Chiar și astăzi, acest termen se găsește în numele instituțiilor de învățământ din întreaga lume. A fost un autor prolific de cărți care acoperă diverse domenii precum zoologie, botanică, poezie, fizică și politică.

Aristotel a împărțit lumea în două părți, lumea de sub Lună și lumea de dincolo de Lună, prima fiind schimbătoare și impură, iar a doua ce nu poate fi schimbată și care este divină. Potrivit lui, Pământul era centrul universului. El a încercat să descrie mișcarea celorlalte corpuri cunoscute din univers (Soarele, Luna, Mercur, Venus, Marte, Jupiter, Saturn și stelele fixe) asociindu-le cu niște sfere. Imaginea lui Aristotel despre univers și lume a fost valabilă foarte mult timp, până în secolul al XVII-lea.

Galileo Galilei (1564-1642) cu ideile și lucrările sale revoluționare a deschis calea progresului științific în timpul Renașterii și al Iluminismului. S-a născut în Pisa, oraș renumit pentru turnul său înclinat. A avut o influență demnă de remarcat asupra dezvoltării astronomiei, fiind primul care a observat corpurile cerești în mod sistematic cu un binoclu, pe care l-a realizat el însuși după modelul olandez, ba chiar și-a șlefuit el însuși lentilele. El a descris marea și a prezentat o vedere a sistemului heliocentric. După publicarea cărții „Dialoguri”,

Galileo a fost judecat la Roma de o instanță prezidată de către Papă, care a dat o pedeapsă aspră. Galileo a fost amenințat cu tortura, dacă nu va renunța la „eroarea și erezia cu privire la mișcarea Pământului”. A fost condamnat la arest la domiciliu și supraveghere. Cu toate acestea, a continuat să creeze și să caute. I se atribuie faimoasa zicală „Și totuși se mișcă”, indicând ideile în care credea, deși a trebuit să-și nege convingerile pentru a rămâne în viață. El și-a concentrat cercetările pe studiul mișcării corpurilor și a mișcării corpurilor în cădere liberă. Deși se spune adesea că ar fi aruncat cadavre din Turnul înclinat din Pisa, cercetătorii istoriei fizicii nu cred că Galileo Galilei a făcut acest lucru. A fost printre primii care au efectuat experimente sistematice, pe care le-a planificat, le-a realizat cu atenție și ale căror rezultate le-a prezis uneori pe baza raționamentului. Interesant este că a efectuat experimentele cu mingea care se rostogolește pe pantă în timp ce cânta, folosind ritmul cântecului ca și măsură a timpului. El a atașat corzi la rampă și, în timp ce mingea se rostogolea, scotea un sunet (o bătaie) de fiecare dată când se rostogolea peste sfoară. În timp ce cânta, a reușit să aranjeze corzile în așa fel încât să se producă lovituri succesive la intervale de timp egale. Pe lângă cântat, și-a folosit și bătăile inimii pentru a măsura timpul (Strand, 2003).

A treia persoană celebră enumerată în Caietul elevului este **Albert Einstein (1879 - 1955)**, unul dintre oamenii care neîndoielnic se asociază cu fizica. Albert Einstein nu este doar un fizician care a completat legile fizicii, ci este o figură marcantă și un sinonim al fizicii moderne în lume. În 1905, a dezvoltat teoria specială a relativității. În același an, au fost publicate patru lucrări care au influențat foarte mult dezvoltarea fizicii. În aceste articole, el a discutat despre mișcarea browniană, baza teoriei speciale a relativității și a asociat masa unui corp cu conceptul de energie (Strnad, 2003). Einstein, este cel căruia i se atribuie și teoria generală a relativității. În timpul celui de-al Doilea Război Mondial, a lucrat în Statele Unite. Contribuția grupului de cercetare la dezvoltarea fizicii nucleare a permis dezvoltarea bombei atomice. După evenimentul tragic de la sfârșitul celui de-al Doilea Război Mondial, Einstein împreună cu mulți oameni de știință implicați în proiect și-a exprimat public dezacordul și regretul profund legat de utilizarea bombei atomice.

Întrebări și activități pentru discuții cu elevii.

Căutați pe web câțiva gânditori celebri ai Greciei antice. Găsiți (online) realizările științifice ale lui Galileo Galilei.

De ce credeți că Galileo Galilei a fost un cântăreț bun? Care este caracteristica corpurilor în cădere liberă?

Gândiți-vă la încercarea lui Galileo de a face bilele să se rostogolească pe o pantă.

Cum au fost aranjate corzile pe spațiul pantei astfel încât să poată auzi loviturile? Îl puteți verifica singuri făcând acest experiment.

Cum vă puteți măsura ritmul cardiac? Măsurați-vă ritmul cardiac în repaus și după 20 de sărituri succesive, în înălțime, pe loc. Comentați dacă ritmul cardiac este o măsură exactă pentru măsurarea timpului.

Cu ce oameni de știință a lucrat Albert Einstein în timpul celui de-al Doilea Război Mondial? Unde lucra el la vremea aceea? De care realizare i-a fost rușine?

Care ecuație este cea mai cunoscută în legătură cu Albert Einstein. Găsiți (online) câteva gânduri celebre ale lui Albert Einstein.

Pregătiți fiecare un puzzle de cuvinte încrucișate cu termeni care pot fi asociați cu Albert Einstein. În grupuri, creați un test despre toți cei trei oameni de știință celebri (Aristotel, Galileo Galilei și Albert Einstein).

Puneți oamenii de știință celebri în ordinea corectă pe linia temporală.

Întrebări și activități pentru discuții cu elevii:

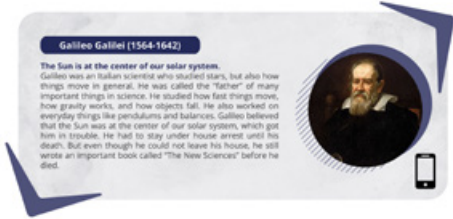
Tabelul de mai jos (Tabelul 1) prezintă lista de experimente/animații așa cum apar în acest capitol. Poate fi util pentru profesor, în organizarea lecțiilor, deoarece sunt descrise accesoriile și echipamentele necesare pentru desfășurarea lucrării experimentale, așa cum sunt prezentate în videoclipul din spatele „declanșatorului”, figurile fiind enumerate în tabel.

Tabelul 1: Lista imaginilor declanșatoare din capitolul “Ce este fizica”

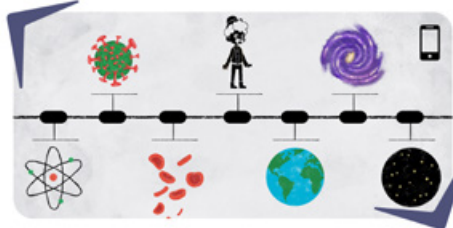
O scurtă descriere a
experimentului sau a animației

Figura declanșatoare

Animație despre Galileo
Galilei în Pisa



Animație ilustrând ordinele
de mărime ale dimensiunilor
universului, de la cele mai
mici la cele mai mari



Animație ilustrând povestea
anecdotică privind
descoperirea sistemului
cartezian de coordonate



Animație ilustrând
operația de scalare



Bibliografie

Bajc, J. idr. (2011). Učni načrt, Fizika: osnovna šola. Ministrstvo za šolstvo in šport; Zavod RS za šolstvo.

http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Fizika_obvezni.pdf

Strnad, J. (2003). Razvoj fizike (The development of physics). DZS.



ARPHYMEDES

CAPITOLUL 2

MECANICĂ: CINEMATICĂ

Mecanică: Cinematică

Ce este Mecanica: Cinematica

Mecanica este ramura fizicii care descrie mișcarea sau starea de repaus a corpurilor. **Cinematica** este o subramură a mecanicii care descrie mișcarea corpurilor într-un sistem observat. În acest proces sistemul de observație și sistemele de coordonate joacă un rol important.

În acest capitol, elevii identifică mișcarea corpurilor folosind animații și își aprofundează cunoștințele în realizarea reprezentărilor grafice ale mișcării.

Obiective operaționale (rezultatele învățării)

Elevii vor:

- planifica și vor desfășura experimente și cercetări simple, vor procesa date experimentale, vor analiza rezultatele experimentelor și vor trage concluzii.
- defini diferența dintre mișcarea și repausul corpului observat în raport cu mediul înconjurător.
- descrie mișcarea în linie dreaptă și curbă.
- distinge între conceptele de poziție, distanță, deplasare, mișcare, traseu.
- afla prin animații, că viteza este raportul dintre distanță și timp (E).
- utiliza ecuația pentru a calcula viteza.
- descrie o mișcare uniformă și una neuniformă.
- face diferența dintre viteza medie și viteza actuală a corpului.
- utiliza ecuația pentru a calcula traseul parcurs.
- recunoaște un grafic care arată dependența de timp a traiectoriei, vor citi datele din acesta, îl vor explica și vor înțelege ce tip de mișcare reprezintă (E).
- recunoaște un grafic care arată dependența de timp a vitezei corpului, vor citi datele din grafic, vor explica graficul și vor înțelege ce tip de mișcare reprezintă graficul (E).
- recunoaște un grafic care arată dependența de timp a accelerației corpului, vor citi datele din grafic, vor explica graficul și vor înțelege ce tip de mișcare reprezintă graficul (E).
- calcula mărimi necunoscute folosind grafice.

Concepții greșite, comune, ale elevilor

În articolele științifice putem găsi multe studii care expun și identifică concepțiile greșite ale elevilor. Mai jos este un rezumat al concepțiilor greșite ale elevilor care pot fi legate de acest capitol. Lista referințelor reflectă cu acuratețe concepțiile greșite enumerate mai jos. Pentru mai multe detalii și metode de descoperire a concepțiilor greșite, consultați articolele enumerate ca referințe.

Din cauza concepțiilor greșite, adesea, elevii

- au dificultăți în diferențierea conceptelor de viteză și accelerație.
- identifică viteza obiectului ca fiind un indicator direct al accelerației obiectului.
- cred că o forță constantă menține un obiect în mișcare cu o viteză constantă.
- cred că obiectul va accelera în direcția forței care are mărimea cea mai mare.
- împărtășesc cu Aristotel credința că viteza unui corp în cădere este proporțională cu greutatea acestuia.
- cred că dacă nu există forță sau există unele forțe exercitate asupra unui obiect, și dacă rezultanta acestora este nulă, obiectul este întotdeauna în repaus.
- cred că o forță constantă dă o viteză constantă.
- cred că forța nu este necesară pentru ca obiectele să cadă, deoarece „întotdeauna vor să coboare”.
- cred că gravitația este un fel de impuls dobândit prin căderea obiectelor.
- cred că mișcarea este imposibilă în absența unui mediu material.
- cred că două particule au aceeași viteză atunci când ocupă simultan aceeași poziție, chiar dacă cele două particule se mișcă cu viteze diferite.
- cred că în curba $v(t)$ schimbarea direcției curbei reprezintă schimbarea direcției obiectului.
- nu înțeleg faptul că punctul în care curba a traversat axa timpului corespundea unei viteze instantanee zero.
- au greutate în a înțelege semnificația valorilor negative ale vitezei reprezentate pe un grafic.
- au dificultăți în a vorbi despre porțiunea înclinată a curbei de sub axa timpului.
- au dificultăți legate de incapacitatea de a vizualiza mișcarea care este reprezentată în graficul vitezei în funcție de timp, $v(t)$.
- de multe ori nu realizează că, pentru a răspunde la o întrebare despre poziția ocupată la un moment dat, trebuie să se refere la informații care nu sunt furnizate în graficul $v(t)$.
- nu reușesc să facă distincție între poziția obiectului (x) într-un anumit moment și deplasarea acestuia (Δx) într-un interval de timp.
- nu reușesc să asocieze viteza medie cu viteza instantanee la mijlocul intervalului de timp.
- calculează adesea viteze din măsurătorile lor de poziție și timp, trasează punctele și le conectează într-o linie în zig-zag.
- au dificultăți în a separa forma unui grafic de calea mișcării efective și, în situația inversă, de a trece de la o reprezentare grafică la o situație de laborator.
- chiar și într-o reprezentare corectă pe un grafic $v(t)$, nu pot interpreta situația fizică actuală atunci când este implicată o viteză negativă, de exemplu, când un obiect în mișcare își inversează direcția.

- cred că atunci când două obiecte ajung în aceeași poziție trebuie să aibă aceeași viteză.
- asociază situația de a ajunge înaintea cuiva cu a fi mai rapid decât acel cineva.
- nu fac asocierea dintre viteza unui obiect cu raportul dintre distanța parcursă și timpul scurs, respectiv cu ideea de viteză la un moment dat.

Coperta capitolului

Coperta capitolului oferă un punct de pornire pentru conversație. Arată o persoană care se află într-un tren și stă pe o banchetă a acestuia. Trenul se mișcă în timp ce Arphy stă afară. Întrebarea adresată de persoana din tren este: „Cine se mișcă, eu sau Arphy?” (Figura 1).



Figura 1: Coperta pentru capitolul Cinematică

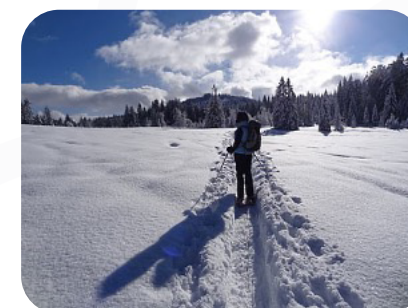
Profesorul ar trebui să revizuiască împreună cu elevii săi conceptele de bază ale mișcării, cum ar fi:

- mișcarea corpului observat,
- distincția dintre mișcarea dreaptă și cea curbă,
- distincția între mișcarea uniformă și cea neuniformă.

Citând exemple din viața de zi cu zi, sau recunoscând fotografii cu mișcare, elevii pot defini un anumit concept. În acest moment, profesorul poate pregăti un simplu joc didactic în care elevii caută perechi. De exemplu, o pereche reprezintă o cartelă cu o imagine și o cartelă cu un termen (Figura 2).



mișcare
rectilie



mișcare
curbiline

Figura 2: Un exemplu de cartele pentru un joc didactic. (Sursa imaginii: [https:// www.hippopx.com](https://www.hippopx.com))

Oameni de știință celebri

În timp ce citesc textul, elevii vor afla despre trei persoane importante: **Nicole Oresme, René Descartes și André-Marie Ampère**. Profesorul dezvoltă o conversație cu elevii despre viața acestora, vremurile în care au lucrat și importanța muncii lor pentru știință. În lucrarea sa, René Descartes a acordat o mare atenție sistemului de coordonate carteziene și aplicării acestuia. Chiar și astăzi, sistemul de coordonate este un instrument matematic care reprezintă baza pentru descrierea mișcării. Figura de mai jos este un declanșator al animației despre René Descartes și realizările sale.



André-Marie Ampère este persoana al cărui nume a fost dat unității de măsură a curentului electric. La prima vedere, pare ciudat că este prezentat în acest capitol. După ce elevii citesc textul, îi putem încuraja să caute răspunsuri pe Internet sau în materiale și texte pregătite în prealabil. Următoarele întrebări și sarcini pot fi, de asemenea, utile.

A cui operă critica Oresme?

De ce crezi că descrierea vieții lui Oresme este în acest capitol? Pentru ce citat este René Descartes cel mai cunoscut?

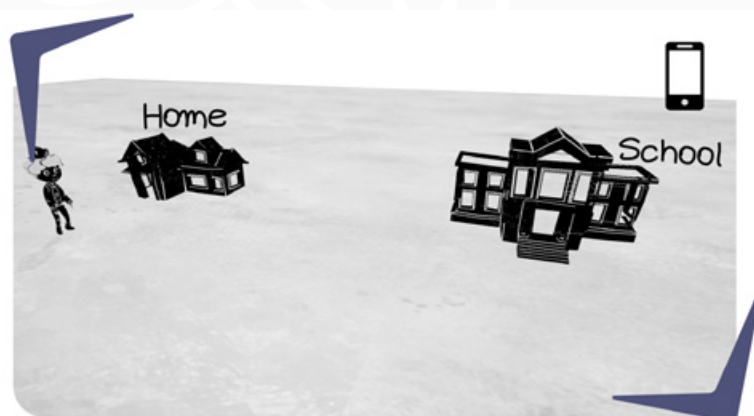
Cum reprezentați sistemul de coordonate carteziane? Cum etichetați axele? (Elevul desenează pe tablă).

Poate știe cineva cum se numește unitatea de măsură pentru curentul electric?

Aflați de pe Internet despre realizările lui André-Marie Ampère.

Experimente și animații: poziție, distanță, deplasare, traseu

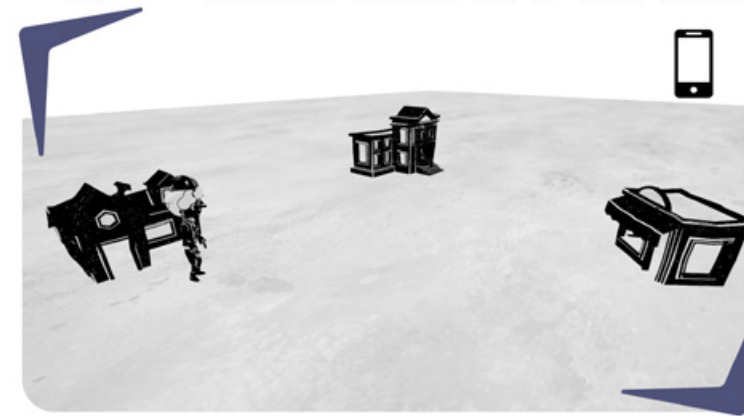
Prin animații, elevii învață concepte și fac distincția între poziție, distanță și traseu. Când vine vorba de mișcare, folosim toți cei trei termeni. Într-un caz, putem călători pe o distanță lungă, dar deplasarea de la poziția inițială la poziția finală este egală cu 0. De exemplu, o astfel de situație o întâlnim atunci când facem o călătorie în care plecăm de acasă și la sfârșit ne întoarcem tot acasă.



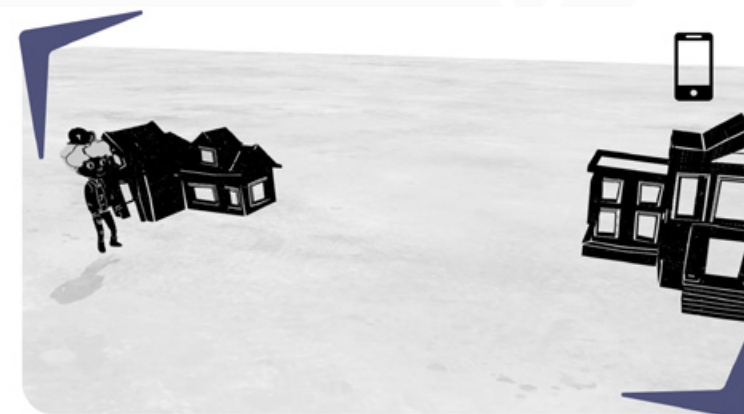
La prima animație, vorbim cu elevii despre conceptul de poziție.
La a doua animație, definim conceptul de distanță de la punctul de plecare.



La a treia animație, facem legăturile între termenii distanță, deplasare și traseu. Arphy a ajuns în același loc, la aceeași deplasare față de casă, dar în acest caz, a parcurs o distanță mai mare decât în animația anterioară.



În ultima animație din acest set, putem arăta că, deși traseul sau distanța sunt mari, deplasarea este egală cu 0, deoarece Arphy revine în aceeași poziție în care a început călătoria.



Sugestii pentru activități suplimentare:

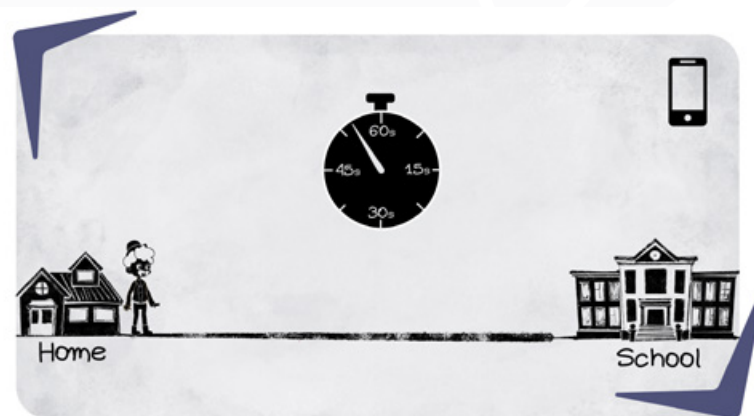
1. Puteți realiza cu elevii, pe podea, o grilă (sistem de coordonate carteziane). Dacă pardoseala este deja în formă de pătrate, le vom folosi. În rest, liniile de pe podea sunt realizate cu bandă adezivă de protecție și scriem unitățile pe ele. Alegem câțiva jucători pentru a-și schimba poziția în spațiu. Profesorul indică în mod arbitrar pozițiile în care ar trebui să se deplaseze elevii selectați. Începeți cu regula că se pot mișca doar în linie dreaptă.

Exemplu: Mutați din poziția (1,1) în poziția (4,3) și mutați 5 unități. Treceți din poziția (4, 3) în orice poziție, ținând cont de faptul că distanța dintre noua poziție trebuie să fie de exact 3 unități. În continuarea jocului, puteți introduce exemple de mișcare neliniară (de exemplu, mișcare circulară).

2. Elevii lucrează în perechi: Fiecare elev dintr-o pereche trebuie să deseneze în sistemul de coordonate un model interesant, care să fie creat dintr-o singură linie continuă compusă numai din linii drepte. Apoi notează instrucțiunile, folosind termenii poziție, distanță, mișcare, traseu. Apoi îi transmite instrucțiunile unui coleg de clasă pentru a desena modelul conform instrucțiunilor sale. El compară rezultatul acestuia cu modelul original.

Viteză, viteză medie

Animațiile prezentate nu conțineau încă conceptul de timp. Nu este posibil să vedem din ele cât timp a durat călătoria. Știm că putem parcurge aceeași distanță în diferite intervale de timp. Elevii au deja acest gen de experiență, așa că pot concluziona rapid că cel care parcurge aceeași distanță într-un timp mai scurt este mai rapid și invers. Cu ajutorul animației, putem introduce conceptul de viteză ca fiind modificarea distanței într-un interval de timp.



Deoarece în contextul animației este dificil să se determine intervalul de timp în care Arphy parcurge 100 m, profesorul ar trebui să transmită acest lucru elevilor. Din Caietul elevului reiese că în calculele de pe tablă se folosește un interval de timp de 100 de secunde. Deci, în acest interval de timp, Arphy parcurge 100 m. Calculele vitezei în fiecare dintre intervale arată că viteza a fost aceeași, așa că Arphy se deplasa într-o mișcare uniformă.

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{100\text{m} - 0\text{m}}{t_{100\text{m}} - t_{0\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s} - 0\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 v &= \frac{200\text{m} - 100\text{m}}{t_{200\text{m}} - t_{100\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{200\text{s} - 100\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 v &= \frac{300\text{m} - 200\text{m}}{t_{300\text{m}} - t_{200\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{300\text{s} - 200\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 v &= \frac{400\text{m} - 300\text{m}}{t_{400\text{m}} - t_{300\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{400\text{s} - 300\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 v &= \frac{500\text{m} - 400\text{m}}{t_{500\text{m}} - t_{400\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{500\text{s} - 400\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} \\
 v &= \frac{600\text{m} - 500\text{m}}{t_{600\text{m}} - t_{500\text{m}}} = \frac{100\text{m}}{600\text{s} - 500\text{s}} = \frac{100\text{m}}{100\text{s}} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}
 \end{aligned}$$

Animația poate fi folosită și pentru a defini viteza medie. Elevii ar trebui să afle și să estimeze cât timp i-a luat lui Arphy să meargă de acasă la școală. De asemenea, ar trebui să determine distanța parcursă. Ar trebui să introducă datele selectate în ecuația pentru viteza medie, să calculeze valoarea și să scrie unitatea de măsură.

Elevii sunt îndemnați să se gândească la mișcarea accelerată printr-o conversație. Îi întrebăm cum s-ar mișca Arphy dacă ar parcurge o distanță mai mare în fiecare interval de timp succesiv. Elevii ajung la concluzia că viteza lui ar trebui să crească. În acest fel, introducem mișcare accelerată. Dacă viteza crește uniform, adică diferența de viteze într-un interval de timp este constantă (= accelerația a este constantă), atunci avem mișcare accelerată uniform. Următoarea animație poate fi folosită și pentru a introduce o mișcare accelerată uniform.



Reprezentarea grafică a mișcării

Folosind exemplele date în acest capitol, elevii își consolidează capacitățile de înțelegere ale unui grafic precum și valorile pe care le pot determina, pe măsură ce ajung să înțeleagă semnificația zonei de sub grafic. La începutul acestui capitol sunt enumerate concepțiile greșite ale elevilor în reprezentarea grafică a mișcării. Acestea sunt destul de comune și, de aceea, merită luate în considerare atunci când se învață trasarea graficelor. Cu exemplele adunate în Caietul elevului, profesorii pot completa exemplele și materialele de bază din manualele clasice de școală elementară. Se recomandă ca profesorii să aleagă acele cazuri care corespund profilului individual al elevilor.

Bibliografie

Bajc, J. idr. (2011). Učni načrt, Fizika: osnovna šola. Ministrstvo za šolstvo in šport; Zavod RS za šolstvo. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_fizika.pdf

Enderstein, L. G. in P. E. Spargo. (1996). Beliefs regarding Force and Motion: A Longitudinal and Cross-Cultural Study of South African School Pupils. *International Journal of Science Education*, 18(4), 479–492. <https://doi.org/10.1080/0950069960180406>

Goldberg, F.M. in Anderson, J.H. (1989). Student difficulties with graphical representations of negative values of velocity. *The Physics Teacher*, 27, 254–260. <https://doi.org/10.1119/1.2342748>

Halloun, I.A. in Hestenes, D. (1985). Common-sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53, 1056–1065.

Hestenes, D., Wells, M. in Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher* 30 (3), 141–158. <http://modeling.asu.edu/R&E/FCI.PDF>

Ioannides, C. in Vosniadou, S. (2002). The Changing Meanings of Force. *Cognitive Science Quarterly* 2 (1), 5–62.

McCloskey, M. (1983). Naive Theories of Motion. V D. Gantier in A. L. Stevens (ur.), *Mental Models* (str.299–324). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

McDermott, L.C., Rosenquist, M.L. in van Zee, E.H. (1987). Student difficulties in connecting graphs and physics: Examples from kinematics. *American Journal of Physics*, 55, 503–513. <https://doi.org/10.1119/1.15104>

Pérez-Lemonche, À., Stewart, J., Drury, B., Henderson, R., Shvonski, A. in Pritchard, D. E. (2019). Mining Students Pre-Instruction Beliefs for Improved Learning. *Proceedings of the Sixth (2019) ACM Conference on Learning @ Scale*, Chicago, IL, USA.

Suppapittayaporn, D., Emarat, N. in Arayathanitkul, K. (2010). The effectiveness of peer instruction and structured inquiry on conceptual understanding of force and motion: a case study from Thailand. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 63–79.

Trowbridge, D.E. in McDermott, L.C. (1980). Investigation of student understanding of the concept of velocity in one dimension. *American Journal of Physics*, 48, 1020–1028.

Trowbridge, D.E. in McDermott, L.C. (1981). Investigation of student understanding of the concept of acceleration in one dimension. American Journal of Physics, 49, 242–253.

Yakhoub, N., Hérold, J.F. in Chatoney, M. (2020). French teacher perceptions of student learning about force: a preliminary study. Research in Science & Technological Education, 1-24. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1779050>



ARPHYMEDES

CAPITOLUL 3

MECANICĂ: DINAMICĂ

Mecanică: Dinamică

Ce este Mecanica: Dinamica?

Mecanica este ramura fizicii care descrie obiectele în mișcare sau în repaus. **Dinamica** este o subramură a mecanicii care descrie mișcarea corpurilor sub influența forțelor și a cuplurilor. În acest capitol, elevii identifică corpurile în repaus și corpurile în mișcare cu ajutorul animațiilor și își aprofundează cunoștințele despre legile lui Newton.

Obiective operaționale (rezultatele învățării)

Elevii vor:

- defini conceptele de corp observat și mediul înconjurător.
- realiza că forțele sunt cauza unei schimbări în mișcarea sau forma unui corp.
- numi forțele după acțiunile provocate corpurilor.
- distinge între forțele care acționează prin contact și forțele care acționează la distanță.
- afla despre unitatea de măsură pentru forță, newton (N).
- afla că forțe de mărime egală care acționează asupra corpului selectat provoacă aceleași efecte.
- stabili dacă forțele care acționează asupra corpului sunt în echilibru.
- încerca să înțeleagă că dacă forțele care acționează asupra corpului sunt în echilibru, corpul este în repaus sau în mișcare uniformă.
- înțelege că forțele de frecare și rezistență a aerului se opun mișcării.
- descrie forța de frecare.
- realiza că corpurile interacționează.
- analiza cazuri și vor face diferența dintre Legea interacțiunii (a 3-a lege a lui Newton) și Legea echilibrului (1-a lege a lui Newton).
- fi familiarizați cu ciocnirile corpurilor și influența masei și vitezei corpurilor asupra efectelor unei coliziuni.

Concepții greșite, comune, ale elevilor

În articolele științifice putem găsi multe studii care expun și identifică concepțiile greșite ale elevilor. Mai jos este un rezumat al concepțiilor greșite ale elevilor care pot fi legate de acest capitol. Lista referințelor reflectă cu acuratețe concepțiile greșite enumerate mai jos. Pentru mai multe detalii și metode de descoperire a concepțiilor greșite, consultați articolele enumerate în referințe.

Datorită concepțiilor greșite elevii adesea

- cred că dacă nu există forță sau există unele forțe exercitate asupra unui obiect, dar rezultanta lor este nulă, obiectul este întotdeauna în repaus.
- cred că o forță constantă dă o viteză constantă.
- cred că forța nu este necesară pentru ca obiectele să cadă, deoarece „întotdeauna vor să coboare”.
- cred că gravitația este un fel de impuls dobândit prin căderea obiectelor.
- cred că mișcarea este imposibilă în absența unui mediu material.
- înțeleg greșit conceptul de forță.
- înțeleg greșit a treia lege a lui Newton.
- cred că forța este o proprietate înăscută a unui obiect, mai degrabă decât o interacțiune între obiecte.
- cred că dacă un obiect este în repaus, nu acționează nicio forță asupra obiectului.

Coperta capitolului



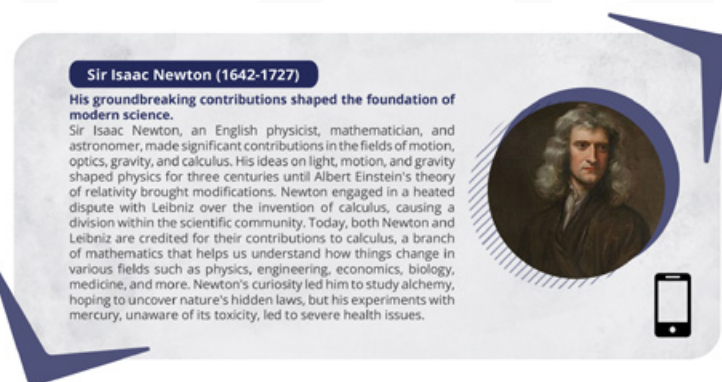
Elevii ar trebui să lege coperta capitolului de Isaac Newton. Anecdota despre căderea mărului care l-a determinat pe Isaac Newton să realizeze că gravitația există, este una dintre cele mai cunoscute anecdote științifice. Se spune că Newton a găzduit acasă un om de știință. După prânz, omul de știință trebuia să meargă în grădină, sub un măr și să bea ceai. Se spune că a fost trezit din gândurile sale adânci de căderea unui măr.

Reflectând la acest lucru, Newton s-a întrebat de ce mărul cădea mereu vertical în jos. Anecdota este inclusă parțial și în prima dintre animații, care poate fi vizualizată la scanarea imaginii cu portretul lui Isaac Newton.

Oameni de știință celebri

Trei oameni de știință sunt menționați în acest capitol, inclusiv **Isaac Newton (1643 - 1727)**, unul dintre cei mai cunoscuți fizicieni ai tuturor timpurilor. Când editorii revistei Physics World i-au întrebat pe fizicienii din întreaga lume care sunt cei cinci fizicieni care au contribuit cel mai mult la dezvoltarea fizicii, rezultatul a arătat că Isaac Newton a ocupat locul al doilea în ceea ce privește numărul de citări, imediat după Albert Einstein (Strnad, 2000).

Viziunea lui Newton asupra lumii și consistența gândirii și scrierilor sale legate de fenomenele naturii au fost extraordinare. A lucrat în toate ramurile fizicii cunoscute în timpul său, cea mai mare contribuție științifică fiind în domeniul mecanicii. El a fost primul din istoria dezvoltării fizicii, care a stabilit prima teorie cu o consistență internă remarcabilă, și care, într-o oarecare măsură este valabilă și astăzi (Strnad, 2003). Toți cei care urmează clasele primare ajung să fie familiarizați cu legile sale. O animație interesantă, care poate fi văzută după scanarea imaginii de mai jos, arată că Newton a recunoscut că o forță (forța gravitațională) trebuie să se manifeste între două corpuri. De asemenea, a realizat că aceeași forță este în joc și atunci când vorbim despre orbitarea în jurul Soarelui și atunci când descriem un măr care cade la pământ.



Pe lângă celebrul Newton, în Caietul elevului sunt prezentați **Christiaan Huygens (1629 - 1695)** și **Gottfried Wilhelm Leibnitz (1646-1716)**. Huygens a fost interesat de astronomie și, prin urmare, a construit un telescop pe baza propriilor idei și un micrometru pentru a măsura unghiurile foarte mici dintre stele. A acordat o atenție deosebită măsurării timpului pentru că era conștient că asta este extrem de importantă în fizică. A inventat ceasul cu pendul și a cerut un brevet pentru el. De asemenea, s-a ocupat de oscilații și pendule. Și-a scris teoremele pe baza măsurărilor sale. A făcut cercetări importante în domeniul ciocnirilor, fiind primul care a explicat ciocnirile elastice și cele neelastice.

Leibnitz s-a certat cu Newton privind cine are întâietate în descoperirea calculului infinitezimal și cine a fost plagiatorul. Societatea Regală din Anglia a format o comisie care prin hotărârea sa, a dat câștig de cauză lui Newton. Disputa dintre susținătorii unei părți și a celeilalte nu s-a potolit pentru mult timp. Astăzi îi onorăm pe amândoi și acceptăm că fiecare și-a făcut munca independent (Strnad, 2003).

Întrebări pentru discuții și lucru cu elevii

- Citiți articolele din Caietul elevului despre viețile și operele lui Huygens și Leibnitz.
- Care este cea mai faimoasă carte scrisă de Isaac Newton?
- Ce este plagiatul?
- Cum sunt citate sursele și ideile altor autori în cercurile științifice?
- Pregătiți o scurtă notă despre lucrările lui Newton, Huygens și Leibnitz și consultați sursele adecvate (literatură).
- Luați un bulgăre de aluat moale și, când ușa este deschisă, aruncați-l astfel încât să ajungă în centrul foii ușii. Ce se întâmplă cu ușa și cu bulgărele de aluat? Cum numim o astfel de coliziune? Ce poți spune despre viteza ușii și bulgărele de aluat înainte și după impact?
- Luați o minge de tenis și, când ușa este deschisă, aruncați-o astfel încât să ajungă în mijlocul foii ușii. Ce se întâmplă cu ușa și cu mingea de tenis? Cum diferă această ciocnire față de cea anterioară? Ce poți spune despre viteza ușii și a mingii înainte și după ciocnire?
- În perechi, investigați ciocnirile dintre diferite mingi (de piscină, din spumă, din cauciuc etc.), schimbați vitezele inițiale, direcția ciocnirilor și observați în ce direcții sar mingile și unde se opresc?

Animații

Primele două animații sunt concepute pentru a-i determina pe elevi să se gândească la modul în care o persoană simte forțele. Ambele experimente pot fi foarte ușor repetate de către elevi. Astfel, ei vor putea reflecta asupra forțelor și senzațiilor produse asupra lor.

Sugestii de lucru în timpul și după vizionarea animației:

- Desenați cu atenție, la scară, forțele care acționează asupra lui Arphy.
- Presupuneți că Arphy are aceeași greutate ca voi.
- Care este suma forțelor care acționează asupra lui Arphy?
- Care lege a lui Newton descrie aceste două cazuri?

În ambele cazuri, profesorul ar trebui să verifice modul în care elevii au desenat forțele. Atât în primul cât și în al doilea caz, există două forțe care echilibrează greutatea (forța normală pe fiecare picior și forțele în mâini).



A treia și a patra animație sunt despre considerarea forțelor care acționează asupra lui Arphy și care provin de la o altă persoană. Cineva acționează asupra lui Arphy împingându-l deoparte. În următorul caz, cineva îl trage pe Arphy de braț.

Sugestii de lucru în timpul și după vizionarea animației:

- *Urmărește animația și desenează forțele care acționează asupra lui Arphy din imagine.*
- *Comparați forțele verticale în cele două cazuri precedente și în aceste două cazuri. Ce observi? De ce se întâmplă așa?*

Elevii pot observa că Arphy stă doar pe un picior în aceste două exemple. Deci, forța verticală pe picior este de 2 ori mai mare decât în cazurile anterioare când Arphy stătea pe ambele picioare.

- *Care este rezultanta tuturor forțelor în fiecare caz?*
- *De ce se mișcă Arphy și de ce cade?*
- *Care lege a lui Newton descrie aceste două cazuri?*



Elevii ar trebui să urmărească a cincea animație ca să-și consolideze cunoștințele despre primul exemplu. Când suprafața pe care se rostogolește mingea se schimbă, este necesar să se introducă conceptul de frecare și efectele frecării asupra mișcării mingii. Pentru a rezuma, mingea se poate rostogoli din cauza forței de frecare dintre minge și sol (altfel ar aluneca). În același timp, se oprește și din cauza frecării. În această poveste, nici măcar nu putem evita rezistența aerului care încetinește mingea în aer și pe sol, cu excepția faptului că influența sa este mult mai mică decât influența frecării.



Cu următoarea animație, elevii vor afla despre proprietățile ciocnirilor. În acest moment, profesorul și elevii discută despre caracteristicile ciocnirilor elastice și neelastice, precum și ale ciocnirilor semi-elastice, precum cel prezentat în animație. Este o ciocnire (coliziune) între două vehicule de dimensiuni diferite.

Sugestii de lucru în timpul și după vizionarea animației:

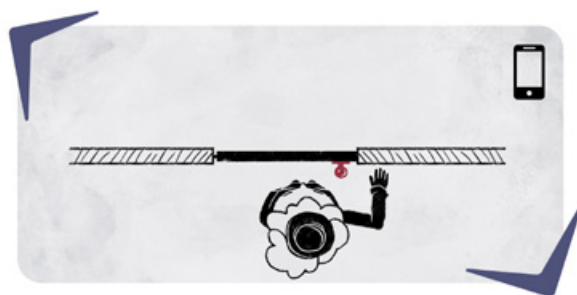
- *Elevii pot explora o situație similară cu un experiment în clasă. Deja, în secțiunea despre oameni de știință celebri, a fost exprimată ideea că elevii ar trebui să investigheze ciocnirile dintre diferite sfere. Odată cu urmărirea animației, este rezonabil de a compara ciocnirea a două bile de dimensiuni diferite făcute din același material cu ciocnirea din animație. În experimentul propriu, elevii pot aproxima animația folosind două jucării, mașini mici. Rugați elevii să compare rezultatele experimentului cu animația.*

Ei pot descoperi că în animație și în experimentul cu jucării, ciocnirea nu este complet elastică.

- *Folosind jucării sau mingi, cereți elevilor să investigheze în continuare efectele vitezei asupra rezultatelor ciocnirilor. De asemenea, influența masei vehiculelor la aceleași viteze asupra efectelor ciocnirilor. Ei pot observa cât de departe sunt vehiculele de punctul de impact după ciocnire.*



Ultima animație din acest capitol „deschide ușa” către domeniul ce tratează forțele și momentele de rotație (cupluri). Folosind un exemplu practic, simplu, elevii pot vedea că este dificil să împingi sau să tragi ușa atunci când „brațul forței” este scurt, și invers. Ei își dau seama rapid că mânerul este plasat la marginea ușii dintr-un motiv foarte simplu și clar: cu cât „brațul forței” este mare, cu atât este mai ușor să deschizi sau să închizi ușa.



Echilibrul de forțe și cupluri este de obicei discutat folosind exemplul unui balansoar sau al unei pârnghii, care este menționat pe pagina de copertă a capitolului Lucru mecanic, putere și energie.

Bibliografie

Bajc, J. (2009). Učni načrt, Fizika: osnovna šola. Ministrstvo za šolstvo in šport; Zavod RS za šolstvo. http://www.mss.gov.si/fileadmin/mss.gov.si/pageuploads/podrocje/os/devetletka/predmeti_obvezni/Fizika_obvezni.pdf

Brown, D. E. (1989). Students' Concept of Force: The Importance of Understanding Newton's Third Law. *Physics Education* 24(6), 353–358.

Elwan, A. (2007). "Misconception in Physics". *Journal of Arabization, the Arab Centre for Arabization, Translation, Authorship and Publication, Damascus*, 33, 77-103

Enderstein, L. G. in P. E. Spargo. (1996). Beliefs regarding Force and Motion: A Longitudinal and Cross-Cultural Study of South African School Pupils. *International Journal of Science Education*, 18(4), 479–492. <https://doi.org/10.1080/0950069960180406>

Halloun, I.A. in Hestenes, D. (1985). Common-sense concepts about motion. *American Journal of Physics*, 53, 1056–1065.

Hestenes, D., Wells, M. in Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory. *The Physics Teacher* 30 (3), 141–158. <http://modeling.asu.edu/R&E/FCI.PDF>

Ioannides, C. in Vosniadou, S. (2002). The Changing Meanings of Force. *Cognitive Science Quarterly* 2 (1), 5–62.

Laue, M. von. (1983). *Kratka zgodovina fizike. Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS.*

McCloskey, M. (1983). Naive Theories of Motion. V D. Gantier in A. L. Stevens (ur.), *Mental Models* (str.299–324). Mahwah,NJ: LawrenceErlbaumAssociates.

Strnad, J. Razvoj fizike (The Development of Physics), DZS, 2003

Strnad, J. Zgodbje iz fizike (Stories from physics), Slovenska matica, 1990.

Strnad, J. Fiziki (Physicists), Mordijan, 2000.

Suppapittayaporn, D., Emarat, N. in Arayathanitkul, K. (2010). The effectiveness of peer instruction and structured inquiry on conceptual understanding of force and motion: a case study from Thailand. *Research in Science & Technological Education*, 28(1), 63–79.

Yakhoub, N., Hérold, J.F. in Chatoney, M. (2020). French teacher perceptions of student learning about force: a preliminary study. Research in Science & Technological Education, 1-24. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1779050>



ARPHYMEDES

CAPITOLUL 4

MECANICA FLUIDELOR



MECANICA FLUIDELOR

Ce este Mecanica fluidelor

Fluidele sunt împărțite în lichide și gaze, care pot avea diferite stări ale materiei și pot lua diferite forme. Ele curg din cauza diferențelor de presiune. Gazele sunt depozitate în recipiente închise deoarece ocupă tot spațiul disponibil. Gazele sunt mai compresibile decât lichidele. Mecanica fluidelor este o ramură specială a științei care descrie proprietățile fluidelor atunci când sunt în repaus și răspunsurile fluidelor atunci când diferite forțe acționează asupra lor. Proprietățile fluidelor în mișcare sunt descrise de o ramură a științei numită dinamica fluidelor.

Obiective operaționale (rezultate ale învățării)

În capitolul Mecanica fluidelor, elevii vor învăța despre proprietățile fluidelor, hidrostatică și presiunea hidrostatică. Vor găsi detalii despre principiul lui Arhimede și vor discuta de ce unele obiecte plutesc și unele se scufundă. Elevii vor avea ocazia să dobândească cunoștințe și să înțeleagă fenomenele fizice, ideile, terminologia, principiile și conceptele acestui domeniu. Ei ar trebui să înțeleagă că, conceptele științifice au trecut printr-o dezvoltare graduală care s-a datorat evoluției științei de-a lungul istoriei. În acest capitol sunt prezentate descoperirile importante ale unor oameni de știință cheie precum **Pascal**, **Pitagora**, **Arhimede** sau **Torricelli**. Elevii vor fi capabili să folosească cunoștințele dobândite pentru rezolvarea problemelor care presupun interpretarea datelor, descrierea fenomenelor cotidiene și utilizarea ecuațiilor pentru calculul valorilor concrete.

Elevii ar trebui să fie capabili

- să înțeleagă că fluidele curg.
- să înțeleagă termenul de compresibilitate și să-l aplice în experimente din viața de zi cu zi.
- să dezvolte capacitatea de înțelegere a termenului de vâscozitate și a dependenței de temperatură a vâscozității prin „testarea vâscozității lichidelor”.
- să-l recunoască pe Blaise Pascal ca având un aport mare la dezvoltarea științei.
- să înțeleagă legea lui Pascal.
- să utilizeze ecuația $\text{Presiunea} = \text{Forță}/\text{Arie}$ și să descrie situațiile în care presiunea este invers proporțională cu suprafața.
- să menționeze că Pascalul (N/m^2) este unitatea de măsură standard pentru presiune.
- să înțeleagă principiul cricului hidraulic prin experimentul cu două seringi de dimensiuni diferite.
- să utilizeze ecuația de bază pentru presiune ($\text{Presiunea} = \text{Forță}/\text{Arie}$) și lucrul mecanic ($W = F \cdot s$) în exemplul cu cricul hidraulic.
- să facă legătura dintre presiunea sub suprafața lichidului cu adâncimea

- și cu densitatea și să utilizeze ecuația $\text{Presiunea} = \text{înlățimea verticală} \times \text{densitatea} \times \text{acelerația gravitațională}$.
- să aplice și facă legătura dintre ecuație și cunoscutul experiment al lui Pascal cu butoiul și tubul lung.
- să explice paradoxul hidrostatic.
- să înțeleagă efectul de sifonare și să-l recunoască în exemplul cu cupa lui Pitagora (cupa lăcomiei).
- să facă legătura între presiunea atmosferică și presiunea hidrostatică.
- să înțeleagă că atmosfera exercită o presiune și că aceasta scade odată cu creșterea înălțimii deasupra suprafeței Pământului.
- să înțeleagă termenul de diferență de presiune.
- să efectueze experimentele privind diferența de presiune și găsească legături cu situații din viața de zi cu zi.
- să interpreteze principiul lui Arhimede.
- să folosească principiul lui Arhimede pentru a explica un exemplu sau o situație specifică.
- să interpreteze conceptul de flotabilitate.
- să explice modul în care diverși factori determină forța de plutire.



Coperta capitolului

Coperta capitolului îl prezintă pe personajul principal Arphy, așezat într-o cadă, purtând o coroană pe cap (Figura 1)

Figura 1: Coperta capitolului Mecanica Fluidelor.

Figura face aluzie la celebra situație anecdotică despre Arhimede, care, în timp ce se scălda într-o cadă, se spune că ar fi fost inspirat cum să rezolve problema veridicității componentei

unei coroane. Regele a întrebat dacă coroana lui era într-adevăr făcută din aur pur sau dacă aurarul l-a păcălit adăugând un alt metal la fabricarea coroanei. Elevii pot fi încurajați să reflecteze la Arhimede și realizările sale în timpul discuției. Mai jos sunt câteva sugestii de întrebări care pot fi folosite pentru a ghida discuția..

*De ce anume îți amintește poza? Ce ai pune într-o cadă?
Cine a rostit celebra exclamație „Eureka”?*

Ce spune povestea, ce a descoperit Arhimede în timp ce făcea baie? Ați auzit de flotabilitate? Dacă da, cum ați descrie-o?

De ce se varsă apa peste marginea căzii când Arphy intră într-o cadă plină cu apă? Cum ar trebui să fie poziționat Arphy în cadă pentru a scoate cât mai multă apă din ea? Ce vă puteți imagina că înseamnă titlul Mecanica fluidelor? Ce este mecanica? Cu ce diviziuni de substanțe sunteți familiarizat? Ce sunt fluidele? Enumerați câteva exemple de lichide.

Oameni de știință celebri

Introducerea prezintă trei figuri istorice, care au adus contribuții importante la înțelegerea mecanicii și a fluidelor: **Blaise Pascal**, **Arhimede** și **Daniel Bernoulli**.

Ar rămâne aceeași ordinea a persoanelor enumerate dacă ar fi enumerate cronologic? În ce ordine ar trebui aranjate?

Care dintre ei a trăit cel mai mult? Căutați online oameni celebri care au trăit în aceeași perioadă cu Pascal, Arhimede și Bernoulli.

Citiți biografii scurte ale unor oameni de știință și pregătiți un joc de rol care să descrie viața și munca omului de știință selectat.

Găsiți (online) informații suplimentare interesante despre perioadă, îmbrăcăminte, gadgeturi și multe altele.

Ce altceva a mai explorat Arhimede?

Arhimede (287-212 î.Hr.) din Siracuza Sicilia, a rezumat, editat și extins cunoștințele despre statică în timpul său. A fost un matematician și fizician foarte important al lumii antice. A lucrat la Alexandria. Va fi discutat, de asemenea, în capitolul în care analizăm lucrul cu instrumente. Teorema lui Arhimede despre pârghii spune că o pârghie simetrică și încărcată simetric este în echilibru, iar o forță egală cu greutatea totală a tuturor încărcăturilor este aplicată vertical în sus pe ax. Apoi, el a combinat asimetric încărcăturile, de pe o parte și de cealaltă parte și a repositionat ancorele în consecință. A utilizat conceptul de centru de greutate. Această cercetare l-a determinat pe Arhimede să spună: „Dați-mi un punct de sprijin și voi ridica Pământul” (Strnad, 2003). Capitolul „Lucru mecanic, putere și energie” are o copertă care sugerează exact această idee (Figura 2).

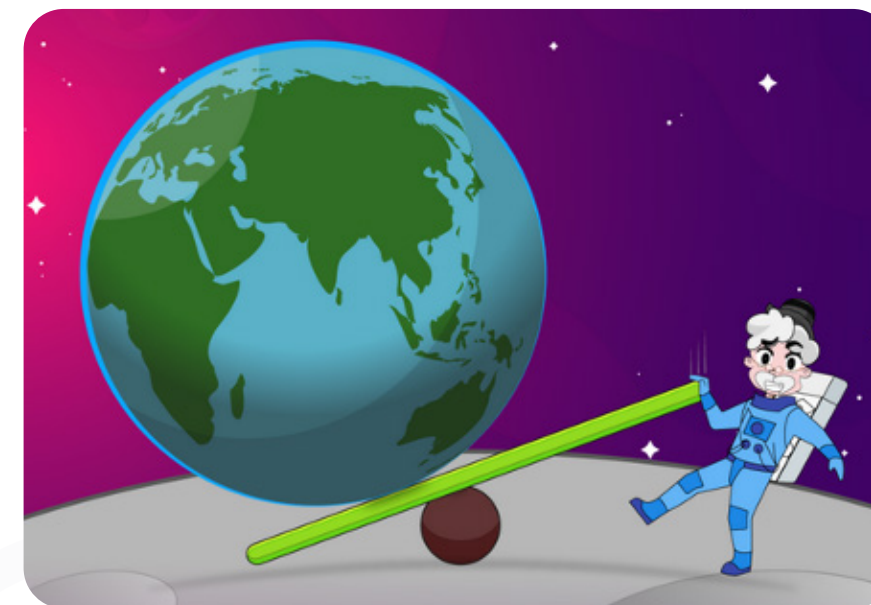


Figura 2: „Dați-mi un punct fix și voi ridica Pământul”. Coperta capitolului Lucru mecanic, putere, energie.

Coperta acestui capitol include o coroană, care deschide povestea regelui Hieron, despre care se spune că și-ar fi comandat o coroană de aur. A avut bănuiala că aurarul îl înșelase. Se spune că Arhimede și-a dat seama cum să verifice suspiciunea. Povestea relatează că a cântărit coroana și a pregătit o bucată de aur de aceeași greutate și o altă bucată de argint de aceeași greutate. Apoi a măsurat volumul coroanei scufundând-o într-o găleată plină cu apă și determinând volumul apei vărsate care curgea din găleată. Volumul de apă, dislocat de coroană, trebuia să fie egal cu volumul de apă dislocat de aur, dacă coroana ar fi fost făcută din aur pur. Dar s-a dovedit că volumul coroanei era mai mare decât volumul aurului și mai mic decât volumul argintului. S-a presupus că aurarul a adăugat argint la aur. Arhimede a introdus astfel conceptele de volum specific și greutate specifică și a dat modalitatea de măsurare a acestora.

Arhimede a formulat și legea flotabilității (a stării de plutire). Arhimede nu a scris despre dispozitivele pe care le-a construit. A făcut un șurub de apă pentru a ridica apa (Figura 3), urmând exemplul egiptean. A realizat dispozitive de aruncare a proiectilelor (numite foc grecesc) pe baza unei pârghii și și-a câștigat încrederea concetățenilor săi atunci când folosea pârghii pentru a deplasa o navă, deși nimeni nu a crezut până atunci că este posibil.

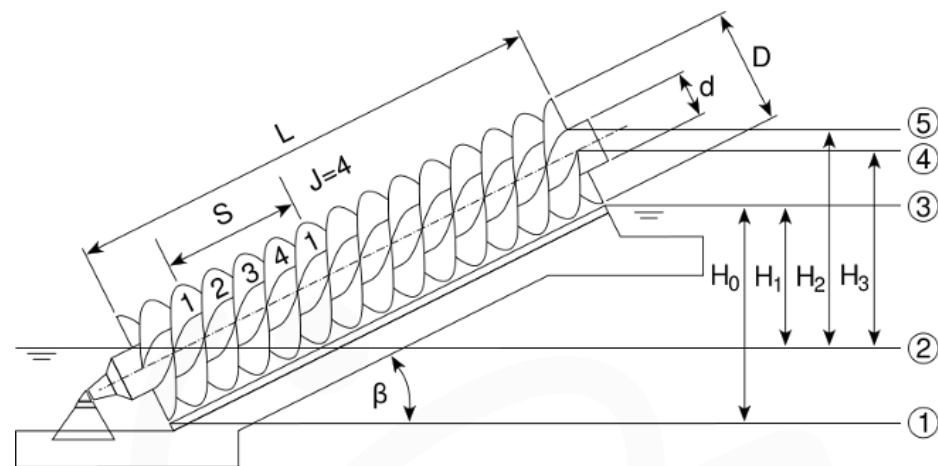


Figura 3: Șurubul lui Arhimede a fost folosit pentru ridicarea apei. Când șurubul este rotit, apa curge în sus. (Sursa figurii: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Archimedische_Schraube_komplett.svg)

Blaise Pascal (1623-1662) a fost primul care a explicat că presiunea exercitată oriunde asupra unui fluid dintr-un recipient închis este transmisă nediminuată prin fluid și este orientată perpendicular pe toți pereții. El a investigat modul în care presiunea într-un fluid staționar crește odată cu creșterea adâncimii și a descoperit că relația este liniară. Pe baza teoremei, el a conceput o presă lichid-lichid.

Daniel Bernoulli (1700-1782) a fost fondatorul fizicii matematice. A lucrat intens asupra comportamentului gazelor și a curgerii lichidelor, printre altele. El a descoperit ecuația Bernoulli, care se aplică pentru o curgere staționară a unui fluid nevâscos și incompresibil și stabilește legătura dintre două puncte aflate pe o linie de curgere. Ecuația descrie legea conform căreia, pe măsură ce viteza curgerii fluidului crește pe direcția orizontală, presiunea scade (Strnad, 2003).

Experimente

Elevii ar trebui să efectueze experimentele în mod independent sau să privească profesorul în timp ce acesta le face în fața lor. Declanșatoarele și clipurile sau animațiile însoțitoare ar trebui folosite în locul unei descrieri a întregii proceduri. Elevii ar trebui să urmărească clipul, să noteze instrumentele de care vor avea nevoie, să deseneze o schiță a experimentului și apoi (dacă instrumentele permit) să efectueze experimentul în mod independent. În practică, acest tip de muncă ar trebui să economisească ceva timp, oferind instrucțiuni pentru experiment, pregătind fișe de lucru etc. La fiecare masă de lucru sunt pregătite fișe și imagini cu „declanșatoarele AR”. Elevii pot face descrieri, să dea explicații, să deseneze schițe și pot scrie întrebări în caietul de lucru. Alternativ, o pot face în caietele lor. Este de preferat ca elevul să păstreze structura procedurii experimentului după cum urmează:

- Notează titlul experimentului.
- Desenează o schiță a experimentului.
- Notează accesoriile.
- Descrie ceea ce observă.
- Înregistrează constatările și rezultatele.
- Evaluează rezultatele într-un mod semnificativ.

Primele experimente arată elevilor proprietățile fluidelor (fluidele pot curge, gazele ocupă întreg spațiu disponibil, lichidele formează suprafețe, compresibilitatea diferă între gaze, comparație între lichide și solide, vâscozitatea fluidelor).

Din următoarele experimente elevii își dau seama că gazul poate fi turnat dintr-un pahar în altul. De asemenea, ei pot „vedea” că gazele ocupă spațiul (sticlă) și ar putea fi inflamabile.

Tabelul de mai jos (Tabelul 1) prezintă lista de experimente/animații așa cum apar în acest capitol. Poate fi util pentru profesor în organizarea lecțiilor, deoarece sunt menționate accesorii și echipamente necesare pentru desfășurarea lucrării experimentale, așa cum este descrisă de videoclipul din spatele figurilor „declanșatoare”, enumerate în tabel

Tabelul 1: Lista imaginilor de declanșare din capitolul Mecanica fluidelor cu accesorii pentru efectuarea experimentelor

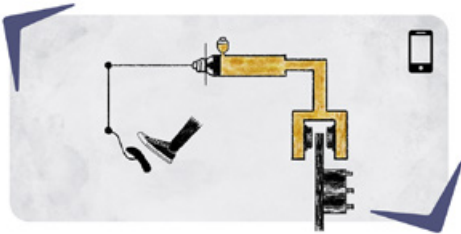
O scurtă descriere a experimentului sau a animației	Figura declanșatoare	Accesorii
Experiment Gazele pot curge		Borcane, spray, chibrituri, carton
Experiment Compresibilitatea aerului și a apei		Siringă umplută cu apă/aer

Experiment Stingerea unei lumânări folosind dioxid de carbon.

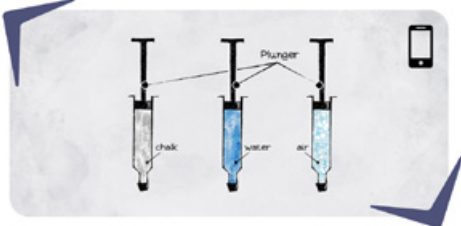


Pahare transparente, tableta efervescentă (oțet, bicarbonat de sodiu), apa, lumânare.

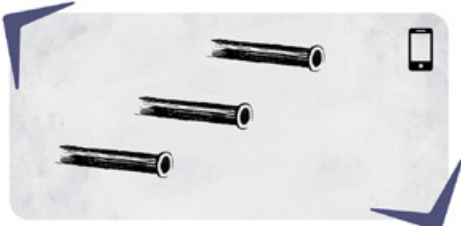
Animație demonstrativă a modului în care funcționează frânele unui automobil.



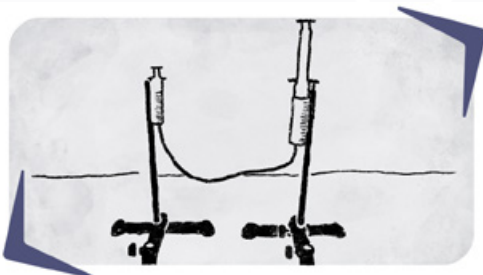
Animație: Compresibilitatea cretei, apei și aerului.



Animație: Vâscozitatea apei, uleiului și mierii



Experiment: Compararea forțelor la pistoanele unei seringi mici și a unei seringi mari.



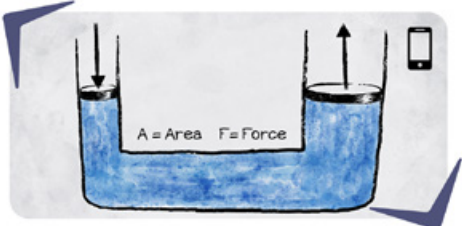
2 seringi de diferite capacități umplute cu apă, suporturi, furtun de interconectare

Experiment „Ariciul lui Pascal”: Forțele acționează perpendicular pe suprafață. Jeturile care ies sunt perpendiculare pe suprafața sferei de plastic sau a balonului.

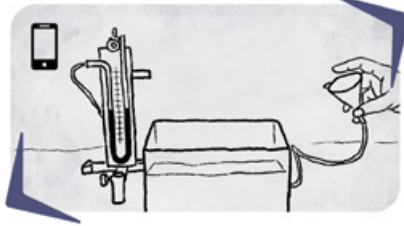


O sferă de plastic sau un balon perforat, o seringă mare (poate fi o jucărie pentru împrăscat apa)

Animație: Principiul din spatele cricului hidrolic.

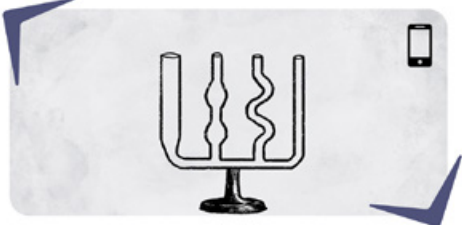


Experiment: Presiunea hidrostatică este aceeași în toate direcțiile la aceeași adâncime.

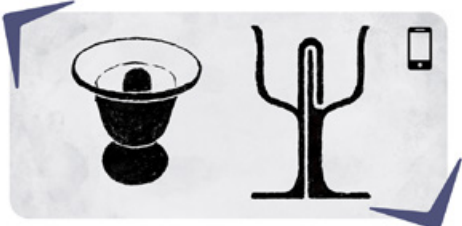


Manometru sau tub în formă de U, apă colorată, tub de plastic, pâlnie, balon

Animație: Prezentarea principiului vaselor comunicante



Animație: Cum funcționează Cupa dreptății?



Experiment:
O diferență între presiunea aerului și presiunea din cutie zdrobește cutia



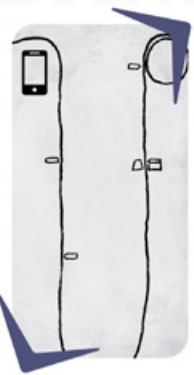
O cutie goală, apă rece (cu gheață), clește pentru ținere, o doză fierbinte, un arzător cu gaz, brichete

Experiment:
Măsurarea masei de aer.



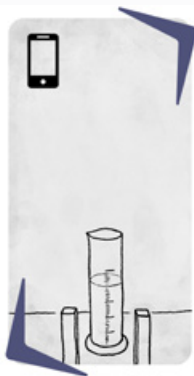
Balon din plastic cu supapă de reținere, pompă de aer, cântar

Experiment:
Modificarea înălțimii coloanei de apă prin suflare sau aspirare.



Tub lung (mai lung de 2 metri), suport sau placă pentru fixarea tubului în formă de U

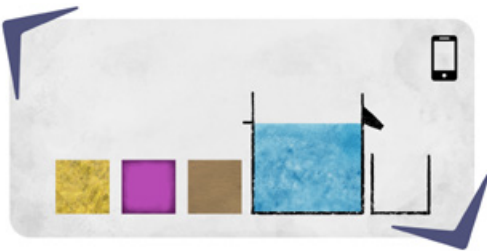
Experiment:
Densitatea unui obiect nu influențează flotabilitatea



Cilindru de măsurare umplut cu apă și 2 cuburi cu același volum, din materiale diferite (densități diferite)

Măsurarea forței de plutire arată același rezultat atunci când cuburile sunt scufundate în aceeași măsură

Animatie „Principiul lui Arhimede” Principiul: forța de plutire ce acționează în sus este forța exercitată asupra unui corp scufundat total sau parțial într-un fluid și este egală cu greutatea fluidului pe care corpul îl dislocă.

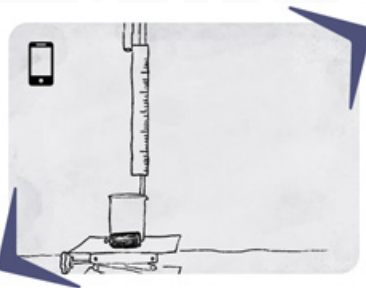


Experiment:
Cantitatea de apă nu influențează forța de plutire a unui corp scufundat în apă.



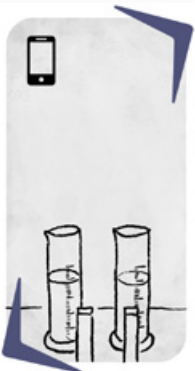
Un pahar, obiectul, un dinamometru

Experiment:
Demonstrarea „găleții lui Arhimede”.



Găleata lui Arhimede

Experiment:
Densitatea lichidului în care obiectul este scufundat, influențează flotabilitatea.



2 cilindri gradați, unul cu apă normală și unul cu apă sărată, 2 cuburi identice (același volum) făcute din două substanțe diferite (cu densități diferite)

Pentru experiment este de ajuns un cub. In video sunt folosite două cuburi pentru a repeta experimentul.

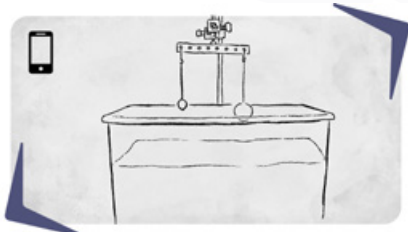
Experiment:
Forța de plutire
depinde de volumul
scufundat și nu
depinde de masa
unui obiect



O bucată de
plastilină modelată
sub forma unui cub
și apoi transformată
într-o sferă, balanță
cu arc, cilindru de
măsurare, apă.

Folosiți același lichid
și scufundați obiecte
din același material și
volum (plastilină).

Experiment:
Forța de plutire
depinde de volumul
scufundat și nu
depinde de masa
obiectului.



Sfere cu aceeași
masă dar de volume
diferite, balanță,
sfoară, vas mare cu
apă

Profesorul trebuie să fie autonom în alegerea experimentelor/animațiilor și a ordinii acestora. Cadrul teoretic, ideile și sugestiile pentru fiecare experiment/animație sunt prezentate mai jos cu comentarii.

Primul set de experimente arată proprietățile lichidelor (lichidele curg, gazele ocupă tot spațiul disponibil, lichidele formează o suprafață, compresibilitatea lichidelor și gazelor este foarte diferită, vâscozitatea lichidelor este diferită). Efectuând experimentele enumerate în primul set, elevii învață că gazele pot curge. Se poate vedea că un gaz ocupă întregul spațiu disponibil, iar unele gaze sunt, de asemenea, inflamabile..

1. Set de experimente: gazele pot curge și pot fi comprimate

Gazele sunt clasificate ca fluide. Mai multe experimente diferite pot fi folosite pentru a demonstra curgerea gazelor. Cel mai cunoscut experiment este cu siguranță cel ce presupune stingerea unei lumânări folosind CO₂. Se toarnă puțină apă într-un pahar și se adaugă o tabletă efervescentă. Borcanul poate fi acoperit, dar experimentul reușește chiar dacă nu este. Când tableta efervescentă se dizolvă, se eliberează CO₂ sub formă de gaz, care are o densitate mai mare decât densitatea medie a aerului, deci CO₂ rămâne în borcan. Dacă borcanul este înclinat cu grijă, gazul este turnat într-un alt borcan. Din al doilea borcan, CO₂ este turnat înapoi peste lumânarea aprinsă, care se stinge. Reaprindeți lumânarea și turnați conținutul celui de-al 3-lea borcan peste lumânare.

* Efectuați un experiment în același mod folosind oțet în loc de apă și bicarbonat de sodiu în loc de tableta efervescentă. Alternativ, utilizați apă și un amestec de bicarbonat de sodiu și suc de lămâie.

Constatări:

Discutați și rezumați constatările cu elevii. Acestea pot fi oferite cu câteva întrebări de ghidare.

Dizolvarea tabletei efervescente produce dioxid de carbon gazos (CO₂).

De unde știi că ai transferat CO₂ din primul în al doilea pahar? Ce s-a întâmplat când ai turnat dioxid de carbon din al doilea borcan peste lumânarea aprinsă?

De ce s-a stins lumânarea?

Ce poți spune despre densitatea dioxidului de carbon în comparație cu densitatea aerului?

Cum ai putea arăta că ai turnat CO₂ în al doilea borcan?

Ce s-a întâmplat când ai turnat conținutul celui de-al 3-lea pahar peste lumânare?

Caietul elevului prezintă un experiment pe această temă, în care un gaz combustibil dintr-un recipient sub presiune (spray) este pulverizat în primul borcan. După ce gazul a fost turnat din primul borcan în celelalte două borcane, se poate folosi un chibrit aprins pentru a verifica dacă gazul este prezent și în celelalte două borcane, după ce a fost turnat în primul borcan.



Recomandări pentru profesori:

Experimentul poate fi efectuat într-o sală de clasă, dar trebuie luate măsuri de siguranță deoarece se lucrează cu un gaz inflamabil. Este important să nu inhalați gazul și să nu umpleți prea mult primul borcan. Purtați ochelari de protecție și mănuși.

Activitatea trebuie controlată corespunzător în timpul experimentului. Discutați cu elevii rezultatul experimentului și constatările. Este important să încurajăm elevii să reflecteze la următoarele:

- indicatori pentru prezența gazului în borcan;
- consecințele prezenței gazului într-un spațiu închis mic;
- pericolele existente.

Când se realizează experimentul, ar trebui să se justifice afirmația că gazele curg.

Elevii trebuie să se gândească la consecințele gazelor periculoase și inflamabile din viața de zi cu zi.

Ne putem referi la scurgeri de gaze combustibile, de uz casnic și putem încuraja elevii să caute online sfaturi despre cum să folosească gazul natural în siguranță (<https://www.petrol.si/znanje-in-podpora/2019/clanki/nasveti-za-varno-uporabo-zemeljskega-plina.html>)



Imagine sursă: <https://www.hippopx.com/en/gas-flames-stove-burner-fire-blue-light-69135>



Compresibilitatea este o proprietate pe care elevii o testează atunci când folosesc seringă. Scopul experimentului cu seringă este ca elevii să observe diferența dintre compresibilitatea apei și a aerului. Întrebarea din Caietul elevului sugerează posibilitatea ca, chiar și cu apă, elevii să observe că au reușit parțial să împingă pistonul seringii. Rolul (sarcina) profesorului este de a explica elevilor motivele. Apa este un lichid incompresibil, care poate să nu fie evident din experiment, de aceea este necesară o observare atentă a conținutului din seringă. Dacă ar fi fost o bulă de aer, elevii ar putea să comprime

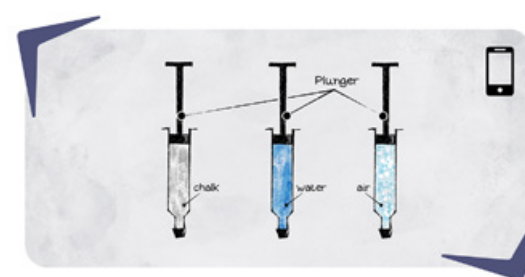
aerul (din bula de aer), dar nu și apa.

Provocare pentru elevi: Cum umpleți o seringă cu apă, astfel încât să nu fie aer în ea?

Imaginea declanșatorului arată că poziția seringii trebuie să fie, după umplere, verticală. În această poziție, bula plutește spre capătul superior de ieșire a seringii. Cu o ușoară apăsare a pistonului, bula este eliminată din seringă, asigurându-vă că la sfârșit aceasta este umplută doar cu apă.

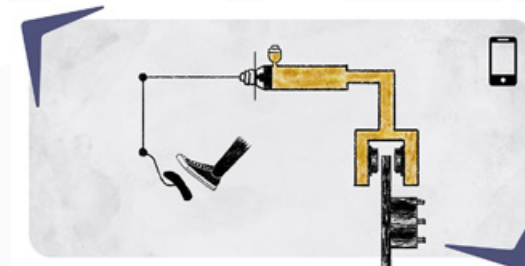
Fapt interesant: elevii pot observa un comportament similar la medic. Înainte de a face o injecție (vaccinare), medicul elimină aerul din seringă în poziție verticală și se poate vedea un jet de lichid. Aceasta este dovada că aerul nu mai este în seringă.

În animația următoare, elevii compară compresibilitatea unui solid, a unui lichid și a unui gaz.



plină cu apă poate fi comprimată puțin, aceasta este datorită unei cantități mici de aer care a intrat în seringă atunci când s-a scos apa din ea.

Discutați cu elevii exemplele din viața de zi cu zi. Când vine vorba de transportul de solide, lichide și gaze, putem vedea rapid că compresibilitatea gazelor este foarte utilă. În timpul depozitării și transportului, gazele sunt comprimate în butelii. Un exemplu a fost realizat în primul experiment (spray, butelii de gaz natural).

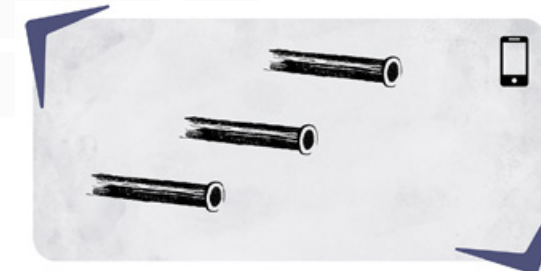


În animația următoare, elevii pot obține o perspectivă asupra modului în care funcționează un sistem de frânare, în care sunt prezente două fluide, și anume gaz și lichid, care au compresibilitate diferită. Elevii ar trebui să urmărească animația și să citească explicația. Dacă nu înțeleg,

ar trebui să se adreseze profesorului care îi va îndruma să se gândească din nou la compresibilitatea apei și a aerului dintr-o seringă.

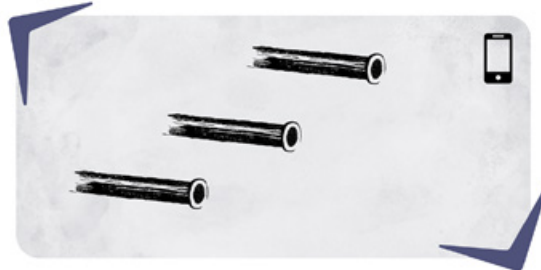
Vâscozitatea este o proprietate pe care elevii o pot determina, alături de compresibilitate. Din experiența de viață ei știu că unele lichide „curg” mai ușor decât altele.

Este de remarcat faptul că elevii asociază adesea vâscozitatea cu densitatea. Este sarcina profesorului să facă o distincție clară între cele două concepte. Elevii ar trebui să urmărească o animație cu lichide care curg, unde profesorul explică că lichidele cu vâscozitate scăzută curg mai ușor.



Animația este în limba engleză și poate fi folosită pentru a învăța termenii tehnici. Profesorul poate decide să creeze un glosar de termeni pe care elevii să-l completeze pe măsură ce termină activitatea. Astfel, ei extind posibilitățile de a căuta informații online și într-o limbă străină.

Când învață despre proprietățile lichidelor, este important ca, în plus față de urmărirea animației, elevii să experimenteze. În manual, există un exemplu în care mărimea vâscozității este dedusă din cât de repede cad bilele în diferite lichide. Cu cât bilele cad mai repede, cu atât vâscozitatea este mai mică și invers.



Cilindrii sunt umpluți la aceeași înălțime cu apă, ulei și glicerină. Acum comparăm vâscozitatea diferitelor lichide și găsim un parametru important de care depinde vâscozitatea. Vom compara timpul necesar ca obiectul din marmură să cadă și să ajungă la fundul cilindrilor. Pentru cilindrul cu apă, cu greu se poate măsura timpul, dar pentru glicerină putem face măsurarea destul de ușor. Adunați măsurătorile într-un tabel. Din măsurători putem deduce că atunci când timpul măsurat este mai scurt, vâscozitatea este mai mică.

Imagine sursă: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Honey-PNG-Image-83961.png>

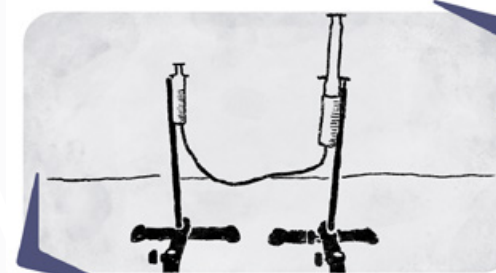
observa că devine mai fluidă.

Vâscozitatea depinde de temperatură. Putem arăta acest lucru și cu un alt experiment. Folosim același echipament și aceeași configurație ca înainte, cu excepția faptului că încălzim toate lichidele selectate și le măsurăm temperatura. Vom observa că timpul măsurat de cădere în toate cele trei lichide este mai scurt dacă lichidele au o temperatură mai mare. Rezultatele vor fi mai de încredere dacă măsurătorile sunt efectuate de mai multe ori în fiecare lichid, la o anumită temperatură (de exemplu, de trei ori) și apoi se calculează timpul mediu de cădere.

2. Set de experimente: hidrostatica – legea lui Pascal

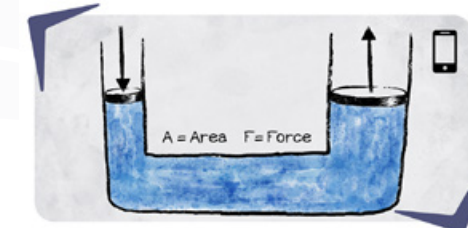
Atunci când presiunea din lichid se modifică, se schimbă și forțele, care acționează perpendicular pe pereții vasului. Acțiunea unei forțe externe asupra peretelui recipientului de lichid determină o creștere a presiunii în lichid, care este transmisă uniform în tot lichidul. Acest lucru poate fi demonstrat prin umflarea balonului, deoarece umflarea uniformă poate fi observată în toate direcțiile.

Totuși, principiul transmiterii presiunii fluidului dat de **Blaise Pascal** susține că o schimbare a presiunii în orice punct dintr-un fluid incompresibil închis este transmisă prin fluid, astfel încât aceeași schimbare are loc peste tot. Legea lui Pascal poate fi demonstrată printr-un experiment în care o sferă sau un balon perforat este plasat la capătul unei seringi pline cu apă. Când seringă este apăsată, din balonul perforat ies jeturi de apă. Jeturile de apă sunt perpendiculare pe suprafață și sunt direcționate în toate direcțiile.



Rugați elevii să urmărească clipul și apoi să caute online clipuri sau animații care arată același fenomen. Puneți-i să găsească unul care este mai descriptiv decât clipul pe care l-au vizionat. Dacă nu găsesc unul, arătați elevilor animația din spatele declanșatorului din figura din dreapta. Fenomenul este cunoscut sub numele de „Ariciul lui Pascal”.

Să aplicăm ceea ce am învățat la exemplul bine cunoscut cu două seringi. Seringile diferă ca diametru. Sunt conectate printr-un tub și parțial umplute cu apă.



Este important ca fiecare elev să încerce să varieze presiunea pistonului asupra uneia dintre seringi, simțind în același timp efectul pe cealaltă seringă. Sentimentele proprii despre acest experiment sunt extrem de importante înainte de a-l folosi într-o competiție, așa cum se sugerează în Caietul elevului.

Caracteristicile presiunii în lichide sunt utilizate în mod avantajos în dispozitivele hidraulice și pneumatice. Un exemplu este cricul hidraulic format din două pistoane de diametre diferite.

Presiunea (care este raportul dintre forță și suprafață $p=F/S$) în general poate fi frumos ilustrată cu exemple din viața de zi cu zi. De exemplu, când încercați să spargeți două nuci în mâini, este posibil să spargeți coaja nucilor deoarece forța este mare, iar suprafața de contact este mică. În acest caz, presiunea este mare. Când o persoană poartă pantofi cu toc înalt, presiunea la contactul dintre pantof și sol este mult mai mare decât atunci când o persoană poartă un pantof cu talpă plată. Cunoașterea și înțelegere acestui lucru este cheia pentru înțelegerea relațiilor forță-suprafață în cazul unui cric hidraulic.

Pistoanele sunt conectate printr-un tub umplut cu fluid. Apăsarea pe pistonul mai mic provoacă o creștere a presiunii sub acesta și este transmisă întregului fluid. Când presiunile sunt egale, asupra pistonului mai mare acționează o forță mai mare. Forța crește proporțional cu secțiunile transversale ale pistoanelor. Elevii pot dezvolta înțelegerea fenomenelor de mai sus prin animație și diverse experimente mentale preluate din viața de zi cu zi.

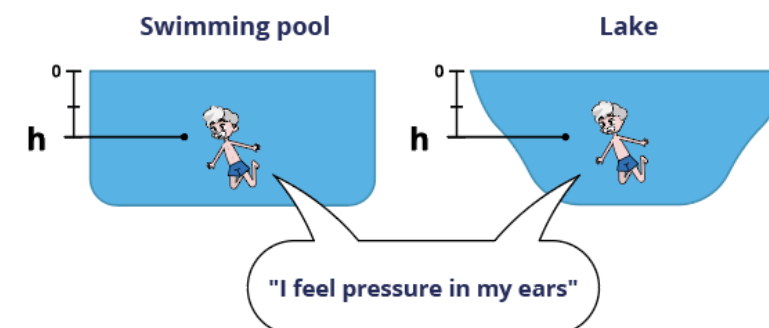
3. Set de experimente: Presiunea hidrostatică

Există destul de multe concepții greșite identificate în literatură. Iată o listă cu unele dintre cele mai comune referitoare la presiunea hidrostatică.

- presiunea hidrostatică este invers proporțională cu secțiunea transversală a conductei.
- presiunea hidrostatică este mai mare, cu cât secțiunea transversală a conductei este mai mică.
- în recipiente de legătură, lichidul este distribuit în așa fel încât volumul lichidului să fie același în ambele recipiente conectate, indiferent de înălțimea suprafețelor.
- presiunea hidrostatică maximă este acolo unde nivelul apei este cel mai ridicat.
- cea mai mare presiune hidrostatică este acolo unde este cea mai mică secțiune transversală a conductei.
- presiunea în lichid la o anumită adâncime este afectată doar de înălțimea lichidului aflat deasupra punctului respectiv.
- presiunea hidrostatică acționează doar pe fundul recipientului.
- presiunea hidrostatică este aceeași în tot volumul lichidului..

În cadrul activităților legate de presiunea hidrostatică, profesorul trebuie să fie conștient de concepțiile greșite enumerate mai sus. În continuare sunt câteva sugestii pentru lucrări experimentale și explicații, care pot fi utile mai ales atunci când se elimină concepțiile greșite.

Presiunea cauzată de greutatea unui fluid se numește presiune hidrostatică. În Caietul elevilor este prezentat un exemplu de presiune hidrostatică în piscină și în lac.



Adâncimea la care se află Arphy în ambele bazine este aceeași. Pentru a determina presiunea în apă la adâncimea marcată, trebuie să înțelegem că aceasta depinde doar de densitatea apei, adâncime și (presiunea atmosferică externă la suprafața apei (nivelul apei)). Presiunea atmosferică exterioară este plasată între paranteze deoarece este lăsată la latitudinea profesorului când să o introducă. Este posibil să discutăm despre presiunea atmosferică la acest punct sau să revenim la acest exemplu după aceea, când se discută despre presiunea atmosferică. Cu toate acestea, este important să discutăm despre influența presiunii atmosferice asupra valorilor exacte ale presiunii hidrostatice a corpurilor scufundate.

Elevii până în acest moment ar trebui să recunoască apa și aerul ca fluide, ceea ce înseamnă că presiunea aerului este și o presiune hidrostatică. Ecuația de urmat în calculul presiunii hidrostatice este scrisă în Caietul elevului (pe tablă). Ecuația presiunii hidrostatice poate fi explicată după cum urmează.

$$p = \frac{F}{A} = \frac{mg}{A} = \frac{\rho Vg}{A} = \frac{\rho Ahg}{A} = \rho gh$$

Lichidul din recipient poate fi gândit ca straturi dintr-o substanță de o anumită greutate. Presiunea cauzată de un singur strat de lichid depinde de forța lichidului (F) și de aria/suprafața (A) asupra căreia acesta acționează.

Presiunea cauzată de un singur strat de fluid poate fi scrisă ca $p = F/A$. Dacă forța este egală cu greutatea fluidului, scriem $F = mg = \sigma V = \rho g V$. Presupunând că volumul este $V = A h$, putem scrie presiunea cauzată de stratul de fluid astfel: $p = F/S = \sigma A h/A$, $p = \sigma h$ sau $p = \rho g h$. Ecuația este scrisă cu o greutate specifică care ar trebui utilizată atunci când accelerația gravitațională a gazului

nu a fost prezentată încă elevilor.

Din teoremă putem observa că presiunea în fluide crește proporțional cu adâncimea. Cu toate acestea, pentru a determina presiunea reală în lichid, trebuie să luăm în considerare și presiunea deasupra lichidului. Presiunea din

lichidele conținute în recipientele deschise sunt afectate și de presiunea aerului. În vasele deschise, aceasta este presiunea atmosferică, notată p_0 . Presiunea în lichid în acest caz este: $p = p_0 + \sigma h$.

În exemplul lui Arphy scufundat în lac și în piscină putem concluda că presiunea asupra timpanelor lui este aceeași, deoarece densitatea apei este implicit aceeași și adâncimea lui Arphy la fel. Grosimea stratului de apă deasupra lui Arphy este în ambele cazuri aceeași. Dacă presupunem că presiunea aerului este aceeași, concluzia este corectă. Un exemplu poate fi un bun punct de plecare pentru o conversație. Putem discuta cu elevii în funcție de următoarele întrebări:

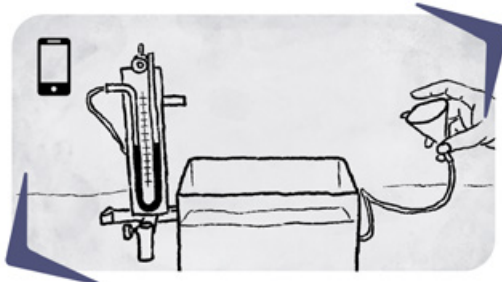
Poți compara presiunea aerului de la malul mării cu presiunea aerului din vârful unui munte?

Pe web găsiți informații despre presiunea curentă a aerului în diferite locuri din țara dvs. Informațiile coincid cu răspunsul la întrebarea anterioară?

Dacă lacul este la munte și piscina la malul mării? Presiunea pe timpanele lui Arphy ar fi aceeași?

S-ar schimba semnificativ presiunea asupra timpanelor dacă Arphy își întoarce capul?

Răspunsul la ultima întrebare poate fi discutat în cadrul următorului experiment. Vasul în formă de U este umplut cu un lichid, conectat cu un tub de plastic la un balon în formă de pâlnie. Înălțimea coloanelor de lichid din tubul U se modifică. Dacă presiunea pe o parte crește, coloana de lichid de pe acea parte scade. Cu toate acestea, putem sublinia un alt fapt. Când comparăm modul în care presiunea aerului și presiunea apei se modifică pe măsură ce înălțimea (adâncimea) se modifică, constatăm că există diferențe semnificative. Cufundată în apă, presiunea se modifică mai mult pentru o anumită modificare a înălțimii decât pentru aceeași modificare a înălțimii în aer. Simțim acest lucru sub forma unei schimbări a presiunii în urechi, chiar și atunci când ne scufundăm la adâncimi mai mici.

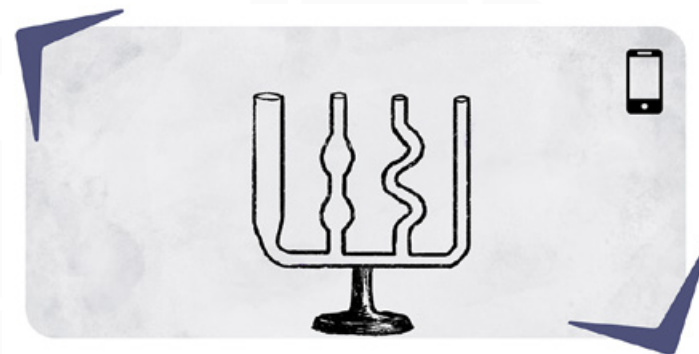


Experimentul poate fi folosit pentru a arăta că, la o adâncime dată, presiunea

hidrostatică este aceeași, indiferent de direcție. Elevii pot încerca ei înșiși sau pot urmări un experiment demonstrativ. La adâncimea aleasă, răsuclim pâlnia astfel încât membrana să fie la aceeași adâncime dar, se modifică direcția în spațiu. Elevii ar trebui să observe că diferența dintre cele două coloane ale manometrului nu se modifică. Din aceasta concluzionăm că presiunea asupra membranei nu s-a schimbat, indiferent de direcția acesteia în apă.

O altă poveste anecdotică legată de presiunea hidrostatică ne spune că în 1646 Blaise Pascal a spart un butoi mare cu apă folosind o țeavă lungă. Țeava a fost instalată vertical fiind umplută cu apă. Pe măsură ce înălțimea apei din țeavă a crescut, a crescut și presiunea din butoi. La o anumită înălțime a apei din țeavă, butoiul a cedat și s-a spart deoarece presiunea a fost prea mare.

În animația din spatele figurii de mai jos se poate observa nivelul lichidului în vase de diferite forme. Putem vedea că nivelul apei în toate tuburile de sticlă de diferite forme, conectate, rămâne același. Presiunea din fiecare fluid este întotdeauna aceeași la aceeași adâncime și nu depinde de forma vasului în care se află lichidul.



În animație observăm că lichidul din toate părțile unui astfel de vas de legătură, este distribuit la același nivel, ceea ce este o dovadă că presiunea la fundul fiecărui vas este aceeași, deoarece este afectată doar de înălțimea coloanei de apă și nu de cantitatea de apă. Acest fapt este cunoscut sub numele de *paradox hidrostatic*.

Din explicație devine clar de ce, în experimentul lui Pascal, este posibil să spargeți butoiul doar cu o cantitate mică de apă atunci când utilizați un tub vertical lung și subțire.

Principiul rezervorului de conectare poate fi folosit în natură sau în construcția clădirilor pentru a determina același nivel pe distanțe lungi. În trecut, zidarii foloseau principiul vaselor comunicante într-un dispozitiv numit „furtun de nivel”. Nivelul apei din tubul subțire de plastic transparent este același la ambele capete ale tubului de plastic.

Elevii pot demonstra cum zidarii folosesc un furtun lung, umplut cu apă (furtun de nivel), pentru a transfera nivelul de la un perete la altul. Pentru a face acest lucru, au nevoie de un furtun lung, transparent, pe care îl umplu cu apă. La ambele

capete, apa nu trebuie să ajungă în vârful. Un capăt al furtunului este ținut de un elev, celălalt de altul. Înălțimea nivelului apei la ambele capete ale furtunului este aceeași. Elevii pot alinia înălțimea nivelului apei cu obiectele de pe perete, iar un alt elev marchează înălțimea nivelului apei pe celălalt perete. Făcând acest lucru, el a transferat același nivel pe celălalt perete, astfel ambele semne sunt pe același plan, care este orizontal. Ca o provocare, elevii pot verifica dacă tavanul este orizontal, dacă podeaua este orizontală etc

Pentru acest subiect, poate fi menționată sau dat de exemplu o cupă pitagoreică, a cărei versiune simplă o puteți face singuri. Cele mai elaborate se

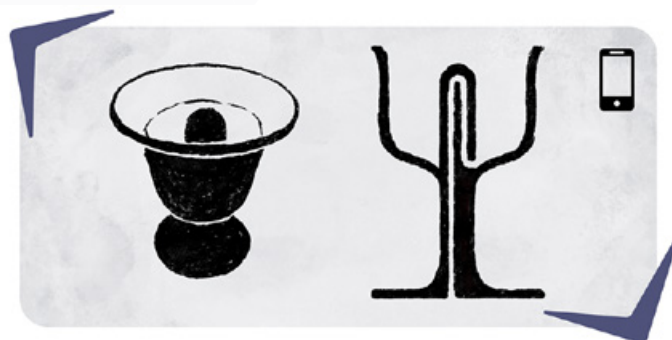


Imagine sursă: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sifonas_2.png

găsesc adesea în magazinele de suveniruri. Cea mai importantă componentă a acestei căni este sifonul. Sifonul este un tub curbat, care poate fi găsit în diverse versiuni atât acasă, cât și în natură. În orice casă, există o întreagă gamă de containere obligatorii. Printre acestea se numără sifoanele - conducte de scurgere la chiuvetă, bideu, cadă, duș... Sifoanele prin forma lor permit reținerea apei în sistemul de drenaj, astfel încât mirosul urât din canalizare să nu pătrundă în casă prin scurgeri

Sifoanele se găsesc și în natură, în tunelurile și peșterile subterane. Elevii pot căuta pe web și pot găsi exemple de sifoane în natură. Rugați elevii să caute acasă sifoane care sunt accesibile și să le fotografieze. Rugați-i să explice în ce parte a sifonului este localizată permanent apa.

O cupă bine cunoscută "Cupa dreptății" (cupa lui Pitagora) este un tip special de sifon, în care tot lichidul se scurge dacă nivelul lichidului depășește nivelul superior al unui sifon.



Folosind animația, cereți elevilor să explice unde se află sifonul și cum funcționează Cupa lui Pitagora.

Rugați elevii să-și facă propria cupă pitagoreică din deșeuri de ambalaje (pot folosi sticle, paie etc.)

Să ne gândim din nou la presiunea aerului. Când a fost introdusă ecuația presiunii hidrostatice, am menționat că presiunea se modifică odată cu adâncimea. Presiunea aerului este o consecință a greutății aerului. Putem măsura greutatea aerului? În videoclipul din spatele următorului declanșator, urmăriți cum poate fi măsurată greutatea aerului.



Am spus deja ceva despre presiunea aerului când am introdus ecuația presiunii hidrostatice. În Caietul elevului, elevii citesc textul despre diferențele dintre presiunea aerului la vârful și la baza muntelui. Corpul uman detectează doar diferențele de presiune, de

exemplu, urcând la munte cu un lift, sau în alte situații în care au loc schimbări rapide de înălțime.



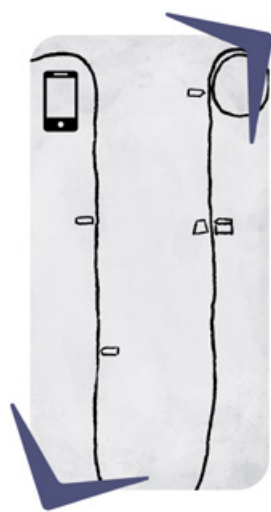
În bula de text, Arphy pune o întrebare la care elevii, înțelegând relația dintre presiunea aerului și altitudine, pot răspunde complet independent.

Nu am vorbit prea mult despre mărimea presiunii aerului în sine. Din manual, putem obține o idee a forțelor care acționează asupra corpului nostru în aer și a mărimii presiunii aerului.

Presiunea aerului poate comprima, de asemenea, o cutie. Prin experiment, elevii ar trebui să realizeze că diferențele de presiune joacă un rol important în viața de zi cu zi. Când se creează o diferență mare de presiune între interiorul și

exteriorul cutiei, astfel încât presiunea exterioară este mai mare decât presiunea interioară, recipientul se deformează și se comprimă. Presiunea externă a comprimat pereții dozei.





Diferențele de presiune sunt măsurate cu manometre.

Cel mai simplu manometru este un manometru cu lichid. Este format dintr-un tub în formă de U umplut cu apă. Diferența de înălțime a nivelului apei în tub (Δh) arată diferența de presiune Δp . Un exemplu de manometru cu lichid este prezentat în experimentul din spatele acestui declanșator.

Care este diferența de presiune dacă diferența de înălțime a coloanelor de apă din stânga și dreapta manometrului este de 10 cm?

Faceți propriul manometru dintr-un tub lung transparent. Determinați cât de mare poate fi diferența de presiune

obținută la suflarea în conductă.

4. Set de experimente: Principiul lui Arhimede

O poveste de viață despre Arhimede dezvăluie un moment important în dezvoltarea științei. Principiul lui Arhimede este explicat printr-o serie de activități care le permit elevilor să înțeleagă unul dintre cele mai solicitante concepte, un concept de flotabilitate.

Obiective operaționale (rezultatele învățării).

Ca parte a lucrării experimentale a acestei secțiuni, elevii:

- măsoară cantitatea de apă dislocată (revărsată) de obiecte cu aceeași formă și volum, dar cu densitate diferită.
--> $V_{\text{disloc_apa}} = V_{\text{object}}$
- cântăresc obiectele în aer (F_g) și în lichid (apă) (apă filtrată).
--> $\text{Apă filtrată} < F_g \rightarrow \text{Flotabilitate} = F_g - \text{Apă filtrată}$
- determină flotabilitatea cu găleata lui Arhimede
--> $\text{Flotabilitate} = F_g \text{ disloc apa}$

Apar multe concepții greșite legate de flotabilitate. Să enumerăm câteva dintre ele:

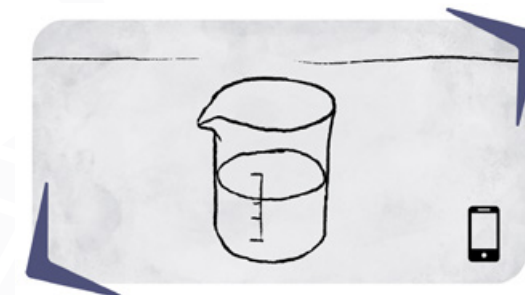
- cu cât este mai mare greutatea obiectului, cu atât obiectul se scufundă mai mult.
- un lichid mai vâscos va face obiectul să plutească.
- cu cât obiectul este mai mic, cu atât obiectul plutește mai bine.
- obiectul plat subțire plutește.
- presiunea lichidului pe fundul unui pahar/lac/piscină și la suprafața apei este aceeași.

- cantitatea de apă (lichid) afectează flotabilitatea.
- forma obiectului afectează flotabilitatea.
- densitatea lichidului nu afectează flotabilitatea.
- densitatea unui obiect afectează flotabilitatea.

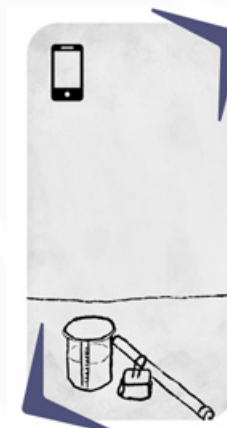
Pentru a depăși aceste concepții greșite, următoarele experimente joacă un rol important.

Concepție greșită: cantitatea de apă influențează flotabilitatea

Prin Experimentul 4, elevii ar trebui să realizeze că nu există nicio diferență de flotabilitate atunci când același obiect este plasat în cantități diferite de apă. Doar asigurați-vă că există suficientă apă pentru a permite obiectului să plutească nestingherit sau să se scufunde complet. Cel mai bine este să folosiți 2 recipiente cu apă de dimensiuni foarte diferite, de ex. pahar și acvariu.



Concepție greșită: diferitele forme ale obiectelor influențează flotabilitatea

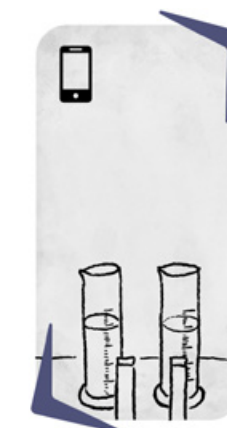


În Experimentul 5, elevii văd că nu există nicio diferență de flotabilitate pentru obiectele cu același volum și densitate, chiar dacă obiectele au forme diferite (cilindru, cub, sferă).

Profesorul trebuie să fie foarte precaut atunci când alege formele. Se poate face cu ușurință o greșală dacă schimbarea unei forme modifică și densitatea totală a obiectului. De exemplu, dacă folosim o minge de plastilină și o remodelăm în forma unei bărci, densitatea totală a unei bărci nu este aceeași cu densitatea unei mingi de plastilină (am adăugat aerul).

Concepție greșită: densitatea fluidului nu influențează flotabilitatea.

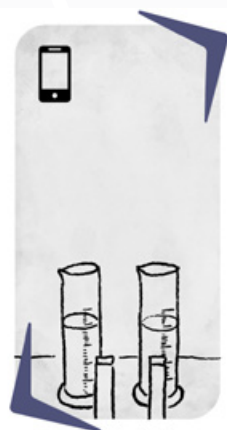
În experimentul 6 sunt folosite două lichide diferite (apa de la robinet și apă de mare) pentru a arăta că există o diferență de flotabilitate atunci când același obiect este scufundat în fiecare dintre ele. Elevii ar trebui să determine forța de plutire asupra obiectului scufundat în întregime (sau parțial), mai întâi în apa de la robinet și apoi în apa de mare.



Au două opțiuni pentru determinarea forței de plutire. Prima folosește principiul lui Arhimede și presupune măsurarea volumului de fluid dislocat. Elevii ar trebui să realizeze faptul că volumul dislocat de apă de la robinet este același cu volumul dislocat de apă de mare. Ei ar trebui să știe că apa de mare are o densitate mai mare decât apa de la robinet. Din acest fapt ei pot concluziona că forța de plutire asupra obiectului scufundat în apa de mare este mai mare decât forța de plutire asupra obiectului în apa de la robinet.

A doua opțiune este să determine forța de plutire prin măsurători cu dinamometrul. În primul rând, elevii măsoară forța gravitației asupra obiectului din aer și apoi măsoară forța, atunci când un obiect este scufundat în fiecare dintre fluide. Calculul forței de plutire arată, de asemenea, că aceasta este mai mare în apa de mare.

Profesorul trebuie să fie atent la interpretarea acestui experiment, astfel încât să nu conducă la neînțelegeri din partea elevilor. De subliniat că am folosit un obiect care se scufundă în lichide, și îl ținem în lichide cu un dinamometru. Când folosesc un obiect plutitor, elevii ar putea observa că obiectul este mai puțin scufundat în apă sărată decât în apa de la robinet. Deoarece acest lucru este foarte greu de observat, preferăm să-l folosim ca exemplu teoretic. Cel mai simplu mod de a-l explica este de a reprezenta echilibrul dintre forța gravitației și forța de flotabilitate care acționează asupra unui obiect. Deoarece gravitația aceluiași obiect este egală în ambele cazuri, flotabilitatea trebuie, de asemenea, să fie egală. Cu toate acestea, deoarece flotabilitatea este egală cu greutatea fluidului dislocat, în cazul în care densitatea fluidului este mai mare, volumul fluidului dislocat este mai mic. Astfel, se presupune că densitatea lichidului este legată de flotabilitate, deoarece același obiect plutitor a dislocat mai mult lichid într-un caz. Deoarece flotabilitatea trebuie să fie aceeași în ambele cazuri, prin urmare, în cazul în care o parte mai mare a obiectului este scufundată, densitatea acestui lichid trebuie să fie mai mică decât densitatea lichidului în care obiectul dislocă mai puțin lichid.



Concepție greșită: *densitatea unui obiect influențează flotabilitatea*

Pentru a arăta că densitatea unui obiect nu influențează flotabilitatea, poate fi interpretat același experiment din spatele declanșatorului din stânga. Dar trebuie să ne concentrăm doar pe un singur lichid.

Elevii pot face cu ușurință un experiment în clasa, unde sunt folosite două blocuri de același volum dar cu densitate diferită. Se recomandă utilizarea blocurilor

cu densitate mai mare în comparație cu lichidul, astfel încât blocurile se scufundă cu ușurință în el. Un fir trebuie adăugat la blocurile pe care le atașăm dinamometrului. Elevii măsoară greutatea blocurilor în aer.

Apoi măsoară greutatea aparentă a blocurilor, atunci când sunt complet scufundate în lichid. Deoarece flotabilitatea este diferența dintre greutate și greutatea aparentă, își dau seama că flotabilitatea este aceeași în ambele cazuri. O altă dovadă este că ambele blocuri de același volum dislocă aceeași cantitate de apă, adică forța de plutire asupra ambelor blocuri este aceeași. --> flotabilitatea pentru ambele blocuri este aceeași-> densitatea obiectelor nu influențează flotabilitatea dacă obiectele sunt scufundate în același lichid.

Pentru a rezuma

În apă avem un sentiment cu totul special; parcă devenim mai ușori. Când stăm în apă suficient de adânc, avem impresia că plutim. Simțim o forță care ne împinge în sus. Această forță se numește flotabilitate.

Pentru corpurile plutitoare, prin măsurarea greutății fluidului dislocat și a echilibrului de forțe, putem constata că flotabilitatea este egală cu greutatea fluidului dislocat. Același lucru se găsește și pentru corpurile care se scufundă în lichid atunci când flotabilitatea este măsurată cu un dinamometru. Corpurile atașate la dinamometru sunt cântărite în aer și în lichid. Diferența dintre citiri este egală cu flotabilitatea sau greutatea lichidului dislocat. Principiul lui Arhimede afirmă că forța de plutire care se exercită în sus asupra unui corp scufundat într-un fluid, integral sau parțial, este egală cu greutatea fluidului pe care corpul îl dislocă.

Ecuția pentru flotabilitate se scrie astfel: $F_b = \rho g V$, unde ρ este densitatea fluidului și V este volumul părții scufundate a corpului / (volumul lichidului dislocat). Flotabilitatea depinde de densitatea fluidului în care scufundăm corpul, de volumul fluidului dislocat (care este același cu volumul scufundat al corpului). Aceste cunoștințe l-au ajutat pe Arhimede să rezolve problema coroanei. Dacă două obiecte de aceeași greutate au aceeași densitate, ele înlocuiesc aceeași cantitate de apă. Doar dacă densitățile sunt aceleași, masele și volumele lor sunt aceleași. Deci, dacă luăm un bloc de aur cu aceeași masă cu masa coroanei, volumele dislocate ale apei ar trebui să fie aceleași. După cum spune legenda, nu a fost cazul, și Arhimede și-a dat seama că coroana nu este formată numai din aur, ci a fost adăugat și un alt metal (argint).

Hidrodinamica

Hidrodinamica se ocupă cu fluidele în mișcare. Din cauza complexității temei, aceasta parte a fizicii nu este inclusă în programa de gimnaziu. Ea este inclusă în manual deoarece fenomenele legate de hidrodinamică sunt peste tot. Este important ca elevii să aibă cel puțin o anumită conștientizare a cauzelor și consecințelor mișcării fluidelor. Matematicianul elvețian Daniel Bernoulli a fost foarte interesat de hidrodinamică. A descoperit legea conform căreia, pe măsură ce viteza curgerii unui fluid crește pe direcția orizontală, presiunea scade. În termenii ecuației lui Bernoulli, ea se referă la două puncte aflate pe o linie de curent dintr-un fluid incompresibil și lipsit de vâscozitate, aflat în curgere staționară.

Caietul elevului prezintă un experiment, câteva exemple din viața de zi cu zi și, suplimentar, o curiozitate din trecut, într-o subsecțiune numită Hidrodinamică. Începem cu ceea ce este cu siguranță cel mai faimos experiment, și anume cel în care suflăm între două cutii legate de o sfoară și la câțiva centimetri una dintre ele (experimentul funcționează bine și când folosim două foi de hârtie sau un balon). Rezultatul experimentului este surprinzător întrucât cele două cutii se apropie mai mult. Experimentul arată relația dintre viteza lichidelor și presiune. Pe o parte a cutiilor, fluidul (în acest caz aerul) se mișcă mai repede, ceea ce înseamnă că presiunea este mai mică pe acea parte decât pe cealaltă parte. Cele două cutii se mișcă în direcția presiunii inferioare, ceea ce înseamnă că se apropie.

Două exemple din viața de zi cu zi sunt descrise și explicate mai jos. În primul rând, explicăm de ce există pe peroane linii de marcaj pentru indicarea zonelor sigure pentru așteptarea unui tren. Din nou, este vorba de mișcarea fluidelor, mai precis a aerului. Atunci când un tren ajunge la un peron cu o anumită viteză, el determină mișcarea aerului de lângă el. Presiunea redusă care se creează ne poate trage spre tren. Următorul exemplu descrie de ce dușul trage perdeaua de la baie spre noi sau spre apă. Explicația este aceeași ca și pentru tren. Apa care curge din duș face ca aerul de lângă acesta să se miște. Trage perdeaua spre interior din cauza presiunii mai mici din interior.

Capitolul se încheie cu un caz în care ferestrele unui zgârie-nori din Boston (SUA) au crăpat din cauza vântului puternic.

Ultima pagină a capitolului oferă câteva idei interesante pentru proiecte care pot fi realizate la școală sau de către elevi acasă. Toate proiectele conțin subiectele abordate în acest capitol. Proiectele sunt întreprinse după ce materialul a fost (cel puțin parțial) acoperit, astfel încât elevii să aibă deja unele cunoștințe de bază. Înainte de a începe proiectele, ar trebui să reamintiți elevilor pașii care trebuie urmați în timpul cercetării (menționați la sfârșitul paginii). În școală, puteți organiza munca în grupuri, unde aveți mai multe opțiuni - puteți prezenta aceeași problemă (proiect) tuturor grupelor, sau puteți pune grupele să lucreze la propria problemă.

Bibliografie

Camacho, F. F., & Cazares, L. G. (1998). Partial possible models: An approach to interpret students' physical representations. *Science Education*, 82(1), 15–29.

Loverude, M. E., Heron, P. R. L., & Kautz, C. H. (2010). Identifying and addressing student difficulties with hydrostatic pressure. *American Journal of Physics*, 78(1), 75–85.

Saputra, O., Setiawan, A., & Rusdiana, D. (2019). Identification of student misconceptions about static fluid. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157.

Strnad, J. (2003). *Razvoj fizike (The development of physics)*. DZS.



ARPHYMEDES

CAPITOLUL 5

LUCRU MECANIC, PUTERE, ENERGIE

LUCRU MECANIC, PUTERE, ENERGIE

Ce este... lucrul mecanic?

„Lucrul mecanic este energia transferată către sau de la un obiect prin intermediul unei forțe care acționează asupra obiectului. Energia transferată la obiect este lucru mecanic pozitiv, iar energia transferată de la obiect este lucru mecanic negativ” (Halliday, Resnick și Walker, 2001).

Puterea?

„Puterea datorată forței este raportul dintre lucrul mecanic efectuat de o forță și timpul în care acesta se efectuează. Dacă o cantitate de lucru mecanic este efectuată în timp de o forță, puterea medie datorată forței în acel interval de timp este $P_{med} = W/\Delta t$ ” (Halliday, Resnick și Walker, 2001)

Energia?

În greacă cuvântul înseamnă activitate, prin care Aristotel înțelegea trecerea de la posibil la real. În toate limbile, cuvântul a fost asociat cu activitatea și vivacitatea oamenilor și a altor viețuitoare. Abia în secolul al XIX-lea a căpătat un sens fizic (Strnad, 2003). Cu toate acestea, în fizică „termenul de energie” este atât de larg încât o definiție clară a acesteia este dificil de dat. Din punct de vedere tehnic, energia este o cantitate care este asociată cu starea sau condiția unui sau mai multor obiecte” (Halliday, Resnick și Walker, 2001). Când se descrie energia, trebuie definit un sistem. Sistemul poate conține unul sau mai multe obiecte. Energia este o cantitate exprimată printr-un număr și o unitate de măsură (Joule) asociată unui sistem.

Obiective operaționale (rezultatele învățării).

Elevii vor fi capabili să:

- explice că lucrul mecanic depinde de forța și de distanța pe care forța acționează asupra obiectului.
- utilizeze ecuația pentru a calcula lucrul mecanic și pentru a se familiariza cu unitatea de măsură.
- înțeleagă că o forță care acționează perpendicular pe direcția mișcării nu exercită lucru mecanic asupra obiectului.
- recunoască dintre forțele care acționează asupra unui corp în mișcare forțele sau componentele forțelor care lucrează.
- știe că energia cinetică este legată de mișcare și că o modificare a energiei cinetice este legată de o schimbare a vitezei.
- știe că energia cinetică depinde de masa și viteza corpului.
- utilizeze ecuația pentru a calcula energia cinetică.
- explice că modificarea energiei potențiale este legată de schimbarea poziției corpului în direcția verticală.
- aplice ecuația pentru a calcula modificarea energiei potențiale.
- înțeleagă și să aplice teorema conservării energiei mecanice.

- explice că energia poate fi convertită dintr-o formă în alta.
- definească puterea ca raportul dintre lucru mecanic și timpul în care se efectuează lucrul mecanic. (Bajc, 2009)

Concepții greșite comune elevilor

În ceea ce privește revizuirea literaturii, elevii au multe concepții greșite despre forță, lucru mecanic, energie și putere. Pe baza articolelor din referințe, a fost creată următoarea listă de concepții greșite. Profesorul ar trebui să o citească cu atenție, deoarece oferă indicii pentru lucru și conversație cu elevii. Un profesor care înțelege concepțiile greșite comune într-o anumită temă poate fi mai orientat spre obiective și poate acorda atenție sporită expresiilor, expunerii subiectului și exemplelor selectate.

Datorită concepțiilor greșite, adesea elevii

- înțeleg greșit conceptul de forță.
- înțeleg greșit a treia lege a lui Newton.
- cred că forța este o proprietate înăscută a unui obiect, mai degrabă decât o interacțiune între obiecte.
- cred că dacă un obiect este în repaus, nu acționează nicio forță asupra obiectului.
- cred că dublarea vitezei unui obiect în mișcare dublează energia cinetică.
- cred că mișcarea unui obiect este întotdeauna în direcția forței nete aplicate obiectului.
- cred că energia este o forță.
- cred că energia se pierde în transformările de la un tip la altul.
- cred că energia poate fi pierdută atunci când este transferată de la un obiect la altul.
- cred că energia cinetică depinde numai de masă.
- cred că energia cinetică poate fi negativă atunci când obiectul se mișcă în direcția negativă.
- cred că energia potențială gravitațională depinde doar de înălțimea unui obiect.
- cred că un obiect în repaus nu are energie.
- cred că energia oricărui sistem este constantă.
- nu reușesc să interpreteze corect afirmația „energia este conservată”.
- au tendința de a asocia lucrul mecanic cu o schimbare a energiei cinetice sau potențiale mai degrabă decât a energiei totale.
- au tendința de a trata semnul lucrului mecanic ca fiind dependent de sistemul de coordonate.
- nu recunosc faptul că o analiză energetică depinde de alegerea sistemului.
- nu recunosc faptul că orice grup de obiecte poate fi tratat ca un sistem.
- asociază energia cu obiectele vii.
- asociază energia cu mișcarea

Coperta capitolului

Când vine vorba de lucru mecanic, exemplele se aplică adesea pentru lucrul cu unelte (pârghie, scripete, pantă). Când avem de-a face cu unelte în experimente, le explicăm elevilor că lucrul mecanic nu se schimbă atunci când instrumentul este folosit, doar forța este mai mică, ceea ce înseamnă că trebuie să acționeze pe o traiectorie mai lungă. Unul dintre instrumente este o pârghie, în care o forță mică este folosită pentru a acționa pe un braț mai lung. Făcând acest lucru, împingem în jos brațul mai lung al pârghiei în timp ce ridicăm sarcina grea de pe partea corespunzătoare brațului mai scurt al pârghiei. O cunoscută anecdotă despre pârghie este asociată cu Arhimede și este menționată și în capitolul Mecanica fluidelor.

Arhimede ar fi spus: „Dați-mi un punct de sprijin și voi ridica Pământul”. Puteți face referire la acest exemplu și chiar să calculați cât de lung ar trebui să fie brațul dacă o astfel de pârghie ar putea fi plasată în spațiu. Căutați datele despre masa Pământului pe Internet și apoi estimați împreună cu elevii forța maximă pe care elevul o poate exercita asupra brațului mai lung al pârghiei (puteți folosi greutatea elevului). Calculul necesită și estimarea lungimii brațului mai scurt al pârghiei. Raționamentul ar trebui să fie în sensul că punctul în care Pământul atinge brațul va fi la capătul său (și nu în punctul arătat în imagine). Discutați calculul și distanțele cu elevii și concluzionați că o astfel de pârghie nu poate fi amplasată în spațiu.

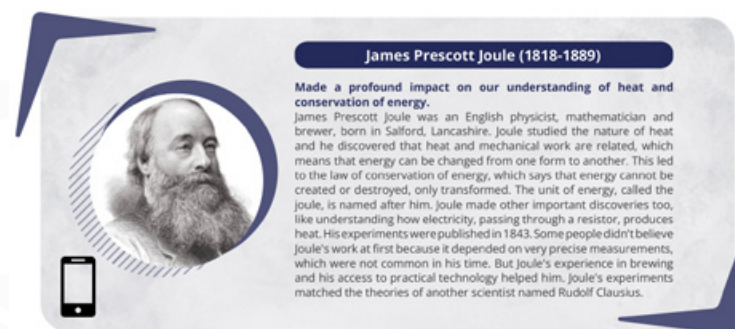


Oameni de știință celebri

Acest capitol prezintă trei oameni importanți care au contribuit la progresul cunoștințelor fizicii în domeniile energiei, căldurii, lucrului mecanic și puterii.

James Prescott Joule (1818-1889) era fiul unui berar bogat, așa că și-a putut permite propriul laborator. În laborator s-a dedicat cercetării fizicii, deoarece era foarte bun la realizarea experimentelor. A lucrat mai întâi în domeniul electricității și magnetismului și a continuat cercetările în domeniul căldurii

și temperaturii. El a măsurat căldura într-o varietate de schimbări, cum ar fi atunci când apa cade într-o cascadă, când apa este amestecată sau curge prin conducte, când gazele sunt comprimate. El a măsurat echivalentul mecanic al căldurii. Pentru că nu era fizician, munca sa nu a atras inițial prea multă atenție. Când munca sa a fost remarcată și susținută de Lord Kelvin, Michael Faraday și alții, a fost numit Fellow al Societății Regale. Unitatea de măsură pentru energie, lucru mecanic și căldură a fost introdusă mult mai târziu în onoarea sa (Strnad, 2003, 1990, von Laue, 1982).



Rudolf Emanuel Clausius (1822-1888), împreună cu Lord Kelvin, a derivat a doua lege a termodinamicii. Legea energiei a reprezentat un punct de cotitură important în fizică, deoarece a introdus conceptul de entropie.

William Thomson, Lord Kelvin (1824-1907), a introdus a doua lege a termodinamicii prin exemplul că nu poate exista niciun motor care să repete ciclul termodinamic și să producă lucru mecanic dacă i se furnizează numai căldură. Cu lucru mecanic dat, se poate încălzi corpul în mediul înconjurător peste temperatura inițială și, prin urmare, se poate realiza același lucru ca și transferul căldurii de la corp la un corp mai cald. O astfel de mașină bazată pe căldură, care ar contrazice a doua lege a termodinamicii, se numește o mașină cu mișcare perpetuă de speța a doua. Există și termenul de mașină cu mișcare perpetuă de speța întâi, care contrazice legea energiei (prima lege a termodinamicii) (Strnad, 2003, 1990, von Laue, 1982).

Rugați elevii să urmărească animația despre J.P. Joule. De asemenea, în timpul discuției, puteți împărtăși cu elevii faptele de mai sus, ținând cont de interesele și abilitățile acestora. Toți cei trei oameni de știință au fost contemporani pentru că au trăit în secolul al XIX-lea și cunoșteau munca celorlalți. A vorbi despre acești trei oameni celebri oferă oportunități de a revizui și de a învăța unități de măsură, de a explora mașinile cu mișcare perpetuă, de a experimenta căldura etc. Mai jos sunt câteva sugestii pentru conversații și pentru lucru.

Ce mărime fizică are unitatea Kelvin? Se măsoară și în alte unități? Găsiți informații pe internet.

Găsiți un termometru care are o scară cu două unități diferite (grade Celsius și grade Fahrenheit). Citiți temperatura aerului în ambele unități. (Notă: profesorul ar trebui să furnizeze acest lucru în avans.)

Găsiți formula de conversie de la Fahrenheit la Kelvin și Celsius la Fahrenheit. Ați atribui temperatura de 82°F temperaturii exterioare de vară sau de iarnă?

Ce este un joule? Cum este definită această unitate de măsură? De ce crezi că poartă numele lui James Prescott Joule?

Alegeți un aliment și uitați-vă pe ambalaj pentru a vedea care este valoarea sa energetică totală. Veți observa că valoarea energiei totale este scrisă în jouli și cal (calorii). Care este semnificația „k” în unitățile kJ și kcal? În cele din urmă, calculați câți jouli sunt într-o calorie.

Priviți harta Europei și stabiliți în ce țări și orașe au lucrat și locuit Clausius, Kelvin și Joule.

Găsiți modele de mașini cu mișcare perpetuă pe Internet și discutați de ce nu pot funcționa.

Experimente și animații

Capitolul conține o serie de animații și un videoclip pe tema lucrului mecanic și a energiei. Profesorul le poate folosi atunci când introduce concepte noi. Ele pot fi folosite și pentru repetare sau, pur și simplu, pentru a menține interesul elevilor. După cum s-a menționat în introducere, animațiile pot servi ca punct de plecare pentru munca experimentală. În sala de clasă, puteți efectua experimente cu elevii dvs. precum cele prezentate în animație. În toate cazurile, rolul profesorului este important, deoarece acesta oferă o explicație, oferă instrucțiuni elevilor, organizează munca experimentală sau revizuește rezultatele muncii independente ale elevilor.

Prima animație este folosită pentru a arăta definiția termenului „lucru mecanic”. Discutați cu elevii despre rolul forței gravitaționale și al forței de bază.



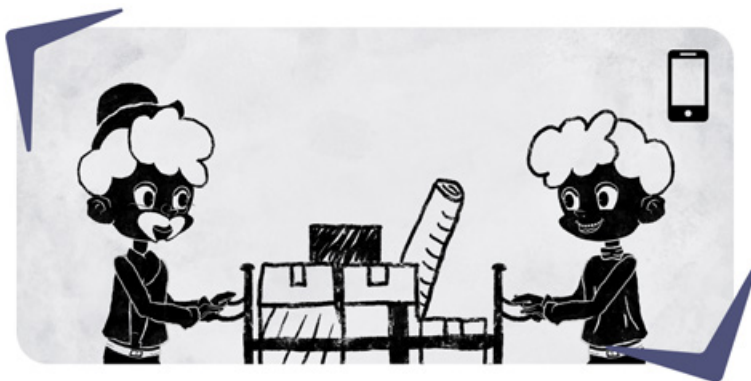
În a doua animație, subliniem contribuția a două forțe care acționează, în direcția mișcării, asupra corpului observat.



În a treia animație, subliniem contribuția a două forțe care acționează în direcții opuse. În Caietul elevului sunt date exemple în care forțele nu sunt paralele cu direcția deplasării. Numai componentele forțelor care sunt paralele cu deplasarea afectează lucrul mecanic. Expresia matematică pentru calculul componentelor include funcții unghiulare, dar acestea nu sunt incluse în curriculum de gimnaziu din unele țări. În acest caz, astfel de sarcini sunt rezolvate prin desenarea la scară a forțelor și măsurarea componentelor corespunzătoare ale forțelor.



În ultima animație din secțiunea de lucru, există un caz în care forțele acționează asupra mașinii într-o direcție care nu este paralelă cu direcția deplasării (și mișcării).



Când orientați camera către imaginea de declanșare de mai jos, cu ajutorul aplicației, este redat un videoclip cu balansarea pe un leagăn uriaș. Pe durata videoclipului, putem vorbi despre conversiile de energie în timpul oscilației leagănului, influența rezistenței aerului și lucru mecanic al forței de rezistență a aerului. Pe lângă sarcinile legate de energie găsite în Caietul elevului, puteți continua exemplul cu o sarcină legată de putere. Cu elevii, puteți de asemenea determina ce putere a folosit dispozitivul pentru a aduce persoanele în poziția de pornire, înainte de coborâre (puteți măsura timpul, estima modificarea înălțimii și estima greutatea persoanelor). Discutați cazul ideal (ce ignorăm, ce presupunem) și cazul real.



Bibliografie

Bajc, J. idr. (2011). Učni načrt, Fizika: osnovna šola. Ministrstvo za šolstvo in šport; Zavod RS za šolstvo. https://www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/Osnovna-sola/Ucni-nacrti/obvezni/UN_fizika.pdf

Brown, D. E. (1989). Students' concept of force: The importance of understanding Newton's third law. *Physics Education*, 24(6), 353–358.

Elwan, A. (2007). Misconception in physics. *Journal of Arabization, the Arab Centre for Arabization, Translation, Authorship and Publication, Damascus*, 33, 77–103.

Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2003). *Fundamentals of physics* (6th ed.). Wiley.

Laue, M. von. (1983). *Kratka zgodovina fizike* (Short history of physics). Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS.

Lindsey, B. A., Heron, P. R. L., & Shaffer, P. S. (2009). Student ability to apply the concepts of work and energy to extended systems. *American Journal of Physics*, 77(11), 999–1009. doi:10.1119/1.3183889

Lindsey, B. A., Heron, P. R. L., & Shaffer, P. S. (2012). Student understanding of energy: Difficulties related to systems. *American Journal of Physics*, 80(2), 154–163. doi:10.1119/1.3660661

Liu, G., & Fang, N. (2016). Student misconceptions about force and acceleration in physics and engineering mechanics education. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 19–29.

Strnad, J. (2003). *Razvoj fizike* (The development of physics). DZS.

Strnad, J. (1990). *Zgodbe iz fizike* (Stories from physics). Slovenska matica.

Student misconceptions about work and energy. (19th July, 2021). <https://changphysicsclass.com/2021/07/19/student-misconceptions-about-work-and-energy/>

Winsconsin Center for Environmental Education. (2020). <https://www3.uwsp.edu/cnr-ap/KEEP/Documents/Activities/Energy%20Fact%20Sheets/EnergyConceptionsMisconceptions.pdf>



Acest document a fost finanțat de Fondul pentru Securitate Internă al Uniunii Europene - Poliție. Conținutul acestui document reprezintă doar punctul de vedere al autorilor și este responsabilitatea exclusivă a acestora. Comisia Europeană nu își asumă nicio responsabilitate privind eventuala utilizare a informațiilor pe care acesta le conține.

Project AR physics made for students –
2020-1-SK01-KA201- 078391

