Caiete de fizică

Anul I , Nr.2 , Septembrie 1999 http:\\papiu.netsoft.ro\~labfiz

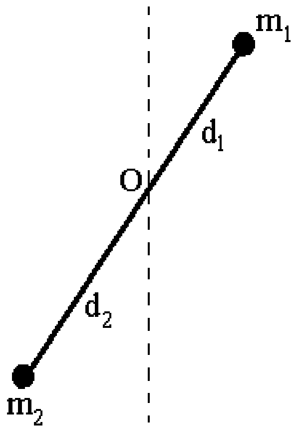
O METODĂ DE REZOLVARE A UNOR PROBLEME DE OSCILAȚII MECANICE

prof. Cristinel Codău

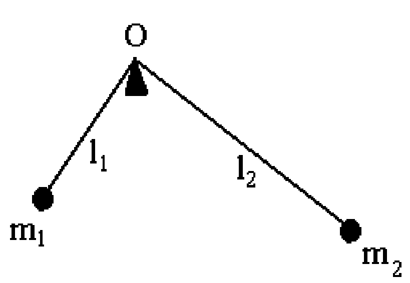
Enunțuri

1. O tijă uniformă de lungime L, articulată la un capăt, efectuează mici oscilații în plan vertical. Care este perioada acestora?

2. La capetele unei tije de masă neglijabilă sunt fixate două mici sfere cu masele m_1 şi m_2. Tija se poate roti în jurul punctului O, în plan vertical. Să se determine perioada micilor oscilații ale tijei în funcție de m_1 , m_2 , d_1 şi d_2.



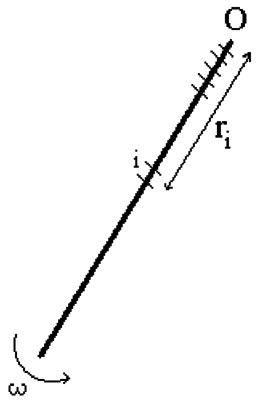
3. Să se determine perioada micilor oscilații ale sistemului din figură. Tija este rigidă şi uşoară. Se cunosc m_1 , m_2 , l_1 şi l_2. Unghiul dintre cele două părți ale tijei este de 90˚.



Rezolvări

Sistemele din problemele de mai sus reprezintă pendule fizice. Determinarea perioa-delor de oscilație pentru pendulele fizice este o problemă destul de complicată. Perioada unui ase-menea pendul depinde de configurația (forma) acestuia. Însă, pentru orice pendul fizic, se poate găsi un pendul matematic (gravitațional) echivalent, astfel încât perioadele acestora să fie egale. Cum perioada pendulului gravitațional depinde, pentru un anumit loc, numai de lungimea acestuia l, este suficient ca, pentru fiecare pendul fizic, să găsim lungimea pendulului matematic echivalent. Aceasta se numeşte lungime redusă a pendulului fizic. Cele două pendule (fizic şi matematic) sunt echivalente dacă, fiind deviate cu ace-laşi unghi θ_0 față de poziția de echilibru (verticala), atunci când unghiul devine θ, ele au aceiaşi viteză unghiulară ω. Evident, luăm în considerare numai sisteme care oscilează cvasi-armonic.

1.Vom găsi mai întâi expresia energiei cinetice a unei tije omogene de masă M şi lungime L care se roteşte cu viteza unghiulară ω în jurul unuia din capetele ei, evitând elementele de calcul integral.



Divizăm tija în n elemente de lungimi $\Delta L = \frac{L}{n}$ şi mase $\Delta M = \frac{M}{n}$. Viteza elementului " i " va fi: $v_i = \omega \cdot r_i = \omega \cdot i \cdot \Delta L$, iar energia lui cinetică $E_{ci} = \frac{\Delta M \cdot v_i^2}{2} = \frac{M}{n} \cdot \frac{\omega^2 i^2}{2} \cdot \frac{L^2}{n^2}$. Energia cinetică a întregii tije se obține prin însumarea energiilor tuturor acestor elemente.

$$E_c=\sum_{i=1}^{n}E_{ci}=\frac{M\omega^2L^2}{2n^3}\sum_{i=1}^{n}i^2=$$
$$=\frac{M\omega^2L^2}{2n^3}\frac{n(n+1)(n+2)}{6}=$$
$$=\frac{M\omega^2L^2}{12}(2+\frac{3}{n}+\frac{1}{n^2})$$

Evident, aproximaţia făcută este cu atât mai bună cu cât numărul de elemente în care am divizat tija este mai mare. Făcând pe n să tindă la infinit, rezultă: $E_c=\frac{M\omega^2L^2}{6}$

Să găsim acum viteza unghiulară a pendulului considerat, când acesta face unghiul θ cu verticala, dacă θ_0 este unghiul maxim cu verticala în timpul oscilaţiilor. Considerând energia potenţială zero pentru poziţia de echilibru, legea conservării energiei mecanice se va scrie:

$$Mg\frac{L}{2}(1-\cos\theta_0)=$$
$$=Mg\frac{L}{2}(1-\cos\theta)+\frac{M\omega^2L^2}{6}$$

de unde $\omega^2=\frac{3g(\cos\theta-\cos\theta_0)}{L}$.

Legea conservării energiei mecanice pentru pendulul matematic:

$$mgl(1-\cos\theta_0)=$$
$$=mgl(1-\cos\theta)+\frac{m\omega'^2l^2}{2}$$

conduce la: $\omega'^2=\frac{2gl(\cos\theta-\cos\theta_0)}{l}$,

Din condiţia de echivalenţă $\omega=\omega'$ rezultă că lungimea redusă este $l=\frac{2L}{3}$ şi ca urmare perioada va fi: $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}=2\pi\sqrt{\frac{2L}{3g}}$

2. Luând nivel zero pentru energia potenţială, poziţia de echilibru a corpului de masă m_2, energia totală a sistemului când tija se află într-o poziţie extremă va fi:

$$m_2gd_2(1-\cos\theta_0)+m_1g(d_2+d_1\cos\theta_0)$$

iar în momentul în care tija face cu verticala unghiul θ, energia totală a sistemului este:

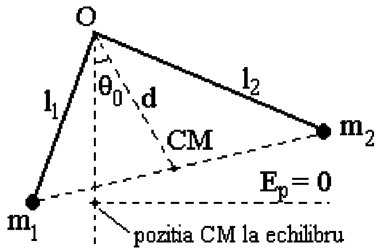
$$m_2gd_2(1-\cos\theta)+m_1g(d_2+d_1\cos\theta)+$$
$$+\frac{m_1\omega^2d_1^2}{2}+\frac{m_2\omega^2d_2^2}{2}$$

Conservarea energiei mecanice conduce la: $\omega^2=\frac{2g(m_1d_1+m_2d_2)(\cos\theta-\cos\theta_0)}{m_2d_2^2-m_1d_1^2}$. Pentru pendulul matematic am găsit mai înainte că : $\omega'^2=\frac{2gl(\cos\theta-\cos\theta_0)}{l}$. Lungimea redusă este:

$$l=\frac{m_2d_2^2+m_1d_1^2}{m_2d_2-m_1d_1},$$

Deci : $T=\sqrt{\frac{m_2d_2^2+m_1d_1^2}{g(m_2d_2-m_1d_1)}}$.

3.Fie d distanţa de la punctul de suspensie la centrul de masă al sistemului. Considerăm zero energia potenţială a sistemului aflat în poziţia de echilibru.



În momentul înclinaţiei maxime, energia mecanică a sistemului este:

$$(m_1+m_2)gd(1-\cos\theta_0),$$

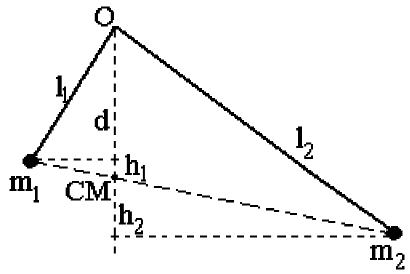
iar când înclinaţia devine θ:

$$(m_1+m_2)gd(1-\cos\theta)+$$
$$+\frac{m_1\omega^2l_1^2}{2}+\frac{m_2\omega^2l_2^2}{2}$$

şi prin urmare

$\omega^2=\frac{2(m_1+m_2)gd(\cos\theta-\cos\theta_0)}{m_1l_1^2+m_2l_2^2}$. Egalând cu expresia lui ω'^2 găsită la prima problemă, rezultă că lungimea redusă va fi: .

$$l=\frac{m_1l_1^2+m_2l_2^2}{d(m_1+m_2)}$$



Rămâne să determinăm distanţa d, de la centrul de rotaţie până la centrul de masă. Fie α unghiul pe care îl face tija de lungime l_1 cu verticala, când sistemul este în echilibru. Condiția de echilibru pentru rotație se scrie:

$$m_1 g l_1 \sin\alpha = m_2 g l_2 \sin(90-\alpha);$$

Rezultă: $tg\alpha = m_2 l_2 / m_1 l_1$

Pentru că am atribuit valoarea zero energiei potențiale pentru sistemul în poziția de echilibru, se poate scrie: $m_1 g h_1 = m_2 g h_2$, sau:

$$m_1 g(d - l_1\cos\alpha) = m_2 g(-d + l_2 \sin\alpha)$$

Folosind expresia găsită anterior pentru α, rezultă:

$$d = \frac{\sqrt{m_1^2 l_1^2 + m_2^2 l_2^2}}{m_1 + m_2}.$$

Ca urmare lungimea redusă se scrie:

$$l = \frac{m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2}{\sqrt{m_1^2 l_1^2 + m_2^2 l_2^2}}$$

Perioada este: $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{m_1 l_1^2 + m_2 l_2^2}{g\sqrt{m_1^2 l_1^2 + m_2^2 l_2^2}}}$

Bibliografie :

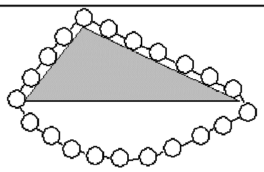
Sandu, Mihail – Probleme de fizică din revista Kvant, EDP, Bucureşti, 1993

REZOLVAREA PROBLEMELOR DE FIZICĂ

Prof. Liviu Belaşcu

1. Pentru a fi folositoare, rezolvarea unei probleme trebuie să fie considerată mai mult decât o simplă înlocuire de date într-o formulă sau o potrivire de piese într-un mozaic. Problemele te ajută să îți dai seama dacă ai înțeles materialul parcurs. Studiază mai întâi teoria şi apoi apucă-te de probleme, şi nu invers.
2. Cel mai mare câştig se obține rezolvând problemele individual. Chiar şi încercările nereuşite de rezolvare te ajută să-ți dezvolți gândirea.
3. Citeşte problema cu mare atenție. Mai întâi se notează datele şi cerințele problemei. Dacă este posibil, un desen poate ajuta foarte mult.
4. Fiecare problemă implică una sau mai multe definiții sau legi. După citirea enunțului încearcă să stabileşti aceste definiții sau legi şi asigură-te că le cunoşti bine. Urmăreşte în permanență cerințele problemei!
5. De multe ori soluția problemei se găseşte după mai multe încercări – după un anumit timp de “dospire”. De aceea problemele nu se rezolvă în ultimul moment. Apelează la manual, notițe sau indicații numai după ce te-ai gândit suficient de mult la problemă.
6. Cu unele excepții, fiecare problemă se poate rezolva literal, mărimea necunoscută fiind exprimată în final numai în funcție de datele problemei. Dacă se obțin sisteme sau ecuații complicate, datele numerice se pot înlocui în aceste ecuații.
7. Înainte de efectuarea calculelor numerice se poate face o estimare a rezultatului. De asemenea este bine să se verifice corectitudinea unității de măsură a rezultatului. Dacă totul este în ordine se fac înlocuirile şi calculele numerice necesare. Să nu îți fie lene să termini calculele numerice. Dacă nu se fac alte precizări, rezultatele se dau cu trei cifre semnificative. Calculele intermediare se pot face cu o cifră în plus.
8. Nici un răspuns nu este complet fără indicarea unității de măsură!
9. După obținerea rezultatului verifică dacă acesta este plauzibil. Dacă se obțin mai multe soluții, analizează-le pe fiecare în parte pentru a o stabili pe aceea care corespunde cu condițiile din enunțul problemei. Încearcă să stabileşti semnificațiile soluțiilor inacceptabile la prima vedere.
10. Dacă este posibil, studiază ce devine soluția obținută în diferite cazuri particulare (cunoscute eventual anterior). Pentru a înțelege mai bine principiile aplicate încearcă să-ți imaginezi ce s-ar întâmpla dacă s-ar schimba puțin datele problemei.

LANȚUL FĂRĂ SFÂRŞIT AL LUI STEVINUS



În figura alăturată este prezentat aşa numitul lanț fără sfârşit al lui Stevinus. Acesta este format dintr-un număr mare de bile de metal şi este aşezat pe un dublu plan înclinat, cu suprafețe foarte bine şlefuite, pe care se pot mişca fără frecare. Ce se va întâmpla? Deoarece sunt mai multe bile pe partea dreaptă decât pe cea stângă (care este mai scurtă) se pare că lanțul va începe să se mişte spre dreapta. Cum lanțul este fără sfârşit, această mişcare nu se va opri niciodată. Dacă raționamentul este adevărat, acest sistem ar putea pune în mişcare orice fel de maşinărie fără nici un fel efort şi pentru un timp nelimitat. Dar oare este adevărat raționamentul?

SISTEMUL INTERNAȚIONAL DE UNITĂȚI

Prof. Liviu Belaşcu

1° Mărimi fizice. Măsurare. Unitate de măsură

Prin mărime fizică se înțelege o proprietate caracteristică, măsurabilă, a unui obiect sau a unui sistem fizic oarecare.

Orice mărime fizică prezintă două laturi:

- calitativă,
- cantitativă.

Operația de măsurare constă în compararea mărimii date, A, cu o mărime de acelaşi tip, a, aleasă ca unitate de măsură. Rezultatul se exprimă printr-un număr, n, care este valoarea numerică a mărimii:

$$n = A/a.$$

Unitățile de măsură se stabilesc prin convenții.

Mărimea fizică se va exprima astfel:

$$A = n \cdot a$$

Unde n reflectă latura cantitativă iar a reflectă latura calitativă.

2° Sisteme de unități

Mărimile fizice se află în anumite relații între ele astfel încât se poate stabili un număr de mărimi şi unități care să poată exprima toate celelalte mărimi şi unități. Aceste mărimi şi unități se numesc fundamentale. Mărimile ale căror unități rezultă din combinații de unități fundamentale se numesc mărimi derivate, iar unitățile respective se numesc unități derivate.

În funcție de alegerea mărimilor şi unităților fundamentale se pot defini diferite sisteme de unități. Pentru unitățile fundamentale se definesc (şi construiesc) etaloane.

Sistemul Internațional de unități (SI) se bazează pe şapte mărimi şi unități fundamentale.

SI prevede trei clase de mărimi şi unități:

- fundamentale,
- suplimentare,
- derivate.

3° Mărimi şi unități fundamentale

Nr.	Mărimea fundamentală	Simbol	Unitatea fundamentală	Simbolul unității de măsură
1	Lungimea	L	metru	m
2	Timpul	T	secundă	s
3	Masă	M	kilogram	kg
4	Temperatura termodinamică	Θ	kelvin	K
5	Intensitatea curentului electric	I	amper	A
6	Cantitatea de substanță	N	mol	mol
7	Intensitatea luminoasă	*I*	candela	cd

4° Mărimi şi unități suplimentare

Nr.	Mărimea suplimentară	Simbol	Unitatea de măsură	Simbolul unității de măsură
1	Unghi plan	α	radian	rad
2	Unghi solid	Ω	steradian	sr

Aceste mărimi pot fi considerate ca fiind fundamentale sau derivate, după necesități.

5° Mărimi şi unități derivate

Pot fi de diferite tipuri:

- exprimate în funcție de unitățile fundamentale;
- cu denumiri speciale;
- exprimate cu ajutorul denumirilor speciale.

Observație: există mărimi care sunt exprimate numai prin valoare numerică. Aceste mărimi se numesc adimensionale.

6° Reguli de scriere

Numele unităților de măsură se scriu cu litere mici.

Simbolurile unităţilor de măsură se scriu cu literă mare daca numele mărimii provine dintr-un nume propriu şi cu literă mică în celelalte cazuri.

Scrierea fracţiilor se face cu linie orizontală şi nu cu linie oblică.

Pentru a exprima mărimi foarte mici sau foarte mari se utilizează submultiplii sau multiplii. Aceştia se formează cu ajutorul prefixelor.

Submultiplu	Prefix	Simbol	Multiplu	Prefix	Simbol
10^{-2}	centi	c	10^{3}	kilo	k
10^{-3}	mili	m	10^{6}	mega	M
10^{-6}	micro	μ	10^{9}	giga	G
10^{-9}	nano	n	10^{12}	tera	T
10^{-12}	pico	p	10^{15}	peta	P
10^{-15}	femto	f	10^{18}	exa	E
10^{-18}	atto	a			

Observaţie: din raţiuni istorice, unitatea de masă se numeşte kilogram, gramul fiind considerat submultiplu!

Bibliografie:
* * *; Sistemul Internaţional de unităţi de măsură, Editura tehnică, Bucureşti, 1970
Creţu, T., Fălie, V.; Prelucrarea datelor experimentale în fizică, EDP, Bucureşti, 1980

UTILIZAREA INTERDISCIPLINARITĂŢII CA MIJLOC DE CONSOLIDARE A CUNOŞTINŢELOR DE FIZICĂ ÎN LECŢIA DE RECAPITULARE

Prof. Maria Doina Coman

Aşa cum o confirmă experienţa la catedră, orele destinate recapitulării sunt nu numai necesare, ci şi extrem de utile, atât pentru elevi cât şi pentru profesori, oferind primilor numeroase posibilităţi de autocontrol, iar profesorului o mai obiectivă evaluare a muncii sale, concretizată în bogăţia cunoştinţelor elevilor săi.

Ora de recapitulare, ca oră de bilanţ:

- permite sistematizarea şi consolidarea cunoştinţelor dobândite de elevi, ajutându-i să-şi formeze o viziune unitară şi de profunzime asupra materiei studiate;
- permite completarea lacunelor elevilor sau chiar corectarea unor eventuale greşeli strecurate în înţelegerea sensului fizic al fenomenelor;
- repetarea sistematică a cunoştinţelor, cu o valoare de generalizare, asigurând o temeinică însuşire a acestora, prin conectarea lor la realităţile tehnicii.

Introducerea unor elemente de "noutate" în desfăşurarea lecţiilor cu acest caracter, nu trebuie să transforme repetarea în predarea unor noi cunoştinţe, ci să dea elevilor posibilitatea de a recunoaşte dintr-un alt unghi, fenomenele şi legile studiate anterior; prin aceasta se atrage atenţia asupra complexităţii problematicii puse în discuţie pe de o parte, iar pe de alta, se stimulează interesul elevilor eliminându-se riscul unei lecţii marcate de monotonie.

Nu îmi propun să prezint metodologia lecţiei de recapitulare, considerând că aceste este un act de creaţie, de profesionalism care poate lua forme concrete dintre cele mai variate şi originale, atât în funcţie de concepţia proprie a profesorului cât şi de nivelul de pregătire al elevilor.

Scopul lucrării de faţă este prezentarea câtorva modalităţi de completare, fixare şi consolidare a cunoştinţelor de fizică ale elevilor de clasa a XI-a, capitolul *Optica geometrică*, reliefând în special acele aspecte pe care manualul le tratează sumar sau le omite, prin utilizarea conexiunilor interdisciplinare cu biologia, chimia, geografia, informatica.

In capitolul *Optica geometrică* fenomenele fundamentale sunt reflexia, refracţia, dispersia şi absorbţia luminii.

Referitor la acestea elevii cunosc oglinzile care funcţionează pe principiul reflexiei şi propagării luminii în linie dreaptă. Iată o situaţie problemă care li se poate propune spre discutare:

Se dă ansamblul de oglinzi O_1 şi O_2, luneta L şi două puncte luminoase A' şi B' care pot reprezenta şi două obiecte terestre. Având posibilitatea să rotim oglinda O_2 cu un unghi α cunoscut, ce funcționalitate s-ar putea da acestui dispozitiv? (fig. 1)

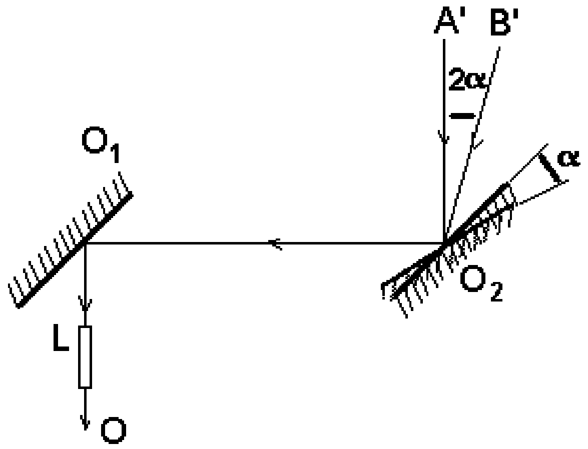


figura 1

R: Este vorba de principiul unui instrument numit **sextant** care serveşte la determinarea distanței unghiulare dintre două repere terestre sau a înălțimii unui astru deasupra orizontului. Principalele sale părți componente sunt un sector circular gradat 0° - 360° şi o lunetă de vizare. Se poate cere elevilor să demonstreze că dacă o oglindă plană se roteşte cu un unghi α, raza reflectată se roteşte 2α. De altfel aceasta o problemă adesea întâlnită în culegeri iar aici îşi găseşte o interesantă aplicație practică.

Se ştie că elevii au învățat fenomenul de reflexie totală ca situație limită a fenomenului de refracție la trecerea fascicolului de lumină dintr-un mediu cu indice de refracție mai mare în altul cu indice de refracție mai mic. O aplicație extrem de atrăgătoare şi uşor încorporabilă în lecția de recapitulare o constituie principiul fântânii luminoase, de asemenea se pot prezenta aplicațiile fibrelor optice (fig.2), endoscopul care explorează cavități interne ale organismelor fără intervenție chirurgicală.

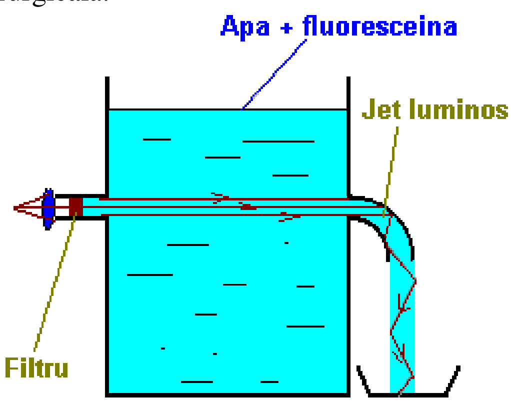


figura 2

Menționez că elevii nu studiază aceste aplicații ale reflexiei totale nici în clasa a VIII-a nici în clasa a XI-a şi prezentarea lor succintă are interes deosebit întărindu-le motivația învățării acestor legi. Cu ocazia recapitulării opticii geometrice, profesorul poate realiza conexiuni interdisciplinare cu biologia, în primul rând completând cunoştințele elevilor şi creând viziunea unitară asupra ştiințelor particulare ce studiază viața şi natura.

Elevii ştiu că ochiul este un organ de recepție, un aparat complex, sensibil la multe însuşiri ale razelor luminoase: direcție, energie, compoziție spectrală. Menționez că în clasa a XI-a programa de biologie afectează mai puțin de o oră studierii ochiului, iar cea de fizică nici atât; de aceea consider că unele completări de mare interes ştiințific merită să ne rețină atenția în orele de recapitulare.

Ochiul rezolvă multe dificultăți optice, uneori cu o sensibilitate şi precizie mai mare decât cele mai perfecționate instrumente de tehnică modernă. Elevii cunosc structura anatomo-funcțională a ochiului dar sunt mai puțin sau deloc informați asupra unor particularități ce privesc aspectele optice. Aici se impune tratare analogiei dintre ochi şi aparatul de fotografiat.

- Lentila obiectiv – cristalinul;
- Retina, pata galbenă – filmul fotografic;
- Corpul vitros – camera obscură;
- Pupila – diafragma.

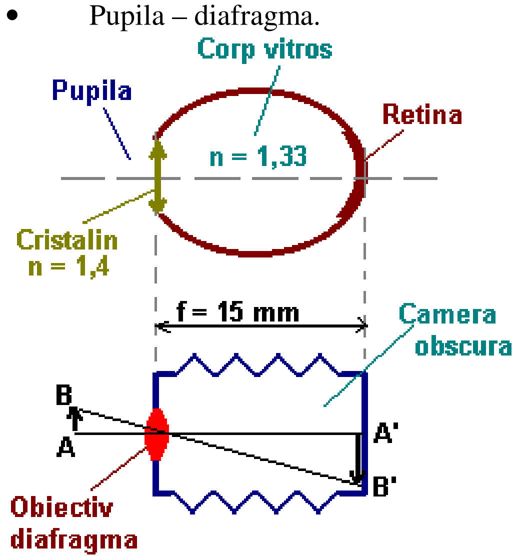


figura 3

Deoarece imaginea clară a obiectelor în ochi se formează pe o suprafață de numai 0,3 mm^2, unghiul vizual al ochiului este foarte mic. Deci ochiul nu poate vedea clar dintr-o dată un obiect mare, ci îl "explorează", prin rotire rapidă a globului ocular, generând pe retină imagini parțiale ale obiectului. Cum acestea persistă 0,1 s din succesiunea lor rezultă o imagine completă; de altfel, pe acest principiu se realizează vizionarea şi realizarea filmelor cinematografice, despre care avem tot acum prilejul să amintim.

Mediul înconjurător are mare importanţă în aprecierea culorii. Acelaşi cenuşiu va apărea aproape alb pe un fond negru şi mult mai închis când îl aşezăm pe un fond alb. La cinematograf, imaginea de pe ecran păleşte imediat ce pătrunde lumina în sală, reducând contrastul. Pe fond negru, culorile spectrului par mai vii iar pe fond alb mai palide. Dacă închidem ochii după ce privim mai mult timp o culoare vie, "vedem" culoarea ei complementară. Acesta este un contrast de succesiune. In jurul unui câmp colorat "vedem" nuanţele culorii complementare; acesta este contrastul simultan.

Experienţa stabileşte legile armoniei cromatice astfel:

- două culori complementare alăturate se evidenţiază reciproc;
- două culori "reci" învecinate se resping, iar două culori "calde" îşi diminuează reciproc intensitatea; culori reci sunt albastrul, azuriul şi albastrul-verzui, culori calde sunt cele care conţin galben, roşu, portocaliu şi purpuriu;
- albul lângă o culoare estompează nuanţa, iar negrul o scoate în relief.

Elevii clase a XI-a ştiu atât din studiul fizicii cât şi al geografiei de existenţa radiaţiilor solare care se întind dincolo de roşu între 8000 Å – 5000000 Å, denumite radiaţii infraroşii sau cele aşezate dincolo de violet între 4000 Å – 50 Å, numite radiaţii ultraviolete. Din totalul radiaţiei solare 52% revin zonei vizibile, 5% celei ultraviolete şi 43% infraroşului.

Tehnica radiaţiilor infraroşii este foarte modernă şi în acelaşi timp foarte veche. De miliarde de ani Soarele îşi trimite căldura sub forma de radiaţii infraroşii. In epoca de piatră carnea se frigea într-o groapă căptuşită cu pietre care erau aduse la incandescenţă.

Tot radiaţiile infraroşii se folosesc în panificaţia modernă. Industria are nevoie de radiaţii infraroşii intense pentru reducerea duratei unor procese tehnologice cum ar fi uscarea fructelor, ciupercilor, porumbului, prăjirea boabelor de cacao sau cafea. Tehnica radiaţiilor infraroşii a pătruns şi în alte domenii cum ar fi: sudura tuburilor cinescop, lăcuirea automobilelor (reducându-se considerabil durata de producţie).

Medicina beneficiază şi ea de tehnica radiaţiilor infraroşii, utilizând-o în tratarea unor afecţiuni cum ar fi: sinuzita, inflamaţii ale rădăcinilor dentare etc.

De mai mulţi ani a fost pusă la punct tehnica fotografiei în infraroşu, cu rezultate remarcabile în diverse domenii de activitate: fotografia în timpul nopţii, cartografierea aeriană şi terestră, în astronautică, în botanică, în industria textilă, în verificarea autenticităţii picturilor, în criminalistică, în tehnica militară (detectoare).

Radiaţiile ultraviolete, distrugătoare de viaţă în esenţă, în doze mici de circa 5% devin stimulatoare. Actuala generaţie de elevi ai clasei a XI-a nu studiază nici la geografie, nici la chimie, procesele prin care atmosfera reuşeşte să-şi exercite rolul protector asupra vieţii pe Pământ, absorbind 95% din radiaţiile ultraviolete emanate de Soare. De aceea avem posibilitatea realizării unor conexiuni interdisciplinare cu chimia şi geografia arătând elevilor că în stratosferă (20 km – 40 km) au loc reacţii endoenergetice de tipul:

$O_2 + RUV \rightarrow 2O$

(RUV = radiaţie ultravioletă)

$O + O_2 \rightarrow O_3$

care au proprietatea de a reţine o mare cantitate de radiaţii ultraviolete.

Iată de ce perforarea stratului de ozon sau subţierea lui constituie un real motiv de îngrijorare pentru oamenii de ştiinţă şi în acelaşi timp implică serioase preocupări pentru stoparea fenomenelor terestre şi extraterestre care atentează la integritatea lui.

Microfotografia – tehnica de mare actualitate şi eficienţă în biologie şi fizică poate fi tratată ca o completare la problemele ce privesc microscopul şi aparatul fotografic cu ale căror principii de funcţionare elevii sunt familiarizaţi din studiul instrumentelor optice.

Principiul microfotografiei se rezumă la o combinaţie relativ simplă între microscop şi aparatul fotografic – conform schemei:

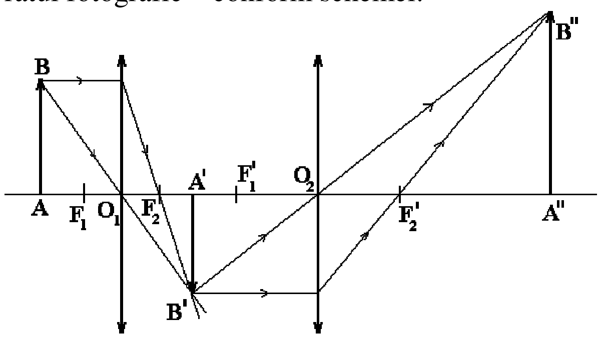


figura 4

Fie obiectul AB, de foarte mici dimensiuni care îşi formează imaginea A'B' în raport cu obiectivul O_1, reală, răsturnată şi mărită. Deci locul lui A'B' este în afara distanţei focale a ocularului, acesta nemaiavând rolul unei lupe ca la microscopul obişnuit, ci formează imagine reală, răsturnată şi mărită în planul A''B''. Dacă în acelaşi plan se află microfilmul, pe acesta se va imprima imaginea mărită a obiectului AB. Evident dispozitivul necesită şi o cameră obscură pentru protejarea peliculei fotosensibile şi alte accesorii.

In lecțiile de recapitulare, profesorul poate stimula cu mare randament spiritul de observație, ingeniozitatea elevilor, ambiția şi bucuria de a rezolva anumite situații problemă.

Iată una dintre ele referitoare la interdisciplinaritatea cu biologia, mai mult ca o curiozitate: cum reuşeşte şarpele cu clopoței să observe prezența prăzii chiar în întunericul cel mai profund?

R: dispune de un organ care are o mare sensibilitate față de radiațiile infraroşii, aşa încât el sesizează orice organism cu sânge cald. Se percepe o diferență de temperatură de 1/1000 grade.

Desigur şirul exemplelor ar putea continua. Consider că nu numai lecția de recapitulare se pretează la conexiuni ale cunoştințelor teoretice cu aplicațiile lor practice, iar profesorul de fizică are obligația să valorifice orice posibilitate de acest fel pentru lărgirea sferei de cunoaştere a elevilor şi mai ales pentru consolidarea caracterului practic al acestei discipline. Nu pot încheia ideea corelării cunoştințelor de fizică ale elevilor cu alte discipline fără a aminti locul deosebit pe care îl deține informatica, adevărat, de mai puțină vreme, dar cu o încărcătură valorică net superioara pentru că ne ajută să realizăm interpretarea cu mare viteză a informațiilor calitative şi cantitative asupra proceselor dinamice pe care nici o experiență clasică de laborator nu o poate oferi. Colaborarea cu catedra de informatica din liceu s-a concretizat în multe lucrări de diploma ale elevilor inspirate din domeniul fizicii la sugestia profesorilor de fizică, cum ar fi "Studiul efectului fotoelectric extern", "Mişcarea corpurilor în câmp gravitațional", "Funcționarea motoarelor termice în regim dinamic" etc. astfel le oferim elevilor permanente deschideri spre investigarea interferențelor dintre ştiințele particulare cu finalitatea cognoscibilității Universului.

TREI EXPERIENȚE CLASICE ŞI TEORIA RELATIVITĂȚII RESTRÂNSE

Prof. Mircea Moldovan

TEORIA CLASICĂ A RELATIVITĂȚII

Oricine ştie ce este un sistem de referință (SR). Orice problemă de mecanică am rezolvat-o alegând un sistem de referință. Totuşi ce face ca sistemele de referință inerțiale (SRI) să fie o categorie specială de SR? Răspunsul este simplu: **principiul relativității al lui Galilei**. Conform cu acest principiu, care este fundamental pentru fizica clasică, legile fizicii sunt aceleaşi în orice SRI. Adică forma lor nu se schimbă atunci când se trece de la un SRI la altul.

Relațiile care definesc trecerea de la un SRI, notat cu (S), la un altul (S') se numesc **transformările Galilei**:

$$\mathbf{r}' = \mathbf{r} - \mathbf{v}\,t$$
$$t' = t$$

unde **v** este viteza sistemului (S') față de sistemul (S).

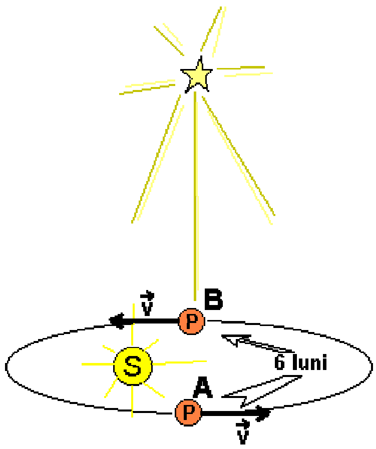
Transformările lui Galilei (trG) sunt strâns legate de modul în care era văzută lumea în secolul al XIX-lea, **spațiul** şi **timpul** având caracter absolute. Această concepție implică faptul că două evenimente simultane rămân simultane în orice SRI.

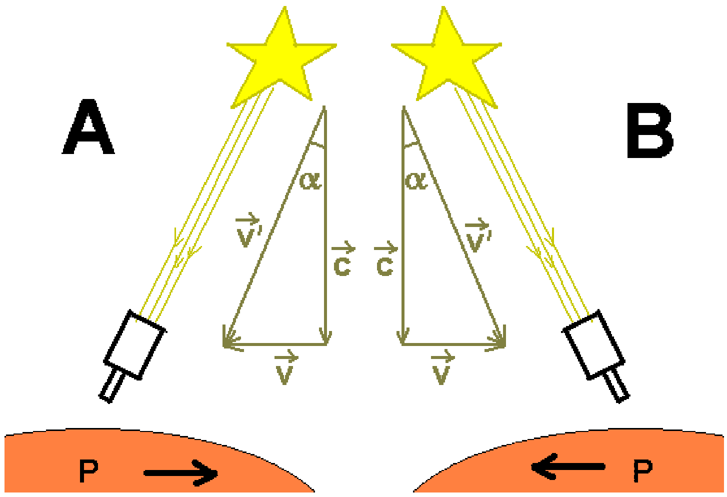
Principiul lui Galilei se poate enunța astfel: legile fizicii trebuie să aibă o formă care este invariată la trG. De exemplu, legea a II-a al lui Newton (ecuația principiului doi al dinamicii) este invariantă la trG. Dar ecuația undelor electromagnetice nu mai îndeplineşte această cerință. Pentru a soluționa această problemă s-a considerat că neinvarianța este legată de mediul de propagare al undelor electromagnetice. Acest mediu, numit **eter**, poate fi față de corpurile materiale:

1. total neantrenat;
2. parțial antrenat;
3. total antrenat.

1. <u>Eterul este total neantrenat</u>

Această ipoteză este confirmată de **aberația luminii stelare** sau **aberația Bradley**: dacă se priveşte o stea foarte îndepărtată se constată că telescopul trebuie deplasat în timp. Presupunând că eterul nu este antrenat şi că razele de lumină de la steaua îndepărtată cad perpendicular pe planul elipticii, la un interval de şase luni, unghiul cu care trebuie deplasat telescopul este de **2α** (vezi fig.).





Din figurile de mai sus rezultă că $\alpha \approx tg\alpha = v/c = 10^{-4}$rad $\approx$ 20”, unde v este viteza pământului, c este viteza luminii în vid ($3 \cdot 10^8$m/s), iar v’ este viteza luminii față de Pământ. În decurs de şase luni telescopul trebuie deplasat cu 2α = 41”, valoare ce coincide cu cea experimentală a lui Bradley. Concluzia este aşadar că eterul nu este antrenat.

2. Eterul este parțial antrenat

Ipoteza aceasta este indicată de **experiențele lui Fizeau** privitoare la măsurarea luminii în medii transparente în mişcare. Experimental se obține următoarea lege:

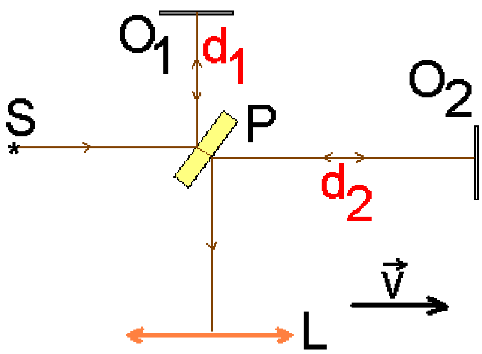
$$c' = c/n \pm v(1-1/n^2)$$

Din mecanica clasică rezultă: $c' = c/n \pm v$,
unde v este viteza mediului, c/n este viteza luminii în mediul staționar, iar c’ este viteza luminii în mediul respectiv aflat în mişcare.

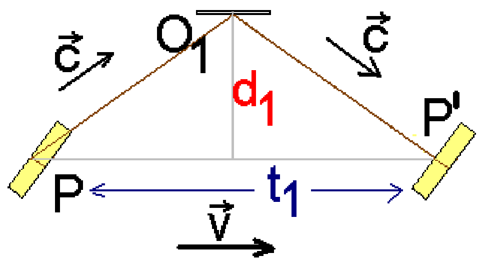
Se observă o diferență între cele două formule ($\pm v/n^2$), diferență pusă în evidență experimental în mod categoric, ceea ce indică antrenarea parțială a eterului de către mediul aflat în mişcare.

3. Eterul este total antrenat

Experiențele lui Michelson şi Morley (prima în 1881) au demonstrat că eterul este total antrenat.



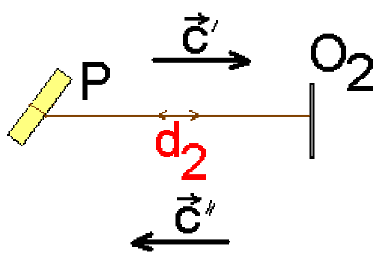
Experiența constă din trimiterea unui fascicul de lumină monocromatică provenită de la sursa S asupra unei lame semitransparente P. Fasciculul este dedublat, o parte fiind reflectată spre oglinda O_1, iar cealaltă parte este refractată spre oglinda O_2. După reflexia celor două fascicule pe cele două oglinzi, ele se compun cu ajutorul lamei P, obținându-se o figură de interferență, figură ce poate fi proiectată pe un ecran cu ajutorul lentilei L. Figura de interferență depinde de diferența de drum optic dintre cele două fascicule de lumină, diferență care apare între lama P şi cele două oglinzi O_1 şi O_2.



Din figura de mai sus rezultă succesiv: $PP' = v\, t_1$; $PO_1^2 = (PP'/2)^2 + d_1^2 = c\, t_1$;

$$\Rightarrow \quad t_1 = (2d_1/c)(1-\beta^2)^{-1/2}$$

unde $\beta = v/c$, v este viteza pământului, c este viteza luminii, iar t_1 este timpul necesar luminii să parcurgă distanța lama-oglinda O_1 dus-întors.



Folosind compunerea clasică a vitezelor avem: $c' = c - v$ şi $c'' = c + v$ astfel că timpul t_2 necesar luminii să parcurgă distanța P-O_2-P este $t_2 = d_2/c' + d_2/c''$

$$\Rightarrow \quad t_2 = (2d_2/c)(1-\beta^2)^{-1}$$

Cu formula aproximativă $(1+x)^a \approx 1+ ax$, valabilă pentru $|x|<<1$, găsim:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \approx (2/c)[(d_2-d_1)+ \beta^2(d_2-d_1/2)]$$

Rotind aparatul cu 90º, rolul celor două oglinzi se schimbă, rezultând o nouă valoare:

$$\Delta t' = t_2' - t_1' \approx (2/c)[(d_2-d_1)+ \beta^2(d_2/2-d_1)]$$

Diferențele de timp Δt şi $\Delta t'$ produc două figuri de interferență distincte dacă $\Delta t \neq \Delta t'$:

$$|\Delta t - \Delta t'| \approx (d_1+d_2)\beta^2/c$$

De exemplu, pentru $d_1+d_2=3$m, avem $|\Delta t - \Delta t'| \approx 10^{-16}$s (!), iar deplasarea figurii de interferență este $c|\Delta t - \Delta t'| \approx 30$nm $= (1/10)\lambda_{vizibil}$. Cu o precizie de ordinul nm, măsurătoarea este cât se poate de concludentă.

Experiențele (1881-1905) de acest tip au avut un rezultat negativ, neputându-se pune în evidență nici o modificare a figurii de interferență, ceea ce corespunde unei antrenări totale a eterului. Se observă că cele trei experiențe conduc la rezultate contradictorii!

TEORIA RELATIVITĂȚII RESTRÂNSE

Pentru a rezolva situația critică de mai sus, Lorentz şi Fitzgerald (1892) au introdus *ipoteza contracției Lorentz*, conform căreia dimensiunile longitudinale suferă o contracție dată de legea:

$$L(v) = L_0(1-\beta^2)^{1/2}$$

unde $L(v)$ reprezintă lungimea corpului în SR care se mişcă cu viteza v față de eter, iar L_0 este lungimea corpului în SR în care acesta este în repaus.

În 1905 Albert Einstein enunță principiile teoriei relativității restrânse, renunțând la ideea de eter:

a) *Principiul relativității*: Legile naturii sunt aceleaşi în orice sistem de referință inerțial (principiul lui Galilei);
b) *Principiul constanței vitezei luminii*: viteza luminii în vid este independentă de mişcarea sursei de lumină.

Datorită celui de-al doilea principiu, transformările corecte care lasă invariante legile fizicii, nu mai sunt trG ci **transformările Lorentz speciale** (trL):

$$x' = (x-vt)\,(1-\beta^2)^{-1/2}$$
$$y' = y$$
$$z' = z$$
$$t' = (t-vx/c^2)\,(1-\beta^2)^{-1/2}$$

unde (x,y,z,t) sunt coordonatele spațiu-timp din sistemul S, iar (x',y',z',t') sunt coordonatele din sistemul de referință inerțial S', sistem ce se mişcă cu viteza v||Ox față de S.

Consecință – Legea compunerii vitezelor

Un corp se mişcă cu viteza **v** față de SRI S şi cu viteza **v'** față de S'. Ce relații ne dau trecerea **v'** → **v**?

Din trL: $dx = \gamma\,(dx' + v\,dt')$; $dy = dy'$; $dz = dz'$; $dt = \gamma\,(dt' + v\,dx'/c^2)$; $\gamma = (1-\beta^2)^{-1/2}$; $\beta=v/c$;

şi din definiția vitezei: $v_x=dx/dt$; $v_y=dy/dt$; $v_z=dz/dt$; $v_x'=dx'/dt'$; $v_y'=dy'/dt'$; $v_z'=dz'/dt'$;

rezultă:

$$v_x = (v_x'+ v) / (1+ v_x'v/c^2);$$
$$v_y = v_y' / \gamma(1+ v_x'v/c^2);\quad v_z = v_z' / \gamma(1+ v_x'v/c^2);$$

(LCV)

1. Aberația luminii stelare sau aberația Bradley

Să presupunem că avem un corp ce se mişcă cu viteza **v** Є xOy şi θ este unghiul pe care-l face viteza cu axa Ox. Avem:

$$v_x = \mathbf{v}\cos\theta;\ v_y = \mathbf{v}\sin\theta;\ v_x' = \mathbf{v'}\cos\theta';\ v_y' = \mathbf{v'}\sin\theta';$$

Înlocuind în (LCV) şi împărțind relațiile rezultă:

$$\mathrm{tg}\,\theta = \mathbf{v'}\sin\theta'\,(1- \mathbf{v}^2/c^2)^{1/2} / (\mathbf{v'}\cos\theta' + v);$$

Dacă **v'**=c; θ' = 90º; θ = 90º - α şi **v**<<c din relația de mai sus avem tg α ≈ v/c (q.e.d.)

2. Experiențele lui Fizeau

Dacă $v_x = c'$; $v_y = 0$; $v_z = 0$; $v_x' = v'$; $v_y' = 0$; $v_z' = 0$; din (LCV) avem:

$$c' = (v' + v)/(1+v'v/c^2);\ v' = c/n;$$
$$\Rightarrow\quad c'= (v+c/n)/(1+v/nc) \approx c/n + v(1-1/n^2)$$

(q.e.d.)

3. Experiențele lui Michelson şi Morley = temă de casă

Obs. Toate formulele din mecanica clasică se obțin din cele relativiste în limita c→∞ (sau v/c→0).

Bibliografie: S. Codreanu, L. Tătaru, Teoria Relativității şi Electrodinamică, ed. Casa cărții de ştiință, 1994

☺ Într-un port maritim , se află o corabie care are fixată pe una din părțile laterale o scară de frânghie, formată din 50 de trepte din fier, plasate la distanța de 20 cm una de cealaltă. Cea de-a cincea treaptă – numărând de jos în sus se găseşte chiar la suprafața apei. În timpul fluxului, apa începe să urce, nivelul ei crescând constant cu 10 cm pe oră. În cât timp va ajunge apa la cea de-a şasea treaptă?

CĂUTAȚI NUMELE FIZICIENILOR

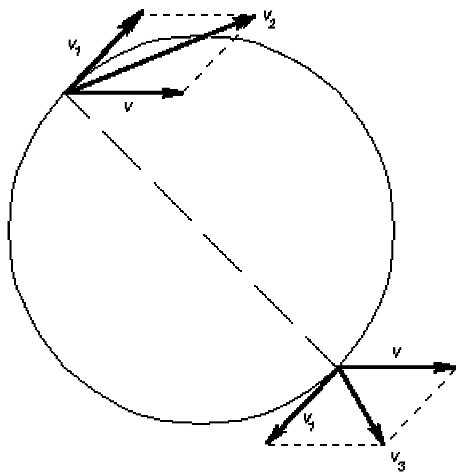
Prof. Cristinel Codău

În grila alăturată se găsesc numele a 39 cunoscuți savanți cu importante contribuții în fizică. Ele sunt scrise pe linii – de la stânga la dreapta şi de la dreapta la stânga, pe coloane – de sus în jos şi de jos în sus, ca şi pe diagonale. Nu toate literele din grilă fac parte din cuvintele căutate.

N	S	R	T	T	D	S	K	N	O	T	W	E	N	F
M	A	C	H	H	E	I	S	E	N	B	E	R	G	B
B	A	M	A	O	O	P	R	U	L	C	W	S	D	S
G	A	Y	E	R	B	M	A	A	A	V	U	A	L	G
E	A	L	E	E	N	N	S	U	C	G	I	R	T	A
S	C	L	M	R	Z	O	O	O	L	H	F	N	I	T
P	F	A	I	E	C	R	T	T	N	I	P	R	S	E
I	L	Y	L	L	R	R	Y	T	P	N	S	N	F	K
H	M	A	M	P	E	R	E	D	E	M	I	H	R	A
N	A	R	N	B	A	I	V	X	B	E	O	R	X	L
X	L	L	E	C	N	L	R	X	T	E	N	C	U	X
J	J	W	L	F	K	F	Z	S	F	G	R	N	J	J
P	O	I	S	S	O	N	N	Y	O	U	N	G	H	P
J	O	U	L	E	E	I	M	A	X	W	E	L	L	R
D	O	P	P	L	E	R	C	E	L	S	I	U	S	V

REZOLVĂRILE UNOR PROBLEME DIN NUMĂRUL PRECEDENT

Top-M1. Divizăm inelul în elemente foarte mici, identice, fiecare cu masa Δm.



Fiecare asemenea element participă simultan la două mişcări: o mişcare rectilinie uniformă cu viteza v şi o mişcare circulară cu viteza $v_1=\omega R$. Fie două asemenea elemente, simetrice față de centrul inelului. Viteza rezultantă v_2 a elementului superior (vezi figura) este:

$$v_2^2 = v_1^2 + v^2 + 2v_1 v \cos\alpha,$$

iar cea a elementului inferior:

$$v_3^2 = v_1^2 + v^2 - 2v_1 v \cos\alpha.$$

Energia cinetică a celor două elemente va fi:

$$\Delta E_c = \frac{\Delta m v_2^2}{2} + \frac{\Delta m v_3^2}{2} =$$

$$= \Delta m v^2 + \Delta m \omega^2 R^2$$

Pentru întregul inel:

$$E_c = \sum \Delta E_c = \frac{Mv^2}{2} + \frac{M\omega^2 R^2}{2}$$

Dacă inelul se rostogoleşte fără alunecare $v = \omega R$ şi $E_c = mv^2$.

(prof. Cristinel Codău)

Top-M.2. Intr-o ciocnire plastică:

$$Q = \frac{M \cdot m}{2 \cdot (M + m)} \cdot v^2 = (M + m) \cdot c \cdot \Delta t$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{M \cdot m}{(M + m)^2} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot c}$$

Care se mai poate scrie:

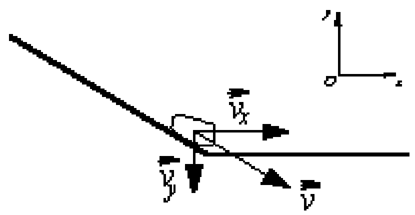
$$\Delta t = \frac{(M + m)^2 - (M - m)^2}{4 \cdot (M + m)^2} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot c}$$

Valoarea maximă se obține pentru: M = m.

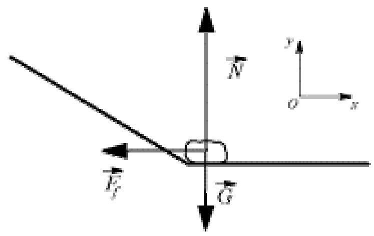
(prof. Liviu Belaşcu)

Top-M3. La prima întindere a firului, sfera de jos are viteza $v_0 = \sqrt{2gl}$, după care cele două sfere îşi schimbă vitezele între ele ca şi în cazul unei ciocniri clastice centrale. Sferele îşi continuă mişcările cu aceiaşi acceleraţie *g*, dar cu vitezele iniţiale v_0, pentru sfera de sus şi zero pentru cea inferioară. Firul se va detensiona, sfera de sus o va ajunge pe cealaltă, o va ciocni, îşi vor schimba din nou vitezele, firul se va întinde şi fenomenul se repetă. În momentul primei întinderi a firului, centrul de masă al sistemului se găseşte la distanţa $l/2$, are viteza $v_0/2$ şi acceleraţia *g*. Timpul până la prima ciocnire este l/v_0 , iar între două ciocniri succesive ulterioare $2l/v_0$. Durata totala până la a *n* – a ciocnire este $t = \frac{l}{v_0} + \frac{2l}{v_0}(n-1)$, iar distanţa străbătută de centrul de masă este: $D = \frac{l}{2} + \frac{v_0}{2}t + \frac{g}{2}t^2$. Deci : $D = l\left(n^2 + \frac{1}{4}\right)$. (prof. Cristinel Codău)

Top-M4. În majoritatea cazurilor, se consideră că viteza iniţială pe planul înclinat este egală cu viteza la sfârşitul planului înclinat, lucru care nu este adevărat decât dacă planele sunt racordate. De fapt corpul, sacul în cazul nostru, suferă o ciocnire cu planul orizontal şi ca urmare îşi va modifica viteza. Evident la baza planului înclinat viteza sacului va fi: $v = \sqrt{2gH}$, iar componentele ei: $v_x = v\cos\alpha$,respectiv $v_y = v\sin\alpha$.



În urma ciocnirii, componenta verticală a vitezei se va anula şi ca urmare a variaţiei componentei verticale a impulsului, recţiunea normală în timpul ciocnirii va fi mult mai mare. În consecinţă, pe durata ciocnirii, va avea loc şi o modificare a componentei orizontale a vitezei- dacă există frecare. Vom prezenta în continuare rezolvarea în prezenţa frecărilor. Fie τ timpul de ciocnire cu planul orizontal, timp în care se anulează şi componenta verticală a vitezei sacului.



Teorema variaţiei impulsului, aplicată pe orizontală, respectiv pe verticală se scrie: $-\mu N\tau = mv' - mv\cos\alpha$ şi $(N - mg)\tau = mv\sin\alpha$, unde v' este viteza sacului după ciocnire.

Rezultă că după ciocnire viteza devine: $v' = v(\cos\alpha - \mu\sin\alpha) - \mu g\tau$. Pentru că timpul de ciocnire este de mic (de ordinul milisecundelor), ultimul termen se poate neglija şi deci $v' \le v(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)$. Distanţa parcursă pe planul orizontal va fi:

$$D = \frac{v'^2}{2\mu g} \le \frac{H(\cos\alpha - \mu\sin\alpha)^2}{\mu}.$$

Evident relaţia se poate particulariza pentru absenţa frecărilor, punând $\mu = 0$ şi obţinându-se:

$$D = \frac{H\cos^2\alpha}{\mu}.$$

Sacul se va opri practic la baza planului, dacă în urma ciocnirii, viteza sacului se anulează. Aceasta înseamnă că timpul τ' în care se anulează componenta orizontală a vitezei, este mai mic decât timpul τ cât durează ciocnirea. Teorema impulsului duce în acest caz la:

$$-\mu N\tau' = -mv\cos\alpha \quad \text{şi} \quad (N - mg)\tau = mv\sin\alpha.$$

Ca urmare : $\mu \ge \left(1 - \frac{mg}{N}\right)ctg\alpha$. Cum în timpul ciocnirii $N >> mg$, rezultă că sacul se va opri la baza planului dacă $\mu \ge ctg\alpha$.(prof. Cristinel Codău)

Top-T.1. Întrucât lichidul udă perfect capilarul, suprafaţa liberă în tub are forma unui menisc sferic, înscris în capilar. Expresia ascensiunii capilare se găseşte uşor din egalarea presiunii hidrostatice (determinată de coloana de lichid care a urcat în capilar) cu presiunea determinată de stratul superficial (presiunea Laplace).

a) Cazul tubului care se lărgeşte (figura 1)

Condiţia de echilibru pentru coloana de lichid se exprimă prin relaţia:

$$\rho gh = 2\sigma\cos\alpha/R = 2\sigma\cos\alpha/(r_0 + htg\alpha);$$

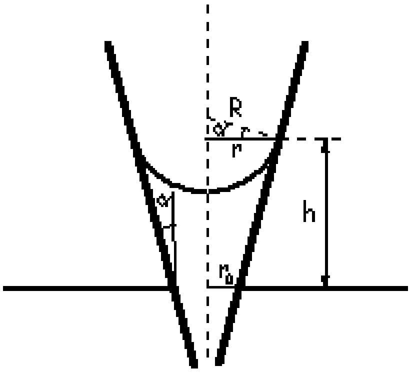


figura 1

Ecuația de mai sus are două soluții dintre care doar una corespunde condițiilor problemei. Aceasta este:

$$h = \frac{-r_0 + \sqrt{r_0^2 + \dfrac{8\sigma \sin\alpha}{\rho g}}}{2tg\alpha}$$

b) Cazul tubului care se îngustează (figura 2)

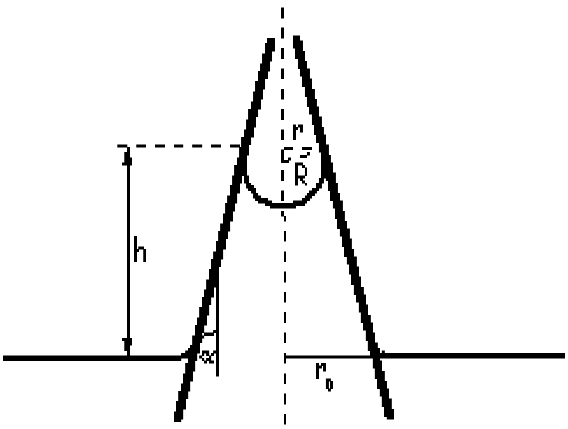


figura 2

Ecuația la care se ajunge în mod analog este :

$$\rho g h = 2\sigma\cos\alpha / R = 2\sigma\cos\alpha/(r_0 - htg\alpha);$$

şi conduce la soluțiile :

$$h_{1,2} = \frac{r_0 \pm \sqrt{r_0^2 - \dfrac{8\sigma \sin\alpha}{\rho g}}}{2tg\alpha};$$

De această dată ambele soluții sunt pozitive (evident dacă $\rho g r_0^2 > 8\sigma\sin\alpha$) şi este necesară o analiză mai atentă.

Fie $f_1 : \Re^+ \to \Re^+$, $f_1(h) = \rho g h$ şi $f_2 : \Re^+ \to \Re^+$, $f_2(h) = 2\sigma\cos\alpha/(r_0 - htg\alpha)$.

În figura 3 sunt reprezentate graficele acestor funcții. Intersecțiile acestora reprezintă cele două soluții. Se poate observa din figura 3 că soluția

$$h_1 = \frac{r_0 - \sqrt{r_0^2 - \dfrac{8\sigma \sin\alpha}{\rho g}}}{2tg\alpha};$$

corespunde unei situații de echilibru stabil. În adevăr, dacă din cauza unei fluctuații, înălțimea coloanei de lichid devine mai mică decât h_1, presiunea Laplace devine mai mare decât cea

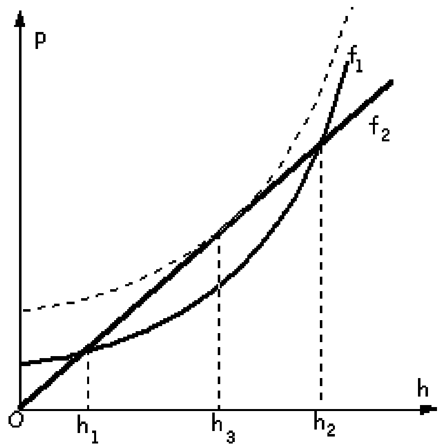


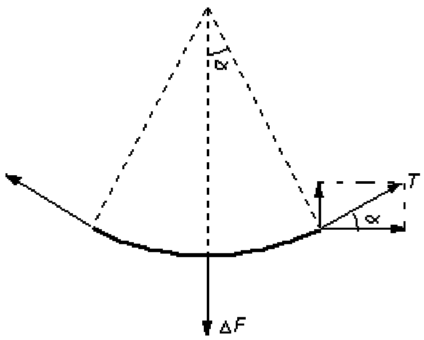
figura 3

hidrostatică şi lichidul va urca în tub. Dimpotrivă, dacă înălțimea lichidului depăşeşte puțin valoarea h_1, presiunea hidrostatică va fi mai mare decât presiunea Laplace, şi lichidul va coborî. O analiză asemănătoare, duce la concluzia că cea de-a doua soluție corespunde unei situații de echilibru instabil. Dacă $\rho g r_0^2 = 8\sigma\sin\alpha$ (graficul funcției f_2 fiind reprezentat în acest caz cu linie punctată) se obține o singură soluție : $h_3 = r_0/2tg\alpha$. În sfârşit dacă $\rho g r_0^2 < 8\sigma\sin\alpha$, nu va exista o poziție de echilibru, lichidul urcând până la capătul superior al capilarului.

(prof. Cristinel Codău)

Top-T2. În urma spargerii peliculei, firul va lua forma unui cerc. Aceasta se datorează faptului că pelicula rămasa tinde să se dispună astfel încât energia potențială a stratului superficial să fie minimă, deci şi suprafața ei să fie minimă. Ca urmare, suprafața delimitată de fir va fi maximă. Pentru un perimetru dat (lungimea firului) suprafața maximă este cea a cercului. Divizăm firul într-un număr foarte mare de elemente identice.

Asupra unui astfel de element acționează forțele din figură. Lungimea elementului este foarte mică şi se poate aproxima că forța de tensiune superficială cu care pelicula (dublu strat superficial) acționează asupra sa $\Delta F = 2\sigma\Delta l$, unde Δl este lungimea elementului, are direcția indicată.



Elementul fiind în echilibru: $\Delta F = 2T\sin\alpha$. Se obține

$$T = 2\sigma \cdot R = \frac{\sigma \cdot l}{\pi}$$

(prof. Cristinel Codău)

Top-E.1. Energia furnizată de baterie este egală cu energia consumată de circuit. Prin sursa cu tensiune constantă U trece sarcina electrică totală q. In primul caz avem:

$$q \cdot U = Q + \frac{q^2}{2 \cdot C} \Rightarrow C \cdot U^2 = Q + \frac{C \cdot U^2}{2} \Rightarrow$$

$$Q = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

unde Q este căldura degajată în rezistor.
In al doilea caz trebuie ținut cont de sarcina inițială a condensatorului:

$$(q \pm q_0) \cdot U + \frac{C \cdot U_0^2}{2} = Q + \frac{C \cdot U^2}{2} \Rightarrow$$

$$(C \cdot U \pm C \cdot U_0) \cdot U = Q + \frac{C \cdot U^2 - C \cdot U_0^2}{2} \Rightarrow$$

$$Q = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (U \pm U_o)^2$$

(prof. Liviu Belaşcu)

Top-E.2. Intensitatea curentului din circuit:

$$E_1 - E_2 - E_x = I \cdot (R_1 + R_2 + R_3) \Rightarrow$$

$$I = \frac{E_1 - E_2 - E_x}{R_1 + R_2 + R_3}$$

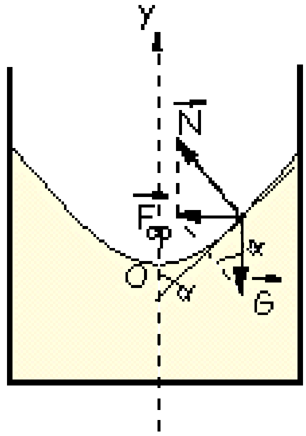
trebuie să fie aceeaşi în ambele cazuri, deci:

$$I = \frac{E_1 - E_2 - E_x}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow$$

$$E_x = \frac{(E_2 - E_1) \cdot R_3}{R_1 + R_2}$$

(prof. Liviu Belaşcu)

Top-O.1. Din echilibrul forțelor care acționează asupra unui element de volum de lichid aflat la suprafața liberă rezultă:



$$\mathrm{tg}\alpha = \frac{F_{cp}}{G} = \frac{\omega^2 \cdot x}{g} = \frac{dy}{dx} \Rightarrow$$

$$dy = \frac{\omega^2 \cdot x}{g} dx \Rightarrow y = \frac{\omega^2}{2 \cdot g} x^2$$

Deci suprafața lichidului este un paraboloid de revoluție. Ecuația unei parabole cu vârful în origine se poate scrie:

$$x^2 = 2 \cdot p \cdot x \Rightarrow p = \frac{g}{\omega^2}$$

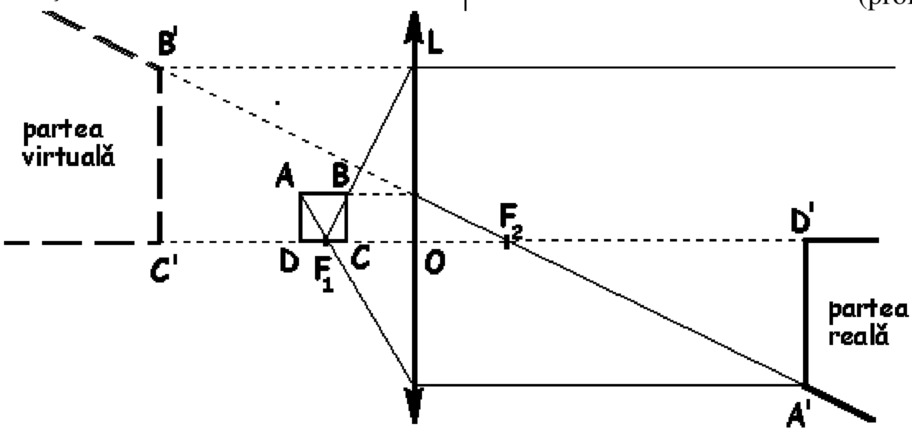
unde p este parametrul parabolei. Se demonstrează că focarul parabolei este la p/2 față de vârf, deci:

$$f = \frac{g}{2 \cdot \omega^2}$$

(prof. Liviu Belaşcu)

Top-O.2. Imaginea are două părți - una reală şi alta virtuală.

(prof. Liviu Belaşcu)

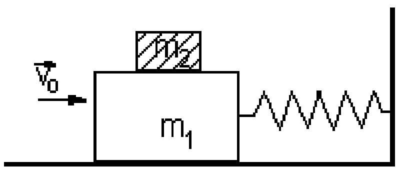


PROBLEME PROPUSE

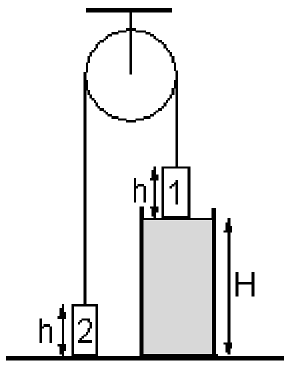
M.4. Legea de mişcare a unui punct material este: $x = \alpha \sin \omega t + \beta \cos \omega t$. Să se arate că mişcarea este oscilatorie armonică. Să se afle amplitudinea şi faza iniţială.

M.5.Ecuaţia de mişcare a unui punct material este: $x = X \sin^2(\omega_o t + \varphi_o)$. Se cere: a) arătaţi că mişcarea este oscilatorie armonică; b) amplitudinea şi perioada mişcării; c) expresia vitezei şi a acceleraţiei

M.6 Un corp de masă m_2 = 4 kg este aşezat pe un al doilea corp de masă m_1 = 6 kg, legat la rândul său de un resort orizontal de constantă elastică k = 50 N/m, ca în figură. Ştiind că – resortul fiind nedeformat – se imprimă ansamblului format din cele două corpuri viteza iniţială v_o = 3,16 ($\approx \sqrt{10}$) m/s, precum şi faptul că între corpul de masă m_1 şi planul orizontal nu există frecare, să se calculeze: a) amplitudinea oscilaţiilor ansamblului format din cele două corpuri, dacă acestea se mişcă împreună; b) forţa de frecare minimă şi coeficientul de frecare minim pentru ca în timpul oscilaţiilor corpul de masă m_2 să nu alunece pe corpul de masă m_1; c) energia potenţială maximă şi acceleraţia maximă a ansamblului celor două corpuri



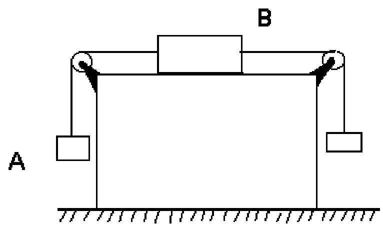
M.7. Doi cilindri omogeni cu masele m_1 = 300g , m_2 = 200g, având aceiaşi înălţime h = 50 mm, sunt legaţi de un fir ideal care trece peste un scripete ideal. După ce cilindrul 2 este coborât până când atinge solul, cilindrul 1 ajungând la înălţimea H = 1 m, se lasă sistemul liber. Să se determine: a) acceleraţia sistemului şi tensiunea din fir în cazul în cazul în care ambii cilindri se deplasează în aer; b) durata după care cei doi cilindri ajung la aceiaşi înălţime, în condiţiile de mai sus; c) frecvenţa oscilaţiilor pe care le execută sistemul în condiţiile în care sub cilindrul 1, aflat la înălţimea H, se introduce un vas cu lichid cu densitatea $\rho = \frac{2}{3}\rho_c$, unde ρ_c este densitatea cilindrului 1. Se neglijează frecările cilindrilor cu aerul şi lichidul.



M.8. Pe o scândură se află un corp cu masa m = 1 kg. Scândura efectuează oscilaţii armonice în plan vertical, cu perioada T = 0,5 s şi amplitudinea A = 20 mm. Se cer: a) forţa de apăsare a corpului pe scândură şi valoarea maximă a acesteia; b) ce amplitudine A' maximă ar putea avea oscilaţiile pentru a nu se desprinde corpul de scândură ? c) dacă scândura oscilează într-un plan orizontal cu perioada T' = 5 s, corpul începe să alunece la o amplitudine A" = 0,6 m. Care este coeficientul de frecare dintre corp şi scândură ?

M.9. Un corp este suspendat de un dinamometru fixat de tavanul unui ascensor. a) Care este greutatea corpului dacă ascensorul are o acceleraţie îndreptată în sus de 1,2 ms^{-2} iar dinamometrul indică 202,5 N? b) In ce condiţii dinamometrul va indica 157,5 N? c) Ce va indica dinamometrul, atunci când cablul ascensorului se rupe?

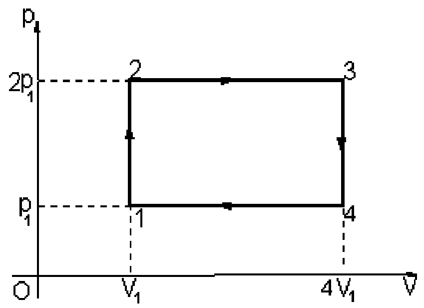
M.10. Corpul A din figură are o masă de 2 kg iar corpul B de 20 kg. Coeficientul dintre B şi suprafaţa orizontală este 0,1. a) Care este masa corpului C, dacă acceleraţia lui B este de 2 ms^{-2} ? b) Care este tensiunea din fiecare fir, atunci când B are acceleraţia menţionată mai sus?



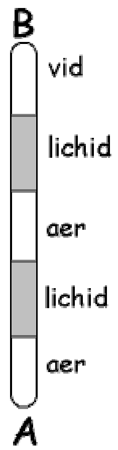
T.1. Să se estimeze distanţa medie dintre moleculele unui gaz aflat în condiţii normale.

T.2. Să se determine a câta parte din volumul ocupat de un gaz, aflat în condiții normale, revine moleculelor acelui gaz. Diametrul unei molecule este d.

T.3. O maşină termică, utilizând drept agent termic $\nu = 5$ moli de gaz ideal, funcționează după ciclul din figură. Ştiind că $p_1 = 100$ kPa, $V_1 = 0,1$ m^3, să se determine: a) temperaturile din stările 1,2,3, şi 4; b) lucrul mecanic efectuat într-un ciclu; c) randamentul maşinii termice; d) variația energiei interne în procesul de încălzire a gazului. Se dau: $C_v = 3R/2$, $R = 8,31$ J/mol·K



T.5. În tubul subțire din figură, aşezat vertical, sunt cinci coloane egale ca lungime. Două din ele sunt ocupate de aer, două cu lichid şi una, cea de sus este vidată. Presiunea în punctul A este p. Se roteşte tubul cu 180°. Ştiind că temperatura nu se modifică, calculați care va fi acum presiunea în punctul B.



T.6. Un vas de volum V este conectat la o pompă rotativă cu volumul de lucru v. La început în vas se găseşte are la presiunea atmosferică p_0. Pompa efectuează N_1 rotații pentru a scoate aer din incintă, apoi este conectată invers şi efectuează N_2 rotații introducând aer în vas. Care va fi presiunea finală în vas, dacă temperatura se menține constantă, iar în exterior presiunea rămâne mereu p_0?

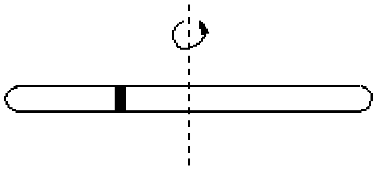
T.7. Într-un cilindru vertical, închis la capete, se află un piston termoizolant care se poate mişca etanş, fără frecări. El împarte gazul ideal din tub în două părți de aceiaşi masă şi temperatură T, volumul părții inferioare fiind de n = 2 ori mai mic decât cel al părții superioare. Până la ce temperatură trebuie încălzit compartimentul inferior, pentru ca pistonul să se afle în echilibru la mijlocul cilindrului?

T.8. Într-un cilindru vertical, închis la capete, se află un piston termoizolant care se poate mişca etanş, fără frecări. El împarte gazul ideal din tub în două părți de aceiaşi masă şi temperatură T, volumul părții superioare fiind de n = 2 ori mai mare decât cel al părții inferioare. Până la ce temperatură trebuie răcit compartimentul superior, pentru ca pistonul să se afle în echilibru la mijlocul cilindrului?

T.9. Într-un cilindru vertical, închis la capete, pistonul termoconductor care se poate mişca etanş, fără frecări, împarte cilindrul în două compartimente, astfel încât volumul celui superior este de n ori mai mare decât al celui inferior. În fiecare compartiment se află aceiaşi masă M de gaz ideal, la aceiaşi temperatură T. Din fiecare incintă se extrag mase egale m de gaz. Până la ce temperatură trebuie încălzit acum cilindrul pentru ca volumul compartimentului inferior să devină de k ori mai mic decât a celui superior?

T.10. Într-un tub vertical de lungime l = 90 cm, deschis la capătul superior, se află aer, deasupra căruia este o coloană de mercur cu lungimea h = 30 cm, care ajunge până la capătul de sus al tubului. Tubul este răsturnat cu capătul deschis în jos. Care este lungimea coloanei de mercur rămasă în tub, dacă presiunea atmosferică este H = 75 cm col Hg, iar temperatura rămâne constantă?

T.11. La mijlocul unui tub cilindric orizontal, închis la capete, cu lungimea l şi volumul V, se află un piston de masă m şi grosime neglijabilă, care se poate mişca etanş fără frecări. Aerul din tub se află la presiunea p_0. Tubul este pus în mişcare de rotație uniformă, cu viteza unghiulară ω, în jurul unei axe verticale care trece prin centrul tubului. La ce distanță de centrul tubului se va afla pistonul?



R.1. Două evenimente, observate în sistemul de referință S au coordonatele (x_1,t_1), respectiv (x_2,t_2). Să se arate că într-un sistem de referință S', mişcându-se destul repede astfel încât cele două evenimente să se producă în acelaşi loc în S', intervalul de timp Δt' dintre cele două evenimente este dat de relația următoare : $\Delta t' = \sqrt{(\Delta t)^2 - \left(\frac{\Delta x}{c}\right)^2}$. Arătați apoi că dacă $\Delta x \geq c\Delta t$ nu există un sistem de referință în care cele două evenimente să se petreacă în acelaşi punct.

R.2. Pentru cele două evenimente din problema de mai sus arătați că dacă $\Delta x > c\Delta t$, există un sistem se referință S' în care cele două evenimente sunt simultane. Să se determine distanța dintre cele două evenimente în acest sistem de referință.

R.3. Două evenimente sunt observate în sistemul de referință S ca producându-se în acelaşi punct din spațiu, al doilea având loc la 4 secunde după primul. Într-un al doilea sistem de referință S' al doilea eveniment este observat ca producându-se la 5 secunde după primul. Care este distanța, măsurată în S', între pozițiile celor două evenimente ? Care este viteza lui S' față de S ?

R.4. Două evenimente care sunt observate într-un sistem de referință S, apar simultane în puncte separate printr-o distanță de 3 m. În al doilea sistem S' , mişcându-se relativ la S de-a lungul liniei ce uneşte cele două puncte în S, cele două puncte apar separate printr-o distanță de 5 m. Care este intervalul de timp dintre cele două evenimente măsurat în S' ? Care este viteza lui S' față de S ?

R.5. Să se arate că $W^2 = c^2\left(p^2 + m_o^2 c^2\right)$

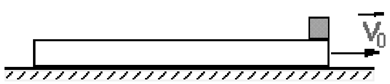
R.6. O particulă cu masa m_0 începe să se mişte sub acțiunea unei forțe constante F. Găsiți dependența de timp a impulsului p şi a vitezei v. Reprezentați grafic: p = p(t) şi v = v(t).

Selecția problemelor: prof. Liviu Belaşcu şi prof. Cristinel Codău

PROBLEME DE PERFORMANȚĂ

Top-M.5. O rachetă porneşte din repaus, vertical în sus, de pe suprafața unei planete. În intervalul de timp t = 1 minut de la pornire, toate obiectele din rachetă apăsau suporturile sau întindeau resorturile cu forțe de n = 1,8 ori mai mari decât în racheta aflată în repaus. După timpul t şi până la impactul rachetei cu solul, toate corpurile din aceasta se aflau în stare de imponderabilitate. Cât timp a durat zborul rachetei ? Se consideră că accelerația gravitațională nu variază cu altitudinea.

Top-M.6. Pe o scândură de lungime L şi masă M, la un capăt al său, se află un corp mic de masă m. Scândura se poate mişca fără frecare pe planul orizontal, iar între scândură şi corp coeficientul de frecare este μ. Ce viteză orizontală v_0 trebuie imprimată scândurii pentru ca ea să iasă de sub corp?



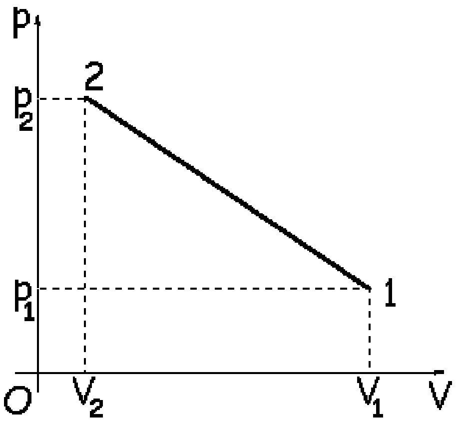
Top-M.7. Spre vârful unui plan înclinat cu unghiul α față de orizontală, este tras un corp, cu ajutorul unei sfori. Coeficientul de frecare dintre corp şi plan este μ. Calculați sub ce unghi față de orizontală trebuie orientată sfoara, astfel încât, cu un efort minim corpul să urce pe plan: a) uniform; b) cu o accelerație data, a.

Top-M.8. Pe o suprafață orizontală se află două corpuri cu masele m_1 şi respectiv m_2, legate printr-un resort nedeformat. Ce forță orizontală minimă trebuie aplicată primului corp pentru a mişca şi corpul al doilea? Coeficientul de frecare μ este acelaşi pentru ambele corpuri.

Top-M.9. Peste un scripete ideal este trecut un fir de masă neglijabilă. De un capăt al firului este prinsă o scară pe care se află un om, iar la celălalt capăt este legat un corp care echilibrează greutatea scării şi a omului. Omul începe să urce pe scară uniform accelerat parcurgând o distanță de 2,1 m pe scară. Să se afle cu ce înălțime se ridică omul față de pământ, dacă masa lui este de 6 ori mai mare decât masa scării.

Top-T.3. Într-un tub vertical de lungime L = 152 cm, închis la capătul inferior, se află o coloană de aer cu lungimea l = 76 cm, separată de aerul atmosferic printr-o coloană de mercur care ocupă în întregime restul tubului. Presiunea atmosferică este $p_0 = 10^5$ N/m^2, iar temperatura este $t_0 = 17$°C. Până la ce temperatură trebuie încălzit aerul din tub pentru ca tot mercurul să se scurgă din tub ?

T.4.Un gaz ideal efectuează transformarea din figura următoare. Cunoscând ν, p_1, V_1, p_2 şi V_2 , determinați temperatura maximă atinsă în decursul transformării. Calculați presiunea şi volumul corespunzătoare stării de temperatură maximă.



Top-T.5. Între două pistoane cu aceeaşi masă m fiecare, aflate într-un tub orizontal , lung, izolat termic, se află un mol de gaz ideal monoatomic, la temperatura T. În exterior este vid. Pistoanelor li se imprimă simultan vitezele *v*, respectiv *3v*, orientate în acelaşi sens. Care va fi temperatura maximă a gazului ?

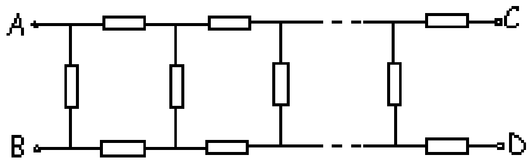
Top-T.5. O eprubetă de lungime L, închisă cu un piston de masă şi grosime neglijabilă, conține hidrogen la presiunea p_0. Eprubeta este introdusă în poziție verticală (cu deschiderea în sus) într-un vas cu mercur, astfel încât capătul său inferior să ajungă la adâncimea h. În această situație să se determine lungimea coloanei de hidrogen. Pentru ce valori ale lui h, problema este rezolvabilă? Se mai cunosc densitatea mercurului şi presiunea atmosferică. Temperatura rămâne constantă. Inițial pistonul se află la capătul de sus al eprubetei

Top-T.6. Un cilindru închis este împărțit în două părți de un piston cu raza r = 10,0 cm şi cu masă m = 1,00 kg care se poate mişca fără frecare. Pistonul este plasat la mijlocul cilindrului iar cele două părți sunt umplute cu un gaz la presiunea $p_0 = 1{,}00\ 10^5$ Pa. Volumul fiecărei jumătăți de cilindru este $V_0 = 5{,}00$ l. Gazul este considerat ideal şi γ = 1,40. Determinați frecvența micilor oscilații care se produc prin scoaterea pistonului din poziția de echilibru în cazurile: a) transformarea gazului este izotermă şi b) transformarea gazului este adiabatică. Indicație: se utilizează aproximațiile:

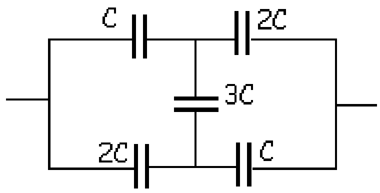
$$\frac{1}{1 \pm x} \cong 1 \mp x \qquad \left(\frac{1}{1 \pm x}\right)^y \cong (1 \mp x)^y \cong 1 \mp y \cdot x$$

dacă $x << 1$

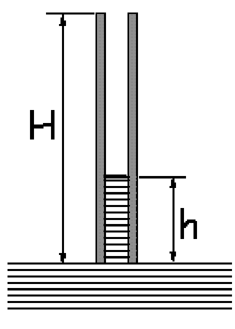
Top-E.3. Ce valoare trebuie să aibă rezistența rezistorului, care conectat între punctele C şi D ale rețelei din figură, face ca rezistența totală a circuitului între punctele A şi B să nu depindă de numărul celulelor ? Toți rezistorii din figură au aceiaşi rezistență R.



Top-E.4. Să se afle capacitatea echivalentă a circuitului de mai jos.



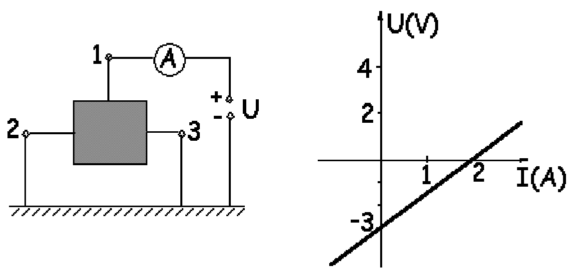
Top-E.5. Un condensator plan cu plăcile dreptunghiulare încărcat electric şi deconectat de la sursă este aşezat în poziție verticală având partea inferioară în contact cu un lichid dielectric, ca în figură.

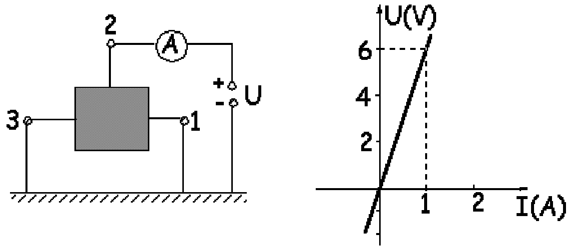


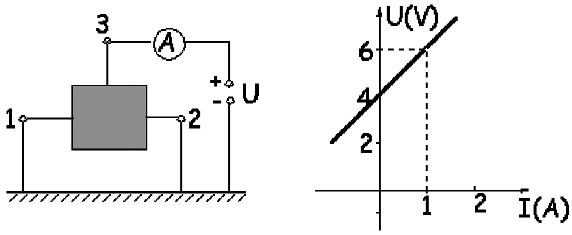
Să se determine înălțimea la care se ridică lichidul între plăci şi să se explice fenomenul. Se vor neglija fenomenele de capilaritate. Se presupune că distanța dintre plăci este mult mai mică decât dimensiunile liniare ale plăcilor. Se dau: intensitatea inițială E a câmpului electric dintre plăcile condensatorului încărcat, densitatea ρ, permitivitatea relativă ε_r a lichidului, înălțimea H a plăcilor condensatorului.

Top-E.6. O sferă de mici dimensiuni are masa m şi este încărcată cu o sarcină electrică q. Ea este legată la capătul unui fir izolator, celălalt capăt fiind fixat de punctul superior al unui inel subțire de rază R. Inelul este confecționat din sârmă metalică rigidă de secțiune neglijabilă şi se află într-un plan vertical. Pe inel este repartizată uniform o sarcină Q, de acelaşi semn cu q. Să se determine lungimea firului astfel încât poziția de echilibru a sferei să fie pe axa inelului perpendiculară pe planul său. Masa firului este neglijabilă.

Top-E.7. Dintr-o "cutie neagră", care conține un circuit necunoscut ies trei conductoare. Două dintre ele se leagă la pământ şi apoi se studiază dependența curentului care trece prin al treilea conductor, în funcție de tensiunea U aplicată între capătul acestuia şi pământ. Cele trei variante posibile sunt arătate în figurile următoare. Curentul se consideră pozitiv când intră în cutie prin conductorul conectat la tensiunea U şi negativ în caz contrar. Să se deseneze schema simplă aflată în cutie şi să se determine valorile elementelor acesteia







Top-O.3. Un fotometru constă dintr-o foaie de hârtie cu o pată de grăsime, plasată între două surse punctiforme de lumină, perpendicular pe linia care uneşte sursele. Fiecare regiune a foii de hârtie se caracterizează printr-un coeficient de reflexie şi printr-unul de transmisie, iar absorbția este neglijabilă. Una din surse are intensitatea I_1 = 20 cd iar a doua trebuie determinată. Privind dinspre prima sursă spre foaie, pata de grăsime nu este sesizabilă, dacă distanțele de la cele două sure până la foaie L_1, respectiv L_2, satisfac relația $L_2 = L_1$. Privind dinspre a doua sursă, pata este invizibilă dacă distanțele L_1' şi L_2' sunt egale. Care este intensitatea celei de-a doua surse ?

Top-O.4. De câte ori este mai mică iluminarea la suprafața Pământului în nopțile cu lună plină, decât în zilele însorite, dacă înălțimile deasupra orizontului, a Lunii şi a Soarelui, sunt identice? Suprafața emisferei iluminate a Lunii împrăştie uniform lumina în spațiu. Raza Lunii este R = 2000 km, distanța de la Pământ la Lună este d = 400 000 km, iar distanțele de la Soare la Pământ, respectiv de la Soare la Lună se pot considera identice.

Selecția problemelor: prof. Liviu Belaşcu şi prof. Cristinel Codău

SOLUȚIA JOCULUI

AMPERE	DOPPLER	KELVIN	POISSON
ARHIMEDE	EINSTEIN	LAPLACE	RYDBERG
BALMER	FERMI	LENZ	TESLA
BOHR	GALILEI	MACH	THOMSON
CARNOT	GAUSS	MAXWELL	WATT
CELSIUS	HALL	MAYER	WEBER
COMPTON	HEISENBERG	NEWTON	YOUNG
CURIE	JOULE	PAULI	ZEEMAN
DIRAC	JURIN	PLANCK	

TOPUL REZOLVITORILOR

Inițiem din acest număr un top al rezolvitorilor de probleme. Se pot prezenta numai rezolvări ale problemelor de performanță. Acestea vor fi redactate detaliat, fiecare pe câte o coală format A4 care va conține numele elevului şi clasa şi vor fi însoțite de o listă a problemelor rezolvate. Un elev poate trimite rezolvări şi ale problemelor din materia claselor anterioare celei în care studiază, clasamentele întocmindu-se însă pentru fiecare nivel. Cele mai bune sau originale rezolvări vor fi publicate în numerele următoare. La sfârşitul anului concurenții plasați pe primele locuri vor fi premiați. Data limită pentru problemele publicate în acest număr este 16 decembrie 1999.

Au prezentat rezolvări corecte ale problemelor de performanță din numărul 1 elevii:

1. Măşcăşan Alexandru cl. a XI-a A
2. Selejan Alexandra cl. A X-a C

CUPRINS

Cum vezi fizica?

Colegiul de redacție: prof. Liviu Belaşcu, prof. Cristinel Codău, prof. Mircea Moldovan

Tehnoredactare: prof. Cristinel Codău Email: labfiz@papiu.netsoft.ro