



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
INSPECTORATUL ȘCOLAR JUDEȚEAN, BN
CENTRUL JUDEȚEAN DE EXCELENȚĂ, BN
CONCURS REGIONAL DE FIZICĂ
1988 – 2018
C. N. „LIVIU REBREANU”, Bistrița
23 – 25 noiembrie 2018

Clasa
a
XI-a

Probleme propuse

Problema 1. Câmpuri electrice și magnetice

A. Submarinul cu propulsie electromagnetică. Pe cele două părți laterale ale unui submarin special, construit din material plastic izolator, se montează, așa cum indică desenul din figura 5, două benzi metalice longitudinale, conectate la bornele unui generator de tensiune continuă. În interiorul submarinului, între cele două benzi metalice, se montează, în poziție verticală, un electromagnet.

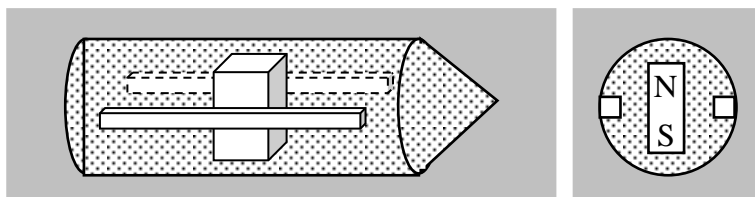


Fig. 5

a) Să se analizeze și să se justifice posibilitatea deplasării submarinului în apa sărată a mării sau a oceanului.

B. Vase cilindrice coaxiale

Pereții laterali ai celor două vase cilindrice coaxiale, reprezentate în desenul din figura 4 sunt realizați din cupru, iar baza lor comună este realizată dintr-un material izolator. În spațiul dintre cei doi pereți laterali cilindrici se află o soluție de sulfat de cupru în apă. Întregul dispozitiv, așezat pe un disc izolator orizontal, care se poate roti liber în jurul axei verticale de simetrie a celor două vase cilindrice, se află într-un câmp magnetic uniform, al cărui vector inducție magnetică, \vec{B} , este orientat pe direcție verticală în sus.

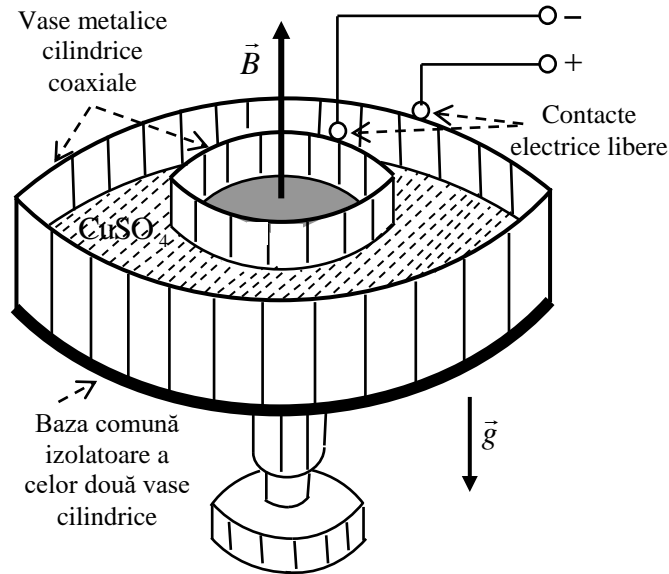


Fig. 4

b) Să se analizeze dinamica elementelor sistemului (vasele cilindrice; soluția de sulfat de cupru), din momentul în care cele două contacte metalice care sunt sprijinite liber pe cei doi pereți cilindrici sunt conectate la bornele unui generator de curent continuu.

c) După un anumit interval de timp, suficient de mare, prin unul dintre cei doi pereți metalici începe să curgă soluția dintre cilindri. Să se justifice această posibilitate și să se identifice peretele cilindric prin care se scurge soluția dintre pereții cilindrici.

C. Perpetuum mobile!?

În desenul a din figura 1 este reprezentat un sistem de două vase cilindrice comunicante, cu diametre identice, în ele găsimu-se un lichid dielectric. În interiorul vaselor, la baza acestora este montat un cilindru orizontal, care se poate roti fără frecare în jurul axei sale orizontale. În partea superioară, în afara celor două vase, este montat un alt cilindru, identic cu cel din interior, axele celor doi cilindri fiind paralele. Peste cei doi cilindri este trecut un fir, de-a lungul căruia sunt prinse, la distanțe egale, bile sferice identice, a căror densitate este mai mică decât densitatea lichidului dielectric. Elementele sistemului sunt în așa fel montate încât firul dintre sfere să fie întins.

Conform principiului vaselor comunicante, lichidul se află la același nivel în ambele vase comunicante, iar sistemul bilelor sferice este în repaus, deoarece repartiția bilelor în cele două vase este identică.

În desenul b din aceeași figură, de o parte și de cealaltă parte a vasului cilindric din stânga, sunt montate două plăci metalice, plane și paralele. În momentul conectării celor două plăci metalice la bornele (+) și (-) ale unui generator electrostatic, lichidul din vasele comunicante se denivează, urcând în vasul din stânga, sub acțiunea unei forțe electrostatice, și corespunzător, coborând în vasul din dreapta. Diferența de nivel dintre cele două coloane este egală cu înălțimea coloanei de lichid atrasă între cele două plăci.

Ca urmare a acestei denivelări, repartiția sferelor în cele două coloane de lichid este asimetrică. În coloana lichidă din stânga sunt scufundate mai multe sfere decât sunt scufundate în coloana lichidă din dreapta.

d) În acest fel, s-ar părea că forța ascensională rezultantă care acționează asupra sferelor din stânga este mai mare decât forța ascensională rezultantă care acționează asupra sferelor din dreapta. Să se justifice posibilitatea/imposibilitatea unei mișcări perpetue a șirului de sfere.

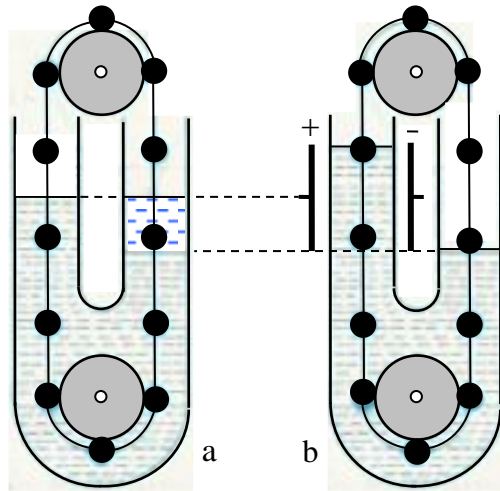


Fig. 1

Clasa a XI-a, BAREM – Problema 1

Barem de notare	Parțial	Total
		10
a)	3 p	
<p>Datorită disocierii moleculelor de NaCl, în apa mării se află ioni de Na^+ și ioni de Cl^- în stare liberă.</p> <p>Deplasându-se în câmpul magnetic al electromagnetului, asupra acestor ioni vor acționa forțe Lorentz, $\vec{F}_L = q\vec{v} \times \vec{B}$.</p> <p>Efectul acestor forțe Lorentz va fi împingerea apei de-a lungul submarinului. Ca urmare a principiului acțiunilor reciproce, submarinul va fi propulsat în sens invers.</p> <p>Schimbarea sensului de înaintare a submarinului se poate face fie prin schimbarea polarităților electrice ale celor două benzi, fie prin schimbarea polarității electromagnetului.</p>		
b)	2 p	
<p>În prezența câmpului electric dintre pereții vasului, cele două tipuri de ioni (Cu^{++}; SO_4^-), se vor deplasa, în sensuri opuse, de-a lungul razelor cuvei de electroliză formată între cei doi pereți cilindrici coaxiali.</p> <p>Apariția câmpului magnetic presupune și apariția forțelor Lorentz.</p> $\vec{F}_{L(+)} = q_{(+)} \vec{v}_{(+)} \times \vec{B}; \quad \vec{F}_{L(-)} = q_{(-)} \vec{v}_{(-)} \times \vec{B},$ <p>orientările lor fiind identice.</p> <p>Ca urmare, întreaga soluție din vas va fi antrenată într-o curgere turbionară în același sens.</p> <p>Rezultă că în timpul experimentului, sistemul celor două vase coaxiale dobândește o mișcare de rotație în jurul axului vertical, în sens invers față de rotația turbionară a soluției dintre pereții cilindrici.</p>		
c)	2 p	
<p>Recunoaștem și în acest experiment un exemplu de electroliză cu anod solubil. Cele două vase cilindrice coaxiale sunt confecționate din Cu. Ca urmare, anodul (vasul cilindric exterior) se va consuma și într-un anumit moment soluția din vas se va scurge prin peretele exterior.</p>		
d)	2 p	
<p>Asupra sferelor aflate în coloana care reprezintă diferența de nivel, forțele arhimedice sunt nule. Ca urmare, șirul bilelor nu se rotește.</p>		
Oficiu	1	10

Problema 2

A. Scurgerea apei dintr-un vas închis

Un vas în formă de paralelipiped cu aria suprafeței bazei S și înălțimea H , conține apă până la înălțimea h . În vas este introdus un tub de sticlă (sifon) așa cum indică desenul din figura 1, astfel încât lungimea tubului sub nivelul bazei vasului este l .

Vasul se închide în partea superioară printr-un capac ermetic, iar sifonul se amorsează (se aspiră prin capătul exterior al tubului și lichidul începe să curgă).

Să se determine :

- câtă apă se va scurge din vas, dacă temperatura rămâne constantă ;
- pentru ce valoare a lui l se va scurge toată apa din vas.

Se cunosc: p_0 - presiunea atmosferică, ρ - densitatea apei, g - accelerația gravitațională, α - înclinația tubului.

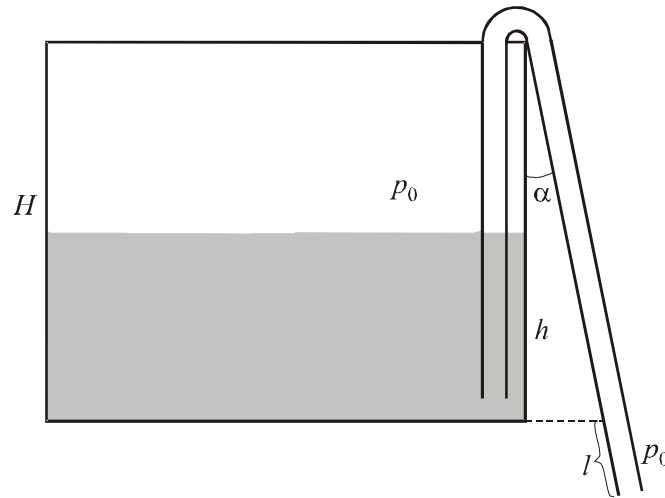


Fig. 1

B. Resortul din cilindru

Un recipient cilindric orizontal este împărțit în două compartimente printr-un piston etanș, subțire, cu aria suprafeței S , prins de capătul din stânga al recipientului printr-un resort elastic axial cu constanta de elasticitate k . Inițial, în ambele compartimente este aer cu presiunea p_0 iar resortul este nedeformat, având lungimea L_0 .

c) Să se determine energia potențială de deformație a resortului după ce tot aerul aflat în compartimentul din dreapta al recipientului este evacuat. Întregul proces este izoterm. Se neglijează frecarea dintre piston și peretele recipientului.

Clasa a XI-a, BAREM – Problema 2

Barem de notare	Parțial	Total
		10
a)	3 p	
$m = \rho S y.$ $y = \frac{\rho g (2h + l \cos \alpha - H) - p_0 + \sqrt{[p_0 - \rho g (2h + l \cos \alpha - H)]^2 + 4\rho^2 g^2 (H - h)(h + l \cos \alpha)}}{2\rho g}$		
b)	3 p	
$l = \frac{h p_0}{\rho g H \cos \alpha}.$		
c)	3 p	
$W = \frac{k}{2} \left(\sqrt{\frac{L_0^2}{4} + \frac{p_0 L_0 S}{k}} - \frac{L_0}{2} \right)^2.$		
Oficiu	1	10

Problema 3. Oscilații armonice

Trei corpuri punctiforme, electrizate cu aceeași sarcină q , având semnele precizate în desenul din figura 1, se află pe un suport izolator orizontal. Corpul central, având masa m , este legat la unul din capetele unui resort izolator, foarte ușor, cu constanta de elasticitate k , iar corpurile laterale sunt fixe.

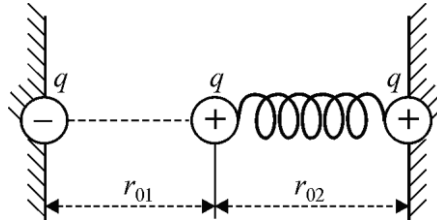


Fig. 1

a) Să se determine perioada oscilațiilor mici efectuate de corpul central de-a lungul direcției centrelor dacă resortul rămâne liniar și se neglijează frecările. Se dă ε_0 , iar pentru starea de echilibru a sistemului se cunosc r_{01} și r_{02} . Se știe că:

$$(1 \pm a)^n \approx 1 \mp na, \text{ dacă } a \ll 1.$$

b) Un conductor liniar cu lungimea l și masa m , suspendat în poziție orizontală prin intermediul a două fire conductoare identice, foarte ușoare, parcurs de un curent cu intensitatea I , se află într-un câmp magnetic uniform cu vectorul inducție magnetică \vec{B} orientat așa cum indică figura 2.

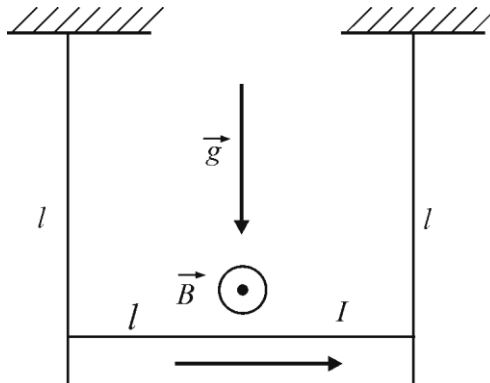
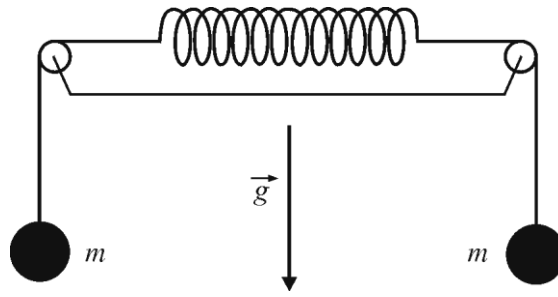


Fig. 2

Să se determine perioada oscilațiilor mici efectuate de conductorul liniar, în raport cu poziția de echilibru, dacă în timpul oscilațiilor conductorul rămâne paralel cu direcția sa inițială. Se cunoaște g . Se neglijează frecările și inducția electromagnetică.

c) Două corpuri identice, fiecare cu masa m , sunt suspendate de capetele unui resort elastic foarte ușor, cu constanta de elasticitate k , așa cum indică figura 3.

**Fig. 3**

Să se determine perioada oscilațiilor sistemului, dacă cele două corpuri se află permanent pe o aceeași orizontală. Scripeții sunt ideali, firele sunt inextensibile, iar frecările se neglijează.

Clasa a XI-a, BAREM – Problema 3

Barem de notare	Parțial	Total
		10
a)	3 p	
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k - \frac{q^2}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_{01}^3} - \frac{1}{r_{02}^3} \right)}}$		
b)	3 p	
$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g + lB/m}}$		
c)	3 p	
$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$		
Oficiu	1	10