



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
5 martie 2023

Subiectul I: Electrocinetică**1A. Modelarea unei baterii electrice uzate****(5 puncte)**

Un laborator de cercetare care studiază bateriile de tip **AA** a obținut datele din tabelul următor pentru o baterie care se apropie de sfârșitul perioadei de bună funcționare:

I/A	0,00	0,17	0,34	0,50	0,64	0,77	0,87	0,94	0,98	1,00
U/V	1,50	1,34	1,18	1,01	0,85	0,68	0,51	0,34	0,17	0,00
R/Ω										

Mărimile din tabel au semnificațiile fizice următoare: I este intensitatea curentului electric debitat de baterie, iar U este tensiunea măsurată la bornele bateriei atunci când la bornele bateriei este atașată o rezistență electrică de sarcină, aleasă adecvat pentru fiecare pereche (I, U) din tabel. Pentru a nu produce o uzură suplimentară bateriei cercetătorii au luat precauția ca fiecare măsurătoare să se facă într-un timp foarte scurt.

a) Calculați care a fost rezistența electrică R a rezistorilor puși la bornele bateriei și completați ultima linie din tabelul anterior. **Trasați** pe hârtia milimetrică anexată graficul dependenței (I, U) , adică $U(I)$. **Interpolați** cu o dreaptă primele 5 puncte din graficul $U(I)$. Dacă folosim modelul $U = E - r \cdot I$ pentru dreapta obținută, **determinați** din parametrii dreptei de interpolare valoarea tensiunii E (tensiunea de funcționare în gol = tensiunea electromotoare echivalentă a bateriei) și a rezistenței r (rezistența internă echivalentă a bateriei). **Determinați** intensitatea curentului de scurtcircuit echivalent al bateriei, I_{sc} , folosind în calcul cei doi parametri E și r determinați din grafic.

*** În același laborator de cercetare s-a constatat că o baterie uzată are o dependență a tensiunii măsurată la bornele bateriei, notată cu U , de rezistența electrică de sarcină R de forma:

$$U = \frac{1}{\sqrt{\frac{a}{R^2} + b}}, \text{ unde } a \text{ și } b \text{ sunt mărimi constante, pozitive, determinate experimental.}$$

b) Care sunt unitățile de măsură ale celor două constante? **Stabiliți** expresia funcției care descrie dependența tensiunii la borne de curentul debitat de baterie. **Determinați** intensitatea curentului de scurtcircuit, I_{sc} , și tensiunea de funcționare în gol E în funcție de constantele a și b . **Exprimați** dependența $U(I)$ în funcție de parametrii E și I_{sc} .

c) Dacă notăm cu y raportul U/E și cu x raportul I/I_{sc} **stabiliți** expresia funcției $y = f(x)$ care exprimă, în unități adimensionale, dependența $U(I)$. **Determinați** maximul funcției $p(x) = x \cdot f(x)$. Folosiți rezultatul anterior pentru a **determina** puterea maximă debitată de sursă și rezistența de sarcină R_m pentru care sursa debitează puterea maximă.

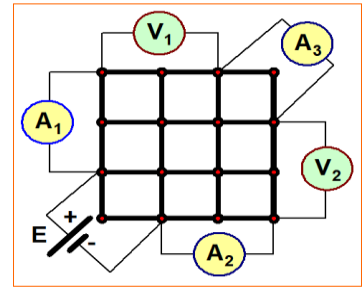
d) Suntem interesați să găsim o dependență $U(I)$ liniară, în vecinătatea punctului (I_m, U_m) în care puterea debitată de sursă este maximă. Ne așteptăm ca aceasta să fie de forma $U = E_m - r_m I$. Găsiți parametrii E_m și r_m pentru această aproximație.

Notă: O analiză de acest tip este foarte actuală datorită utilizării pe scară largă a celulelor solare, care au, ca și în modelul de aici, o caracteristică $I-V$ neliniară. Inginerii au dezvoltat o întreagă tehnologie pentru proiectarea unor aparate electronice care "vânează" punctul de maximă putere al unei celule solare.

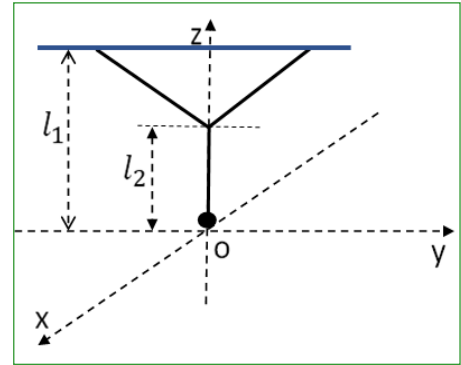
1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

1B. Simetrie de rezistori identici, ampermetre și voltmetre ideale**(4 puncte)**

Rețeaua electrică prezentată în schema alăturată, conține un grilaj metallic pătratic format din 9 pătrate mici, laturile fiecărui pătrat având aceeași rezistență electrică (rezistența dintre două noduri învecinate) R . Toate aparatele de măsură, voltmetrele și ampermetrele sunt ideale. Bateria electrică, de asemenea ideală, are tensiunea electromotoare E . Rezistențele electrice a tuturor firelor de conexiune a aparatelor de măsură și a bateriei sunt neglijabile. Cunoscând E și R , determinați indicațiile aparatelor de măsură conectate în circuit (cele trei ampermetre și cele două voltmetre). Particularizați rezultatul obținut, pentru cazul $E = 60 \text{ V}$, $R = 100 \Omega$.

**Subiectul II: OSCILAȚII MECANICE – Pendulul BLACKBURN**

Pendulul Blackburn este alcătuit dintr-un corp mic și greu legat la capătul unui fir. Celălalt capăt al firului este legat de un alt fir în formă de V (vezi figura alăturată). În poziția de echilibru firul în formă de V se găsește în planul yOz , iar firul de care este legat corpul se află pe axa verticală Oz . Acest pendul oscilează în planul xOz ca un pendul simplu cu lungimea l_1 , iar în planul yOz ca un pendul simplu cu lungimea l_2 (cele două oscilații fiind în condiții de izocronism). Vom considera accelerația gravitațională locală $g \cong \pi^2 \text{ m/s}^2$.



- Calculează lungimile l_1 și l_2 dacă perioadele de oscilație sunt $T_1 = 4 \text{ s}$ în planul xOz , respectiv $T_2 = 2 \text{ s}$ în planul yOz .
- Din poziția de echilibru se imprimă corpului o viteză $v_0 \cong 6,28 \text{ cm/s}$, orientată în sensul pozitiv al axei Ox . Scrie legea de mișcare a corpului $x = x(t)$.
- Scrie legea de mișcare a corpului $y = y(t)$ pentru situația în care acesta este deplasat din poziția inițială cu 5 cm în sensul negativ al axei Oy și se lasă liber.
- Considerăm acum condițiile inițiale în care corpul este deplasat față de poziția inițială cu 5 cm în sensul negativ al axei Oy și simultan i se imprimă o viteză $v_0 \cong 6,28 \text{ cm/s}$, orientată în sensul pozitiv al axei Ox .
 - Scrie ecuația traiectoriei corpului în planul xOy : $y = y(t)$.
 - Reprezintă grafic traiectoria corpului în planul xOy .
- Corpul se deplasează din starea de echilibru, în sensul pozitiv al axei Ox cu 5 cm și simultan i se imprimă o viteză $v_0 \cong 6,28 \text{ cm/s}$ în sensul pozitiv al axei Oy .
 - Scrie ecuația traiectoriei corpului în planul xOy .
 - Reprezintă grafic traiectoria corpului.

- Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
- În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
- Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
- Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
- Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
5 martie 2023

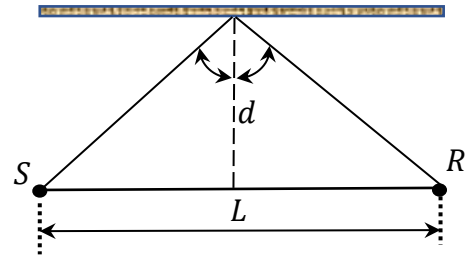
Pagina 3 din 4

Subiectul III: Unde mecanice

3A. Interferența undelor sonore

(4,50 puncte)

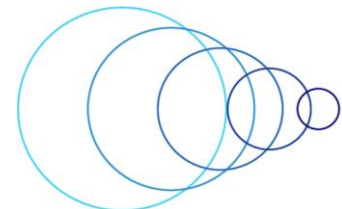
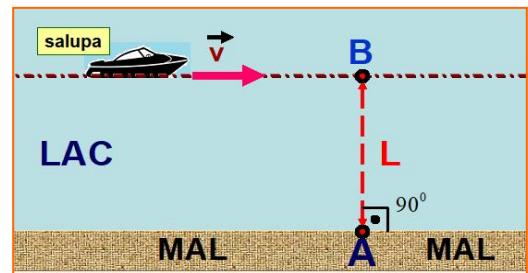
O sursă punctiformă S emite unde sonore cu frecvența $f = 340$ Hz. Un receptor R , situat inițial la distanță mare de sursă, se deplasează lent către sursă, pe dreapta SR paralelă cu un perete reflector, la distanța $d = 5,00$ m de acesta. Determinați distanța L dintre receptor și sursă corespunzătoare maximelor și minimelor intensității sonore, rezultate în urma interferenței unei sonore directe cu cea reflectată de perete, în funcție de d și de lungimea de undă λ a undelor sonore. Calculați primele patru valori finite pentru fiecare din aceste distanțe. Care este numărul teoretic total de maxime sonore recepționate până la sursă? Viteza de propagare a sunetului în aer este $c = 340$ m/s.



3B. Unde mecanice: Valuri produse de o șalupă

(4,50 puncte)

I. Pe apa liniștită, calmă, a unui lac se deplasează rectiliniu, cu viteză constantă, o șalupă de mici dimensiuni. Direcția deplasării sale este paralelă cu unul din maluri (vezi figura) la distanța L de acesta. Un observator situat pe mal în punctul A , constată că la t secunde după ce șalupa a trecut prin punctul B ($AB \perp$ pe mal) un prim val ajunge în punctul A . După acest moment, valuri succesive ajung în A cu o periodicitate de T secunde. Distanța dintre două valuri succesive ce ajung în A este λ . Cu ce viteză v se deplasează șalupa pe suprafața lacului, știind că viteza ei este mai mare decât a valurilor? Se cunosc mărimile fizice: $L (> \lambda t/T)$, λ , t și T .



Observație importantă: Considerați șalupa ca un punct material care produce o undă caracterizată de o singură perioadă T și o singură lungime de undă λ (vezi figura).

II. Imaginați-vă acum că totul s-ar petrece pe apa unui râu care curge liniștit cu viteza V în același sens în care merge șalupa și că elementele principale ale enunțului anterior rămân aceleași, dar având valori numerice diferite, față de cazul când șalupa se mișcă pe lac. Considerând că valurile ce sosesc în A (la observator) sunt cvasi-armonice, determinați viteza șalupei v față de apa râului.

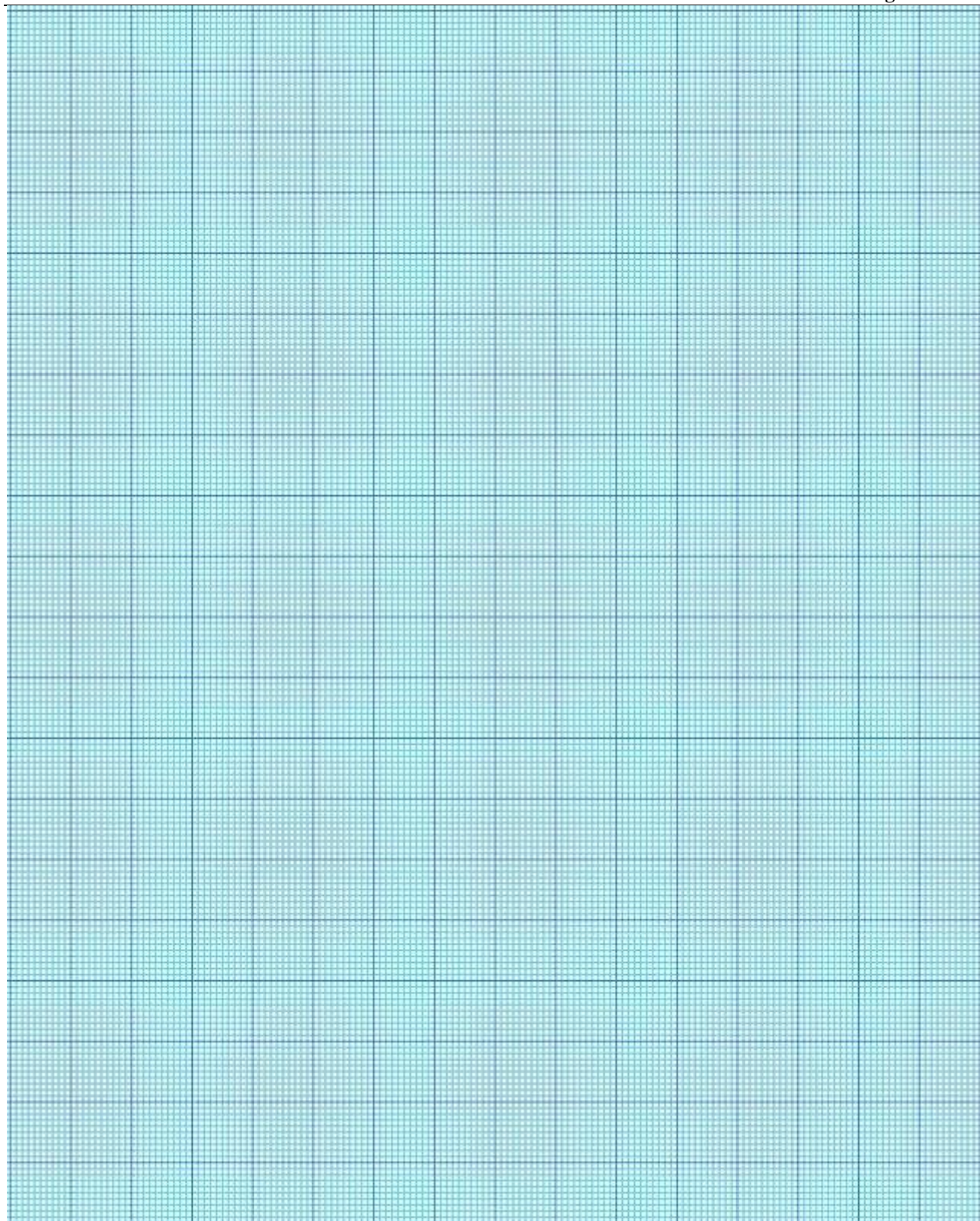
Subiecte propuse de:

Lect. univ. dr. Cornel Mironel NICULAE, Facultatea de Fizică, Universitatea București
prof. Viorel SOLSCHI, Colegiul Național "Mihai Eminescu" din Satu - Mare
prof. Cristian MIU, Colegiul Național "Ion Minulescu" din Slatina
prof. Dumitru ANTONIE, Colegiul Tehnic nr.2 din Târgu – Jiu

1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.



Olimpiada de Fizică
Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București
5 martie 2023



1. Fiecare dintre subiectele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve cerințele în orice ordine.
3. Durata probei este de 3 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.