

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
23 februarie 2019
Probă scrisă**



Pagina 1 din 3

Problema 1

(10 puncte)

Efect fotoelectric

Într-un experiment de studiu al efectului fotoelectric s-au realizat măsurători ale tensiunii electrice de stopare a electronilor emiși pentru diferite radiații electromagnetice monocromatice incidente pe suprafața unui metal depus pe catodul unei celule fotoelectrice. În tabelul alăturat sunt indicate valorile modulului tensiunii electrice de stopare obținute experimental pentru diferite frecvențe ale radiațiilor electromagnetice utilizate, respectiv diferite filtre luminoase. Considerați cunoscută valoarea sarcinii electrice elementare $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$.

Filtrul	$\nu (10^{12} \text{Hz})$	$ U_s (V)$
Roșu	415	0.4
Galben	519	0.8
Verde1	549	0.9
Verde2	580	1.5
Albastru1	630	1.3
Albastru2	688	1.4
Violet	741	1.6

- a) Reprezentați grafic $|U_s| = f(\nu)$ pe hârtia milimetrică primită împreună cu subiectul;
- b) Explicați pe baza graficului realizat legea a doua și legea a treia a efectului fotoelectric extern;
- c) Determinați **pe cale grafică**, din graficul realizat, valoarea constantei lui Planck și frecvența minimă de producere a efectului fotoelectric pentru acest metal;
- d) Determinați valoarea constantei lui Planck prin **metoda celor mai mici pătrate**, pe baza datelor experimentale din tabel;
- e) Calculați cu cât la sută diferă valoarea constantei lui Planck obținută din acest experiment, prin metoda celor mai mici pătrate, față de valoarea acceptată a constantei lui Planck $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{Js}$ și precizați cel puțin două fenomene fizice care ar determina posibilele erori.
- f) Experiența arată că nu toți fotonii incidenți pe catod pot să extragă câte un electron din metalul depus pe suprafața catodului. O mare parte dintre fotonii incidenți își pierd radiativ energia, conducând la creșterea intensității agitației termice, respectiv la încălzirea catodului. Se definește randamentul cuantic $\eta = \frac{\Delta N_{\text{eficienți}}}{\Delta N_{\text{incidenți}}}$ ca fiind raportul dintre numărul de fotoni eficienți, cei care reușesc să extragă electroni și numărul de fotoni incidenți. În situația iluminării catodului cu radiație electromagnetică având frecvența $\nu = 549 \cdot 10^{12} \text{Hz}$ și fluxul/puterea $\phi = 22,7 \cdot 10^{-3} \text{W}$, intensitatea curentului fotoelectric de saturație are valoarea $I_s = 100 \mu\text{A}$. Calculați randamentul cuantic corespunzător acestei situații, folosind pentru constanta lui Planck valoarea $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{Js}$.

Metoda celor mai mici pătrate permite găsirea coeficienților a și b ai dreptei $y = ax + b$, care aproximează cel mai bine un set de n puncte grafice, obținute experimental, $y_i = f(x_i)$ cu $i = \overline{1, n}$.

Pentru ca valorile funcției model, dreapta de aproximație, să se potrivească cel mai bine cu valorile y_i obținute experimental trebuie ca suma pătratelor abaterilor punctelor experimentale de la dreapta de aproximație să fie minimă:

$$\sum_{i=1}^n (ax_i + b - y_i)^2 = \text{minimă}$$

Valorile coeficienților a și b ai dreptei de aproximație se obțin din relațiile:

$$\begin{cases} a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \\ b = \frac{\sum y_i - a \sum x_i}{n} \end{cases}$$

1. Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, 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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

**Etapa județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
23 februarie 2019
Probă scrisă**



Pagina 2 din 3

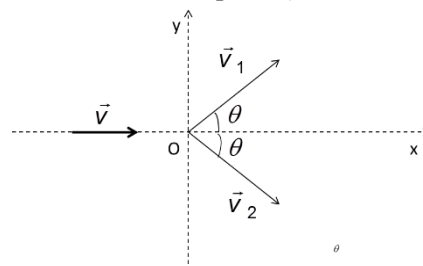
Problema 2

(10 puncte)

Împrăștiere elastică

O particulă cu energia E ciocnește perfect elastic o altă particulă identică aflată în repaus (în sistemul de referință al laboratorului). Se constată că după ciocnire direcțiile de deplasare ale celor două particule fac unghiuri egale, θ , cu direcția de deplasare a particulei inițiale.

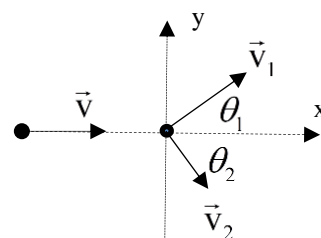
- a) Determină, în funcție de energia E și de masa de repaus a particulelor m_0 , expresia lui $\cos^2 \theta$. Analizează valoarea obținută pentru cazul în care particula inițială este lentă ($E \approx m_0 c^2$) și în cazul ultrarelativist ($E \gg m_0 c^2$).



- b) Determină, în funcție de energia E și de masa de repaus a particulelor m_0 , vitezele celor două particule după ciocnire.

- c) Determină, în funcție de vitezele particulelor după ciocnire și de unghiul θ , viteza unei particule în raport cu cealaltă.

- d) Se consideră cazul general în care θ_1 respectiv θ_2 sunt unghiurile sub care sunt împrăștiate cele două particule. Demonstrează că unghiul, $\theta_1 + \theta_2$, dintre cele două particule împrăștiate elastic este mai mic de 90° . Poți analiza procesul de împrăștiere, dacă consideri necesar, în raport cu centrul de masă al sistemului.



S

- e) Fie cazul în care particulele care interacționează sunt fotoni. În urma interacției rezultă un sistem format din doi fotoni care se mișcă în sensuri opuse și au frecvențele ν_1 respectiv ν_2 . Determină, în funcție de ν_1 , ν_2 și de constante fizice fundamentale, masa sistemului format din cei doi fotoni rezultați în urma interacției și viteza centrului de masă al acestuia.

Problema 3

(10 puncte)

Lumină prin lame transparente cu fețe plane și paralele

Pe un cadru dreptunghiular confecționat din sârmă subțire, după scoaterea dintr-un vas cu apă și săpun, s-a format o peliculă de lichid (lamă transparentă cu fețe plane și paralele). Un fascicul de lumină, paralel, monocromatic, cu lungimea de undă λ , foarte îngust, este incident pe suprafața peliculei, așa cum indică desenul din figura 1, unghiul de incidență fiind α .

Lumina reflectată pe suprafața peliculei de lichid este focalizată pe ecranul E, situat în planul focal al lentilei convergente L.

- a) Să se determine valoarea minimă a grosimii peliculei de lichid, d_{\min} , pentru care pe ecranul E intensitatea luminii reflectată pe suprafața peliculei de lichid și focalizată pe ecranul E este maximă.

Pentru soluția lichidă a peliculei se cunosc: densitatea, ρ ; indicele de refracție, n .

- b) Lentila L și ecranul E se așează sub pelicula de apă, de cealaltă parte față de sursa de lumină, așa cum indică desenul din figura 2. Să se determine valoarea minimă a grosimii peliculei de lichid, d_{\min} , pentru care pe ecranul E intensitatea luminii transmisă prin pelicula de lichid și focalizată pe ecranul E este maximă.

- c) Pe suprafața unui strat foarte subțire de apă, aflat pe o lamă suport, plană și orizontală, transparentă, reprezentat în desenul din figura 3, sosește, sub un unghi de incidență α , un fascicul paralel foarte îngust de lumină monocromatică, având lungimea de undă λ . Lumina reflectată pe suprafața peliculei de apă este focalizată pe un ecran E, situat în planul focal al unei lentile convergente, L.

1. Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, 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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

Etapă județeană/a sectoarelor municipiului București a
olimpiadei de fizică
23 februarie 2019
Probă scrisă

XII

Pagina 3 din 3

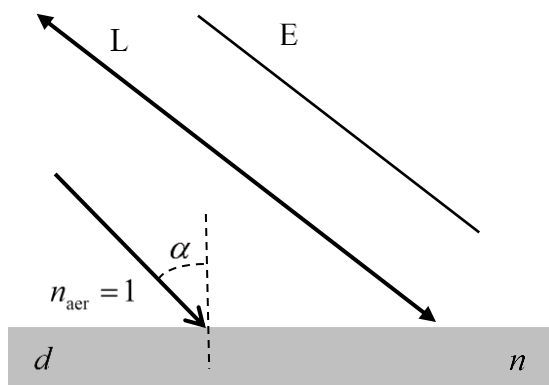


Fig. 1

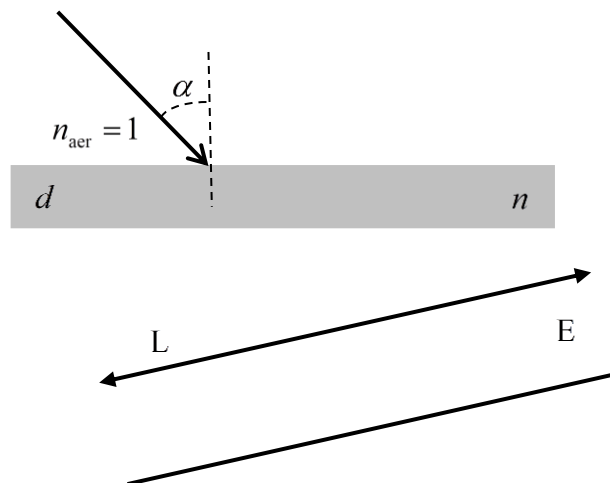


Fig. 2

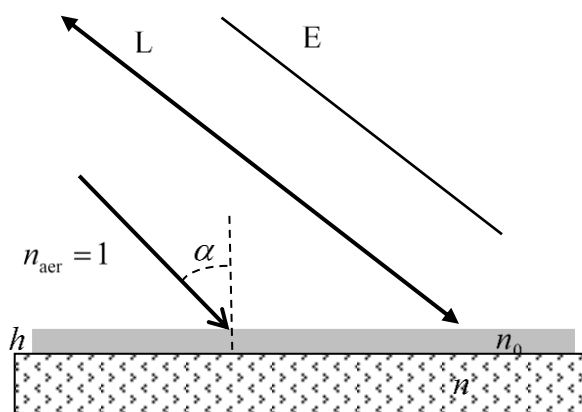


Fig. 3

La un anumit moment intensitatea luminii reflectată pe suprafața stratului de apă (peliculei de lichid) este maximă. Apoi, intensitatea luminii reflectată de peliculă începe să scadă, pentru ca, după un timp τ , să redevină maximă.

Să se determine viteza medie cu care scade grosimea stratului de apă, din cauza evaporării sale uniforme, dacă indicele de refracție al apei este n_0 . Pentru indicele de refracție al lamei suport, n , se vor considera variantele: 1) $n > n_0$; 2) $n < n_0$. Pentru aer, $n_{\text{aer}} = 1$. Se știe că $n_0 > n_{\text{aer}}$.

Să se justifice necesitatea ca grosimea peliculei de lichid să fie foarte mică.

Subiect propus de: Butușină Florin - Colegiul Național „Simion Bărnuțiu” Șimleu Silvaniei
Gavrila Constantin - Colegiul Național „Sfântul Sava” București
Sandu Mihail- Liceul Tehnologic de Turism Călimănești
Solschi Viorel - Colegiul Național „Mihai Eminescu” Satu Mare
Stoica Victor – Inspectoratul Școlar al Municipiului București.

1. Fiecare dintre problemele 1, 2, respectiv 3 se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unei probleme, 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 problemă se punctează de la 10 la 1 (1 punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.

NU SEMNA ACEASTĂ FOAIE!
FOAIA VA FI ATAȘATĂ LUCRĂRII TALE.

FIȘA DE RĂSPUNS

Problema 1 – clasa a XII-a

This image shows a full page of blank graph paper. The grid consists of small, uniform squares formed by thin, light gray lines. There are no margins, text, or other markings on the page.