

Material elaborat în cadrul proiectului CNFIS-FDI-2021-0471 „UVT – Acces și echitate în învățământul superior”

## OPTICĂ GEOMETRICĂ – Test nr. 1

Lector dr. Liliana Lighezan

Problemele propuse sunt extrase din subiectele date la proba de Optică din cadrul Examenului de Bacalaureat, în perioada anilor 2007 – 2021 (<https://www.ebacalaureat.ro/cat/subiecte-bac-fizica-fizica/90>)

### I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.

1. Imaginea unui obiect real într-o oglindă plană este:

- a. reală și răsturnată    b. virtuală și micșorată    c. reală și dreaptă    d. virtuală și dreaptă

2. Două lentile subțiri alipite, având distanțele focale  $f_1$  și respectiv  $f_2$ , formează un sistem optic centrat. Sistemul este echivalent cu o lentilă având distanța focală:

- a.  $f = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2}$     b.  $f = \frac{f_1 + f_2}{f_1 f_2}$     c.  $f = f_1 + f_2$     d.  $f = f_1 f_2$

3. Unitatea de măsură în S.I. a convergenței unei lentile este:

- a. m    b.  $m^{-1}$     c.  $s^{-1}$     d. s

4. O rază de lumină venind din aer ( $n_{aer} \cong 1$ ) cade sub un unghi de incidență  $i = 45^\circ$  pe suprafața unui mediu optic având indicele de refracție  $n = 1,41 \cong \sqrt{2}$ . Valoarea unghiului de refracție este:

- a.  $0^\circ$     b.  $15^\circ$     c.  $30^\circ$     d.  $45^\circ$

5. Două lentile având convergențele  $C_1 = 10m^{-1}$  și  $C_2 = 5m^{-1}$  sunt așezate coaxial, astfel încât orice rază de lumină care intră în sistem paralel cu axa optică principală iese din acesta tot paralel cu axa optică principală. Distanța dintre lentile este:

- a. 20 cm    b. 30 cm    c. 40 cm    d. 50 cm

### II. Rezolvați următoarea problemă:

O lentilă subțire are convergența  $C_1 = -2m^{-1}$ . La distanța de 50 cm în fața lentilei este așezat, perpendicular pe axa optică principală, un obiect luminos liniar cu înălțimea de 4 cm.

a. Realizați un desen în care să evidențiați construcția grafică a imaginii prin lentilă.

b. Calculați distanța la care se formează imaginea față de lentilă.

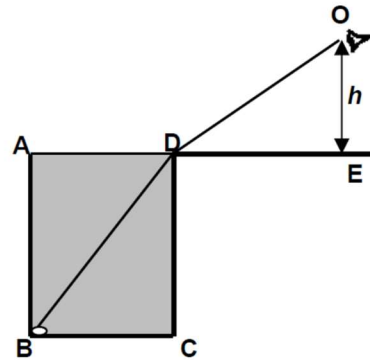
c. Calculați înălțimea imaginii obiectului.

d. Se aduce în contact cu prima lentilă o altă lentilă, a cărei convergență este  $C_2 = 7m^{-1}$ , iar obiectul se așază la distanța de 60 cm în fața sistemului de lentile. Calculați distanța la care se formează imaginea obiectului față de sistemul de lentile.

### III. Rezolvați următoarea problemă:

Un bazin plin cu apă are secțiunea verticală de forma unui dreptunghi ABCD, cu laturile  $AB = CD = 4\text{ m}$  și  $BC = AD = 3\text{ m}$ . Pe fundul bazinului, în colțul B, se află o monedă. Un observator se află la distanța  $DE = 4\text{ m}$  de latura CD și are ochii la nivelul punctului O, la înălțimea  $h = 3\text{ m}$  față de suprafața apei din bazin. Pe desen este reprezentată o rază de lumină BDO care provine de la monedă și ajunge în punctul O. Se cunoaște indicele de refracție al aerului,  $n_0 = 1$ .

- Refaceți desenul pe foaia de examen, reprezentați sensul de propagare a luminii de-a lungul razei, marcați și notați unghiul de incidență și unghiul de refracție.
- Calculați lungimea totală a drumului geometric BDO parcurs de lumină.
- Calculați indicele de refracție al apei, pe baza datelor din problemă.
- Determinați viteza de propagare a luminii în apă.



## OPTICĂ GEOMETRICĂ – Test nr. 2

Lector dr. Liliana Lighezan

Problemele propuse sunt extrase din subiectele date la proba de Optică din cadrul Examenului de Bacalaureat, în perioada anilor 2007 – 2021 (<https://www.ebacalaureat.ro/cat/subiecte-bac-fizica-fizica/90>)

### I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.

1. O sursă punctiformă de lumină S se află la o anumită adâncime față de suprafața liberă a apei dintr-un bazin. Un observator privește sursa după direcții ce formează unghiul  $\alpha$  cu normala la suprafața apei. Imaginea sursei S este observată:

- a. în același loc cu sursa, indiferent de valoarea unghiului  $\alpha$
- b. cu atât mai departe de suprafața apei cu cât unghiul  $\alpha$  crește
- c. cu atât mai aproape de suprafața apei cu cât unghiul  $\alpha$  crește
- d. în același loc, indiferent de valoarea unghiului  $\alpha$

2. La trecerea unui fascicul paralel de lumină monocromatică dintr-un mediu transparent cu indicele de refracție absolut  $n_1$  în alt mediu transparent cu indicele de refracție absolut  $n_2$  se constată că aria secțiunii transversale a fasciculului crește. Suprafața de separare dintre cele două medii este plană. Relația dintre indicii de refracție ai celor două medii este:

- a.  $n_1 = n_2$
- b.  $n_1 > n_2$
- c.  $n_1 < n_2$
- d.  $n_1 \cdot n_2 = 1$

3. O lentilă plan-convexă este confecționată dintr-un material cu indice de refracție  $n$  și este introdusă complet într-un mediu transparent cu indice de refracție  $n_0$ . Raza sferei din care face parte suprafața convexă este  $R$ . Expresia convergenței  $C$  a lentilei este:

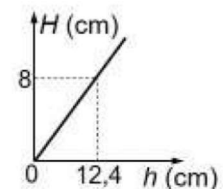
- a.  $\left(1 + \frac{n}{n_0}\right) \frac{1}{R}$
- b.  $\left(1 + \frac{n}{n_0}\right) \frac{2}{R}$
- c.  $\left(\frac{n}{n_0} - 1\right) \frac{2}{R}$
- d.  $\left(\frac{n}{n_0} - 1\right) \frac{1}{R}$

4. O rază de lumină monocromatică, provenită din aer ( $n_{\text{aer}} = 1$ ), este incidentă pe suprafața plană a unei lame din sticlă cu indicele de refracție  $n = 1,73 (\cong \sqrt{3})$  sub unghiul de  $60^\circ$  față de normala la suprafața lamei. Unghiul dintre raza reflectată și raza refractată la suprafața plăcii este:

- a.  $120^\circ$
- b.  $90^\circ$
- c.  $60^\circ$
- d.  $45^\circ$

5. Graficul din figura alăturată reprezintă dependența adâncimii  $H$  la care se vede un obiect punctiform aflat într-un lichid, privit din aer ( $n_{\text{aer}} = 1$ ) la incidență normală, de adâncimea  $h$  la care se află obiectul. Indicele de refracție absolut al lichidului este:

- a. 1,55
- b. 1,44
- c. 1,33
- d. 1,24



## II. Rezolvați următoarea problemă:

Două lentile subțiri **A** și **B**, cu distanțele focale  $f_A = 20$  cm și  $f_B = -0,5f_A$ , alipite, sunt centrate pe aceeași axă optică principală. Un obiect luminos liniar cu înălțimea  $y_1 = 2$  cm se află la 20 cm în fața lentilei **A**, perpendicular pe axa optică principală a sistemului.

- Calculați convergența sistemului de lentile alipite.
- Calculați distanța la care se formează imaginea obiectului luminos față de sistemul optic format de lentilele alipite.
- Calculați înălțimea imaginii date de sistemul celor două lentile alipite.
- Realizați un desen prin care să evidențiați construcția imaginii, pentru obiectul luminos considerat, în situația descrisă în problemă.

## III. Rezolvați următoarea problemă:

Pe un banc optic se plasează o lentilă biconvexă subțire. La distanța de 30 cm față de lentilă se plasează, perpendicular pe axa optică principală a acesteia, un obiect luminos liniar având înălțimea de 3 cm. Pe un ecran aflat la distanța de 20 cm față de lentilă se obține imaginea clară a obiectului.

- Determinați înălțimea imaginii obiectului obținută pe ecran.
- Calculați convergența lentilei.
- Realizați un desen în care să evidențiați construcția imaginii prin lentilă în situația descrisă.
- Obiectul și ecranul rămân în poziții fixe. Calculați distanța pe care trebuie deplasată lentila pentru a obține, din nou, pe ecran, o imagine clară a obiectului.

## OPTICĂ GEOMETRICĂ – Test nr. 3

Lector dr. Liliana Lighezan

Problemele propuse sunt extrase din subiectele date la proba de Optică din cadrul Examenului de Bacalaureat, în perioada anilor 2007 – 2021 (<https://www.ebacalaureat.ro/cat/subiecte-bac-fizica-fizica/90>)

### I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.

1. Un obiect luminos este așezat în fața unei lentile subțiri. Imaginea formată de lentilă este reală, mai mare decât obiectul. Convergența lentilei este:

- a. nulă                      b. pozitivă                      c. negativă                      d. nu se poate preciza

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale de fizică, relația corectă pentru mărirea liniară transversală dată de o lentilă subțire este:

- a.  $\beta = \frac{f - x_2}{f}$                       b.  $\beta = \frac{fx_2}{f + x_2}$                       c.  $\beta = \frac{x_2}{f - x_2}$                       d.  $\beta = \frac{f - x_2}{fx_2}$

3. O rază de lumină trece dintr-un mediu cu indice de refracție  $n_1$ , într-un mediu cu indice de refracție  $n_2 \neq n_1$ , sub un unghi de incidență  $i \neq 0$ . Relația corectă care permite calculul unghiului de refracție  $r$  este:

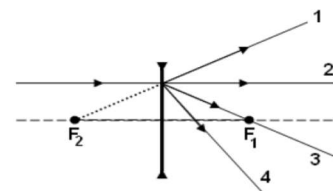
- a.  $\sin r = n_1 \frac{\sin i}{n_2}$                       b.  $r = i$                       c.  $\sin r = n_2 \frac{\sin i}{n_1}$                       d.  $\cos r = n_1 \frac{\cos i}{n_2}$

4. O rază de lumină, care provine dintr-un mediu de indice de refracție  $n$ , cade, sub unghiul de incidență  $i = 45^\circ$ , pe suprafața plană de separație dintre acest mediu și aer ( $n_{\text{aer}} \cong 1$ ). După refracție, raza de lumină se propagă de-a lungul suprafeței de separație. Valoarea indicelui de refracție  $n$  este aproximativ:

- a. 2                      b. 1,73                      c. 1,5                      d. 1,41

5. Pe o lentilă subțire divergentă este incidentă o rază de lumină care se propagă paralel cu axa optică principală a acestei lentile, ca în figura alăturată.  $F_1$  și  $F_2$  sunt focarele lentilei. După trecerea prin lentilă, raza va urma drumul notat cu:

- a. 4  
b. 3  
c. 2  
d. 1



## II. Rezolvați următoarea problemă:

O lentilă subțire are convergența  $C_1 = 5\text{m}^{-1}$ . La distanța de 30 cm în fața lentilei este așezat, perpendicular pe axa optică principală, un obiect luminos liniar cu înălțimea de 2 cm.

- Realizați un desen în care să evidențiați construcția grafică a imaginii prin lentilă.
- Calculați distanța la care se formează imaginea față de lentilă.
- Calculați înălțimea imaginii obiectului.
- Se aduce în contact cu prima lentilă o altă lentilă subțire, a cărei convergență este  $C_2 = -3\text{m}^{-1}$ , iar obiectul se așază la distanța de 60 cm în fața sistemului de lentile. Calculați mărirea liniară transversală dată de sistemul de lentile.

## III. Rezolvați următoarea problemă:

Un obiect este așezat perpendicular pe axa optică principală a unei lentile subțiri cu distanța focală  $f_1 = 15\text{cm}$ . Imaginea obiectului se formează pe un ecran așezat la distanța de 60cm față de lentilă.

- Calculați convergența lentilei.
- Determinați distanța la care este plasat obiectul față de lentilă.
- Se alipește de lentilă o altă lentilă subțire având distanța focală  $f_2 = 30\text{cm}$ . Cele două lentile formează un sistem optic centrat. Poziția obiectului față de prima lentilă rămâne neschimbată. Calculați distanța pe care trebuie deplasat ecranul pentru a observa pe acesta imaginea clară formată de sistemul de lentile.
- Se deplasează una dintre lentile de-a lungul axei optice principale, sistemul optic rămânând centrat. Se constată că orice rază de lumină care intră în sistem paralel cu axa optică principală, iese tot paralel cu axa optică principală. Calculați distanța dintre cele două lentile.

**OPTICA ONDULATORIE. INTERFERENȚA LUMINII. – Test nr. 1****Lector dr. Liliana Lighezan**

Problemele propuse sunt extrase din subiectele date la proba de Optică din cadrul Examenului de Bacalaureat, în perioada anilor 2007 – 2021 (<https://www.ebacalaureat.ro/cat/subiecte-bac-fizica-fizica/90>)

Se consideră: viteza luminii în vid  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, constanta Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J · s.

**I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.**

1. La trecerea unei radiații luminoase dintr-un mediu optic în altul, se modifică:

- a. frecvența
- b. perioada
- c. direcția de propagare dacă unghiul de incidență este zero
- d. direcția de propagare dacă unghiul de incidență este diferit de zero

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, expresia care are aceeași unitate de măsură ca și energia cinetică este:

- a.  $h/\lambda$
- b.  $h\nu/\lambda$
- c.  $mc/2$
- d.  $hc/\lambda$

3. O radiație luminoasă monocromatică cu lungimea de undă în aer  $\lambda = 500\text{nm}$  traversează o peliculă de apă ( $n = \frac{4}{3}$ ) cu grosimea  $\Delta x = 60\mu\text{m}$ . Grosimea peliculei reprezintă un număr de *lungimi de undă în apă* egal cu:

- a. 160
- b. 140
- c. 100
- d. 90

4. Indicele de refracție al unui material variază cu frecvența radiației după relația  $n = \sqrt{A + B\nu^2}$ ,  $A$  și  $B$  fiind constante. Unitatea de măsură a constantei  $B$  este:

- a.  $\text{m}^{-2}$
- b.  $\text{m}^2\text{s}^{-2}$
- c.  $\text{s}^{-2}$
- d.  $\text{s}^2$

5. Unitatea de măsură în S.I. a mărimii exprimate prin produsul  $n \cdot v$  dintre indicele de refracție și viteza de propagare a luminii printr-un mediu este:

- a.  $\text{m}^{-1}$
- b. m
- c.  $\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
- d.  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

## II. Rezolvați următoarea problemă:

O sursă de lumină monocromatică și coerentă  $S_1$  este așezată pe axa de simetrie a unui dispozitiv Young. Figura de interferență se observă pe un ecran așezat paralel cu planul fantelor, la distanța  $D = 3\text{ m}$  de acesta. Distanța dintre cele două fante este  $2\ell = 1,2\text{ mm}$ . Distanța dintre maximul de ordinul doi aflat de o parte a franjei centrale și maximul de ordinul patru aflat de cealaltă parte a franjei centrale este  $d = 9\text{ mm}$ .

- Calculați valoarea interfranjei.
- Determinați lungimea de undă a radiației luminoase utilizate.
- Sursa de lumină  $S_1$  este înlocuită cu altă sursă de lumină monocromatică,  $S_2$ . Se observă că maximul de ordinul trei obținut folosind sursa  $S_2$  se formează exact în același loc în care se forma, utilizând sursa  $S_1$ , a treia franjă întunecoasă. Determinați lungimea de undă a radiației emise de sursa  $S_2$ .
- Determinați deplasarea figurii de interferență dacă una dintre fante se acoperă cu o lamă cu fețe plane și paralele, cu grosimea  $e = 0,04\text{ mm}$ , confecționată din sticlă cu indicele de refracție  $n = 1,5$ .

## III. Rezolvați următoarea problemă:

Un dispozitiv Young, cu distanța dintre fante  $2\ell = 1\text{ mm}$  și distanța de la planul fantelor la ecran  $D = 1\text{ m}$ , este utilizat într-un experiment în care sursa emite lumină monocromatică cu  $\lambda = 500\text{ nm}$  și apoi în alt experiment, în care sursa emite lumină albă, ale cărei limite spectrale sunt  $\lambda_r = 750\text{ nm}$  și  $\lambda_v = 400\text{ nm}$ .

- Calculați valoarea interfranjei obținute în experimentul cu lumină monocromatică.
- Determinați deplasarea figurii de interferență în lumină monocromatică dacă în fața unei fante se plasează o lamă cu fețe plane și paralele, cu grosimea  $d = 0,02\text{ mm}$ , din sticlă cu indicele de refracție  $n = 1,5$ .
- Calculați lățimea spectrului de ordinul 2 obținut în experimentul în care se utilizează lumină albă.
- Determinați câte lungimi de undă diferite corespund radiațiilor din lumina albă care formează maxime la distanța  $y = 1,2\text{ mm}$  față de franja centrală.



**OPTICA ONDULATORIE. INTERFERENȚA LUMINII. – Test nr. 2****Lector dr. Liliana Lighezan**

Problemele propuse sunt extrase din subiectele date la proba de Optică din cadrul Examenului de Bacalaureat, în perioada anilor 2007 – 2021 (<https://www.ebacalaureat.ro/cat/subiecte-bac-fizica-fizica/90>)

Se consideră: viteza luminii în vid  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, constanta Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J · s.

**I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.**

1. Unitatea de măsură în S.I. a mărimii exprimate prin raportul  $c/\nu$  dintre viteza luminii în vid și frecvența radiației este:

- a. s                                      b.  $s^{-1}$                                       c. m                                      d.  $m \cdot s^{-1}$

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele din manualele de fizică, unitatea de măsură în S.I a mărimii fizice exprimată prin raportul  $\frac{h \cdot c}{\lambda}$  este:

- a. Hz                                      b. s                                      c. m                                      d. J

3. Între lungimea de undă și frecvența unei radiații există relația:

- a.  $\lambda = \frac{c}{\nu}$                                       b.  $\lambda = c\nu$                                       c.  $\lambda = \frac{\nu}{c}$                                       d.  $\lambda = \frac{1}{\nu}$

4. Dacă indicele de refracție al apei este  $n = \frac{4}{3}$ , atunci viteza de propagare a luminii în apă are valoarea de:

- a.  $1,33 \cdot 10^8$  m/s                                      b.  $1,5 \cdot 10^8$  m/s                                      c.  $2,25 \cdot 10^8$  m/s                                      d.  $3 \cdot 10^8$  m/s

5. În cazul suprapunerii a două unde luminoase se poate obține interferență staționară dacă:

- a. undele au frecvențe diferite;  
b. undele au aceeași intensitate;  
c. diferența de fază dintre unde rămâne constantă în timp;  
d. undele sunt necoerente.

## II. Rezolvați următoarea problemă:

Într-un dispozitiv interferențial Young sursa de lumină monocromatică se află pe axa de simetrie a sistemului, distanța de la planul fantelor la ecran este  $D = 1\text{m}$ , iar distanța dintre fante este  $2\ell = 0,6\text{mm}$ . Interfranța măsurată pe ecran este  $i = 1\text{mm}$ . Determinați:

- lungimea de undă a radiației monocromatice;
- diferența de drum optic dintre undele luminoase care prin interferență determină maximul de ordinul doi;
- distanța față de maximul central la care se formează a șasea franjă întunecoasă;
- grosimea unei lame de sticlă cu indicele de refracție  $n = 1,5$  care, așezată în dreptul uneia dintre fantele dispozitivului, determină deplasarea sistemului de franje cu două interfranje.

## III. Rezolvați următoarea problemă:

Un dispozitiv Young este iluminat cu o radiație monocromatică, cu lungimea de undă  $\lambda = 420\text{nm}$ . Distanța dintre fantele dispozitivului este  $2\ell = 1\text{mm}$ , iar distanța de la planul fantelor la ecranul pe care se observă figura de interferență este  $D = 2\text{m}$ .

- Calculați valoarea interfranjei.
- Calculați frecvența radiației incidente.
- Se înlocuiește sursa de lumină cu o altă sursă care emite simultan radiație roșie cu lungimea de undă  $\lambda_r = 760\text{nm}$  și radiație violet cu lungimea de undă  $\lambda_v = 400\text{nm}$ . Calculați distanța dintre maximul de ordin 1 corespunzător radiației roșii și maximul de ordin 1 corespunzător radiației violet, aflate de aceeași parte a maximului central.
- Sursa de lumină coerentă se află la distanța  $d = 1\text{m}$  față de planul fantelor, pe mediatoarea segmentului ce unește cele două fante. Determinați distanța pe care se deplasează franja centrală, dacă sursa S se deplasează, cu distanța  $h = 1\text{mm}$ , perpendicular pe axa de simetrie a dispozitivului și perpendicular pe fante.

**ELEMENTE DE FIZICĂ CUANTICĂ. EFECTUL FOTOELECTRIC EXTERN.**  
– Test nr. 1 –

**Lector dr. Liliana Lighezan**

Problemele propuse sunt extrase din subiectele date la proba de Optică din cadrul Examenului de Bacalaureat, în perioada anilor 2007 – 2021 (<https://www.ebacalaureat.ro/cat/subiecte-bac-fizica-fizica/90>)

Se consideră: viteza luminii în vid  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, constanta Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J · s.

**I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.**

1. În cazul efectului fotoelectric extern:

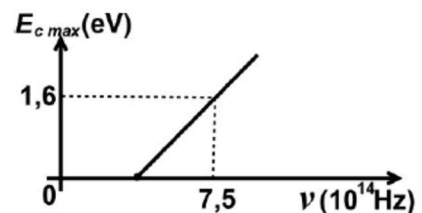
- a. Emisia fotoelectronilor se produce pentru orice lungime de undă a radiațiilor electromagnetice incidente
- b. Numărul electronilor emiși crește cu creșterea fluxului radiației electromagnetice incidente, la frecvență constantă
- c. Energia cinetică a fotoelectronilor emiși crește liniar cu fluxul radiației electromagnetice incidente, la frecvență constantă
- d. Intervalul de timp  $\Delta t$  dintre momentul iluminării și cel al emisieii electronilor este  $\Delta t \cong 1$  s

2. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manualele de fizică, frecvența de prag pentru producerea efectului fotoelectric extern este dată de relația:

- a.  $\nu_0 = \frac{L}{h}$
- b.  $\nu_0 = \frac{h}{L}$
- c.  $\nu_0 = \frac{c}{\lambda}$
- d.  $\nu_0 = \frac{\lambda}{c}$

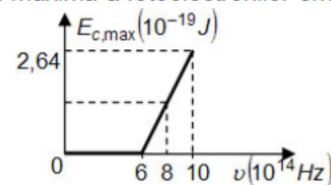
3. Graficul din figură a fost obținut pe baza măsurătorilor efectuate într-un experiment de studiu al efectului fotoelectric extern. Se cunoaște că  $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{J}$ . Lucrul mecanic de extracție, obținut pe baza datelor din acest experiment, are valoarea de aproximativ:

- a.  $1,8 \cdot 10^{-19}\text{J}$
- b.  $1,9 \cdot 10^{-19}\text{J}$
- c.  $2,4 \cdot 10^{-19}\text{J}$
- d.  $3,8 \cdot 10^{-19}\text{J}$

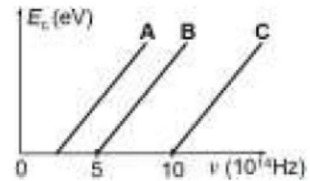


4. În graficul din figura alăturată este reprezentată energia cinetică maximă a fotoelectronilor emiși de un catod metalic în funcție de frecvența radiației incidente. Energia cinetică maximă a fotoelectronilor emiși sub acțiunea unei radiații cu frecvența de  $8 \cdot 10^{14}\text{Hz}$  este:

- a.  $1,32 \cdot 10^{-19}\text{J}$
- b.  $1,52 \cdot 10^{-19}\text{J}$
- c.  $2,32 \cdot 10^{-19}\text{J}$
- d.  $3,64 \cdot 10^{-19}\text{J}$



5. În graficul din figura alăturată sunt prezentate dependențele energiei cinetice maxime a fotoelectronilor emiși de frecvența radiației incidente pe trei fotocatozi, realizați din diferite materiale, notați **A**, **B** și **C**. Dacă radiația electromagnetică incidentă pe cei trei fotocatozi are frecvența  $\nu = 6 \cdot 10^{14}$  Hz, atunci vor emite fotoelectroni:



- numai fotocatodul A
- numai fotocatodul C
- numai fotocatozii A și B
- numai fotocatozii B și C

## II. Rezolvați următoarea problemă:

Pe suprafața unui metal cad radiații ultraviolete cu lungimea de undă  $\lambda = 279\text{nm}$ . Curentul fotoelectric se anulează pentru tensiunea de stopare  $U_s = 0,66\text{V}$ . Determinați:

- lucrul mecanic de extracție pentru acest metal;
- valoarea frecvenței de prag pentru acest metal;
- viteza maximă a electronilor extrași;
- lungimea de undă maximă la care mai apare efect fotoelectric.

## III. Rezolvați următoarea problemă:

Catodul de litiu (Li) al unei celule fotoelectrice este iradiat cu un fascicul de radiații electromagnetice de frecvență  $\nu = 6 \cdot 10^{14}$  Hz. Lungimea de undă de prag pentru Li are valoarea  $\lambda_0 = 522\text{nm}$ . Calculați:

- valoarea frecvenței de prag pentru litiu;
- lungimea de undă  $\lambda$  a radiațiilor incidente;
- valoarea  $L$  a lucrului de extracție pentru litiu;
- viteza maximă a fotoelectronilor emiși,  $v_{\max}$ .

**ELEMENTE DE FIZICĂ CUANTICĂ. EFECTUL FOTOELECTRIC EXTERN.**  
**– Test nr. 2 –**

**Lector dr. Liliana Lighezan**

Problemele propuse sunt extrase din subiectele date la proba de Optică din cadrul Examenului de Bacalaureat, în perioada anilor 2007 – 2021 (<https://www.ebacalaureat.ro/cat/subiecte-bac-fizica-fizica/90>)

Se consideră: viteza luminii în vid  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, constanta Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J · s.

**I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.**

1. Simbolurile mărimilor fizice fiind cele utilizate în manuale, energia cinetică maximă a electronilor emiși prin efect fotoelectric extern este dată de relația:

- a.  $E_c = h\nu$                       b.  $E_c = h\nu - L$                       c.  $E_c = h\nu + L$                       d.  $E_c = L - h\nu$

2. Pe un catod cade o radiație electromagnetică având lungimea de undă  $\lambda$  și frecvența  $\nu$ , care produce efect fotoelectric extern. Energia cinetică maximă a electronilor extrași este  $E_c$ . Frecvența minimă a radiației care produce efect fotoelectric extern poate fi calculată folosind relația:

- a.  $\nu_0 = \nu + \frac{E_c}{h}$                       b.  $\nu_0 = \frac{\lambda}{c} - \frac{E_c}{h}$                       c.  $\nu_0 = \frac{c}{\lambda} - \frac{E_c}{h}$                       d.  $\nu_0 = \frac{\lambda}{c} + \frac{E_c}{h}$

3. Știind că simbolurile mărimilor fizice și ale unităților de măsură sunt cele utilizate în manualele de fizică ( $e$  este sarcina electrică elementară,  $U_s$  tensiunea de stopare,  $m_e$  masa electronului), unitatea de măsură a mărimii  $\frac{2eU_s}{m_e}$  este :

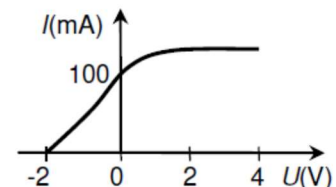
- a. m/s                      b. kg · m/s                      c. m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>                      d. kg · m/s<sup>2</sup>

4. Lucrul de extracție al unui fotoelectron de la suprafața wolframului este  $L_W = 4,5$  eV ( $1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$  J). Lungimea de undă de prag pentru wolfram este:

- a. 0,275  $\mu\text{m}$                       b. 0,366  $\mu\text{m}$                       c. 0,433  $\mu\text{m}$                       d. 1,210  $\mu\text{m}$

5. Într-un experiment se studiază efectul fotoelectric extern produs pe catodul unei celule fotoelectrice. Caracteristica curent-tensiune este reprezentată în graficul din figura alăturată. Valoarea absolută minimă a tensiunii pentru care niciun electron extras nu ajunge la anod este:

- a. 0,1V  
b. 2V  
c. 4V  
d. 100V



**II. Rezolvați următoarea problemă:**

Pe suprafața unui metal se trimit succesiv două radiații electromagnetice cu lungimile de undă  $\lambda_1 = 350 \text{ nm}$  și respectiv  $\lambda_2 = 540 \text{ nm}$ . Viteza maximă a fotoelectronilor emiși în al doilea caz este de  $k = 2$  ori mai mică decât în cazul iluminării cu radiația cu lungimea de undă  $\lambda_1$ . Determinați:

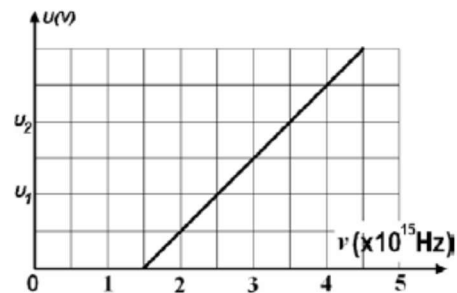
- valoarea frecvenței de prag;
- energia cinetică maximă a fotoelectronilor emiși sub acțiunea radiațiilor cu lungimea de undă  $\lambda_1$ ;
- raportul energiilor fotonilor incidenti,  $\frac{\epsilon_2}{\epsilon_1}$ .
- Reprezentați grafic energia cinetică maximă a fotoelectronilor emiși în funcție de frecvența fotonilor incidenti.

**III. Rezolvați următoarea problemă:**

**Rezolvați următoarea problemă:**

În graficul alăturat este reprezentată dependența tensiunii de stopare a fotoelectronilor emiși, de frecvența radiației care produce efect fotoelectric extern.

- Determinați frecvența de prag caracteristică metalului.
- Calculați lungimea de undă a radiației de prag.
- Determinați diferența  $U_2 - U_1$  a tensiunilor de stopare indicate în graficul alăturat.
- Reprezentați grafic dependența energiei cinetice maxime a fotoelectronilor emiși de frecvența fotonilor incidenti.



**ELEMENTE DE FIZICĂ CUANTICĂ. EFECTUL FOTOELECTRIC EXTERN.**  
**– Test nr. 3 –**

**Lector dr. Liliana Lighezan**

Problemele propuse sunt extrase din subiectele date la proba de Optică din cadrul Examenului de Bacalaureat, în perioada anilor 2007 – 2021 (<https://www.ebacalaureat.ro/cat/subiecte-bac-fizica-fizica/90>)

Se consideră: viteza luminii în vid  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s, constanta Planck  $h = 6,6 \cdot 10^{-34}$  J · s.

**I. Pentru itemii 1-5 scrieți pe foaia de răspuns litera corespunzătoare răspunsului corect.**

1. Efectul fotoelectric extern constă în:

- a. emisia de electroni de către o placă metalică urmare a încălzirii ei
- b. emisia de electroni de către o placă metalică aflată sub acțiunea unei radiații electromagnetice
- c. emisia de electroni de către un filament parcurs de curent electric
- d. bombardarea unei plăci metalice de către un flux de electroni

2. O radiație luminoasă monocromatică produce efect fotoelectric extern pe catodul unei fotocelule. Dacă numărul fotonilor incidenti pe catod în unitatea de timp scade, atunci:

- a. crește numărul fotoelectronilor emiși în unitatea de timp
- b. scade valoarea energiei cinetice maxime a fotoelectronilor emiși
- c. crește valoarea energiei cinetice maxime a fotoelectronilor emiși
- d. scade numărul fotoelectronilor emiși în unitatea de timp

3. Pe catodul unei fotocelule cade normal un flux de fotoni cu frecvența  $\nu = 1,3 \cdot 10^{15}$  Hz. Dacă frecvența de prag a efectului fotoelectric extern pentru catodul fotocelulei este  $\nu_0 = 4 \cdot 10^{14}$  Hz, atunci energia cinetică maximă a fotoelectronilor extrași este:

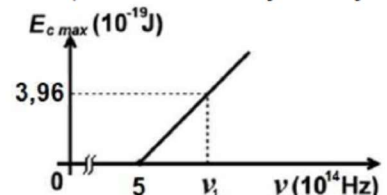
- a.  $6,6 \cdot 10^{-20}$  J
- b.  $5,94 \cdot 10^{-19}$  J
- c.  $7,26 \cdot 10^{-19}$  J
- d.  $10^{-18}$  J

4. Iradiind succesiv suprafața unui fotocatod cu două radiații monocromatice având lungimile de undă  $\lambda_1 = 350$  nm și  $\lambda_2 = 540$  nm, viteza maximă a fotoelectronilor scade de  $k = 2$  ori. Lucrul mecanic de extracție a electronilor din fotocatod este de aproximativ:

- a.  $3 \cdot 10^{-19}$  J
- b.  $1,5 \cdot 10^{-19}$  J
- c.  $9 \cdot 10^{-20}$  J
- d.  $3 \cdot 10^{-20}$  J

5. Energia cinetică maximă a electronilor extrași prin efect fotoelectric extern depinde de frecvența radiației incidente conform graficului din figura alăturată. În aceste condiții, frecvența  $\nu_1$  a radiației incidente are valoarea:

- a.  $0,5 \cdot 10^{15}$  Hz
- b.  $0,6 \cdot 10^{15}$  Hz
- c.  $0,8 \cdot 10^{15}$  Hz
- d.  $1,1 \cdot 10^{15}$  Hz



## II. Rezolvați următoarea problemă:

O radiație luminoasă care cade pe o placă metalică produce efect fotoelectric. Energia unuia dintre fotonii radiației incidente este  $3,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ , iar energia cinetică maximă a unui fotoelectron emis are valoarea  $8 \cdot 10^{-20} \text{ J}$ .

Determinați:

- frecvența radiației incidente pe placă;
- numărul de fotoelectroni pe care ar trebui să-i emită placa în timp de 1s pentru ca aceștia să genereze un curent electric cu intensitatea de 1mA ;
- lucrul mecanic de extracție a electronilor din metal;
- lungimea de undă-prag caracteristică metalului din care este făcută placa.

## III. Rezolvați următoarea problemă:

Catodul din aluminiu al unui dispozitiv experimental pentru studiul efectului fotoelectric extern este expus unei radiații ultraviolete de frecvență  $\nu = 1,5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$ . Frecvența de prag pentru aluminiu are valoarea  $\nu_0 = 10^{15} \text{ Hz}$ .

- Determinați valoarea lucrului mecanic de extracție.
- Calculați valoarea energiei unui foton din fasciculul incident.
- Determinați valoarea tensiunii de stopare.
- Calculați valoarea vitezei celui mai rapid electron extras.