

CLASA a XI-a: Probleme INTERFERENȚA LUMINII

1.

Într-o experiență de interferență cu un dispozitiv Young, sursa de lumină coerentă se află pe axa de simetrie a sistemului la distanța $d = 0,50\text{ m}$ de planul fanteelor. Distanța dintre fante este $2l = 1\text{ mm}$, iar distanța de la planul fanteelor la ecranul pe care se observă figura de interferență este $D = 2\text{ m}$. Dispozitivul este iluminat cu o radiație monocromatică cu lungimea de undă $\lambda = 500\text{ nm}$. Determinați:

- valoarea interfranjei;
- distanța dintre maximul de ordinul întâi aflat de o parte a maximului central și al doilea minim de interferență aflat de cealaltă parte a maximului central;
- distanța pe care se deplasează maximul central, dacă sursa se deplasează paralel cu planul fanteelor cu distanța $h = 1\text{ mm}$.
- noua valoare a interfranjei dacă dispozitivul este scufundat în apă ($n_{\text{apa}} = 4/3$).

R: a. $i = 1\text{ mm}$ b. $d' = 2,5\text{ mm}$ c. $x_0 = 4\text{ mm}$ d. $i' = 0,75\text{ mm}$

2.

Sursa de lumină a unui dispozitiv Young emite radiații cu lungimea de undă de 500 nm . Distanța dintre cele două fante ale dispozitivului este $a = 1\text{ mm}$.

- Calculați distanța la care trebuie să se afle ecranul față de planul fanteelor pentru ca interfranja să fie de $1,5\text{ mm}$ atunci când dispozitivul este în aer.
- Considerând că ecranul de observație se plasează la 2 m de planul fanteelor, calculați diferența de drum optic dintre două raze care interferă într-un punct aflat pe ecranul de observație la $1,2\text{ mm}$ de maximul central;
- Calculați distanța dintre cel de al treilea minim de interferență situat de o parte a maximului central și maximul de ordin unu situat de cealaltă parte a maximului central. Distanța dintre planul fanteelor și ecran este $D = 2\text{ m}$.
- Calculați noua valoare a interfranjei dacă întreg dispozitivul se introduce în apă și se menține distanța $D = 2\text{ m}$ dintre planul fanteelor și ecran. Indicele de refracție al apei este $n_{\text{apa}} = \frac{4}{3}$.

R: a. $D_0 = 3\text{ m}$ b. $\delta = 600\text{ nm}$ c. $\Delta x = 3,5\text{ mm}$ d. $i' = 0,75\text{ mm}$

3.

O sursă de lumină S este așezată pe axa de simetrie a unui dispozitiv Young. Sursa emite radiație monocromatică având lungimea de undă $\lambda_1 = 500\text{ nm}$. Distanța dintre cele două fante este $2l = 0,5\text{ mm}$, iar figura de interferență se observă pe un ecran așezat paralel cu planul fanteelor, la distanța $D = 1\text{ m}$ de acesta.

- Calculați valoarea interfranjei.
- Determinați valoarea distanței ce separă franja centrală de franja întunecoasă de ordinul 4.
- În fața uneia dintre fante se plasează o lamă din sticlă având grosimea $e = 6\text{ }\mu\text{m}$. Se observă că franja centrală s-a deplasat în poziția ocupată inițial de franja luminoasă de ordinul 6. Determinați valoarea indicelui de refracție al sticlei din care este confectionată lama.
- Se îndepărtează lama, iar sursa S este înlocuită cu sursa S' care emite simultan două radiații având lungimile de undă $\lambda_1 = 500\text{ nm}$ și $\lambda_2 = 600\text{ nm}$. Calculați distanța minimă, față de franja centrală, la care se suprapun maximele celor două radiații.

R: a. $i = 1\text{ mm}$ b. $d = 4,5\text{ mm}$ c. $n = 1,5$ d. $d_{\min} = 6\text{ mm}$

4.

Sursa de lumină coerentă a unui dispozitiv Young emite radiații monocromatice cu lungimea de undă $\lambda = 600\text{ nm}$. Inițial sursa se află pe axa de simetrie a dispozitivului, la distanța $d = 10\text{ cm}$ de paravanul cu două fante, iar distanța dintre paravan și ecran este $D = 1\text{ m}$. Se măsoară pe ecran distanța a dintre maximele de interferență de ordinul 1, găsindu-se $a = 0,6\text{ mm}$. Determinați:

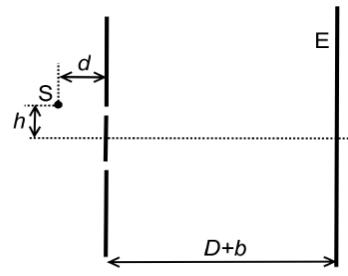
- distanța dintre fantele dispozitivului;
- defazajul dintre undele care, prin suprapunere, formează al doilea minim de interferență situat deasupra axei de simetrie a dispozitivului.

c. Se mărește cu $b = 0,5\text{ m}$ distanța dintre ecran și paravanul cu două fante.

Determinați noua valoare a interfranjei obținute în această situație.

- Se deplasează sursa S pe distanța $h = 1\text{ mm}$ față de axa de simetrie a dispozitivului, paralel cu paravanul, ca în figura alăturată. Distanța dintre ecranul E și paravan rămânând cea specificată la punctul c, determinați distanța pe care se deplasează maximul central.

R: a. $2l = 2\text{ mm}$ b. $\Delta\phi = 3\pi\text{ rad}$ c. $i_1 = 0,45\text{ mm}$ d. $x_0 = 1,5\text{ cm}$



5.

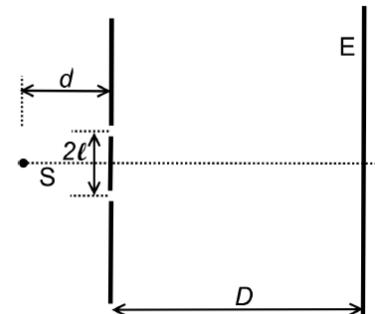
Se realizează un experiment de interferență cu un dispozitiv Young plasat în aer. Distanța dintre fantele dispozitivului este $2\ell = 0,5 \text{ mm}$, iar ecranul pe care se observă franjele de interferență se află la distanța $D = 1 \text{ m}$ de planul fantelor. Interfranja măsurată pe ecran este $i = 1 \text{ mm}$. Determinați:

- lungimea de undă a radiației monocromatice folosite;
- diferența de drum optic dintre unde care produc pe ecran maximul de ordin 2;
- distanța dintre franja luminoasă de ordinul 2 situată de o parte a maximului central și a două franjă întunecoasă situată de celalătă parte a maximului central;
- indicele de refracție al unei lame transparente de grosime $2\mu\text{m}$, cu fețele plane și paralele, care, așezată în dreptul uneia dintre fantele dispozitivului, determină deplasarea maximului central în locul în care se forma maximul de ordinul 2 în absența lamei.

R: a. $\lambda = 500 \text{ nm}$ b. $\delta = 1 \mu\text{m}$ c. $\Delta x = 3,5 \text{ mm}$ d. $n = 1,5$

6.

O sursă de lumină coerentă S, ce emite o radiație cu lungimea de undă $\lambda = 600 \text{ nm}$, este așezată pe axa de simetrie a unui dispozitiv Young la distanța $d = 0,5 \text{ m}$ de planul fantelor, ca în figura alăturată. Distanța dintre fante este $2\ell = 0,6 \text{ mm}$, iar distanța de la planul fantelor la ecran este $D = 1 \text{ m}$.



- Determinați mărimea interfranzei.
- Determinați distanța, măsurată pe ecran, între a șasea franjă întunecoasă situată de o parte a axei de simetrie și franja luminoasă de ordinul cinci situată de celalătă parte a axei de simetrie.
- Se deplasează sursa de lumină monocromatică S, în planul desenului și perpendicular pe axa de simetrie, cu distanța $h = 0,5 \text{ mm}$. Determinați distanța Δx_0 pe care se deplasează maximul central.
- Se înlocuiește sursa de lumină monocromatică S cu o altă sursă S_1 care emite simultan două radiații cu lungimile de undă $\lambda_1 = 760 \text{ nm}$, respectiv $\lambda_2 = 570 \text{ nm}$. Determinați distanța față de maximul central la care se realizează prima suprapunere a maximelor celor două radiații.

R: a. $i = 1 \text{ mm}$ b. $\Delta x = 10,5 \text{ mm}$ c. $\Delta x_0 = 1 \text{ mm}$ d. $x = 3,8 \text{ mm}$

7.

Un dispozitiv Young plasat în aer este iluminat cu o radiație cu lungimea de undă λ emisă de o sursă de lumină monocromatică și coerentă. Aceasta este situată pe axa de simetrie a sistemului, la distanța $d = 10 \text{ cm}$ în fața paravanului în care sunt practicate cele două fante. Distanța dintre fante este $2\ell = 1 \text{ mm}$, iar ecranul de observație se află la $D = 4 \text{ m}$ de paravan. Studiind figura de interferență se constată că interfranja are valoarea $i = 2 \text{ mm}$.

- Calculați distanța dintre maximul de ordinul 2 situat de o parte a maximului central și primul minim aflat de celalătă parte a maximului central.
- Determinați lungimea de undă a radiației utilizate.
- În calea fasciculului provenit de la una dintre fante se interpune, perpendicular pe acesta, o lamă de sticlă ($n = 1,5$) având grosimea $e = 60 \mu\text{m}$. Calculați deplasarea maximului central.
- Calculați distanța a pe care trebuie deplasată sursa, pe o direcție perpendiculară pe axa de simetrie a sistemului, pentru a înlătura deplasarea produsă de prezența lamei.

R: a. $\Delta x = 5 \text{ mm}$ b. $\lambda = 500 \text{ nm}$ c. $x_0 = 12 \text{ cm}$ d. $a = 3 \text{ mm}$

8.

O sursă de lumină coerentă S este așezată pe axa de simetrie a unui dispozitiv Young. Sursa emite radiație monocromatică având lungimea de undă $\lambda = 540 \text{ nm}$. Figura de interferență se observă pe un ecran așezat paralel cu planul fantelor, la distanța $D = 2 \text{ m}$ de acesta. Distanța dintre cele două fante este $2\ell = 1,8 \text{ mm}$.

- Calculați valoarea interfranzei.
- Determinați valoarea distanței dintre al doilea **minim** de interferență situat de o parte a maximului central și **maximul** de interferență de ordinul 2 situat de celalătă parte a maximului central.
- Sursa de lumină S se deplasează pe distanța $a = 0,3 \text{ mm}$, după o direcție paralelă cu planul fantelor. Se observă că franja centrală s-a deplasat în poziția ocupată inițial de franja luminoasă de ordinul 5. Determinați distanța dintre sursa de lumină S și planul fantelor dispozitivului Young.
- Sursa de lumină S este adusă în poziția inițială. În fața uneia dintre fante se plasează o lamă subțire, confectionată dintr-un material transparent, de indice de refracție $n = 1,5$. Se observă că franja centrală se formează exact în aceeași poziție în care s-a format la punctul c. Determinați grosimea lamei.

R: a. $i = 0,6 \text{ mm}$ b. $\Delta x = 2,1 \text{ mm}$ c. $d = 0,2 \text{ m}$ d. $e = 5,4 \mu\text{m}$