Agenția Națională pentru Curriculum și Evaluare

OLIMPIADA LA *FIZICĂ*
etapa raională/municipală/zonală
21 februarie 2026

Clasa a <u>12</u>

Barem

PROBLEMA 1 **(10,0 p)**

Rezistoarele de $2\,\Omega$ și $4\,\Omega$ le vom înlocui cu un rezistor de rezistență totală - $6\,\Omega$. **(1,0 p)**
În rezultat vom obține în schemă doi rezistori de $3\,\Omega$ și $6\,\Omega$, **(0,5 p)** uniți în paralel, pe care îi înlocuim cu un rezistor echivalent cu rezistența de $2\,\Omega$. **(1,5 p)**
La rândul său, acest rezistor este conectat consecutiv cu rezistorul de $10\,\Omega$. **(1,0 p)**
Astfel rezistența lor totală este $12\,\Omega$, **(1,0 p)**, care este conectat în paralel cu rezistorul de $4\,\Omega$ și pot fi înlocuiți cu un rezistor cu rezistența de $3\,\Omega$. **(1,5 p)**
Rezistorul de $3\,\Omega$ e unit în serie cu rezistorul de $5\,\Omega$, rezistența sumară fiind de $8\,\Omega$.
Astfel obținem doi rezistori de $8\,\Omega$ uniți în paralel. **(1,0 p)** și care pot fi înlocuiți cu un rezistor de 4 Ω, **(0,5 p).**
Astfel rezistența întregului circuit (între punctele A și B) este de $7\,\Omega$. **(2,0 p)**

ЗАДАЧА 1 **(10,0 б)**

Сопротивления $2\,\Omega$ и $4\,\Omega$ заменим суммарным сопротивлением $6\,\Omega$. **(1,0 б)**
В результате получим два сопротивления $3\,\Omega$ и $6\,\Omega$, **(0,5 б)**
соединенные параллельно, которые заменим одним сопротивлением, равным $2\,\Omega$. **(1,5 б)**
В свою очередь, это сопротивление оказывается последовательно подключенным к $10\,\Omega$. **(1,0 б).**
Таким образом их общее сопротивление $12\,\Omega$ **(1,0 б)**,
В результате получаем два параллельно соединённых сопротивления, равных $4\,\Omega$ и $12\,\Omega$, которые заменим одним, сопротивление которого равно $3\,\Omega$. **(1,5 б)**
В сумме с сопротивлением $5\,\Omega$ мы получаем два сопротивления по $8\,\Omega$, **(1,0 б)** которые соединены параллельно и которые можно заменимть сопротивлением $4\,\Omega$, **(0,5 б)** в результате чего находим сопротивление всей схемы $7\,\Omega$. **(2,0 б)**

PROBLEMA 2 **(10,0 p)**

a) Maximum de ordinul zero este în centrul ecranului pentru ambele surse. **(0,25 p).**
Interfranja

$$i_1 = \frac{\lambda_1 L}{d} = 0{,}53\,(3)\cdot 10^{-3}\,m = 0{,}53\,(3)\,mm$$ **(0,25 p).**

$$i_2 = \frac{\lambda_2 L}{d} = 0{,}8\cdot 10^{-3}\,m = 0{,}8\,mm$$ **(0,25 p).**

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{2}{3}$$ **(0,25 p).**

Condiţia de suprapunere a franjelor luminoase:

$y = k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2,\ unde\ k_1 = 0,\pm1,\pm2,...;\ k_2 = 0,\pm1,\pm2,...$ **(0,25 p).** Sau $\frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} = ...$**(0,25 p).**

***subtotal* (1,5 p).**

b) Distanţa minimă $y_{min} = 3i_1 = 2i_2 = 1{,}6\,mm$ **(0,75 p).**
Alte suprapuneri au loc la distanţele $y_m = my_{min},\ unde\ m = 2,3,4,...$**(0,75 p).**

***subtotal* (1,5 p).**

c) Condiţia de suprapunere a franjelor întunecoase:

$y' = (2k'_1+1)\lambda_1/2 = (2k'_2+1)\lambda_2/2$ **(0,75 p).** Sau $\frac{2k'_1+1}{2k'_2+1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} = \ldots$ **(0,25 p).**

Datorită numerelor întregi pare de la numitor, o asemenea condiţie nu poate fi îndeplinită de nici o combinaţie a două ordine de interferenţă, corespunuptoare franjelor întunecoase. **(1,0 p).**
***subtotal* (2,0 p).**

d) Condiţiile de suprapunere a unei franje luminoase a unei imagini de interferenţă cu o franjă întunecată a celeilalte imagini de interferenţă:

$k_1\lambda_1 = (2k_2+1)\lambda_2/2 \ (I)$ **(0,5 p).**

$k_2\lambda_2 = (2k_1+1)\lambda_1/2 \ (II)$ **(0,5 p).**

Condiţia *(I)* nu poate fi îndeplinită **(0,5 p).**

Condiţia *(II)* poate fi scrisă: $3k_2 = (2k_1+1)$ **(0,25 p).** Această condiţie poate fi îndeplinită în mai multe cazuri. De exemplu $k_2 = 1$ si $k_1 = 1$ **(0,25 p).**

***subtotal* (2,0 p).**

e) Imaginea de interferenţă rezultantă este compusă din două imagini de interferenţă deplasate una faţa de cealaltă cu *d₀* **(0,75 p).**

Condiţia ca imaginea de interferenţă rezultantă să fie clară: $d_0 \le \frac{\lambda_1 L}{2d}$, **(1,5 p),** unde $\frac{\lambda_1 L}{2d}$ este distanţa dintre franjele vecine luminoase şi întunecoase **(0,5p).** Astfel $d_0 \le \frac{8}{3}\cdot 10^{-4}\,m = 0{,}26(6)mm$

(0,25 p).

***subotal* (3,0 p).**

ЗАДАЧА 2 **(10,0 p)**

а) Максимум нулевого порядка находится в центре экрана для обоих источников. **(0,25 б).**
Расстояния между двумя темными или светлыми соседними полосами:

$i_1 = \frac{\lambda_1 L}{d} = 0{,}53\,(3)\cdot 10^{-3} m = 0{,}53\,(3)\ mm$ **(0,25 б).**

$i_2 = \frac{\lambda_2 L}{d} = 0{,}8\cdot 10^{-3} m = 0{,}8\ mm$ **(0,25 б).**

$\frac{i_1}{i_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{2}{3}$ **(0,25 б).**

Условие наложения светлых полос:

$y = k_1\lambda_1 = k_2\lambda_2,\ k_1 = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots;\ k_2 = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots$ **(0,25 б).** Или $\frac{k_1}{k_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} = \ldots$ **(0,25 б).**

Итого (1,5 б).

б) Минимальное расстояние $y_{min} = 3i_1 = 2i_2 = 1{,}6\ mm$ **(0,75 б).**

Другие наложения имеют место на расстояниях $y_m = my_{min},\ m = 2,3,4,\ldots$ **(0,75 б).**

Итого (1,5 б).

в) Условие наложения темных полос:

$y' = (2k'_1+1)\lambda_1/2 = (2k'_2+1)\lambda_2/2$ **(0,75 б).** Или $\frac{2k'_1+1}{2k'_2+1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{3}{2} = \frac{6}{4} = \frac{9}{6} = \ldots$ **(0,25 б).**

Из-за четности целых чисел в знаменателе, такое условие не может быть выполнено ни одной комбинацией двух порядков интерференции, соответствующих темным полосам. **(1,0 п).**

Итого (2,0 б).

г) Условия наложения светлой полосы одной интерференционной картины с темной полосой другой интерференционной картины:

$k_1\lambda_1 = (2k_2 + 1)\lambda_2 / 2$ (I) **(0,5 б).**
$k_2\lambda_2 = (2k_1 + 1)\lambda_1 / 2$ (II) **(0,5 б).**

Условие (*I*) не может быть выполнено **(0,5 б).**
Условие (*II*) можно записать как: $3k_2 = (2k_1 + 1)$ **(0,25 б).** Это условие может быть выполнено в нескольких случаях. Например, $k_2 = 1$ si $k_1 = 1$ **(0,25 б).**
Итого (2,0 б).
е) Суммарная интерференционная картина состоит из двух интерференционных картин, сдвинутых одна относительно другой на d_0 **(0,75 б).**
Условие отчетливой суммарной интерференционной картины: $d_0 \le \frac{\lambda_1 L}{2d}$, **(1,5 б),** где $\frac{\lambda_1 L}{2d}$ — расстояние между соседними светлой и темной полосами (**0,5 б).** Таким образом,
$d_0 \le \frac{8}{3}\cdot 10^{-4} m = 0{,}26(6) mm$ **(0,25 б).**
Итого (3,0 б).

PROBLEMA 3 **(10,0 p)**

3.1. 2,5p.

a) 1,0p.

$\lambda = h/P$ 0,5p.

$P = \sqrt{2m_p eU}$ 0,25p.

$\lambda = h/\sqrt{2m_p eU}$ 0,25p.

b) 1,5p.

$P^2 = (m_p c^2 + eU)^2/c^2 - m_p^2 c^2 \Rightarrow P = \sqrt{2m_p eU + e^2U^2/c^2}$ 1,0p.

$\lambda = h/\,/\sqrt{2m_p eU + e^2U^2/c^2}$ 0,5p.

3.2. 2,5p.

$eU_0 = m_p c^2(1/\sqrt{1-\frac{V_0^2}{c^2}} - 1)$; $U_0 = (m_p c^2/e)\bullet(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{V_0^2}{c^2}}} - 1)$

1,0p.

$V_0 = 0{,}1c$: $U_0 = (m_p c^2/e)\bullet(\frac{1}{\sqrt{1-0{,}01}}-1)$; $U_0 \approx 0{,}005\bullet m_p c^2/e$ 1,0p.

$U_0 \approx 4{,}7$ MV. 0,5p.

3.3. 2,0p.

$\lambda_{cl} \approx 1{,}3229\bullet10^{-14}$ m. 0,5p.

$\lambda_{rel} \approx 1{,}3213\bullet10^{-14}$m. 0,5p.

$\delta_\lambda(\%) = (\lambda_{cl}/\lambda_{rel} - 1)\bullet100\%$ 0,5p.

$\delta_\lambda \approx 0{,}12\%$. 0,5p.

3.4. 3,0p.

a) $P = m_0 c = m_0 V_c/\sqrt{1-\frac{V_c^2}{c^2}} \Rightarrow V_c/c = 1/\sqrt{2}$; $V_c \approx 0{,}707c \approx 2{,}12\bullet10^8$ m/s 1,0p.

b) $\lambda_c = h/(m_p\bullet c)$; $\lambda_c \approx 1{,}323\bullet10^{-15}$ m. 1,0p.

c) $[U_0 \rightarrow U_c\ ;\ V_0 \rightarrow V_c = c/\sqrt{2}]$: $V_c = (\sqrt{2} - 1)\bullet(m_p c^2/e)$; $U_c \approx 389$ MV. 1,0p.

Pentru orice rezolvare **corectă** a problemelor prin alte metode se acordă punctajul maxim.