

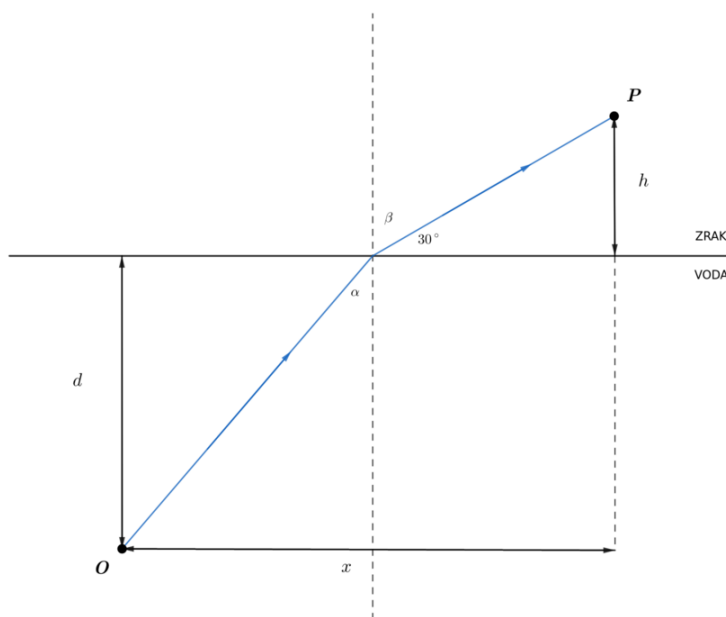
OPĆINSKO NATJECANJE IZ FIZIKE 2022/2023

Srednje škole 4. grupa

Rješenja i upute za bodovanje

VAŽNO: Ovdje je prikazan jedan način rješavanja zadataka. Ako učenici riješe zadatak drukčijim, a fizikalno ispravnim načinom, treba im dati puni broj bodova predviđen za taj zadatak. Ako učenici ne napišu posebno svaki ovdje predviđeni korak, a vidljivo je da su ga napravili, treba im dati bodove kao da su ga napisali.

1. zadatak (11 bodova)



Slika 1: Skica koja prikazuje putanju zrake od odašiljača podmornice O do prijemnika broda P .

Skica koja sadržava sve potrebne informacije za rješavanje zadatka: označen kut koji zraka koju prijammnik broda detektira zatvara s površinom vode, visina prijammnika, pravilno prikazan lom zrake na prijelazu iz vode u zrak itd. [2 boda]

Put koji zraka prijeđe u zraku je : $s_z = h / \sin(30^\circ) = 20 \text{ m}$. [1 bod]

Vrijeme potrebno da zraka dođe od površine vode do prijammnika: $t_z = s_z / c = 6.67 \times 10^{-8} \text{ s}$. [1 bod]

Vrijeme koje zraka provede u vodi: $t_v = t_{uk} - t_z = 23.33 \times 10^{-8} \text{ s}$. [1 bod]

Put koji zraka prijeđe u vodi: $s_v = t_v \cdot c / n = 52.62 \text{ m}$ [1 bod]

Iz Snellova zakona slijedi : $n \sin \alpha = \sin \beta \Rightarrow \sin \alpha = 0.65$. [2 boda]

Dubina je podmornice: $d = s_v \cos \alpha = s_v \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 39.94 \text{ m}$. [1 bod]

Horizontalna udaljenost podmornice i broda: $x = s_v \sin \alpha + s_z \sin \beta = 51.52 \text{ m}$. [2 boda]

2. zadatak (11 bodova)

Koristimo se jednadžbom za konkavno zrcalo:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}, \quad (1)$$

pri čemu je f žarišna daljina, a udaljenost predmeta od zrcala, a b udaljenost slike od zrcala.

U prvome slučaju povećanje je $m_1 = -0.5$, tj. $b_1 = 0.5a_1$ s obzirom na to da je $|m| = b/a$. [1 bod]

Uvrštavanjem u (1) slijedi $f = a_1/3$. [2 boda]

Slično za drugi slučaj vrijedi $b_2 = 0.25a_1$ ([1 bod]), te time $f = a_2/5$. [2 boda]

Dakle, vrijedi $a_1/3 = a_2/5$, tj. $a_2 > a_1$, iz čega se da zaključiti da je $a_2 = a_1 + l$. [2 boda]

Iz toga slijedi npr. $a_1 = 3l/2 = 7.5 \text{ cm}$ ([2 boda]), te napokon $f = a_1/3 = 2.5 \text{ cm}$. [1 bod]

3. zadatak (10 bodova)

Dvije zrake prevale isti put, ali se javlja fazna razlika zbog toga što je jedna cijev vakuumirana, a druga ispunjena plinom.

Fazni pomak prve zrake pri prolasku kroz vakuumiranu cijev je :

$$\phi_1 = 2\pi \frac{L}{\lambda}, \quad (2)$$

pri čemu je L duljina cijevi. [1 bod]

Fazni pomak druge zrake pri prolasku kroz cijev ispunjenu plinom je:

$$\phi_2 = 2\pi \frac{nL}{\lambda}, \quad (3)$$

jer se valna duljina prolaskom kroz medij promjeni za faktor $1/n$. [1 bod]

To znači da je fazna razlika dviju zraka u točki S jednaka:

$$\Delta\phi = \phi_2 - \phi_1 = 2\pi \frac{L}{\lambda}(n - 1). \quad [2 boda] \quad (4)$$

Za slučaj destruktivne interferencije fazna razlika mora biti $\pi + 2k\pi$, $k \in \mathbb{Z}$ ([1 bod]), tj. za dvije valne duljine koje prouzročuju uzastopne destruktivne interferencije slijedi:

$$2\pi L(n - 1) \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) = 2\pi. \quad [3 boda] \quad (5)$$

Preuređivanjem slijedi da je $n = 1.0009055$. [2 boda]

4. zadatak (11 bodova)

Energija u reakciji oslobođena je zbog toga što je ukupna masa produkata manja od mase reaktanta.

Defekt mase je:

$$\Delta m = m(U - 235) - m(Th - 231) - m(\alpha) = 0.0061 \text{ u}. \quad [2 boda] \quad (6)$$

Energija oslobođena u reakciji je:

$$E = \Delta mc^2 = 9.116 \times 10^{-13} \text{ J}, \quad [3 boda] \quad (7)$$

tj. kinetička energija α čestice je $E_k = 0.85E = 7.75 \times 10^{-13} \text{ J}$. [1 bod]

Koristimo se relativističkim izrazom za kinetičku energiju:

$$E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - mc^2. \quad [1 bod] \quad (8)$$

Iz toga se konačno dobiva $v = 0.051 c = 1.53 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}$. [4 boda]

Napomena: Treba priznati i točna rješenja dobivena nerelativističkim računom s obzirom na to da je krajnja razlika u rezultatu neznatna.

5. zadatak (7 bodova)

Prvo možemo odrediti početnu relativističku količinu gibanja elektrona:

$$p_1 = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = 1.58 \times 10^{-22} \text{ kgms}^{-1}. \quad [\mathbf{2 \text{ boda}}] \quad (9)$$

Djelovanje sile prouzročuje povećanje količine gibanja:

$$p_2 = p_1 + F \cdot t = 4.72 \times 10^{-22} \text{ kgms}^{-1}. \quad [\mathbf{2 \text{ boda}}] \quad (10)$$

Napokon invertiranjem $p = mv/\sqrt{1 - v^2/c^2}$ dobivamo:

$$v = \frac{pc}{p^2 + m^2c^2} = 0.866 c = 2.6 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}. \quad [\mathbf{3 \text{ boda}}] \quad (11)$$