

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
ОБЛАСТЕН КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА – 24.02.2013 г.
КРИТЕРИИ ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ТЕМАТА ЗА
ВЪЗРАСТОВА ГРУПА – X–XII КЛАС

Задача 1. Плоско-паралелни пластинки

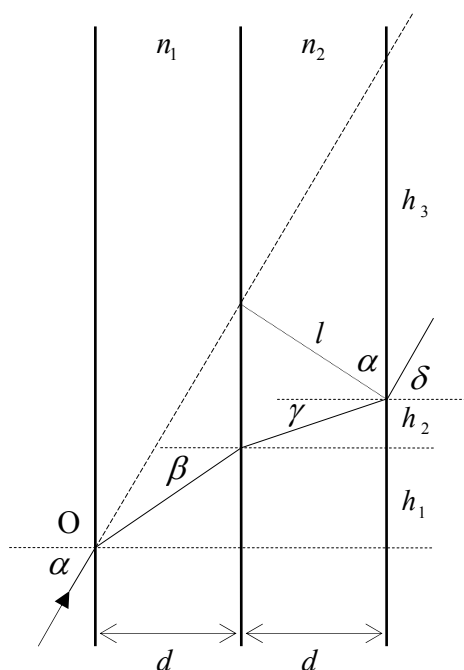
а) Ходът на преминалия през пластинките лъч е показан на фиг. 1. **[1 т.]** От закона на Снелиус следват уравненията

$$(1) \quad \sin \alpha = n_1 \sin \beta, \quad n_1 \sin \beta = n_2 \sin \gamma, \quad n_2 \sin \gamma = \sin \delta. \quad [1,5 \text{ т.}]$$

От уравненията следва, че $\delta = \alpha$, т.е. преминалият лъч е успореден на падащия. **[0,5 т.]** От един от триъгълниците на фигурата следва, че $l = h_3 \cos \alpha$. **[0,5 т.]** От друга страна $h_1 + h_2 + h_3 = 2d \tan \alpha$, $h_1 = d \tan \beta$ и $h_2 = d \tan \gamma$. **[1,5 т.]** Горните уравнения дават $l = d(2 \tan \alpha - \tan \beta - \tan \gamma) \cos \alpha$, а след прилагане на уравненията (1)

$$l = d \left(2 \sin \alpha - \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{n_1^2 - \sin^2 \alpha}} - \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{n_2^2 - \sin^2 \alpha}} \right). \quad [1 \text{ т.}]$$

При заместване на числените стойности се получава $l = 0,53 \text{ cm}$. **[1 т.]**



Фиг. 1

б) Разстоянието x между т. О и точката, в която лъчът излиза от пластинката след отразяване от дясната страна, се дава с израза

$$x = 2d \operatorname{tg} \beta. \quad [1 \text{ т.}]$$

От друга страна имаме

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} \quad [0,5 \text{ т.}]$$

и след като отчетем закона на Снелиус получаваме

$$x = \frac{2d \sin \alpha}{\sqrt{n_1^2 - \sin^2 \alpha}} = 0,77 \text{ cm} . \quad [1,5 \text{ т.}]$$

Задача 2. Инфрачервена печка

а) Съпротивлението на печката в режим на работа е

$$R = \frac{U^2}{P} . \quad [1 \text{ т.}]$$

Тъй като нагревателите са свързани успоредно

$$R_1 = 2R = \frac{2U^2}{P} = 48,4 \Omega . \quad [1 \text{ т.}]$$

б) От закона на Стефан-Болцман $P = \sigma S T^4$ [1 т.], намираме

$$S_1 = \frac{P}{\sigma T^4} = 1,1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 . \quad [1 \text{ т.}]$$

в) От изразите за съпротивлението на един нагревател в режим на работа

$$R_1 = \frac{4\rho l}{\pi d^2} \quad [1 \text{ т.}]$$

и околната повърхнина на волфрамовата нишка

$$S_1 = \pi d l \quad [1 \text{ т.}]$$

намираме

$$d = \sqrt[3]{\frac{4\rho S_1}{\pi^2 R_1}} \approx 0,17 \text{ mm} , \quad [1 \text{ т.}]$$

$$l = \sqrt[3]{\frac{R_1 S_1^2}{4\pi\rho}} \approx 2,0 \text{ m} . \quad [1 \text{ т.}]$$

г) Дължината на вълната, съответстваща на максимума на спектъра на излъчване, се определя от закона на Вин. В случая получаваме

$$\lambda = \frac{b}{T} = 1,45 \mu\text{m} . \quad [2 \text{ т.}]$$

Задача 3. Трептящ цилиндър

а) Зарядът на цилиндъра е положителен и електричната сила има посоката на интензитета на електричното поле и обратна посока на силата на тежестта, т.е. цилиндърът “олеква”. Следва да се издигне. [1 т.]

б) Теглото на изместената течност от допълнителния потопен обем на тялото трябва да е равно на електричната сила (условие за плаване):

$$qE = \Delta V \rho g , \quad [1 \text{ т.}]$$

където с ΔV е означен допълнителният обем на потопяване. Тогава имаме

$$\Delta V = \frac{qE}{\rho g} . \quad [1 \text{ т.}]$$

в) След изключване на полето възниква връщаща сила към равновесното положение без поле, равна по големина на qE , т.е.

$$F = \Delta V \rho g = k \Delta l , \quad [0,5 \text{ т.}]$$

където коефициентът на еластичност е

$$k = S\rho g . \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Тук S е лицето на основата на цилиндъра. Тъй като първоначално цилиндърът плава наполовина потопен, от равенството на силата на тежестта $G = mg$ и Архимедовата сила

$$F_A = \rho S \frac{l}{2} g \quad [1 \text{ т.}] \text{ намираме}$$

$$S = \frac{2m}{\rho l} . \quad [0,5 \text{ т.}]$$

Следователно, периодът на трептене е

$$T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \pi \sqrt{\frac{2l}{g}} . \quad [1 \text{ т.}]$$

г) Електростатичната сила е постоянна и има посоката на силата на тежестта. В този случай цилиндърът трепти около ново положение на равновесие, което е изместено с

$$\Delta L = \frac{qE}{S\rho g} \quad [1 \text{ т.}]$$

спрямо равновесното положение без електрично поле. Ако цилиндърът бъде потопен на разстояние x спрямо новото равновесно положение, възниква връщаща сила

$$F = F'_A - (mg + qE) = \rho Sg(l/2 + \Delta L + x) - (mg + qE) = \rho Sgx \quad [1,5 \text{ т.}]$$

със същия коефициент на еластичност, както в отсъствие на електрично поле. За периода на трептене в този случай получаваме отново

$$T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = \pi \sqrt{\frac{2l}{g}} \quad [1 \text{ т.}]$$

При оценяването на **всяка една задача** се спазва следното:

При разлика в оценяването до една точка (включително) между двамата проверители, крайната оценка е средно-аритметично от точките на двамата проверители.

При разлика между двамата проверители повече от една точка, задачата се преразглежда от двамата проверители заедно.

За Националния кръг на олимпиадата се предлагат участниците, получили 20 и повече точки от решените задачи на Областния кръг.