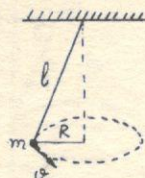


МИНИСТЕРСТВО НА КУЛТУРАТА, НАУКАТА И ПРОСТЕТА
Централна комисия за провеждане на олимпиадата по физика
Т Е М А

за Втория кръг на олимпиадата по физика за X и XI клас

5 март 1989 година

ЗАДАЧА 1. Топче с маса m е закачено за безтегловна неразтеглива нишка с дължина $\ell = 30 \text{ cm}$. Топчето е завъртяно така, че се движи с постоянна скорост v / фиг.1 / по окръжност с радиус $R = 10 \text{ cm}$, която лежи в хоризонтална равнина / конично махало /.



Фиг.1

а/ Под действие на какви сили се извършва движението на топчето? Направете чертеж.

б/ Определете скоростта v .

в/ Пресметнете периода на въртене T . Кой геометричен параметър на системата е

съществен за T ? Земното ускорение е $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

ЗАДАЧА 2. Хоризонтална площадка се осветява от две лампи поставени на височина $h = 4 \text{ m}$ и на разстояние $\ell = 6 \text{ m}$ една от друга. Всяка лампа дава светлинен поток $\Phi = 800 \text{ lm}$.

Определете:

а/ интензитета I на светлината на източниците;

б/ осветеността E на площадката под всяка от лампите;

в/ осветеността на площадката по средата на разстоянието между лампите.

Лампите се разглеждат като точкови източници.

ЗАДАЧА 3. Монохроматична светлина пада под ъгъл върху дифракционна решетка / фиг.2 / с $12\,000$ промена на сантиметър. На ъгли $\theta_1 = 14^\circ$ и $\theta_2 = 73^\circ$ спрямо перпендикуляра към решетката, от една и съща страна на перпендикуляра, се наблюдават два последователни дифракционни максимума.



Фиг.2

а/ Определете константата d на решетката.

б/ Запишете общото условие за наблюдаване на максимум от k -ти порядък / $k = 0; \pm 1; \pm 2; \dots$ /

в/ Пресметнете дължината на вълната λ на

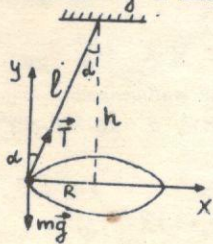
светлината.

г/ Под какви други ъгли се наблюдават дифракционни максимума?

МИНИСТЕРСТВО НА КУЛТУРАТА, НАУКАТА И ПРОСВЕТАТА
 Централна комисия за провеждане на олимпиадата по физика
 РЕШЕНИИ И УКАЗАНИИ

за оценяване на задачите от Втория кръг на олимпиадата
 по ФИЗИКА за X и XI клас – 5 март 1989 година.

ЗАДАЧА 1. а/ На топчето действат две сили : силата на тежестта $m\vec{g}$ и силата на опъване на нишката $\vec{T}$ / Фиг.1/ 1т.



Фиг. 1

б/ От II закон на Нютон :

$$m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a} \quad /1/$$

Записваме / 1 / в проекции по хоризонталната и вертикална ос :

$$T \sin \alpha = ma = m \frac{v^2}{R}, \quad /2/$$

където е отчетено условието за равномерно въртене по окръжност ; 1т.

$$T \cos \alpha - mg = 0. \quad /3/$$

От / 2 / и / 3 / определяме α :

$$\alpha = \arctan \left(\frac{v^2}{Rg} \right).$$

Изразяваме $\tan \alpha$ чрез l и R от Фиг.1 :

$$\alpha = \arctan \left(\frac{R \sqrt{g}}{\sqrt{l^2 - R^2}} \right) = 0.59 \text{ m/s}. \quad 3т.$$

$$v/ \quad \tau = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2\pi \sqrt{l^2 - R^2}}{\sqrt{g}}; \quad \tau = 1.07 \text{ s}. \quad 1т.$$

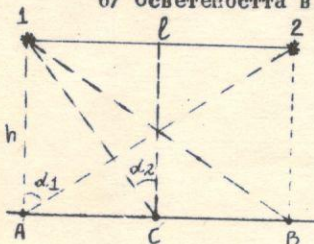
$$\text{От Фиг.1 : } l^2 - R^2 = h^2; \quad \tau = 2\pi \sqrt{\frac{h}{g}}.$$

Следователно периодът на коничното махало зависи единствено от разстоянието h от точката на окачване до равнината на въртене. 1т.

ОБЩО : 7 точки

ЗАДАЧА 2. а/ $I = \frac{\Phi}{4\pi} \approx 64 \text{ cd}$ 1т.

б/ Осветеността в точките А и В / Фиг.2 / е еднаква :



Фиг. 2

$E_A = E_B$. В точка А :

$$E_A = E_1 + E_2 = \frac{I}{h^2} + \frac{I \cos \alpha_1}{l^2 + h^2}.$$

$$E_A = I \left[\frac{1}{h^2} + \frac{h}{(l^2 + h^2)^{3/2}} \right],$$

където $\cos \alpha_1 = h / (l^2 + h^2)^{1/2}$; 2т.

$$E_A = 4.6 \text{ lx}. \quad 1т.$$

в/ В точка С : $E_1 = E_2 = E$

$$E_C = 2E = \frac{2I \cos \alpha_2}{h^2 + l^2/4}; \quad \cos \alpha_2 = \frac{h}{(h^2 + l^2/4)^{1/2}}$$

$$E_C = \frac{2Ih}{(h^2 + l^2/4)^{3/2}}; \quad E_C = 4.1 \text{ lx}$$

2т

ОБЩО : 6 точки

ЗАДАЧА 3. а/ $d = \frac{1 \text{ cm}}{12000} = 833 \text{ nm}$

1т.

б/ Нека ъгълът на падане на светлинния сноп е θ_0 .

Разлика в оптичните пътища на два съседни лъча, които дифрактират на ъгъл θ , възниква в участъците A_1B_1 и A_2B_2 и е равна на / фиг.3 /:

$$\Delta = A_2B_2 - A_1B_1 = d(\sin \theta - \sin \theta_0)$$

Условието за максимум е :

$$d(\sin \theta_k - \sin \theta_0) = k\lambda \quad (1) \quad 2т.$$

в/ Нека при $\theta_1 = 14^\circ$ се наблюдава максимум от k_0 - порядък, а при $\theta_2 = 73^\circ$ от $k_0 + 1$ -ви порядък :

$$d(\sin \theta_1 - \sin \theta_0) = k_0\lambda \quad /2/$$

$$d(\sin \theta_2 - \sin \theta_0) = (k_0 + 1)\lambda \quad /3/$$

Като извадим /2/ от /3/ получаваме:

$$\lambda = d(\sin \theta_2 - \sin \theta_1) \approx 595 \text{ nm} \quad 2т.$$

г/ От /2/ и /3/ след заместване на λ получаваме:

$$\sin \theta_k = \sin \theta_1 + (k - k_0)(\sin \theta_2 - \sin \theta_1) \quad /4/$$

$k - k_0 = 0$ и $k - k_0 = 1$ отговарят на дадените в условието ъгли.

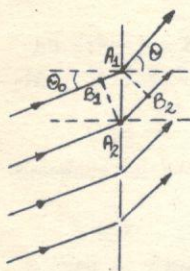
При $k - k_0 > 1$ и $k - k_0 < -1$ уравнение /4/ няма решение / за

$|\sin \theta_k|$ получаваме стойности по-големи от единица /

За $k - k_0 = -1$; $\theta_3 = -28^\circ$

2т

ОБЩО: 7 точки



Фиг.3

$$\begin{aligned} 1) & d(\sin \theta_1 - \sin \theta_0) = k_0 \lambda \\ 2) & d(\sin \theta_2 - \sin \theta_0) = (k_0 + 1) \lambda \\ 3) & d(\sin \theta_k - \sin \theta_0) = k \lambda \end{aligned}$$

$$(3) - (1) \Rightarrow \text{gle } (4) \Rightarrow \text{анализ}$$