

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
Национално пролетно състезание по физика, Велинград, 28.02.2009 г
Решения на задачите за 10. клас

Задача 1. а) При равноускорително движение с нулева начална скорост са в сила следните закони за скоростта и за пътя:

$$(1) \quad v = at$$

$$(2) \quad s = \frac{at^2}{2}$$

Така определяме:

$$(3) \quad t_1 = \frac{v}{a} = 5 \text{ s} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

$$(4) \quad s_1 = \frac{v^2}{2a} = 25 \text{ m.} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

б) Графиките на скоростите на двата автомобила са дадени по-долу:

За правилно начертана графика и означени моменти от време:

- за първия автомобил: **1 т**
- за втория автомобил: **1 т**

в) Двата автомобила продължават да се движат с

еднакви скорости след момента $t = 6 \text{ s}$. **1 т**

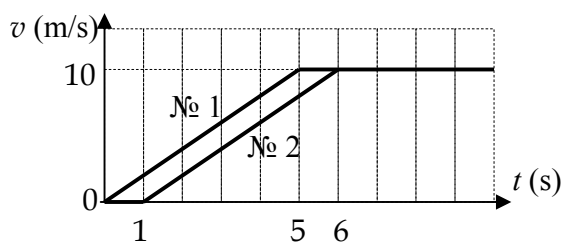
За това време първият автомобил изминава път $s_1 = 25 \text{ m}$ за първите $t_1 = 5 \text{ s}$ и допълнителен път:

$$(5) \quad s_2 = v(t - t_1) = 10 \text{ m/s} \cdot 1 \text{ s} = 10 \text{ m} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

за следващата $t_2 = 1 \text{ s}$, през която се движи равномерно. За същото време първият автомобил е неподвижен в продължение на 1 s и се движи равноускорително в продължение на 5 s , т.е.

изминава път $s_{1+} = 25 \text{ m}$. Следователно след шестата секунда разстоянието между автомобилите е:

$$(6) \quad H = h + (s_1 + s_2) - s_1 = h + s_2 = 11 \text{ m.} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$



г) В първата колона на таблицата са дадени разстоянията s , на които се намират различните по ред автомобили от светофара. Във втората колона са дадени съответните моменти на тръгване $t_{\text{т}}$, а в третата колона – времето $t_{\text{д}}$, нужно на дадения автомобил да достигне светофара, след като потегли:

№	$s \text{ (m)}$	$t_{\text{т}} \text{ (s)}$	$t_{\text{д}} \text{ (s)}$	$t \text{ (s)}$
1	0	0	0.0	0.0
2	4	1	2.0	3.0
3	8	2	2.8	4.8
4	12	3	3.5	6.5
5	16	4	4.0	8.0
6	20	5	4.5	9.5
7	24	6	4.9	10.9
8	28	7	5.3	12.3
9	32	8	5.7	13.7
10	36	9	6.1	15.1
11	40	10	6.5	16.5
12	44	11	6.9	17.9

(7)

$$t_d = \begin{cases} \sqrt{\frac{2s_1}{a}} & \text{ако } s \leq s_1 \\ t_1 + \frac{(s-s_1)}{v} & \text{ако } s > s_1 \end{cases} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

В последната колона е дадено общото време $t = t_r + t_d$ от светването на зелен сигнал до достигане на светофара. Преминават само тези автомобили, за които

$$t \leq T = 15 \text{ s.} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

От таблицата се вижда, че това са:

$$(8) \quad N = 9 \text{ автомобили.} \quad \mathbf{1 \text{ т}}$$

Задача 2. а) Периодът на математично махало с дължина L е:

$$(1) \quad T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

Понеже разстоянието a между топчетата е много по-малко от дължината на нишките, приемаме, че в момента на удара нишката на първото топче е практически вертикална. Докато достигне вертикално положение, първото топче извършва четвърт период на хармонично трептене:

$$(2) \quad t_1 = \frac{T}{4} = \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{L}{g}} \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

След заместване с числените данни намираме:

$$(3) \quad t_1 \approx 0,50 \text{ s} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

б) След отклонение на ъгъл α първото топче се издига на височина:

$$(4) \quad h = L(1 - \cos \alpha)$$

над равновесното си положение и придобива потенциална енергия:

$$(5) \quad E_p = mgh = mgL(1 - \cos \alpha) \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

При достигане на равновесното положение потенциалната енергия изцяло се трансформира в кинетична енергия:

$$(6) \quad \frac{mv^2}{2} = mgh \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

Следователно:

$$(7) \quad v = \sqrt{2gL(1 - \cos \alpha)} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

или

$$(8) \quad v \approx 0,55 \text{ m/s} \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

в) При удар кинетичната енергия на движещото се топче се предава изцяло на следващото топче. Това означава, че след последния удар N -тото топче ще има същата кинетична енергия, като тази на първото топче преди първия удар и ще се издигне на същата височина, от която първото топче е започнало своето движение:

$$(9) \quad h = L(1 - \cos \alpha) = 1,52 \text{ cm} \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

г) Последното топче достига от равновесно положение до крайно дясно положение също за време $t_1 = 1/4T$. $\mathbf{0,5 \text{ т}}$

В общото време обаче се включва и времето t_2 , за което протичат всички удари. Времето между два последователни удара е:

$$(10) \quad \Delta t = \frac{a}{v}. \quad \mathbf{0,5 \text{ т}}$$

Понеже между N топчета протичат $N - 1$ удара, получаваме:

$$(11) \quad t_2 = (N - 1)\Delta t = \frac{(N - 1)a}{v} \quad \mathbf{1,0 \text{ т}}$$

Следователно:

$$(12) \quad t = 2t_1 + \frac{(N-1)a}{v} \quad 1,0 \text{ т}$$

$$(13) \quad t = 1,18 \text{ s.} \quad 1,0 \text{ т}$$

Задача 3. а) Лъчът пада върху огледалото под ъгъл γ . Понеже ъгълът на падане е равен на ъгъла на отражение, отразеният лъч пада под ъгъл

$$(1) \quad \alpha = 2\gamma \quad 1 \text{ т}$$

върху водната повърхност. Максималният ъгъл на наклон се определя от условието за пълно вътрешно отражение:

$$(2) \quad \sin(2\gamma_{\max}) = \frac{1}{n} = 0,75 \quad 1 \text{ т}$$

От таблицата виждаме, че най-близката до 0,75 стойност на синуса, без да я превишава, съответства на ъгъл $\alpha = 48^\circ$. Следователно:

$$(3) \quad \gamma_{\max} = 24^\circ \quad 1 \text{ т}$$

б) Светлинните вълни от различните части на спектъра падат под един и същ ъгъл $\alpha = 2\gamma$ върху водната повърхност. От тук следва, че най-голям ъгъл на пречупване β съответства на светлинната вълна, за която показателят на пречупване на водата е най-голям. 1 т

Следователно десният край на спектъра е оцветен във виолетово, а левият – в червено.

1 т

в) От закона на Снелиус:

$$(4) \quad \sin \beta = n \sin \alpha = n \sin(2\gamma) \quad 1 \text{ т}$$

намираме за ъглите на пречупване β_1 и β_2 съответно на червената и на виолетовата светлина:

$$(5) \quad \sin \beta_1 = 1,330 \cdot \sin(30^\circ) = 0,665 \quad 0,5 \text{ т}$$

$$(6) \quad \sin \beta_2 = 1,344 \cdot \sin(30^\circ) = 0,672 \quad 0,5 \text{ т}$$

От чертежа се вижда, че:

$$(7) \quad LO = H \tan \beta_1$$

$$(8) \quad DO = H \tan \beta_2$$

$$(9) \quad L = DO - LO = H(\tan \beta_2 - \tan \beta_1) \quad 1 \text{ т}$$

От връзката $\tan \beta = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}}$ намираме:

$$(10) \quad \tan \beta_1 = 0,890 \quad \tan \beta_2 = 0,907 \quad 1 \text{ т}$$

Следователно:

$$(11) \quad L = 3 \text{ m} \cdot (0,907 - 0,890) = 0,051 \text{ m} = 5,1 \text{ cm} \quad 1 \text{ т}$$

