МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Олимпиада по физика, Областен кръг, 19 март 2011 г.
Решения на тема – VIII клас

ЗАДАЧА 1. Движение в мъгла.

а) Времето на спиране $T_{сп}$ и ускорението a могат да се определят от закона за скоростта и закона за пътя: $0 = v_0 - aT_{сп}$ (1.1) и $s = v_0 T_{сп} - aT_{сп}^2/2$ (1.2). Намирайки $T_{сп}$ от (1.1) и замествайки в (1.2) за ускорението се получава $a = v_0^2/2s$ = (25 m/s)^2/2.50 m = 6,25 m/s^2 **[1 т.]**. Замествайки с полученото ускорение в (1.1), за времето на спиране се получава $T_{сп} = v_0/a$ = 25 m/s / 6,25 m/s^2 = 4 s **[1 т.]**.

б) удар между лекият автомобил и камиона ще има, ако в някакъв момент време те имат едно и също положение. Нека този момент време е $t_{уд.}$ Тогава от закона за пътя на автомобила и камиона следва: $x_A = v_A t - at^2/2$ и $x_K = L + v_K t$. При t = $t_{уд}$, $x_A = x_K$. Следователно $v_A t - at^2/2 = L + v_K t$, откъдето $at^2/2 - (v_A - v_K)t + L = 0$ (1.3). Удар ще има, когато това квадратно уравнение спрямо t има решение. Тогава дискриминантата $D = (v_A - v_K)^2 - 2aL \ge 0$, откъдето $v_A \ge v_K + \sqrt{2aL}$. Следователно удар няма да има при $v_A < v_K + \sqrt{2aL}$ **[1 т.]** или максималната скорост ще бъде $v_{A\max}$ = 10 m/s + $\sqrt{2.6{,}25m/s^2.32m}$ = 30 m/s = 108 km/h **[1 т.]**.

в) тъй като $v_{A1} > v_{A\max}$, в този случай автомобилът ще удари камиона. Моментът на удара може да се намери от решението на уравнението (1.3). $t_{уд} = \left((v_{A1} - v_K) \pm \sqrt{(v_{A1} - v_K)^2 - 2aL}\right)/a$ **[1 т.]**. Само решението със знак минус има физически смисъл (на решението със знак плюс съответства скорост на лекия автомобил в обратна посока). След заместване $t_{уд} = \left((35m/s - 10m/s) - \sqrt{(35m/s - 10m/s)^2 - 2.6{,}25m/s^2.32m}\right)/6{,}25m/s^2$ = 1,6 s **[2 т.]**.

г) тъй като $v_{A2} < v_{A\max}$, в този случай автомобилът няма да удари камиона. Разстоянието между автомобила и камиона ще бъде минимално, когато те се движат с равни скорости **[1 т.]**. Това ще се случи в момента време t', за който $v_K = v_{A2} - at'$, откъдето намираме $t' = (v_{A2} - v_K)/a$ = (25 m/s – 10 m/s)/6,25 m/s^2 = 2,4 s. Следователно $l_{\min} = x_K(t') - x_A(t')$ = $= L + v_K t' - \left(v_{A2} t' - at'^2/2\right)$ = 32 m + 10 m/s.2,4 s – (25 m/s.2,4 s – 6,25 m/s^2.(2,4 s)^2/2) = 14 m **[2 т.]**.

ЗАДАЧА 2. Скиор.

а) силата на триене F_1, която действа на скиора, докато се спуска, може да се намери от закона за промяна на механичната енергия: $\Delta E = A_{F_1}$, или $mv_1^2/2 - mgh = -F_1.s$ (2.1), откъдето $F_1 = \dfrac{m\left(gh - v_1^2/2\right)}{s}$ = **[1 т.]** = $\dfrac{60kg\left(10m/s^2.30m - (20m/s)^2/2\right)}{50m}$ = 120 N **[1 т.]**.

б) силата на триене F_2, която действа на скиора, докато се движи по хоризонталната част също може да се намери от закона за промяна на механичната енергия: $\Delta E = A_{F_2}$, или $mv_2^2/2 - mv_1^2/2 = -F_2.l$ (2.2), откъдето $F_2 = \dfrac{m\left(v_1^2 - v_2^2\right)}{2l}$ = **[1 т.]** = $\dfrac{60kg\left((20m/s)^2 - (10m/s)^2\right)}{2.60m}$ = 150 N **[1 т.]**.

в) разстоянието L, което ще измине скиорът по хоризонталната част, докато спре, също може да се намери от закона за промяна на механичната енергия: $\Delta E' = A_{F_2}'$, или $-mv_1^2/2 = -F_2.L$ (2.3), откъдето $L = \dfrac{mv_1^2}{2F_2}$ = **[1 т.]** = $\dfrac{60kg.(20m/s)^2}{2.150N}$ = 80 m **[1 т.]**.

г) тъй като ски влекът се движи равномерно, силата *F*, с която ще дърпа ски-влекът скиора нагоре по пистата, ще се уравновесява с другите две сили, действащи в обратна посока: силата на триене F_1 и силата G_1, свързана със силата на тежестта, следователно $F = F_1 + G_1$ **[1 т.]**. Когато скиорът се е спускал надолу, той пак се е движел под действието на силите F_1 и G_1, само че тогава силата на триене F_1 е била насочена нагоре. Тогава $G_1 - F_1 = ma_1 = mv_1^2/2s$ **[1 т.]**. Следователно $G_1 = F_1 + mv_1^2/2s$ и $F = 2F_1 + mv_1^2/2s$ **[1 т.]** =
$240N + 60kg.(20m./s)^2/2.50m$ = 480 N **[1 т.]**.

ЗАДАЧА 3. Хлъзгащи се трупчета

а) От условието за равновесие на подвижна макара имаме:

$$F_1 = \frac{f}{2},$$ **[0,5 т за условието за равновесие]**

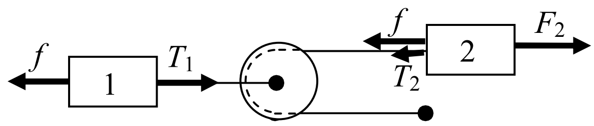
откъдето:

$$f = 2F_1 = 20 \text{ N}.$$ **[0,5 т за числен отговор]**

б) На фигурата са показани силите, които действат на двете трупчета. Силите, с които нишките действат на трупчетата са означени с T_1 и T_2.

[1 т за чертеж със силите]

За всяка липсваща сила или сила с неправилно означена посока се отнемат по **0,25 т**. За чертеж, на който е означена само външната сила не се присъждат точки.



Понеже трупчетата са еднакви, им действат еднакви по големина сили на триене:

$$f_1 = f_2 = f.$$ **[0,5 т]**

От условието за равновесие на първото трупче:

$$f = T_1,$$ **[0,5 т]**

а за второто:

$$F_2 = T_2 + f.$$ **[0,5 т]**

От условието за равновесие на макарата имаме:

$$T_2 = \frac{T_1}{2} = \frac{f}{2}.$$ **[0,5 т]**

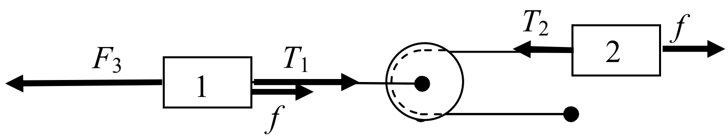
Следователно:

$$F_2 = \frac{3}{2}f = 30 \text{ N}$$ **[0,5 т]**

в) В този случай посоките на силите на триене са противоположни, на посоките от т. б.

[1 т за чертеж със силите]

За всяка липсваща сила или сила с неправилно означена посока се отнемат по **0,25 т**. За чертеж, на който е означена само външната сила не се присъждат точки.



От условието за равновесие та трупчето 1:

$$F_3 = T_1 + f,$$ **[0,5 т]**

а за трупчето 2:

$$f = T_2.$$ **[0,5 т]**

Понеже: $T_1 = 2T_2 = 2f$, **[0,5 т]**

получаваме:

$$F_3 = 3f = 60 \text{ N}.$$ **[0,5 т]**

г) За едно и също време *t* трупчето 2 изминава два пъти по-голям път от трупчето 1:

$$s_2 = 2s_1$$ **[0,5 т]**

При равномерно движение $s = vt$, откъдето скоростта на второто трупче е:

$$v_2 = 2v_1$$ **[0,5 т]**

Следователно общата кинетична енергия на трупчетата е:

$$E_k = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{5mv_1^2}{2}$$ **[1 т]**

Като заместим величините с числените им стойности, получаваме:

$$E_k = \frac{5 \cdot 0{,}5\,\mathrm{kg} \cdot (2\,\mathrm{m/s})^2}{2} = 5\,\mathrm{J}$$ **[0,5 т]**