

Национално пролетно състезание по физика

гр. Хисаря, 16-17 март 2013 г.

ТЕМА

за 8. клас

Задача 1. Част 1. Равнопроменливо движение. Тяло е хвърлено вертикално нагоре с начална скорост $v_0 = 30 \text{ m/s}$. Колко метра е пътът s , изминат от тялото за време $t = 4 \text{ s}$? Съпротивлението на въздуха се пренебрегва. Приемете земното ускорение за $g = 10 \text{ m/s}^2$. (3 точки)

Част 2. Драг рейсинг. Драг рейсингът е автомобилно състезание за бързина, в което участват специално подготвени мощни автомобили. Те стартират по двойки едновременно от покой и изминават по права линия четвърт миля (път $s = 402 \text{ m}$). Приемете, че всеки автомобил се движи с постоянно ускорение, докато достигне максималната си скорост или пресече финалната линия. Автомобилите могат да поддържат достатъчно дълго време максималната си скорост.

Автомобил A има ускорение $a_1 = 11,0 \text{ m/s}^2$ и максимална скорост $v_1 = 102 \text{ m/s}$. Автомобил B има ускорение $a_2 = 12,0 \text{ m/s}^2$ и максимална скорост $v_2 = 92,0 \text{ m/s}$. Кой автомобил ще спечели състезанието и с колко секунди преднина? (7 точки)

Задача 2. Сили на триене при хлъзгане. Дъска с маса $M = 2 \text{ kg}$ е в покой върху гладка хоризонтална равнина. В единия край на дъската е поставено неподвижно тяло с маса $m = 0,9 \text{ kg}$. За интервал от време $t = 1,5 \text{ s}$ към тялото се прилага постоянна хоризонтална сила с големина $F = 2 \text{ N}$ (фиг. 1) и то се хлъзга с триене по дъската. В момента, в който силата F преставва да действа, тялото все още се намира върху дъската и се движи със скорост $v_0 = 2 \text{ m/s}$ спрямо хоризонталната равнина. Триенето между дъската и хоризонталната равнина се пренебрегва.



Фиг. 1

Определете:

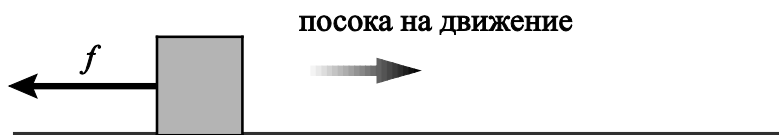
А) големините и посоките на силите на триене при хлъзгане, с които взаимодействат тялото и дъската (направете чертеж); (4 точки)

Б) скоростта v на дъската спрямо хоризонталната равнина в момента, в който силата F преставва да действа; (2 точки)

В) работата A на силата F ; (2 точки)

Г) общата работа $A_{\text{тр}}$ на силите на триене за интервала от време $t = 1,5 \text{ s}$, през който действа силата F . (2 точки)

Задача 3. Променливи сили. Тяло с маса $m = 0,45 \text{ kg}$ се движи без триене по гладка хоризонтална равнина. На тялото действа сила на съпротивление на въздуха $f = Av^2$, където $A = 0,004 \text{ N}\cdot\text{s}^2/\text{m}^2$ е константа, а v е моментната скорост на тялото (фиг. 2). В началния момент $t = 0$, когато скоростта на тялото е $v_0 = 20 \text{ m/s}$, на тялото започва да действа хоризонтална сила F_1 . Силата F_1 се изменя по такъв начин, че тялото се движи равнозакъснително с ускорение $a = 2 \text{ m/s}^2$, докато спре.



Фиг. 2

- А) Постройте графика на скоростта на тялото $v(t)$. (1 точка)
- Б) Определете големината и посоката на равнодействащата F на силите, приложени към тялото. Променя ли се равнодействащата сила по време на движението? (1 точка)
- В) Определете големината и посоката на силата F_1 в началния момент $t = 0$. (2 точки)
- Г) Изразете с формули зависимостта на големините на силите f и F_1 от времето t и опишете с думи как се изменят тези сили по време на движението. (4 точки)
- Д) Постройте графика на зависимостта на големината на силата F_1 от времето t . (2 точки)

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА

Национално пролетно състезание по физика

гр. Хисаря, 16-17 март 2013 г.

РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ

към темата за 8. клас

Задача 1. Част 1. Най-напред ще проверим за колко време тялото достига

максималната височина: $t_1 = \frac{v_0}{g} = 3 \text{ s}$ 0,5 точки

Следователно през първите $t_1 = 3 \text{ s}$ тялото се издига нагоре и изминава път

$s_1 = \frac{gt_1^2}{2} = 45 \text{ m}$ ($s_1 = \frac{v_0^2}{2g} = 45 \text{ m}$) 1 точка

След това тялото пада свободно време $t_2 = t - t_1 = 1 \text{ s}$ и изминава път

$s_2 = \frac{gt_2^2}{2} = 5 \text{ m}$ 1 точка

Целият път за време $t = 4 \text{ s}$ е

$s = s_1 + s_2 = 50 \text{ m}$ 0,5 точки

Част 2. За правилно записани закономерности при равноускорително движение без начална скорост 1 точка

Проверяваме дали автомобилите успяват да достигнат максималната си скорост преди финала. За да достигне автомобил *A* максималната си скорост, той трябва да измине път

$s_1 = \frac{v_1^2}{2a_1} = 473 \text{ m}$ 1 точка

Автомобил *B* трябва да измине път

$s_2 = \frac{v_2^2}{2a_2} = 353 \text{ m}$ 1 точка

Следователно само автомобил *B* достига максималната си скорост по време на състезанието ($s_2 < s = 402 \text{ m}$) 1 точка.

Автомобил *A* през цялото състезание се движи равноускорително и изминава четвърт миля ($s = 402 \text{ m}$) за време

$t_1 = \sqrt{\frac{2s}{a_1}} = 8,55 \text{ s}$ 1 точка

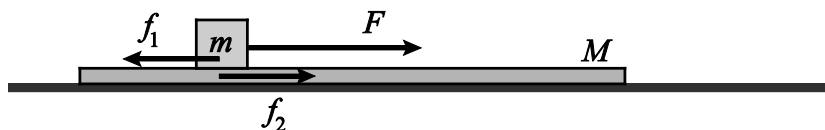
Времето за движение на автомобил *B* е

$t_2 = \sqrt{\frac{2s_2}{a_2}} + \frac{s - s_2}{v_2} = 8,20 \text{ s}$ 1 точка

Следователно победител е автомобил *B* 0,5 точки

Той изпреварва автомобил *A* с време $\Delta t = t_1 - t_2 = 0,35 \text{ s}$ 0,5 точки

Задача 2. А) Съгласно третия принцип на механиката тялото и дъската взаимодействат с равни по големина и противоположни по посока сили на триене 0,5 точки
Посоките на силите на триене са показани на *фиг. 1* 1 точка



Фиг. 1

Тялото се движи с ускорение $a_1 = \frac{v_0}{t}$ 1 точка

Записваме уравнението на втория принцип на механиката за движението на тялото: $F - f_1 = ma_1$, откъдето изразяваме силата на триене

$$f_1 = F - ma_1 = F - \frac{mv_0}{t} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

$$f_1 = f_2 = 0,8 \text{ N} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Б) Дъската се движи равноускорително под действие на силата на триене f_2 :

$$f_2 = Ma_2. \text{ За време } t \text{ дъската достига скорост } v = a_2 t = \frac{f_2}{M} t = 0,6 \text{ m/s} \dots\dots\dots 2 \text{ точки}$$

В) Спрямо земната повърхност за време t тялото изминава път

$$s_1 = \frac{v_0}{2} t = 1,5 \text{ m} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

$$\text{Работата на силата } F \text{ е } A = Fs_1 = 3 \text{ J} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

Г) От закона за запазване на механичната енергия следва равенството

$$A + A_{\text{тр}} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{Mv^2}{2}, \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

откъдето определяме работата на силите на триене $A_{\text{тр}} = -0,84 \text{ J} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$

Забележка. Работата на силите на триене може да се определи непосредствено:

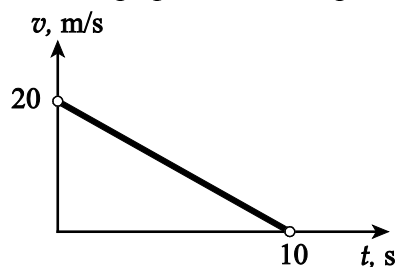
$$A_{1 \text{ тр}} = -f_1 s_1. \text{ За време } t \text{ дъската изминава път } s_2 = \frac{v}{2} t = 0,45 \text{ m} . \text{ Силата на триене } f_2$$

извършва положителна работа $A_{2 \text{ тр}} = f_2 s_2$. Общата работа на двете сили на триене е $A_{\text{тр}} = A_{1 \text{ тр}} + A_{2 \text{ тр}} = -f_1(s_1 - s_2) = -0,84 \text{ J}$.

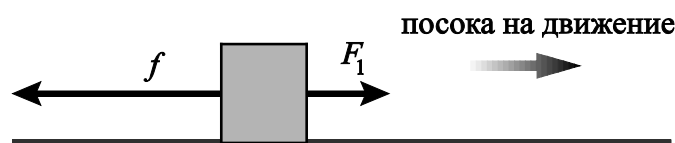
Задача 3. А) От закона за скоростта при равнозакъснително движение $v = v_0 - at$

определяме времето t_0 за спиране: $t_0 = \frac{v_0}{a} = 10 \text{ s} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$

Графиката на скоростта е показана на *фиг.2* 0,5 точки



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Б) Тъй като движението е праволинейно равнозакъснително, равнодействащата сила F е постоянна по големина и е насочена в противоположна на движението посока..... 0,5 точки

$$F = ma = 0,9 \text{ N} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

В) В началния момент силата на съпротивление на въздуха е $f_0 = Av_0^2 = 1,6 \text{ N}$.

Тъй като $f_0 > F$, стигаме до извода, че двете хоризонтални сили имат противоположни посоки (фиг. 3). Освен това $f_0 > F_1$, защото движението е равнозакъснително1 точка

В този случай $F = f_0 - F_1$, откъдето определяме големината на силата F_1 :

$$F_1 = f_0 - F = 0,7 \text{ N} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

Г) Силата на съпротивление на въздуха намалява през цялото време на равнозакъснително движение на тялото по закона $f = Av^2 = A(v_0 - at)^2$ 1 точка

Записваме уравнението на втория принцип на механиката, когато силата F_1 е насочена по посока на движението (фиг. 3): $f - F_1 = ma$, откъдето изразяваме силата F_1 : $F_1 = A(v_0 - at)^2 - ma$ 0,5 точки

Големината на силата F_1 намалява с течение на времето и става нула в момента

$$t_1 = \frac{v_0 - \sqrt{\frac{ma}{A}}}{a} = 2,5 \text{ s} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

След това силата F_1 сменя посоката си и започва да расте (фиг. 4)... 0,5 точки

Уравнението на втория принцип на механиката в този случай има вида:

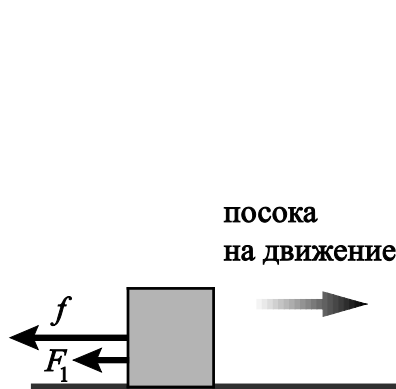
$f + F_1 = ma$, откъдето изразяваме силата F_1 :

$$F_1 = ma - A(v_0 - at)^2 \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

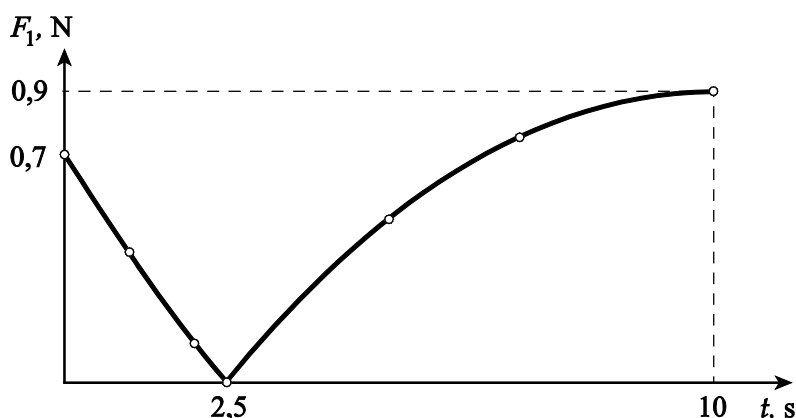
Силата F_1 достига стойност $F_1 = ma = 0,9 \text{ N}$ в момента $t_0 = \frac{v_0}{a} = 10 \text{ s}$ в който

тялото спира да се движи ($v = 0$)0,5 точки

Д) Графиката на зависимостта $F_1(t)$ е показана на фиг. 5.....2 точки



Фиг. 4.



Фиг. 5.