

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
Национално есенно състезание по физика
Варна, 31 октомври 2009 г.
Решения на задачите от темата за 9 клас

Задача 1. Изпреварване на автомобил.

а) Ускорението $a_M = \frac{v_0}{t_0} [1 \text{ т}] = \frac{108 \text{ km/h}}{10 \text{ s}} = \frac{30 \text{ m/s}}{10 \text{ s}} = 3 \text{ m/s}^2 [0.5 \text{ т}]$.

б) Пътят s , който ще измине автомобилът, достигайки скоростта v_0 , е $s = \frac{1}{2} a_M t_0^2 [1 \text{ т}]$
 $= \frac{1}{2} 3 \text{ m/s}^2 (10 \text{ s})^2 = 150 \text{ m} [0.5 \text{ т}]$.

в) за време T изпреварваният автомобил ще измине разстояние $L_1 = v_1 T [0.5 \text{ т}]$, а изпреварващият -
 $L = v_1 T + \frac{1}{2} a_M T^2 [0.5 \text{ т}]$. Тъй като $L = L_1 + 2d + 2l [0.5 \text{ т}]$, то $\frac{1}{2} a_M T^2 = 2(d + l)$, откъдето

$$T = 2 \sqrt{\frac{d + l}{a_M}} [1 \text{ т}] = 2 \sqrt{\frac{7 \text{ m} + 5 \text{ m}}{3 \text{ m/s}^2}} = 4 \text{ s} [0.5 \text{ т}].$$

г) скоростта v_2 на автомобила в края на изпреварването е $v_2 = v_1 + a_M T [0.5 \text{ т}] = 20 \text{ m/s} + 3 \text{ m/s}^2 \cdot 4 \text{ s} = 32 \text{ m/s} = 115,2 \text{ km/h} [0.5 \text{ т}]$.

д) разстоянието L , което изминава изпреварващият автомобил по време изпреварването, е
 $L = v_1 T + \frac{1}{2} a_M T^2 [0.5 \text{ т}] = 20 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} + \frac{1}{2} 3 \text{ m/s}^2 (4 \text{ s})^2 = 104 \text{ m} [0.5 \text{ т}]$.

е) тъй като кинетичната енергия на автомобила ще се превърне в топлина, погълната от спирачната система, то $\frac{M v_0^2}{2} = c.m.\Delta t [1 \text{ т}]$, откъдето $\Delta t = \frac{M v_0^2}{2.c.m} [0.5 \text{ т}] = \frac{1200 \text{ kg} \cdot (30 \text{ m/s})^2}{2 \cdot 500 \text{ J/kg} \cdot ^\circ \text{C} \cdot 20 \text{ kg}} = 54 ^\circ \text{C} [0.5 \text{ т}]$.

Задача 2. Спиртомер.

а) плътността на разтвора $\rho_P = \frac{m_P}{V_P} = \frac{\rho_E V_E + \rho_B V_B}{V_P} [0.5 \text{ т}] = \frac{\rho_E x V_P + \rho_B (1-x) V_P}{V_P} =$
 $= \rho_B - x(\rho_B - \rho_E) (2.1) [0.5 \text{ т}]$.

б) от условието за равновесие на цилиндъра Архимедовата сила трябва да уравни силата на тежестта: $F_A = G [0.5 \text{ т}]$, $g \rho_P S(H-h) = g \rho_M S H [0.5 \text{ т}]$. Използвайки (2.1),

$$h = H \left[1 - \frac{\rho_M}{\rho_B - x(\rho_B - \rho_E)} \right] (2.2) [1 \text{ т}]$$

в) използвайки (2.2), $h(0) = H \frac{(\rho_B - \rho_M)}{\rho_B} (2.3) [0.5 \text{ т}]$, $h(1) = H \frac{(\rho_E - \rho_M)}{\rho_E} (2.4) [0.5 \text{ т}]$.

г) използвайки (2.3) и (2.4), $\varepsilon = \frac{h(1)-h(0)}{H} = \frac{H \frac{(\rho_E - \rho_M)}{\rho_E} - H \frac{(\rho_B - \rho_M)}{\rho_B}}{H} = \frac{\rho_M(\rho_B - \rho_E)}{\rho_B \cdot \rho_E}$ [1 т]. Тъй

като за да плава цилиндърът във всички разтвори $\rho_M \leq \rho_E$, то ε е максимално при $\rho_{onm} = \rho_E$ [1 т].

Тогава $\varepsilon = \frac{(\rho_B - \rho_E)}{\rho_B}$ [0.5 т] = 0.2 [0.5 т].

д) за да попълним таблицата заместваем дадените стойности в (2.2) и получаваме $h = H \cdot \frac{1-x}{5-x}$ (2.5).

Таблицата е: [2 т]

x	$h, \text{ mm}$
0.0	40
0.2	33
0.4	26
0.6	18
0.8	10
1.0	0

е) от таблицата се вижда, че при промяна на h с 1 mm, x се променя с около 0.02 - 0.03 [1 т].

Задача 3. КПД на автомобил.

а) работата A , която извършва двигателят при изминаването на 100 km от автомобила е:

$$A = Pt \text{ [1 т]} = P \cdot \frac{s}{v} \text{ [1 т]} = \frac{3 \cdot 10^4 W \cdot 1 \cdot 10^5 m}{30 m/s} \text{ [1 т]} = 1 \cdot 10^8 J \text{ [1 т]}$$

б) топлината Q , която се отделя при изгарянето на горивото за 100 km е:

$$Q = q \cdot m \text{ [0.5 т]} = q \cdot \rho \cdot V \text{ [0.5 т]} = q \cdot \rho \cdot r \cdot s \text{ [1 т]} = 5 \cdot 10^7 \frac{J}{kg} \cdot 8 \cdot 10^2 \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-2} m^3}{1 \cdot 10^5 m} \cdot 1 \cdot 10^5 m \text{ [1 т]} = 4 \cdot 10^8 J \text{ [1 т]}$$

в) коефициентът η на полезно действие (КПД) на двигателя в този режим на работа е:

$$\eta = \frac{A}{Q} \text{ [0.5 т]} = \frac{1 \cdot 10^8 J}{4 \cdot 10^8 J} \text{ [0.5 т]} = 0,25 = 25\% \text{ [1 т]}$$