

**МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ЕСЕННО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА**

8 – 10 ноември 2019 г., Велико Търново

Решения на темата за I състезателна група

(учебно съдържание за 7. клас)

Задача 1. Слънчево зайче

а) От таблицата в условието на задачата се вижда, че зайчето започва да се движи между 1 min и 3 min, а котката не тръгва преди 5 min, тъй като между 5 min и 6 min разстоянието между зайчето и котката продължава да нараства (използваме, че $v_B > v_3$). **[0,5 т.]** Следователно между 3 min и 5 min се движи само зайчето със скорост $v_3 = \frac{22-6}{5-3} \frac{m}{min} = 8 \frac{m}{min}$. **[0,5 т.]** Тъй като при $t = 3$ min зайчето вече се е преместило с 6 m, то е тръгнало в момент $t_3 = 3 \text{ min} - \frac{6 \text{ m}}{v_3} = 2,25 \text{ min}$. **[0,5 т.]**

б) При $t = 3$ min зайчето вече е изминало 6 m, т.е. остава да измине още 72 m, което се случва за време $\frac{72}{8} \frac{m}{m/min} = 9 \text{ min}$, откъдето $t'_3 = 12 \text{ min}$. **[1 т.]**

в) Между 5 min и 6 min разстоянието между котката и зайчето нараства със средна скорост $\frac{23,5-22}{6-5} \frac{m}{min} = 1,5 \frac{m}{min} < v_3$, т.е. Бианка е тръгнала между тези два момента. **[0,5 т.]** Между 6 min и 7 min разстоянието между котката и зайчето намалява със скорост $v_B - v_3 = \frac{23,5-18,5}{7-6} \frac{m}{min} = 5 \frac{m}{min}$. **[0,5 т.]** Скоростта на Бианка е $v_B = v_3 + 5 \frac{m}{min} = 13 \frac{m}{min}$. **[0,5 т.]**

От началото на движението до момент $t = 6$ min зайчето е изминало разстояние $v_3 \times (6 \text{ min} - t_3) = 30 \text{ m}$. **[0,5 т.]** До същия момент котката е изминала $30 \text{ m} - 23,5 \text{ m} = 6,5 \text{ m}$, следователно Бианка е тръгнала в момент $t_B = 6 \text{ min} - \frac{6,5 \text{ m}}{v_B} = 5,5 \text{ min}$. **[1 т.]**

г) В момента на настигането зайчето и Бианка са изминали едно и също разстояние, като зайчето се е движило с $t_B - t_3 = 3,25 \text{ min}$ по-дълго от котката. **[0,5 т.]** Нека Бианка настига зайчето за време τ , следователно $v_3 \times (3,25 \text{ min} + \tau) = v_B \tau$. **[0,5 т.]** Оттук намираме, че $\tau = 5,2 \text{ min}$, **[0,7 т.]** т.е. котката настига зайчето в момент $t_H = t_B + \tau = 10,7 \text{ min}$. **[0,3 т.]**

д) Бианка се движи известно време след спирането на зайчето при $t'_3 = 12 \text{ min}$, когато разстоянието между котката и зайчето е $1,5 \text{ m} + (v_B - v_3) \times (1 \text{ min}) = 6,5 \text{ m}$. **[0,3 т.]** От 12 min до 14 min разстоянието d нараства с 19,5 m, което е повече от 13 m, но по-малко от 26 m, следователно Бианка спира между 13 min и 14 min. **[0,5 т.]** При $t = 13 \text{ min}$ имаме, че $d = 6,5 \text{ m} + 13 \text{ m} = 19,5 \text{ m}$. **[0,2 т.]** Останалите $26 \text{ m} - 19,5 \text{ m} = 6,5 \text{ m}$ до момента $t = 13 \text{ min}$ котката изминава за $\frac{6,5}{13} \frac{m}{m/min} = 0,5 \text{ min}$, **[0,3 т.]** следователно Бианка спира в момент $t'_B = 13,5 \text{ min}$. **[0,2 т.]**

Един от начините за попълване на таблицата е да се пресметнат разликите между изминатите от зайчето и Бианка разстояния. Липсващите данни са попълнени с удебелен шрифт. **[1 т.]**

t [min]	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
d [m]	0	0	0	6	14	22	23,5	18,5	13,5	8,5	3,5	1,5	6,5	19,5	26	26
d_3 [m]	0	0	0	6	14	22	30	38	46	54	62	70	78	78	78	78
d_B [m]	0	0	0	0	0	0	6,5	19,5	32,5	45,5	58,5	71,5	84,5	97,5	104	104

Задача 2. Част А.

а) Тъй като кълбата са окачени, лостът може да бъде неподвижен, само ако опорната му точка е между точките на окачване на двете кълба. [1 т.]

При равни маси двете кълба действат еднопосочно с равни сили на лоста:

$$P_1 = P_2 \quad [0,5 \text{ т.}]$$

и той представлява везна. Следователно

$$l_1 = l_2. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

б) Когато обемите на двете кълба са равни, те имат различни маси поради различните плътности на алуминия ρ_1 и на желязото ρ_2 , като $\rho_1 < \rho_2$. [0,5 т.]

Тъй като

$$m_1 = \rho_1 V, \quad m_2 = \rho_2 V, \quad [1 \text{ т.}]$$

в сила е

$$P_1 < P_2. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

За да бъде лостът неподвижен трябва да е изпълнено

$$l_1 > l_2, \quad [1 \text{ т.}]$$

тъй като по-малката сила трябва да бъде приложена по-далече от опорната точка.

Част Б.

а) Обемът на налятата вода е $V_0 = V - V_1$, където V_1 е обемът на потопената част на кубчето лед. Кубчето плава, когато масата на изместената от потопената му част вода е равна на масата на кубчето, т. е.

$$\rho_2 a^3 = \rho_1 a^2 (a - h), \quad [1 \text{ т.}]$$

откъдето намираме

$$a = \frac{\rho_1}{\rho_1 - \rho_2} h = 10 \text{ cm}. \quad [1 \text{ т.}]$$

Тогава обемът на налятата вода е $V_0 = V - a^2(a - h) = 0,6 \text{ L}$ [0,5 т.], а масата M на налятата вода е

$$M = \rho_1 V_0 = 600 \text{ g} = 0,6 \text{ kg}. \quad [0,5 \text{ т.}]$$

б) При топенето ледът се превръща във вода със същата маса. [0,5 т.] Нейният обем е $V_1 = a^2(a - h) = 0,9 \text{ L}$. [0,5 т.] Общият обем на водата е $V_0 + V_1 = 1,5 \text{ L}$ [0,5 т.], който съвпада с обема на съда. Следователно нивото на водата няма да се измени. [0,5 т.]

Задача 3. Хидравличен крик

а) Налягането на маслото в крика p е еднакво във всяка точка от обема му, тогава може да запишем $p = F/S = \text{const}$ или $F_1/S_1 = F_2/S_2$, където F_1 и F_2 са силите, действащи на съответните бутала. [1 т.] Силата, която действа на бутало (2), ще е силата на тежестта на автомобила: $F_2 = 10 \times m = 24000 \text{ N}$. [1 т.] Така за силата, с която трябва да действваме на бутало (1), получаваме $F_1 = (F_2 S_1)/S_2 = (24000 \cdot 5)/15 \text{ N} = 8000 \text{ N}$. [1 т.]

б) За да се издигне бутало (2) на височина $h_2 = 18 \text{ cm}$, е необходимо да се изпомпи масло с обем $V_2 = h_2 S_2$. При едно напompване от резервоара се изпомпва масло с обем $V_1 = h_1 S_1$, тогава трябва да направим $n = V_2/V_1 = (h_2 S_2)/(h_1 S_1) = (18 \cdot 15)/(6 \cdot 5) = 9$ напompвания. [2 т.]

в) За време $t = 20 \text{ s}$ през отвора на крана изтича масло с обем $V = h S_2$. [1,5 т.] Тъй като същият обем масло излиза през отвора с площ S , то този обем може да се представи като $V = vtS$ [2 т.], или за площта на отвора получаваме $S = h S_2/(vt) = 0,12 \cdot 15/(4,5 \cdot 20) \text{ cm}^2 = 0,2 \text{ cm}^2$. [1,5 т.]