

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

1 април 2022 г.

Решения на темата за III състезателна група (9. клас)

Задача 1

Част 1

А) Стълбът течност в тръбата, преди да се затвори горния край на тръбата, е равен на дълбочината на потапяне, т.е. $H = l/2$. **(0,5 т)**

Б) Като изтече част от течността, въздухът в тръбата малко ще се разшири. Преди затварянето на тръбата, налягането е било равно на p_0 . След разширението на въздуха във вече затворената тръба налягането е $p_1 < p_0$. **(0,5 т)**

В) За въздуха в тръбата налягането и обема се изменят според закона на Бойл-Мариот ($pV = \text{const}$). Записваме равенството за двата момента – преди и след изтичане на течност от запушената тръба **(0,5 т)**:

$$p_0 \left(\frac{l}{2} S \right) = p_1 \cdot (l - x) S \quad (1) \quad (1 \text{ т})$$

От друга страна налягането на въздуха, след като изтече известно количество течност и в тръбата остане стълб с дължина x , е:

$$p_1 = p_0 - \rho g x \quad (2) \quad (1 \text{ т})$$

След като заместим (2) в (1), се получава квадратно уравнение спрямо x :

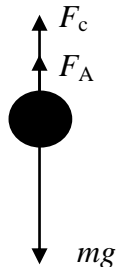
$$\rho g x^2 - (p_0 + \rho g l) \cdot x + p_0 l / 2 = 0 \quad (1 \text{ т})$$

$$x_{1,2} = \frac{(p_0 + \rho g l) \pm \sqrt{(p_0 + \rho g l)^2 - 2 \rho g p_0 l}}{2 \rho g l} \quad (1 \text{ т})$$

Анализ. От двете решения има смисъл само онова, което е със знак „минус“, защото другият корен е по-голям от дължината на тръбата l , което е невъзможно. **(0,5 т)**

Част 2.

А) mg – силата на тежестта, F_A – изтласкваща (архимедова) сила, F_C – сила на съпротивление и за чертеж **(1 т)**



Б) От условието за равновесие (камъкът пада с постоянна скорост) на силите:

$$F_c = mg - F_A \quad (1 \text{ т})$$

$$F_c = mg - \rho_2 g V$$

$$F_c = mg - \rho_2 g m / \rho_1$$

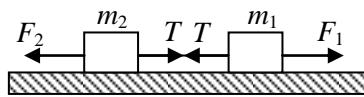
$$F_c = mg(1 - \rho_2 / \rho_1) \quad (1 \text{ т})$$

Отделеното количество топлина Q е равно на извършената от силата на съпротивление работа, взета по модул:

$$Q = F_c h = mgh \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \quad (1 \text{ т})$$

Забележка: Да **НЕ** се дават никакви точки при отговор: $Q = mgh$.

Задача 2



Фиг. 2

А) Прилагаме втори закон на Нютон за двете тела:

$$\text{За } m_1: F_1 - T = m_1 a_1$$

$$\text{За } m_2: T - F_2 = m_2 a_2$$

За съставяне на системата уравнения (1 т)

Ускоренията на телата са равни: $a_1 = a_2 = a$ (1 т)

Б) След решаване на получената системата уравнения:

$$a = \frac{F_1 - F_2}{m_1 + m_2} \quad (1 \text{ т})$$

$$T = \frac{m_2 F_1 + m_1 F_2}{m_1 + m_2} \quad (1 \text{ т})$$

В) Логиката при решаването на това подусловие е аналогична на подусловие Б).

Пукнатината мислено разделя пръчката на две части. Можем да разгледаме едната част от пръчката с маса $m_1 = (L - l)M/L$ (1 т), а другата с маса $m_2 = lM/L$. (1 т)

Силата на опън T действа на мястото на пукнатината (в разглеждания контекст).

Понеже ускоренията са равни $a_1 = a_2 = a$ (1 т) следва:

$$\frac{F_1 - T}{m_1} = \frac{T - F_2}{m_2} \quad (1 \text{ т})$$

$$\frac{bt - T}{m_1} = \frac{T - 2bt}{m_2} \quad (1 \text{ т})$$

$$t = \frac{T(m_1+m_2)}{b(2m_1+m_2)}$$

$$t = \frac{TL}{b(2L-l)} \quad (1 \text{ т})$$

Задача 3

Част 1. За всеки верен ред – **0,5 т.** В случай дори и само на един грешен елемент от даден ред от таблицата да се дават по 0 точки.

Графика	Възможна ли е графиката? (Да/Не)	Крайно състояние в торбичката (лед или вода)	Крайно състояние в калориметъра (лед или вода)
А)	Да	Лед	Вода
Б)	Да	Лед или (лед и вода)*	Вода
В)	Да	Лед	Вода или (лед и вода)*
Г)	Да	Лед	Лед
Д)	Да	Вода	Вода

*Да се признаят за верни отговори, ако състезателите са отговорили с (лед и вода).

Част 2.

А) Всяка следваща снежна топка получава топлина от нагревателя и допълнително количество топлина от нагрятата вече вода, поради което се намалява времето за топене на снега. (**0,5 т**)

Б) За топенето на първата снежна топка за време t :

$$Pt = m(\lambda + c_{\text{л}}\Delta T_{\text{л}}) \quad (1,5 \text{ т})$$

В) След разтопяването на леда получената вода се нагрива от 0°C до T_0 , уравнението за топлиния баланс ще има вида:

$$P(t_0 - t) = cmT_0 \quad (1,5 \text{ т})$$

Г) От последните две уравнения се получава връзката:

$$\lambda + c_{\text{л}}\Delta T_{\text{л}} = \frac{cT_0 t}{t_0 - t} \quad (*) \quad (1 \text{ т})$$

Количеството топлина, получено за време t_0 , обхваща времето за нагриване на снега, топенето му и нагриването на получената вода до температура $T_0 = 10^\circ\text{C}$. Това означава, че всяка следваща снежна топка влиза в калориметъра, който е с температура $T_0 = 10^\circ\text{C}$. (**1 т**)

Д) В условието е казано, че стотната топка се разтопила почти веднага. Това означава, че количеството топлина получено от нагревателя е малко, т.е. основното количество топлина към стотната снежна топка се получава от получената вода с маса $99m$ при начална температура T_0 .

$$99mcT_0 = 100mcT + m(\lambda + c_{л.}\Delta T_{л}) \quad (1 \text{ т})$$

Като използваме уравнение (*) се получава търсеният отговор:

$$T = \frac{T_0}{100} \left(99 - \frac{t}{t_0 - t} \right) = 9,1^\circ\text{C} \quad (1 \text{ т})$$