

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, НАЦИОНАЛЕН КРЪГ
06 АПРИЛ 2019 г., РУСЕ

Решение на задачите от темата за 7. клас (първа възрастова група)

Задача 1

Част 1. „Напред-назад” по ескалатор.

А) За времето „крачка напред и две назад” пътникът ще се премести от началото на ескалатора на разстояние:

$$S_1 = 3t_0v - u \cdot t_0 \quad (1 \text{ т})$$

Б) Скоростта, с която се приближава към края на ескалатора е:

$$v_1 = \frac{S_1}{3t_0} \quad (1 \text{ т})$$

В) очевидно е уравнението:

$$\frac{S_1}{3t_0} = \frac{L}{t} \quad (1 \text{ т})$$

където L – дължината на ескалатора.

$$L = \frac{3v-u}{3} t \quad (1 \text{ т})$$

Г) при скорост $u \geq 3v$ пътника няма да може да достигне до противоположния край на ескалатора. (1 т)

Д) При движение „две напред, една назад” за време $3t_0$ пътника ще се придвижи към края на ескалатора, изминавайки разстояние:

$$S_2 = 3t_0v + ut_0 \quad (1 \text{ т})$$

Скоростта на движение към края на ескалатора е

$$v_2 = \frac{S_2}{3t_0} = \frac{L}{t_1} \quad (1 \text{ т})$$

Където t_1 е търсеното време. Като се използва получения израз за L се получава:

$$t_1 = \frac{3v-u}{3v+u} \cdot t \quad (1 \text{ т})$$

Част 2.

$$\text{А) } t_1 = \frac{S}{v+v_p} + \frac{S}{v-v_p} = \frac{2Sv}{v^2-v_p^2} \quad (\mathbf{0,25 \text{ т}})$$

$$t_2 = \frac{2S}{v} \quad (\mathbf{0,25 \text{ т}})$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{v^2}{v^2-v_p^2},$$

числителят на дробта е по-голям от знаменателя, следователно $t_1 > t_2$. **(0,5 т)**

Б) разхода на гориво се определя от броя на оборотите, които е извършил двигателя за времето за пътуване на лодката

При движението си по течението двигателят е извършил $N_{\text{по теч}}$ оборота:

$$N_{\text{по теч}} = N_1 \cdot \frac{S}{v + v_p} \quad (\mathbf{0,5 \text{ т}})$$

При движението си срещу течението двигателят е извършил $N_{\text{срещу}}$ оборота:

$$N_{\text{срещу}} = N_2 \cdot \frac{S}{v - v_p} \quad (\mathbf{0,5 \text{ т}})$$

$$\frac{N_{\text{по теч}}}{N_{\text{срещу}}} = \frac{N_1(v - v_p)}{N_2(v + v_p)} = \frac{7}{11} < 1 \quad (\mathbf{0,5 \text{ т}})$$

Следователно срещу течението разхода на гориво е по-голям. За правилна аргументация и разсъждения **(0,5 т)**.

Зад. 2. Консуматори и съпротивления.

Част 1.

А) за достигане до израза $R = R_1 + R_2$ (0,5 т)

Б) за достигане до израза $R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ (0,5 т)

В) за достигане до израза $P = \frac{P_1 P_2}{P_1 + P_2}$ (2 т)

Част 2.

А) от Фиг. 1. следва, че $R_1 = 4 \Omega$; $P_1 = \frac{U^2}{R_1} = 144 W$ (1 т)

от Фиг. 1. следва, че $R_2 = 3,2 \Omega$; $P_2 = \frac{U^2}{R_2} = 180 W$ (1 т)

Б) от Фиг. 2. съобразява необходимото количество топлина за разтопяване на леда: $34,35 - 1,05 = 33,3 \text{ kJ}$. (1 т)

$t = \frac{Q_{\text{л}}}{P_2} = \frac{(34,35 - 1,05)10^3}{180} = 185 \text{ s}$ (1 т)

В) $Q_{\text{в}} = P_1 \cdot t = 144 \cdot 185 = 26\,640 \text{ J}$ (1 т)

Г) понеже водата има по-голяма плътност от леда, превърналият се лед във вода ще има по-малък обем. Следователно буталото ще премести надолу. (1 т)

Д) $C = (I_1 + I_2) \cdot t = \frac{13,5 \cdot 185}{3600}$

$C \geq 0,69 \text{ Ah}$ (1 т)

Задача 3

Част 1

А) като използваме връзката между плътност и маса:

$$m = \rho \cdot V$$

$$m_1 + m_2 = \rho(V_1 + V_2) \quad (1 \text{ т})$$

$$\rho = \frac{\rho_1 \rho_2 (m_1 + m_2)}{\rho_2 m_1 + \rho_1 m_2} \quad (1 \text{ т})$$

Б) времето за достигане на горната основа до водната повърхност е времето, за което силата на опъване на въжето започва да нараства (1 т)

$$t = t_1 = 4 \text{ min.} \quad (1 \text{ т})$$

В) след като горната основа достигне водната повърхност колоната се издига изцяло над водата за време $t_2 - t_1 = 2 \text{ min}$ **(1 т)**

Височината на колоната е:

$$h = v \cdot (t_2 - t_1) \quad \mathbf{(0,5 \text{ т})}$$

$$h = 8 \text{ m} \quad \mathbf{(0,5 \text{ т})}$$

Г) след шестата минута колоната е изцяло над водата и на въжето действа само силата на тежестта на колоната. Докато колоната е потопена изцяло във вода и силата на опъване на въжето е равна на разликата между силата на тежестта и изтласкващата сила.

Следователно изтласкващата сила е равна на:

$$F_A = F_2 - F_1 = 10\,000 \text{ N} \quad \mathbf{(1 \text{ т})}$$

Д) силата на тежестта е равна на $G = F_2 = 24\,000 \text{ N}$ **(1 т)**

Част 2

А) кофата с мокрия пясък тежи по-малко. Обемите са равни, но в кофата с мокър пясък се съдържа и малко количество вода. Плътноста на водата е по-малка от тази на пясъка. Следователно в същия обем имаме по-малка средна плътност. **(1 т)**

Б) на тяло потопено във течност (или газ) му действа изтласкваща сила, заради разликата в хидростатичното налягане, действащо на долната и горната основа на тялото. Върху плътно прилепналия куб в началния момент му действа сила на тежестта и сила на натиск от страна на хидростатичното налягане на течността, но не му действа изтласкваща сила. Следователно на плътно прилепналия куб е необходимо да се приложи по-голяма сила, за да започнем да го издигаме. **(1 т)**