

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ

19 февруари 2022 г.

Тема за VII клас (първа състезателна група)

Примерни решения и указания

Решение: 1.1. Нека означим ръбовете на паралелепипеда с a , b и c , а теглото му с F . Налягането, което оказва стена с ръбове a и b , ще е $p_1 = \frac{F}{ab}$. Аналогично за другите две стени $p_2 = \frac{F}{ac}$ и $p_3 = \frac{F}{bc}$. Може да разделим първите две равенства и получаваме $\frac{p_1}{p_2} = \frac{c}{b}$, откъдето изразяваме $\frac{1}{b} = \frac{1}{c} \frac{p_1}{p_2}$, заместваме в $p_3 = \frac{1}{c} \frac{p_1}{p_2} \frac{F}{c} = \frac{1}{c^2} \frac{p_1}{p_2} F$ и получаваме $c^2 = \frac{p_1}{p_2 p_3} F$. По подобен начин може да получим $b^2 = \frac{p_2}{p_1 p_3} F$ и $a^2 = \frac{p_3}{p_1 p_2} F$, където $F = mg$.

Заместваме числените стойности за известните величини и за квадратите на ръбовете на паралелепипеда получаваме:

$$a^2 = \frac{1350}{810 \times 1080} \times 0.162 \times 10 \text{ m}^2 = 0.0025 \text{ m}^2 = 25 \text{ cm}^2$$

$$b^2 = \frac{1080}{810 \times 1350} \times 0.162 \times 10 \text{ m}^2 = 0.0016 \text{ m}^2 = 16 \text{ cm}^2$$

$$c^2 = \frac{810}{1080 \times 1350} \times 0.162 \times 10 \text{ m}^2 = 0.0009 \text{ m}^2 = 9 \text{ cm}^2$$

Лесно може пресметнем, че ръбовете ще имат дължини:

$$a = 5 \text{ cm}, b = 4 \text{ cm} \text{ и } c = 3 \text{ cm}.$$

1.2. Плътността на алуминия може да определим по формулата:

$$\rho_a = \frac{m}{abc} = \frac{162}{60} \text{ g/cm}^3 = 2.7 \text{ g/cm}^3 = 2700 \text{ kg/m}^3$$

1.3. Ако цилиндърът има височина и обем като на блокчето, значи основата му ще има площ $S = bc$ и той ще създава налягане $p = \frac{\rho_{\text{ч}} V g}{S} = \rho_{\text{ч}} a g = 3600 \text{ Pa}$.

Решение: 2.1. Когато цилиндърът е потопен в чашата с вода, на него му действа изтласкваща сила, насочена обратно на силата на тежестта, така че силомера ще показва по-малко. Тъй като показанията на силомера са еднакви на фиг. А и В, това ще рече, че разликата в показанията е равна на теглото на изместената течност.

2.2. В 2.1. видяхме, че изтласкващата сила трябва да е равна на теглото на изместената вода. Освен това изместената вода има обем равен на този на цилиндъра, така че може да запишем $F_{\text{и}} = m_{\text{в}} g = \rho_{\text{в}} V g$.

2.3. Ако цилиндъра има плътност по-малка от тази на водата, то той ще плава и само част от него ще е потопена във водата. Формулата за изтласкващата сила

остава в същия вид, но V ще бъде обемът само на потопената част от тялото. Показанията на силомера на фиг. А и фиг. В отново ще бъдат равни.

Решение: 3. Ледовете достигат от т. C до т. B за време $t_{\text{лед}} = CB/v_{\text{лед}}$. Трябва да видим за това време колко пингвина ще стигнат от т. A до т. B . Първият пингвин ще преплува разстоянието AB за време $t_1 = AB/v$, вторият пингвин е тръгнал след време $t_{\text{и}}$ и ще бъде в т. B в момента $t_2 = t_1 + t_{\text{и}}$, третият ще бъде в т. B в момента $t_3 = t_1 + 2t_{\text{и}}$ и т. н., може да обобщим, че n -я пингвин ще излезе от залива в момента $t_n = t_1 + (n - 1)t_{\text{и}}$. Така от $t_{\text{лед}} = t_n$ получаваме:

$$\begin{aligned} CB/v_{\text{лед}} &= t_1 + (n - 1)t_{\text{и}} \\ CB/v_{\text{лед}} &= AB/v + (n - 1)t_{\text{и}} \end{aligned} \quad (1)$$

3.1. От уравнение (1) може да определим броя на преминалите пингвини:

$$n = 1 + \frac{1}{t_{\text{и}}} \left(\frac{CB}{v_{\text{лед}}} - \frac{AB}{v} \right) \quad (2)$$

$$n = 1 + \frac{1}{10} \left(\frac{100}{1} - \frac{150}{2.5} \right)$$

$$n = 1 + \frac{1}{10} (100 - 60) = 5, \quad (3)$$

където сме отчели, че скоростта на пингвините е $v = 9 \text{ km/h} = 2.5 \text{ m/s}$.

3.2. От уравнение (1) може да определим минималната скорост, с която трябва да плуват пингвините, за да излязат всичките девет:

$$v = \frac{AB}{\frac{CB}{v_{\text{лед}}} - (n - 1)t_{\text{и}}} \quad (4)$$

$$v = \frac{150}{\frac{100}{1} - (9 - 1)10} \text{ m/s} = \frac{150}{20} \text{ m/s} = 7.5 \text{ m/s} = 27 \text{ km/h}. \quad (5)$$

Критерии за оценяване по задачи:

Задача 1.

	$p_1 = \frac{F}{ab}$	(1 т.)
	$p_2 = \frac{F}{ac}$	(1 т.)
	$p_3 = \frac{F}{bc}$	(1 т.)
	$a^2 = 25 \text{ cm}^2$	(0.5 т.)
1.1.	$b^2 = 16 \text{ cm}^2$	(0.5 т.)
	$c^2 = 9 \text{ cm}^2$	(0.5 т.)
	$a = 5 \text{ cm}$	(0.5 т.)
	$b = 4 \text{ cm}$	(0.5 т.)
	$c = 3 \text{ cm}$	(0.5 т.)
<hr/>		
1.2.	$\rho_a = \frac{m}{abc}$	(1.5 т.)
	$\rho_a = 2.7 \text{ g/cm}^3$ или $\rho_a = 2700 \text{ kg/m}^3$	(0.5 т.)
<hr/>		
1.3.	$p = \frac{\rho_{\text{ч}} V g}{S} = \rho_{\text{ч}} a g$	(1.5 т.)
	$p = 3600 \text{ Pa}$	(0.5 т.)

Задача 2.

2.1.	силомера показва по-малко	(1 т.)
	разликата в показанията е равна на теглото на изместената течност	(2 т.)
<hr/>		
2.2.	изместената вода има обем като на цилиндъра	(2 т.)
	$F_{\text{и}} = m_{\text{в}} g = \rho_{\text{в}} V g$	(2 т.)
<hr/>		
2.3.	тяло с по-малка плътност от тази на течността плава	(1.5 т.)
	формулата е същата, но обемът е само на потопената част, показанията на силомера на фиг А. и В. са еднакви	(1.5 т.)

Задача 3.

3.	$t_{\text{лед}} = CB/v_{\text{лед}}$	(0.5 т.)
	$t_1 = AB/v$	(0.5 т.)
	$t_n = t_1 + (n-1)t_{\text{и}}$	(2 т.)
	$t_{\text{лед}} = t_n$ или $CB/v_{\text{лед}} = AB/v + (n-1)t_{\text{и}}$	(2 т.)
<hr/>		
3.1.	$n = 1 + \frac{1}{t_{\text{и}}} \left(\frac{CB}{v_{\text{лед}}} - \frac{AB}{v} \right) *$	(2 т.)
	$n = 5$ или 4	(0.5 т.)
<hr/>		
3.2.	$v = \frac{AB}{\frac{CB}{v_{\text{лед}}} - (n-1)t_{\text{и}}} *$	(2 т.)
	$v = 27 \text{ km/h}$ или $v = 7.5 \text{ m/s}$	(0.5 т.)

* Ако няма крайна формула, но е описано как се стига до верен краен резултат, отново се дават пълен брой точки - 2.