Место для скобы

ОТКРЫТАЯ РЕГИОНАЛЬНАЯ МЕЖВУЗОВСКАЯ ОЛИМПИАДА «ОРМО»
ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ
заключительного этапа

03523

Шифр

1.	Предмет	Физика
2.	Вариант	1
3.	Класс	11
4.	Фамилия	Рязанцев
	Имя	Алексей
	Отчество	Михайлович
5.	Дата рождения	03 (Число) 05 (Месяц) 2004 (Год)
6.	Страна	Россия
7.	Регион *(пр: Томская обл., Калининградская область)*	Красноярский край
8.	Вид муниципального образования *(пр: пгт, деревня, село, город)*	город
9.	Населенный пункт *(пр: Томск, Кемерово, Псков)*	Железногорск
10.	Полное наименование образовательного учреждения, в котором Вы обучаетесь в данное время	КГАОУ "Школа Космонавтики"

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и e–mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись ________

Шифр 03523

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
7,5 б.		Червинская А.С.	[signature]

Задача №4

Пусть v^0 - начальная скорость стрелы, тогда ее горизонтальная составляющая: $v_x = v^0 \cdot \cos\alpha$, а вертикальная: $v_y = v^0 \cdot \sin\alpha$. Стрела пролетела L метров, после чего воткнулась в мишень на высоте h_1, хоть и запустилась с высоты h_2. Найдём полное время полёта: $t_{пол} = \frac{L}{v_x} = \frac{L}{v^0 \cdot \cos\alpha}$. Построим уравнение, описывающее положение стрелы в вертикальном пространстве в момент столкновения:

$h_1 = h_2 + v_y t_{пол} - \frac{g t_{пол}^2}{2} \Rightarrow h_1 = h_2 + v^0 \sin\alpha \cdot \frac{L}{v^0 \cos\alpha} - \frac{gL^2}{2 v^{0 2} \cos^2\alpha}$

$h_1 = h_2 + L \cdot tg\alpha - \frac{gL^2}{2 v^{0 2} \cos^2\alpha}$. Найдём отсюда начальную скорость: $\frac{gL^2}{2 v^{0 2} \cos^2\alpha} = h_2 - h_1 + L\, tg\alpha \Rightarrow v^{0 2} = \frac{gL^2}{2\cos^2\alpha (h_2 - h_1 + L\, tg\alpha)}$

$v^0 = \sqrt{\frac{gL^2}{2\cos^2\alpha (h_2 - h_1 + L\, tg\alpha)}} \Rightarrow v^0 = \frac{L}{\cos\alpha} \cdot \sqrt{\frac{g}{2(h_2 - h_1 + L\, tg\alpha)}}$

Зная скорость, можем найти, в какие моменты времени стрела была на высоте H (высота стены)

$H = \frac{L}{\cos\alpha} \cdot \sqrt{\frac{g}{2(h_2 - h_1 + L\, tg\alpha)}} \cdot \sin\alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} + h_2$

$-\frac{gt^2}{2} + L \cdot tg\alpha \cdot \sqrt{\frac{g}{2(h_2 - h_1 + L\, tg\alpha)}}\, t + h_2 - H = 0$ Подставим известные величины: $-5t^2 + 50\, tg12^\circ \cdot \sqrt{\frac{5}{0{,}1 + 50\, tg12^\circ}}\, t - 3 = 0$

$tg12^\circ \approx 0{,}2 \Rightarrow -5t^2 + 10 \cdot \sqrt{\frac{5}{0{,}1 + 10}}\, t - \cancel{3}\,1{,}4 = 0$

$D = 100 \cdot \frac{5}{10{,}1} - \cancel{60}\,28 \approx 21{,}5 \quad t = \frac{-10\sqrt{0{,}5} \pm \sqrt{21{,}5}}{-10} = \sqrt{0{,}5} \pm \sqrt{0{,}215}$

Задача №4 (продолжение)

$t_1 = \sqrt{0,5} + \sqrt{0,215} \approx 1,2$ секунды

$t_2 = \sqrt{0,5} - \sqrt{0,215} \approx 0,24$ секунды $t_2 < t_1 \Rightarrow l(t_2) = l(t_1)$

$l = v_x \cdot t \Rightarrow l(t_2) = 0,24 \cdot \frac{1}{\cos 12°} \sqrt{\frac{5}{10 \cdot \frac{1}{2}}} \cdot \cos 12 = 0,2 \cdot 50 \cdot \sqrt{0,5}$

$l = 10\sqrt{0,5} \approx 7$ метров - минимальное расстояние до стены

Ответ: 7 метров (до десятых: 7,1 метра) — 2 4б

Задача №2

Для начала найдём, какой объём воздуха будет отфильтрован: $V = P = 120 м^3/ч$; 10 мин $= \frac{1}{6}$ часа $\Rightarrow V = 20 м^3$

Через уравнение давления для идеального газа найдём количество отфильтрованных молей воздуха:

$pV = nRT \Rightarrow 105 \cdot 10^3 \cdot 20 = n \cdot 8,31 \cdot (273+27)$

$n = \frac{21 \cdot 10^5}{2493} \approx 842,36$ моль. Отсюда найдём массу воздуха:

$m = 842,36 \cdot 29 = 24428,44$ кг, отсюда здесь примеси:

$m = 41,5 \cdot 10^{-6} \cdot 24428,44 = 1013780,26 \cdot 10^{-6}$, но задержано лишь 85%, следовательно: $m_ф = 1013780,26 \cdot 10^{-6} \cdot 0,85 = 861713,22 \cdot 10^{-6}$

Зная массу и плотность, найдём объём:

$V_c = \frac{861713,22 \cdot 10^{-6}}{1,5 \cdot 10^3} = 574475,5 \cdot 10^{-9}$. Теперь найдём объём одной частицы: $V_к = (0,7 \cdot 10^{-6})^3 = 0,343 \cdot 10^{-18}$

Разделим объём примеси на объём одного куба:

$N = \frac{574475,5 \cdot 10^{-9}}{0,343 \cdot 10^{-18}} = 1674855,7 \cdot 10^9 \approx 1,67 \cdot 10^{15}$ частиц

Ответ: $1,67 \cdot 10^{15}$ частиц отфильтровано

10б

Место для скобы

Шифр 03523

Задача №1

Сила натяжения нити будет равна центростремительной силе, которая по II закону Ньютона:

$F_ц = m \cdot a_ц = m \cdot \frac{v^2}{r}$, где r - длина нити. Из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgh$, где $h = \frac{l}{\cos\alpha}$

$\frac{mv^2}{2} = mg\frac{l}{\cos\alpha}$, откуда $v^2 = \frac{2mgl}{m\cos\alpha} = \frac{2gl}{\cos\alpha}$, а значит $a_ц = \frac{2gl}{\cos\alpha\, l}$, однако это значение в нижней точке. Введём угол $\beta \neq \alpha$, тогда $mg\frac{l}{\cos\alpha} = \frac{mv^2}{2} + mg\frac{l}{\cos\beta}$, а значит $v^2 = \frac{2gl}{(\cos\alpha - \cos\beta)}$, а значит $a_ц = \frac{2gl}{(\cos\alpha - \cos\beta)\cdot l} = \frac{2g}{\cos\alpha - \cos\beta}$

Нетрудно заметить, что $a_ц < 0$. Это связано с тем, что в рассматриваемой системе отсчёта она является отрицательной силы тяжести, которая и рассматривалась изначально отрицательная. Для избавления от отрицательности, поменяем знаки у $\cos\alpha$ и $\cos\beta$

$a_ц = \frac{2g}{\cos\beta - \cos\alpha} \Rightarrow F_{нат} = \frac{2gm}{\cos\beta - \cos\alpha}$

Ответ: $F(\beta) = \frac{2gm}{\cos\beta - \cos\alpha}$

Задача №5

Для начала найдём, при погружении на какую глубину, тела будут в равновесии:

Будем формула: $mg = \pi r^2 \cdot h_{пог} \cdot \rho_в \cdot g \Rightarrow m = \pi r^2 h_{пог} \cdot \rho_{вод}$

$h_{пог} = \frac{m}{\pi r^2 \rho_{вод}}$. $m = \rho_m V = \rho_m \cdot h_{max} \cdot \pi r^2$, следовательно:

$h_{пог} = \frac{\rho_{тела} \cdot h_{max} \cdot \pi r^2}{\pi r^2 \cdot \rho_{вод}} = \frac{\rho_{тела} \cdot h_{max}}{\rho_{воды}}$. Полные энергии будут относиться также, как и длины труб

Задача № 3 (продолжение)

Значение амплитуды будет равно разнице высоты цилиндра и его погруженной высоты в точке покоя:

$l = h_{max} - h_{n} = \frac{\pi r^2 h_{max}\rho_в - h_{max}(\rho_в - \rho_m)}{\rho_{воды}}$. Из ранее представленной формулы $m = \rho_m \cdot \pi r^2 \cdot h_{max}$ получаем:

$h_{max} = \frac{m}{\rho_m \cdot \pi r^2}$, $\Rightarrow l = \frac{m(\rho_в - \rho_m)}{\rho_m \rho_в \cdot \pi r^2}$. Теперь найдем эти значения для тел: $l_1 = \frac{m(\rho - \rho_1)}{\rho_1 \rho \pi R_1^2}$, $l_2 = \frac{m(\rho - \rho_2)}{\rho_2 \rho \pi R_2^2}$

Отсюда можно найти отношение:

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{m(\rho - \rho_1)}{\rho_1 \rho \pi R_1^2} : \frac{m(\rho - \rho_2)}{\rho_2 \rho \pi R_2^2} \Rightarrow \frac{m(\rho - \rho_1) \cdot \rho_2 \rho \cdot \pi R_2^2}{m(\rho - \rho_2) \cdot \rho_1 \rho \cdot \pi R_1^2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2} = \frac{(\rho - \rho_1) \cdot \rho_2 \cdot R_2^2}{(\rho - \rho_2) \cdot \rho_1 \cdot R_1^2}$$

Ответ: $\frac{(\rho - \rho_1)^2 \rho_2^2 R_2^2}{(\rho - \rho_2)^2 \rho_1^2 R_1^2} = \frac{E_1}{E_2}$ 24б

Задача № 3

Для начала найдем, насколько отклонится от центра луч из призмы с $n = 1,5$. На первую грань свет падает и не преломляется (угол падения совпадает с нормалью), а на вторую грань он падает под углом 30° к нормали (90°−60°), после чего преломляется. Получаем: $\frac{\sin 30°}{\sin \alpha} = \frac{1,5}{1} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sin 30°}{1,5}$, $\sin \alpha = \frac{0,5}{1,5} = \frac{1}{3}$. С таким же углом он упадет на линзу, а значит от центра луч отклонится на $\sin \alpha \cdot 10 = \frac{10}{3}$ см $= 3\frac{1}{3}$ см, следовательно луч из второй призмы отклонится на $10 - 3\frac{1}{3} = 6\frac{2}{3}$ см

Задача №3 (продолжение)

Зная отношение, найдем $\sin\beta \cdot 6\frac{2}{3} = 10 \cdot \sin\beta$, следовательно $\sin\beta = \frac{20}{3 \cdot 10} = \frac{2}{3}$. Свет во второй призме будет вести себя аналогично первой, вплоть до угла падения на вторую грань.

$$\frac{\sin 30^\circ}{\sin\beta} = \frac{n_2}{1} \Rightarrow \frac{2}{3} n_2 = 0{,}5 \Rightarrow n_2 = 0{,}75$$

Ответ: $n = 0{,}75$