



Вариант № 1

Оценка выполнения олимпиадной работы
(заполняется проверяющим)

№ задания		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
Полученный балл		—	—	—	—	—	5	0	10	15	13	38
I проверка	Фамилия И.О. проверяющего	Егорова А.Ю. Мамкина В.В.			Подпись	[Подпись]			Σ баллов прописью	тридцать два восемь		
	Фамилия И.О. проверяющего	Почков П.А. Степанович В.			Подпись	[Подпись]			Σ баллов прописью	ноль баллов		
II проверка	Фамилия И.О. проверяющего	Федосов А.Ю. Федорова А.Ю.			Подпись	[Подпись]			Σ баллов прописью	тридцать три		
	Фамилия И.О. проверяющего	Романова В.В. Вилкина М.В.			Подпись	[Подпись]			Σ баллов прописью	ноль баллов		

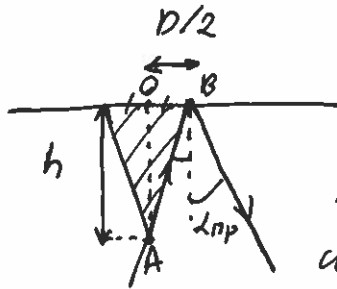


Вариант № 1

N 6

58

Дано
 $D = 16 \text{ см}$
 $h = 6 \text{ см}$
 $n_{\text{жидкости}} = ?$



Если часть конуса, находящаяся
над водой не видна, значит вся
световая энергия отразилась на
границе раздела сред, внутри
же жидкости

Наблюдается явление полного внутреннего отражения
значит мы можем сказать, что угол α является предельным
Запишем формулу с синусом предельного угла

$$\sin \alpha_{\text{пр}} = \frac{1}{n}$$

Выразим $\sin \alpha_{\text{пр}}$:

$$\sin \alpha_{\text{пр}} = \frac{D}{2 \cdot AB}$$

Найдем AB через теорему Пифагора, т.к. $\triangle AOB$ —
 $\triangle$ прямоугольный

$$AB = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 + h^2} = \sqrt{64 + 36} = 10$$

Выразим n :

$$n = \frac{1}{\sin \alpha_{\text{пр}}} = \frac{2 \cdot AB}{D} = \frac{20}{16} = 1,25$$

Ответ показатель преломления жидкости равен 1,25



Вариант № 1

№ 8

105

Дано

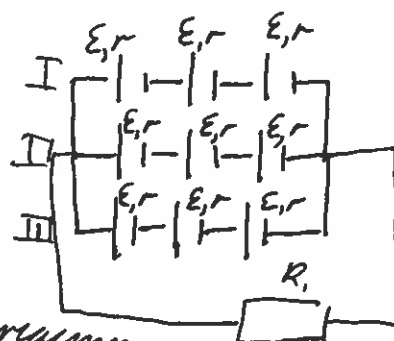
$$\mathcal{E} = 4 \text{ В}$$

$$r = 1 \text{ Ом}$$

$$R_1 = 5 \text{ Ом}$$

$$R_2 = ?$$

Изобразим систему
Батарей на 3 участка



Определим ЭДС на I участка

$$\mathcal{E}_I = 3 \cdot \mathcal{E} = 12 \text{ В т.к. последовательное соединение}$$

Определим сопротивление на I участке:

$$r_I = 3r = 3 \text{ Ом}$$

Найдем общее ЭДС: ~~3 Ом~~

$$\mathcal{E}_I = \mathcal{E}_{II} = \mathcal{E}_{III} = \mathcal{E}_{об} \text{ т.к. участки соединены параллельно}$$

Найдем общее сопротивление системы батарей:

$$\frac{1}{r_{об}} = \frac{1}{r_I} + \frac{1}{r_{II}} + \frac{1}{r_{III}} = \frac{3}{r_I}$$

$$r_{об} = 1 \text{ Ом}$$

~~Систему можно заменить одним источником~~
Система является источником тока с

$$\mathcal{E} = 12 \text{ В и } r = 1 \text{ Ом}$$

Напишем формулу мощности

$$P = I_1^2 R_1$$

Определим I_1 , по закону Ома для полной цепи

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{(R_1 + r)}$$

Подставим

$$P = \frac{\mathcal{E}^2 R_1}{(R_1 + r)^2}$$



Вариант № 1

При той же мощности ~~внешней~~ и возможно и другое сопротивление

$$P = I_1^2 R_1 = I_2^2 R_2$$

Выразим силу тока, $\mathcal{E}$ — ЭДС и r — внутреннее сопротивление источника тока тот же.

$$\frac{\mathcal{E}^2 R_1}{(R_1 + r)^2} = \frac{\mathcal{E}^2 R_2}{(R_2 + r)^2}$$

Найдем R_2 :

$$R_2 = \frac{R_1 (R_2 + r)^2}{(R_1 + r)^2} = \frac{R_1 (R_2^2 + 2R_2 r + r^2)}{(R_1^2 + 2R_1 r + r^2)} = \frac{5(R_2^2 + 2R_2 + 1)}{25 + 10 + 1}$$

$$36 R_2 = 5 R_2^2 + 10 R_2 + 5$$

$$5 R_2^2 - 26 R_2 + 5 = 0$$

$$D = 676 - 4 \cdot 25 = 24^2$$

$$R_{1,2} = \frac{26 \pm 24}{10}$$

$$R_1 = 5 \text{ Ом}$$

то первое, известное
или сопротивление

$$R_2 = 0,2 \text{ Ом}$$

другое сопротивление при той же
мощности

Ответ: другое сопротивление даст ту же мощность
равно 0,2 Ом



Вариант № 1

Дано

$$v = 250 \text{ км/ч} = \frac{625}{9} \text{ м/с}$$

$$x = 95 \text{ м}$$

$n = ?$

№ 10

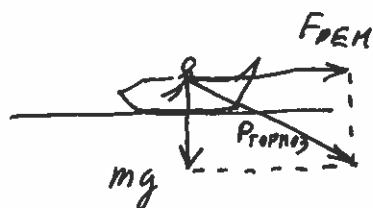
$$n = \frac{P_{\text{при торможении}}}{P_{\text{покая}}}$$

$$P_{\text{покая}} = mg$$

Физик

При посадке на пилота действуют силы: давление ремня, направленная противоположно движению и тяжести направленная вниз.

Силы упругости троса равны силе давления ремней $F_{\text{РЕМ}} = F_{\text{упр}}$



Выразим $P_{\text{тормоз}}$ через проекции сил, действующих на пилота

$$P_{\text{тормоз}} = \sqrt{(mg)^2 + (F_{\text{упр}})^2}$$

$F_{\text{упр}} = kx = Ma$ т.к. тело останавливается за счёт силы упругости тросов
 M - масса самолёта, m - масса пилота

a - одинаковое т.в. и самолёт и пилот движутся, как одно целое

$F_{\text{упр}} = F_{\text{рем}} = ma$ т.к. пилот остаётся в кресле за счёт силы давления ремней

Полная кинетическая энергия самолёта перейдёт в энергию упруго-деформированного тела, по закону сохранения энергии

$$\bar{E}_k = E_n$$

$$\frac{Mv^2}{2} = \frac{kx^2}{2}$$



Вариант № 1

Выразим k :

$$k = \frac{mv^2}{x^2}$$

Также будем

$$F_{\text{тяг}} = ma \quad F_{\text{упр}} = kx = Ma$$

Выразим a :

$$a = \frac{kx}{M} \quad a = \frac{kx}{M}$$

Подставим k и выразим $F_{\text{тяг}}$

$$F_{\text{тяг}} = \frac{m k x}{M} = \frac{mv^2 m x}{x^2 M} = \frac{mv^2}{x}$$

Подставим в ранее введенное уравнение $P_{\text{тормоз}}$

$$P_{\text{тормоз}} = \sqrt{(mg)^2 + (F_{\text{тяги}})^2} = \sqrt{mg^2 + \left(\frac{mv^2}{x}\right)^2} =$$

$$= m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{x^2}}$$

Подставим в формулу для перегрузки

$$n = \frac{P_{\text{тормоз}}}{P_{\text{покоя}}} = \frac{m \sqrt{g^2 + \frac{v^4}{x^2}}}{mg} = \frac{1}{10} \sqrt{100^2 + \frac{625^4}{9^4 \cdot 19^2}} =$$

$$= \sqrt{1 + \frac{625^2 \cdot 625 \cdot 625}{9^4 \cdot 19^2 \cdot 100 \cdot 9^2 \cdot 19^2}} = \sqrt{1 + \frac{625^2 \cdot 125 \cdot 125}{9^4 \cdot 20 \cdot 5 \cdot 19^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{9^4 \cdot 25 \cdot 4 \cdot 19^2 + 625^2 \cdot 125^2}{9^4 \cdot 25 \cdot 4 \cdot 19^2}} = \sqrt{\frac{9^4 \cdot 4 \cdot 19 + 625^2 \cdot 125 \cdot 5}{9^2 \cdot 2 \cdot 19}}$$

Ответ перегрузка пилота во время посадки равна

$$\sqrt{\frac{9^4 \cdot 4 \cdot 19 + 625^2 \cdot 125 \cdot 5}{9^2 \cdot 2 \cdot 19}}$$

Великие в расчёте



Вариант № 1

№ 9

Дано

$$m_{\text{возд}} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

$$T = 438 \text{ К}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$P_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$$

$$P_{\text{г.п.}} = 200 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$S_{\text{сеч}} = 0,01 \text{ м}^2$$

$h = ?$

$$M_{\text{возд}} = 29 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$m_{\text{шля}} = 100 \text{ кг}$$

$h = ?$

После нагревания воды, она вся испарилась
 $m_{\text{возд}} = m_{\text{воздуха}}$

П.к. ширин очень маленький
не учитываем его $F_{\text{тяж}}$

Запишем II закон Ньютона

$\sum F = 0$ т.к. ширин остановится

$$0 = F_{\text{газ}} + \cancel{m_{\text{шля}} g} + \cancel{m_{\text{возд}} g} + \vec{F}_{\text{атм}}$$

Спроецируем на ось OY

$$OY: 0 = F_{\text{газ}} - m_{\text{шля}} g - F_{\text{атм}}$$

Выразим силу давления

$$P = \frac{F}{S} \quad F = P \cdot S$$

Выразим $P_{\text{газ}}$ $F_{\text{газ}}$

$$F_{\text{газ}} = m_{\text{шля}} g + P_{\text{атм}} \cdot S_{\text{сеч}}$$

$$P_{\text{газ}} S_{\text{сеч}} = m_{\text{шля}} g + P_{\text{атм}} \cdot S_{\text{сеч}}$$

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона

$$P_{\text{газ}} V = \nu R T$$

Выразим $P_{\text{газ}}$:

$$P_{\text{газ}} = \frac{m_{\text{возд}} \cdot R \cdot T}{M_{\text{возд}} \cdot S_{\text{сеч}} \cdot h}$$

Подставим $P_{\text{газ}}$:

$m_{\text{возд}}$

$$\frac{m_{\text{возд}} \cdot R \cdot T}{M_{\text{возд}} \cdot S_{\text{сеч}} \cdot h} \cdot S_{\text{сеч}} = m_{\text{шля}} g + P_{\text{атм}} \cdot S_{\text{сеч}}$$



Вариант № 1

Выразим h :

$$h = \frac{m_{\text{жид}}}{m_{\text{жид}} + \rho_{\text{жид}} \cdot S} R \Gamma = \frac{18 \cdot 10^{-3} \cdot 8,31 \cdot 438}{(1000 + 10^5 \cdot 10^{-2}) \cdot 29 \cdot 10^{-5}} = \frac{9 \cdot 8,31 \cdot 438}{1000 \cdot 29} = \frac{32758,02}{29000} \approx 1,12 \text{ м}$$

Ответ высота, на которую поднялся поршень равна 1,12 м примерно равна 1,12 м

