

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P11F01	МЭИ с использованием ВКС
--------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЦЛ24-22

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Немирова

ИМЯ _____ Валерия

ОТЧЕСТВО _____ Васильевна

Дата рождения _____ 14.02.2007

Класс: _____ 11

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 4 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1.

$$a = 0,14 \text{ нм}$$

$$S_{\text{уд}} = ?$$

1) Определим площадь одного шестиугольника

$$a = 0,14 \text{ нм} = 0,14 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

$$S = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot a^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot (0,14 \cdot 10^{-9})^2 \approx \overset{4,998}{\cancel{4,998}} \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$$

2) Опр. кол-во атомов углерода в одном шестиуг.

Каждый атом принадлежит трем шестиугольникам, в каждом шестиугольнике шесть вершин

Тогда в каждом шестиугольнике $\frac{6}{3} = 2$ атома углерода

3) Молярная масса углерода $\mu(C) = 12 \frac{\text{моль}}{\text{моль}}$

$$\text{масса одного атома углерода } m(C) = \frac{\mu(C)}{N_A} = \frac{12}{6 \cdot 10^{23}} \approx 2 \cdot 10^{-23} \frac{\text{кг}}{\text{атом}}$$

N_A - число Авогадро, $N_A = 6 \cdot 10^{23} \frac{\text{атомов}}{\text{моль}}$

Масса двух атомов углерода: $2m(C) \approx 4 \cdot 10^{-23} \text{ кг}$

$$4) S_{2m(C)} = \frac{4,998 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2}{4 \cdot 10^{-23}} = S$$

$$S_{\text{уд}} = \frac{S}{2m(C)} = \frac{4,998 \cdot 10^{-20}}{4 \cdot 10^{-23}} \approx \cancel{1249,5} 1249,5 \frac{\text{м}^2}{\text{кг}}$$

Ответ: ~~1249,5~~ 1249,5 $\frac{\text{м}^2}{\text{кг}}$

№2.

$$V = 20 \text{ л}$$

$$V_0 = 0,5 \text{ л}$$

p_0 - давление атмосферы

$$p = 2p_0$$

$$n = ?$$

После каждой накачки насос добавляет в камеру велосипеда воздух, объемом V_0 при атмосферном давлении p_0 .

Тогда общее количество воздуха в камере после n накачек будет nV_0 при давлении p_0 . Этот объем nV_0 будет по всей объему камеры V и даст конечное давление p .

2) Т.к. процесс изотермический, восп. зак. Б-М: $p_1 V_1 = p_2 V_2$

$$\bullet p_0 \cdot nV_0 = pV, \text{ но т.к. } p = 2p_0$$

$$\bullet p_0 \cdot nV_0 = 2p_0 V \rightarrow nV_0 = 2V \rightarrow n = \frac{2V}{V_0} = \frac{2 \cdot 20}{0,5} = 80 \text{ накачек}$$

Ответ: ~~80~~ 80 накачек



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№3.

 a, b, g B $I = \text{const}$ $v = ?$

1) Силы, действующие на область руды:

• Сила Ампера: $F_A = IBb$, $\sin \alpha = 1$ • Сила сопротивления: она пропорциональна площади сечения трубы ab и давлению, которое пропорционально плотности газа ρ , и квадрату скорости v^2

$$F_{\text{сопр}} = ab \rho v^2$$

2) Скорость станет постоянной, когда силы будут уравновешены: $F_A = F_{\text{сопр}}$

$$IBb = ab \rho v^2 \rightarrow v^2 = \frac{IB}{a\rho} \rightarrow v = \sqrt{\frac{IB}{a\rho}}$$

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{\frac{IB}{a\rho}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

№4.

 $L = 350 \text{ м}$ $v = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ $\varphi = 57^\circ 29' 57''$ $= 57,49^\circ$ $\Delta h = ?$

1) Разница уровней воды на правом и левом берегах обусловлена силой Кориолиса, которая возникает из-за вращения Земли и действует на движущиеся объекты (у нас это вода). Эта сила отклоняет движущиеся объекты в северном полушарии влево (если смотреть по направлению движения).

$$F_K = 2m\omega v \sin \varphi$$

m - масса воды
 v - скорость течения
 ω - угловая скорость вращения Земли ($\omega = 7,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{рад}}{\text{с}}$)
 φ - географическая широта

2) Сила Кориолиса создает горизонтальное давление на ~~правый берег~~ воду у правого берега, что приводит к повышению уровня воды. Эта сила уравновешивается силой гидростатического давления из-за разности в уровнях $F_K = \Delta p S$, где Δp - разность давлений, $S = Lh$, L - ширина русла, h - глубина реки $\Delta p = \rho g \Delta h$, где ρ - плотность воды, Δh - разность уровней воды, g - ускорение свободного падения, $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$$2m\omega v \sin \varphi = \rho g \Delta h \cdot Lh$$

 $m = \rho V = \rho h L x$, где x - длина реки, на кой. действ. сила Кориолиса



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$2gkxU\omega \sin\varphi = g\Delta h kx$$

$$2U\omega \sin\varphi = g\Delta h \rightarrow \Delta h = \frac{2U\omega \sin\varphi}{g}, \quad g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\Delta h = \frac{2 \cdot 5 \cdot 7,3 \cdot 10^5 \cdot \sin(57,47^\circ)}{10} = 7,3 \cdot 10^5 \cdot \sin(57,47^\circ)$$

$$\sin(57,47^\circ) \approx \sin(60^\circ) = \frac{\sqrt{3}}{2}, \quad \sqrt{3} \approx 1,7$$

$$\Delta h \approx 7,3 \cdot 10^5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 6,25 \cdot 10^5 \text{ м}$$

Ответ: $6,25 \cdot 10^5 \text{ м}$

№5.

$$U_n = 100 \sin(\omega t + n\varphi_0)$$

$$n = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

$$\omega = 200\pi$$

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{3}$$

$$k = 3$$

1) Первичная обмотка трансформатора подключена между проводами 1 и 3. Тогда ее напряжение равно разности потенциалов между этими проводами

$$U_1(t) = U_3(t) - U_1(t)$$

$$U_1(t) = 100 \sin(\omega t + 3\varphi_0) - 100 \sin(\omega t + \varphi_0)$$

по формуле разности синусов:

$$\sin A - \sin B = 2 \cos \frac{A+B}{2} \cdot \sin \frac{A-B}{2}$$

$$U_1(t) = 2 \cdot 100 \cdot \cos\left(\frac{\omega t + 3\varphi_0 + \omega t + \varphi_0}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{\omega t + 3\varphi_0 - \omega t - \varphi_0}{2}\right)$$

$$U_1(t) = 200 \cos(\omega t + 2\varphi_0) \cdot \sin \varphi_0$$

$$U_1(t) = 200 \cdot \cos\left(\omega t + 2 \cdot \frac{\pi}{3}\right) \cdot \sin \frac{\pi}{3}$$

$$U_1(t) = 200 \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$U_1(t) = 100\sqrt{3} \cdot \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) \quad \text{①}$$

2) На вторичной обмотке в $k=3$ раза больше витков, чем на первичной. \Rightarrow Напряжение на вторичной обмотке в $k=3$ раз больше напряжения на первичной

$$U_2(t) = k U_1(t) \rightarrow U_2(t) = 3 U_1(t) \quad \text{②}$$

3) Вторичная обмотка подключена между проводами 4 и 2. Напряжение, которое покажет вольтметр $- U_6$ - будет равно разности потенциалов между проводами 2 и 4 + напряжение на вторичной обмотке, т.к. обмотки намотаны в одну сторону.

$$U_6(t) = U_4(t) - U_2(t) + U_2(t)$$

рис!



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$U_B(t) = 100 \cdot \frac{\cos}{2} (\omega t + 4\varphi_0) - 100 \cdot \frac{\cos}{2} (\omega t + 2\varphi_0) + 3 U_1(t)$$

$$U_B(t) = 100 \cdot \frac{\cos}{2} (\omega t + \frac{4\pi}{3}) - 100 \cdot \frac{\cos}{2} (\omega t + \frac{2\pi}{3}) + 300\sqrt{3} \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

по ф-ле приведения: $\sin x = \cos(x - \frac{\pi}{2})$

$$U_B(t) = 300\sqrt{3} \cdot \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3}) + 100 \cos(\omega t + \frac{4\pi}{3} - \frac{\pi}{2}) - 100 \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3} - \frac{\pi}{2})$$

$$U_B(t) = 300\sqrt{3} \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3}) + 100 \cos(\omega t + \frac{5\pi}{6}) - 100 \cos(\omega t + \frac{\pi}{6})$$

Заметим, что амплитуда $U_B(t)$ ~~будет~~ будет постоянной
 \Rightarrow можем взять любое значение t и посчитать ее

Пусть $t=0$

$$U_B(0) = 300\sqrt{3} \cdot \cos(\frac{2\pi}{3}) + 100 \cos(\frac{5\pi}{6}) - 100 \cos(\frac{\pi}{6})$$

$$U_B(0) = 300\sqrt{3} \cdot (-\frac{1}{2}) + 100 \cdot (-\frac{\sqrt{3}}{2}) - 100(\frac{\sqrt{3}}{2})$$

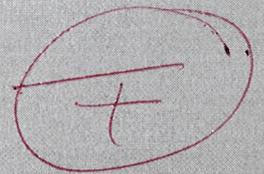
$$U_B(0) = -150\sqrt{3} - 50\sqrt{3} - 50\sqrt{3}$$

$$U_B(0) = -250\sqrt{3} \approx -425 \text{ В} \quad (\sqrt{3} \approx 1,7)$$

$U_B(0) = -425 \text{ В}$ - действующее напряжение, умноженное на $\sqrt{2}$. ($\sqrt{2} \approx 1,4$)

$$U_{\text{действ}} = \frac{|U_B(0)|}{\sqrt{2}} = \frac{425}{\sqrt{2}} \approx \frac{303,6}{1,4} \text{ В} \approx 304 \text{ В}$$

Ответ: ~~304 В~~ 304 В



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P7F01	МЭИ (Москва)
-------	--------------

№ группы

Место проведения

ЕФ81-29

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Обухов

ИМЯ _____ Роберт

ОТЧЕСТВО _____ Александрович

Дата рождения _____ 12.12.2010

Класс: _____ 7

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 7 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

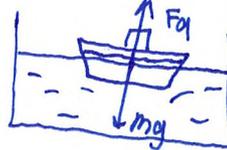
Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

n1

Ответ: нагрузка кораблей осуществляется с помощью ватерлинии. Т.е. когда корабль погружается до этой линии. Это значит, что грузить его больше нельзя. ~~Но~~ Когда грузят корабль, то с увеличением массы груза увеличивается погруженный объем, а значит сила Архимеда от воды тоже увеличивается, и она сильнее выталкивает корабль на поверхность воды, отдавая ~~на~~ границу воды от ватерлинии. Тем самым увеличивая вместимость баржи.



При нагрузке поезда не действует такая сила. Следовательно баржа может перевозить больше груза.

F_{\text{соз}}?

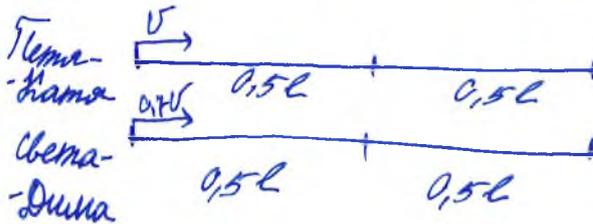




ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

N2

Скорость Тети и Димы - v . Тогда скорость Светы и Кати - $0,7v$.



t_T - время Тети

$$t_T = \frac{0,5l}{v}$$

t_C - время Светы

$$t_C = \frac{0,5l}{0,7v}$$

Δt время насколько раньше Тетя проехала половину пути, чем Света.

$$\Delta t = t_C - t_T = \frac{0,5l}{0,7v} - \frac{0,5l}{v} = \frac{0,5l - 0,35l}{0,7v} = \frac{0,15l}{0,7v}$$

~~Катя - насколько раньше Катя проехала~~

Δt - форя Кати перед Димой.

Расстояние не изменялось, т.к. девочки едут со одинаковой скоростью. Значит

$$\Delta t = t = \text{в мн.}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Подставим $\Delta t = 6 \text{ мкс}$.

$$V_{\text{изл}} = \frac{0,15 \text{ л}}{0,7 \text{ с}} \cdot 0,7 \text{ с}$$

$$4,2 \text{ В} = 0,15 \text{ л} \cdot 0,15$$

$$l = 28 \text{ В}$$

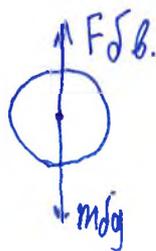
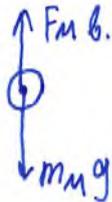
Подставим l в t_c .

$$t_c = \frac{0,5 \text{ л}}{0,7 \text{ с}} = \frac{0,5 \cdot 28 \text{ В}}{0,7 \text{ с}} = \frac{14}{0,7} = \frac{140}{7} = 20 \text{ мкс}$$

Ответ: 20 мкс.

№3

Рассмотрим силы вниз и вверх, ^{действующие} на малый и большой шары. Считаю, что шары сделаны из одного материала.



$$\text{Силы вниз: } \begin{cases} m_{\text{м}}g = \rho \frac{4}{3} \pi R_{\text{м}}^3 g \\ m_{\text{б}}g = \rho \frac{4}{3} \pi R_{\text{б}}^3 g \end{cases}$$

$$\frac{m_{\text{б}}g}{m_{\text{м}}g} = \frac{R_{\text{б}}^3}{R_{\text{м}}^3}$$

$$\begin{cases} F_{\text{бв}} = \rho R_{\text{б}} g \\ F_{\text{мв}} = \rho R_{\text{м}} g \end{cases}$$

$$\frac{F_{\text{бв}}}{F_{\text{мв}}} = \frac{R_{\text{б}}}{R_{\text{м}}}$$

$$F_{\text{бв}} = \dots$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Сила ~~на~~ вниз у большого шара (m_1g)
гораздо больше силы вниз у малого шара
(m_2g), т.к. зависимость кубическая.

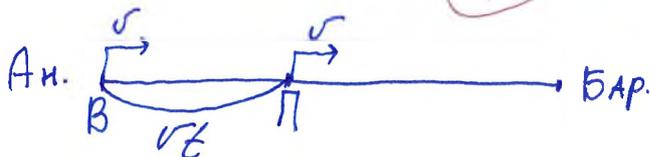
Сила ~~на~~ вверх у большого шара ($F_{д.в.}$)
Больше $F_{д.в.}$ ~~но~~ не так сильно, как $\frac{m_1g}{m_2g}$, т.к.

зависимость не кубическая. Силы вниз у больш.
мого шара больше, значит, ^{разность сил вверх и вниз у больш. шара} он полетит быстрее.

И права Катя. + Ответ: Катя.

№4

Считаю, что дети ездят на велосипедах
одной скоростью. Тогда: растр. между +



Васей и Петей v_t , где $t = 16$ мин.

Когда Петя был в Баранкино Васе ост. до

него t . Потом Петя развернулся (мгновенно).

и началось встречное движение. $t_{встр.} = \frac{v_t}{2v} = \frac{t}{2}$.

П.е. встреча произошла на $\frac{t}{2}$ от Баранкино
(на велосипеде).

А Васе осталось идти $t_0 = t_{п} - t_{встр.}$, где $t_{п} = 45$ мин.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

* Расст. от Бараккино до места ^{столкновения} равны на вел. и пешком.

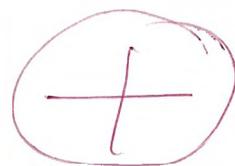
$$v_B \frac{t}{2} = v_P t_B$$

$$v_B \frac{t}{2} = v_P (t_P - t_{\text{встр.}})$$

~~т.е.~~

$$\frac{v_B}{v_P} = \frac{t_P - t_{\text{встр.}}}{\frac{t}{2}} = \frac{45 - \frac{t}{2}}{\frac{t}{2}} = \frac{45 - 8}{8} =$$

$$= \frac{37}{8} = 4\frac{5}{8} = 4,625 \text{ р.} \quad \text{Ответ: } 4,625 \text{ раза.}$$



N5

вверх (шт.)	вниз (шт.)	спуск (раз)	подъем (раз)
2	2	1	1
2	2	1	1
2	2	1	1
2	2	1	1
	2	1	1
	2	1	1

Для min кол-ва подъемов/спусков надо поднимать 2 корабля, а потом в эту же воду допустить 2 корабля,



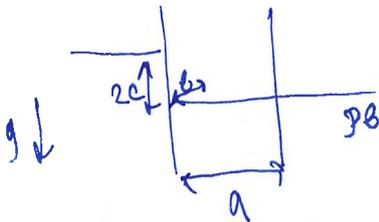
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

идущих вниз по течению. Когда корабли, идущие вверх по теч. закончатся, то воду приходится просто набирать. Всего $n=6$ спусков/наборов. Найдя объём 1 набора.

$$V = abc, \text{ где } a = 290 \text{ м}$$

$$b = 30 \text{ м}$$

$$c = \frac{13}{2} \text{ м, т.к. для выравнивания уровня воды надо набрать половину.}$$



m_b - масса воды за 1 раз.

$$m_b = \rho V = \rho abc, \text{ где } \rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$m_b g = \rho abc g$$

$$A = F s = m_b g s \quad ?$$

$s = 2a$, т.к. вода спускает и набирается, т.е. проходит $2a$ м.

Работа за 1 раз

$$A_1 = \rho abc g \cdot 2a \quad ?$$

Так происходит $n=6$ раз.

$$A = n \rho abc g \cdot 2a = 6 \cdot 1000 \cdot 290 \cdot 30 \cdot 6,5 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 290 = 196794000000 \text{ Дж} =$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано
с этой стороны листа в рамке справа



$$\Gamma_{\text{и}} \cdot A = 10^9 \cdot 1$$

$$= 1967,94 \Gamma_{\text{д}} \cdot X$$

$$\text{Ответ: } 1967,94 \Gamma_{\text{д}} \cdot X$$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Р9F01	МЭИ с использованием ВКС
-------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЯЫ23-83

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Орёл

ИМЯ _____ Сергей

ОТЧЕСТВО _____ Викторovich

Дата рождения _____ 02.09.2009

Класс: _____ 9

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 5 _____ листах

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1.

Дано: см. Решение:

$$m_1 = m_2 = m$$

$$t_{01} = t_{02} = t_0$$

$$P_1 = 1 \text{ кВт} = 10^3 \text{ Вт}$$

$$P_2 = 2 \text{ кВт} = 2 \cdot 10^3 \text{ Вт}$$

$$E_1 \Leftrightarrow E_2 = ?$$

$$\tau_1 \Leftrightarrow \tau_2 = ?$$

$$E_1 = P_1 \tau_1 \quad E_1 = Q_1 = c m (t_{\text{кон}} - t_0)$$

$$E_2 = P_2 \tau_2 \quad E_2 = Q_2 = c m (t_{\text{кон}} - t_0)$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{P_1 \tau_1}{P_2 \tau_2} = \frac{c m (t_{\text{кон}} - t_0)}{c m (t_{\text{кон}} - t_0)} = 1$$

$$\frac{P_1 \tau_1}{P_2 \tau_2} = 1$$

$$\tau_1 = \frac{P_2}{P_1} \cdot \tau_2$$

$$\tau_1 = \frac{2 \cdot 10^3}{1 \cdot 10^3} \tau_2 = 2 \tau_2$$

а катарри ?
+

Ответ: чайники затратят одинаковое кол-во электроэнергии, второй чайник нагреет воду в 2 раза быстрее первого.

№3.

Дано:

$$S_1 = 160 \text{ см}^2$$

$$S_2 = 200 \text{ см}^2$$

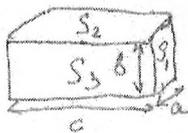
$$S_3 = 500 \text{ см}^2$$

$$P_3 = 60 \text{ Вт}$$

$$P_1 = 72,8 \text{ Вт}$$

$$P_2 = ?$$

Решение:



$$\begin{cases} a \cdot b = S_1 \\ b \cdot c = S_3 \\ a \cdot c = S_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} ab = 160 \text{ см}^2 \text{ (1)} \\ bc = 500 \text{ см}^2 \text{ (2)} \\ ac = 200 \text{ см}^2 \text{ (3)} \end{cases}$$

Поделим второе (2) на третье (3)

$$\frac{bc}{ac} = \frac{500 \text{ см}^2}{200 \text{ см}^2} \quad \frac{b}{a} = \frac{5}{2} \quad b = \frac{5}{2} a$$

Подставим в (1).

$$\frac{5}{2} a \cdot a = 160 \text{ см}^2$$

$$\frac{5}{2} a^2 = 160 \text{ см}^2$$

$$a^2 = \frac{2 \cdot 160}{5} \text{ см}^2$$

$$a^2 = 2 \cdot 32 \text{ см}^2$$

$$a^2 = 64 \text{ см}^2$$

$$a = 8 \text{ см} = 0,08 \text{ м}$$

$$\text{значит } b = \frac{5}{2} \cdot 8 \text{ см} = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

Подставим значение a в (3).

$$8 \text{ см} \cdot c = 200 \text{ см}^2$$

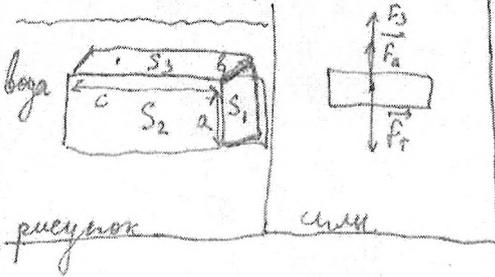
$$c = \frac{200}{8} \text{ см} = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$$

+



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

По условию задачи, известно, что в некотором положении параллелепипед полностью покрыт водой, значит это положение когда его поверхность минимально, т.е. он лежит на грани с площадью S_3 .



$$\vec{F}_T + \vec{F}_A + \vec{F}_3 = \vec{0}$$

$$F_A + F_3 - F_T = 0 \quad F_T = F_A + F_3$$

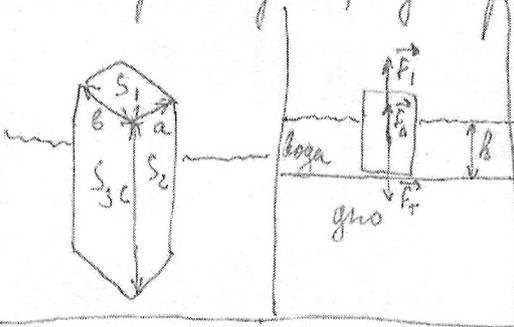
$$F_A = \rho_0 V g = \rho_0 a b c g$$

$$\rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \quad g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_T = 1000 \cdot 0,08 \cdot 0,2 \cdot 0,25 \cdot 10 + 60 = 2 \cdot 8 \cdot 2,5 + 60 = 40 + 60 = 100 \text{ Н}$$

$$F_T = mg \quad m = \frac{F_T}{g} \quad m = \frac{100}{10} = 10 \text{ кг}$$

Рассмотрим случай, когда параллелепипед касается для грани с площадью S_1



$$\vec{F}_T + \vec{F}_A + \vec{F}_1 = \vec{0}$$

$$F_A + F_1 - F_T = 0$$

$$F_A = F_T - F_1$$

$$F_A = \rho_0 \cdot a \cdot b \cdot h \cdot g = \rho_0 S_1 h g$$

$$F_T - F_1 = \rho_0 S_1 h g$$

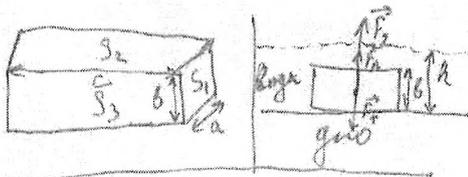
$$h = \frac{F_T - F_1}{\rho_0 S_1 g}$$

$$V_{\text{вып}} = S_1 h$$

$$S_1 = 160 \text{ см}^2 = 0,016 \text{ м}^2$$

$$h = \frac{100 - 72,8}{1000 \cdot 0,016 \cdot 10} = \frac{27,2}{160} = 0,17 \text{ м}$$

Рассмотрим случай, когда параллелепипед касается для грани с площадью S_2 .



$$\vec{F}_T + \vec{F}_2 + \vec{F}_1 = \vec{0}$$

$$F_A + F_2 - F_T = 0$$

$$F_A = \rho_0 \cdot a \cdot b \cdot c \cdot g, \text{ т.к. } b \ll h$$

$$F_2 = F_T - F_A$$

$$F_2 = 100 - 1000 \cdot 0,08 \cdot 0,2 \cdot 0,25 \cdot 10 = 100 - 40 = 60 \text{ Н}$$

Ответ: 60 Н.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

N2.

Дано:

$a = 0,14 \text{ нм}$

$n = 12$

$\rho = ?$

Решение:

$M(C) = 12 \text{ а.е.м.}$

$n = \frac{m}{M}$

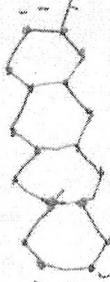
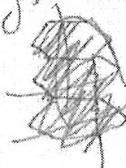
$n = \frac{12}{12 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = \frac{1}{12} \text{ моль}$

~~масса вещества~~

$N = N_A \cdot n - \text{кол-во атомов } N = 6,3 \cdot 10^{23} \cdot \frac{1}{12} = 0,525 \cdot 10^{23} = 5,25 \cdot 10^{22}$

$N_A = 6,3 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} - \text{постоянная Авогадро}$

Рассмотрим цепочку углерода состоящую из одного шара атомов в ширину, объединенных по рисунку.



Все линии, соединяющие точки равны a .

Тогда пусть h - кол-во шестиугольников.

$$\text{Тогда } N(\text{атомов углерода}) = 6 + \overbrace{4+4+4 \dots}^{h-1} = 6 + 4(h-1) = 4h + 2$$

$4h + 2 = N$

$4h = N - 2$

$h = \frac{N-2}{4}, \text{ м.к. } N \gg 2, h = \frac{N}{4}$

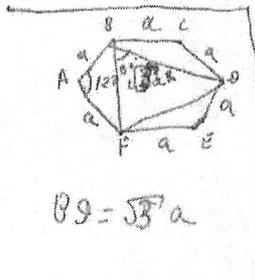
~~$N = 5,25 \cdot 10^{22}$~~

Вобщем случае (интерпретация задания) найдем зависимость между h и N , учитывая то, что $h = 15, N = 56$, значит,

$h = \frac{N}{4}$

$h = \frac{N}{4} \quad h = \frac{5,25 \cdot 10^{22}}{4} = 1,31 \cdot 10^{22}$

S_1 - площадь одного шестиугольника.



$H = \sqrt{3} a$

$$S_1 = \sin 120^\circ \left(\frac{1}{2} \cdot 3 \cdot a^2 + \frac{3}{8} a^2 \cdot \sin 120^\circ \cdot \frac{1}{2} \right) = \frac{1}{2} \sin 120^\circ \left(3a^2 + \frac{3}{4} a^2 \right) = \frac{1}{2} \sin 120^\circ \cdot \frac{15}{4} a^2$$

$$\cdot 6a^2 = 3a^2 \cdot \sin 120^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 3a^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$$

$$S_1 = \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,14^2 \text{ нм}^2}{2} \approx \frac{0,0196 \cdot 3 \cdot 1,71}{2} \text{ нм}^2 = 0,0098 \cdot 3 \cdot 1,71 \text{ нм}^2 =$$

$$= 0,050274 \text{ нм}^2 \approx 0,05 \text{ нм}^2$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Площадь цилиндра по формуле $S = h \cdot S_1$

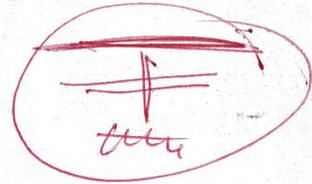
$$S = 1,5 \cdot 10^{22} \cdot 0,05 \text{ м}^2 = 0,075 \cdot 10^{22} \text{ м}^2 = 7,5 \cdot 10^{20} \text{ м}^2$$

Выведи формульный ответ.

$$S = h \cdot S_1 = S_1 \cdot \frac{M}{\rho} = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 \cdot \frac{N_A \cdot n}{4} = \frac{3\sqrt{3} a^2 N_A n}{8} = \frac{3\sqrt{3} m \cdot a^2 \cdot N_A}{M}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{\frac{1}{12} \cdot 6,55 \cdot 10^{20} \text{ м}^2} \approx 0,15 \cdot 10^{20} \frac{\text{кг}}{\text{м}^2} = 1,5 \cdot 10^{19} \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{M}{\frac{3\sqrt{3} m a^2 N_A}{M}} = \frac{M^2}{3\sqrt{3} a^2 N_A}$$



Ответ: $7,5 \cdot 10^{20} \text{ м}^2$

~~еще
решение
по формуле
V = S \cdot h
V = \frac{1}{12} \cdot S
S = 12 \cdot V
S = 12 \cdot \frac{1}{12} \cdot S~~

Дано: $h = 0,05 \text{ м}$

$\rho = ?$
 $P = ?$

Решение:



$$F_{\text{тр}} = 0, D = \text{const}$$

За промежуток времени Δt

перемещаем $(h_1 - h_2) \cdot h$ воды

$(h_1 - h_2) \cdot h \cdot v \Delta t$ воды, если h — ширина цилиндра

$$m(\Delta t) = \rho_0 (h_1 - h_2) h \cdot v \cdot \Delta t$$

$$E = \frac{mv^2}{2} + m_2 g (h_1 - h_2) = m \left(\frac{v^2}{2} + g (h_1 - h_2) \right)$$

$$P = \frac{m \left(\frac{v^2}{2} + g (h_1 - h_2) \right)}{\Delta t} = \rho_0 (h_1 - h_2) h \cdot v \cdot \left(\frac{v^2}{2} + g (h_1 - h_2) \right)$$

$$h_1 = h_1 (1 + \alpha h) = 1,04 h_1, h_2 = \text{const}, v = \text{const}, \rho_0 = \text{const}, h = \text{const}$$

$$P_1 = \rho_0 (1,04 h_1 - h_2) h v \left(\frac{v^2}{2} + g (h_1 - h_2) \right)$$

$$\frac{P_1}{P} = \frac{\rho_0 (1,04 h_1 - h_2) h v \left(\frac{v^2}{2} + g (h_1 - h_2) \right)}{\rho_0 (h_1 - h_2) h v \left(\frac{v^2}{2} + g (h_1 - h_2) \right)} = \frac{1,04 h_1 - h_2}{h_1 - h_2} \cdot \frac{\frac{v^2}{2} + g (h_1 - h_2)}{\frac{v^2}{2} + g (h_1 - h_2)}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№4 Дано:

$$\tau_1 = 16 \text{ минут}$$

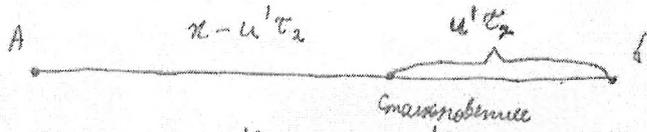
$$\tau_2 = 45 \text{ минут}$$

$$\frac{v}{u} = ?$$

$$\frac{v}{u} = ?$$

Решение:

Пусть v - скорость Пети, u - Васа на велосипеде,
 v' и u' - соответствующие значения, x - расстояние от А. до В.



$$\text{Тогда } \frac{x - u'\tau_2}{u} = \frac{x + u'\tau_2}{v} - \tau_1 = \frac{x + u'\tau_2 - \tau_1 v}{v}$$

$$v(x - u'\tau_2) = u(x + u'\tau_2) - v\tau_1$$

$$vx - vu'\tau_2 = ux + uu'\tau_2 - v\tau_1$$

$$vx - u'v\tau_2 = ux + uu'\tau_2 - v\tau_1 \quad | :u$$

$$\frac{v}{u}x - \frac{u'}{u}v\tau_2 = x + u'\tau_2 - v\tau_1$$

~~Предположим что $u=v$, $u'=v'$.~~

$$\frac{v'}{v}x - v'\tau_2 = x + v'\tau_2 - v\tau_1$$

$$v'\tau_2 = v'\tau_2 - v\tau_1$$

u??



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P11F01	МЭИ с использованием ВКС
--------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЦЛ24-41

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Ошуркова

ИМЯ _____ Виолетта

ОТЧЕСТВО _____ Артемовна

Дата рождения _____ 10.10.2007

Класс: _____ 11

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 6 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 2:

Дано:

$V = 20 \text{ л.}$

$V_0 = 0,5 \text{ л.}$

$p_0 = 1 \text{ атм}$

$p = 2 \text{ атм.}$

$n = 2$

$N = ?$

Решение:

1) Изначально, в системе камера + велосипед + насос, находится воздух под атмосферным давлением p_0 .

После каждого качка, насос будет добавлять в камеру велосипеда объем

V_0 воздуха под давлением p_0 .

После N качков в камере велосипеда будет nNV под давлением p .

2) При изотермическом процессе:

$pV = \text{const.}$

Кол-во вещества $\nu = \text{const.}$

В начале: p_0 и V

В конце: p и nV

Кол-во вещества ν , добавленное насосом за N качков: $\nu = n p_0 V_0$.

3) Запишем уравнение баланса вещества:

$p_0 nV + N p_0 V_0 = p nV$

Откуда:

$$N = \frac{nV(p - p_0)}{p_0 V_0} = \frac{2 \cdot 20 \text{ л} (2 \text{ атм} - 1 \text{ атм})}{1 \text{ атм} \cdot 0,5 \text{ л.}} = 80 \text{ (качков)}$$

Ответ: 80



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 1:

Дано:

$$a = 0,14 \text{ нм}$$

$$m_0 = 12$$

$$M_c = 12 \text{ г/моль}$$

$$N_A \approx 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

Суд. граф - ?

Сл:

$$0,14 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

Решение:

1) Графен содержит 2 атома углерода

~~м~~ ~~м~~

$$\Rightarrow S_2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot a^2$$

⇒ Площадь 1 атома:

$$S_1 = \frac{S_2}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{4} \cdot a^2 = \frac{3\sqrt{3} \cdot (0,14 \cdot 10^{-9})^2 \text{ м}^2}{4}$$

$$\approx 2,55 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$$

2) Число атомов в одном грамме:

$$n = \frac{m_0 \cdot N_A}{M_c} = \frac{6,022 \cdot 10^{23} \cdot 12}{12 \text{ г/моль}}$$

$$\approx 5,018 \cdot 10^{22} \text{ атома}$$

3) Площадь 1 стороны графена массой 1 грамм:

$$S_0 = n \cdot S_1 \approx 5,018 \cdot 10^{22} \cdot 2,55 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2 \approx 1,28 \cdot 10^3 \text{ м}^2 \approx 1280 \text{ м}^2$$

Но, т.к. графен имеет 2 стороны, ⇒

$$\Rightarrow \text{Суд. графена} = 2 \cdot S_0 = 2nS_1 = \frac{2m_0 N_A \cdot 3\sqrt{3} \cdot a^2}{M_c \cdot 4}$$

$$= \frac{3\sqrt{3} m_0 N_A a^2}{2 M_c} \approx 2 \cdot 1280 \text{ м}^2 \approx 2560 \text{ м}^2$$

Ответ: 2560 м²





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 4:

Дано:

широта:

$$57^{\circ}27'57''$$

$$v = 18 \text{ км/ч.}$$

$$L = 350 \text{ м}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$\Delta h - ?$$

СИ:

$$57,4658^{\circ}$$

$$5 \text{ м/с.}$$

Решение:

1) Данный эффект (разность уровней воды на левом и правом берегах) объясняется эффектом

Корiolиса

(т.е. из-за вращения Земли ~~они~~ отличаются уровни воды)

Тогда:

$$\Delta h = \frac{f \cdot v \cdot L}{g}$$

где f - параметр Корiolиса;

$f = 2\omega \sin \varphi$, где φ - широта;
 ω - угловая скорость вращения Земли

$$\omega \approx 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$$

$$f = 2 \cdot 7,3 \cdot 10^{-5} \cdot \sin \varphi = 57,4658^{\circ}$$

$$\sin(57,4658^{\circ}) \approx 2 \cdot 7,3 \cdot 10^{-5} \cdot \sin(60^{\circ}) \approx 1,23 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1}$$

$$\Rightarrow \Delta h = \frac{2\omega \sin \varphi v L}{g} \approx \frac{1,23 \cdot 10^{-4} \text{ с}^{-1} \cdot 5 \text{ м/с} \cdot 350 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2} \approx$$

$$\approx 0,022 \text{ м} \approx 2,2 \text{ см}$$

Ответ: 2,2 см.

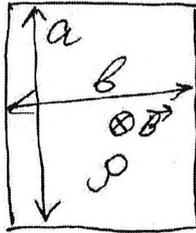


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 3:

Дано:
 $a; b; \rho; \vec{B}; I$
 $v = ?$

Решение:
 1)



Т.к. \vec{B} направлена параллельно электродам, то она направлена перпендикулярно в электрических пластинках в лодочном направлении.

2) По правилу левой руки:

$$F_A = BIL \sin \alpha, \text{ где } L = b \text{ т.к. } \sin \alpha = 1 \text{ (т.к. } B \perp I)$$

$$\Rightarrow F_A = B I b$$

3) Сечение трубы:

$$S = ab.$$

Масса газа на единицу трубы:

$$m = \rho S = \rho ab$$

Тогда, если скорость движ. разряда в трубе = v , то:

$$\dot{m} = \rho S v = \rho ab v$$

4) При ускорении газа до скорости v ,

ему придается импульс:

момент импульса:

$$p = \dot{m} v = \rho ab v^2$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 3. продолжение:

5) Запишу уравне равновесия:

$$F_A = \rho \quad ??$$

$$B I v = \rho a v^2 \quad | : v$$

$$\text{Отсюда: } v = \sqrt{\frac{B I}{\rho a}}$$

$$\text{Ответ: } v = \sqrt{\frac{B I}{\rho a}}$$



Задача 5:

Дано:

$$U_n = 100 \sin(\omega t + n\varphi_0)$$

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6.$$

$$\omega = 200 \text{ Гц}$$

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{3}$$

$$k = 3$$

$$U = ?$$

Решение:

1) Напряженье на первичной обмотке:

$$U_1' = U_1 - U_3 =$$

$$= 100 \sin(\omega t + \frac{\pi}{3}) - 100 \sin(\omega t + \pi) =$$

$$= 100 \sin(\omega t + \frac{\pi}{3}) + 100 \sin(\omega t) =$$

$$= 100 \sqrt{3} \sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$$

2) Отношение кол-ва витков:

$$\frac{N_2}{N_1} = k = 3.$$

Тогда, на вторичной обмотке, напряженье:

$$U_2' = k U_1' = 3 \cdot 100 \sqrt{3} \sin(\omega t + \frac{\pi}{6}) = 300 \sqrt{3} \sin(\omega t + \frac{\pi}{6})$$

3) Начало вторичной обмотки соединено с проводом 4:

$$U_4 = 100 \sin(\omega t + \frac{4\pi}{3})$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 5. продолжение:

Тогда, напряжение на конце вторичной обмотки:

$$U_0^2 = U_1^2 + U_2^2 = 300\sqrt{3} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right) + 100 \sin\left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right)$$

4) Вольтметр включён между концом вторичной обмотки и проводом 2.

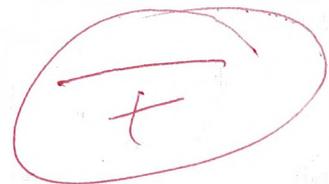
Потенциал провода 2:

$$U_2 = 100 \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

⇒ Напряжение на вольтметре:

$$\begin{aligned} U &= U_0^2 - U_2 = 300\sqrt{3} \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{6}\right) + 100 \sin\left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right) - 100 \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) = \\ &= 300\sqrt{3} \sin\left(200\pi t + \frac{\pi}{6}\right) - 100 \sin\left(200\pi t + \frac{\pi}{3}\right) + 100 \sin\left(200\pi t - \frac{\pi}{3}\right) \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } 300\sqrt{3} \sin\left(200\pi t + \frac{\pi}{6}\right) + 100 \sin\left(200\pi t - \frac{\pi}{3}\right) - 100 \sin\left(200\pi t + \frac{\pi}{3}\right).$$



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P11F01	МЭИ с использованием ВКС
--------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЦЛ24-28

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Поздеев

ИМЯ _____ Михаил

ОТЧЕСТВО _____ Дмитриевич

Дата рождения _____ 05.06.2007

Класс: _____ 11

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 4 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1

$a = 0,14 \text{ нм}$

Температура (C)

Абсцисса - ?

где 6-уг. - молекула из 6 атомов углерода $\Rightarrow N_{\text{атом}} = \frac{6}{3} = 2 \Rightarrow$

$\Rightarrow S_A = \frac{A_{\text{поверх}}}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{4} \cdot (1,4 \cdot 10^{-10} \text{ м})^2 \approx 1,299 \cdot 1,96 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2 \approx 2,547 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$

$M_C \approx 12 \text{ г/моль}$

$N_A \approx 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

$\Rightarrow N = \frac{6,022 \cdot 10^{23}}{10} \approx 6,022 \cdot 10^{22}$

$\Rightarrow N = \frac{6,022 \cdot 10^{23}}{10} \approx 6,022 \cdot 10^{22}$

3) $A_{\text{обл}} = N \cdot S_A = 6,022 \cdot 10^{22} \cdot 2,547 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2 \approx 15,32 \cdot 10^2 \text{ м}^2 \approx 1532 \text{ м}^2$

Объем: $A_{\text{обл}} \approx 1532 \text{ м}^2$

№2

$p_1 = 1 \text{ атм}$

$V = 20 \text{ л}$

$p_2 = 2 \text{ атм}$

$V_0 = 0,5 \text{ л}$

1) При изотерме $pV = \text{const}$ \Rightarrow

$p_1 V = 1 \text{ атм} \cdot 20 \text{ л} = 20 \text{ атм} \cdot \text{л}$

$p_2 V = 2 \text{ атм} \cdot 20 \text{ л} = 40 \text{ атм} \cdot \text{л}$

\Rightarrow нужно добавить $20 \text{ атм} \cdot \text{л}$

$\Delta pV = 40 \text{ атм} \cdot \text{л} - 20 \text{ атм} \cdot \text{л} = 20 \text{ атм} \cdot \text{л}$

2) Один комок воздуха из внешней среды $p_1 = 1 \text{ атм}$, займет объем: $p_1 V_0 = 1 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ атм} \cdot \text{л}$; и далее поступает в камеру где, при изотерме, давление растёт.

3) $N_{\text{комков}} = \frac{\Delta pV}{p_1 V_0} \cdot 2 = \frac{20}{0,5} \cdot 2 = 80 \text{ комков}$ (для 2-ух камер)

Объем: поступает 80 комков.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№3  Для тока I , текущий между электродами, на расстоянии b ; в магнитном поле B действует:

$$\vec{F}_A = I \vec{B} b$$

В установившемся режиме F_A уравновешивается силой инерции газа. Массовый расход газа через сечение трубы площадью ab со скоростью v равен: $\frac{dm}{dt} = \rho abv$

$$\frac{dp}{dt} = \rho abv^2 \Rightarrow$$

Уравнение баланса $I B b = \rho abv^2$

$$v = \sqrt{\frac{I B}{\rho a}}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{I B}{\rho a}}$

№4

$$L = 350 \text{ м}$$

$$v = 18 \text{ км/ч} = 5 \text{ м/с}$$

$$\omega \approx 73 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}$$

$$\phi \approx 60^\circ \text{ с. ш.}$$

$$g \approx 10 \text{ м/с}^2$$

глубина на север

$\Delta h = ?$

Для определения разницы уровней воды на берегу, учитываем силу Кориолиса (вращение Земли):

$F_c = 2 \rho \omega v \sin \phi$, которая уравновешивается градиентом давления воды из-за разницы в уровнях воды.

$$\frac{\Delta h \cdot g}{L} = 2 \rho \omega v \sin \phi$$

???

Шб. мол. ш. стр.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\Delta h = \frac{2 \omega \epsilon \cdot v \cdot \sin \phi \cdot L}{g}$$

$$\Delta h \approx \frac{2 \cdot 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с} \cdot 5 \text{ м/с} \cdot \sin 60^\circ \cdot 350 \text{ м}}{10} \approx 73,35 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10^{-5} \approx$$

$$\approx 0,0221 \text{ м} \approx 2,2 \text{ см}$$

Ответ: $\Delta h \approx 2,2 \text{ см}$

и 5

$$k=3$$

$$\omega = 200 \pi \text{ рад/с}$$

$$\varphi_0 = -\frac{\pi}{3}$$

амплитуда напряжения $U_m = 100 \text{ В}$

Итого: -?

Напр. между проводками n и m:

$$U_{n-m} = U_m (\sin(\omega t + n\varphi_0) - \sin(\omega t + m\varphi_0))$$

$$\sin A - \sin B = 2 \cos \left(\frac{A+B}{2} \right) \sin \left(\frac{A-B}{2} \right)$$

$$U_{\text{генер.}} = \frac{U_{\text{ампл.}}}{\sqrt{2}}$$

$$1) \text{ Напр. на первом витке } U_{1-3} = 100 (\sin(\omega t + \frac{\pi}{3}) - \sin(\omega t + \pi)) =$$

$$= 200 \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3}) \sin(-\frac{\pi}{3}) = -100\sqrt{3} \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

~~$$U_{1-3} = 100\sqrt{3} \text{ В}$$~~

$$2) \text{ Напряжение на втором витке: } U_{2-3} = 3U_{1-3} = -300\sqrt{3} \cos(\omega t + \frac{2\pi}{3})$$

$$3) \text{ Напряжение между 4 и 2: } U_{4-2} = 100 (\sin(\omega t + \frac{4\pi}{3}) - \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3})) =$$

$$= -100\sqrt{3} \cos(\omega t)$$

⇨

м. м. м.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\Rightarrow U_{\text{ликл}} = U_{\text{ч-2}} + U_{\text{ампр}} = -100\sqrt{3} \cos(\omega t) - 300\sqrt{3} \cos(\omega t + \frac{2\sqrt{3}}{3}) =$$

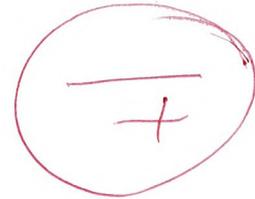
$$= -100\sqrt{3} \cos(\omega t) - 300\sqrt{3} (-\frac{1}{2} \cos(\omega t) - \frac{\sqrt{3}}{2} \sin(\omega t)) = 50\sqrt{3} \cos(\omega t) +$$

$$+ 450 \sin(\omega t) \Rightarrow \text{амплитудное значение: } U_{\text{ампл}} =$$

$$= \sqrt{(50\sqrt{3})^2 + 450^2} = 100\sqrt{21}$$

$$U_{\text{действ}} = \frac{100\sqrt{21}}{\sqrt{2}} = \boxed{50\sqrt{42}} \text{ В}$$

Ответ: $U_{\text{действ}} = \cancel{50\sqrt{42}} \text{ В (нет правильного ответа)}$



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P10F01	МЭИ с использованием ВКС
--------	--------------------------

№ группы

Место проведения

БГ72-75

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Пузакова

ИМЯ _____ Елизавета

ОТЧЕСТВО _____ Алексеевна

Дата рождения _____ 13.02.2008

Класс: _____ 10

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 7 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.

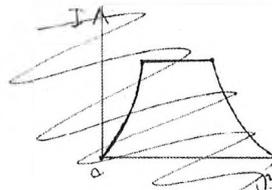
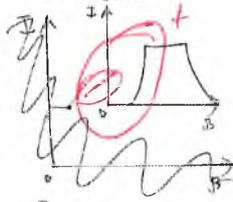


ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

81

Решение:

Обычно, в вакуумной лампе электроны, которые на катодной сетке, прижимаются к аноду, создавая ток в цепи. Но, при наличии магнитного поля, как в данном случае, направленно го вправо от оси z , параллельно катоду, электроны будут двигаться по спирали, параллельно катоду, и не достигнут анода. Для искривления траектории электронов, если магнитное поле направлено вертикально, то электроны электроны будут двигаться по спирали, параллельно катоду, и не достигнут анода. Если магнитное поле направлено горизонтально, то электроны будут двигаться по спирали, параллельно катоду, и не достигнут анода.



Обсуждение задачи:

- $\beta = 0$ (нормальное поле, электроны)
Флюэмен не действует на электроны.
 $I = I_0 \text{ max}$
- $0 < \beta < \beta_{\text{крит}}$ (слабое нормальное поле)
 β увеличивается \Rightarrow на анод приходит меньше электронов.
- $\beta = \beta_{\text{крит}}$ (нормальное магнитное поле):
Результат: $I = 0$ (электроны не достигают анода).



5772-75

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в разное время

⇒ Векторы направлены по направлению по направлению отрезка.
 В криволинейной трапеции R параллельна $\frac{1}{2}$ отрезку между основаниями и отрезку.
 угловый центр криволинейного угла:

$R = \frac{D}{2}$
 где: 2

R - радиус внешней окружности эллипса
 D - расстояние между основаниями и отрезком
 q - высота эллипса
 n - площадь эллипса
 m - масса эллипса

$R = \frac{m \cdot r}{q \cdot \rho} \Rightarrow \text{Вектор } \frac{2mr}{4D}$

и, В. Вектор (линейное расстояние R и m)

⇒ R компенсирует пространство сдвига еще меньше.

I после сдвига равен по величине a.
 (12)

Решение:
 F. t. если углы равны в вершине каждого треугольника, и
 каждый из них является прямоугольным с острым углом
 между собой и углом $\frac{\pi}{6}$ между собой. $3 \cdot \frac{1}{6} = \frac{1}{2}$ острых
 углов \Rightarrow 1 острый угол $\frac{\pi}{6}$ и 2 острых угла $\frac{\pi}{3}$
 $S_{\text{треугольника}} = \frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot \sin \frac{\pi}{3}$
 $S_a = \frac{1}{2} \cdot S_{\text{треугольника}} = \frac{1}{4} \cdot a^2 \cdot \sin \frac{\pi}{3}$
 $\Rightarrow S_a = \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \cdot a^2$
 По условию: $a = 0,144 \text{ м} = 0,144 \cdot 10^{-3} \text{ м}$
 $\Rightarrow S_a = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot (0,144 \cdot 10^{-3})^2 \approx 8,57 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

5) In одном атоме углерода:
 $M = 12 \text{ г/моль}$

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

$$m_a = \frac{M}{N_A} = \frac{12 \text{ г/моль}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} \approx 1,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}$$

Каждый углеродный S потребляет - это S, лет-то займёт 1 процент прогрева.

→ Как-то атомов углерода в 1 проценте прогрева:

$$N = \frac{1r}{m_a} = \frac{1r}{1,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}} \approx 5,025 \cdot 10^{22}$$

Объём S, занят. этими атомами:

$$S = N$$

$$S_{at} = 5,025 \cdot 10^{22} \cdot 8,57 \cdot 10^{-20} \approx 4297 \text{ н}^2/\text{г}$$

$$\text{Объём: } 1207 \text{ н}^2/\text{г}$$

(AS):

Решение.

1) В канале задана ρ ^{каждый} ~~каждый~~ ^{в абсолютных единицах} ~~в абсолютных единицах~~

$\rho = \text{const}$

$\rho_{\text{кон}} = \rho_{\text{нач}}$

$$\rho_{\text{кон}} = \rho_{\text{нач}} = \rho_{\text{нач}} + \Delta \rho_{\text{нач}} = \rho_{\text{нач}}$$

2) Общий объём водорода при раскла-и потребляет один

полностью

БГ72-75

ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамках обреза

$$Q_{\text{всасывания}} = W$$

$$V_{\text{всасывания}} = a$$

$$V = 20$$

$$20 \text{ л} = 40 \text{ л}_2$$

Используем закон Бойля-Мариотта:
исотермический процесс

$$P_0 \cdot V_{\text{всасывания}} = P_{\text{атм}} \cdot V_{\text{всасывания}}$$

$$V_{\text{всасывания}} = \frac{P_{\text{атм}}}{P_0} \cdot V_{\text{всасывания}} = \frac{101325}{101325} \cdot 40 \text{ л} = 40 \text{ л}$$

3) Вычислим какой-то объем воздуха, который успеет вытеснить насос при P_0 .

$V_{\text{всасывания}} = 10 \text{ л}$ - объем воздуха, который успеет вытеснить насос при P_0 .

$V_{\text{вытеснения}} = 10 \text{ л}$ - объем воздуха, который успеет вытеснить насос при P_0 .

$$V_{\text{вытеснения}} - V_{\text{всасывания}} = 10 \text{ л} - 40 \text{ л} = -30 \text{ л}$$

4) Как во сколько раз изменится количество насосов?

$V = 0,5 \text{ л}$ - $V_{\text{вытеснения}}$ насосов за 1 секунду (объем воздуха)

$$\frac{N = V_{\text{вытеснения}}}{V} = \frac{10 \text{ л}}{0,5 \text{ л}} = 20 \text{ насосов}$$

Ответ: 20



ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа в ранее справа

$$Q_{\text{в}} = V_{\text{в}} \rho_{\text{в}} = N$$

$$V_{\text{в}} \rho_{\text{в}} = R$$

$$V = 20$$

$$20 \text{ л} = 40 \text{ л}_2$$

Используем закон Бернулли-Мариотта:
изотермическая процесс

$$P_0 V_0 = P_1 V_1 \Rightarrow P_0 V_{\text{воздуха}} = P_1 V_{\text{воздуха}}$$

$$V_{\text{воздуха}} = \frac{P_0}{P_1} V_0; V_{\text{воздуха}} = \frac{20 \text{ кПа}}{105 \text{ кПа}} \cdot 40 \text{ л} = 76 \text{ л}$$

3) В насосе 1 л/с - это масса воздуха в секунду:

$$V_{\text{воздуха}} = 10 \text{ л} - \text{объем воздуха, который уже был в камере при р=Р_0}$$

$$V_{\text{уб}} (\text{объем воздуха, летящего в трубе})$$

$$V_{\text{уб}} = V_{\text{возд}} - V_{\text{возд}} = 120 \text{ л} - 40 \text{ л} = 80 \text{ л}$$

4) Кол-во воздуха за единицу времени:

$$V = 0,5 \text{ м}^3/\text{с} - \text{внутренняя скорость насоса за 1 секунду (объем воздуха)}$$

$$N = V_{\text{уб}} \rho_{\text{уб}} = \frac{80 \text{ л}}{0,5 \text{ м}^3} = 160 \text{ килограмм воздуха насосом перемещено за секунду}$$

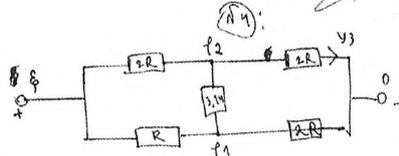
$$\text{Ответ: } 160 \text{ килограмм}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Вопрос:

Вопрос:
 $P_k = P_1 - P_{11} = 6^2 \cdot R - 10^2 \cdot R = 36R - 100R = -64R$
 $P_k = 36R - 100R = -64R$

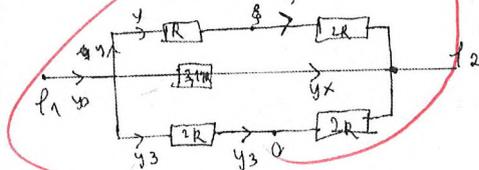


1) Схема преобразована:

$R = 1k\Omega$

Рассмотрим поочередно:

2) Схема эквивалентна:



~~$I_0 = I_2 + I_3 + I_4$~~
 ~~$I_0 = 3I_2$~~

$I_0 = I_3 + I_4 + I_2$

$I_2 = I_1 - I_3$

$I_4 = I_1 - I_3$

$I_0 = \frac{1804}{100} R$

$I_3 = I_0 - I_4 - I_2$

$I_3 = \frac{30 \cdot 100}{1804} - I_2 - I_4 = 80,8 \text{ mA}$

$= 80,8 \text{ mA}$

Ответ: 80,8 mA



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамках чертёжа.

Дано.
 $t = 10^\circ\text{C}$
 $P_{\text{нп}} = 1,23 \times 10^4$
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$
 $P_{\text{л}} = 10^5 \text{ Па}$
 $g = 1 \text{ м/с}^2 = 10^3 \text{ м/с}^2$
 $D = 0 \text{ м} \Rightarrow R = 4,5 \text{ м}$
 $\omega = ?$
 $n = ?$

(15):

Решение:

$P_{\text{л}} - P_{\text{нп}} = P_{\text{нп}} - P_{\text{нп}}$ при $\omega = 0$

$$P_{\text{л}} - P_{\text{нп}} = 10^5 \text{ Па} - 123000 \text{ Па} = 8700 \text{ Па}$$

$$h = \frac{P_{\text{л}}}{g} = \text{максимальная высота волны}$$

$$h = \frac{8700}{9,81} \approx 887 \text{ м}$$

Решение задачи Ферми:

$$v = \lambda \omega$$

$$\omega_{\text{max}} = \frac{v_{\text{max}}}{\lambda} = \frac{15,67 \text{ м/с}}{1,3} \approx 12,05 \text{ рад/с}$$

ω - угловая скорость вращения

$$\omega = \frac{v_{\text{max}}}{R} = 3,48 \text{ рад/с}$$

n - частота [мин/с]

$$n = \frac{\omega \cdot 60}{2\pi} = \frac{3,48 \cdot 60}{2 \cdot 3,14} \approx 33,25 \text{ об/мин}$$

$$\text{Ответ: } 33,25 \text{ об/мин}$$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P10F01	МЭИ с использованием ВКС
--------	--------------------------

№ группы

Место проведения

БГ72-57

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Романенко

ИМЯ _____ Александр

ОТЧЕСТВО _____ Сергеевич

Дата рождения _____ 19.01.2008

Класс: _____ 10

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 4 _____ **листах**

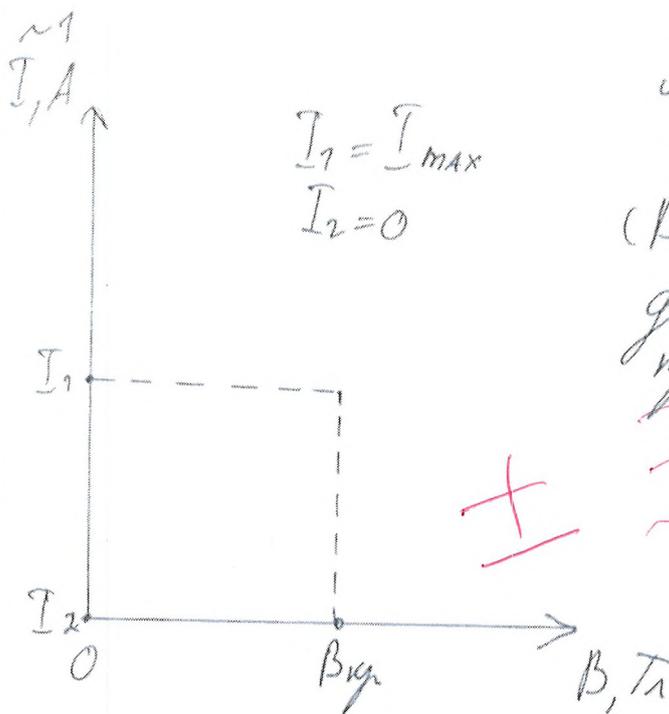
Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



При значении
магнитного
($B_{кр}$) электроны
достигают анода, выно-
сятся на магнитное
поле, поддерживая
ток.

При значении выше
магнитного ($B_{кр}$)
магнитное поле
отклоняет электро-
ны обратно к катоду,
препятствуя продолжению
тока.

~ 2

Дано

S_m - площадь правильного шестиугольника

S_Δ - площадь правильного треугольника

$n_0 = 6$

$M_c = 12 \text{ нмоль}$

$a = 1,4 \text{ нм} = 1,4 \cdot 10^{-9} \text{ м}$

$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

$S_{\text{ср}} = ?$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

~2

Решение:

$$S_{\text{ш}} = 6 \cdot S_{\Delta}$$

$$S_{\Delta} = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2$$

$$S_{\text{ш}} = \frac{6\sqrt{3}}{4} a^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$$

$$S_{\text{ш}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot (1,4)^2 \cdot 10^{-10} =$$

$$= 2,94 \cdot \sqrt{3} \cdot 10^{-10} \approx 5,1 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2$$

$$m_{\text{св}} = \frac{M_{\text{с}}}{N_{\text{А}}}$$

$$m_{\text{св}} = \frac{12}{6,022 \cdot 10^{23}}$$

$$\approx 1,99 \cdot 10^{-23}$$

$$m_{\text{св}} = m_{\text{св}} \cdot 6 = 1,99 \cdot 10^{-23} \cdot 6 = 11,94 \cdot 10^{-23}$$

$$S_{\text{ш}} = \frac{S_{\text{ш}}}{m_{\text{св}}}$$

$$S_{\text{ш}} = \frac{5,1 \cdot 10^{-10}}{11,94 \cdot 10^{-23}}$$

$$= \frac{5,1}{11,94} \cdot 10^5 \approx 0,43 \cdot 10^5 \text{ м}^2$$

Ответ: ~~$0,43 \cdot 10^5 \text{ м}^2$~~

~3

Дано:

$$V = 20 \text{ л}$$

$$v = 0,5 \text{ л}$$

$$P_0 = 1 \text{ атм}$$

$$P = 2 \text{ атм}$$

$$N = ?$$

Решение

$$T = \text{const}$$

$$N \cdot P_0 \cdot v = (P - P_0) \cdot V \cdot 2$$

$$N = \frac{(P - P_0) \cdot V \cdot 2}{P_0 \cdot v}$$

$$N = \frac{(2-1) \cdot 20 \cdot 2}{1 \cdot 0,5} = 80$$

Ответ: 80 качаний



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

~ 4

Дано:

$$I_2 = 100 \text{ mA} = 0,1 \text{ A}$$

$$R_1 = R_3 = R_4 = 2 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_5 = 3,14 \text{ k}\Omega$$

$$I_3 = ?$$

Решение

$$R_{12} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{1}} = \frac{2}{3} \text{ k}\Omega$$

$$R_{34} = \frac{1}{\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R_{12} = \frac{2}{3} \text{ k}\Omega$$

$$R_{34} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$U = I_2 \cdot R_{12} = 0,1 \cdot \frac{2}{3} \approx 66,67 \text{ B}$$

$$I_3 = \frac{U}{R_{34}} = \frac{66,67}{1} = 66,67 \text{ mA}$$

$$\text{Ответ: } I_3 = 66,67 \text{ mA}$$





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

n5

Дано:

$$P_A = 10^5 \text{ Па}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2$$

$$h = 13 \text{ м}$$

$$P_{\text{гид}} = 1,23 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$d = 2 \text{ см}$$

n-?

Решим

$$P_{\text{пот}} = P_A + \rho g h - \frac{\rho v^2}{2}$$

$$P_{\text{пот}} \geq P_{\text{гид}}$$

$$v^2 = \frac{2(P_A + \rho g h - P_{\text{гид}})}{\rho}$$

$$v = \sqrt{\frac{2(P_A + \rho g h - P_{\text{гид}})}{\rho}}$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot (100000 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 13 - 1230)}{1000}} \approx$$

$$\approx 1,3 \text{ м/с}$$

$$v = \frac{d}{2} \quad v = 4,5 \text{ см}$$

$$v = 2\pi r n \cdot n = \frac{v}{2\pi r} \quad n = \frac{1,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 4,5} \approx$$

$$\approx 0,531 \text{ об/с} = 31,8 \text{ об/мин}$$



Ответ: 31,8 об/мин

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P11F02	МЭИ с использованием ВКС
--------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЦЛ87-68

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Рюмина

ИМЯ _____ Милана

ОТЧЕСТВО _____ Николаевна

Дата рождения _____ 12.09.2007

Класс: _____ 11

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 7 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверять только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 2

дано: $m = 2$ (изрук камер)

$$p_0 = 2 \text{ атм}$$

$$p_k = 2 \text{ атм}$$

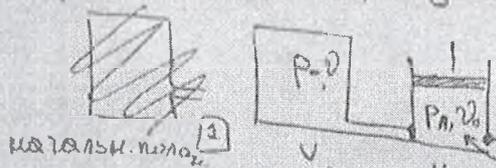
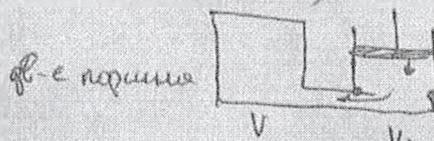
$$V_0 = 0,5 \text{ л}$$

$$V = 20 \text{ л}$$

 $\gamma = \text{const}$ (изотермический процесс по условию)найти: $K = ?$ (кол-во камер)

решение:

1.) рассмотрим насос, подключаемый к 1 камере. Объёмом трубки, с которой соединяем, пренебрежём.

1.1) пусть из-под V моль в-ва в камере1.2) пусть из-под V_0 моль в-ва в камере, т.е. с $p_A = 2 \text{ атм}$. Пусть введем V_0 моль вещества

1.3) первое состояние [1]:

$$\begin{cases} p_0 V = \nu RT \\ p_A V_0 = \nu_0 RT \end{cases} \left\{ \begin{array}{l} \text{уравн. Менделеева-Клапейрона} \\ (\text{здесь } M-K) \end{array} \right.$$

$$[2]: p_1 V = (\nu + \nu_0) RT = p_0 V + p_A V_0$$

$$p_1 = p_0 + p_A \frac{V_0}{V}$$

положим [2] после первого подключения, когда добавили V_0 воздуха1.4) второе состояние [3] \rightarrow [4]. Уравн. М-К:

$$\begin{cases} p_2 V = (\nu + \nu_0 + \nu_1) RT \\ p_A V_0 = \nu_0 RT \end{cases}$$

$$p_2 V = (\nu + \nu_0 + \nu_1) RT = p_1 V + p_A V_0$$

$$p_2 = p_1 + p_A \frac{V_0}{V} = p_0 + 2 p_A \frac{V_0}{V}$$

добавили еще V_0 воздуха1.5) таким образом после n подключений:

$$p_n = p_0 + n \cdot p_A \cdot \frac{V_0}{V}$$

2) как замечено в п. 1.5: $p_A = p_0 \Rightarrow$ формула п. 1.5 принимает вид

$$p_n = p_0 + n p_0 \frac{V_0}{V} \Rightarrow \text{для достижения } p_k = 2 p_0 \text{ требуется } n = \frac{V}{V_0}$$

$$\left(p = 2 p_0 = p_0 + n p_0 \frac{V_0}{V} \right)$$

ан продолжим на месте 2



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 2. прохождение

~~$n = \frac{v}{v_0} = \frac{20 \text{ нм}}{0,5 \text{ нм}} = 40$~~

а) диаметр m $\lambda_{\text{света}}$ \Rightarrow величина $n = m \cdot n = \frac{m \cdot v}{v_0} = 2 \cdot \frac{20 \text{ нм}}{0,5 \text{ нм}} \Rightarrow 80 \text{ слоев}$

Ответ: 80





ВНИМАНИЕ! Прорезается только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 2

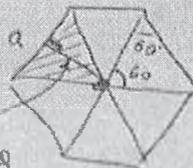
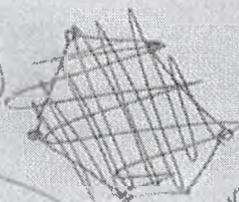
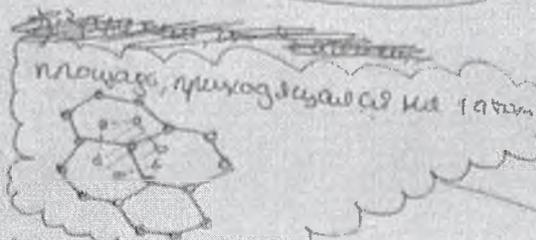
длина $a = 0,14 \text{ нм} = 0,14 \cdot 10^{-9} \text{ м}$
 $m = 1 \text{ г}$

найти: $S_{\text{пл}} = ?$

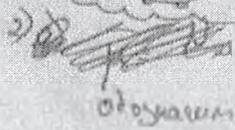
решение:

1) рассмотрим решетку графита сверху. одна ячейка - правильный шестиугольник со стороной a

$$S_{\text{ячейки}} = 6 \cdot S_{\Delta} = 6 \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$$



из геометрии сохранения
 $S_{\text{ячейки}} = S_{\text{атом}} \cdot N$



M - молярная масса C

N - количество атомов

N_A - число Авогадро $= 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$ (известная константа)

V - кол-во вещества

$$V = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = \frac{m N_A}{M} = \frac{1 \text{ г} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}}{12 \text{ г/моль}} = 5,016 \cdot 10^{22}$$

C - углерод имеет $M = 12 \text{ г/моль}$ по таблице Менделеева

$$= \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{12} \text{ атомов}$$

$$S_{\text{пл}} = S_{\text{ячейки}} \cdot N = \frac{3\sqrt{3} a^2}{2} \cdot \frac{m N_A}{M}$$

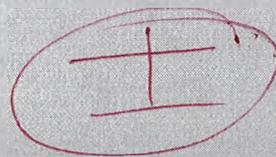
$$= \frac{3\sqrt{3} \cdot (0,14)^2 \cdot 10^{-18} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{2 \cdot 12}$$

$$= \frac{4,2 \cdot 10^{-4} \cdot 3,61 \cdot 10^{23}}{24} = 6,315 \cdot 10^{19} \text{ м}^2$$

$$= \sqrt{3} \cdot 49 \cdot 5 \cdot 6,02 = 245 \cdot 6,02 \cdot \sqrt{3} = 1474,9 \cdot \sqrt{3} \approx 1474,9 \cdot 1,7 \text{ м}^2/\text{г} = 2507,33 \text{ м}^2/\text{г}$$

$$= 2507,33 \text{ м}^2/\text{г}$$

Ответ: $2507,33 \text{ м}^2/\text{г}$





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 3

дано: a между зигн
в между спектрами

I

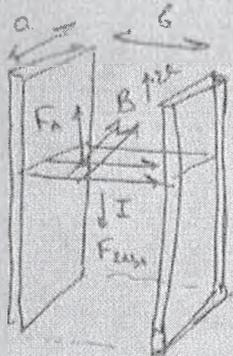
I

$v_{уст} = ?$



решение:

1) на д-е разряде влиают только пластины - электроны \Rightarrow ускоряем их.



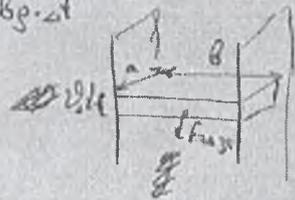
2) на разряде вобудуют $F_n = BIL$, где L - длина проводника, т.е. b как расстояние между электродами $\Rightarrow F_n = BIb$. Направлен по правилу левой руки.

$F_{изг}$ - сила давления газа, возникающая из-за д-е разряда

~~по д-е разряде сокращается расстояние~~

3) закон Ньютона в импульсной форме (он же закон изменения импульса): $F_{изг} \Delta t = \Delta p = (m v) = v \Delta m = v \rho \Delta V = v \rho a b \Delta x$

Δt мало, поэтому считаем $v = const$



$\Rightarrow F_{изг} = v^2 \rho a b$

4) 2 закон Ньютона на разряде функционирова:

$F_n - F_{изг} = Ma$. Если режим установившийся ($v_{уст}$) \Rightarrow

$\rho v = const \Rightarrow$

$\rho v = \rho_0 + a t$ $a = 0 \Rightarrow F_n = F_{изг} \Rightarrow v^2 \rho a b = BIb$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{BI \rho}{a \rho}}$

ρ

Ответ \rightarrow



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 5

даны: $\omega = 200 \text{ рад/с}$

$\varphi_0 = \pi/3$

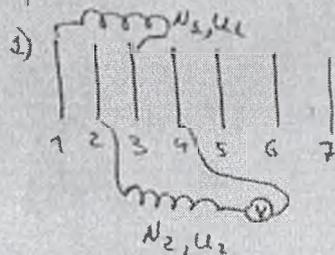
$U_n = 100 \sin(\omega t + n\varphi_0) = 100 \sin(200\pi t + n \cdot \frac{\pi}{3})$

$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ - номера проводов

$k = 3 = \frac{N_1}{N_2}$ - коэффициент трансформации

найти: U - ?

решение:



пусть на первичной обмотке напр U_1 , а на вторичной U_2 .
 \Rightarrow по ф-ле трансформатора

$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_1}{3N_1} = \frac{1}{3} \Rightarrow U_2 = 3U_1$

напряжения в проводах

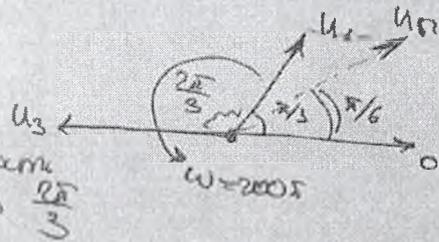
1) $U_1 = 100 \sin(200\pi t + \frac{\pi}{3})$

$U_2 = 100 \sin(200\pi t + \pi)$

$U_3 = U_1 - U_2$



по теореме косинусов: $|U_3| = 100 \cdot \sqrt{5} \Rightarrow U_3$ эквив. соотн. (р/д с силами по $\pi/6$) находим φ_0 для U_3

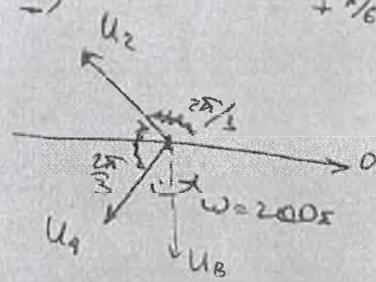


используем метод векторных диаграмм

$U_4 = 100 \sin(200\pi t + \frac{2\pi}{3})$

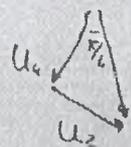
$U_5 = 100 \sin(200\pi t + \frac{4\pi}{3})$

разности фаз $\frac{2\pi}{3}$



$U_6 = U_4 - U_5$

Обмотки соединены с одной стороны

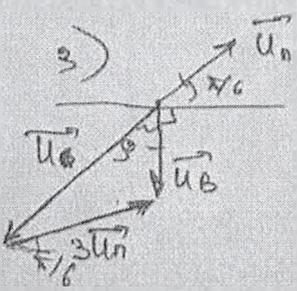


по теореме косинусов:

$|U_6| = \sqrt{5} \cdot 100$

$\Rightarrow U_6$ эквив. соотн. (р/д с силами по $\pi/6$) находим φ_0 для U_6

$-\frac{\pi}{2} \Rightarrow U_6 = \sqrt{5} \cdot 100 \sin(200\pi t - \frac{\pi}{2})$



$U_{max} = |U| = \sqrt{(\sqrt{5} \cdot 100 + \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 100}{2})^2 + (\frac{3 \cdot \sqrt{5} \cdot 100 \cdot \sqrt{3}}{2})^2} = \sqrt{39 \cdot 10^4} = 100 \sqrt{39}$

по ф-ле трансформатора

$= \sqrt{39 \cdot 10^4} = 100 \sqrt{39}$

см. продолжение на листе 6

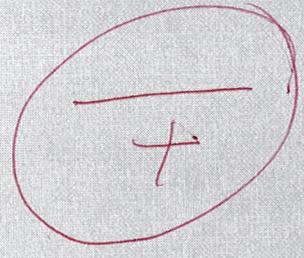


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\begin{aligned} \text{tg } \varphi &= \frac{3 \cdot \sqrt{3} \cdot 100}{\sqrt{3} \cdot 100} \\ &= \frac{3\sqrt{3} \cdot 100 \sqrt{3}}{2(\frac{\sqrt{3} \cdot 3 \cdot 100}{2} + \sqrt{3} \cdot 100)} = \frac{3\sqrt{3}}{5} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow U = 100\sqrt{3} \sin\left(200\pi t - \frac{\pi}{2} - \arctg\left(\frac{3\sqrt{3}}{5}\right)\right)$$

или



??



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 4

дано:

~~$v = 18 \text{ км/ч}$~~

$v = 18 \text{ км/ч} / 2 = 54 / \text{с}$

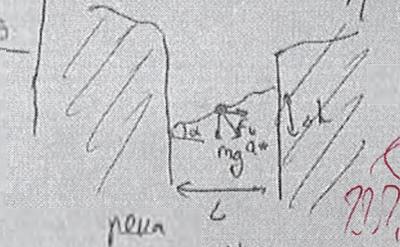
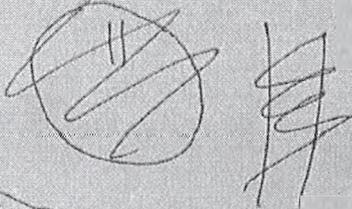
$L = 57^\circ 27' 57'' \text{ с.ш.}$

$\rho = 933^\circ 16' 07'' \text{ ег}$

$\Delta h = ?$

решение:

сила Кориолиса $F_c = 2mV \left(\frac{\omega}{24 \text{ часа}} \right) \sin(\varphi)$



система покоилась по 23. Не так как с не инерц. со.

$$\frac{2mV \frac{2\pi}{60 \cdot 60 \cdot 24} \sin(\varphi)}{mg} =$$

$$= \frac{\Delta h}{L} = \text{tg } \alpha$$

$$\Delta h = \frac{L \cdot 2v \cdot \sin(\varphi)}{(60 \cdot 60 \cdot 24) \cdot g} = 2,18 \text{ см}$$

$$2 \rho \text{ ок. } v \frac{2\pi}{60 \cdot 60 \cdot 24} \sin(38^\circ) = \text{tg } \alpha$$

Other



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P11F02	МЭИ с использованием ВКС
--------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЦЛ87-92

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Семиненко

ИМЯ _____ Анна

ОТЧЕСТВО _____ Михайловна

Дата рождения _____ 14.06.2007

Класс: _____ 11

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 4 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

4. $v = 13 \text{ км/ч} = 5 \text{ м/с}$ Действие происходит во вращающейся системе отсчета (ска Земле). В таком случае на глыбе воды действует сила Кориолиса. Для поддержания течения параллельно руслу возникает перепад уровня на разных берегах.

Форм. перепада.

$$\Delta h = \frac{2\omega v \sin \epsilon}{g} \times L$$

ω - угловая скорость вращ. Земли

$$\epsilon \approx 54,44^\circ \text{ (из координат с.ш.)}$$

$$\Delta h = \frac{2\omega v \cdot \sin 54,44^\circ}{g} \cdot L, \text{ где}$$

$$2\omega \sin \epsilon = f \text{ (параметр Кориолиса)}$$

$$\Delta h = 354,1 \omega \cdot \sin 54,44^\circ$$

5. $U_n(t) = 100 \sin(\omega t + n\varphi_0)$

$$\omega = 2\pi \nu \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \nu = \frac{\omega}{2\pi} = 100 \text{ Гц}$$

$$\frac{N_2}{N_1} = k \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = k \text{ (отношение кол-во витков)}$$

во вторичной к первичной пропорционально. ЭДС при одинаковой фазе начальных токов).

Первичная обмотка находится между потенциалами проводов 1 и 3, тогда

$$U_1 = 100 \sin(\omega t + \varphi_0) \quad U_3 = 100 \sin(\omega t + 3\varphi_0)$$

$$\Rightarrow U_{\text{перв}} = U_1 - U_3 = 100 \sin(\omega t + \varphi_0) - 100 \sin(\omega t + 3\varphi_0)$$

$$\Rightarrow 100 (\sin(\omega t + \varphi_0) - \sin(\omega t + 3\varphi_0)) = 100\sqrt{3} \sin(\omega t + \varphi_0)$$

\Rightarrow



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\Rightarrow U_n(t) = 100\sqrt{3} \sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$\Rightarrow \text{Амплитуда } I_1 = 100\sqrt{3} \text{ В}$$

$$I_{g1} = \frac{4A}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{3}}{\sqrt{2}} = 100\sqrt{\frac{3}{2}} \text{ В}$$

Так как во второй обмотке в k раз больше витков, то из ранее сказанного

$$I_{\text{втр}}(t) = k I_{\text{пер}}(t) = 3 I_{\text{пер}}(t) = 300\sqrt{3} \sin(\omega t + \varphi)$$

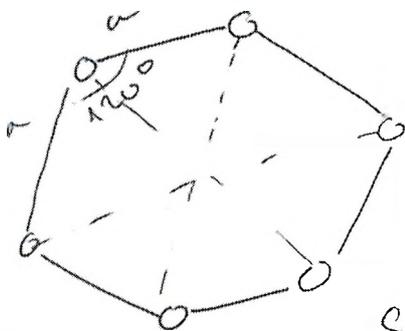
$$\Rightarrow \text{Ампл. } I_2 = 3 I_{\text{амп1}} = 300\sqrt{3} \text{ В}$$

$\Rightarrow I_{g2} = 300\sqrt{\frac{3}{2}}$. Идеальный трансформатор создает разность потенциалов равную действующему напряжению на второй обмотке

$$\Rightarrow U_{ч2} = I_{g2} = 300\sqrt{\frac{3}{2}} \text{ В}$$

$$\text{Ответ: } U = 300\sqrt{\frac{3}{2}} \text{ В}$$

Д.



$$S_{\text{сеч.}} = \frac{\sqrt{3}}{4} a^2 \quad (\text{площадь треуго. сеч. правиль. шестуг.})$$

$$S_{\text{атом}} = \frac{S_{\text{сеч.}}}{2}$$

для шестигранной решетки

$$S_{\text{сеч.}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 \quad (\text{содержит 2 атом.})$$

$$S_{\text{на 1 атом.}} = \frac{3\sqrt{3}}{2a^2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{4} a^2$$

$$m_{\text{ат}} = \frac{M}{N_A} N_0. \quad b \leq 2 \quad N = \frac{1}{m_{\text{ат}}} = \frac{N_A}{M}$$

$$S_{12} = N \cdot S_{\text{на 1 атом.}} = \frac{N_A}{M_{\text{пр}}} \cdot \frac{3\sqrt{3}}{4} a^2 \quad (\text{Вершины } b, \text{ однако для бесконечной решетки каждый атом принадлежит 3 соседним вершинам } \Rightarrow 2 \text{ атома на шес.}) \quad (a \Rightarrow \text{сторона шес.})$$

$$\text{Ответ: } S_{12} = \frac{N_A}{M_{\text{пр}}} \cdot \frac{3\sqrt{3}}{4} a^2 \approx 1,3 \cdot 10^{23} \text{ м}^2$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

3.

длина "провода" - l

$F_n = BI l = BI b$

Так разрыв движется стационарно со скоростью v вдоль x , то он проталкивает каждый раз слой площадью $S = a \cdot b$. Тогда расход массы в данном случае

$m_0 = \rho v \cdot a \cdot S = \rho v \cdot a \cdot b$. Тогда потоковой энергии $\dot{p}_0 = m_0 \cdot v = v^2 \cdot \rho \cdot a \cdot b$.

В таком случае проталкивающей силой будет выступать сила поренце

$$\Rightarrow F_n = p_0 \Rightarrow BI b = \rho v^2 \cdot a \cdot b \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{BI b}{\rho a b} = \frac{BI}{\rho a} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{BI}{\rho a}}$$

Ответ: $v = \sqrt{\frac{BI}{\rho a}}$ (+)

2. Считаю, что каждый раз мол добавляет газ одной и той же температурой. Тогда процесс является изотермическим.

$$V_0 = 0,5 \text{ л } P_0 = 1 \text{ атм.}$$

$$V_{\text{кат}} = V + v = 1 \text{ л}$$

$$P_0 V_0 = P V \Rightarrow P = \frac{P_0 V_0}{V} = \frac{40}{1,2} \text{ (камера до кат.)}$$

$$\Delta n = \frac{P_0 V_0}{RT} \cdot n_{\text{кат}} = n_{\text{кат}} + n \cdot \Delta n = \frac{40}{RT} + n \cdot \frac{0,5}{RT} = \frac{40 + 0,5n}{RT} \Rightarrow$$

(где $n_{\text{кат}}$ - масса)



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\Rightarrow P_{\text{кон}} = 2 \text{ кВт} \quad P_{\text{кон}} \cdot V_{\text{ка}} = N_{\text{кон}} \cdot R T \text{ (где } V_{\text{кон}} \text{ — конеч. состояние камер.)}$$

$$\Rightarrow 2 \times 40 = \cancel{40} \cdot 40 + 0,5 n$$

$$\rightarrow 0,5 n = 40 \Rightarrow n = 80$$

Ответ: 80 камер требуется

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Р9F01	КГТУ-БГАРФ (Калининград)
-------	--------------------------

№ группы

Место проведения

МЧ22-84

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Словохотова

ИМЯ _____ Елизавета

ОТЧЕСТВО _____ Тимофеевна

Дата рождения _____ 08.02.2009

Класс: _____ 9

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 5 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 10:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

W1

Т.к. мы нагреваем воду до кипения $\Rightarrow Q_1 = Q_2$, т.к.

$$Q_1 = c m \Delta t;$$

$$Q_2 = c m \Delta t;$$

Чтобы нагреть воду мы используем чайники

$$P_1 \cdot t_1 = Q_1$$

$$P_2 \cdot t_2 = Q_2 \quad \Rightarrow P_1 \cdot t_1 = P_2 \cdot t_2$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{P_2}{P_1} = \frac{2}{1}$$

$$2t_1 = t_2$$

Получается первый чайник затрачивает большее время на нагревание воды, в два раза больше.

Но потребление электроэнергии одинаковое, т.к.

$$E_1 = P_1 \cdot 2t_1$$

$$E_2 = P_2 \cdot t_2$$



не учитывай
заправку
на котерки

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{P_1 \cdot 2t_1}{P_2 \cdot t_2} = \frac{1 \cdot 2 \cdot t_1}{2 \cdot t_1} = 1$$

W4

Пусть x км — расстояние между Анишкино и Борышкино

За 16 мин. Петья доехал до Анишкино и развернулся.

В это время Витя ехал в Ани. $\Rightarrow v_{\text{Витя}} = \frac{x}{16}$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Потом машина едет друг на друга следовательно
до берега у них одно время

$$v_{п.} \cdot t = v_{в.} \cdot t = x$$

$$v_{п.} \cdot t + v_{в.} \cdot t = \frac{x}{t} \left(\frac{x}{t} \right) - \text{скорость сближения}$$

еще известно, что Волк предвст в Бердугино
через 45 после движения Лиси

$$v_{в.} = \frac{x}{16}$$

$$v_{\text{Лисица}} =$$

$$\frac{x}{16} + v_{\text{Лисица}} = \frac{x}{45}$$

$$16 + \frac{x}{v_{\text{Лисица}}} = 45$$

$$\frac{x}{v_{\text{Лисица}}} = 29$$

$$v_{в.} = \frac{x}{29}$$

$$v_{п.} = v_{в.}$$

$$\frac{v_{в.}}{v_{п.}} = \frac{x}{16} - \frac{29}{x} = \frac{29}{16}$$

~~29/16~~ Ответ: скорость на велосипедах больше
в $\frac{29}{16}$ раз, чем на пешком.

+

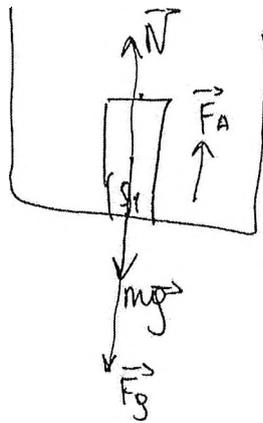


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

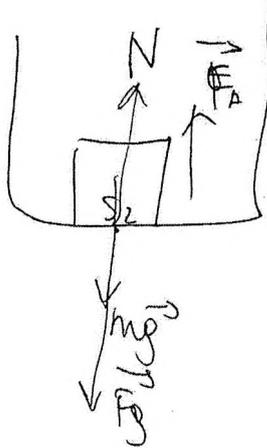
W3

Рассмотрим случаи

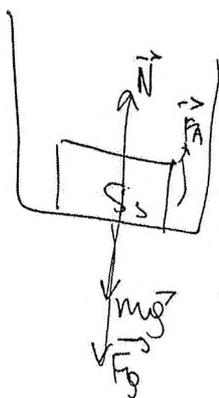
1)



2)



3)



Получается, минимальная сила для поднятия поршня возникает, когда она превышает силу тяжести, исчезает реакция опоры (N) и F3

По II з. К.

$$P_1 = \frac{mg}{S_1} \Rightarrow mg = P_1 \cdot S_1$$

$$F_1 + F_A = mg + P_1 \cdot S_1 = 2mg$$

$$F_3 + F_A = mg + P_3 \cdot S_3 = 2mg$$

$$F_2 + F_A = mg + P_2 \cdot S_2 = 2mg$$

$$F_1 - F_3 = P_1 \cdot S_1 - P_3 \cdot S_3$$

$$F_2 - F_3 = P_2 \cdot S_2 - P_3 \cdot S_3 \Rightarrow F_2 = F_3 = P_2 \cdot S_2 - P_1 \cdot S_1 - F_1 + F_3$$

$$F_2 - 2F_3 = P_2 \cdot S_2 - P_1 \cdot S_1 \Rightarrow F_2 - 2F_3 = P_2 \cdot S_2 - P_1 \cdot S_1 - F_1 + F_3 + mg \Rightarrow F_2 - 2F_3 = F_2 + F_A - mg - F_1 - F_A + mg \Rightarrow F_2 - 2F_3 = F_2 - F_1$$

$$2F_2 = 2F_3 - F_1 - 2mg + P_1 \cdot S_1 + P_3 \cdot S_3 = 4P_1 L$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$F_1 + F_3 + 2F_A = 4mg$$

F_A — вех суммарх ориентова, т.к. $F_A = \rho g V$ — в пологити нагори V парашютиста

$$a \cdot b = 180$$

$$b \cdot c = 100 \quad | \Rightarrow \frac{a \cdot b}{c \cdot b} = \frac{180}{200} \Rightarrow a \cdot b = 4c \Rightarrow a = \frac{4}{5}c$$

$$c \cdot a = 500$$

$$c \cdot \frac{4}{5}c = 500; \quad c^2 = 625; \quad c = 25$$

$$V = a \cdot b \cdot c = 180 \cdot 25 = 4500 \text{ см}^3 = 0,0045 \text{ м}^3$$

$$F_A = \rho g V = 1000 \cdot 10 \cdot 0,0045 = 45 \text{ Н}$$

$$mg = \frac{F_1 + F_2 + 2F_A}{4} = \frac{71,8 + 60 + 2 \cdot 45}{4} = \frac{71,8 + 60 + 90}{4} = \frac{221,8}{4} = 55,45 \text{ Н}$$

$$F_2 = 2mg - F_A = 55,45 \cdot 2 - 45 = 110,9 - 45 = 65,9 \text{ Н} \quad (+)$$

$$D_{\text{max}} = 65,9 \text{ Н}$$

и 5

$$\eta = \frac{A_2}{A_1}; \quad A_2 = E \cdot \Delta l_{\text{всех}} = mg \cdot d$$

$$\eta = \frac{P_2 \cdot t}{mg \cdot d_1}$$

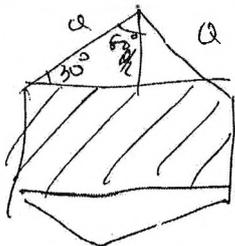
$$d_2 = 1,04 d_1 \Rightarrow \eta = \frac{P_2 \cdot t}{mg \cdot 1,04 d_1}$$

$$\frac{P_2 \cdot t}{mg \cdot 1,04 d_1} = \frac{P_1 \cdot t}{mg \cdot d_1}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{mg \cdot d_1}{t} \cdot \frac{t}{mg \cdot 1,04 d_1} = 1,04$$

$P_2 \cdot 1,04 = P_1 \Rightarrow P_2$ увеличим на 4% — мощность со временем также увеличится на 4%.

Чтобы найти площадь рассмотрим треугольник, все углы при $d = \frac{(n-2) \cdot 180}{n} = 120^\circ$. Катет со стороной 4 увеличим на кол. в треугольничков



Путь сторона = a

высота в треугольнике равно

$\frac{1}{2}a$, т.к. линия проведена к

30° . По т. Пифагора высота

равна катету



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$d^2 = \frac{d^2}{4} + x^2$$

$$x = \sqrt{d^2 - \frac{d^2}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}d^2} = \frac{d\sqrt{3}}{2}$$

$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot d^2 \cdot \sin 60^\circ = \frac{1}{2} \cdot d^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{d^2\sqrt{3}}{4}$$

$$S_{\square} \text{ (замыкающего)} = d \cdot 2x = d \cdot d\sqrt{3} = d^2\sqrt{3}$$

$$2S_{\Delta} \text{ (два радиуса)} = \frac{d^2\sqrt{3}}{4} \cdot 2 = \frac{d^2\sqrt{3}}{2}$$

$$S_{\square} = 2S_{\Delta} + S_{\square} = \frac{d^2\sqrt{3}}{2} + d^2\sqrt{3} = \frac{d^2\sqrt{3} + 2d^2\sqrt{3}}{2} = \frac{3d^2\sqrt{3}}{2}$$

Всего у нас 13 таких элементов и на 13

$$S_{\text{общ}} = 13 \cdot S_{\square} = \frac{13 \cdot 3d^2\sqrt{3}}{2} = \frac{13 \cdot 3 \cdot 0,00196 \cdot \sqrt{3}}{2}$$

$$= 39 \cdot 0,00098 \cdot \sqrt{3} = 0,3132 \cdot \sqrt{3} = 0,56 \text{ мч}$$

$\sqrt{3} \approx 1,76$

Отв: 0,56 мч ??

размер !!



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P7F01	МЭИ с использованием ВКС
-------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЛИЗ1-80

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Смирнова

ИМЯ _____ Надежда

ОТЧЕСТВО _____ Александровна

Дата рождения _____ 07.10.2011

Класс: _____ 7

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 6 _____ **листах**

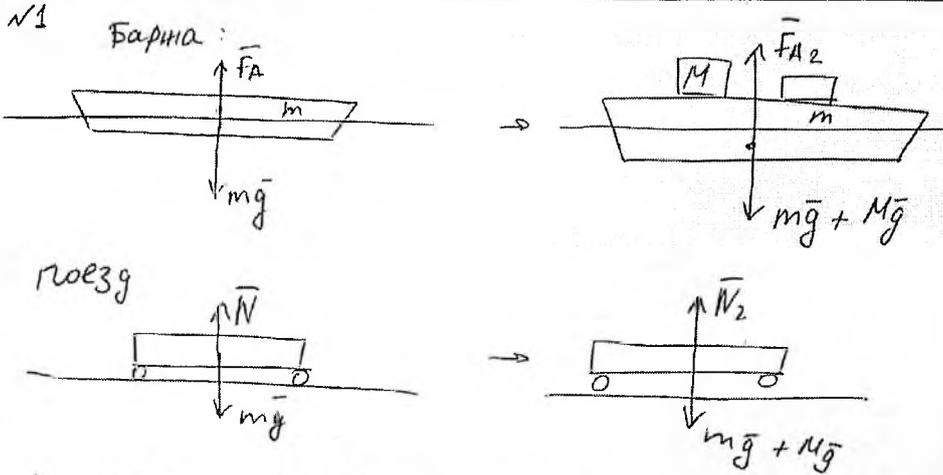
Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



На баржу в воде действует сила Архимеда. Когда её нагружают, она погружается глубже, увеличивая силу Архимеда, которая компенсирует общую массу $(m+M)$. Т.е. грузоподъемность баржи зависит от её конструкции и не зависит от мощности двигателя.

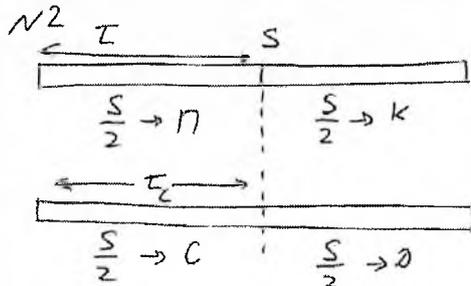
Когда мы нагружаем поезд, то у нас нет компенсирующей силы \Rightarrow растёт масса $\Rightarrow \Rightarrow$ растёт $\vec{N} \Rightarrow$ всё зависит от мощности двигателя.

~~F_A~~





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

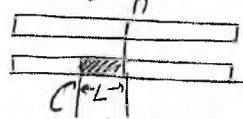


$$v_M = 1,3 v_g$$

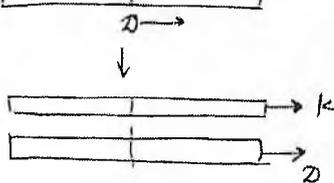
$$t = 6 \text{ мин}$$

$$t_c = ?$$

По условию:



$$t = 6 \text{ мин}$$



т.к. скорости девочек равны —

Скорость отстаивания

Света от Пети:

$$v_1 = v_M - v_g$$

↓

$$L = t \cdot (v_M - v_g)$$

$$t = \frac{S}{2 \cdot v_{\text{Петя}}} = \frac{S}{2 v_M} \Rightarrow L = \frac{S}{2 v_M} \cdot (v_M - v_g) =$$

В минут расстояние не менялось, т.к. у девочек одинаковая скорость \Rightarrow Света добегала до середины за 6 минут и

$$L = t \cdot v_g \Rightarrow t \cdot v_g = \frac{S}{2 \cdot 1,3 v_g} \cdot (1,3 v_g - v_g)$$

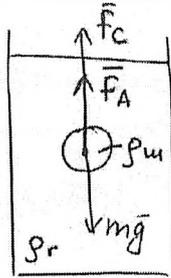
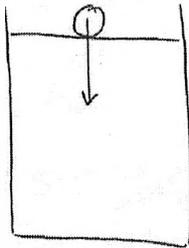
$$t_c = \frac{S}{2 v_g} = \frac{1,3 \cdot t \cdot v_g}{1,3 v_g - v_g} = \frac{1,3}{0,3} \cdot t = \boxed{26 \text{ мин}}$$





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

v3



$$mg = \rho_{\text{ш}} V g =$$

$$= \rho_{\text{ш}} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g$$

$$F_A = \rho_r \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g$$

$$F_c = \beta R v$$

ρ_r - глицерин $<$ $\rho_{\text{ш}}$ - металл \Rightarrow шарик погружен полностью.

На шарик может действовать ускорение, но для сравнения скоростей мы примем, что шарик падает равномерно ($a=0$)

$$mg - F_A - F_c = 0$$

$$\rho_{\text{ш}} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot g - \rho_r \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 g - \beta R v = 0$$

$$(\rho_{\text{ш}} - \rho_r) \cdot \frac{4}{3} \pi g \cdot \frac{1}{\beta} \cdot R^2 = v$$

одинаково для всех шариков = k

$$k \cdot R^2 = v$$

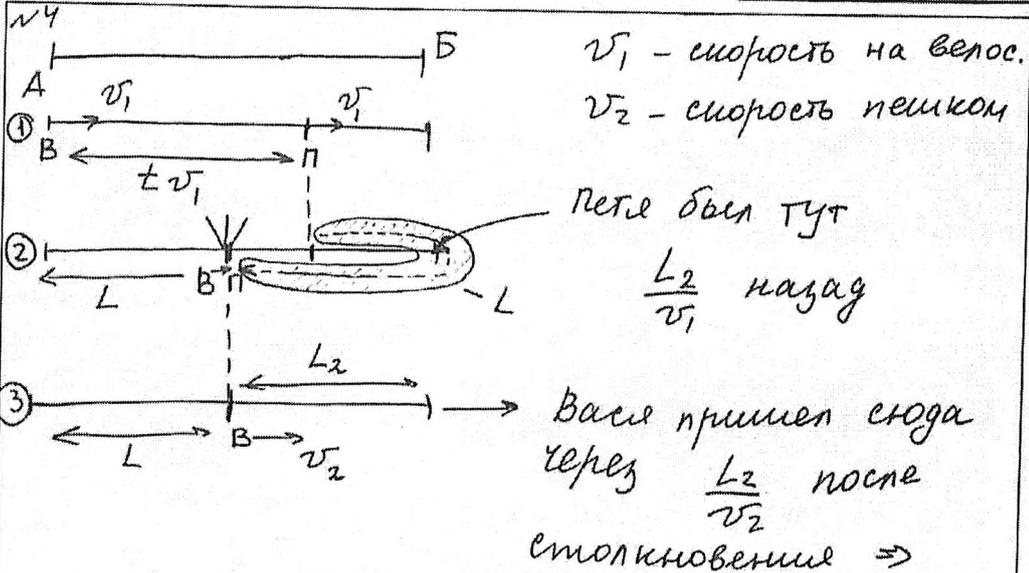
\Rightarrow чем больше R, тем больше v \Rightarrow

\Rightarrow Катя права





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$$\Rightarrow t_2 = 45 \text{ мин} = \frac{L_2}{v_1} + \frac{L_2}{v_2}$$

$$AB = L + L_2 - v_3 \quad (3)$$

$$L = (AB - t \cdot v_1) + L_2 - v_3 \quad (2)$$

$$L - L_2 + t \cdot v_1 = AB = L + L_2$$

$$t \cdot v_1 = 2 \cdot L_2$$

$$t \cdot \alpha v_1 = 2 \cdot L_2 \Rightarrow \frac{t}{2} = \frac{L_2}{\alpha v_1}$$

$$t_2 = \frac{L_2}{\alpha v_1} + \frac{L_2}{v_1} = L_2 \cdot \frac{\alpha v_1 + v_1}{\alpha v_1 \cdot v_1} = L_2 \cdot \frac{\alpha + 1}{\alpha v_1}$$

$$t_2 = \frac{L_2}{\alpha v_1} \cdot (\alpha + 1) = \frac{t}{2} \cdot (\alpha + 1)$$

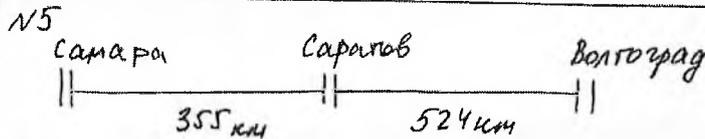
$$\frac{t_2 \cdot 2}{t} = \alpha + 1 \Rightarrow \frac{2t_2}{t} - 1 = \alpha$$

$$\alpha = \frac{2 \cdot 45}{16} - 1 = 4,625$$





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

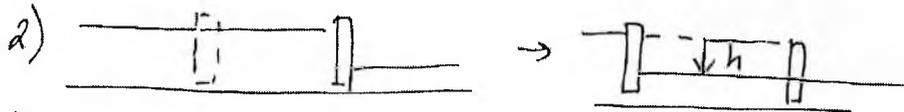


Расстояния между шлюзами \gg их размеров \Rightarrow
 \Rightarrow общим изменением уровня воды пренебрегаем.



потенциальная энергия увеличилась на $\Delta E = m_{\text{воды}} g h = \rho_{\text{воды}} \cdot V g \cdot h =$
 $= \rho g \cdot (L \cdot h \cdot d) g h$, где

$L = 290 \text{ м}$, $d = 30 \text{ м}$, $h = 13 \text{ м}$, $\rho g = 1000 \text{ кг/м}^3$
 так как водоизмещением кораблей пренебрегаем, то эта же ΔE будет в сист. с 2мя кораблями.



Потенциальная энергия уменьшилась на ΔE

3) Чтобы опустить воду, её сначала нужно поднять, а чтобы поднять, нужно опустить
 \Rightarrow Подъемы и спуски воды чередуются
 \Rightarrow Общее изменение пот. энергии может быть ΔE , 0 или $-\Delta E$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Нам нужно минимальное изменение пот. эер.
 Так как изменение считается по модулю
 (изменилось на столько-то $\underbrace{\hspace{1cm}}$ ГДж), то
 минимально изменение = 0

Пример: мы можем плыть по течению
 вверх по течению по одному ⇨ 8 раз
 подняли

А вниз по течению $12 = 4 \cdot 2 + 4$

4 раза по 2 и 4 раза по 1 ⇨ 8 раз
 спустились

Итого Σ изменение = 0



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P11F01	МЭИ с использованием ВКС
--------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЦЛ24-61

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Смородинов

ИМЯ _____ Сергей

ОТЧЕСТВО _____ Сергеевич

Дата рождения _____ 09.07.2007

Класс: _____ 11

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 6 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1
Дано
 $a = 0,14 \text{ нм}$
 $m_0 = 12$

$S_{\text{уг}} = ?$

Решение:

$S_{\text{уг}} = S_1 \cdot \text{атом}$ *Нам надо*

$S_6\text{-гранника} = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4} \cdot 6$ *рис?*

На 1 шестиграннике находится 6 атомов и каждый атом учитывается трижды: эффективное число атомов в 6-граннике: $N_{\text{эфф}} = \frac{6}{3} = 2 \Rightarrow$

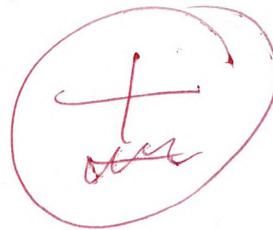
\Rightarrow масса m на 1 атом: $S_1 \cdot \text{атом} \cdot \rho$

$\Rightarrow \frac{S_6\text{-гран.}}{2} = \frac{3\sqrt{3} \cdot a^2}{4}$ Число атомов

узелов в 1 атоме: $N = \frac{N_0}{M} \cdot S_{\text{уг}} =$

$= \frac{3\sqrt{3} \cdot a^2}{4} \cdot \frac{N_0}{M} = 1,278 \cdot 10^3 \text{ м}^2$

Ответ: $1,278 \cdot 10^3 \text{ м}^2$





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$P_1 = 10^5 \text{ Па}, P_2 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

Начальное состояние одной камеры велосипеда:

$$\frac{P_1 \cdot V}{T} = \mathcal{D}_1 \cdot R \quad \text{Т.к. процесс изотермический, то}$$
$$T_2 = T_1 = T$$

$$\text{Конечное состояние: } \frac{P_2 \cdot V}{T} = \mathcal{D}_2 \cdot R$$

$$\text{Выразим } \mathcal{D}: \quad \mathcal{D} = \frac{P \cdot V}{T \cdot R}$$

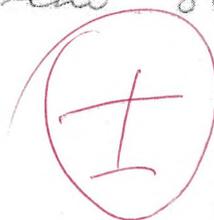
$$\text{Для колеса: } \frac{P_0 \cdot V_0}{T} = \mathcal{D}_0 \cdot R, \quad P_0 = P_1 = 10^5 \text{ Па}$$

Кол-во карманий для 1 колеса:

$$n = \frac{\mathcal{D}_2 - \mathcal{D}_1}{\mathcal{D}_0} = \frac{\frac{P_2 \cdot V}{T \cdot R} - \frac{P_1 \cdot V}{T \cdot R}}{\frac{P_0 \cdot V_0}{T \cdot R}} = \frac{V(P_2 - P_1)}{V_0 \cdot P_0} \ominus$$

$$\ominus \frac{V(2 \cdot P_1 - P_1)}{V_0 \cdot P_1} = \frac{V}{V_0} = 40 \text{ - для 1 колеса,}$$

а для 2 колёс, нужно 80 карманий.

Ответ: 80. \ominus 



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано: ^{~3} На частицу действует сила Лоренца

a
 b
 B
 I

$v = ?$

$$\vec{F} = q(\vec{E} + [\vec{v}B])$$

Общая сила Лоренца: $F_L = IB$ (сила направлена перпендикулярно как ток, так и магнитному полю).

Сопротивление физическое.

Область разряда элемента, вытеснил газ, основное сопротивление этому - гидродинамическое сопротивление со стороны газа.

⇒ сила Лоренца = силе сопротивления.

$$F_{\text{Лор}} = \rho a b v$$

$$IB = \rho a b v \Rightarrow v = \frac{IB}{\rho a b}$$

Ответ: $v = \frac{IB}{\rho a b}$

Скорость физическая

разряда пропорциональна силе тока и индукции m/π и обратно пропорциональна плотности газа ρ и радиусом канала.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

24

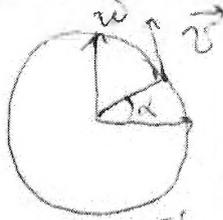
Дано

$$L = 350 \text{ м}$$

$$v = 18 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$\Delta h = ?$$

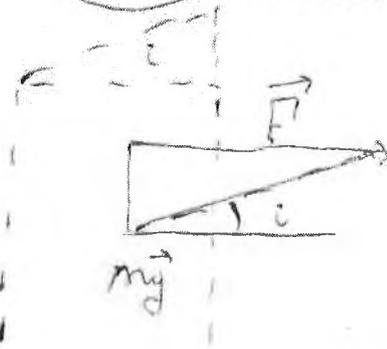
Земля



l - высота

$$l = 57^\circ 27' 52''$$

Сила Кориолиса: $\frac{F_k}{m} = 2\omega v \sin l$



$$i = \frac{F_{\text{кор}}}{mg} = \frac{2\omega v \sin l}{g}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta h}{g} \Rightarrow \Delta h = L \cdot \frac{2\omega v \sin l}{g}$$

$\omega = 7,29 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}$ угловая скорость вращения Земли.

$$\Rightarrow 0,0218 \text{ м}$$

Ответ: 0,0218 м



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



~5. Дано: $\omega = 200\pi$, $\varphi_0 = \frac{\pi}{3}$, $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

1. Напряжение в системе

$$U_n = 100 \sin(\omega t + n\varphi_0), \varphi_0 = \frac{\pi}{3}, \omega = 200\pi.$$

$$U_1 = 100 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right)$$

$$U_2 = 100 \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$U_3 = 100 \sin(\omega t + \pi)$$

$$U_4 = 100 \sin\left(\omega t + \frac{4\pi}{3}\right)$$

рис!

2. Напряжение на первичной обмотке

$$U_{\text{перв}} = U_1 - U_3$$

$$U_{\text{перв}} = 100 \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{3}\right) - 100 \sin(\omega t + \pi)$$

Используем формулу преобразования разности синусов:

$$\sin A - \sin B = 2 \cos\left(\frac{A+B}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{A-B}{2}\right)$$

$$A = \omega t + \frac{\pi}{3}, \quad B = \omega t + \pi.$$

$$U_{\text{перв}} = 2 \cos\left(\frac{(\omega t + \frac{\pi}{3}) + (\omega t + \pi)}{2}\right) \cdot \sin\left(\frac{(\omega t + \frac{\pi}{3}) - (\omega t + \pi)}{2}\right)$$

$$\left(\frac{(\omega t + \frac{\pi}{3}) - (\omega t + \pi)}{2}\right)$$

$$U_{\text{перв}} = 2 \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) \cdot \sin\left(-\frac{\pi}{3}\right)$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано
с этой стороны листа в рамке справа

$$\sin(-x) = -\sin x \Rightarrow U_{\text{нерб}} = -2 \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) \cdot \sin \frac{\pi}{3}$$

$$\sin \frac{\pi}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$U_{\text{нерб}} = -2 \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$U_{\text{нерб}} = -100\sqrt{3} \cdot \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

3 направления из вторичной обмотки.

$$U_{\text{втор}} = k \cdot U_{\text{нерб}} = 3 \cdot U_{\text{нерб}} = -300\sqrt{3} \cdot \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$U_{\text{генер}} = \frac{U_{\text{амп}}}{\sqrt{2}}$$

$$U_{\text{амп}} = 300 \cdot \sqrt{3}$$

$$U_{\text{генер}} = \frac{300 \cdot \sqrt{3}}{\sqrt{2}} \approx 300 \cdot 1,22 \approx 366 \text{ В.}$$

Ответ: ~~366 В.~~



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P7F01	МЭИ с использованием ВКС
-------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЛИЗ1-40

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Сутемьев

ИМЯ _____ Матвей

ОТЧЕСТВО _____ Андреевич

Дата рождения _____ 17.04.2011

Класс: _____ 7

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 4 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

① Баржа имеет очень большие размеры \Rightarrow
~~всего больше~~
 Ее максимальный объем порожней части
 будет больше \Rightarrow ~~нагрузка~~ максимальная
 сила давления, действующая на баржу
 будет больше. \Rightarrow она сможет ~~перевезти~~
 перевезти ~~большую~~ массу. Движение
 в этом случае отвечает только за скорость
 баржи. Баржа может перевезти тяжёлые
 грузы, но будет при этом медленнее. (+)

④ Темп стартовал на 16 (мин) раньше
 Васа \Rightarrow от места старта Васа до
 Баранкино и обратно Темп ездил там же
 т.к. он встретил там Васа, отсюда
 16 (мин): ~~от места старта Васа до~~
~~Баранкино всего 16 - 8 (мин) на обратном~~
 на 16 (мин) \Rightarrow от места старта Васа до
 Баранкино $\frac{16}{2} = 8$ (мин). рис?

Васа приедет в Баранкино через 45 (мин)
 как там побывал Темп, а т.к. Темп
 потратил 8 (мин) на дорогу от Баранкино
 до места встречи, то всего ~~на~~ он проедет на
 дорогу от места встречи до Баранкино
 всего $45 - 8 = 37$ (мин).



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

④ \Rightarrow отношение скорости вращения на вращающемся к скорости вращения планет равно $\frac{5}{8} : \frac{5}{37} =$
 $= 37:8 = 4,625$



Ответ: в 4,625 раза

③ Допустим мы имеем шарик радиуса R_1 и R_2 , причем $R_2 = R_1 \cdot 2$, тогда при равной скорости вращения $\frac{F_{c1}}{F_{c2}} = \frac{B \cdot R_1 \cdot v}{B \cdot R_2 \cdot v} =$

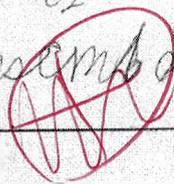
$\frac{R_1}{R_2} = 1:2$. Теперь рассмотрим как изменится вес тела, т.к. мы увеличим радиус шара в 2 раза, то объем увеличится в $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$ раз. Тогда и сила архимеда, и сила тяжести увеличатся в 8 раз \Rightarrow и вес увеличится в 8 раз.

Но если вес, тогда шарик будет ~~равновесно~~ равномерно вращаться, тогда ~~вес был равен~~ $P = F_c$, но это все был равен силе сопротивления. Но в нашем случае ~~равновесно~~

получается, что F_c увеличится в 2 раза,

$$d P \text{ в } 8 \text{ раз} \Rightarrow \frac{F_{c1}}{F_{c2}} = \frac{1}{8} \Rightarrow \frac{B \cdot R_1 \cdot v_1}{B \cdot R_2 \cdot v_2} = \frac{1}{8} = \frac{R_1}{R_2} \cdot \frac{v_1}{v_2}$$

$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{4} \Rightarrow$ скорость вращения в 4 раза больше





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

③ Следовательно быстрее падает ~~большая шарик~~ шарик, который будет больше.

Ответ: Правд Камд, быстрее падает больше шарик.

②

Скорость мальчиков на 30% больше скорости девочек $\Rightarrow v_{м} = 1,3 \cdot v_{д}$. Пусть S - длина всего пути. П.в. Мальчики быстрее девочек, то ~~то~~ сначала $\frac{1}{2}S$ проехали тем, потом начали бежать камд Камд. В течение 6 (мин) одновременно бежали Камд и свет, но потом свет пробежал свою половину пути и начал бежать гила.

$$\Rightarrow \frac{\frac{1}{2}S}{v_{д}} - \frac{\frac{1}{2}S}{v_{м}} = 6 \quad \#$$

$$\frac{\frac{1}{2}S}{v_{д}} - \frac{\frac{1}{2}S}{1,3v_{д}} = 6 \quad \frac{\frac{13}{26} \cdot S - \frac{10}{26}S}{v_{д}} = 6$$

$$\frac{\frac{3}{26}S}{v_{д}} = 6 \quad \Rightarrow \frac{\frac{1}{2}S}{v_{д}} = 6 \cdot \frac{\frac{1}{2}}{\frac{3}{26}} = 6 \cdot \frac{13}{3} = 26 \text{ (мин)}$$

\Rightarrow всего свет бежал 26 (мин)

Ответ: 26 (мин)



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано
с этой стороны листа в рамке справа

③

Будем спускать кабелем по длине штыря,
~~все~~ всего будет 4 захода вверх и 8 вниз.

Будем чередовать подвешивание кабелей вверх
и вниз, чтобы лишняя часть не спускалась
вдоль. Тогда получается всего будет спустить
воду и 5 раз поднять. Спустить придется на 4 раз
т.к. диаметр, чтобы спустить нужно сначала
поднять. В сумме 11 (подъемов + спусков).

В каждой раз вода будет $13 \cdot 290 \cdot 30 \text{ м} =$
 $= 113100 \text{ (м}^3\text{)}$ ^{поднимается} на высоту 13 (м).

Будет ~~раз~~ произведена работа $113100 \cdot g \cdot 13 =$
 $= 113100 \cdot 1000 \cdot 10 \cdot 13 = 13 \cdot 1131 \text{ (МДж)} = 14703 \text{ (МДж)}$.

В итоге за 11 (подъемов + спусков) будет произведена
работа $\frac{14703 \cdot 11}{1000} \text{ (Дж)} = 161,733 \text{ (Дж)}$

Ответ: 161,733 (Дж)



$$\begin{array}{r}
 147030 \\
 14703 \\
 14703 \\
 14703 \\
 14703 \\
 \hline
 161733
 \end{array}$$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Р9F01	МЭИ с использованием ВКС
-------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЯЫ23-65

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Турченко

ИМЯ _____ Тимофей

ОТЧЕСТВО _____ Павлович

Дата рождения _____ 23.09.2009

Класс: _____ 9

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 8 _____ листах

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1.

Дано:

$$N_1 > 1 \text{ кВт}$$

$$N_2 > 2 \text{ кВт}$$

Сравнить Q_1 и Q_2

Решение.

Поскольку указанные массы и температуры чайника и воды равны, то и на нагревание воды до кипения нужно потратить одинаковое количество энергии.

$$Q_1 = N_1 \cdot t_1 = m v c_v (100^\circ\text{C} - t_{0v}) + m v \cdot l + m_{\text{ч}} c_{\text{ч}} (100^\circ\text{C} - t_{0\text{ч}}) =$$

$$= Q_2 = N_2 \cdot t_2$$

где: $m v$ - масса воды

$m_{\text{ч}}$ - масса чайника

$c_v, c_{\text{ч}}$ - ~~удельные~~ удельные теплоемкости

$t_{0v}, t_{0\text{ч}}$ - указанные тем-ры воды и чайника

а потери! \ominus

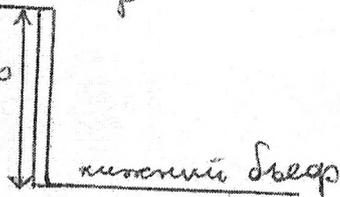


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

N's

Верхний бьеф

h - высота подпорного уровня



Дано:

$$h = 1,04 h_0$$

$$\frac{N_1}{N_0} = ?$$

Решение:

Энергия, которую можно получить за время t .

$$E = A_{\text{ос}} = m g h - \text{высота}$$

энергия
работа воды
масса воды

$$N = \frac{E}{t} = \left(\frac{m v}{t} \right) \cdot g \cdot h = \text{const} \cdot h$$

Считаем, что в единицу времени происходит одинаковая масса воды независимо от h

$$\frac{N_1}{N_0} = \frac{\frac{m v}{t} \cdot g \cdot h_1}{\frac{m v}{t} \cdot g \cdot h_0} = \frac{h_1}{h_0} = 1,04$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№3

Дано:

$$S_1 = 160 \text{ см}^2$$

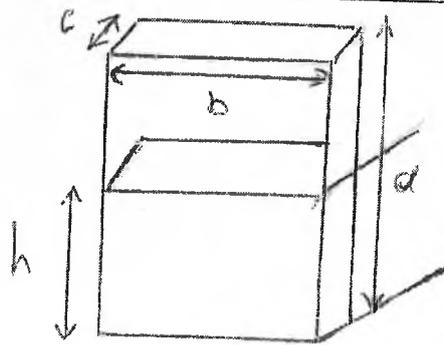
$$S_2 = 200 \text{ см}^2$$

$$S_3 = 500 \text{ см}^2$$

$$F_3 = 60 \text{ Н}$$

$$F_1 = F_2 = 8 \text{ Н}$$

$$F_2 = ?$$



т.к. $F_1 \neq F_3$,
в первом случае тело
не будет полностью
покрыто водой
то есть $a > h$

h - уровень воды

Без ограничений единственности скажем
что $a > b > c$

a, b, c - стороны параллелепипеда.
Тогда

$$\begin{cases} S_1 = b \cdot c \\ S_2 = a \cdot c \\ S_3 = a \cdot b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 160 = bc \\ 200 = ac \\ 500 = ab \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c = 8 \text{ см} \\ b = 20 \text{ см} \\ a = 25 \text{ см} \end{cases}$$

$$V = \sqrt{S_1 \cdot S_2 \cdot S_3} = 4000 \text{ см}^3$$

1) Тело на грани S_1 :

$$F_1 = mg - F_{арх1}$$

$$F_1 = \rho_{\text{тела}} \cdot V_{\text{тела}} \cdot g - \rho_{\text{воды}} \cdot V_{\text{погруж.}} \cdot g$$

$$F_1 = \rho_r \cdot V \cdot g + \rho_b \cdot V \cdot g \cdot \frac{h}{a}$$

$$F_1 = V \cdot g \cdot (\rho_r - \rho_b \cdot (\frac{h}{a}))$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

3) т.к. если бы в одном случае тело будет полностью покрыто водой, то при нахождении с гранью S_3 так же тело обязательно будет покрыто водой

$$F_3 = mg - F_{\text{арх3}}$$

$$F_3 = \rho_T V_T g - \rho_B V_T g$$

$$\rho_T - \rho_B = \frac{F_3}{V_T g}$$

$$\rho_T = \frac{F_3}{V_T g} + \rho_B = \frac{60 \text{ Н}}{0,004 \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2} + 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$F_T = V_T g (\rho_T - \rho_B \cdot \frac{h}{a})$$

$$\frac{F_T}{V_T g} = \rho_T - \rho_B \cdot \frac{h}{a}$$

$$\rho_B \cdot \frac{h}{a} = \rho_T - \frac{F_T}{V_T g}$$

$$h = \left(\frac{\rho_T - \frac{F_T}{V_T g}}{\rho_B} \right) \cdot a$$

$$h = \frac{2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - \frac{7,8 \text{ Н}}{0,004 \text{ м}^3 \cdot 10}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} \cdot 0,25 \text{ м} = \frac{2500 - 1920}{4000} \cdot 0,25 = 0,175 \text{ м}$$

= 17 см.

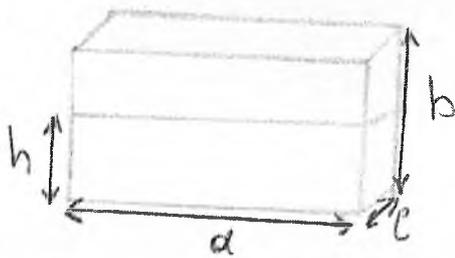


Выводит, параллелепипед будет полностью покрыт водой только в положении 3.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

2)

По аналогии с F_1

$$F_2 = mg - F_{\text{арх}} = V_T \cdot g \left(\rho_r - \rho_l \cdot \frac{h}{b} \right)$$

$$F_2 = 0,004 \text{ м}^3 \cdot \left(2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} - 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{0,17 \text{ м}}{0,2 \text{ м}} \right) \cdot 10 \text{ м/с}^2 =$$
$$= 0,004 \text{ м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 1650 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 66 \text{ Н. } (+)$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

\sqrt{t}

Дано:

$\Delta t_1 = 16 \text{ мин.}$

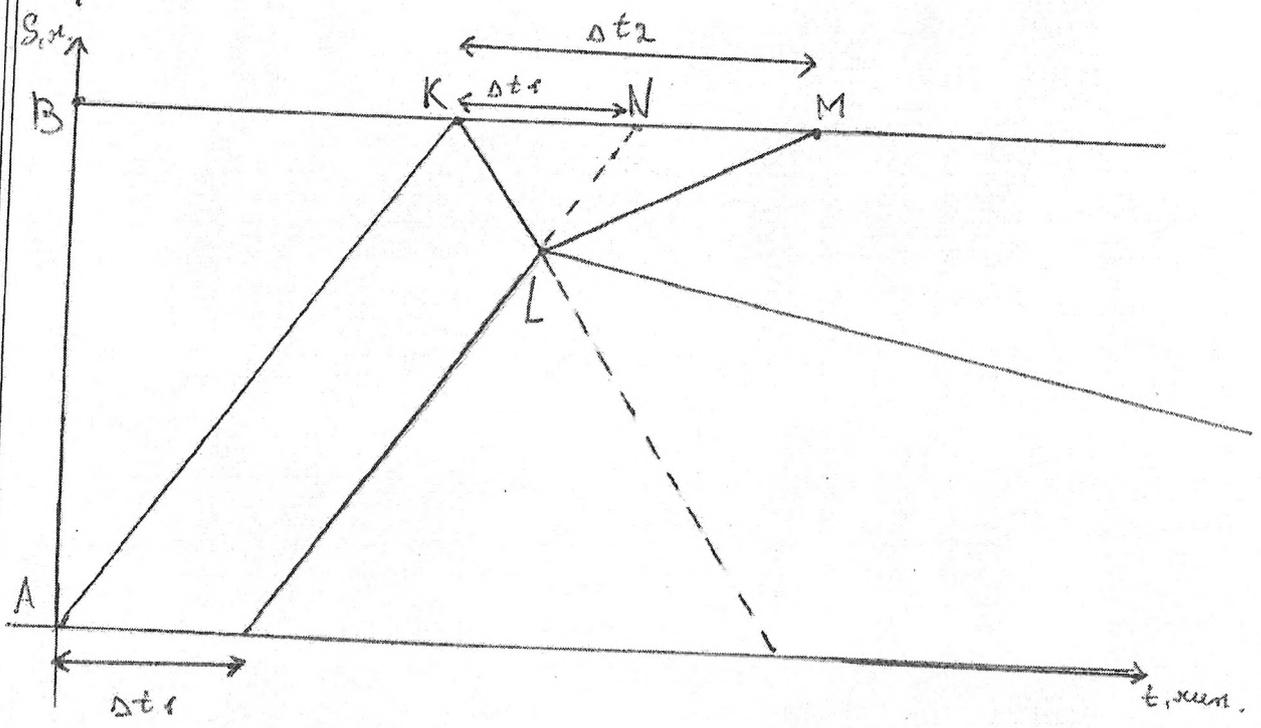
$\Delta t_2 = 45 \text{ мин.}$

$\frac{v}{4} = ?$

Решение:

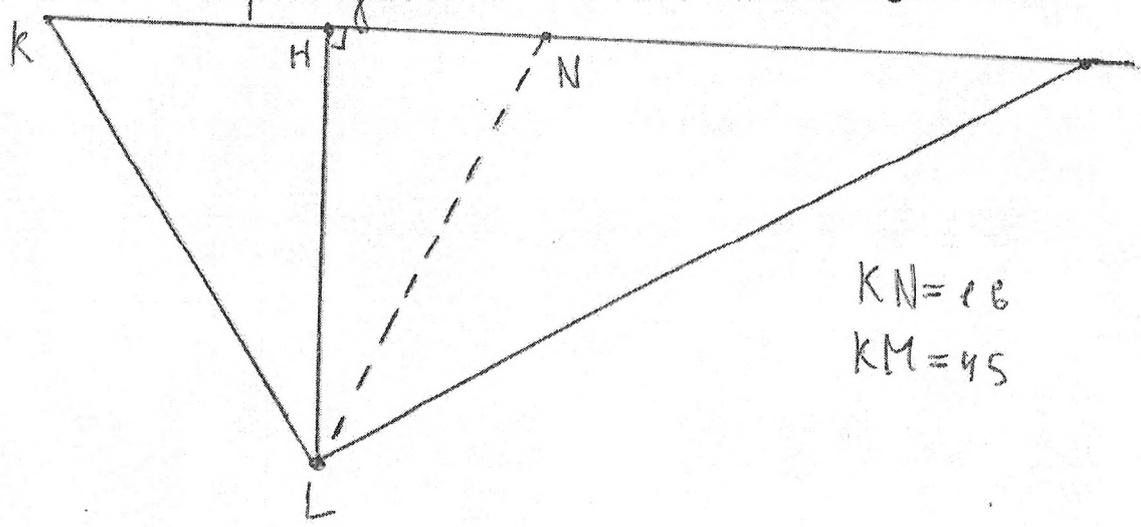
Пусть $v \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ - скорость велосипеда

$u \frac{\text{м}}{\text{мин}}$ - скорость пешака



Решим задачу геометрически

Рассмотрим участок после столкновения



$KN = 16$

$KM = 45$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

т. к. скорости на велосипедах равны: $\angle HKL = \angle HNL$

ΔKNL - равнобедренный
с основанием KN

LH - высота к основанию равнобедр. треугольника \Rightarrow
 LH медиана $\Rightarrow KH = NH = \frac{KN}{2} = 8$

~~$MK = MH$~~

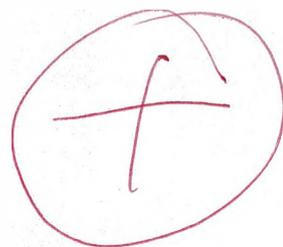
$$MH = MK - KH = 45 - 8 = 37$$

Выходит, на велосипеде Васа дрежал от места столкновения до Паранкина за 8 минут (HN), а пешком дошёл за 37 минут (MH)

Пусть от места столкновения до Паранкина скорость тогда $v = \frac{S}{8}$ и $u = \frac{S}{37}$

$$\frac{v}{u} = \frac{37}{8} = 4,625$$

Ответ: в 4,625 раз.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№2

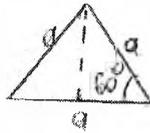
Дано:

$$a = 0,14 \text{ км}$$

 $S_{\text{уд}} = ?$

1) Площадь одного правильного шестиугольника

$$S = 6S_{\Delta}, \text{ где } S_{\Delta} - \text{площадь прав. треугольника (со стороной } a)$$



$$\sin 60 = \frac{h}{a}$$

$$h = a \sin 60 = a \frac{\sqrt{3}}{2}$$

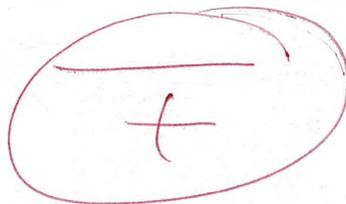
$$S_{\Delta} = \frac{1}{2} \cdot a \cdot h = \frac{1}{2} a \cdot a \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{a^2 \sqrt{3}}{4}$$

$$S = 6 \cdot S_{\Delta} = 6 \cdot \frac{a^2 \sqrt{3}}{4} = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$$

2) т.к. имеется 2 стороны, то полная площадь поверхности одного шестиугольника равна $2S$, т.е. $S_{\text{пов.}} = 2S = 3\sqrt{3}a^2$

3) в одной шестиугольнике 6 атомов углерода
 $m = 6 \cdot m_0 = 6 (12 \cdot 1,66 \cdot 10^{-24}) = 119,52 \cdot 10^{-24} \text{ (кг)}$

$$4) S_{\text{уд}} = \frac{S_{\text{пов.}}}{m} = \frac{3\sqrt{3} \cdot (0,14 \cdot 10^{-3})^2}{119,52 \cdot 10^{-24}} = 852 \frac{\text{м}^2}{\text{кг}}$$



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Р9F01	ИГЭУ им. В.И.Ленина (г.Иваново)
-------	------------------------------------

№ группы

Место проведения

ПБ26-78

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Холодков

ИМЯ _____ Ярослав

ОТЧЕСТВО _____ Игоревич

Дата рождения _____ 19.06.2009

Класс: _____ 9

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 4 _____ **листах**

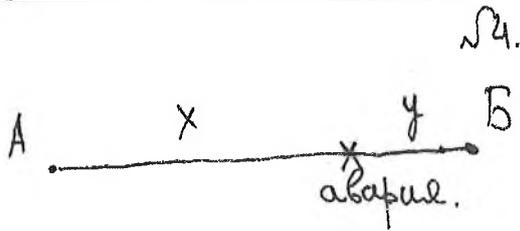
Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



1. Пусть v км/ч - скорость ребят на велосипедах, v_1 км/ч - скорость ребят пешком, тогда до столкновения Тете проехал расстояние равное $x+y+y = x+2y$, а Васе проехал x . Значит Тете потрачено на путь время равное $\frac{x+2y}{v}$, а Васе $\frac{x}{v}$; По условию задачи $\frac{x+2y}{v} = \frac{x}{v} + \frac{16}{60}$.

$$\frac{x+2y}{v} = \frac{x}{v} + \frac{16}{60}$$

2. Так как y Васе уже шел со скоростью v_1 значит на этот путь он потратил $(\frac{y}{v_1})$ ч.

По условию задачи Васе дошел до Барышкино через 45 мин после Тети, значит.

$$\frac{y}{v_1} + \frac{y}{v} = \frac{3}{4}$$

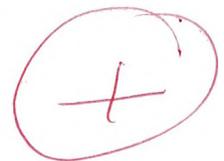
$$\begin{cases} \frac{x+2y}{v} = \frac{x}{v} + \frac{4}{15} \\ \frac{y}{v_1} + \frac{y}{v} = \frac{3}{4} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{2y}{v} = \frac{4}{15} \\ \frac{y}{v_1} + \frac{y}{v} = \frac{3}{4} \end{cases} \quad \begin{cases} 4v = 30y \\ \frac{y}{v_1} + \frac{y}{v} = \frac{3}{4} \end{cases} \quad \begin{cases} v = \frac{15y}{2} \\ \frac{y}{v_1} = \frac{3}{4} - \frac{2}{15} \end{cases}$$

$$\begin{cases} v = \frac{15y}{2} \\ \frac{y}{v_1} = \frac{45}{60} - \frac{8}{60} \end{cases} \quad \begin{cases} v = \frac{15y}{2} \\ \frac{y}{v_1} = \frac{37}{60} \end{cases} \quad \begin{cases} v = \frac{15y}{2} \\ v_1 = \frac{60y}{37} \end{cases}$$

$$\frac{v}{v_1} = \frac{15y}{2} : \frac{60y}{37} = \frac{37}{8} = 4,625$$

Ответ: в 4,625 раза.





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



Горка данного шестиугольника
равна $0,14 \text{ км}$.

Для того, чтобы вычислить площадь, занимаемую
слоем углерода. Нам нужно вычислить площадь
1 такого шестиугольника.

$$S = \frac{1}{2} R^2 \cdot n \cdot \sin \frac{360}{n}$$

$$S = \frac{1}{2} \cdot (0,14)^2 \cdot 6 \cdot \sin 60^\circ = \frac{1}{2} \cdot (0,14)^2 \cdot 6 \cdot 1,72 =$$

$$= 0,0098 \cdot 6 \cdot 1,72 = 0,0098 \cdot 10,32 = 0,1 \text{ км}^2$$

Если масса всех атомов в данной шестиуголь-
нике равна 12 , то удельная площадь графена
равна $0,1 \text{ км}^2$.

Если же нам понадобится больше шестиуголь-
ников, то удельная площадь графена будет
составить $0,1x \text{ км}^2$, где x - кол-во шестиугольников.

и ???

(—)



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

√1.

$P_1 = 1000 \text{ Вт}$ - мощность I чайника.

$P_2 = 2000 \text{ Вт}$ - мощность II чайника.

$$\textcircled{1} \quad \eta_1 = \frac{A_n}{A_z} = \frac{Q}{P_1 \cdot t_1} = \frac{c \cdot m \cdot \Delta t}{P_1 \cdot t_1}$$

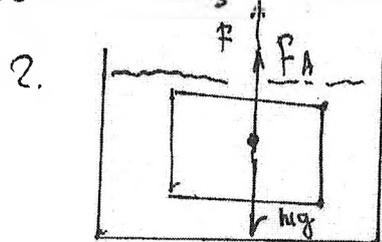
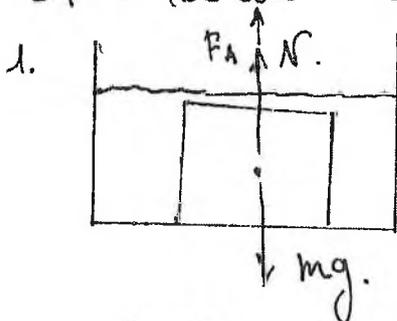
$$\textcircled{2} \quad \eta_2 = \frac{A_n}{A_z} = \frac{Q}{P_2 \cdot t_2} = \frac{c \cdot m \cdot \Delta t}{P_2 \cdot t_2}$$

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{c \cdot m \cdot \Delta t}{P_1 \cdot t_1} : \frac{c \cdot m \cdot \Delta t}{P_2 \cdot t_2} = \frac{P_2 \cdot t_2}{P_1 \cdot t_1} = \frac{2000 \cdot t_2}{1000 \cdot t_1} = \frac{2 \cdot t_2}{t_1}$$

Ответ: $\frac{2t_2}{t_1}$

√3.

$$S_1 = 160 \text{ см}^2 \quad S_2 = 200 \text{ см}^2 \quad S_3 = 500 \text{ см}^2$$



② $F + F_A = mg$; по 2 закону Ньютона, т.к. $a = 0$.

$$60 + \rho \cdot g \cdot V_{\text{воз}} = mg$$

$$60 + 10^4 V_{\text{воз}} = \rho + Vg \quad V_{\text{воз}} = V$$

$$6 = \rho + Vg - 10^4 V \quad V = 2^3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 25 = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

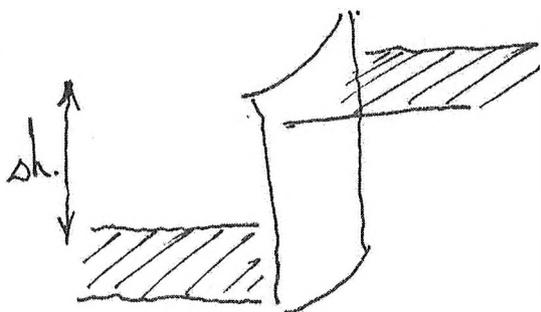


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\beta \approx \frac{4}{1000} (\rho_T - 1000)$$

$$\rho_T \approx 500 \text{ кг/м}^3$$

ДБ.



sh - разность высот уровней воды.

sh + 0,04sh - увеличенная на 4% разность.

$$P_{\text{ст}} = \frac{A}{r}$$

$$A_2 \cdot E_k - E_n = \frac{mv^2}{2} - mgh$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{A_1}{r} : \frac{A_2}{r} = \frac{A_1}{A_2} = \frac{\frac{mv^2}{2} - mgh}{\frac{mv^2}{2} - mg(h + 0,04h)} =$$

$$= \frac{\frac{v^2}{2} - gh}{\frac{v^2}{2} - gh - 0,04gh} = \frac{v^2 - 2gh}{v^2 - 2gh - 0,08gh} =$$

$$= \frac{v^2 - 2gh - 0,08gh}{v^2 - 2gh} = \frac{v^2 - gh \cdot (2 + 0,08)}{v^2 - 2gh} = \frac{v^2 - 2,08gh}{v^2 - 2gh}$$

Значит $\frac{P_2}{P_1} = \frac{v^2 - 2gh}{v^2 - 2,08gh} \cdot 100 = \frac{100(v^2 - 2gh)}{v^2 - 2,08gh}$

Ответ: $\beta = \frac{100(v^2 - 2gh)}{v^2 - 2,08gh}$



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P10F01	КГЭУ (г. Казань)
--------	------------------

№ группы

Место проведения

ЭЖ76-48

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Хуснутдинова

ИМЯ _____ Марьям

ОТЧЕСТВО _____ Рустемовна

Дата рождения _____ 23.02.2008

Класс: _____ 10

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 2 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№2
 $\alpha = 0,14 \text{ рад}$
 $m = 12$
 $S = ?$

$S' = S = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$



$S_{\text{от}} = 10S'$
 $N_{2\text{т}} = 2N(A) - 5$

$S_A = 5S'$
 $N(A) = 19$

$S_{\text{ит}} = 5NS'$

$V = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \quad N = N_A \frac{m}{M}$

$N_{\text{ит}} = nN(A) - 5(n-1)$

$S = kS' = 5NS'$

$N = n \cdot N(A) - 5(n-1)$

$S = 5 \cdot \frac{(N-5)}{14} \cdot \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$

$n = \frac{N-5}{14}$

$= \frac{15\sqrt{3}}{28} a^2 \cdot (N_A \frac{m}{M} - 5) = \frac{15\sqrt{3}}{28} \cdot (6 \cdot 10^{23} \cdot \frac{1}{12} - 5) \approx 182 \text{ А}$

(←)
= ?!

№3
 $V = 20 \text{ л}$
 $n = 2$

$pV = \nu RT \quad \frac{p}{V} = \text{const} \quad \frac{p_1}{V_1} = \frac{p_2}{V_2} \quad \nu_1 = \frac{p_1}{p_2} \nu_2 = \frac{1}{2} \nu_2$

$V' = 0,5 \text{ л}$
 $T = \text{const}$

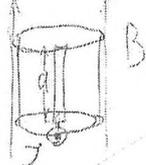
$\nu_1 = \frac{V}{V_m} \quad \nu_2 = 2\nu_1 = \frac{2V}{V_m} = \frac{kV}{V_m} \quad k = \frac{2V}{V'}$

$p_1 = p_2$
 $M = 2 \text{ А}$
 $N = ?$

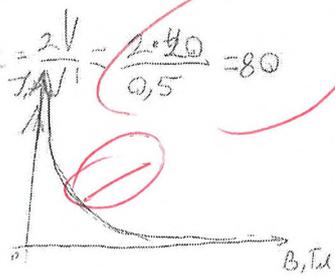
$N = nk \Rightarrow N = k = \frac{2V}{V'} = \frac{2 \cdot 40}{0,5} = 80$

Ответ: 80

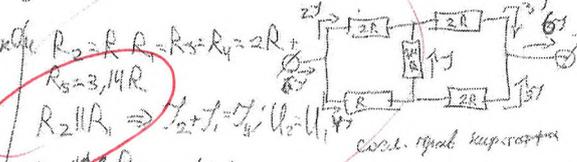
№4
 $\sin \alpha = 1$
 $B \perp \vec{v}$
 $F(B)$



$F = \text{const} = BIl \sin \alpha$
 $I = \frac{E}{B l \sin \alpha} = \text{const}$



№5
 $R_1 = R_3 = 2k\Omega$
 $R_2 = 1k\Omega$
 $R_4 = 3,14k\Omega$
 $I_0 = 100 \text{ мА}$
 $I_2 = ?$



$R_2 \parallel R_1 \Rightarrow I_2 + I_1 = I_0 = 100 \text{ мА}$
 $I_1 = \frac{R_2}{R_1} I_2 = \frac{1}{2} I_2$
 $I_2 = 2I_1 \quad I_2 = 4I_1 \quad I_2 = 6I_1$

$I_3 = 3I_1 = 1,5I_2 = \frac{3}{4} I_2 = \frac{3}{4} \cdot 100 = 75 \text{ мА}$
Ответ: 75 мА

но подробнее!



ВНИМАНИЕ! Проверьте только то, что записано с этой стороны листа - рамке справа

$v = 5$
 $P = \rho Q$
 $P = \rho v$
 $\rho_{\text{лп}} = 1,23 \text{ кПа}$
 $\rho = 10^3 \text{ Па}$
 $g = 9,81 \text{ м/с}^2$
 $b = 1 \text{ м}$
 $d = 4 \text{ м}$
 $t = 10^3 \text{ с}$
 $v_{\text{max}} = ?$

$F = ma = m \frac{v}{t}$
 $\rho = \frac{F}{S} = \frac{mv}{\Delta t S}$
 $v = \frac{v}{\Delta t S} = \frac{\Delta t S \rho}{m}$
 $m = V \rho = b S l$
 $v = \frac{b}{\Delta t} = \frac{\Delta t \rho}{b \rho}$
 $\Delta t = \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P} b}$
 $v = \frac{\Delta P \Delta t S}{V \rho} = \frac{\Delta P S \cdot b \cdot \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}}}{\rho b S} = \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}}$
 $= \sqrt{\frac{10^3 - 1,23 \cdot 10^3}{9,81}} = \sqrt{\frac{98770}{9,81}} \approx \sqrt{10000} = 100 \text{ м/с}$

Ответ: 100 м/с



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Р9F01	МЭИ с использованием ВКС
-------	--------------------------

№ группы

Место проведения

ЯЫ23-79

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Черемисов
ИМЯ _____ Артемий
ОТЧЕСТВО _____ Антонович

Дата рождения _____ 03.06.2009

Класс: _____ 9

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 4 _____ **листах**

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



ВНИМАНИЕ! Проверьте правильность задания и условия задачи

Дано:
 $P_1 = 10\text{Вт}$
 $P_2 = 20\text{Вт}$
 $C = 100\text{пФ}$
 $\Delta T = ?$

а потери?

$R = 1\text{мОм}$ $W = 1\text{т}$
 Так R мала, а мощность $P_1 = 10\text{Вт}$, а $P_2 = 20\text{Вт}$, т.
 $t = \frac{Q}{P}$
 Первую часть будем считать в 2 раза больше, так как, но на деле потребовалось время $W = 1\text{т}$, т.к. мала, подождем для первой части, иначе $\Rightarrow \Rightarrow$ Акт, так как получим несколько разностей электролитов, по второй ($P_2 = 20\text{Вт}$) получим в 2 раза быстрее
 /2

Дано:
 $d = 0,4\text{ нм} = 4 \cdot 10^{-10}\text{ м}$
 $M_c = 12\text{ у.е.м}$
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}\text{ атомов/моль}$
 $S_{\text{пл}} = ?$

$$S_{\text{пл}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2$$

поиск
 где $a = 4 \cdot 10^{-10}\text{ м}$

$$S_{\text{пл}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot (4 \cdot 10^{-10})^2$$

$$S_{\text{пл}} \approx 3,4 \cdot 5,04 \cdot 10^{-20}\text{ м}^2$$

В одной молекуле ионизированной решетки приходится 2 атома углерода. \Rightarrow площадь, приходится на один атом углерода:

$$S_c = \frac{S_{\text{пл}}}{2} = \frac{3,4 \cdot 5,04 \cdot 10^{-20}}{2} \approx 2,54 \cdot 10^{-20}\text{ м}^2$$

Число атомов в 12 углерода

$$n_c = \frac{N_A}{M_c} = \frac{6,02 \cdot 10^{23}}{12} \approx 5,02 \cdot 10^{22}\text{ атомов}$$

Итого площадь поверхности:

$$S_{\text{пл}} = n_c \cdot S_c$$

$$S_{\text{пл}} = (5,02 \cdot 10^{22}) \cdot (2,54 \cdot 10^{-20})$$

$$S_{\text{пл}} \approx 1270\text{ м}^2$$



ВНИМАНИЕ! Проставлять голубику, что задано
с этой стороны листа в рамке справа



Дано

$$S_1 = 160 \text{ см}^2$$

$$S_2 = 200 \text{ см}^2$$

$$S_3 = 500 \text{ см}^2$$

$$F_3 = 60 \text{ Н}$$

$$F_1 = 92,8 \text{ Н}$$

$$F_2 = ?$$

$$F = mg - F_A$$

Так как параллельно положены поршни, F_A в всех случаях
одно и тоже. Тогда разность между силами направлена в
глубь разницы положится обратная разность удельности-
плотности приравновывая силой, зависящей от площади
соприкосновения с жидк.

$$F_1 - F_3 = (mg - F_A + P_1) - (mg - F_A + P_3) = P_1 - P_3$$

Плотность $\rho = k S$, масса

$$(P_1 - P_3) = k(S_1 - S_3)$$

$$(92,8 - 60) = k(160 - 500)$$

$$32,8 = k(-340)$$

$$k = \frac{-32,8}{340} = -0,0965$$

$$mg - F_A + P_3 = 60 - k S_3$$

$$mg = 60 - 0,0965 \cdot 500$$

$$mg = 60 - 48,25 = 11,75 \text{ Н}$$

$$F_2 = mg - F_A + P_2$$

$$F_2 = 11,75 - F_A + k S_2$$

$$F_1 - P_2 = k(S_1 - S_2)$$

$$92,8 - P_2 = -0,0965(160 - 200)$$

$$92,8 - P_2 = -0,0965(-40)$$

$$92,8 - P_2 = 3,86$$

$$F_2 = 92,8 - 3,86 = 88,94 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } 88,94 \text{ Н}$$





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

S - расстояние между деревом и барачком

v_1 - скорость

v_2 - скорость

t_1 - время у барачника Тима

t_2 - время у барачника Васа

Пусть t - время с момента старта у столбов. Тогда:

$$S_1 = v_1 \cdot t$$

Вася начал идти 16 минут позже, т.е. к моменту столкновения он прошел $S_2 = v_2 \cdot (t - 16)$

т.к. они столкнулись, то прошли весь путь в одну сторону

$$S_1 + S_2 = S$$

$$v_1 \cdot t + v_2 \cdot (t - 16) = S$$

$$v_1(t - 16) = S$$

После столкновения:

Тима шел в леве, проехал S_1 км/ч, за время $\frac{S_1}{v_2}$

Вася шел в леве, проехал S_2 км/ч, за время $\frac{S_2}{v_2}$

Из условия знаем, что Вася пробежал в барачком через 45 мин. после Тима

$$\frac{S_2}{v_2} = \frac{S_1}{v_2} + 45$$

Подставим $S_1 = v_1 \cdot t$ и $S_2 = v_2 \cdot (t - 16)$

$$\frac{v_2(t - 16)}{v_2} = \frac{v_1 t}{v_2} + 45$$

$$1 \cdot v_2 = \frac{v_1 t}{v_2} + 45$$

$$-16v_2 = 45v_2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{45}{16} = 2,8125$$

Ответ: ~~в 2,81 раз быстрее~~

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

P10F01	МЭИ с использованием ВКС
--------	--------------------------

№ группы

Место проведения

БГ72-12

шифр

← Не заполнять
Заполняется
ответственным
работником

Вариант № _____

ФАМИЛИЯ _____ Черных

ИМЯ _____ Мария

ОТЧЕСТВО _____ Андреевна

Дата рождения _____ 21.08.2008

Класс: _____ 10

Предмет _____ Физика

Этап: _____ Заключительный

Работа выполнена на _____ 5 _____ листах

Дата выполнения работы: _____ 16.03.2025 11:00
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: _____

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



Задача 4.

Дано:

$$I_A = 100 \text{ мА} = 0,1 \text{ А}$$

$$R_1 = R_3 = R_4 = 2 \text{ кОм}$$

$$R_2 = 1 \text{ кОм}$$

$$R_5 = 3,14 \text{ кОм}$$

 $R_3 - ?$

1) Определим эквивалентное сопротивление параллельных участков:

• Параллельное соединение R_1 и R_2 :

$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 \cdot 1}{2 + 1} = \frac{2}{3} \text{ (кОм)}$$

• Параллельное соединение R_3 и R_4 :

$$R_{34} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = \frac{2 \cdot 2}{2 + 2} = \frac{4}{4} = 1 \text{ (кОм)}$$

2) Найдем общее сопротивление верхней ветви:

ветви:

$$R_{13} = R_1 + R_3 = 2 + 2 = 4 \text{ (кОм)}$$

• Найдем общее сопротивление нижней ветви:

$$R_{24} = R_2 + R_4 = 1 + 2 = 3 \text{ (кОм)}$$

• Найдем общее сопротивление параллельного соединения ветвей:

$$R_{1234} = \frac{R_{13} \cdot R_{24}}{R_{13} + R_{24}} = \frac{4 \cdot 3}{4 + 3} = \frac{12}{7} \text{ (кОм)}$$

• Найдем общее сопротивление всей цепи:

$$R_{\text{общ}} = R_{1234} + R_5 = \frac{12}{7} + 3,14 = \frac{12}{7} + \frac{3,14}{100} = \frac{1200 + 2,198}{700} = \frac{3398}{700} \approx 4,85 \text{ (кОм)}$$

3) Найдем напряжение источника:

$$U = I \cdot R_{\text{общ}} = 0,1 \cdot 4,85 = 0,485 \text{ (В)}$$

4) Найдем ток через резистор R_3 :

• Сначала найдем напряжение на параллельном участке:

$$U_{1234} = U - I_A \cdot R_5 = 0,485 - 0,1 \cdot 3,14 = 0,485 - 0,314 = 0,171 \text{ (В)}$$

• Теперь найдем ток через R_3 :

$$I_3 = \frac{U_{1234}}{R_{13}} = \frac{0,171}{4} = 0,04275 \text{ (А)}; \quad I_3 = 42,75 \text{ мА}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Ответ: $I_3 = 42,75 \text{ мА}$.

Задача 5

Дано:

$$t = 10^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{нас}} = 1,23 \text{ кПа} = 1230 \text{ Па}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$P_A = 10^5 \text{ Па}$$

$$\rho = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$H = 13 \text{ м}$$

~~Вопрос~~ $v = ?$

Для предотвращения кавитации необходимо чтобы давление в любой точке потока было выше давления насыщенного пара. В гидро турбине минимальное давление возникает на выходе из рабочего колеса

1) Энергия на единицу массы воды:

$$E = gH = 9,81 \cdot 13 = 127,53 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \right) \quad ??$$

2) Скорость потока:

$$v_n = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 13} \approx 16 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \quad ??$$

3) Уравнение Бернулли:

$$P_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2$$

Будем считать, что на входе в турбину скорость воды близка к нулю ($v_1 \approx 0$), а высоты h_1 и h_2 отличаются на величину напора H ; Тогда:

$$P_A + \rho g H = P_{\text{min}} + \frac{1}{2} \rho v^2$$

где P_{min} - минимальное давление, которое должно быть больше или равно давлению насыщенного пара $P_{\text{нас}}$.

4) Рассчитаем минимальное давление:

$$P_{\text{min}} = P_A + \rho g H - \frac{1}{2} \rho v^2$$

Для предотвращения кавитации $P_{\text{min}} \geq P_{\text{нас}} \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_{\text{min}} = 10^5 + 1000 \cdot 9,81 \cdot 13 - \frac{1}{2} \cdot 1000 \cdot v^2 = 100000 + 127530 - 500 v^2 = 227530 - 500 v^2$$

5) Условие кавитации: $P_{\text{min}} \geq P_{\text{нас}}$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа.

(Продолжение задачи 3)

$$227530 \approx 500v^2 \approx 1230$$

$$500v^2 \leq 226300$$

$$v^2 \leq 452,6$$

$$v \leq \sqrt{452,6} \quad (\sqrt{452,6} \approx 21,27 \frac{m}{c})$$

$$v \approx 21,27 \left(\frac{m}{c}\right)$$

Ответ: $v \approx 21,27 \frac{m}{c}$.

W=?



Задача 3.

Дано:

$$V = 20 \text{ л.}$$

$$V = 0,5 \text{ л.}$$

n - ?

1) Используем закон Бойля-Мариотта для изотермического процесса: $P_1 V_1 = P_2 V_2$.

В начале давление в камере $P_1 = 1 \text{ атм.}$

Объем камеры $V_1 = V = 20 \text{ л.}$

В конце давление в камере $P_2 = 2 \text{ атм.}$

Объем камеры $V_2 = V = 20 \text{ л.}$

2) Объем воздуха, который нужно добавить в камеру:

$$V_{\text{доб}} = V_2 - V_1 = V \cdot \frac{P_2}{P_1} - V = V \cdot \left(\frac{P_2}{P_1} - 1\right) = 20 \cdot (2 - 1) = 20 \text{ (л)}$$

3) Объем воздуха, который добавляется за одно качание

$$V = 0,5 \text{ л} \Rightarrow n = \frac{20}{0,5} = 40 \text{ (раз)}$$

Ответ: $n = 40 \text{ раз.}$



Задача 2

Дано:

$$a = 0,14 \text{ нм.}$$

S_{уд} - ?

1) Рассчитаем площадь одного шестигольника:

$$S = \frac{3\sqrt{3}}{2} a^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} \cdot (0,14 \cdot 10^{-9})^2 \approx 5,1 \cdot 10^{-20} \text{ (м}^2\text{)}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

(Продолжение задания)

рис?

2) Рассчитаем количество атомов в одном шестиугольнике:

- в одном шестиугольнике 6 атомов в вершинах. Каждый атом в вершине принадлежит трем шестиугольникам, поэтому каждой атом вносит $\frac{1}{3}$ часть в площадь треугольника.

Таким образом, в одном шестиугольнике содержится $6 \cdot \frac{1}{3} = 2$ (атома)

3) Рассчитаем массу одного атома углерода:

- атомная масса $M_c = 12 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$

- $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$

- масса одного атома углерода: $m_c = \frac{M_c}{N_A} = \frac{12 \text{ г/моль}}{6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}} \approx 1,99 \cdot 10^{-23} \text{ г}$

4) Ответ Рассчитаем площадь, приходящуюся на один атом:

- площадь одного шестиугольника: $S = 5,1 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$

- кол-во атомов в шестиугольнике: 2

- площадь на один атом: $\frac{S}{2} \approx 2,55 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2$

5) Удельная площадь поверхности:

- количество атомов в одном грамме: $\frac{1}{1,99 \cdot 10^{-23}} \approx 5,03 \cdot 10^{22}$ атомов

$\approx 5,03 \cdot 10^{22}$ атомов

- $S_{уд} = 2,55 \cdot 10^{-20} \frac{\text{м}^2}{\text{атом}} \cdot 5,03 \cdot 10^{22} \text{ атомов} \approx 1275 \text{ м}^2$

Ответ: $S_{уд} = 1275 \text{ м}^2$





ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача 1.



1) Примеры работ: в вакуумном диоде электроны вылетают из катодной полости ~~и вылетают из катодной полости~~ (термоэлектронная эмиссия) и движутся к аноду. Сила тока зависит от электронов, достигающих анода.

2) Влияние магнитного поля:

- когда магнитное поле параллельно оси диода, оно не оказывает сил Лоренца

на электроны, так как $\vec{F} = q\vec{v} \cdot \vec{B}$. В этом случае электроны движутся прямолинейно от катода к аноду.

• По мере увеличения индукции магнитного поля, сила тока остается постоянной, так как магнитное поле не движет электроны.

3) График: магнитное поле, параллельное оси диода, не оказывает влияния на движение электронов, так как сила Лоренца в этом случае равна нулю. Поэтому сила тока через амперметр ~~равна~~ остается постоянной и не зависит от величины индукции магнитного поля.