

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭУ

Место проведения

ШТ94-13

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ

АКУЛИН

ИМЯ

ВАСИЛИЙ

ОТЧЕСТВО

ЕВГЕНЬЕВИЧ

Дата  
рождения

15.03.2006

Класс:

11

Предмет

ФИЗИКА

Этап:

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 6 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:



Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, 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

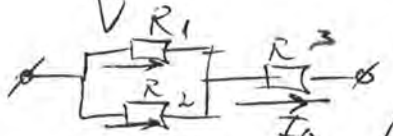
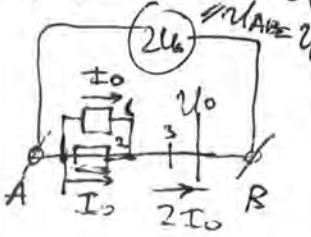


$$U_1 + U_2 = U_0$$

В соот.  $U_0 \sim I_0$ , диод эквивалентен резистору

Схема подкиточерки

$$(2) \frac{3}{2}U_0 < U < 2U_0$$



(1) Схема подкиточерки

$$I_0 = \frac{U_0}{R}$$

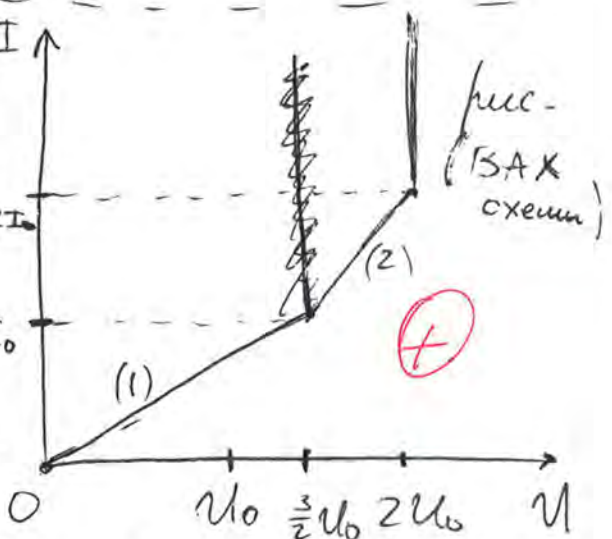
$$0 < U < \frac{3}{2}U_0$$

$$\frac{2U_0}{3R} = I_0 = \frac{2}{3}I_0$$

$$\frac{3U_0 \cdot 2}{2 \cdot 3R} = I_0$$

$$U = \frac{3}{2}U_0$$

где I - общий ток в цепи U - общее напряжение в цепи.



Комплексное напряжение из приведенных выше величин мы видим, что общее напряжение должно достигать  $\frac{3}{2}U_0$ , чтобы первая резистор перевернулся

и увеличивать напряжение в цепи, параллельно подключенные диоды превратятся в резисторы, тогда, когда  $I = 2I_0$

преобразование (3-го диода) становится проводимостью. Исходящее, для этого напряжения  $U_0$  и  $2U_0$  в итоге, что при  $U = 2U_0$



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

№ 2  
 $S = 30 \text{ км}$ ;  
 $t = 20 \text{ мин}$ , Какими будут максимальная скорость  $v$  в процессе движения  $v_{\text{max}} = 120 \text{ км/ч}$ .

$$S = \frac{at_1^2}{2} + v_{\text{max}} t_2 + v_{\text{max}} t_3 - \frac{at_3^2}{2}$$

Построим график.

Зависимости скорости

от времени

учитывая, что разгон и торможение с разными ускорениями происходят.

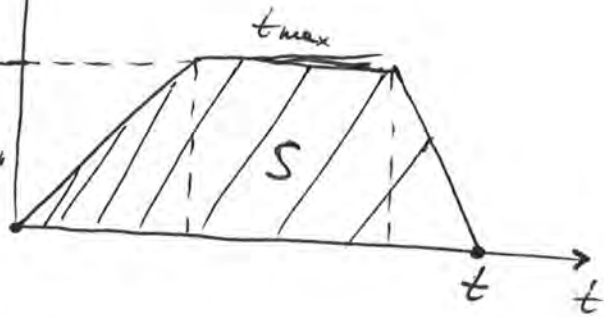
График представляет собой трапецию.

её площадь вычисляется по формуле и соответствует площади «настоящей» трапеции

$$t_1 + t_2 + t_3 = t$$

$$S_{\text{max}} = v_{\text{max}} t_2$$

$t_2 = t_{\text{max}}$  — время движения с максимальной скоростью.



$$S = \frac{(t + t_{\text{max}})}{2} \cdot v_{\text{max}}$$

$$\frac{2S}{v_{\text{max}}} - t = t_{\text{max}}$$

$$S_{\text{max}} = v_{\text{max}} t_{\text{max}} = \left( \frac{2S}{v_{\text{max}}} - t \right) v_{\text{max}} =$$

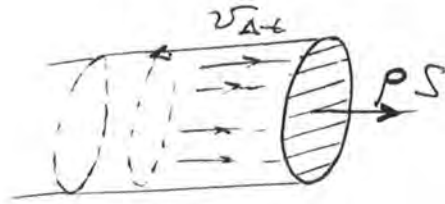
$$S_{\text{max}} = \left( \frac{2 \cdot 30}{120} - \frac{1}{3} \right) \cdot 120 = \frac{1}{6} \cdot 120 = 20 \text{ км/ч}$$

$$\text{Ответ: } S_{\text{max}} = 2S - v_{\text{max}} t = 20 \text{ км/ч}$$



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

№ 3



$$\rho v_{\Delta t}^2 S \cdot \rho = F \Delta t$$

$$\Delta P = F \Delta t$$

$$F \Delta t = \rho S \Delta t v^2$$

$$v^2 \leq P_{\max}$$

$$v^2 \leq P_{\max}$$

$$v \leq \sqrt{P_{\max}}$$

$$v \leq \sqrt{\frac{25 \cdot 10^5}{10^3}} = 50 \text{ м/с}$$

Ответ:  $v \leq 50 \text{ м/с}$ , т.е.  $v_{\max} = 50 \text{ м/с}$

Увеличение кинетической энергии равно кинетической энергии действующей на камень и т.д.

$$P_{\max} = 10^5 \text{ Па}$$

Дано:

$$\omega_1, a_1$$

$$a_2, \omega_2$$

$$m, \omega_2 = 25 \omega_1$$

$$a_2 = a_1$$

$$m;$$

Найти  $a_2$  и  $a_1$ ,  
 $|a_2|, |a_1|$

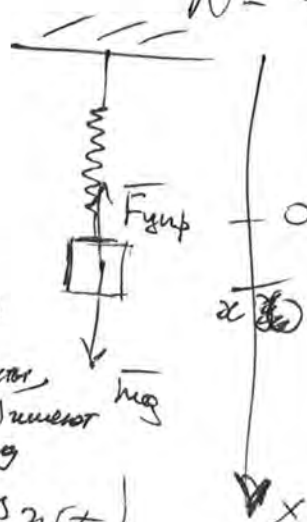
Зависимости (скорости) координаты,  
 ускорения(з) имеют вид

$$(1) x(t) = \frac{mg}{k} (1 - \cos \omega t)$$

$$(2) \dot{x}(t) = \frac{mg}{k} \omega \sin \omega t$$

$$(3) \ddot{x}(t) = \frac{mg}{k} \omega^2 \cos \omega t$$

№ 4



Запишем 2, 3, 14, 0х.  
 (Пусть груз отклонился на величину  $x$  от положения равновесия)

$$-kx + mg = m\ddot{x}$$

$$mg = m\ddot{x} + kx$$

$$g = \ddot{x} + \frac{k}{m}x$$

Нач. условия:  $\begin{cases} x(0) = 0 \\ \dot{x}(0) = 0 \end{cases}$

$$\omega^2 = \frac{k}{m}$$



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

$$\ddot{x}_1 = a_1 = g \cos \varphi_1, \quad \varphi_1 = \omega t_1$$

$$\ddot{x}_2 = a_2 = g \cos \varphi_2; \quad \varphi_2 = \omega t_2$$

$$W_2 + \frac{mv_2^2}{2} + mgx_2 = W_1 + \frac{mv_1^2}{2} + mgx_1$$

$$\frac{kx_2^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} + mgx_2 = \frac{kx_1^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2} + mgx_1$$

$$\frac{kx_2^2}{2} = 25 \frac{kx_1^2}{2}$$

$$\left( \frac{x_2}{x_1} - 5 \right) \left( \frac{x_2}{x_1} + 5 \right) = 0$$

$$\begin{cases} \frac{x_2}{x_1} = 5 & (1) \\ \frac{x_2}{x_1} = -5 \end{cases}$$

$$(1) \quad x_2 = \frac{mg}{k} (1 - \cos \varphi_2)$$

$$x_1 = \frac{mg}{k} (1 - \cos \varphi_1)$$

$$\begin{cases} \frac{a_2}{a_1} = \frac{1 - \cos \varphi_2}{1 - \cos \varphi_1} \\ \frac{a_1}{a_2} = \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} \end{cases}$$

~~$$\begin{cases} x_2 - x_2 \cos \varphi_1 = x_1 - x_1 \cos \varphi_2 \\ a_1 \cos \varphi_2 = a_2 \cos \varphi_1 \end{cases}$$~~

$$\begin{cases} \frac{x_2}{x_1} - \frac{x_2}{x_1} \cos \varphi_1 = 1 - \cos \varphi_2 \\ \frac{a_1}{a_2} \cos \varphi_2 = \cos \varphi_1 \end{cases}$$

$$\frac{x_2}{x_1} - \frac{x_2}{x_1} \cdot \frac{a_1}{a_2} \cos \varphi_2 = 1 - \cos \varphi_2$$

$$\left( \frac{x_2}{x_1} - 1 \right) \left( \frac{x_2}{x_1} \cdot \frac{a_1}{a_2} - 1 \right) = \cos \varphi_2$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{a_1}{a_2} \cdot \left( \frac{x_2}{x_1} - 1 \right)$$

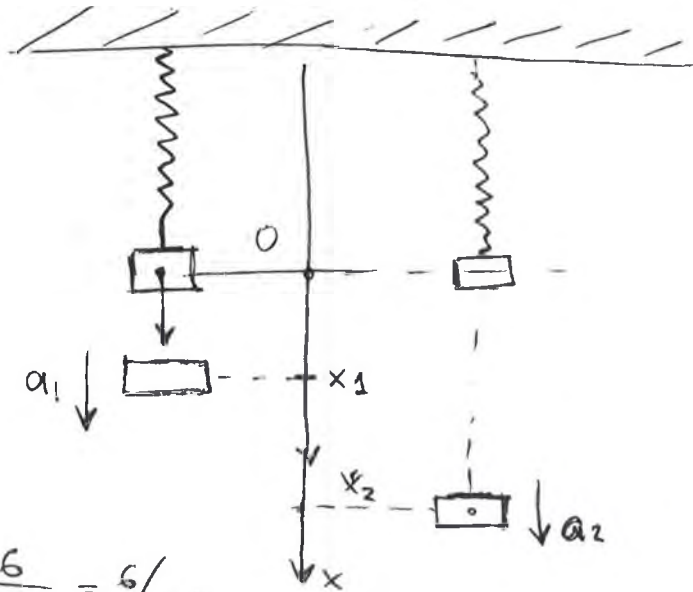
$$(1) \quad \left( \frac{x_2}{x_1} - \frac{a_2}{a_1} \right) \cdot \frac{a_1}{a_2} = \left( \frac{x_2}{x_1} - 1 \right)$$

$$\begin{cases} \cos \varphi_2 = \frac{4}{(5 \cdot 2 - 1)} = \frac{4}{9} \\ \cos \varphi_1 = \frac{4}{4.5} = \frac{8}{9} \end{cases} \quad \begin{cases} a_1 = \frac{8}{9} g \\ a_2 = \frac{4}{9} g \end{cases}$$



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

(1)



(2)

$$\cos \varphi_2 = -\frac{6}{-11} = 6/11;$$

$$\cos \varphi_1 = \frac{-6}{-5/5} > 1, \text{ что невозможно}$$

⇒ Ответ:  $a_1 = \frac{8}{9}g$ ;  $a_2 = \frac{4}{9}g$ ; на каком фазе. Оба направлены вниз.  $q$  вверх.

№ 5



Потенциал шара вблизи его поверхности.  
 $\varphi(R) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$  радиусом R.

По ЗСЗ.

$$0 + q_2 = q_1' + q_2' +$$

$$q_1' = q_2 - \epsilon_2' \cdot 4\pi\epsilon_0 R_2$$

$$q_2 = q_1' + \epsilon_2' \cdot 4\pi\epsilon_0 R_2$$

$$q_1' + q_2 = q_1'' + q_2''$$

$\epsilon_2' = \epsilon_1''$  т.к. оба наводят заряд на 1-м контакте шара

$$2q_2 - \epsilon_2' \cdot 4\pi\epsilon_0 R_2 = q_1'' + q_2''$$

$$\frac{q_2 \cdot 4\pi\epsilon_0 R_1}{4\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2)} + q_2 = \epsilon_2'' \cdot 4\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2)$$

$$\epsilon_2' \cdot 4\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2) = q_2;$$

$$\frac{q_2 \cdot (2R_1 + R_2)}{4\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2)^2} = \epsilon_2''$$

$$\epsilon_2' = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2)};$$



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

$$\left[ \varphi_2 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2} \right]$$

$$\frac{q_2 (2R_1 + R_2)}{4\pi\epsilon_0 (R_1 + R_2)^2} = \varphi_2''$$

$$\frac{\varphi_2''}{\varphi_2} = \frac{(2R_1 + R_2) R_2}{(R_1 + R_2)^2} = \frac{2R_1 R_2 + R_2^2 + R_1^2 - R_1^2}{R_1^2 + 2R_1 R_2 + R_2^2} = 1 - \frac{R_1^2}{(R_1 + R_2)^2}$$

$$\frac{\varphi_2'}{\varphi_2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 1 - \frac{R_1}{(R_1 + R_2)}$$

$$\dots$$

$$\varphi_2 \xrightarrow{t \rightarrow \infty} \varphi_2$$

$$\frac{\varphi_2}{\varphi_2} = 1 - \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)^N$$

Значит, тем же образом, как мы видели, при проведении этого эксперимента, потенциал 1-го шара будет стремиться к стационарному значению, т.е.

$$\varphi_1^\infty = \varphi_2 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$$

$$\text{Ответ: } \varphi_1^\infty = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 R_2}$$

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

РМ F01	Дистанционно, с использованием ВКС
№ группы	Место проведения

DO 24-25
шифр

Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ АЛМАЗОВ

ИМЯ НИКИТА

ОТЧЕСТВО АЛЕКСАНДРОВИЧ

Дата рождения 09.04.2006

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 7 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Н. Алмазов

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



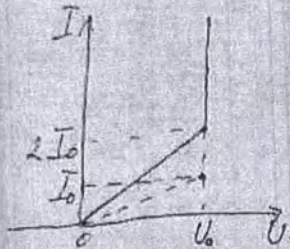


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Сначала составим ВАХ для ~~этого~~ элемента 1-2.



Замечание  
Заметим, что поскольку эти два диода подключены параллельно, то на них всегда будет общее напряжение. Тогда, через этот элемент будет суммарный ток через два диода, ВАХ 1-2 есть просто сумма двух одинаковых вольт-амперных функций, данных в задаче

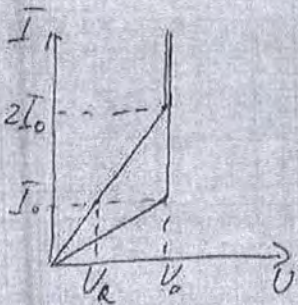


← ВАХ для элемента 1-2.

Короче?

2) У нас есть два элемента 1-2 и 2-3, подключенные последовательно.

Заметим, что через эти два элемента всегда будет идти общий ток, а напряжение на всем участке цепи 1-3 будет равно сумме напряжений на ~~каждом из~~ ~~элементах~~ ~~этих~~ ~~двух~~ ~~элементов~~ обоих элементах при одинаковом токе



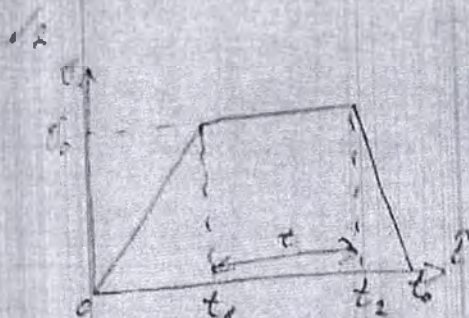
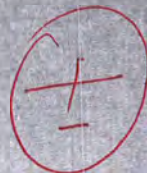
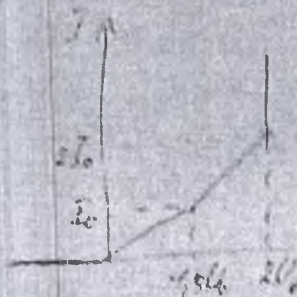
← ВАХ для 1-2 и 2-3 на одном графике

(x)



ВНИМАНИЕ! Пронумерованы только те, что записано в углы стороны листа в рамке справа

считается, что до момента получения



На графике представлены участки разгона (от 0 до  $t_1$ ), участка, где он движется равномерно с макс скоростью (от  $t_1$  до  $t_2$ ),

и участка торможения от  $(t_2$  до  $t_0$ )

Путь, пройденный поездом, есть площадь под графиком, т.е. 30000 м

Поставим поездку в движение,

$$S = 30000 \text{ м} = \frac{v_0 t_0}{2} \cdot \delta \Rightarrow t = \frac{2 \cdot 30000 \text{ м} \cdot \delta}{v_0} - t_0 = \frac{2 \cdot 30000}{33 \frac{1}{3} \text{ м/с}} - 1200 \text{ с} = 600 \text{ с}$$

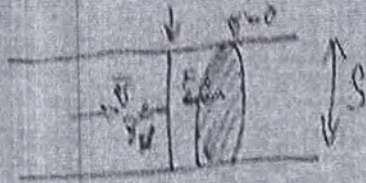
Тогда расстояние, пройденное поездом за время  $t$  с макс скоростью за время  $t$ :

$$S_0 = v_0 t = 33 \frac{1}{3} \text{ м/с} \cdot 600 \text{ с} = 20000 \text{ м} = 20 \text{ км}$$

Ответ: 20 км +



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано в этой стороне листа в рамках стрелки



Пусть уг. смещение действующее со стороны трубы на длину  $l$  механическое напряжение  $\Delta \sigma$

Сразу после удара в воде возникает распространяющаяся волна, за которой вода уже затормозит, а перед которой вода еще не успела среагировать на толчок. Эта волна будет двигаться со скоростью звука  $v_{зв}$

За  $\Delta t$  успеет затормозить вод-во длины  $\Delta l = \Delta t \cdot v_{зв} \cdot S \cdot \rho$

$$\Delta p = v \Delta m = v \Delta t \cdot v_{зв} S \rho$$

С другой стороны  $\Delta p = F \Delta t = p S \Delta t$

$$v \Delta t \cdot v_{зв} S \rho = p S \Delta t$$

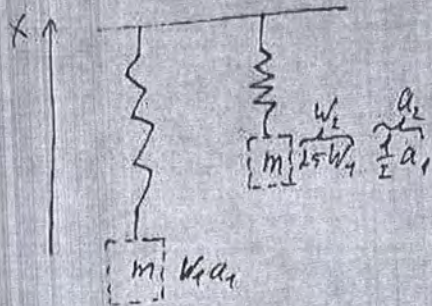
$$\Rightarrow v_{\max} = \frac{F_{\max}}{v_{зв} S} = \frac{25 \cdot 10^5 \text{ Н}}{1250 \text{ м/с} \cdot 1000 \text{ кг/м}^2} = 2 \text{ м/с}$$

Ответ: 2 м/с



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

4



Уравнение колебаний груза пружины

$$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$\Rightarrow x(t) = x_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t\right)$$

$$a(t) = \ddot{x}(t) = -x_0 \frac{k}{m} \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t\right)$$

Формула для потенциальной энергии пружины

$$W = \frac{k(x-x_0)^2}{2} = \frac{k}{2} (x_0 \cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t\right) - x_0)^2$$

(поскольку  $x - x_0$  есть удлинение пружины)

$$\Rightarrow \frac{a_2}{a_1} = \frac{\cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t_2\right)}{\cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t_1\right)} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{W_2}{W_1} = \frac{(\cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t_2\right) - 1)^2}{(\cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t_1\right) - 1)^2} = 25$$

Замета  $\cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t_2\right) = a$   $\cos\left(\sqrt{\frac{k}{m}}t_1\right) = b$

$$\frac{a}{b} = \frac{1}{2} \quad \begin{cases} \frac{a}{b} = \frac{1}{2} \\ \frac{a-1}{b-1} = 5 \\ \frac{a-1}{b-1} = -5 \end{cases}$$

Решим систему



ВНИМАНИЕ! Конкурсная работа не принимается, если отсутствует штамп о приеме работы в олимпиаду

$$1) \begin{cases} \frac{x}{2} = 5 \\ \frac{x+y}{3} = 5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = \frac{4}{3} \\ b = \frac{8}{3} \end{cases}$$

$$2) \begin{cases} \frac{x}{8} = 1 \\ \frac{x+y}{6} = -5 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = \frac{8}{11} \\ b = \frac{12}{11} \end{cases} \text{ - не подходит м.к. } \in [-1; 1]$$

Итак, решаем только одно

$$\cos \sqrt{\frac{k}{m}} t_2 = \frac{4}{9} \quad \cos \sqrt{\frac{k}{11}} t_1 = \frac{8}{9}$$

т.к. оба косинуса положительны, то  $\bar{a}_1, \bar{a}_2$  будут направлены против  $Ox$  (т.е. влево)

$$a_1 = -\frac{kx_0}{m} \cdot \frac{8}{9}$$

$$W_1 = \frac{k}{2} \left( x_0 + \frac{8}{9} x_0 \right)^2 = \frac{289}{162} k x_0^2$$

$$\Rightarrow a_1 = -\frac{8}{9} \cdot \frac{162}{289} \frac{W_1}{x_0 m} = -\frac{144}{289} \frac{W_1}{x_0 m} = -\frac{144}{289} \frac{W_1 k}{m^2 g}$$

$$a_2 = \frac{1}{2} a_1 = -\frac{72}{289} \frac{W_1 k}{m^2 g}$$

Ответ: оба ускорения влево;  $a_1 = \frac{144}{289} \frac{W_1 k}{m^2 g}$

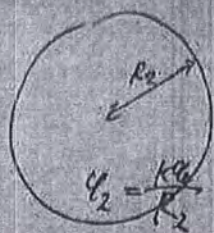
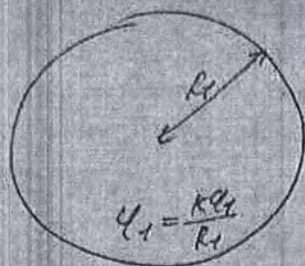
$$a_2 = \frac{72}{289} \frac{W_1 k}{m^2 g}$$

другие случаи?



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

1/5



Решать задачу для общего случая  
 Пусть на первой сфере был заряд  $q_1$  и  
 на второй -  $q_2$ .

После соприкосновения суммарный заряд на  
 сферах сохранится, а потенциалы станут равны.

$$\begin{cases} q_1' + q_2' = q_1 + q_2 \\ \frac{kq_1'}{R_1} = \frac{kq_2'}{R_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q_1' = (q_1 + q_2) \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \\ q_2' = (q_1 + q_2) \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \end{cases}$$

Значит, после каждого соприкосновения на сфере  
 1 оказывается заряд равный

$$q_1' = \lambda q_1 + \lambda q_2 \quad \text{где } \lambda = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

Тогда  $q_{i+1} = \lambda q_i + \lambda q_2$ , где  $q_i$  - заряд на первой  
 сфере после  $i$ -того соприкосновения.

После очень многого кол-ва соприкосновений,  
 на сфере установится заряд такой заряд  $q_\infty$ ,  
 что он уже не будет меняться после следую-  
 щего соприкосновения.

$$q_{i+1} = q_\infty; \quad q_i = q_\infty$$



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

$$q_{\omega} = \alpha q_{\omega} + \alpha q_3 \Rightarrow q_{\omega} = q_3 \frac{\alpha}{1-\alpha} =$$
$$= q_3 \frac{\frac{R_1}{R_1+R_2}}{1 - \frac{R_1}{R_1+R_2}} = q_3 \frac{R_1}{R_2}$$

А потенциалы установятся:  $\varphi = \frac{\kappa q_3 \frac{R_1}{R_2}}{R_1} =$

$$= \frac{\kappa q_3}{R_2}$$

Ответ:  $\frac{\kappa q_3}{R_2}$



Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

СФ МЭЦ

Место проведения

CF52-70

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27991

ФАМИЛИЯ БАЗУН

ИМЯ АЛЕКСЕЙ

ОТЧЕСТВО СЕРГЕЕВИЧ

Дата рождения 11.05.2008

Класс: 9

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 4 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

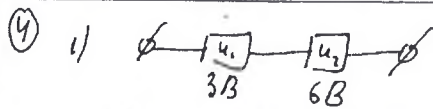
Подпись участника олимпиады: 

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



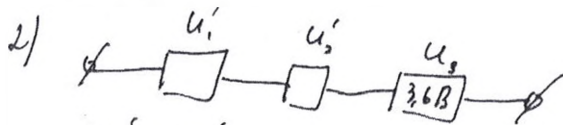


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа



$U = 9\text{В}$  — напряжение источника

$$\left. \begin{array}{l} I_1 = I_2 \\ U_2 = 2U_1 \\ I = \frac{U}{R} \end{array} \right| \Rightarrow R_2 = 2R_1$$



$$U_1' + U_2' = 9\text{В} - 3,6\text{В} = 5,4\text{В}$$

$$\left. \begin{array}{l} R_2 = 2R_1 \\ I_1 = I_2 \\ I = \frac{U}{R} \end{array} \right| \Rightarrow U_2' = 2U_1'$$

$$3U_1' = 5,4\text{В};$$

$$U_1' = 1,8\text{В}$$

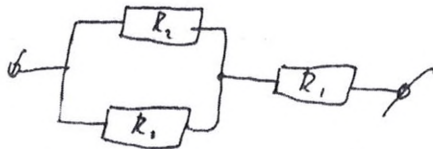
$$U_2' = 3,6\text{В}$$

$$U_2' = U_3 = 3,6\text{В}$$

$$\left. \begin{array}{l} I_2 = I_3 \\ I = \frac{U}{R} \end{array} \right| \Rightarrow R_3 = R_2 = 2R_1$$



3)



$$R_{23} = \frac{R_2}{2}; R_{23} = \frac{2R_1}{2} = R_1, \text{ т.к. } R_2 = R_3 = 2R_1$$

$$\left. \begin{array}{l} R_1 = R_{23} = R_1 \\ I_1 = I_{23} \\ I = \frac{U}{R} \end{array} \right| \Rightarrow U_1 = U_{23} = \frac{U}{2}$$

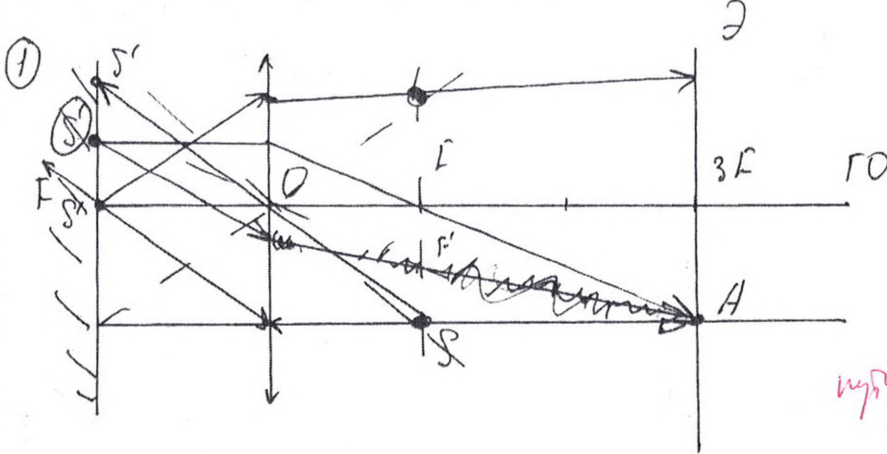
$$U_1 = U_{23} = \frac{9\text{В}}{2} = 4,5\text{В}$$

$$U_2 = U_3 = U_{23} = 4,5\text{В по 3. параллел. с.}$$



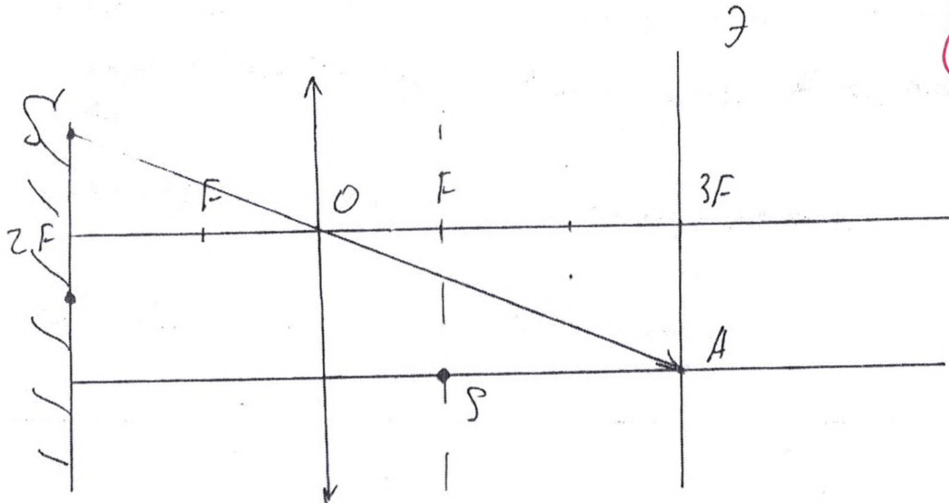
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Ответ:  $U_1 = U_2 = U_3 = 4,5 \text{ В}$ .



Свет будет по всей длине зеркала, т.к. зеркало и источник реального изображения будут в фокусах. Какие изображения будут освещать точку A? Такие образы, откуда изображения источника будут освещать точку A по всей длине зеркала.

$d = F$



Свет также будет по всей длине зеркала, т.к. источник в фокусе. Какие изображения будут освещать точку A, но только сверху зеркала.

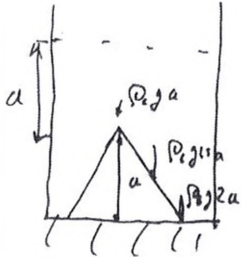
Такие образы, освещенности не измерится.

Ответ: не измерится.



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

② Т.к. пирамида прилегла к дну, то  $F_{дрк} = 0$ .



Давление воды на пирамиду находится в пределах от  $\rho_0 g a$  до  $2\rho_0 g a$  (линия верхняя и нижняя точки). Тогда в среднем вода давит на пирамиду как  $1,5\rho_0 g a$

$$\rho_0 = \frac{F_{б0}}{S}; \quad F_{б0} = \rho_0 S = 1,5\rho_0 g a^3$$

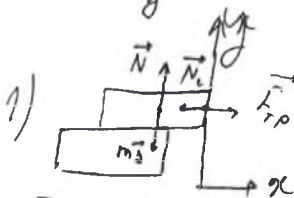
$$F_{г0} = mg = \rho V g = 2,7\rho_0 \frac{a^3}{3} g = 0,9\rho_0 g a^3$$

$$F_{б} = F_{б0} - F_{г0}; \quad F_{б} = 1,5\rho_0 g a^3 - 0,9\rho_0 g a^3 = 2,4\rho_0 g a^3$$

$$F_{б} = 2,4 \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (0,1 \text{ м})^3 = 24 \text{ Н}$$

Ответ:  $F_{б} = 24 \text{ Н}$ .

③



Тело - и т. Связан (с Землей) (и т.)

1) - тело не поедет

И з. Ньютона:

$$\vec{N} + m_3 \vec{g} - \vec{F}_{тр} - \vec{N}_c = 0;$$

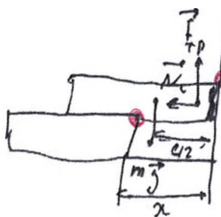
$$Ox: F_{тр} - N_c = 0; \quad N_c = F_{тр}$$

$$Oy: N - m_3 g = 0; \quad N = m_3 g$$

$$F_{тр} = \mu N$$

$$\Rightarrow N_c = \mu m_3 g$$

2)



$$mg(x - \frac{l}{2}) = F_{тр} x$$

$$F_{тр} = \mu N_c$$

$$mgx - \frac{mg l}{2} = \mu^2 mg x;$$

$$2gx - gl = 2\mu^2 gx;$$

$$x = \frac{l}{2(1-\mu^2)}$$

момент!

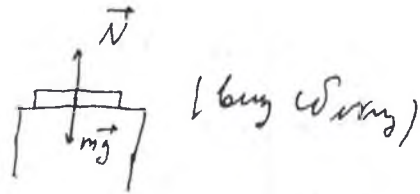
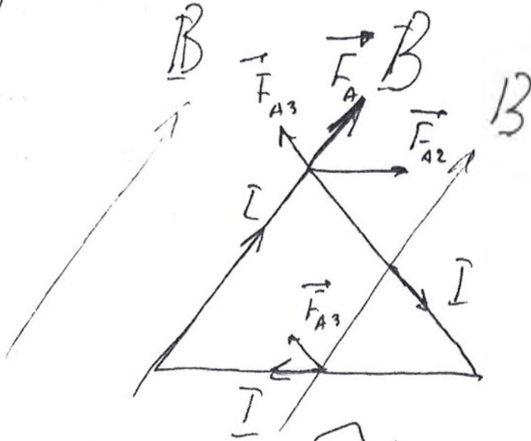


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$$\alpha = \frac{20 \text{ см}}{2(1-0,4^2)} = \frac{10 \text{ см}}{0,84} = \frac{1000 \text{ см}}{84} \approx 12 \text{ см}$$

Ответ: ~~12~~ 12 см.

⑤



$$F_A = I l B \sin(\vec{I}; \vec{B})$$

$$F_{A1} = 0, \text{ т.к. } \vec{I} \parallel \vec{B}$$



Работы намет выполняются при медной индукции, т.е. шель там есть и реакции опоры находятся в вертикальной плоскости, а сила Ампера - в горизонтальной плоскости и  $F_{тр} = 0$  (плавающий ствол)

Ответ: при медной.

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Гимназия №6  
г. Новочебоксарска

Место проведения

HW88-74

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ Барашкина

ИМЯ Кашкина

ОТЧЕСТВО Эдуардовна

Дата рождения 10.04.2007

Класс: 10

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 5 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: 

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



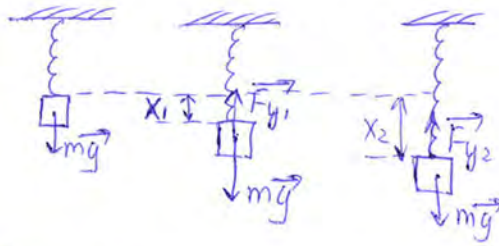
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

 $\sqrt{3}$ 

Дано:

 $m$  $W_1, a_1$  $W_2, a_2$  $W_2 = 25W_1$  $a_2 = \frac{a_1}{2}$  $\vec{a}_1, \vec{a}_2 - ?$  $|\vec{a}_1|, |\vec{a}_2| - ?$ 

Решение:



$$F_{\text{упр}} = kx$$

$$F_{y1} = kx_1, \quad F_{y2} = kx_2$$

X-горизонтальные пружины

Потенциальная энергия пружины -  $W = \frac{kx^2}{2}$ 

$$W_1 = \frac{kx_1^2}{2}, \quad W_2 = \frac{kx_2^2}{2}$$

$$W_2 = 25W_1 \Rightarrow x_2 > x_1$$

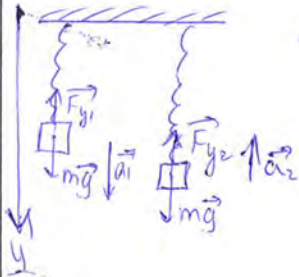
$$\frac{kx_2^2}{2} = 25 \cdot \frac{kx_1^2}{2}$$

$$x_2^2 = 25x_1^2$$

$$(x_2)^2 = (5x_1)^2 \Rightarrow x_2 = 5x_1 \Rightarrow x_2 > x_1$$

$$F_{y1} = kx_1, \quad F_{y2} = kx_2 = k \cdot 5x_1 = 5kx_1 = 5F_{y1}$$

$$a_2 = \frac{a_1}{2} \Rightarrow a_1 > a_2; \quad a_1 = 2a_2$$

I  $\vec{a}_1 \uparrow \uparrow OY$ по III закону Ньютона:  $m\vec{a}_1 = m\vec{g} + \vec{F}_{y1}$      $m\vec{a}_2 = m\vec{g} + \vec{F}_{y2}$ 

Oy:  $ma_1 = mg - F_{y1}$   
 $ma_1 = mg - kx_1$

$$a_1 = g - \frac{kx_1}{m}$$

I OY:  $ma_2 = mg - F_{y2}$ ,  $\downarrow \vec{a}_2 \uparrow \uparrow OY$

$$a_2 = \frac{mg - kx_2}{m}$$

$$a_2 = g - \frac{5kx_1}{m}$$

$$g - \frac{kx_1}{m} > g - \frac{5kx_1}{m} \quad - \text{Верно}$$

II

Oy:  $ma_2 = F_{y2} - mg$ ,  $\downarrow \vec{a}_2 \uparrow \uparrow OY$

$$a_2 = \frac{5kx_1 - mg}{m}$$

$$a_2 = \frac{5kx_1}{m} - g$$

II  $g - \frac{kx_1}{m} = 2 \cdot \frac{5kx_1}{m} - 2g$

$$3g = \frac{10kx_1}{m} + \frac{kx_1}{m}$$

$$3g = \frac{11kx_1}{m} \Rightarrow \frac{kx_1}{m} = \frac{3g}{11}$$

$$3mg = 11kx_1$$

$$kx_1 = \frac{3mg}{11}$$

II  $\begin{cases} a_1 = g - \frac{3g}{11} = \frac{11g - 3g}{11} = \frac{8}{11}g \\ a_2 = \frac{8g}{11 \cdot 2} = \frac{4g}{11} \end{cases}$

I  $g - \frac{kx_1}{m} = 2g - \frac{2 \cdot 5kx_1}{m}$

$$\frac{10kx_1 - kx_1}{m} = g$$

$$\frac{9kx_1}{m} = g \Rightarrow \frac{kx_1}{m} = \frac{g}{9} \Rightarrow$$

I  $\begin{cases} a_1 = g - \frac{g}{9} = \frac{8}{9}g \\ a_2 = \frac{8}{9}g \cdot \frac{1}{2} = \frac{4}{9}g \end{cases}$



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

III:  $\vec{a}_2 \uparrow \downarrow OY$   
 $ma_2 = \frac{5Kx_1}{m} - g$

II:  $\vec{a}_1 \uparrow \downarrow OY$   
 $ma_1 = F_{y1} - mg$   
 $a_1 = \frac{Kx_1}{m} - g$

$\frac{Kx_1}{m} - g = \frac{2.5Kx_1}{m} - 2g$   
 $g = \frac{10Kx_1}{m} - \frac{Kx_1}{m}$   
 $g = \frac{9Kx_1}{m} \Rightarrow \frac{Kx_1}{m} = \frac{g}{9}$

$a_1 = \frac{g}{9} - g = -\frac{8g}{9} \Rightarrow$  — означает, что направление  $a_1$  выбрано неверно  
 $a_2 = \frac{5 \cdot g}{9} - g = -\frac{4g}{9} \Rightarrow$  направление  $\vec{a}_2$  — выбрано неверно.

IV:  $\vec{a}_2 \uparrow \downarrow OY$   
 $a_2 = g - \frac{5Kx_1}{m}$

$\frac{Kx_1}{m} - g = 2g - \frac{2.5Kx_1}{m}$   
 $\frac{Kx_1}{m} + \frac{20Kx_1}{m} = 3g$   
 $\frac{11Kx_1}{m} = 3g \Rightarrow \frac{Kx_1}{m} = \frac{3g}{11} \Rightarrow$

$a_1 = \frac{3g}{11} - g < 0 \Rightarrow$  направление неверно  
 $a_2 = \frac{5 \cdot 3g}{11} - g < 0$  — неверно.

Значит  $\vec{a}_1$  точно сонаправлено с  $m\vec{g}$ , по OY.

$\vec{a}_1 \uparrow \downarrow \vec{a}_2$ , т.к.  $a_1 > a_2$ ,  $x_1 < x_2$ , т.к.  $a_1 \neq a_2 \Rightarrow$  в одном из случаев пружина сжимается, в другом растягивается  $\Rightarrow \vec{a}_1 \uparrow \downarrow \vec{a}_2$ .

Значит  $a_1 = \frac{8}{11}g = \frac{8}{11} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = \frac{80}{11} \text{ м/с}^2$   
 $a_2 = \frac{4}{11}g = \frac{4}{11} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = \frac{40}{11} \text{ м/с}^2$

Ответ:  $|\vec{a}_1| = \frac{8}{11}g$ ;  $\vec{a}_1 \uparrow \downarrow m\vec{g}$   
 $|\vec{a}_2| = \frac{4}{11}g$ ;  $\vec{a}_2 \uparrow \downarrow m\vec{g}$



Дано:  $s = 30 \text{ км} = 30 \cdot 10^3 \text{ м}$   
 $t = 20 \text{ мин} = \frac{1}{3} \text{ ч}$   
 $v = 120 \text{ км/ч}$   
 $s_2 = ?$

Решение:  $v_0 = 0$   $\vec{a}_1 \rightarrow t_1$   $v, t_2$   $t_3 \leftarrow \vec{a}_2$   $v_k = 0$

$a_1$  — ускорение, когда поезд набирает скорость с  $v_0 = 0$  до  $v$ , за время  $t_1$  и проходит  $s_1$ .



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

№1  
 $s_2$  - расстояние, которое поезд движется с той скоростью -  $v$   
 время  $t_2$ .

$a_3$  - ускорение замедление со скорости  $v$  до  $v_k = 0$ ,  
 за время  $t_3$  и расстояние  $s_3$

$$t_1 + t_2 + t_3 = t \quad s_1 + s_2 + s_3 = s$$

$$s_x = v_0x + v_0x t + \frac{a_x t^2}{2} \quad v_x = v_0x + a_x t$$

$$s_1 = v_0 t_1 + \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_1 t_1^2}{2} \quad s_2 = v t_2 \quad s_3 = v t_3 - \frac{a_3 t_3^2}{2}$$

$$\frac{a_1 t_1^2}{2} + v t_2 + v t_3 - \frac{a_3 t_3^2}{2} = s$$

$$v = v_0 + a_1 t_1 \Rightarrow v = a_1 t_1 \Rightarrow a_1 = \frac{v}{t_1}$$

$$v_k = v - a_3 t_3 \Rightarrow v = a_3 t_3 \Rightarrow a_3 = \frac{v}{t_3}$$

$$\frac{v t_1}{2} + v t_2 + v t_3 - \frac{v t_3}{2} = s$$

$$\frac{v t_1}{2} + v t_2 + v t_3 - \frac{v t_3}{2} = s \quad | \cdot 2$$

$$v t_1 + 2v t_2 + 2v t_3 - v t_3 = 2s$$

$$v t_1 + v t_2 + v t_3 + v t_2 = 2s$$

$$v(t_1 + t_2 + t_3) + v t_2 = 2s$$

$$v \cdot t + s_2 = 2s$$

$$s_2 = 2s - v t$$

$$s_2 = 2 \cdot 30 \text{ км} - 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot \frac{1}{3} \text{ ч} = 60 \text{ км} - 40 \text{ км} = 20 \text{ км}$$

Ответ:  $s_2 = 20 \text{ км}$

№2

Дано:

$$N_0 = 1 \text{ МВт} = 10^6 \text{ Вт}$$

$$v_0 = 12 \text{ м/с}$$

$$n = 10$$

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$N = ?$$

Решение:

Мощность ветрогенератора пропорциональна квадрату скорости ветра.

Значит  $N \propto v^2 \Rightarrow N = K \cdot v^2$ , где  $K$  - коэффициент зависимости  $N$  от  $v^2$

$$N_0 = K \cdot v_0^2$$

$$K = \frac{N_0}{v_0^2}$$

$$K = \frac{10^6 \text{ Вт}}{12^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}$$





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

$\sqrt{2}$   $N_1$  - мощность, которую будет захватывать 1 ветрогенератор при скорости  $v = 2 \text{ м/с}$

$$N_1 = K \cdot v^2 = \frac{N_0 \cdot v^2}{v_0^2} \quad N_1 = \frac{10^6 \text{ Вт} \cdot 2^2 \cancel{\text{ м}^2/\text{с}^2}}{12^2 \cancel{\text{ м}^2/\text{с}^2}} = \frac{10^6 \cdot 4}{144} \text{ Вт} = \frac{10^6}{36} \text{ Вт} \approx 28 \text{ кВт}$$

Т.к. ветрогенератора  $n = 10$  соединены параллельно  $\Rightarrow$  общий коэффициент  $K_{\text{об}}$   $\Rightarrow N = K_{\text{об}} \cdot v^2$

$$K_{\text{об}} = K \cdot n \Rightarrow N = K \cdot n \cdot v^2 = \frac{N_0}{v_0^2} \cdot n \cdot v^2$$

$$N = \frac{10^6 \text{ Вт}}{12^2 \cancel{\text{ м}^2/\text{с}^2}} \cdot 10 \cdot 2^2 \cancel{\text{ м}^2/\text{с}^2} = \frac{4}{144} \cdot 10^6 \cdot 10 = \frac{4 \cdot 10^6}{36} \cdot 10 = \frac{10^6}{36} \cdot 10 \text{ Вт}$$

$$\begin{array}{r}
 \overset{10^6}{1000000} \cdot 10 \cdot \frac{4}{36} \\
 \underline{\quad 72} \\
 2800 \\
 \underline{\quad 52} \\
 280 \\
 \underline{\quad 52} \\
 280 \\
 \underline{\quad 52} \\
 280 \\
 \underline{\quad 52} \\
 280 \\
 \underline{\quad 52} \\
 280 \\
 \underline{\quad 52} \\
 280 \\
 \underline{\quad 52} \\
 280 \\
 \underline{\quad 52} \\
 280 \\
 \underline{\quad 52} \\
 280
 \end{array}$$

$$N = 27777,8 \cdot 10 \text{ Вт} = 277778 \text{ Вт} \approx 0,28 \text{ МВт}$$



Ответ:  $\approx 0,28 \text{ МВт}$

$\sqrt{1}$

Дано:

S - источник света

Z - зеркало

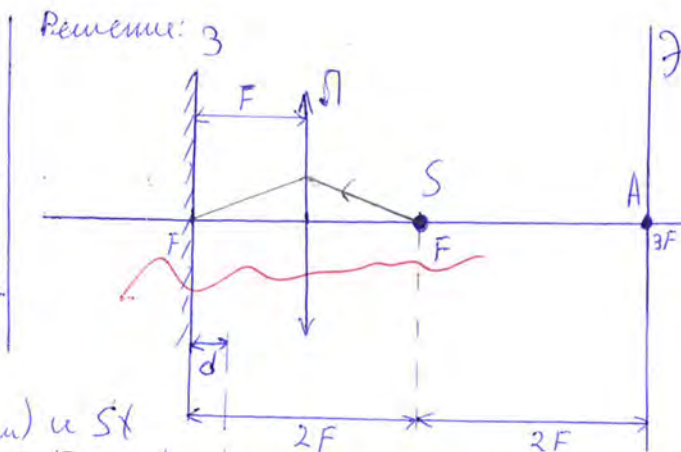
L - собирающая тонкая линза

A - экран

$d < F$

Как изменится освещенность в точке А?

Решение: 3



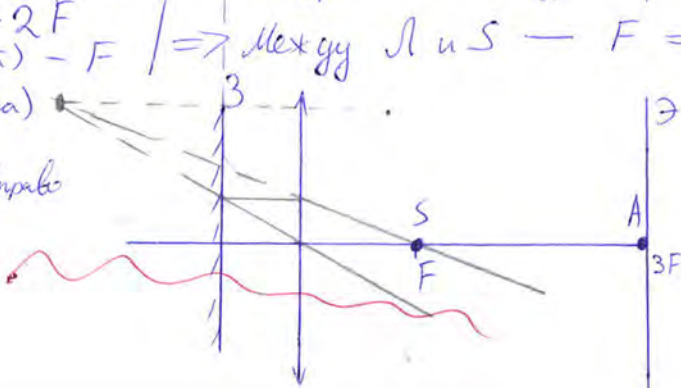
Т.к. между Z (зеркалом) и S (источником света) -  $2F$

между Z и L (линзой) -  $F \Rightarrow$  между L и S -  $F \Rightarrow$  источник света в точке F (фокуса)

Значит т. А - в  $3F$

Т.к. Z переместили вправо

на  $d < F \Rightarrow$  Z всё ещё слева от L.





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

В точке А всегда часть освещенности из-за светового источника S

$$D = \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \text{ — формула тонкой линзы — собирающей.}$$

Узнаем по зеркалу расположение в точке F  
У собирающей линзы нет изображения, если предмет находится в F.  
Если предмет в расстоянии < F от линзы, то изображение мнимое.  
Если после F, то действительное.  
Если в точке 2F — то равное, также в точке 2F за линзой.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{3F} + \frac{1}{f} \quad | \cdot 3F$$

$$3 = 1 + \frac{3F}{f}$$

$$2 = \frac{3F}{f} \Rightarrow f = 1,5F \text{ — изображение т.А}$$

Во втором случае все лучи отражающиеся в зеркале будут иметь мнимое изображение за зеркалом  $\Rightarrow$  и отражение действительное.  $\Rightarrow$  больше изображений и лучей.  
Значит теперь, после преувеличение 3 будет больше отраженных лучей  $\Rightarrow$  освещенность в точке А — увеличится.  
Ответ: освещенность в т.А — увеличится.

№5

Дано:

$$p_{\max} = 25 \text{ атм}$$

$$p_{\text{атм}} = 25 p_0 = 25 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$S = 1000 \text{ м}^2/\text{м}^2$$

$$v_{\text{зв}} = 1250 \text{ м/с}$$

$$v_{\max} = ?$$

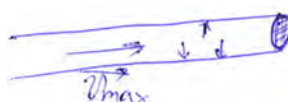
Решение:

$$p = \rho g h$$

$$p = \frac{F}{S_T}$$

$$p = \frac{F_T \cdot h}{S_T \cdot h} = \frac{F_T}{S_T}$$

$$l = 2\pi r$$



$$F = F_T \cdot h \quad S_T = l \cdot h$$

$$p = \frac{F_T \cdot h}{S_T \cdot h} = \frac{F_T}{S_T} \quad \text{где } l \text{ — длина окр. трубы.}$$

$$F_T = m g \quad \text{— сила тяжести на сечении трубы.}$$

$$m \text{ — масса воды в сечении трубы.}$$

$$S = \pi r^2$$

$$S_T = \pi r^2$$

$$S = \frac{m}{V} \quad m = S \cdot V = S \cdot s \cdot h \quad m = S \cdot s$$

$$p = \frac{\rho \pi r^2 s g}{2\pi r} = \frac{\rho g r}{2}$$

$$r = \frac{2p}{\rho g}$$

$$v_{\text{зв}} = \frac{s}{t}$$

$$v_{\text{зв}} = \frac{h}{t}$$

$$v_{\max} = \frac{V}{t}$$

$$\text{где } V = S_T \cdot h \quad v_{\max} = \frac{S_T \cdot h}{t} = S_T \cdot v_{\text{зв}}$$

$$v_{\max} = \pi r^2 v_{\text{зв}} = \pi v_{\text{зв}} \cdot \frac{4p^2}{\rho^2 g^2} \quad v_{\max} = 3,14 \cdot 1250 \text{ м/с} \cdot \frac{4 \cdot 25^2 \cdot 10^{10} \text{ Па}^2}{1000^2 \text{ кг}^2 \cdot 10^2 \text{ м}^2/\text{с}^2} = 9,498,50 \cdot 10^5 \text{ м}^3/\text{с} = 9,4985 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{с} \approx 9,5 \cdot 10^8 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\text{Ответ: } v_{\max} = 9,5 \cdot 10^8 \text{ м}^3/\text{с}$$

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

РЮР02	Дистанционно, с использованием ВКС.
-------	--

№ группы

Место проведения

МН 88-32
----------

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ Бахетин Артём

ИМЯ Артём

ОТЧЕСТВО Владимирович

Дата рождения 09.04.2003 Класс: 10

Предмет: Физика Этап: Заключительный

Работа выполнена на 2 листах Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(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.

$$S = 30 \text{ км}, t = \frac{1}{3} \text{ ч}$$

$$① a_1, 0 \text{ км/ч} \rightarrow 120 \text{ км/ч}, t_1$$

$$② 120 \text{ км/ч}, t_2$$

$$③ 120 \text{ км/ч} \rightarrow 0 \text{ км/ч}, t_3.$$

$$t = t_1 + t_2 + t_3 = \frac{1}{3} \text{ ч}.$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{120 \text{ км/ч} \cdot t_1}{2} + 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}} t_2 + \frac{120 \text{ км/ч} \cdot t_3}{2} = 60 \cdot t_1 + 120 \cdot t_2 + 60 \cdot t_3 = 60(t_1 + 2t_2 + t_3) = 60(\frac{1}{3} + t_2)$$

$$S = 30 \text{ км}, \Rightarrow 30 = 60 \cdot (\frac{1}{3} + t_2) = 20 + 60t_2$$

$$30 = 20 + 60t_2.$$

$$t_2 = \frac{1}{6} \text{ ч} = 10 \text{ мин.}$$

Ответ: 10 мин. *спрашивали про расстояние*

$$a_0 = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$S_0 = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a} = \frac{(v_1 - v_2)(v_1 + v_2) \cdot \Delta t}{2 \cdot \Delta t} =$$

$$= \Delta t \frac{v_1 + v_2}{2} - \text{среднее}$$

расстояние при равноус. движении.

+

№3

$$W_1 = \frac{kax_1^2}{2}; W_2 = \frac{kax_2^2}{2}$$

$$W_2 = 25W_1.$$

$$x_2 = 5x_1$$

$$\text{по 303: } W_1 + E_{k1} = W_2 + E_{k2}.$$

$$W_2 - W_1 = E_{k2} - E_{k1}$$

$$24W_1 = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$$

$$24W_1 = \frac{m}{2}(v_2^2 - v_1^2)$$

$$24W_1 = \frac{m}{2}(a_2 \cdot 2x_2 - a_1 \cdot 2x_1)$$

$$24W_1 = \frac{m}{2}(a_2 \cdot 10x_1 - 2a_1 \cdot 2x_1)$$

$$24W_1 = \frac{m}{2}x_1(10a_2 - 4a_1)$$

$$a_2 = \frac{24W_1 m x_1}{3 \cdot 8W_1 m x_1} = \frac{a_1 = \frac{48W_1 m x_1}{3} = 16W_1 m x_1}{3}$$

$$a_1 = \frac{v_1^2}{2x_1}$$

$$a_1 = 2a_2$$

$$a_2 = \frac{v_2^2}{2x_2}$$

Направление:

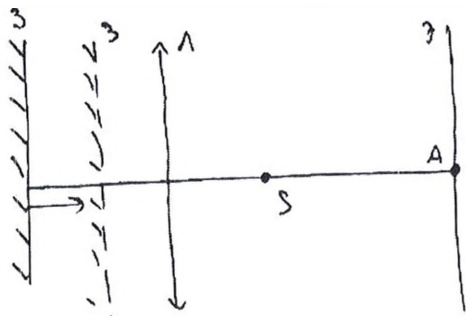
$\vec{a}_1$  и  $\vec{a}_2$  не сонаправлены.

-



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

№1.



При пересечении плоского зеркала вправо ~~близ~~ освещенность в точке А станет больше, т.е.  $\ominus$  рассеивание лучей от зеркала будет меньше и больше лучей будет попадать в точку А экрана.

№5

$$P_{yg} = \rho v c$$

где  $P_{yg}$  - давление в Па,  $v$  - скорость воды,  $c$  - скорость света в воде.

$$v = \frac{P_{yg}}{\rho c} \Rightarrow v = \frac{25 \text{ атм} \cdot 101325}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1250 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

$$v = \frac{101325}{1000 \cdot 50} = \frac{4053}{1000 \cdot 2} = \frac{2026,5}{1000} = 2,0265 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $2,0265 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

№2.1

$N$  - мощность.  $N \sim v^2$ .

При параллельном соед. мощности складываются.

$$N_{\text{общ}} = N_1 + N_2 + \dots + N_5 \quad \ominus \quad 10$$

$N_1 = N_2 = \dots = N_5$ , т.к. скорости ветра где всех одинакова и равна  $2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Исходя из условия,  $\frac{122 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}}{2 \frac{\text{м}}{\text{с}}^2} = \frac{1 \text{ Вт}}{x \text{ м}^2}$ .  $x = \frac{1}{36} \text{ м}^2 = N_1 = N_2 = \dots = N_5$

$$\Rightarrow N_{\text{общ}} = 5 \cdot \frac{1}{36} \text{ МВт} = \frac{5}{36} \text{ МВт} \approx 0,14 \text{ МВт} = 140 \text{ кВт}$$

Ответ: приблизительно 140 кВт.  $\ominus$

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Р10Е02  
№ группы

Дистанционно,  
с использованием ВКС

Место проведения

МН 88-24

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 22101

ФАМИЛИЯ Васильев

ИМЯ Ария

ОТЧЕСТВО Дмитриевна

Дата рождения 13.02.2007

Класс: 10

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на \_\_\_\_\_ листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(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:  
 $n = 10$   
 $N = 1 \text{ кВт}$   
 $U_1 = 12 \text{ мВ}$   
 $n = 10$   
 $V = 2 \text{ м/с}$   
 $N = ?$

СИ  
 $10^6 \text{ Вт}$

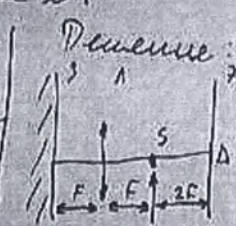
Решение:  
 Мощность одного ветрогенератора  
 $n = n \cdot P$   
 $P = \frac{N}{n} = \frac{10^6}{10} = 10^5 \text{ Вт} = 100 \text{ кВт}$   
 При параллельном соединении сопротивлений  
 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$   
 Тогда  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$   
 $\frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{10}{R} = \frac{n}{R}$ ;  $R_0 = \frac{R}{10} = \frac{R}{n}$

Электрическая мощность 1 генератора  $N_1 = \frac{U^2}{R}$   
 Для 10 параллельно соединенных  $N = \frac{10U^2}{R} = 10 \text{ кВт} = n \text{ кВт}$   
 $N = 10 \cdot 6944,44 \cdot 2^2 = 277776,6 \text{ Вт} = 278 \text{ кВт}$

Ответ:  $N = 278 \text{ кВт}$

Задача 1

Дано:  
 $d < F$   
 $\frac{E_2}{E_1} = ?$



Решение:  
 Освещенность определяется формулой  
 $E = \frac{I}{A^2}$  где  $I$  - сила света  
 $A$  - расстояние от источника до экрана  
 В первом случае освещенность в  $A$   
 создается источником  $S$  и его отражением

в зеркале  $S'$   
 $E_1 = \frac{I}{(2F)^2} + \frac{I}{(2F+4F)^2} = \frac{I}{4F^2} + \frac{I}{36F^2} = \frac{9I}{36F^2} + \frac{I}{36F^2} = \frac{10I}{36F^2}$   
 Во втором случае второе зеркало будет на расстоянии  $d < F$   
 от линзы. Тогда  $E_2 = \frac{I}{(2F)^2} + \frac{I}{(F+d+F+d+2F)^2} = \frac{I}{4F^2} + \frac{I}{(2d+4F)^2}$   
 Так во 2-м случае знаменатель уменьшится  $\rightarrow$  освещенность увеличится, значит освещенность  $E_2$  увеличивается  $\frac{E_2}{E_1} > 1$

Ответ: Освещенность увеличивается



МН 28-24

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

Задача 4  
 Дано:  $S = 30 \text{ км}$   
 $t = 20 \text{ мин}$   
 $v = 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$   
 $S_2 = ?$

Решение:  
 Расстояние  $S$  разобьют на 3 участка  
 равно ускоренное движение с ускорением  $a_1$   
 равномерное движение; равно ускоренное  
 движение с ускорением  $a_2$   
 На 1 участке:  $v = a_1 t_1$   
 $S_1 = \frac{v^2}{2a_1} = \frac{v^2 t_1}{2 \cdot v} = \frac{v t_1}{2}$

На 2 участке  $S_2 = v t_2$

На 3 участке  $v = v - a_2 t_3$   $S_3 = \frac{0 - v^2}{-2a_2} = \frac{v^2}{2a_2} = \frac{v^2 t_3}{2v} = \frac{v t_3}{2}$

Всего пути  $S = S_1 + S_2 + S_3 = \frac{v t_1}{2} + v t_2 + \frac{v t_3}{2} = \frac{v}{2} (t_1 + 2t_2 + t_3)$   
 Все время  $t = t_1 + t_2 + t_3 \Rightarrow t_3 = t - t_1 - t_2$

$$\frac{2S}{v} = t_1 + 2t_2 + t - t_1 - t_2 \Rightarrow \frac{2S}{v} - t = t_2$$

Тогда  $S_2 = v t_2 = v \left( \frac{2S}{v} - t \right) = 2S - vt$

$$S_2 = 2 \cdot 30 - 120 \cdot \frac{1}{3} = 20 \text{ км}$$

Ответ: 20 км проедет поезд с максимальной скоростью

Задача 5

Дано:  $P_{\text{max}} = 25 \text{ кВт}$   
 $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$   
 $v_{\text{об}} = 1250 \text{ м/с}$   
 $v = ?$

Решение  
 Вычислим давление при турбулентности  
 по формуле Жуковского  
 $\Delta p = \rho v_{\text{об}} v_{\text{об}}$   
 $\Delta v$  - изменение скорости (скорость потока  
 перед остановкой), тогда  $P_{\text{max}} = \rho v_{\text{об}} v_{\text{об}} v$

Отсюда  $v = \frac{P_{\text{max}}}{\rho v_{\text{об}}^2} = \frac{25 \cdot 10^3}{1000 \cdot 1250^2} = 2 \text{ м/с}$

Ответ:  $v = 2 \text{ м/с}$



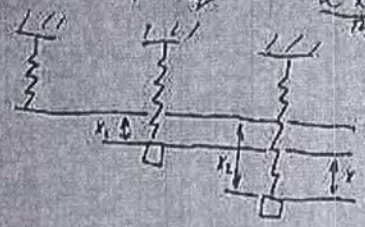


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано  
с этой стороны листа в рамке справа



Задача 43  
Дано:  
 $m$   
 $W_1, a_1$   
 $W_2, a_2$   
 $W_2 = 25W_1$   
 $a_2 = \frac{a_1}{2}$   
 $k_1, a_2 = ?$

Решение:  
Поскольку мы имеем пружины  
 $W = kx^2$ , тогда  $W_1 = \frac{kx_1^2}{2}$ ;  $W_2 = \frac{kx_2^2}{2}$   
 $W_2 = 25W_1$ ;  $\frac{kx_2^2}{2} = \frac{25kx_1^2}{2}$   
 $x_2^2 = 25x_1^2$   
 $x_2 = 5x_1$   
 $m a = k(x_1 + x_2) - m g$   
 $a = -\frac{kx}{m}$   $a_2 = \frac{a_1}{2}$   
 $kx_1 = m g$   $\frac{kx_2}{2m} = \frac{kx_1}{2m}$



?? ⊖

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Р11F01 Дистанционно,  
с использованием ВКС

№ группы

Место проведения

DO 24-88

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Воронина

ИМЯ Елизавета

ОТЧЕСТВО Владимировна

Дата рождения 22.04.2006

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 4 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: *Е. Воронина*

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

N 2.

Дано:

$$S = 30 \text{ км}$$

$$t = 20 \text{ мин} = \frac{1}{3} \text{ ч}$$

$$v_m = 120 \text{ км/ч}$$

$$a_1 \neq a_2$$

$$S_m = ?$$

Для решения составим систему уравнений исходя из условий в условии. Будем учитывать, что расстояние разгона:  $\frac{a_1 t_1^2}{2}$

расстояние торможения  $\frac{a_2 t_3^2}{2}$ , т.к.

три <sup>разные</sup> <sup>(торможения)</sup> от  $v_m$  до 0 и от 0 до  $v_m$

расстояния равны:

$$\frac{a_1 t_1^2}{2} + v_m t_2 + \frac{a_2 t_3^2}{2} = S$$

$$t_1 + t_2 + t_3 = t$$

$$a_1 t_1 = v_m \quad (\text{разгон от } 0 \text{ до } v_m)$$

$$a_2 t_3 = v_m \quad (\text{торможение от } v_m \text{ до } 0)$$

$$v_m t_2 + \frac{a_1 t_1^2 + a_2 t_3^2}{2} = S \quad \text{выразим } a_1 \text{ и } a_2 \text{ из системы и подставим.}$$

$$v_m t_2 + \frac{(v_m t_1 + v_m t_3)}{2} = S$$

$$v_m t_2 + \frac{v_m(t_1 + t_3)}{2} = S \Rightarrow v_m t_2 + \frac{v_m(t - t_2)}{2} = S$$

$$t_2 + \frac{t}{2} - \frac{t_2}{2} = \frac{S}{v_m} \Rightarrow t_2 = \frac{2S}{v_m} - t$$

$$t_2 = \frac{60}{120} - \frac{1}{3} = \frac{1}{6} \text{ (ч)} \Rightarrow S_m = v_m \cdot t_2$$

$$S_m = \frac{1}{6} \cdot 120 = 20 \text{ км} \quad (+)$$

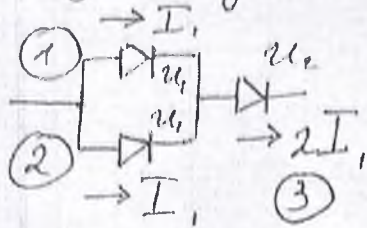
Ответ: 20 км - расстояние пройденное на максимальной скорости.



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

№1.

Для построения вольт-амперной характеристики необходимо разобравшись, как можно связать данные одного диода со всей схемой.



Обозначим номера диодов для упрощения.

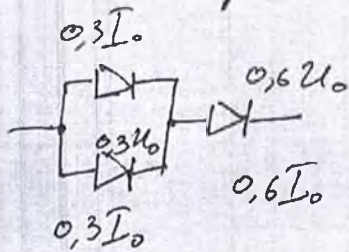
Рассмотрим ①, на нём напряжение  $U_1$ , а ток  $I_1$ , т.к.

① и ② параллельны и одинаковы, для ② показание

такое же,  $I_1$  и  $U_1$ .

Для ③ ситуация иная, по нему течёт ток  $2I_1$ , т.к. он складывается с ветвью // подключается. напряжение  $U_2$  принимает значение от  $0$  до  $U_0$ .

Рассмотрим момент, когда  $I_1 = 0,3 I_0$ .



исходя из прямой зависимости.

на рис. 2 график на промежутке

$0 - I_0$  мы можем считать, что

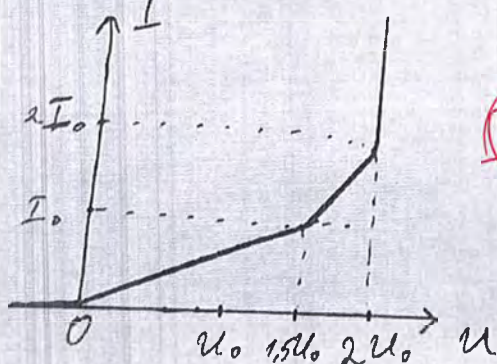
$U_1$  пропорционально  $I_1$ .

Тогда при общем токе  $I = 0,6 I_0$ ,

общее напряжение  $U = 0,9 U_0 \Rightarrow$

$U = 1,5 I$ . Эта зависимость справедлива до  $I = I_0$ , т.к. в этот момент  $U_2 = U_0$  и больше не увеличивается, но  $U_1$  ещё меняется от  $0,5 U_0$  до  $U_0$ .  $U_{MAX} = 2 U_0$  при полном  $I = 2 I_0$ .

Вольт-амперная характеристика:





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

N 5

Дано:

 $R_1; R_2$  $q_2; \varphi_2'$  $\varphi_1^\infty - ?$ 

Решение:

Рассмотрим проволочку первого контурно-ветви. т.к. шары проводящие, при их соприкосновении идет перераспределение зарядов до равенства потенциалов.  $\Rightarrow \varphi_1' = \varphi_2'$ , так же, учитывая замкнутость системы сохраняем общий заряд  $q_2$ . Составим систему:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{k Q_1}{R_1 \cdot \varepsilon} = \frac{k Q_2}{R_2 \varepsilon} \quad (\text{равенство потенциалов}) \\ Q_1 + Q_2 = q_2 \quad (\text{сохранение заряда}) \end{array} \right.$$

После многократного повторения действий, описанных в условии потенциалы обоих шаров выравняются при заряде  $Q_2 = q_2$ , т.к. заряд постепенно будет распределяться поконтактом на шар 1.  $\Rightarrow$  мы можем записать следующее равенство:

$$\varphi_1^\infty = \frac{k Q_2}{R_2 \cdot \varepsilon}$$

для получения  $\varphi_1^\infty$  необходимо учесть  $\varepsilon \Rightarrow \varphi_2' = \frac{k Q_2}{R_2 \varepsilon} \Rightarrow$

$$\varepsilon = \frac{k Q_2}{\varphi_2' \cdot R_2}$$

$$Q_2 = \frac{q_2}{\left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)} \Rightarrow$$

$$\varepsilon = \frac{k q_2}{\varphi_2' (R_1 + R_2)}$$

$$\Rightarrow \varphi_1^\infty = \varphi_2' \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$

$$\text{Ответ: } \varphi_1^\infty = \varphi_2' \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right)$$



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

N3.

Дано:

$$P_{\max} = 25 \text{ Вт}$$

$$\tau_{\text{атм}} = 10^5 \text{ Па}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$v_{\text{зв}} = 1250 \text{ м/с}$$

 $v_{\text{MAX}} = ?$ 

Решение:

Для расчёта давления при гидроударе будем применять формулу Нюковенго, которая вызывает изменение давления с плотностью вещества, изменением скорости во времени и скоростью распространения ударной волны в этом веществе.

Воздух в веществе распространяется со скоростью звука в нём же. Так как, скорость звука в воздухе, начальная скорость = 0.

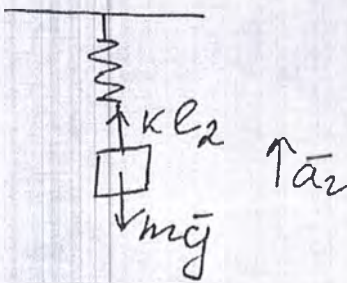
$$\Rightarrow \Delta v = v_{\text{MAX}}, \text{ начальное } p_0 = 0 \Rightarrow \Delta p = p_{\text{MAX}}$$

$$\Rightarrow p_{\text{MAX}} = \rho \cdot v_{\text{MAX}} \cdot v_{\text{зв}} \Rightarrow v_{\text{MAX}} = \frac{p_{\text{MAX}}}{\rho \cdot v_{\text{зв}}}$$

$$v_{\text{MAX}} = \frac{25 \cdot 10^5}{10^3 \cdot 1250} = \frac{250}{125} = 2 \text{ (м/с)}$$

Ответ:  $v_{\text{MAX}} = 2 \text{ м/с}$ .

N4.



$$W_2 = \frac{k l_2^2}{2}$$

$$W_1 = \frac{k l_1^2}{2} \Rightarrow l_2 = 5 l_1 \Rightarrow$$

$$\begin{cases} m a_2 = 5 k l_1 - m g \\ 2 m a_2 = k l_1 + m g \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_2 = \frac{g}{3} \\ a_1 = \frac{2}{3} g \end{cases}$$

другие случаи?

Установка системы: по II ЗК и функции  $W_2$  условия:

$$\begin{cases} m a_2 = k l_2 - m g \\ m a_1 = k l_1 + m g \\ a_1 = 2 a_2 \\ W_2 = 25 W_1 \end{cases}$$

Ответ:  $a_2$  вверх  
 $a_2 = \frac{g}{3}$   
 $a_1$  вниз  
 $a_1 = \frac{2}{3} g$

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

РКОБ01	Почта, индекс, с использованием АКС
--------	--

№ группы

Место проведения

МН 29-53
----------

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ Ворончихин

ИМЯ Антон

ОТЧЕСТВО Павлович

Дата рождения 02.08.2007

Класс: 10

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Ворончихин

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:

$P_1 = 1 \text{ МВт} = 10^6 \text{ Вт}$

$v_1 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$h = 10 \text{ км}$

$v_2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$P_1 = k v_1^2$

$P_2 = ?$

$P_{\text{общ}} = ?$

$$\begin{cases} P_1 = k v_1^2 \\ P_2 = k v_2^2 \end{cases}$$

разделим первое на второе уравнение

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2} \Rightarrow P_2 = \frac{P_1 v_2^2}{v_1^2} = \frac{10^6 \text{ Вт} \cdot 2^2 \text{ м}^2/\text{с}^2}{12^2 \text{ м}^2/\text{с}^2} = 27777 \frac{7}{9}$$

$$P_{\text{общ}} = P_1 + P_2 \Rightarrow P_{\text{общ}} = 10 \cdot 27777 \frac{7}{9} = 277777 \frac{7}{9} \approx 277777,8 \text{ Вт}$$

Ответ: 277777,8 Вт

Задача 4.

Дано:

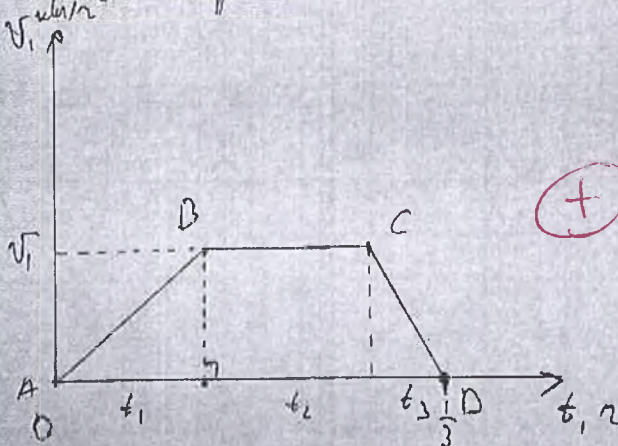
$S_{\text{общ}} = 30 \text{ км}$

$t = 20 \text{ мин} = \frac{1}{3} \text{ ч}$

$v_1 = 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

$S_{1 \text{ макс}} = ?$

нарисуем график  $v(t)$



как мы видим это трапеция, и макс-те  $S = \text{площадь}$

по формуле  $\Rightarrow 30 \text{ км} = v_1 \cdot \left( \frac{BC + AD}{2} \right)$

$30 \text{ км} = 120 \cdot \left( \frac{BC + \frac{1}{3}}{2} \right) \Rightarrow BC = \frac{1}{6} \text{ ч} =$

$S_{1 \text{ макс}} = v_1 t_2 = 120 \cdot \frac{1}{6} = 20 \text{ км}$

$t_2 = BC = \frac{1}{6} \text{ ч}$





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

Задача 1.

При движении плоского зеркала вправо на расстояние  $d$  изменился радиус кривизны изображения источника света  $S$  относительно линзы  $L$ . Изображение от  $S$  образуется на экране  $E$  в результате прохождения через линзу  $L$ . Если зеркало сдвинуть вправо, то изображение источника света  $S$  также сместится вправо относительно линзы  $L$ .

Изменился радиус кривизны изображения относительно линзы приведет к изменению освещенности в точке  $A$  экрана. Если изображение источника сместится вправо, то освещенность в точке  $A$  экрана увеличится, т.е. площадь освещенного участка больше.

Ответ: увеличится



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

## Задача 5

Дано:

$$P_{\text{max}} = 2533125 \text{ Вт} = 2533125 \text{ Вт}$$

$$\rho_{\text{в}} = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$v_{\text{зв}} = 1250 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{max}} = ?$$

Воспользуемся формулой зависимости при звуковом давлении

$$P = \rho_{\text{в}} \cdot v_{\text{max}} \cdot v_{\text{зв}} = 1000 \cdot v_{\text{max}} \cdot 1250 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{\text{max}} = \frac{P}{\rho_{\text{в}} \cdot v_{\text{зв}}} = \frac{2533125 \text{ Вт}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1250 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \approx 2,03$$

м/с

+

$$\text{Ответ: } 2,03 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2,03 м/с

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Казань, КБЭУ

Место проведения

2144-63

шифр

не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 2771

ФАМИЛИЯ Габдулкаев

ИМЯ Будат

ОТЧЕСТВО Искандерович

Дата рождения 09.10.2010

Класс: 7

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 2 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Будат

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, 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

Плотность облака шешкии мола  $\Rightarrow$  Облако при массе 1000000 тонн занимает какое пространство, по формуле  $\rho g V_m$  шая Архимеда, которая поднимает облако вверх будет равна  $m g$  облака. Когда  $\rho g$  будет равно  $\rho_0$ , то облако перестанет подниматься вверх.

№2

Выразим  $V_{по\ мер}$  и  $V_{против\ мер}$  через  $V_{мер}$ .

$$V_{по\ мер} = 5V_{мер}$$

$$V_{против\ мер} = 3V_{мер}$$

$$\text{Опоздание в } \overset{\text{Палеково}}{\text{Старусу}} = \frac{S_1}{5V_{мер}} + \frac{S_2}{2,5V_{мер}} + \frac{S_3}{5V_{мер}} - \frac{S_1+S_2+S_3}{5V_{мер}} = \frac{S_2}{5V_{мер}}$$

$$\text{Опоздание в } \overset{\text{Старусу}}{\text{Старусу}} = \frac{S_1}{3V_{мер}} + \frac{S_2}{2,5V_{мер}} + \frac{S_3}{3V_{мер}} = \frac{S_2}{3V_{мер}}$$

$$\frac{S_2}{3V_{мер}} : \frac{S_2}{5V_{мер}} = \frac{5}{3}$$

$$\text{Ответ: } 1 \frac{2}{3}$$

№3

$$P = \frac{mg}{S}$$

$$S = \frac{m}{\rho}$$

$$\frac{mg}{a c} = 1000 \text{ Па}$$

$$\frac{mg}{b c} = 2000 \text{ Па}$$

$$\frac{mg}{b a} = 3000 \text{ Па}$$

$$\frac{(mg)^3}{(abc)^2} = 6000000000 \text{ Па}$$

$$\frac{135^3}{(abc)^2} = 6000000000 \text{ Па}$$

$$135^3 = 6000000000 \cdot (abc)^2 \text{ Па}$$

$$(abc)^2 = 0,0004100625$$

$$abc = \sqrt{0,0004100625}$$

$$abc = 0,02025 \text{ м}^3$$

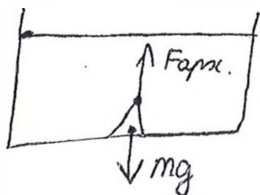
$$\rho g = \frac{135}{0,02025} \approx 666,67 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\text{Ответ: } \sim 666,67 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$



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

1) Расставим силы на рисунке *Нч.*



$$m = \rho \cdot V$$

$$m = a^3 / 3 \cdot 2700$$

$$F_{арх} = V_{тел} \cdot \rho_{ж}$$

$$F_{арх} = a^3 / 3 \cdot 1000 \cdot 10$$

$$a^3 / 3 \cdot 27000 = a^3 / 3 \cdot 10000$$

$$(a^3 / 3) \cdot 17000 = 0,001 / 3 \cdot 17000 \approx 5,67 \text{ Н}$$

$$0,001 / 3 \cdot 17000 \approx$$

$$\text{Ответ: } \approx 5,67 \text{ Н}$$

№5

Дано:

~~Размер 10x10~~

$$m = 125 \text{ г}$$

~~Размер = 2x2x2~~

$$1) 125 : 5 = 25 \text{ г} - \text{пластина}$$

$$m = \rho \cdot V$$

$$m = 2500 \cdot V$$

$$m = 2500 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot x$$

$$0,025 = 2500 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot x$$

$$x = 0,01 \text{ см} - \text{толщина пластины}$$

~~Если глина  
упрется в стену~~

$$2) \sqrt[3]{1 \text{ куб дм}} = 10^3 \text{ см}^3 = 1000 \text{ см}^3$$

$$V = h \cdot S$$

$$V = h \cdot 20^2$$

$$1000 = 400h$$

$$h = 2,5 \text{ см}$$

$$3) 20^2 \cdot 0,1 \cdot \frac{2500 \cdot 5}{1000} + 20^3 \cdot \frac{1000}{1000} = 500 + 8000 = 8500 \text{ г} = 8,5 \text{ кг}$$

$$\text{Ответ: } 1) 2,5 \text{ см}$$

$$2) 8,5 \text{ кг}$$

## Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Р11Ф03	Авистанционно, с использованием ВКС
--------	--

№ группы

Место проведения

DO 14-12
----------

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ ХУРАВЛЕВ

ИМЯ ВЛАДИМИР

ОТЧЕСТВО АНДРЕЕВИЧ

Дата рождения 14.02.2006

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 6 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2014  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: В. Хуравлев

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 12.

$$S = 30 \text{ км}$$

$$V_{\text{ном}} = 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$K \quad t_0 = 30 \text{ мин} = \frac{1}{3} \text{ ч}$$

$l_0$  - расстояние, которое проходит поезд с макс. скоростью.

$\alpha_1$  - ускорение разгона,  $\alpha_2$  - ускорение торможения.

$$S_1 = \frac{\alpha_1 t_1^2}{2} \quad \text{- путь разгона, } t_1 \text{ - время разгона}$$

$$S_2 = \frac{\alpha_2 t_2^2}{2} \quad \text{- путь торможения, } t_2 \text{ - время торможения.}$$

$$\alpha_1 t_1 = 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = V_{\text{ном}}, \quad \alpha_2 t_2 = 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = V_{\text{ном}}$$

$$S_1 + S_2 + l_0 = S = 30 \text{ км}$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\alpha_1 t_1^2}{2} + \frac{\alpha_2 t_2^2}{2} + l_0 &= S \\ \alpha_1 t_1 &= V_{\text{ном}} \\ \alpha_2 t_2 &= V_{\text{ном}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{V_{\text{ном}} t_1}{2} + \frac{V_{\text{ном}} t_2}{2} + l_0 = S \quad (1)$$

$$t_1 + t_2 + \frac{l_0}{V_{\text{ном}}} = t_0 \quad (\text{общее время})$$

$$t_1 + t_2 + \frac{l_0}{V_{\text{ном}}} = t_0 \cdot \frac{V_{\text{ном}}}{2} \Rightarrow (t_1 + t_2) \frac{V_{\text{ном}}}{2} + \frac{l_0}{2} = \frac{V_{\text{ном}} t_0}{2}$$

$$(t_1 + t_2) \frac{V_{\text{ном}}}{2} = \frac{V_{\text{ном}} t_0}{2} - \frac{l_0}{2} \quad (2)$$

$$(1); \frac{V_{\text{ном}}}{2} (t_1 + t_2) + l_0 = S$$

$$\text{Из } (2) \text{ в } (1). \quad \frac{V_{\text{ном}} t_0}{2} - \frac{l_0}{2} + l_0 = S \quad \frac{l_0}{2} = S - \frac{V_{\text{ном}} t_0}{2}$$

$$l_0 = 2S - V_{\text{ном}} \cdot t_0 = 2 \cdot 30 \text{ км} - 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot \frac{1}{3} \text{ ч} = 60 \text{ км} - 40 \text{ км} = 20 \text{ км.}$$

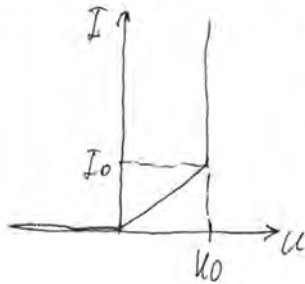
Ответ: 20 км.

(+)

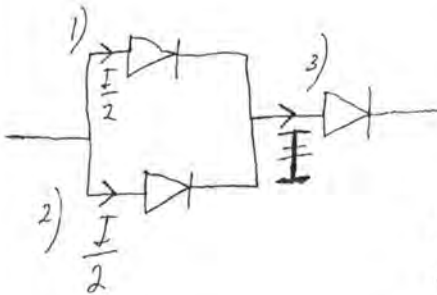


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

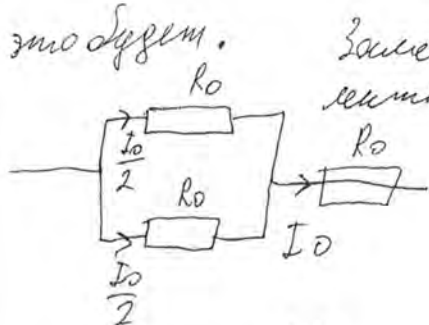
Задача №1.



Замечаем что при росте напряжения от 0 до  $U_0$  (а ток от 0 до  $I_0$ ) диод ведет себя как резистор с сопротивлением  $R_0 = \frac{U_0}{I_0}$ . А при дальнейшем увеличении тока  $I_0$  (а напр  $U_0$ ) его сопротивление пропадает.



На диодах 1, 2) идет ток  $\frac{I}{2}$ , а на диоде 3) -  $I$ . Значит критическое значение тока  $I_0$  (а напр  $U_0$ ) диод 3) достигнет раньше других. Найдем при каком напряжении на схеме это будет.



Заменим диоды резисторами с эквивалентным сопротивлением.



$$\Rightarrow \frac{3}{2} R_0 \Rightarrow U = \frac{3}{2} R_0 I_0 = \frac{3}{2} U_0.$$

Значит при  $I = I_0$  а  $U = \frac{3}{2} U_0$  пропадет сопротивление диода 3). А до этих критических значений схема будет эквивалентна одному резистору, значит на ВАХ будет прямая.

Теперь осталась такая схема (после пропажи сопр. на 3) диоде).



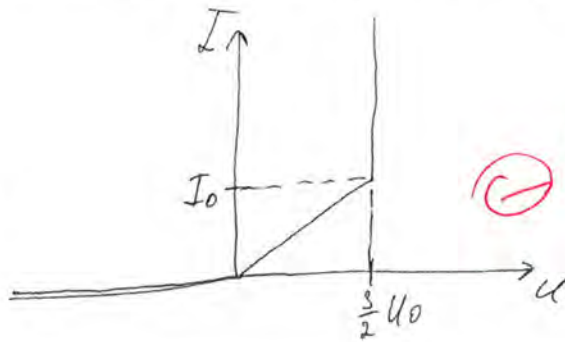
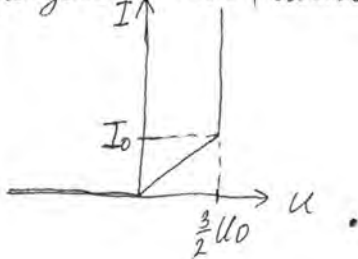




ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

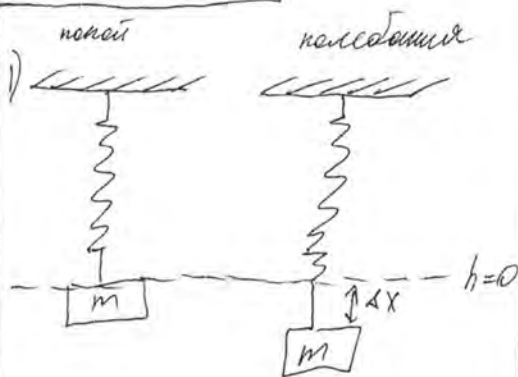
Задача 11. (Трехфазное)

После «исключения» фазы 3 (отключая его сопр.), все напряжение  $U = \frac{3}{2} U_0$  - перешло на 2 фазы и на каждой составила  $U = \frac{3}{2} U_0$  - это больше критического значения, значит и эти 2 фазы перестали иметь свое сопротивление сразу после первого. И линия стала эквивалентна просто проводке. Теперь построим ВАХ. Три фазы. напряжение стало так же как фаз и пропускаем ток (имеем бесконечное сопротивление).



*А.В.М.*

Задача 14.



$$E_0 = \frac{k \Delta x^2}{2} + \frac{m v^2}{2} - m g \Delta x$$

$$(E_0)' = \left( \frac{k \Delta x^2}{2} + \frac{m (\Delta x')^2}{2} - m g \Delta x \right)'$$

$$0 = k \Delta x \Delta x' + m \Delta x' \Delta x'' - m g \Delta x'$$

$$m \Delta x'' = m g - k \Delta x$$

$$\Delta x'' = g - \Delta x \frac{k}{m}$$

$$a = g - \Delta x \frac{k}{m}$$



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

Задача 14. (Продвинутое).

$$W_1 = \frac{kx_1^2}{2}, \quad W_2 = \frac{kx_2^2}{2}$$

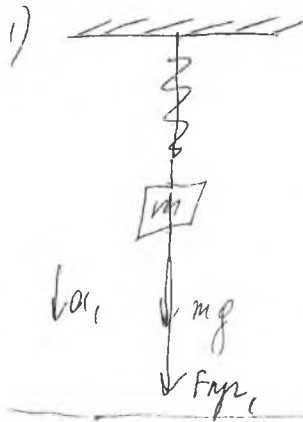
$$W_2 = 25W_1$$

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_1}{2}$$

Если рассматривать эргодические колебания, то чем больше деформация пружины, тем больше запасение. Т.е. чем больше энергия пружины тем больше запасение.

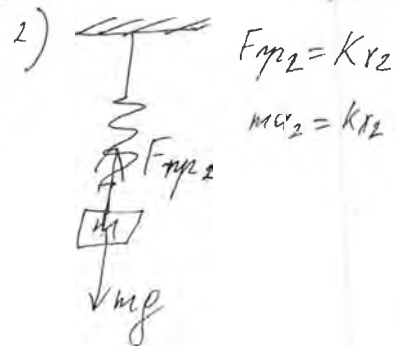
У нас:  $W_1 < W_2$ ,  $\alpha_1 > \alpha_2$ .

Танец водного гольфа если кто-то «пашет»  $\alpha_1$ . Это будет  $g$  (вертикальная ось). значит  $\alpha_1$  направлена по направлению  $g$  т.е. вниз  $\alpha_2$  наоборот - вверх.



$$F_{пр1} = kx_1$$

$$mg + kx_1 = m\alpha_1 \quad (1)$$



$$F_{пр2} = kx_2$$

$$m\alpha_2 = kx_2 - mg \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} W_1 &= \frac{kx_1^2}{2} & W_2 &= \frac{kx_2^2}{2} \\ W_2 &= 25W_1 \end{aligned} \right| \Rightarrow 25 \frac{kx_1^2}{2} = \frac{kx_2^2}{2} \Rightarrow x_2 = 5x_1$$

$$(1) \quad m\alpha_1 = mg + kx_1, \quad \alpha_1 = 2\alpha_2 \Rightarrow 2m\alpha_2 = mg + kx_1 \quad (3)$$

$$(2) \quad m\alpha_2 = kx_2 - mg, \quad x_2 = 5x_1 \Rightarrow m\alpha_2 = 5kx_1 - mg \quad (4)$$

$$\text{из (3): } kx_1 = 2m\alpha_2 - mg. \quad \text{в (4): } m\alpha_2 = 5(2m\alpha_2 - mg) - mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m\alpha_2 = 10m\alpha_2 - 6mg \quad \text{и } m\alpha_2 = 6mg \quad \alpha_2 = \frac{2}{3}g$$

$$\alpha_1 = 2\alpha_2 = \frac{4}{3}g$$

Ответ:  $\alpha_1 = \frac{4}{3}g$ , направлена ↓ (вниз);  $\alpha_2 = \frac{2}{3}g$ , направлена ↑ (вверх).



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

Задача 13.

$S$  - сечение трубы.  $F$  - сила действующая на камень ~~и т.д.~~

$$\Delta mV = F \Delta t \quad (1) \text{ - изменение импульса за } \Delta t.$$

$$\Delta m = \rho \Delta x S \quad (2) \quad \Delta x \text{ - малый участок в котором заморозится жидкость.}$$

$$F = \Delta p \cdot S \quad (3) \quad \Delta p \text{ - изменение давления у камня.}$$

будем считать что начальное давление в трубе равно 0. Значит что вода в трубе выдерживает  $\Delta p = 25 \text{ атм.} = 25 \cdot 10^5 \text{ Па.}$

Из (2), (3) подставим в (1)  $\rho \Delta x S V = \Delta p S \Delta t$

$$\Delta p = \rho V \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \Delta x \text{ - малый участок в котором заморозится жидкость.}$$

$\Delta t$  - время за которое это происходит.

Значит  $\frac{\Delta x}{\Delta t}$  - это показатель как скоро камень как-то движется становится, т.е. скорость распространения ударной волны. Это будет скорость звука в воде.

$$\text{Значит } \frac{\Delta x}{\Delta t} = V_{зв} = 1250 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

$$\Delta p = \rho V \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \Rightarrow \quad \Delta p = \rho V V_{зв} \Rightarrow V = \frac{\Delta p}{\rho V_{зв}} \quad (4)$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = V_{зв}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta p}{\rho V_{зв}} = \frac{25 \cdot 10^5 \text{ Па}}{1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 1250 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \quad (7)$$

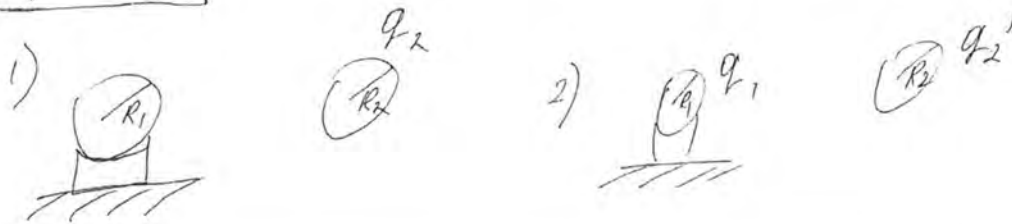
Значит при  $V_{\text{max}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ , труба выдержит гидроудар.

Ответ:  $V_{\text{max}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .



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

Задача №5.



$$q_2 = q_1 + q_2'$$

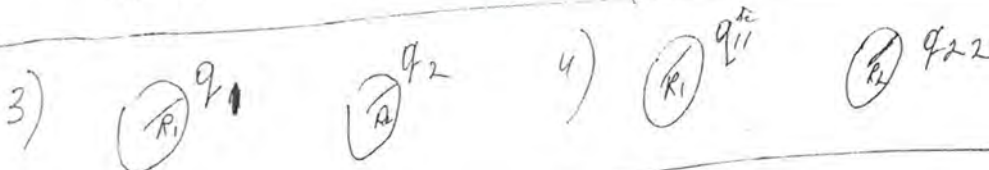
$$\varphi_1 = \varphi_2' \quad \frac{kq_1}{R_1} = \frac{kq_2'}{R_2}$$

$$\frac{kq_1}{R_1} = \frac{k(q_2 - q_1)}{R_2} \quad \times$$

$$q_1 R_2 = q_2 R_1 - q_1 R_1$$

$$q_1 = \frac{q_2 R_1}{R_1 + R_2} \Rightarrow \varphi_1 = \frac{kq_1}{R_1} \Rightarrow$$

$$\varphi_1 = \frac{kq_2 R_1}{R_1 + R_2} = \frac{kq_2^2}{R_1 + R_2} = \varphi_1$$



$$\varphi_1' = \frac{kq_1''}{R_1} = \varphi_2'' = \frac{kq_22}{R_2}$$

$$\frac{kq_1''}{R_1} = \frac{k(q_1 + q_2 + q_22)}{R_2}$$

$$q_1 + q_2 = q_1'' + q_22$$

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Гимназия №6, город Новокузнецк

Место проведения

JD40-72

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27791

ФАМИЛИЯ Карпец

ИМЯ Валерия

ОТЧЕСТВО Сергеевна

Дата рождения 15.03.2010

Класс: 7

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 3 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: 

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, 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

Потому что  $m$  (масса) и  $V$  (объем) облаков очень большие, следовательно  $\rho$  (плотность) облаков будет маленькая, меньше  $\rho$  воздуха, который находится над облаками, (т.к.  $\rho = \frac{m}{V}$ ), а значит облака будут выше воздуха, который в свою очередь не будет давить облакам nearby на землю из-за разности плотностей.



1) Пусть  $x \frac{\text{км}}{\text{ч}}$  -  $v$  (скорость) течения реки.

Тогда  $v_{\text{т}}$  (скорость теплохода из Таруса) =  $4x + x \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 5x \frac{\text{км}}{\text{ч}}$  (т.к. по течению)

$v_{\text{п}} = 4x - x \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 3x \frac{\text{км}}{\text{ч}}$  (т.к. против течения)

$$v_{\text{соб.т}} = v_{\text{соб.п}} = v_{\text{теч.}} = 4x \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$v_{\text{прт}} = v_{\text{соб.}} - v_{\text{теч.}}$$

$$v_{\text{пт}} = v_{\text{соб.}} + v_{\text{теч.}}$$

$v_{\text{теч}}$  - скорость течения  
 $v_{\text{прт}}$  - скорость против течения  
 $v_{\text{пт}}$  - скорость по течению

$v_{\text{вс}} =$  средняя всех  $v$  (скоростей)

2) Если каждый из теплоходов едет со скоростью в 2 раза на участке с туманом, то их скорости на этом участке равны:

$$v_{\text{т}} = 5x : 2 = 2,5x \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$v_{\text{п}} = 3x : 2 = 1,5x \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

3) Чтобы найти время ( $t$ ) нужно  $\frac{S}{v_{\text{вс}}}$   $t = \frac{S}{v_{\text{вс}}}$  А так как оба теплохода прошли равный путь ( $S$ ), то пусть мы путь возьмем за какую-то единицу. Тогда:

$$t_{\text{т}} = \frac{1}{v_{\text{вс.т}}} = \frac{1 \text{ км}}{5x + 2,5x \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = \frac{1 \text{ км}}{7,5x \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = \frac{1}{7,5x} \text{ ч}$$

$$t_{\text{п}} = \frac{1}{v_{\text{вс.п}}} = \frac{1 \text{ км}}{3x + 1,5x \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = \frac{1 \text{ км}}{4,5x \frac{\text{км}}{\text{ч}}} = \frac{1}{4,5x} \text{ ч}$$

4) Нам предстоит найти  $\frac{t_{\text{п}}}{t_{\text{т}}}$  (но это всё время, но оно будет пропорц. времени опоздания), оно равно:  $\frac{t_{\text{п}}}{t_{\text{т}}} = \frac{1}{4,5x} \cdot \frac{7,5x}{1} = \frac{1 \cdot 7,5x}{4,5x \cdot 1} = 6 \frac{2}{3}$  раза больше

(будет время опоздания теплохода, который прибыл в Таруса, чем теплохода, который прибыл в Полхово)

Ответ: в  $6 \frac{2}{3}$  раза больше.

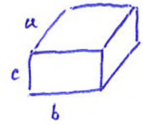


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№3

Дано:	$m = 13,5 \text{ кг}$ $= 13500 \text{ г}$	СИ:
$\rho_1 = 1 \text{ кПа}$	$1000 \text{ Па}$	
$\rho_2 = 2 \text{ кПа}$	$2000 \text{ Па}$	
$\rho_3 = 3 \text{ кПа}$	$3000 \text{ Па}$	
$\rho = ?$ (плотность)		

Решение:  $\rho = \frac{m}{V}$  - масса бруска  
 $\rho = \frac{F_{\text{тян.}}}{S} \Rightarrow S = \frac{F_{\text{тян.}}}{\rho}$



$$F_{\text{тян.}} = 13,5 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 135 \text{ Н} \quad F_{\text{тян.}} = mg$$

$$S_1 = \frac{135 \text{ Н}}{1000 \text{ Па}} = 0,135 \text{ см}^2 \quad S_1 = ab$$

$$S_2 = \frac{135 \text{ Н}}{2000 \text{ Па}} = 0,0675 \text{ см}^2 \quad S_2 = ac \quad V = abc$$

$$S_3 = \frac{135 \text{ Н}}{3000 \text{ Па}} = 0,03375 \text{ см}^2 \quad S_3 = bc$$

Чем больше  $S$  (площадь), тем больше грузы, тем меньше  $\rho$  (давление), поэтому у грани  $ab$  - самой большой давление самое маленькое. И наоборот, у грани  $bc$  самое большое давление.  $a, b, c$  - стороны прямоугольного параллелепипеда.

$$a > b > c \quad \frac{ab \cdot ac \cdot bc}{abc} = V \Rightarrow \frac{2ab \cdot ac \cdot bc}{abc \cdot V} = 2V \Rightarrow \frac{2 \cdot ab \cdot ac \cdot bc}{V} = \frac{2V}{1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 3V = 2 \cdot ab \cdot ac \cdot bc \Rightarrow 3V = 2 \cdot 0,135 \text{ см}^2 \cdot 0,0675 \text{ см}^2 \cdot 0,03375 \text{ см}^2$$

$$V = \frac{2 \cdot 0,135 \text{ см}^2 \cdot 0,0675 \text{ см}^2 \cdot 0,03375 \text{ см}^2}{3} = 20502,925 \text{ см}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{13500 \text{ г}}{20502,925 \text{ см}^3} \approx 0,66 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 610 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Ответ:  $\rho = 610 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

№4

$$S_{\text{осн}} = a \cdot a = a^2 = 10^2 \text{ см} = 100 \text{ см}^2$$

$$V_{\text{т}} = \frac{a^3}{3} = \frac{10^3 \text{ см}^3}{3} = 333 \frac{1}{3} \text{ см}^3$$

$$h = 2a = 2 \cdot 10 \text{ см} = 20 \text{ см}$$

$$\rho_c = 2,7 \cdot \rho_B = 2,7 \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_B = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho = \frac{F}{S}$$



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

№ 5

Дано:  $a_1 = 10 \text{ см}$  (сторона квадрата)  
 $m_1 = 125 \text{ г}$

$a_2 = 2a_1 = 2 \cdot 10 \text{ см} = 20 \text{ см}$   
(сторона этого квадрата)

$$\rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\rho_c = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} = 2,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$h$  - ? (высота воды из того сос. во 2-ом сос.)

$m_{\text{лв}}$  - ? (масса этого сосуда с водой)

$$m = \rho \cdot V$$

$$1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}$$

Решение: 1) Пусть  $x$  см - толщина стенок сосудов ( $x_1 = x_2$ )

$$V_1 (\text{объем 1 сосуда}) = a \cdot a \cdot x \cdot 5 = a^2 \cdot x \cdot 5 = 500x (\text{см}^3)$$

$$V_2 (\text{объем 2 сосуда}) = 2a \cdot 2a \cdot x \cdot 5 = 4a^2 \cdot x \cdot 5 = 4000x (\text{см}^3)$$

$$\rho = \frac{m}{V}; \quad \frac{2,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}{1} = \frac{125 \text{ г}}{500x \text{ см}^3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 125 \text{ г} = 1250x$$

$$x = 0,1 (\text{ см}) \rightarrow \text{Мы нашли толщину стенок у}$$

обоих сосудов (т.к. она одинакова  $x_1 = x_2 = 0,1 \text{ см}$ )

Тогда найдем объем самих сосудов:

$$V_1 = 500 \frac{\text{см}^3}{\text{см}} \cdot 0,1 \text{ см} = 50 \text{ см}^3$$

$$V_2 = 4000 \frac{\text{см}^3}{\text{см}} \cdot 0,1 \text{ см} = 400 \text{ см}^3 \rightarrow \text{в 8 раз больше}$$

2)  $V = 10 \cdot 10 \cdot 10 = 1000 \text{ см}^3$  (т.к. сосуды в форме куба)  
внутри в 1 сосуде

$\Rightarrow$  от  $V_2$  250 будет составлять  $\frac{1}{8} V_2$  (т.к.  $V_2$  в

8 раз больше  $V_1$  из п.1) по высоте  $\frac{1}{8}$  от  $h_2 \Rightarrow$

$$\frac{1}{8} \text{ от } 20 \text{ см} = \frac{1 \cdot 20}{8 \cdot 1} = 2,5 \text{ см} \quad \underline{h = 2,5 \text{ см}}$$

3)  $m_B = 1000 \text{ см}^3 \cdot 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1000 \text{ г} = 1 \text{ кг}$  (масса воды из того сосуда)

$$m_A = 400 \text{ см}^3 \cdot 2,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 1000 \text{ г} = 1 \text{ кг}$$
 (масса этого сосуда)

$$m_{\text{лв}} = m_B + m_A$$

$$m_{\text{лв}} = 1 \text{ кг} + 1 \text{ кг} = 2 \text{ кг}$$

Ответ:  $h = 2,5 \text{ см}$ ,

$m_{\text{лв}} = 2 \text{ кг}$



# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ

Место проведения

НЭ 34 - 72

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27991

ФАМИЛИЯ КИСЕЛЕВ

ИМЯ АЛЕКСАНДР

ОТЧЕСТВО ДМИТРИЕВИЧ

Дата рождения 28.11.2008

Класс: 9

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 4 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Алексей

Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, 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

Лучи света, выходящие из источника S, преломляются в линзе, после чего падают на зеркало Z. После этого лучи отражаются, повторно преломляются в линзе и оказываются сфокусированными в точке S.

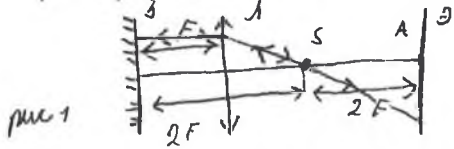


рис 1

П.к. точка S, как и зеркало, находится в фокусе линзы, то лучи, преломляясь, повторно фокусируются в точке S. Таким образом, в точке A лучи не сфокусируются. Теперь позволим зеркало на расстояние d влево, равное F.



рис 2

Получаем, что при прохождении через линзу, луч падает на зеркало перпендикулярно его поверхности. Сделаем это.

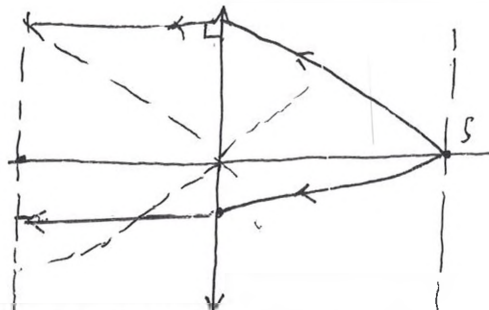
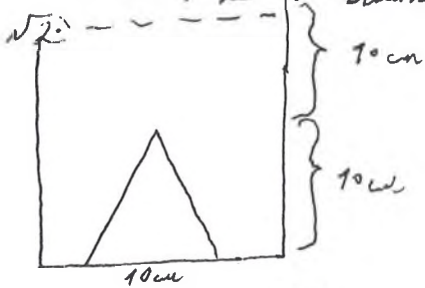


рис 3.

Тогда при данном расстоянии источника света S, лучи, преломляясь в линзе, будут идти параллельно друг другу, а далее отражаться в зеркале, и т.к. они падают на него перпендикулярно его поверхности, то будут отражаться под углом 90° назад. Далее, по закону обратимости лучей, они возвратятся назад, после чего сфокусируются в точке S. Освещенная точка A таким образом не зависит от положения зеркала Z.

(X)

Ответ: не изменится.



Первоначально, найдем объем пирамиды, равный  $\frac{a^3}{3}$ , т.е.  $(0,1)^3 / 3 = \frac{0,001 \text{ м}^3}{3}$

Тогда масса пирамиды равна

$$m = \rho V = 2700 \cdot \frac{0,001}{3} = 900 \cdot 0,001 = 0,9 \text{ кг.}$$

Теперь рассмотрим пирамиду, как плотность, на которую действует сила равная лишь силе (прочие силы компенсируются друг другом).

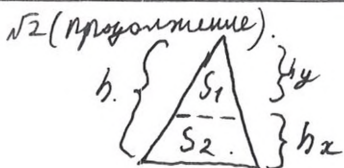
Тогда площадь, на которую действует равнине веса воздуха,

равна площади основания пирамиды, тогда давление веса на пирамиде  $P_{\text{в}}$  извне передается на дно сосуда. Найдем давление, с которой вода действует на пирамиды. Для этого необходимо найти среднюю глубину поверхности пирамиды. Для этого используем формулу Архимеда.

(то есть вода, где  $\rho_{\text{в}}$  - плотность воды и  $V_{\text{в}}$  - объем пирамиды)



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



Рассмотрим эту же задачу из другой перспективы. Далее, как известно, что в подобном треугольнике площади относятся пропорционально квадрату линейных величин.

$$S_1 = S_2$$

$$2S_2 = S_1$$

$$h_2 = \sqrt{2} h_1$$

$$h_2 = h - \sqrt{2} h_1 = 0,1 - \sqrt{2} \cdot 0,1 = 0,1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot 0,1 = 0,1 - \frac{0,1}{1,4} = 0,1 - 0,071 = 0,029 \text{ м.}$$

Тогда сила тяжести пирамиды =  $h_2 = 0,2 - 0,029 = 0,171 \text{ м.}$   
Давление газа на боковую поверхность пирамиды:

$$P_g = \rho g h = 10000 \cdot 0,171 = 1710 \text{ Па.}$$

$$P_n = \frac{mg}{S} = \frac{9,9 \cdot 10}{0,1 \cdot 0,1} = 0,9 \cdot 1000 = 900 \text{ Па.}$$

$$P_{\text{суммарная}} = P_g + P_n = 1710 + 900 = 2610 \text{ Па}$$
  
Сила равна:  $F = P \cdot S = 2610 \cdot 0,01 = 26,1 \text{ Н.}$

Ответ: 2610 Па; 26,1 Н.

где сила?

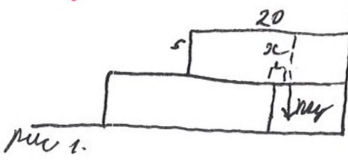


рис 1.

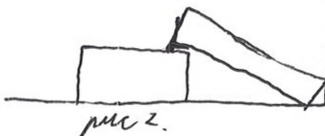


рис 2.

Известно, что нижняя поверхность находится в равновесии.

Тогда примем её край за точку опоры, а после составим уравнение моментов сил:

$$mg \cdot x = F_{\text{тр}} \cdot (0,1 + x), \text{ где } x - \text{расстояние от центра масс верхней плитки до точки опоры.}$$

При некотором натяжении  $\alpha$ ,  $0,1$  - половина длины плитки.

Верхней плиткой (расстояние  $x$ ), верхняя плитка за счет силы  $mg$  оторвется от поверхности и будет как на рис. 2. Это происходит в том случае, если сила реакции опоры меньше нормальной силы тяжести верхней плитки  $\alpha$  плитки. Это есть:

$$M (mg - F_{\text{тр}}) = N$$

$$M (mg - MN) = N$$

$$M mg = N + M^2 N$$

$$M mg = N + 0,16N = 1,16N$$
  
$$0,4 mg = 1,16N \quad N = \frac{0,4 mg}{1,16}$$

Теперь вернемся к уравнению моментов сил.

$$mg \cdot x = M \cdot \frac{0,4 mg}{1,16} (0,1 + x)$$

$$x = \frac{M \cdot 0,4}{1,16} (0,1 + x)$$

$$x = \frac{0,16}{1,16} (0,1 + x)$$

$$x = 0,137 \cdot (0,1 + x)$$

$$x - 0,137x = 0,0137$$

$$0,863x = 0,0137$$

$$x \approx 1,5 \text{ см.}$$
  
$$L = 1,5 + 10 = 11,5 \text{ см.}$$

Ответ: 11,5 см.



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

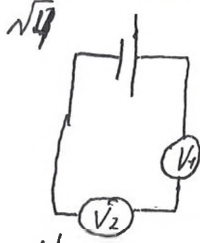


рис. 1.

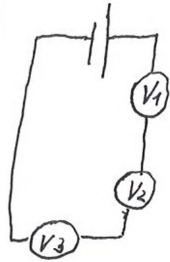
$U_{\text{сумм}} = 9 \text{ В}$

$2R_1 = R_2$

$2R_1 = R_3$

$R_3 = R_2$

Известно, что ~~показание~~ показание одного вольтметра 3 В, а другого - 6 В. Тогда суммарное напряжение на обоих  $U_{\text{сумм}} = 3 + 6 = 9 \text{ В}$ . Также можно читать, что  $2R_1 = R_2$ , т.к. знаем, что напряжения в цепи распределяются пропорционально сопротивлениям при последовательном соединении.



При подключении в цепь третьего вольтметра, его показание будет равно 3,6 В. Тогда  $\frac{R_3}{R_1 + R_2} = \frac{3,6}{9 - 3,6}$  — по закону распределения напряжений.

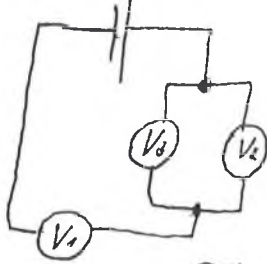
$\frac{R_3}{3R_1} = \frac{3,6}{5,4} \Rightarrow \frac{R_3}{3R_1} = \frac{36}{54} = \frac{4}{6} = \frac{2}{3}$

$\frac{R_3}{3R_3} = \frac{2}{3}$

$3R_3 = 6R_3$

$R_3 = 2R_1$ . Таким образом получаем, что  $R_3 = 2R_1 = R_2$ .

Теперь рассмотрим последнюю цепь.



В данной цепи  $V_3$  и  $V_2$  подключены параллельно. Т.к. мы уже знаем, что их сопротивления равны между собой и равны  $2R_1$ . Тогда  $R_{23}$  (сопротивление при параллельном соединении) будет равно:

$R_{23} = \frac{2R_1}{2} = R_1$ . Т.е. если, сопротивление

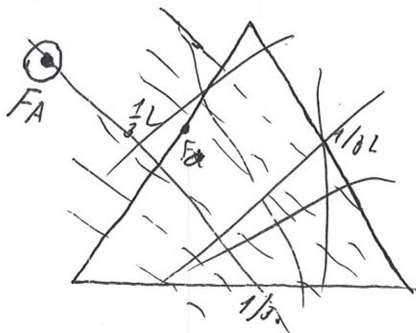
равно сопротивлению первого резистора.

Тогда напряжение на  $V_1 = V_2 = V_3$ , т.к. их сопротивления равны. Следовательно,  $V_1 = \frac{1}{2}U = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ В}$ .  
 $V_2 = \frac{1}{2}U = 4,5 \text{ В}$ .

Известно, что при параллельном соединении напряжение на параллельных проводниках одинаково и равно их суммарному напряжению. Тогда:  $V_3 = V_2 = 4,5 \text{ В}$ .

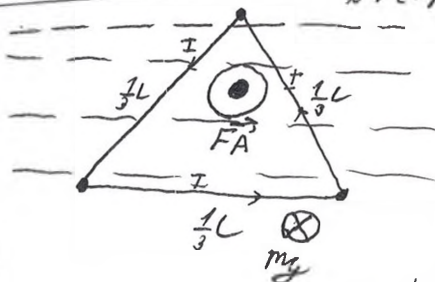
Ответ: напряжение на всех вольтметрах одинаково и равно 4,5 В.

№5



Известно, что линии перпендикулярны медианам или параллельны одной из сторон треугольника. Вокруг точки пересечения и обозначили на нем силу Ампера, действующую на проводник. Для того, чтобы найти направление силы Ампера, воспользуемся правилом левой руки.

14 (продолжение).



С его помощью определить, что все зависит от направления силы тока, сила Лоренца будет действовать на противоположные стороны. Таким образом, она действует перпендикулярно к плоскости, на которой лежит рамка.

$F_a = B \cdot I \cdot L_x$ . Тогда, кроме силы Лоренца, на рамку действует сила тяжести, направленная вниз, перпендикулярно плоскости и противоположно силе Лоренца.

Тогда по II з. Н:

$$\vec{F}_a + \vec{F}_a = \vec{m}g$$

Тогда, чтобы рамка начала двигаться, необходимо, чтобы:

$$F_a = mg$$

$$B \cdot I \cdot L_x = mg$$

$L_x$  - длина проводника, через который проходят магнитные линии. Таким образом, от длины висит рамка, перпендикулярная магнитным линиям. Она равна:

$$L_x = \frac{1}{3}L \cdot \cos 60 + \frac{2}{3}L \cdot \cos 60 = \frac{2}{3}L \cdot \cos 60 = \frac{2}{3}L \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{3}L$$

Тогда:

$$B \cdot I \cdot \frac{1}{3}L = mg$$

$$B = \frac{mg}{I \cdot \frac{1}{3}L} = \frac{30m}{I \cdot L}$$

Ответ:  $B = \frac{mg}{I \cdot \frac{1}{3}L} = \frac{30m}{I \cdot L}$

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

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Гимназия №6 г. Новочебоксарска

Место проведения

HW88-21

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ КЛИМЧЕНКО

ИМЯ ВАЛЕНТИНА

ОТЧЕСТВО ИЛЬНИЧНА

Дата рождения 01.10.2007

Класс: 10

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 8 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

Климент

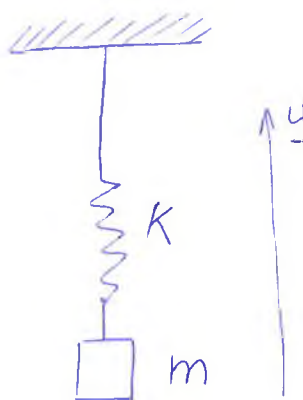
Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



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

N3

$K$  - жесткость пружины.  
 $x_1$  - растяжение пружины в I случае (с учётом знака, с "+" если вверх, с "-" если вниз)



$x_2$  - смещение (растяжение) пружины во II сл. (тоже с учётом знака)

$$\left. \begin{aligned} W_1 &= \frac{K x_1^2}{2} \\ W_2 &= \frac{K \Delta x_2^2}{2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow 25 = \frac{W_2}{W_1} = \frac{\Delta x_2^2}{x_1^2} = \left( \frac{x_2}{x_1} \right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{x_2}{x_1} = 5 \text{ или } \frac{x_2}{x_1} = -5$$

Пусть пружина смещена на  $x$  (с учётом знака). Найдём её ускорение в этой точке.

$$\frac{Kx^2}{2} + mgx + \frac{m\mathcal{V}^2}{2} = 0 \quad (\text{по 3-му сохр. энергии, } \mathcal{V} - \text{ скорость в этой т.})$$

о потенц. энергии на начальном уровне).

Рассмотрим очень маленький промежуток времени  $\Delta t$ , такой что  $\Delta x = \mathcal{V} \Delta t$  ( $\Delta x$  - изменение смещения). ( $\mathcal{V}$  - тоже в проекции на ось  $y$ )



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

$$\frac{k(x+\Delta x)^2}{2} + mg(\Delta x) + \frac{m(v+\Delta v)^2}{2} = 0.$$

$\Delta v$  - изменение скорости.

$$\left(\frac{kx^2}{2} + mgx + \frac{mv^2}{2}\right) + \frac{2kx\Delta x}{2} + \frac{k\Delta x^2}{2} + mg\Delta x + \frac{2m\Delta v v}{2} + \frac{m\Delta v^2}{2} = 0$$

$\frac{k\Delta x^2}{2}$  и  $\frac{m\Delta v^2}{2}$  - II порядка малости или пренебрежём.

$$kx\Delta x + mg\Delta x + 2m\Delta v v = 0.$$

$$kx\Delta t + mg\Delta t + m\Delta v v = 0.$$

$$kx\Delta t + mg\Delta t = -m\Delta v v$$

$$\Delta v = -\left(\frac{kx}{m}\Delta t + g\Delta t\right)$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = -\left(\frac{kx}{m} + g\right)$$

Здесь  $\rightarrow$  там сложение  
уравно  $F = ma$

Q<sub>1</sub> Найдём максимальное по модулю ускорение, оно в самой верхней и в самой нижней точке и оно  $|a| = g$  (в верхней точке  $x = 0$ )





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

$$a_1 = -\left(\frac{kx_1}{m} + g\right)$$

$$a_2 = -\left(\frac{kx_2}{m} + g\right)$$

1 случай  $x_2 = 5x_1$

$$2 = \frac{a_1}{a_2} = \frac{\frac{kx_1}{m} + g}{\frac{kx_2}{m} + g} = \frac{\frac{kx_1}{m} + g}{\frac{5kx_1}{m} + g}$$

$$10 \frac{kx_1}{m} + 2g = \frac{kx_1}{m} + g$$

$$9 \frac{kx_1}{m} = -g \Rightarrow \frac{kx_1}{m} = -\frac{g}{9} \Rightarrow a_1 = -\left(-\frac{g}{9} + g\right) = -\frac{8}{9}g$$

$$a_2 = -\left(-\frac{5}{9}g + g\right) = -\frac{4}{9}g$$

2 случай  $x_2 = -5x_1$

$$2 = \frac{a_1}{a_2} = \frac{\frac{kx_1}{m} + g}{-\frac{5kx_1}{m} + g} \Rightarrow 2g - \frac{10kx_1}{m} = \frac{kx_1}{m} + g$$

$$g = 11 \frac{kx_1}{m} \Rightarrow \frac{kx_1}{m} = \frac{g}{11}$$

$$a_1 = -\left(\frac{1}{11}g + g\right) = -\frac{12}{11}g, \text{ но } |a_1| \leq g \Rightarrow \emptyset$$

Ответ:  $|a_1| = \frac{8}{9}g$  и направлено вниз,

$|a_2| = \frac{4}{9}g$  и направлено вниз

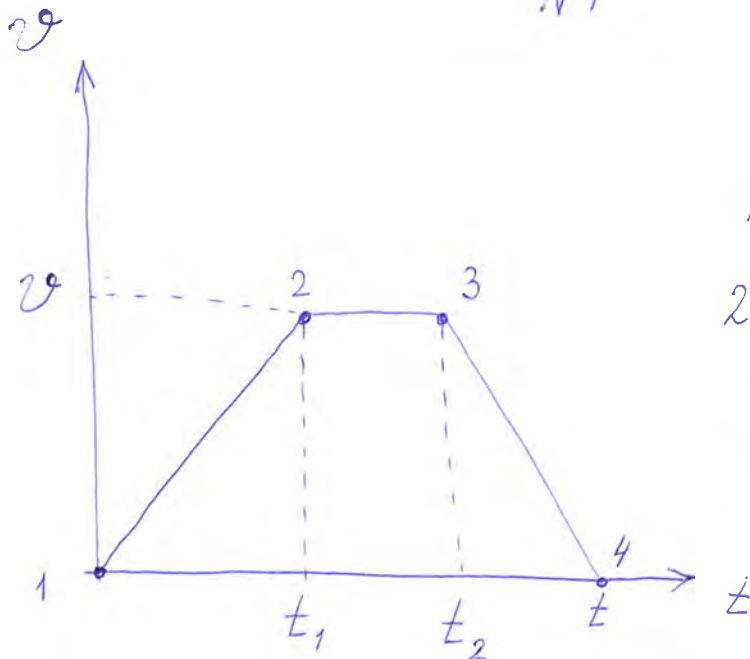
луче  $\frac{a_1}{a_2} = -2$





27101

ШИФР НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨



$$S = 30 \text{ км}$$

$$v = 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$$

$$t = 20 \text{ мин.} = \frac{1}{3} \text{ ч.}$$

$$S_0 = ?$$

1-2 - ускоряется

2-3 - едет с постоянной скоростью

3-4 - тормозит

Площадь под графиком численно равна, конечно, пути. Найдём как площадь трапеции.

$$S = v \frac{t + (t_2 - t_1)}{2} \Rightarrow \frac{2S}{v} - t = t_2 - t_1$$

$S_0$  - расстояние пройденное с постоянной скоростью.

$$S_0 = (t_2 - t_1) v \Rightarrow S_0 = \left( \frac{2S}{v} - t \right) v = 2S - tv$$

$$S_0 = 2 \cdot 30 \text{ км} - \frac{1}{3} \text{ ч} \cdot 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 20 \text{ км}$$

Ответ: 20 км.



№2

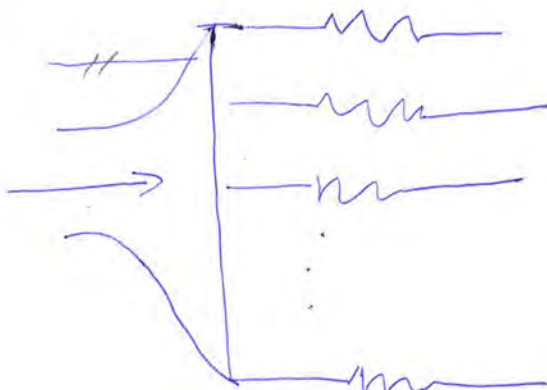
~~$1 \text{ мВт} \approx 12$~~

$$P_1 = 1 \text{ мВт}$$

$$v_1 = 12 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$n = 10$$

$$v_2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



Найти:

$$P_2 = ?$$

Решение:

$$P_1 = \alpha v_1^2 \quad (\alpha - \text{коэффициент пропорциональности})$$

$$P_2' = \alpha v_2^2 \quad (P_2' - \text{мощность 1 ветрогенератора в системе})$$

$$P_2 = n P_2' = n \alpha v_2^2 \quad (\text{масса поровну рас-ся между возд. генер., а скорость ос-ся преленей})$$

$$P_1 = \alpha v_1^2 \Rightarrow v_1 \alpha = \frac{P_1}{v_1^2}$$

$$P_2 = n P_1 \frac{v_2^2}{v_1^2}$$

⊕

$$P_2 = 10 \cdot 1 \text{ мВт} \cdot \frac{(2 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{(12 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2} = \frac{10}{36} \text{ мВт} = \frac{5}{18} \text{ мВт} \approx$$

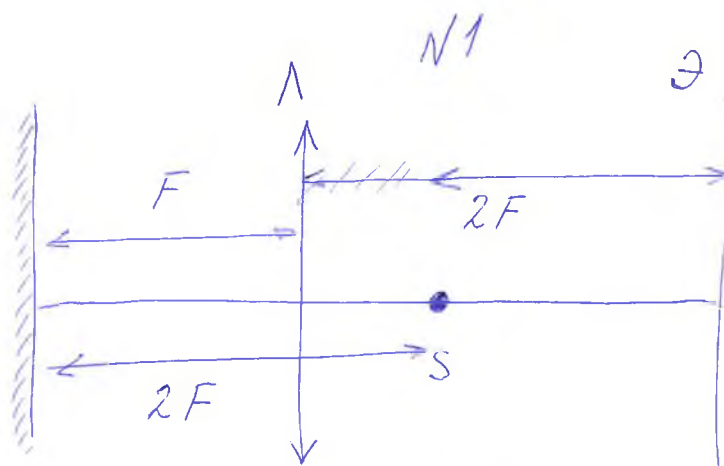
$$\approx 0,28 \text{ мВт}$$

Ответ:  $\approx 0,28 \text{ мВт}$



27101

ШИФР НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨



Освещённость <sup>обратно</sup> пропорциональна <sup>квадрату</sup> расстояния до источника света.

Линза не создаст изображения источника, т.к. он на-ся на расстоянии  $S < F$  от собирающей линзы, в этом случае изображения нет. Источник отоб-ся в плоском зеркале симметрично ей  $\Rightarrow$  появится изображение на от-но зеркала расстоянии  $\frac{6}{5}F$  от экрана  $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \beta = d \left( \left( 2 \frac{1}{2F} \right)^2 + \left( \frac{1}{6F} \right)^2 \right) = d \cdot \frac{10}{36F^2} = \frac{5}{18} \frac{d}{F^2}$$

↑            ↑  
осв.        коэф. пропорц.

Во II случае а-но: источник на расстоянии  $2F$  от экрана, а его изображение:  $2F + (2F - d) \cdot 2 = 6F - 2d \Rightarrow \beta_2 = d \left( \left( \frac{1}{2F} \right)^2 + \left( \frac{1}{6F - 2d} \right)^2 \right) \neq d$



27101

ШИФР НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇒

$$\frac{\beta_2}{\beta_1} = \frac{\propto \left( \left( \frac{1}{2F} \right)^2 + \left( \frac{1}{6F} \right)^2 \right)}{\propto \left( \left( \frac{1}{2F} \right)^2 + \left( \frac{1}{6F-2d} \right)^2 \right)} \Rightarrow \text{освещённость увеличилась.}$$

А-но со всеми другими изображениями:  
(изобр. изображение отражения в плоском зеркале в линзе, отражение этого изображения в линзе и т.д.) ⇒ освещённость ув-ась

Ответ: освещённость ув-ась. ⊖

№5

$\rho_{\max} = 25 \rho_0$   
 $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$   
 $v_{\text{зв.}} = 1250 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$v$  - скорость воды.  
 камень

$h$  - расстояние от „выключателя“ до камня.  
 $t$  - время до выключения.

$$t = \frac{h}{v_{\text{зв.}}}$$

$S$  - площадь сечения трубы, тогда объём который успеет во-ся.

$$V = S t v = S \frac{h}{v_{\text{зв.}}} v = S h \frac{v}{v_{\text{зв.}}} \Rightarrow$$

$$m = V \rho = S h \rho \frac{v}{v_{\text{зв.}}}$$

Тогда давление на дне  $p = \frac{mg}{S} \Rightarrow$



27101

ШИФР НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨

$$\Rightarrow p = \rho g \frac{v}{v_{зв}} \leq 25 p_0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v \leq \frac{25 p_0 v_{зв}}{\rho g} \quad \text{А было:} \\ m_0 = Sh \rho$$

А было  $m_0 = Sh \rho v$  ⇒ давление уб-сь

$$B \quad \frac{p}{p_0} = \frac{m+m_0}{m_0} \frac{Sh \rho \frac{v}{v_{зв}} + Sh \rho}{Sh \rho} = \frac{v}{v_{зв}} + 1$$

В объём  $Sh$  будет на-ся:  $Sh \rho \frac{v}{v_{зв}} + Sh \rho$ ,  
такое возможно при давлении:

$$pV = const \Rightarrow Sh \rho p_0 = Sh \rho \left( \frac{v}{v_{зв}} + 1 \right) p_{max}$$

$$p_0 = \left( \frac{v}{v_{зв}} + 1 \right) p_{max} \cdot 25 p_0$$

$$\frac{Sh \rho \left( 1 + \frac{v}{v_{зв}} \right)}{Sh \rho} = \frac{25}{1}$$

$$\frac{v}{v_{зв}} = 24$$



+3

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

гимназия № 6, г. Новокузнецк

Место проведения

ВУ83-97

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Колесников

ИМЯ Александр

ОТЧЕСТВО Юрьевич

Дата рождения 22.06.2006

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 6 листах

Дата выполнения работы: 03.03.24.  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: 

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



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

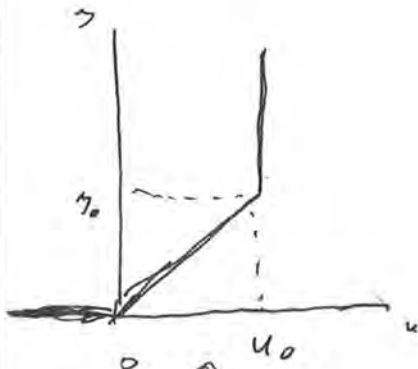
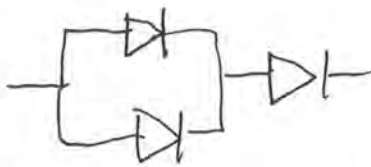


рис. 1



21

1) Из ВАХ для одного диода видно, что максимальное напряжение —  $U_0$ ; По закону Ома  $R_0 = \frac{U_0}{I_0} = \text{const}$ , при  $U \leq U_0$ .

Тогда максимальный ток в цепи, при котором изменяется напряжение —  $I_0$ .

2) Ток идет через два параллельных диода через ток по  $I_0$ , тогда, напряжение

на всей цепи, а ток не ток на всей цепи равен:  $I_1 = 2I_0$ ;

$$U_1 = U_0 + U_0 = 2U_0.$$

3) Теперь найдем ток и напряжение, когда предельный ток  $I_0$  протекает через 3й диод:  $I_2 = I_0$ ;  $U_2 = \frac{U_0}{2} + U_0 = 1,5U_0$ .

Отметим полученные точки на нашей ВАХ:

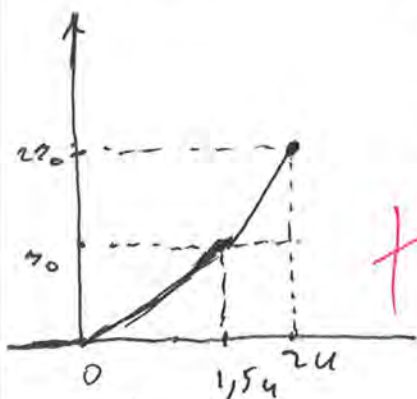


рис. 2

Из нашей ВАХ (рис. 1) видно, что  $I \sim U$ , что означает, что у нас там будет прямая пропорциональность. Тогда

ведем отрезками полученные параметры точки, а ток не ток  $(0; 0)$

Конечная схема ВАХ ~~показана~~ на рисунке 2!





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

Дано:

$$l = 30 \text{ км.}$$

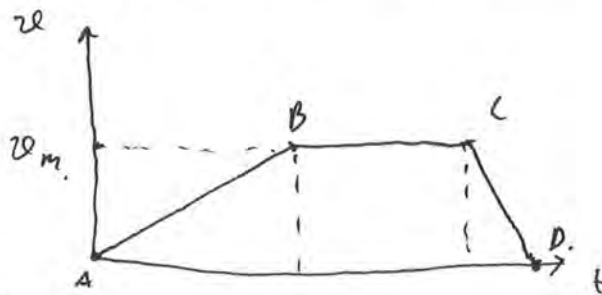
$$t = \frac{1}{3} \text{ ч.}$$

$$v = 170 \frac{\text{км}}{\text{ч.}}$$

$$a = \text{const.}$$

$$\tau = ?$$

1) Завершим зависимость  $v = v(t)$ :



Поскольку  $a = \text{const}$ , то участки ускорения и замедления будут графиком прямой пропорциональности.

Поскольку ~~вектор~~ площадь под графиком - величина скалярная и имеет смысл.

$t_{AB} = t$ ;  $t_{CD} = \tau$ , исходя из симметричности участка

и времени в данной задаче. Тогда:

$$l = \frac{t + \tau}{2} \cdot v \rightarrow \tau = \frac{2l}{v} - t_0 ; \tau = \frac{1}{6} \text{ ч}; \tau = 10 \text{ мин.}$$

Ответ:  $\tau = \frac{2l}{v} - t_0$ ;  $\tau = 600 \text{ с.}$  **Зачем!**

Дано:

$$F_{\text{max}} = 25 \cdot 10^5 \text{ Н.}$$

$$\rho = 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$v_{\text{зв}} = 1250 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_{\text{в}} = ?$$

$$46 \text{ л.}$$



Возьмем участок волны, длиной  $dl$ , масса. и импульс этой волны:  $m v_{\text{в}}$ . За этот же период времени ударная волна пройдет, имеющая такой же импульс  $F_{\text{з}} \tau$ .

$$m v_{\text{в}} = F_{\text{з}} \tau ; m = \rho V = \rho \cdot S \cdot dl \Rightarrow$$

$$v_{\text{в}} \rho S dl = F_{\text{з}} \tau \Rightarrow v_{\text{в}} \rho v = \frac{F_{\text{з}}}{S} \cdot \frac{\tau}{dl}$$

см сл. лист!



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

~3 (продолжение).

$$u_B p_B = \frac{F_g}{S} \cdot \frac{\tau}{dl} \quad \frac{F_g}{S} - \text{давление, вызванное весом в поршне.}$$

Поскольку, как и для  $u_B \sim \frac{F_g}{S}$ , то  $\frac{F_g}{S}$  а max  $\Rightarrow \frac{F_g}{S} = p_{max}$ .

$\frac{\tau}{dl}$  - время, за которое ударная волна пройдет расстояние  $dl$ .

Поскольку, как и для  $u_B$  время  $\tau$  - время за которое звук пройдет путь  $dl$ , то  $\tau = \frac{dl}{v_{зв}}$   $\Rightarrow$

$$\frac{\tau}{dl} = \frac{dl}{dl v_{зв}} = \frac{1}{v_{зв}} \quad \text{Поскольку: } u_B p_B = \frac{p_{max}}{v_{зв}} \Rightarrow u_B = \frac{p_{max}}{v_{зв} \cdot p_B}$$

$$u_B = \frac{2500 \cdot 10^3 \text{ Па}}{1250 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ:  $u_B = \frac{p_{max}}{v_{зв} \cdot p_B}$ ;  $u_B = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$  (+)

~4.

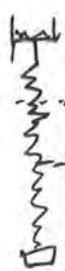
Дано:

$$w_1$$

$$w_2 = 75 w_1$$

$$u_2 = \frac{u_1}{2}$$

$$\vec{a}_1, \vec{a}_2 - ?$$



$$1) w_1 = \frac{k l_1^2}{2}; w_2 = \frac{k l_2^2}{2} \Rightarrow \frac{w_1}{w_2} = \frac{l_1^2}{l_2^2} \Rightarrow$$

$5 l_1 = l_2$ , где  $l_1, l_2$  - расстояния от ~~центра~~ м.о.

поверхности. Тогда  $F_{упр} = k l_0$ .

мешать.

Поскольку можно рассмотреть  $\vec{a}$  и  $\vec{a}_2$  как:

①  $\vec{a}_1$  и  $\vec{a}_2$  направлены к м.о.

②  $\vec{a}_1 \uparrow \vec{a}_2$  и  $\vec{a}_1$  направлено к м.о.

③  $\vec{a}_1 \uparrow \vec{a}_2$  и  $\vec{a}_2$  направлено к м.о. (при условии, что

масса 1 и 2. происходят в одной точке, то

направлено к м.о. Значит  $\vec{a}_1$  и  $\vec{a}_2$  направлены к м.о.

проверкой к м.о., то есть.  $\vec{a}_1 \uparrow \vec{a}_2$  и  $\vec{a}_1$  направлено к м.о. значит,

что.  $\vec{a}_2$  направлено к м.о.,  $\vec{a}_1$  направлено к м.о., то есть:

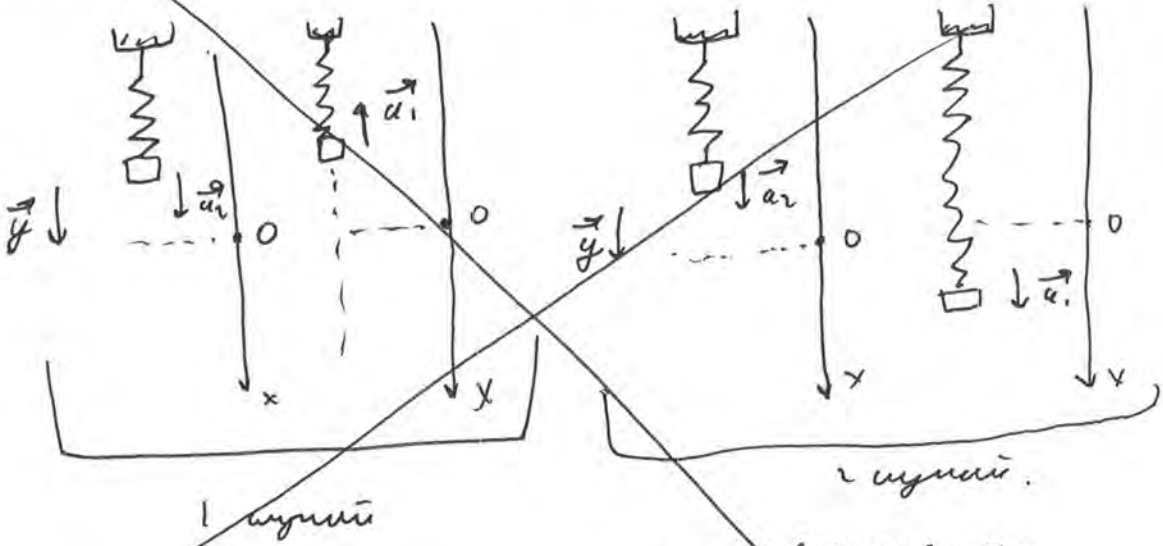
(или ил. стр!).



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

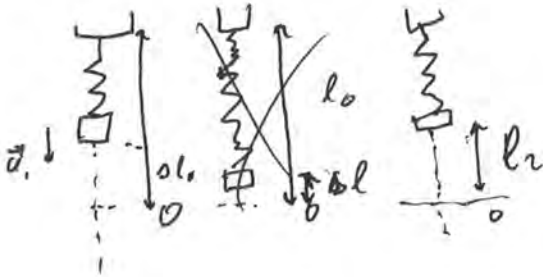
это 1 шунт:

~ 71 (проценте).



и еще 2 шунта для шунта с направлением  $a_2$ .

Тогда, рассмотрим ①:



$$\begin{cases} m\vec{a}_1 = m\vec{g} + k\vec{l}_1 \\ m\vec{a}_2 = m\vec{g} + k\vec{l}_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$2mg + 2kl_2 = mg + kl_1$$

$$mg = k(l_1 - 2l_2); \quad mg = kl_0 \Rightarrow$$

$$l_0 = l_1 - 2l_2 = -2l_2, \text{ чего}$$

быть не может!

$$\text{шунт } ②: \begin{cases} m\vec{a}_1 = m\vec{g} + k\vec{l}_1 \\ m\vec{a}_2 = -k\vec{l}_2 - m\vec{g} \end{cases} \Rightarrow 2kl_2 - 2mg = mg + kl_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2l_1 = 3l_0 \Rightarrow l_0 = 3l_1, \text{ чего быть не может, т.к. } l_2 = 5l_1, \text{ и } l_1 \leq l_0!$$

$$\text{шунт } ③: \begin{cases} m\vec{a}_1 = +k\vec{l}_1 + m\vec{g} \\ m\vec{a}_2 = -k\vec{l}_2 + m\vec{g} \end{cases} \Rightarrow -2l_2 + 2l_0 = l_1 + l_0 \Rightarrow l_0 = 11l_1$$

$$\text{шунт } ④: \quad ma_1 = k(l_1 + l_0) = \frac{12}{11}kl_0 = \frac{12}{11}mg \Rightarrow a_1 = \frac{12g}{11}$$

$$ma_2 = k(l_0 - \frac{2}{11}l_0) = \frac{6}{11}mg \Rightarrow a_2 = \frac{6g}{11}$$

$$\text{шунт } ⑤: \begin{cases} ma_1 = mg - kl_1 \\ ma_2 = kl_2 + mg \end{cases} \Rightarrow 2l_2 + 2mg = mg - l_1 - \text{ не может}$$



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

из условий (5):  $\sim 4$  (привнесение)

$$\begin{aligned} m a_1 &= k l_1 - m g \\ m a_2 &= k l_2 + m g \end{aligned} \quad | : \Rightarrow \quad 10 l_1 + 2 l_2 = l_2 - l_1 - \text{не можем}$$

условия (6):  $m a_1 = m g - k l_1$   
 $m a_2 = m g - k l_2$   
 $\Rightarrow 2 l_2 - 10 l_1 = l_2 - l_1 \Rightarrow l_2 = 9 l_1 - \text{не можем!}$

и: (7):  $m a_1 = k l_1 - m g$   
 $m a_2 = k l_2 - m g$   
 $\Rightarrow 10 l_1 - 2 l_2 = l_1 - l_2 \Rightarrow l_2 = 9 l_1 \Rightarrow$   
 $\vec{a}_1 = \frac{8}{9} \vec{g} \quad a_2 = -\frac{4}{9} \vec{g}$

и (8):  $m a_1 = k l_1 - m g$   
 $m a_2 = m g - k l_2$   
 $\Rightarrow 2 l_2 - 10 l_1 = l_1 - l_2 \Rightarrow l_2 = \frac{11}{3} l_1$  не можем!

~~ответы:~~ 1) это все условия, которые - линейные уравнения.

Итак: 1)  $a_1 = \frac{12}{11} g$ ;  $a_2 = \frac{6}{11} g$ ;  $a_1$  направлено к н. в. вниз,  $a_2$  направлено к н. в. вниз.

2)  $a_1 = \frac{8}{9} g$ ;  $a_2 = -\frac{4}{9} g$ ;  $a_1$  направлено вниз,  $a_2$  направлено вверх, к н. в.

$\sim 5$ .

Вспомогательные условия:  $\psi_1' = \frac{k |q_1' - \Delta q_1|}{R_2} = \frac{k \Delta q_1}{R_1} \Rightarrow \psi_1' = \frac{R_1}{R_1 + R_2} q_2'$  ?

Итак как потенциалы шаров равны.

Итак,  $\psi$  после 2го соприкосновения:

$$\frac{k |q_2' - \Delta q_1 - \Delta q_2|}{R_2} = \frac{k (\Delta q_1 + \Delta q_2)}{R_1} \Rightarrow \Delta q_2 = \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)^2 q_2'$$

Для n-го соприкосновения:  $\Delta q_n = \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)^n q_2'$  ? (или и. еще!)



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

$$\text{Итак, } \varphi_n = \frac{kq_1'}{R_1} \cdot \sum_{i=1}^n \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)^i$$

$$\varphi_\infty = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{kq_1'}{R_1} \sum_{i=1}^n \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)^i = \frac{kq_1'}{R_1} \cdot \frac{\frac{R_1}{R_1 + R_2}}{1 - \frac{R_1}{R_1 + R_2}} =$$

$$= \frac{kq_1'}{R_2}; \quad \underline{kq_1'} \quad \varphi_2' = \frac{k(q_1' - q_1)}{R_2} = \frac{k \Delta q_1}{R_1} \Rightarrow$$

$$\varphi_2' = \frac{kq_1'}{R_2} \cdot \left( 1 - \frac{R_1}{R_2 + R_1} \right) = \frac{kq_1'}{R_2} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow q_1' =$$

$$\Rightarrow \frac{(R_1 + R_2) \varphi_2'}{k} \Rightarrow \varphi_\infty = \frac{kq_1'}{R_2} = \frac{k}{R_2} \cdot \frac{(R_1 + R_2) \varphi_2'}{k} =$$

$$= \varphi_2' \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

$$\text{Отвечая: } \varphi_\infty = \varphi_2' \cdot \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$



# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ

Место проведения

WT94-19

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Комов КОМОВ

ИМЯ Тимофей ТИМОФЕЙ

ОТЧЕСТВО Александрович АЛЕКСАНДРОВИЧ

Дата рождения 31.01.2007г.

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 7 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024г.  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

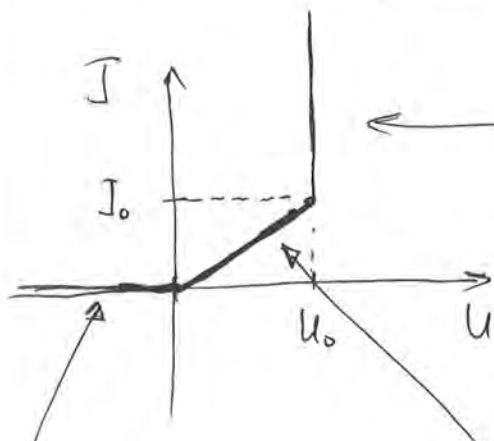


Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



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

1 Сначала рассмотрим ВАХ одного диода:



В итоге

$$I = \begin{cases} 0; & U \leq 0 \\ \frac{I_0}{U_0} U; & 0 < U \leq U_0 - \text{как резистор} \\ \emptyset; & U > U_0 \\ \text{любой ток} \geq I_0; & U = U_0 \end{cases}$$

диод идеализир.  
и не пропускает  
в обратном направлении

⇒ и идеальная система  
диодов не будет  
пропускать ток в обрат.  
направлении!

⇒ Будем рассматривать  
ВАХ системы только при  $U > 0$

линейная зависимость  
говорит о том, что  
диод ведет себя как  
резистор с

$$R = \frac{U_0}{I_0}$$

( $R = \frac{1}{k}$ , где  $k$  — прямой коэффициент передачи)

⇒ Крайний случай: в системе диодов, когда на  
каждом падает  $U_0$  (всего  $2U_0$ ) — вертикальная  
линия  $U = 2U_0$

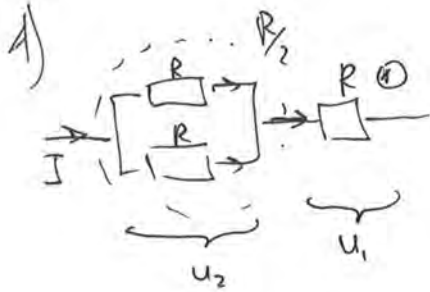
В остальных случаях будем рассматривать систему, как  
систему резисторов, пока хотя бы на одном не будет  
падать  $U_0$ .

$$\left( \text{где } R = \frac{U_0}{I_0} \right)$$



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

1) (Продолж.)



заменим на резистор, заметим, что на каждом из паралл. падает  $U_2 = R/2 \cdot I$

$$U_1 = RI, \text{ заметим, что}$$

$$U_1 > U_2$$

⇒ этот "насосится" первым тот, который подключен последовательно (диод 1)

⇒ Вся система:

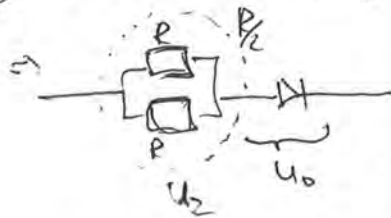
$$I = \frac{3}{2} R = U, \text{ пока } U_1 \leq U_0 \quad IR \leq U_0$$

$$\left[ I = \frac{2}{3} \frac{1}{R} U = \left( \frac{2 I_0}{3} \frac{U}{U_0} \right), \text{ пока } \frac{U_0}{I_0} \cdot \frac{2 I_0}{3} \frac{U}{U_0} \leq U_0 \right.$$

(при  $U = \frac{3}{2} U_0; I = I_0$ )

$$\left. U \leq \frac{3}{2} U_0 \right]$$

2) После этого на диоде 1 будет падать  $U_0$



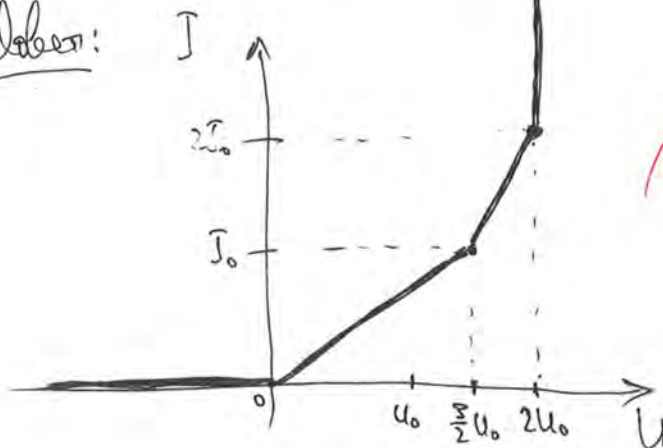
$$U_2 = U - U_0 = I \cdot R/2, \text{ пока } U_2 \leq U_0$$

$$I = \frac{2 \cdot I_0}{U_0} (U - U_0) = \frac{2 I_0}{U_0} U - 2 I_0, \text{ пока}$$

$$U \leq 2 U_0$$

⇒

Ответ:



(при  $U = 2 U_0$ )

$$I = 4 I_0 - 2 I_0 = 2 I_0$$

при  $U = \frac{3}{2} U_0$

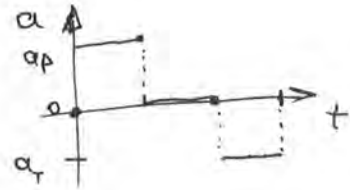
$$I = I_0$$





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

2



Введём след. обознач.: :

$a_p$  - ускор. при разгоне

$a_T$  - ускорение при тормож. (по модулю)

$$a_p \neq a_T$$

$S_p$  - расст. разгона

$S_T$  - расст. тормож.

$S$  - расст. с  $v = \text{const} = v_0$ ,

$$\Rightarrow S_0 = S_p + S_T + S = 30 \text{ км} \quad (\text{общее расст.})$$

где  $v_0 = 120 \text{ км/ч}$

$t_p$  - время разгона

$t_T$  - время тормож.

$t_x$  - время движ. с  $v = \text{const} = v_0$

$$\Rightarrow t_0 = t_p + t_T + t_x = 20 \text{ мин} = \frac{1}{3} \text{ ч} \quad (\text{общее время})$$

Заметим, что

$$a_p t_p = v_0$$

$$v_0 - a_T t_T = v_T = 0$$

$$a_p = \frac{v_0}{t_p}$$

$$a_T = \frac{v_0}{t_T}$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} t_p = \frac{v_0}{a_p} \\ t_T = \frac{v_0}{a_T} \end{array} \right\}$$

$$\Rightarrow t_0 = \frac{v_0}{a_p} + \frac{v_0}{a_T} + t_x \Rightarrow \left( \frac{t_0 - t_x}{v_0} = \frac{1}{a_p} + \frac{1}{a_T} \right)$$

Заметим, что

$$S_p = \frac{a_p t_p^2}{2} = \frac{v_0^2}{2a_p}$$

$$S_T = v_0 t_T - \frac{a_T t_T^2}{2} = \frac{v_0^2}{a_T} - \frac{v_0^2}{2a_T} = \frac{v_0^2}{2a_T}$$

$$S = v_0 t_x$$



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

2) (Продолж.)

$$\Rightarrow S_0 = v_0 \cdot t_x + \frac{v_0^2}{2a_p} + \frac{v_0^2}{2a_t} = v_0 \left( t_x + \frac{v_0}{2} \left( \frac{1}{a_p} + \frac{1}{a_t} \right) \right) =$$

$$= v_0 \left( t_x + \frac{v_0}{2} \cdot \left( \frac{t_0 - t_x}{v_0} \right) \right) = v_0 \left( t_x + \frac{t_0}{2} - \frac{t_x}{2} \right) =$$

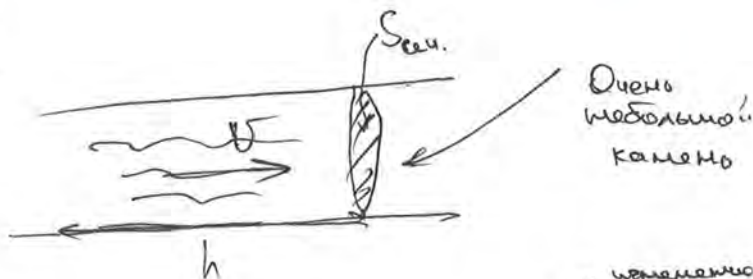
$$= \frac{v_0}{2} (t_x + t_0)$$

$$\Rightarrow t_x = \frac{2S_0}{v_0} - t_0 = \left( \frac{2 \cdot 30}{\frac{120}{4}} - \frac{1}{3} \right) \cdot 4 = \frac{1}{6} \cdot 4 = 10 \text{ мин}$$

$$\Rightarrow \underline{S} = v_0 \cdot t_x = \frac{1}{6} \cdot 120 \text{ км} = \underline{20 \text{ км}}$$

Ответ: 20 км. (A)

3)



Очень маленький камень

Закон сохранения импульса:  $\Delta p = F \cdot \Delta t$  (промежуток времени)

$$\Delta p = \Delta \rho \cdot v = 0 \leftarrow v \text{ в конце} = 0 \text{ (поток остановился)}$$

$$\Delta p = \Delta \rho \cdot v = F \cdot \Delta t \Rightarrow F = \frac{\Delta \rho \cdot v}{\Delta t}$$

⇒ Запишем, какое давление создала эта сила:

$$p_k = \frac{F}{S_{\text{кач}}}, \text{ где } p_k \text{ - давление на камень, } p_{\text{ст}} = p_{\text{ст}} \text{ (св. во. жидкости)}$$

$$p_k = \frac{\Delta \rho \cdot v}{S_{\text{кач}} \cdot \Delta t} = \frac{\Delta \rho \cdot v \cdot v}{S_{\text{кач}} \cdot \Delta t} = \frac{S_{\text{кач}} \cdot \Delta h \cdot \rho \cdot v}{S_{\text{кач}} \cdot \Delta t} = \frac{\Delta h}{\Delta t} \cdot \rho \cdot v$$

← длина потока воды, которая ушла под камень

$$\Rightarrow \text{Критич. } v, \text{ когда } p_k = p_{\text{критич.}} = p_{\text{max}}; \underline{v} = \frac{p_{\text{max}}}{\rho \cdot v_{\text{ст}}} = \frac{25 \cdot 10^5}{1000 \cdot 25 \cdot 5 \cdot 10} = \underline{2 \text{ м/с}}$$

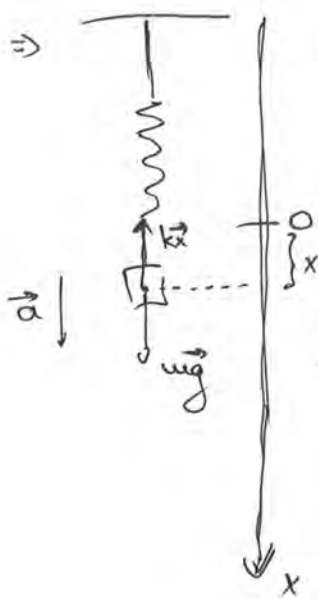
Ответ: 2 м/с.



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

14) Сразу оговорю, что шаг  $W_2$  выполнен тоже, что и шаг  $W_1$ , — энергия упругой деформации пружины? (а не энергии системы)

⇒) Как я понял пружина расположена вертикально! (затухающий мет)



Введём ось  $Ox$  вниз, где  $x=0$  — положение ненапрянутой пружины

По 2 Закоmu Ньютона:

$$ma = kx + mg, \text{ где } a - \text{ускор. пружины}$$

$$\Rightarrow \text{От: } ma = -kx + mg$$

$$a = -\frac{k}{m}x + g$$

$$\begin{cases} a_{1x} = -\frac{k}{m}x_1 + g \\ a_{2x} = -\frac{k}{m}x_2 + g \end{cases}$$

$x$  — удлинение пружины от ненапрянутого положения

$k$  — коэфф. упруг. пружины

$x_1$  — удлинение в момент 1

$x_2$  — удлин. в момент 2

$$W_{\text{пружина}} = \frac{kx^2}{2}$$

$$\Rightarrow W_1 = \frac{kx_1^2}{2}$$

$$W_2 = \frac{kx_2^2}{2} = 25W_1 = 25 \frac{kx_1^2}{2}$$

$$x_2^2 = 25x_1^2$$

$$\Rightarrow \boxed{x_2 = \pm 5x_1}$$

$$\begin{cases} a_2 = a_1/2 \\ \textcircled{1} 2a_{2x} = a_{1x} \\ \textcircled{2} -2a_{2y} = a_{1y} \end{cases} \quad \textcircled{1} \quad 2\left(-\frac{k}{m}x_2 + g\right) = \left(-\frac{k}{m}x_1 + g\right) \quad \left| \cdot \frac{m}{k} \right.$$

$$-2x_2 + \frac{mg}{k} = -x_1$$

$$\boxed{x_1 - 2x_2 = -\frac{mg}{k}}$$

$$1) x_2 = 5x_1 \Rightarrow -9x_1 = -\frac{mg}{k} \Rightarrow x_1 = +\frac{mg}{9k} ; x_2 = +\frac{5}{9} \frac{mg}{k}$$

$$2) x_2 = -5x_1 \Rightarrow 11x_1 = -\frac{mg}{k} \Rightarrow x_1 = -\frac{mg}{11k} ; x_2 = +\frac{5}{11} \frac{mg}{k}$$



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

4) (Продолж.)

$$1) a_{1x} = -\frac{k}{m} \cdot \left( +\frac{4mg}{9k} \right) + g = \frac{8}{9}g$$

$$a_{2x} = -\frac{5}{9}g + g = \frac{4}{9}g$$

$$2) a_{1x} = +\frac{1}{11}g + g = \frac{12}{11}g$$

$$a_{2x} = -\frac{5}{11}g + g = \frac{6}{11}g$$

3) Если возьмем случай, когда  $-a_{1x} = 2a_{2x}$

$$\frac{k}{m}x_1 - g = -2\frac{k}{m}x_2 + 2g \quad | \cdot \frac{m}{k}$$

$$x_1 + 2x_2 = 3g \frac{m}{k}$$

$$\Rightarrow 3) x_2 = 5x_1 \Rightarrow 11x_1 = 3g \frac{m}{k} \Rightarrow x_1 = \frac{3}{11}g \frac{m}{k}$$

$$x_2 = \frac{15}{11}g \frac{m}{k}$$

$$4) x_2 = -5x_1 \Rightarrow -9x_1 = 3g \frac{m}{k} \Rightarrow x_1 = -\frac{g}{3} \frac{m}{k}$$

$$x_2 = \frac{5}{3}g \frac{m}{k}$$

$$\Rightarrow 3) a_{1x} = -\frac{2}{11}g + g = \frac{9}{11}g$$

$$a_{2x} = -\frac{15}{11}g + g = \left( -\frac{4}{11}g \right) < 0 \quad - \text{направл. вверх}$$

$$4) a_{1x} = \frac{g}{3} + g = \frac{4}{3}g$$

$$a_{2x} = -\frac{5}{3}g + g = \left( -\frac{2}{3}g \right) < 0 \quad - \text{направл. вверх}$$

Ответ: 1)  $a_1 = \frac{8}{9}g$  - вниз;  $a_2 = \frac{4}{9}g$  - вниз; 2)  $a_1 = \frac{12}{11}g$  - вниз;  $a_2 = \frac{6}{11}g$  - вниз; 3)  $a_1 = \frac{9}{11}g$  - вниз;  $a_2 = -\frac{4}{11}g$  - вверх; 4)  $a_1 = \frac{4}{3}g$  - вниз;  $a_2 = -\frac{2}{3}g$  - вверх.

Если  $a_{1x}$  или  $a_{2x} < 0$ ,  
то они направл. вверх,

Если  $a_{1x}$  или  $a_{2x} > 0$ ,  
то они направл. вниз

( $a_{1x}$  и  $a_{2x}$  - проекции  
ускор.)

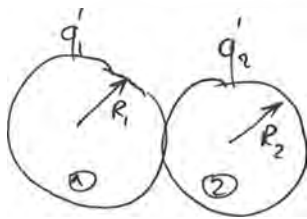




ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

5) Заметим, что когда шары соприкасаются их потенциал выравнивается, для этого с шара ② на шар ① будет перетекать заряд

⇒ После первого соприкосновения



$$q_1' + q_2' = q_2$$

Когда шар ② ~~удален~~ <sup>удален</sup> на <sup>достаточно</sup> большое расстояние, я считал, что следующим образом, что поле от ① не вносит вклад в формирование  $\varphi_2'$

$$\Rightarrow \left( \varphi_2' = \frac{kq_2'}{R_2} \right) \Rightarrow \varphi_2' = \frac{\varphi_2' \cdot R_2}{k}$$

Для проверки совета можно проверить, какой бы был  $\varphi_1^{\infty}$ , если  $R_1 = R_2$  и  $q_2 = q$   
 $\Rightarrow \varphi_2' = \frac{kq}{2R}$

$$\Rightarrow q_1' = q_2 - q_2' = q_2 - \frac{R_2 \varphi_2'}{k}$$

После  $\infty$  кол-ва соприкосновений ~~на шаре ② заряд  $q_2$~~ , а на шаре ① образуется заряд  $q_1$  такой, что при соприкосновении с  $q_2$  заряд не будет перетекать

$$\Rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{q_1'}{q_2'} \Rightarrow q_1 = q_2 \frac{q_1'}{q_2'} = q_2 \left( \frac{kq_2}{R_2 \varphi_2'} - 1 \right)$$

$$\Rightarrow \varphi_1^{\infty} = \frac{kq_1}{R_1} = \frac{kq_2}{R_1} \left( \frac{kq_2}{R_2 \varphi_2'} - 1 \right)$$

Проверка:  $\frac{kq_2}{R_1} \cdot \left( \frac{kq_2}{R_2 \varphi_2'} - 1 \right)$

$$\Rightarrow \left( \varphi_1^{\infty} = \frac{kq}{R} \right)$$

что вполне ожидаемо

# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ

Место проведения

WT94-84

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ КОРАБЕЛЬНИКОВ

ИМЯ Владимир

ОТЧЕСТВО АНДРЕЕВИЧ

Дата рождения 01.02.2006

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 6 листах

Дата выполнения работы: 03.03.24  
(число, месяц, год)

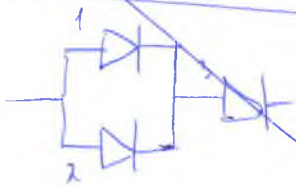
Подпись участника олимпиады: 

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



## Задача №4.

Решение:



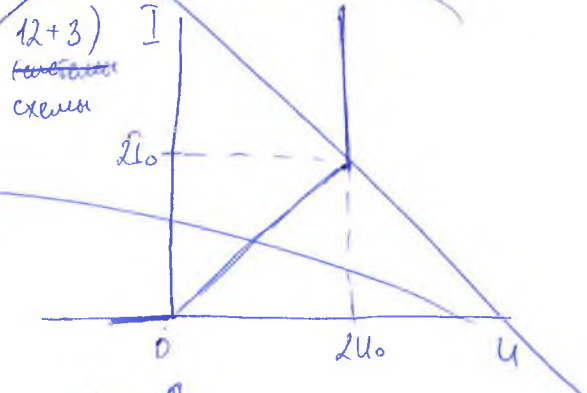
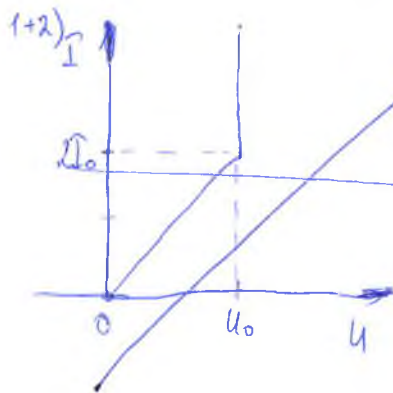
Т.к. для параллельного соединения справедливо.

$$I_{\text{доп}} = I_1 + I_2$$

$$U_{\text{доп}} = U_1 = U_2$$

А также для последовательного:  $I_{\text{доп}} = I_1 = I_2$ ,  $U_{\text{доп}} = U_1 + U_2$ .

То совместно тем правилом составления ВАХ и найдем ВАХ соответств.



Ответ: I

## Задача №4.

Дано:

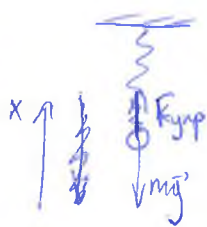
$$W_1$$

$$W_2 = 25W_1$$

$$a_1$$

$$a_2 = \frac{a_1}{2}$$

Решение:



$$1) \text{Т.к. } W_1 = \frac{kx_1^2}{2}, W_2 = \frac{kx_2^2}{2}, W_2 = 25W_1, \text{ то:}$$

$$25 \frac{kx_1^2}{2} = \frac{kx_2^2}{2} \Rightarrow x_2 = 5x_1$$

2) Возьмем II з. Ньютона для двух случаев:

$$(1) m\vec{a}_1 = \vec{F}_{\text{упр}} + m\vec{g} \quad (2) m\vec{a}_2 = \vec{F}_{\text{упр}} + m\vec{g}$$

3) Т.к. пружина по тому, как ее отпустили была нерастянута, то ~~тогда~~ при всем процессе колебания сила упругости никогда не будет направлена вниз (т.к. пружина не будет растягиваться).

$$\text{Т.о. получаем: (1) } 0x: ma_{1x} = kx_1 - mg \quad (2) 0x: ma_{2x} = kx_2 - mg$$

$$ma_{2x} = 5kx_1 - mg$$



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

4) Т.о. Т.к. ~~м~~  $ma_{1x} > m a_{2x}$ ,  $kx_1 < 5kx_2$ , то такое возможно  
Только если  $a_{1x} < 0$ ,  $a_{2x} > 0$ , т.е.  $\vec{a}_1$  направлено вниз,  $\vec{a}_2$  направлено

вверх.

$$5) \text{ Т.к. } W_1 = \frac{kx_1^2}{2} \Rightarrow k = \frac{2W_1}{x_1^2}$$

6) Т.о. получаем систему:

$$\begin{cases} -ma_1 = kx_1 - mg \\ m \frac{a_1}{2} = 5kx_1 - mg \end{cases} \begin{cases} -ma_1 = \frac{2W_1}{x_1} - mg \quad | \cdot 5 \\ m \frac{a_1}{2} = \frac{10W_1}{x_1} - mg \end{cases}$$

$$\begin{cases} -ma_1 = \frac{2W_1}{x_1} - mg \\ m \frac{a_1}{2} = \frac{10W_1}{x_1} - mg \end{cases} \begin{cases} -5ma_1 = \frac{10W_1}{x_1} - 5mg \\ m \frac{a_1}{2} = \frac{10W_1}{x_1} - mg \end{cases}$$

$$\text{Т.о. } 5,5 ma_1 = 4mg$$

$$a_1 = \frac{4 \cdot 2}{11} g = \frac{8}{11} g$$

$$\text{Т.о. } a_2 = \frac{4}{11} g$$



Ответ:  $\vec{a}_1$  напр. вниз,  $a_1 = \frac{8}{11} g$

$\vec{a}_2$  напр. вверх,  $a_2 = \frac{4}{11} g$

Задача 12.

Дано:

$$t = 20 \text{ мин} = \frac{1}{3} \text{ ч}$$

$$S = 30 \text{ км}$$

$$v_0 = 120 \text{ км/ч}$$

Найти:

$$S_0$$

Решение:

1) Пусть  $t_1, t_0, t_2$  соответственно время ~~пути~~, которое поезд будет разгоняться, ехать с постоянной скоростью и тормозить соответственно.

2) Т.к. поезд тормозит и разгоняется равноускоренно, то можно найти среднюю скорость на данном участке.

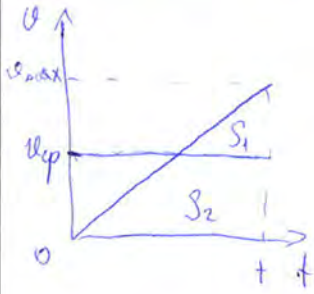
$$v_{\text{ср}}$$





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

Тогда путь, пройденный с этой скоростью, будет равен пути, пройденному с ускорением.  
~~Так как...~~ Т.к. из графика движения видно равенство:



$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \frac{1}{2} v_{\max} t = v_{cp} t \\ S_2 &= v_{cp} t \end{aligned} \right\} \Rightarrow S_1 = S_2$$

2) Т.о.  $v_{cp1} = \frac{v_0 - 0}{2} = \frac{v_0}{2}$ ,  $v_{cp2} = \frac{v_0 - 0}{2} = \frac{v_0}{2}$ .

3) Т.о. имеем систему, зная всё время и весь путь:

$$\begin{cases} v_{cp1} t_1 + v_0 t_0 + v_{cp2} t_2 = S \\ t_1 + t_2 + t_0 = t \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{v_0}{2} (t_1 + t_2) + v_0 t_0 = S \\ t_1 + t_2 = t - t_0 \end{cases}$$

Т.о.  $\frac{v_0}{2} (t - t_0) + v_0 t_0 = S$

$$\frac{v_0}{2} t - \frac{v_0}{2} t_0 + v_0 t_0 = S$$

$$\frac{v_0 t_0}{2} = S - \frac{v_0 t}{2}, \text{ т.к. } v_0 t_0 \text{ это искомого } S_0, \text{ то:}$$

$$S_0 = 2S - v_0 t = 60 - 120 \cdot \frac{1}{3} = 20 \text{ км.}$$

Ответ:  $S_0 = 20 \text{ км.}$  (+)



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

Задача 15.

Решение:

1) Т.к. потенциал шара равен  $\varphi_{шара} = \frac{kq}{R}$ , где  $q$  - заряд шара,  $R$  - его радиус.

То потенциалы шаров 1 и 2 после контакта равны:  $\varphi_1' = \frac{kq_1'}{R_1}$ ,  $\varphi_2' = \frac{kq_2'}{R_2}$ .

2) Т.к. после контакта потенциалы шаров выравняются, а их заряды перераспределятся по з.с. заряда, то составим систему:

$$\begin{cases} \varphi_1' = \varphi_2' \\ q_1' + q_2' = q_2 \end{cases} \quad \begin{cases} \frac{kq_1'}{R_1} = \frac{kq_2'}{R_2} \\ q_1' + q_2' = q_2 \end{cases} \quad \begin{cases} q_2' = q_1' \frac{R_2}{R_1} \\ q_1' + q_2' = q_2 \end{cases} \quad (1)$$

$$(1): q_1' + q_1' \frac{R_2}{R_1} = q_2$$

$$q_1' = q_2 \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad \text{заряд шара 1 после соприкосновения ш.$$

3) В дальнейшем будет выполняться та же система уравнений, только з.с.с. заряда будет выглядеть так:  $q_1'' + q_2'' = q_2 + q_1'$

Т.о. аналогично получим:

$$q_1'' = q_2 \frac{R_1}{R_1 + R_2} + q_1' \frac{R_1}{R_1 + R_2} = q_2 \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} + \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)^2 \right)$$

4) Продолжая далее выполнять опыты заряд кривой сферы будет:

$$q_1''' = q_2 \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} + \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)^2 + \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)^3 \right)$$

$\dots$   
 $q_{1n} = q_2 \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} + \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)^2 + \dots + \left( \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)^n \right)$  - заряд 1-го шара после ~~н~~  $n$  многократного числа повторений, где  $n$  - любое число.



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

5) Т.о. т.к.  $n$ -большое число, мы можем рассмотреть последовательность  $\frac{R_1}{R_1+R_2}, \left(\frac{R_1}{R_1+R_2}\right)^2, \dots, \left(\frac{R_1}{R_1+R_2}\right)^n$  как бесконечную геометрическую последовательность с шагом  $\frac{R_1}{R_1+R_2}$ .

Т.о. для бесконечной геом. ~~послед.~~ прогрессии справедлива формула для суммы всех её элементов:  $S = \frac{a}{1-q}$ , где  $a$  - первый чл.,  $q$  - шаг прогрессии.

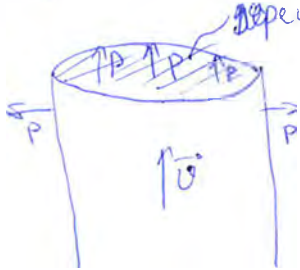
$$\text{Т.о. } \frac{R_1}{R_1+R_2} + \left(\frac{R_1}{R_1+R_2}\right)^2 + \dots + \left(\frac{R_1}{R_1+R_2}\right)^n = \frac{\frac{R_1}{R_1+R_2}}{1 - \frac{R_1}{R_1+R_2}} = \frac{\frac{R_1}{R_1+R_2}}{\frac{R_1+R_2-R_1}{R_1+R_2}} = \frac{R_1}{R_2}$$

$$6) \text{Т.о. } q_{\infty} = q_2 \cdot \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow q_{\infty} = \frac{k q_{1\infty}}{R_1} = \frac{k q_2 R_1}{R_1 R_2} = \frac{k q_2}{R_2}$$

$$\text{Ответ: } q_{\infty} = \frac{k q_2}{R_2}$$

Зау № 3.

Решение:



перемешивающ.

1) Рассмотрим II з. количества для воды при её остановке.

$$\Delta P = N dt, \text{ где } N - \text{реакция стенок трубы на воду.}$$

~~или~~  $\Delta P$  - цм. смешивающ.

2) Т.к.  $p_0 = p_{\text{атм}}$ ,  $p = 0$  ( $v$  - скорость потока), то:

$m v = N dt$ , где  $m$  - масса воды, которая остановится за малый промежуток  $dt$ , когда только образуется перемешивающ. и есть удар (это ~~удар~~ удар),  $m = V \rho = v dt S \rho$

$$\text{Т.о. } v^2 dt S \rho = N dt$$

$$N = v^2 S \rho$$



# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Р10Ф01	Дистанционно, с использованием ВКС
№ группы	Место проведения

МН 29-35
----------

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

шифр

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ КУЗНЕЦОВ

ИМЯ КИРИЛЛ

ОТЧЕСТВО АЛЕКСЕЕВИЧ

Дата рождения 24.09.2007

Класс: 10

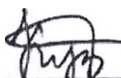
Предмет Физика

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 5 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

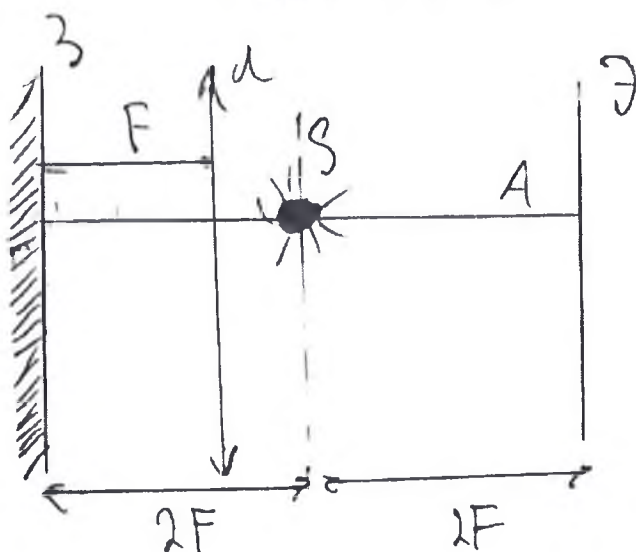


Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.



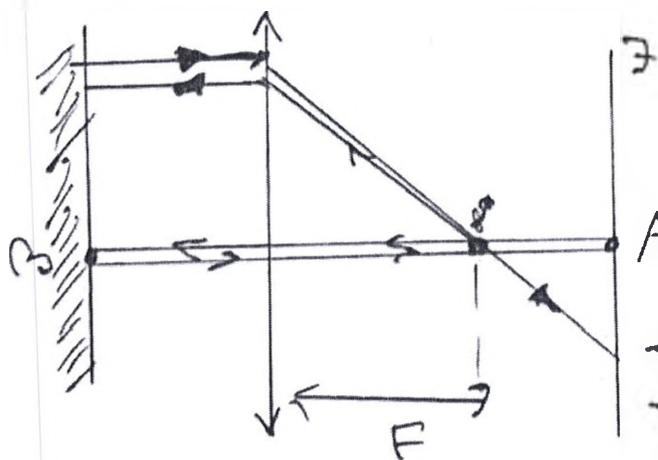
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

## Задача № 1



Освещённость на экране состоит из двух составляющих: от источника  $S$  и от отражённых лучей. Так как источник не перемещается, то может измениться освещённость в точке  $A$  только за счёт перемещения плоского зеркала.

Ход лучей:



Отсюда видно, что в точку  $A$  попадает только один луч, отражённый от точки  $B$ . Так как при перемещении зеркала этот же луч попадает в ту же точку, то освещённость в точке  $A$  НЕ ИЗМЕНИТСЯ.

Ответ: освещённость в точке  $A$  экрана не изменится.



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

## Задача № 2.

Дано:

$$N = kV^2$$

$$N_1 = 1 \text{ МВт}$$

$$V_1 = 12 \text{ м/с}$$

$$n = 10$$

$$V_2 = 2 \text{ м/с}$$

Найти:  $N_{10}$ По условию:  $N = kV^2$ , тогда

$$k = \frac{N_1}{V_1^2} \text{ (где } N_1 \text{ - мощность одного}$$

ветрогенератора)

Тогда мощность десяти параллельно соединённых генераторов

обозначим  $N_{10}$ . Запишем

$$\text{формулу для } N_{10}: N_{10} = n \cdot k V_2^2 =$$

$$= 10 \cdot \frac{N_1}{V_1^2} \cdot V_2^2$$

+

$$N_{10} = 10 \cdot \frac{1}{12^2} \cdot 2^2 = 0,2778 \text{ МВт}$$

Ответ: 10 параллельно соединённых генераторов будут развивать суммарную мощность в 0,2778 МВт.



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

Задача № 3.

Дано:  
 $W_2 = 25 W_1$   
 $a_2 = \frac{a_1}{2}$

$|a_1|, |a_2|$  - ?

$$W_1 = \frac{k x_1^2}{2}; \quad W_2 = \frac{k x_2^2}{2}$$

$$F = -kx \rightarrow a = \frac{F}{m} = -\frac{kx}{m} \quad \text{— сила гравитации?}$$

$$a_1^2 = \frac{k^2 x_1^2}{m^2}, \quad a_2^2 = \frac{k^2 x_2^2}{m^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x_1^2 = \frac{m^2 a_1^2}{k^2}; \quad x_2^2 = \frac{m^2 a_2^2}{k^2}$$

$$W_1 = \frac{k}{2} \cdot \frac{m^2 a_1^2}{k^2}; \quad W_2 = \frac{k}{2} \cdot \frac{m^2 a_2^2}{k^2}$$

$$W_2 = 25 W_1 \rightarrow \frac{m^2}{2k} \cdot a_2^2 = 25 \frac{m^2 \cdot a_1^2}{2k}$$

Тогда  $a_2^2 = 25 a_1^2$

$a_2 = 5 a_1$ , но по условию  $a_2 = \frac{a_1}{2}$

Получается противоречие. ⊖

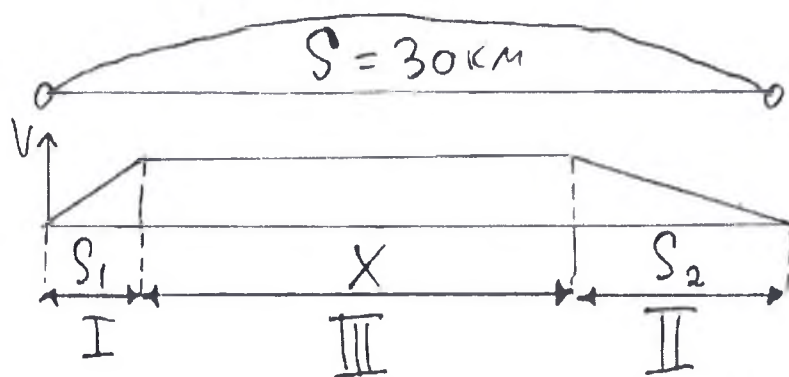




ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

## Задача № 4

Дано:  
 $S = 30 \text{ км}$   
 $t = 20 \text{ мин}$   
 $V = 120 \text{ км/ч}$   
 Найти:  $S_3$



Пусть, требуемое расстояние ( $S_3$ ) =  $x$ .

Участок I:  $V^2 - V_0^2 = 2a_1 S \rightarrow a_1 = \frac{V^2}{2S_1}$ ;  
 $S_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} \rightarrow S_1 = \frac{t_1^2}{2} \cdot \frac{V^2}{2S_1} \rightarrow S_1^2 = \frac{t_1^2 V^2}{4} \Rightarrow S_1 = \frac{t_1 V}{2}$

Участок II:  $S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$ ,  $|a_2| = \frac{V^2}{2S_2} \rightarrow S_2 = \frac{t_2 V}{2}$

Тогда получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} t_1 + t_2 + t_3 = t \\ S_1 + S_2 + S_3 = S \end{cases} \rightarrow \begin{cases} t_1 + t_2 = t - t_3 \\ \frac{t_1 V}{2} + \frac{t_2 V}{2} + t_3 V = S \end{cases} \quad (+)$$

$$(t_1 + t_2) \frac{V}{2} + t_3 V = S$$

$$(t - t_3) \frac{V}{2} + t_3 V = S \rightarrow \frac{Vt}{2} - \frac{Vt_3}{2} + t_3 V = S \quad | \cdot 2$$

$$Vt - Vt_3 + 2t_3 V = 2S \rightarrow Vt_3 = 2S - Vt;$$

$$t_3 = \frac{2S - Vt}{V} = \frac{2S}{V} - t; \text{ Тогда получаем:}$$

$$x = Vt_3; \quad t_3 = \frac{2S}{V} - t; \quad t_3 = \frac{x}{V} = \frac{2S}{V} - t$$

$$\frac{x}{V} = \frac{2S}{V} - t \rightarrow x = 2S - Vt; \quad x = 2 \cdot 30 - (120 \cdot \frac{1}{3});$$

$$(\text{пояснение: } t = 20 \text{ мин}) = \frac{1}{3} \text{ ч}; \quad x = 60 - 40 = 20 \text{ (км)}$$

Ответ: 20 (км)



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

## Задача № 5

Дано:

$$\Delta p = 25 \text{ атм} = 25 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$v_{\text{зв}} = 1250 \text{ м/с}$$

Найти:  $\Delta u$ 

Для решения данной задачи воспользуемся формулой Жуковского для удара:

$$\Delta p = \rho \cdot \Delta u \cdot v_{\text{зв}}, \text{ где}$$

$\Delta p$  — изменение давления при ударе

$\rho$  — плотность жидкости;

$\Delta u$  — изменение скорости потока;

$v_{\text{зв}}$  — скорость звука в жидкости;

$$\Delta u = \frac{\Delta p}{\rho v_{\text{зв}}} = \frac{25 \cdot 10^5}{10^3 \cdot 1250} = 2 \text{ (м/с)}$$

Ответ: 2 (м/с)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Р11F01	Исследовательский центр «Надежда» РЭС
--------	--

№ группы Место проведения

ДО 24-93
----------

шифр

← Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ КУДАГЦНА

ИМЯ ПОЛИНА

ОТЧЕСТВО РУСЛАНОВНА

Дата рождения 09.10.2006

Класс: 11

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 5 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

*Куцагина Полина*

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

21



Т.к. ток диода может быть разным, выходящий из цепи ток  $I \leq I_0$ , то ток может  $I \in [0; I_0]$ . Диод в цепи можно заменить на резистор сопротивлением  $R = \frac{U_0}{I_0}$

$R$  эквивалентно  $\frac{R}{2} + R = \frac{3}{2}R$ ;

$$U(I) = \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{U_0}{I_0}\right) I$$

При токах  $I \in [I_0; 2I_0]$  на диоде будет падать напряжение  $U_0$ , а диоды 1 и 2 все еще можно считать резисторами  $\Rightarrow U(I) = \frac{R}{2} \cdot I + U_0 = \frac{U_0}{2I_0} \cdot I + U_0$ . При токах  $I > 2I_0$  на каждом резисторе будет падать напряжение  $U_0 \Rightarrow U(I) = 2U_0$

Ищем:

$$U(I) = \begin{cases} \frac{3}{2} \cdot \frac{U_0}{I_0} \cdot I & (\text{при } I \leq I_0) \\ \frac{1}{2} \cdot \frac{U_0}{I_0} \cdot I + U_0 & (\text{при } I \in [I_0; 2I_0]) \\ 2U_0 & (\text{при } I > 2I_0) \end{cases}$$





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



№2. Однородное движение машины за  $t_1$  время равноускоренно за  $t_2$  время с тем же ускорением  $a = 120 \text{ км/ч}^2$ ;  $S = 30 \text{ км}$ ,  $t_1 = 2 \text{ мин}$  — по верной равности:

$$S = \frac{v}{2} \cdot t_1 + v \cdot (t - t_1 - t_2) + \frac{v}{2} \cdot t_2$$

(так при ускорении и торможении средняя скорость равна  $\frac{v}{2}$ )

$$S = v \cdot t - \frac{v}{2} \cdot (t_1 + t_2)$$

$$t_1 + t_2 = \frac{v \cdot t - S}{\frac{v}{2}} = \frac{120 \cdot \frac{1}{3} - 30}{60} = \frac{1}{6} \text{ ч} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t - (t_1 + t_2) = \frac{1}{3} - \frac{1}{6} = \frac{1}{6} \text{ ч} \Rightarrow \text{За полтора скорости по пути проехал } v \cdot (t - (t_1 + t_2)) = 120 \cdot \frac{1}{6} = 20 \text{ км}$$

Ответ: 20 км

$$\text{№4 в } X_1: E_{\text{пот}} = -mgX_1 + \frac{kX_1^2}{2} + \frac{mv_1^2}{2}$$

$$\text{в } X_2: E_{\text{пот}} = -5mgX_2 + \frac{25kX_2^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

По 2.34.

$$\begin{cases} m a_1 = mg - kX_1 \\ m a_2 = mg - 5kX_2 \end{cases} \Rightarrow 2mg - 10kX_2 = mg - kX_1$$

$$a_2 = \frac{1}{2} a_1 \quad kX_1 = \frac{mg}{9} \approx 27$$



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

$$\Rightarrow X_1 = \frac{mg}{9k} \quad a_1 = \frac{1g}{9k}$$

$$X_2 = \frac{5mg}{9k} \quad a_2 = \frac{4g}{9k}$$

$$\delta X_1: \Delta X_1 \Delta a_1 = - \frac{(mg)^2}{9k} + \frac{(mg)^2}{2 \cdot 81k} + \frac{m \Delta a_1^2}{2} = 0$$

$$\delta X_2: \Delta X_2 \Delta a_2 = - \frac{5 \cdot (mg)^2}{9k} + \frac{25 \cdot (mg)^2}{2 \cdot 81k} + \frac{m \Delta a_2^2}{2} = 0$$

$$9k |a_1| < 10,1, \text{ но } |a_2| > |a_1|$$

Проверим:

$$a_1 = \frac{1g}{9k}$$

$$a_2 = \frac{4g}{9k} \quad \text{но } |a_2| = |a_1| \text{ верно}$$

Ищем  $X_2 > \frac{mg}{k}$ , тогда

$$m a_1 = mg - k X_1$$

$$m a_2 = 5k X_1 - mg \Rightarrow 10k X_1 - 2mg = mg - k X_1$$

$$k X_1 = \frac{3mg}{11}, \quad X_1 = \frac{3mg}{11k}$$

$$a_1 = \frac{g}{11} \cdot \frac{9}{k}$$

$$a_2 = \frac{4g}{11} \cdot \frac{9}{k}$$

$$\delta X_1: E = - \frac{3 \cdot (mg)^2}{11k} + \frac{9 \cdot (mg)^2}{2 \cdot 121k} + \frac{m \Delta a_1^2}{2} = 0$$

$$\delta X_2: E = - \frac{15 \cdot (mg)^2}{11k} + \frac{225 \cdot (mg)^2}{2 \cdot 121k} + \frac{m \Delta a_2^2}{2} = 0$$

Проверка:

$$\frac{m \Delta a_1^2}{2} = \frac{57 \cdot (mg)^2}{242k}$$

$$\frac{m \Delta a_2^2}{2} = \frac{105 \cdot (mg)^2}{242k}$$

верно  $\Rightarrow$  в первом случае  $W_1 = \frac{k X_1^2}{2} = \frac{(mg)^2}{2 \cdot 81k}$

$$\Rightarrow k = \frac{(mg)^2}{2 \cdot 81 \cdot W_1}; \quad a_1 = \frac{84g}{9k} = \frac{8 \cdot 8 \cdot W_1}{m \cdot g} = \frac{144 W_1}{m \cdot g}$$

$$a_2 = \frac{72 W_1}{m \cdot g}$$

во втором случае



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

$$W_1 = \frac{k \cdot \lambda^2}{2} = \frac{9 \cdot 10^{-19}}{2 \cdot 2421} \Rightarrow k = \frac{9 \cdot 10^{-19}}{2401 W_1}$$

$$W_1 = \frac{1 \cdot X_1^2}{2} = \frac{9(1119)^2}{2401} \Rightarrow X_1 = \frac{9(1119)}{2401 \cdot 15}$$

$$a_1 = \frac{1}{11} \cdot \frac{1}{k} = \frac{1461 W_1}{m^2 g}$$

$$a_2 = \frac{88 W_1}{m^2 g}$$

Случаи 1)  $a_1, a_2$  вниз

$$a_1 = \frac{1461 W_1}{m^2 g}; a_2 = \frac{88 W_1}{m^2 g}$$

2)  $a_1$  вниз,  $a_2$  вверх

$$a_1 = \frac{1461 W_1}{m^2 g}; a_2 = \frac{88 W_1}{m^2 g}$$

15. После первого соприкосновения две точки касания шаров  $q_1, q_2$  равно нулю  $\Rightarrow$

$$E = \frac{k \cdot q_1^*}{R_1^2} - \frac{k \cdot q_2^*}{R_2^2} = 0, \text{ где } q_1^*, q_2^* \text{ — суммарившиеся заряды}$$

$$q_1^* + q_2^* = q_2$$

$$q_1^* \cdot R_2^2 = q_2^* \cdot R_1^2 \quad \text{!!!}$$

$$q_2^* = \frac{q_1^*}{R_1^2} \cdot R_2^2 = \frac{R_2^2}{R_1^2} \cdot (q_2 - q_2^*)$$

$$q_2^* \cdot \frac{R_1^2 + R_2^2}{R_1^2} = \frac{R_2^2}{R_1^2} \cdot q_2 \Rightarrow q_2^* = \frac{q_2}{1} \cdot \left( \frac{R_2^2}{R_1^2 + R_2^2} \right)$$

$$q_1^* = \frac{k \cdot q_2^*}{R_2} = \frac{k \cdot q_2 \cdot R_2}{R_1^2 + R_2^2}$$

Если второй крайний заряд шаров шар 2 будет всегда иметь заряд  $q_2 \Rightarrow$  при касании:

$$E = \frac{k \cdot q_1^{\infty}}{R_1^2} - \frac{k \cdot q_2^{\infty}}{R_2^2} = 0$$

$$\text{At } q_1^{\infty} = \frac{q_2 \cdot R_1^2}{R_1^2}$$

$$q_1^{\infty} = \frac{k \cdot q_1^{\infty}}{R_1} = \frac{k \cdot q_2 \cdot R_1}{R_2^2} = \frac{q_2}{1} \cdot \left( \frac{R_1 \cdot (R_1^2 + R_2^2)}{R_2^2} \right)$$



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

$$\text{Ответ: } 4\frac{1}{2} \cdot \left( \frac{R_1 \cdot (R_1^2 + R_2^2)}{R_{\text{экз}}} \right)$$

№3. Обозначим длину  $l$ ; площадь сечения  $S$

Тогда сам зависит при ударе возрастает  $\rho$ , являясь бегущей волной Ньютона:

$$F \cdot t = m \cdot \Delta v$$

$$F = \rho \cdot S; m = \rho \cdot l \cdot S; \Delta v = v \text{ ф.к. порох}$$

самостоятельно)

$$l t = l : v_{\text{ф.к.}} \Rightarrow \frac{\rho \cdot S \cdot l}{v_{\text{ф.к.}}} = \rho \cdot S \cdot l \cdot S \cdot v$$

$$v = \frac{\rho \cdot S \cdot l}{\rho \cdot S \cdot v_{\text{ф.к.}}} = \frac{25 \cdot 10^5}{1000 \cdot 1250} = 2 \text{ м/с}$$

$$\text{Ответ: } 2 \text{ м/с}$$



# Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

РНFO1	Дистанционный, с использованием ВКС
№ группы	Место проведения

DO 24-92
шифр

— Не заполнять  
Заполняется  
ответственным  
работником

Вариант № 27III

ФАМИЛИЯ Курочкин

ИМЯ Григорий

ОТЧЕСТВО Константинович

Дата рождения 07.07.2006

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 10 листах

Дата выполнения работы: 03.03.2024  
(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 1.

Рассмотрим два диода, соединённых параллельно. Напряжение на них будет одинаковым, то есть напряжение открытия у них будет таким же, что и у одного диода, то есть  $U_0$ . Заметим, что ВАХ одного диода ~~тоже~~ имеет линейный вид при  $U > U_0$ . Это значит, что у каждого диода есть эквив. сопротивление, которое равно  $\frac{U_0}{I_0}$ . То есть такой неидеальный диод, когда он не открыт, можно считать резистором сопротивления  $r = \frac{U_0}{I_0}$ . Поскольку два диода в цитативной схеме соединены параллельно, то экв. эквив. им будет таким (если оно равно  $r$ ):

$$\frac{1}{r_1} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} = \frac{r+r}{r^2} = \frac{2}{r}$$

$$r_1 = \frac{r}{2}$$

Таким образом, пока диоды не открыты (ни первый, ни один), система эквив. системы из 3х резисторов общим сопротивлением  $R_0 = r_1 + r = \frac{r}{2} + r = \frac{3r}{2} = \frac{3U_0}{2I_0}$ .

При увеличении напряжения ток на первом резисторе будет одинаковым (т.е. они одинаковые) и в сумме эти токи будут равны току на 3ем резисторе. Таким образом, поскольку до открытия ~~из~~ диода ток ~~на первом резисторе~~ пропорционален напряжению, 3ий резистор первый будет открыт.



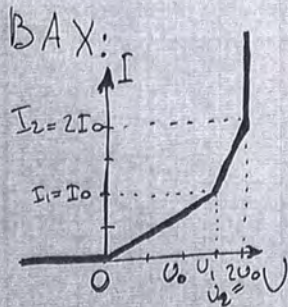
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Продолжение задачи 1

Вычислим ток и напр. в этом состоянии.

Ток через  $Z_{in}$  резистор равен  $I_0$  и равен току во всей цепи. Он сложен из двух токов через параллельные диоды, т.е. ток через каждый из них  $\frac{I_0}{2}$ . Падающее напряжение на них тогда  $\frac{U_0}{2}$ . То есть сумм. ток  $I_1 = I_0$ ,  
 $U_1 = U_0 + \frac{U_0}{2} = \frac{3}{2}U_0$ .

Рассмотрим состояние, когда только открыты параллельные диоды. Через них должен течь ток  $I_0$ , и падение напр-я —  $U_0$ . То есть суммарный ток  $I_2 = 2I_0$ , а  
 $U_2 = U_0 + U_0 = 2U_0$ . Изобразим статическую характеристику



(Части  $u/u$  рассмотренными статическими линиями, т.е. не открыты диоды ведут себя как резисторы)





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

## Задача 2

Обозначим время разгона за  $t_1$ , торможения - за  $t_2$ . Тогда, т.к. при равноускор. и равнозамедл. движении ср. скорость - ср. арифм. нач. и конечн. скоростей, то т.к. при разгоне кон. скорость 0, а при торможении - наченная тоже 0, то

$$(t_1 + t_2) \cdot \frac{120 \frac{\text{км}}{\text{ч}}}{2} + (20 \text{ мин} - t_1 - t_2) \cdot 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 30 \text{ км}$$

$$(t_1 + t_2) 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}} + \left(\frac{1}{3} - t_1 - t_2\right) \cdot 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 30 \text{ км}$$

$$(t_1 + t_2) 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}} + 40 \text{ км} - (t_1 + t_2) 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 30 \text{ км}$$

$$(t_1 + t_2) 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 10 \text{ км}$$

$$t_1 + t_2 = \frac{1}{6} \text{ ч} = 10 \text{ мин}$$

Таким образом, с максимальной скоростью поезд шел

оставшееся от 20 минут время, то есть

$$20 \text{ мин} - 10 \text{ мин} = 10 \text{ мин}$$

Ответ: с максимальной скоростью поезд шел 10 минут

См вопрос задачи !!!



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

## Задача 3

После прекращения потока воды она будет останавливаться со скоростью звука в воде. То есть, например, через одну секунду после ~~застывания~~ застывания камня остановится вода, расположенная на расстоянии 1250 м от камня. Вычислим давление, которое создаст останавливающаяся вода:

Для этого вычислим силу, которую для этого. Пусть площадь сечения трубы  $S$ , скорость воды  $u$ .

За очень короткий промежуток времени  $dt$  остановится вода на длине  $dt \cdot V_{зв}$ . Ее импульс был ~~равен~~  $dt \cdot V_{зв} \cdot S \cdot \rho \cdot u$ , стал ноль, значит, он изменился на эту величину. т.е. он изменился за время  $dt$ , то по силе, которая сделала это, равна  $F = \frac{dP}{dt} = V_{зв} \cdot S \cdot \rho \cdot u$ . Тогда т.е. давление в трубе будет распределяться, то ~~на~~ у камня давление будет равняться  $P = \frac{F}{S} = V_{зв} \cdot \rho \cdot u$ . По усл. макс. давление, которое выдерживает труба равно 25 атмосфер, то есть  $25 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . значит,

$$V_{зв} \cdot \rho \cdot u_{\text{max}} = 25 \cdot 10^5 \text{ Па}$$



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

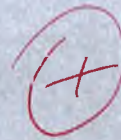
Продолжение задачи 3

То есть

$$1250 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot u_{\text{max}} = 25 \cdot 10^5 \text{Па}$$

$$u_{\text{max}} = \frac{25 \cdot 10^5}{1250 \cdot 1000} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$u_{\text{max}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



Ответ: максимальная скорость потока воды,  
при которой труба выдержит гидродавление равна

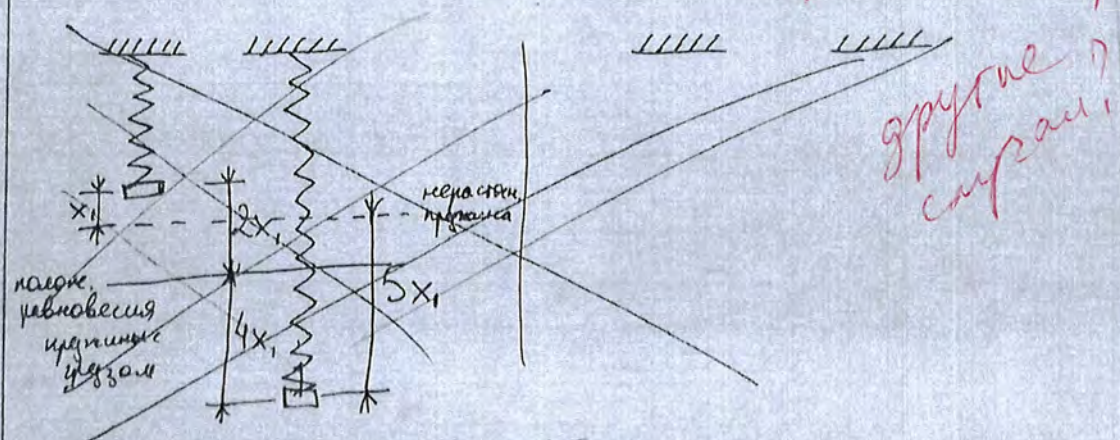
$$2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что написано с этой стороны листа в обьеме ответа

**Задача 4**  
 Поисковую колонку подвешивают над горизонтальной пружиной, делая её вертикальной, то ускорение по модулю будет пропорционально расстоянию до положения равновесия пружины с грузом.

Потенциальная энергия пружины пропорциональна квадрату расстояния до положения горизонтальной пружины. То есть т.е.  $W_2 = 20W_1$ , то расстояние в 5 раз больше, чем в том случае, а т.е. ускорение известно, что значит 2 ветви ближе и положение равновесия пружины с грузом. Исходя из этого есть 2 варианта

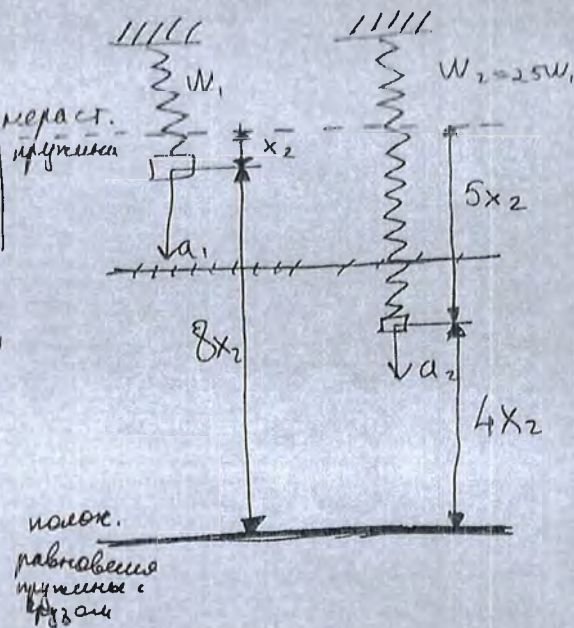
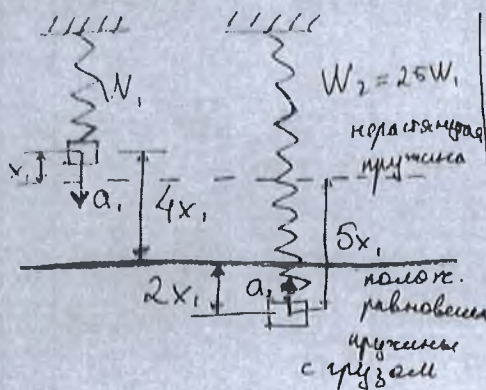


(Заметим, что колебания происходят по ветв., т.е. если бы пружина была горизонтальной, то их не было бы, т.е. изначально пружина была бы не растянута, и не было бы вл. сил)



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

## Продолжение задачи 4



Оба случая полностью соотв. условию и не являются трюковыми. Рассмотрим их:

$$W_1 = \frac{kx_1^2}{2}; W_2 = 25 \frac{kx_1^2}{2}$$

$$a_1 = \frac{4kx_1}{m}; a_2 = \frac{2kx_1}{m}$$

$$a(W=0) = g \text{ (т.е. сила } \vec{F} \text{ с пружиной нулевая)}$$

$$a(\Delta x = 3x_1) = g$$

$$g = \frac{3kx_1}{m} = \frac{3}{4} a_1$$

$$a_1 = \frac{4}{3} g$$

$$a_2 = \frac{a_1}{2} = \frac{2}{3} g$$

$$W_1 = \frac{kx_2^2}{2}; W_2 = 25 \frac{kx_2^2}{2}$$

$$a_1 = \frac{8kx_2}{m}; a_2 = \frac{4kx_2}{m}$$

$$a(W=0) = g \text{ (аналогично первому случаю)}$$

$$a(\Delta x = 9x_2) = g$$

$$g = \frac{9kx_2}{m}$$

$$a_1 = \frac{8}{9} g; a_2 = \frac{4}{9} g$$





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

Продолжение задачи 4.

Ташии образам

$$a_1 = \frac{4}{3}g \quad \begin{array}{l} \text{вверх} \\ \text{вниз} \end{array}$$

$$a_2 = \frac{2}{3}g \quad \text{вверх}$$

$$a_1 = \frac{8}{9}g \quad \text{вниз}$$

$$a_2 = \frac{4}{9}g \quad \text{вниз}$$

Ответ:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_1 = \frac{4}{3}g \quad \text{вниз} \\ a_2 = \frac{2}{3}g \quad \text{вверх} \\ a_1 = \frac{8}{9}g \quad \text{вниз} \\ a_2 = \frac{4}{9}g \quad \text{вниз} \end{array} \right.$$



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

## Задача 5

При перераспределении зарядов между шарами ток будет течь до тех пор, пока потенциал на пов. 1-го шара не станет равен потенциалу пов. 2-го шара, т.е. когда есть разность потенциалов, продолжающая ток.

То есть после первого соприкосновения потенциал 1-го шара равен потенциалу 2-го и равен  $\varphi_1'$ .

То есть пошлем 1-й шар к себе 1-ю, или 2-й шар дублируем перераспределением зарядов по поверхности (поэтому, что в металле электр. поле должно увеличиваться нулю), но по потенциал вычисл. по формуле

$$\varphi = \frac{kq}{r}, \text{ где } q - \text{заряд, } r - \text{радиус шара, а}$$

$k$  - электр. постоянная ( $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ )  
из закона Кулона

$$\text{То есть } \varphi_1' = \frac{kq_1'}{R_1} = \varphi_2'$$

$$q_1' = \frac{\varphi_2' \cdot R_1}{k}$$

Пусть заряженный шар 2 с зарядом  $q_2$  имеет потенц.  $\varphi_2$  (вдали от 1-го шара). Тогда

$$\varphi_2 = \frac{kq_2}{R_2}$$



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

Продолжение задачи 5.

При многократном повторении перераспределения зарядов потенциал  $\varphi_0$  слева будет приближаться к потенциалу  $\varphi_0$  при заряде  $q_2$ , то есть он будет приближаться к  $\varphi_2$ . То есть при повторении этого достаточно раз (много раз стремится к  $\infty$ ), потенциал  $\varphi_0$  слева станет равен  $\varphi_2$ . То есть

$$\varphi_1^\infty = \varphi_2 = \frac{kq_2}{R_2}$$

$$\text{Ответ: } \varphi_1^\infty = \frac{kq_2}{R_2}$$