



ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр

97847 Класс

9

Вариант 6

Дата 20.02.2022



Заполняется проверяющим строго по образцу

Образец заполнения:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Оценка цифрами

Оценка прописью

Подпись

3 9

Тридцать девять

ВН

N2

Дано:

$$\mu = 0.5$$

$$F_1 = 180 \text{ Н}$$

$$L = 30^\circ$$

$$F_2 = 270 \text{ Н}$$

$$\beta = 60^\circ$$

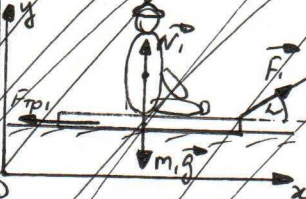
$$g = 9.87 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\frac{m_1}{m_2} = ?$$

Решение:

Пусть m_1 - масса Пети, m_2 - масса Димы

① Если случай, когда на санках сидит Петя:



П.к. санки движутся еле-еле $\Rightarrow a_1 = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Запишем динамическое ур-е движения:

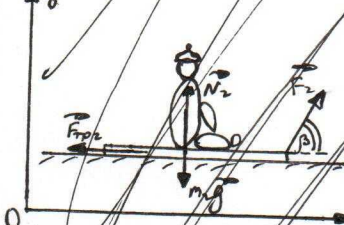
$$Oy: N_1 - m_1 g = 0 \Rightarrow N_1 = m_1 g$$

$$Ox: -F_{тр1} + F_1 \cos L = 0$$

ур-е по закону Ампера-Кулона $F_{тр1} = \mu N_1 = \mu m_1 g$

$$\Rightarrow \mu m_1 g = F_1 \cos L \Rightarrow m_1 = \frac{F_1 \cos L}{\mu g} \quad (1)$$

② Если случай, когда на санках сидит Дима:



П.к. санки движутся еле-еле $\Rightarrow a_2 = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Запишем динамическое ур-е движения:

$$Oy: N_2 - m_2 g = 0 \Rightarrow N_2 = m_2 g$$

$$Ox: -F_{тр2} + F_2 \cos \beta = 0$$

ур-е по закону Ампера-Кулона $F_{тр2} = \mu N_2 = \mu m_2 g$

$$\Rightarrow \mu m_2 g = F_2 \cos \beta \Rightarrow m_2 = \frac{F_2 \cos \beta}{\mu g} \quad (2)$$

③ Найдем отношение (1) ко (2):

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{F_1 \cos L \cdot \mu g}{\mu g \cdot F_2 \cos \beta} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{F_1 \cos L}{F_2 \cos \beta}$$

Подставим числовые значения:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{180 \cdot \cos 30^\circ}{270 \cdot \cos 60^\circ} = 1.15 \approx 1.2$$

Ответ: $\frac{m_1}{m_2} = 1.2$ (Петя тяжелее Димы в 1.2 раза)



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 97847 Класс 9

Вариант 6 Дата 20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

N 1

Дано:

$$l_1 = 245 \text{ м.}$$

$$l_2 = 75 \text{ м.}$$

$$t_1 = 10 \text{ с.}$$

$$n_1 = 1$$

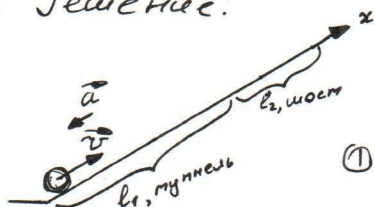
$$t_2 = 90 \text{ с.}$$

$$n_2 = 6$$

$$n_3 = 10$$

$$t_3 = ?$$

Решение:



Запишем ур-е координат по Ох:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{at^2}{2} \quad (1)$$

① Умножим (1) где t_1 :

$$l_1 = vt_1 - \frac{at_1^2}{2} \Rightarrow v = \frac{2l_1 + at_1^2}{2t_1} \quad (1)$$

② Умножим (1) где t_2

$$n_2 l_1 + (n_2 - 1)l_2 = vt_2 - \frac{at_2^2}{2}$$

$$6l_1 + 5l_2 = vt_2 - \frac{at_2^2}{2} \quad (2)$$

$$\text{Подставим (1) в (2): } 6l_1 + 5l_2 = \frac{t_2(2l_1 + at_1^2)}{2t_1} - \frac{at_2^2}{2}$$

$$12l_1 t_1 + 10l_2 t_1 = 2l_1 t_2 + at_2 t_1^2 - at_1 t_2^2$$

$$\Rightarrow a = \frac{12l_1 t_1 + 10l_2 t_1 - 2l_1 t_2}{t_1 t_2 (t_1 - t_2)}$$

$$\Rightarrow a = \frac{12 \cdot 245 \cdot 10 + 10 \cdot 75 \cdot 10 - 2 \cdot 245 \cdot 90}{10 \cdot 90 (10 - 90)} = 0,1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$v = \frac{2 \cdot 245 + 0,1 \cdot 10^2}{2 \cdot 10} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

③ Умножим (1) где t_3 :

$$l_3 = vt_3 - \frac{at_3^2}{2}$$

$$at_3^3 - 2vt_3 + 2l_3 = 0$$

$$\Rightarrow t_3 = \frac{v \pm \sqrt{v^2 - 2al_3}}{a}, \text{ ~~т.к. } t_3 > 0 \text{, то } t_3 = \frac{v + \sqrt{v^2 - 2al_3}}{a}~~$$

$$\text{где } v^2 - 2al_3 = v^2 - 2a(n_3 l_1 + (n_3 - 1)l_2) = 25^2 - 0,1 \cdot 12 \cdot (10 \cdot 245 + 9 \cdot 75) = 0$$

$$\Rightarrow t_3 = \frac{v}{a} \Rightarrow t_3 = \frac{25}{0,1} = 250 \text{ с.}$$

↑

(т.е. через время t_3 от начала движения камень остановится)

Ответ: 250 с.



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 97847 Класс 9

Вариант 6 Дата 20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

№5

Дано:

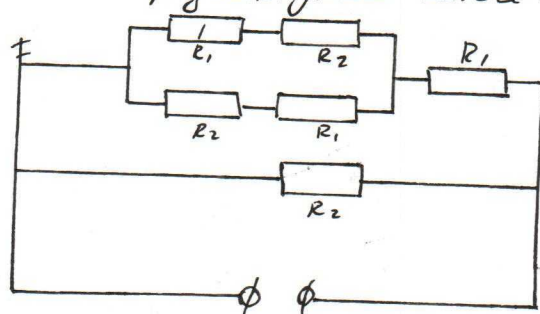
$$R_1 = 198 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 66 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{общ}1} - R_{\text{общ}2} = ?$$

Решение:

- ① Определим общее сопротивление цепи при разомкнутом ключе К:



$$R_{12} = R_1 + R_2 = 198 + 66 = 264 \text{ Ом}$$

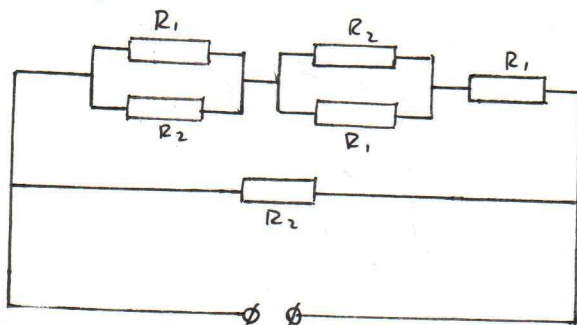
$$R_{1212} = \frac{R_{12} \cdot R_{12}}{R_{12} + R_{12}} = \frac{264 \cdot 264}{264 + 264} = 132 \text{ Ом}$$

$$R_{12121} = R_{1212} + R_1 = 132 + 198 = 330 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{общ}1} = R_{12121}$$

$$R_{\text{общ}1} = \frac{R_{12121} \cdot R_2}{R_{12121} + R_2} = \frac{330 \cdot 66}{330 + 66} = 55 \text{ Ом}$$

- ② Определим общее сопротивление цепи при замкнутом ключе К:



$$R_{12} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{198 \cdot 66}{198 + 66} = 49,5 \text{ Ом}$$

$$R_{12121} = R_{12} + R_{12} + R_1 = 49,5 + 49,5 + 198 = 297 \text{ Ом}$$

$$R_{\text{общ}2} = \frac{R_{12121} \cdot R_2}{R_{12121} + R_2} = \frac{297 \cdot 66}{297 + 66} = 54 \text{ Ом}$$

- ③ Значит, $R_{\text{общ}1} - R_{\text{общ}2} = 55 - 54 = 1 \text{ Ом}$.

Ответ: на 1 Ом



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 97847 Класс 9

Вариант 6 Дата 20.02.2022



N3

Дано:

~~Скорость течения~~
~~Скорость течения~~

$$S_{\text{приосек}} = \frac{S_{\text{попла}}}{4} = S$$

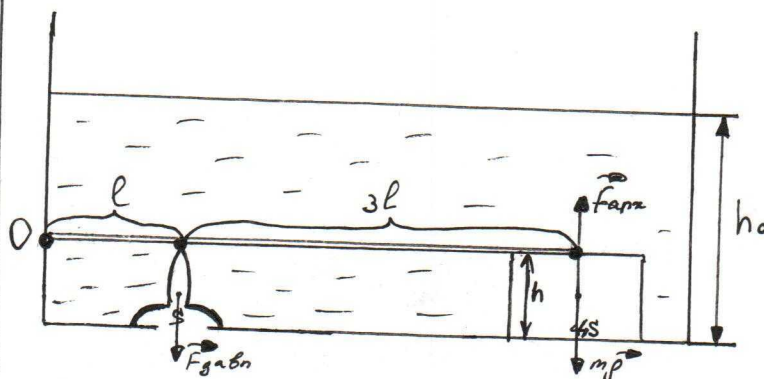
$$h = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м.}$$

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

$$\rho_{\text{попла}} = 300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$h_0 = ?$

Решение:



П.к. поплавок шероховатый $\Rightarrow$ по нему протекает вода $\Rightarrow$ на него действует сила Архимеда

Запишем 2^{ое} условие равновесия от-но т. 0:

$$-F_{gabn} \cdot l + F_{Apx} \cdot 3l - m_p \cdot 4l = 0,$$

$$\text{где } F_{gabn} = \rho \cdot S = \rho_0 g h_0 S, \quad F_{Apx} = \rho_0 g V_{\text{попл}} = \rho_0 g \cdot 4S \cdot h, \quad m_p = \rho_{\text{попла}} 4S \cdot h \cdot g$$

$$\Rightarrow -\rho_0 g h_0 S + 12 \rho_0 g S h - 16 \rho_{\text{попла}} S h g = 0$$

$$12 \rho_0 h - 16 \rho_{\text{попла}} h = \rho_0 h_0$$

$$\Rightarrow h_0 = \frac{12h(\rho_0 - \rho_{\text{попла}})}{\rho_0}$$

Подставим числовые значения:

$$h_0 = \frac{12 \cdot 0,2 \cdot (1000 - 300)}{1000} = 2,24 \text{ м}$$

Ответ: ~~h_0 = 2,24 м.~~ $h_0 = 2,24 \text{ м.}$



$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



Площадка написания

Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана

N2

Дано:

$$\mu = 0,5$$

$$F_1 = 180 \text{ Н}$$

$$\alpha = 30^\circ, \beta = 60^\circ$$

$$F_2 = 270 \text{ Н}$$

$$g = 9,87 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

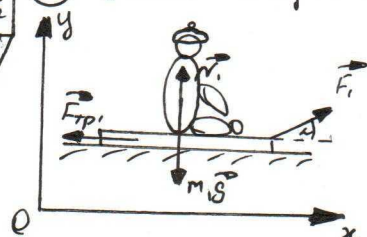
$$\frac{m_2}{m_1} = ?$$

Решение:

Пусть m_1 - масса Пети, m_2 - масса Димы

П.к. санки в обоих случаях движутся "влево" $\Rightarrow a = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

① Рассмотрим случай, когда на санках сидит Петья:



Запишем динамическое ур-е движения:

$$Oy: N_1 - m_1 g + F_1 \sin \alpha = 0$$

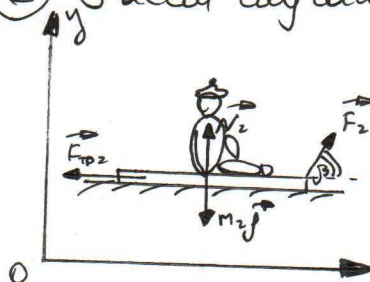
$$\Rightarrow N_1 = m_1 g - F_1 \sin \alpha$$

$$Ox: -F_{\text{тр}1} + F_1 \cos \alpha = 0,$$

где по закону Амонта-Кулона: $F_{\text{тр}1} = \mu N_1 = \mu m_1 g - \mu F_1 \sin \alpha$

$$\Rightarrow -\mu m_1 g + \mu F_1 \sin \alpha + F_1 \cos \alpha = 0 \Rightarrow \boxed{m_1 = \frac{F_1 (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)}{\mu g}} \quad (1)$$

② Рассмотрим случай, когда на санках сидит Дима:



Запишем динамическое ур-е движения:

$$Oy: N_2 - m_2 g + F_2 \sin \beta = 0$$

$$\Rightarrow N_2 = m_2 g - F_2 \sin \beta$$

$$Ox: -F_{\text{тр}2} + F_2 \cos \beta = 0,$$

где по закону Амонта-Кулона $F_{\text{тр}2} = \mu N_2 =$

$$= \mu m_2 g - \mu F_2 \sin \beta$$

$$\Rightarrow -\mu m_2 g + \mu F_2 \sin \beta + F_2 \cos \beta = 0 \Rightarrow \boxed{m_2 = \frac{F_2 (\mu \sin \beta + \cos \beta)}{\mu g}} \quad (2)$$

③ Найдем отношение (2) к (1):

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{F_2 (\mu \sin \beta + \cos \beta) \cdot \mu g}{\mu g \cdot F_1 (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)} \Rightarrow \boxed{\frac{m_2}{m_1} = \frac{F_2 (\mu \sin \beta + \cos \beta)}{F_1 (\mu \sin \alpha + \cos \alpha)}}$$

Подставим числовые значения:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{270 (0,5 \cdot \sin 60^\circ + \cos 60^\circ)}{180 (0,5 \cdot \sin 30^\circ + \cos 30^\circ)} = 1,25 \approx 1,3$$

Ответ: $\frac{m_2}{m_1} = 1,3$ (Дима тяжелее Пети в 1,3 раза)



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

N6

Дано:

$h'_1 = 2 \text{ см.}$

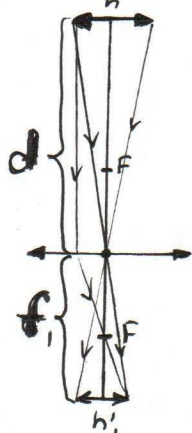
$f_1 + d = 180 \text{ см.}$

Диаметр = $h = 6 \text{ см.}$

$d_2 = d_1 = ?$
 $f_2 - f_1 = ?$

Решение:

1) Рассматривая, когда плоско-выпуклая линза была одна:



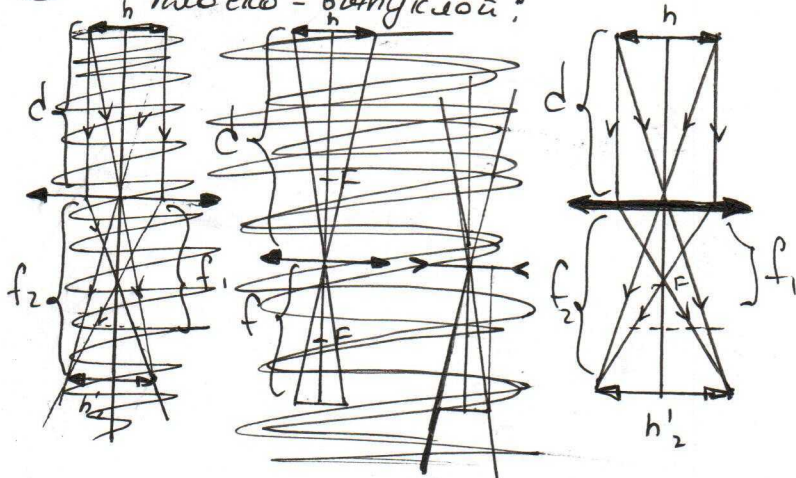
$$\frac{h'_1}{h} = \Gamma_1 \Rightarrow \Gamma_1 = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$\Gamma_1 = \frac{f_1}{d} = \frac{1}{3} \Rightarrow d = 3f_1$$

$$f_1 + d = 180 ; f_1 + 3f_1 = 180$$

$$4f_1 = 180 \Rightarrow f_1 = 45 \text{ см, } d = 135 \text{ см.}$$

2) Рассматривая, когда плоско-выпуклую линзу совместили





$$(ab)c = a(bc)$$

$$E = mc^2$$



1. Используйте только размеченные стороны листов.
2. Заполните номер варианта и номер страницы в поле внизу.

Физика

Шифр 97847 Класс 9

Вариант 6 Дата 20.02.2022



Площадка написания

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

№4

Дано:

$$V = 24 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

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

$$t_0 = 20^\circ \text{C}, t = 0^\circ \text{C}$$

$$\tau = 50 \text{ мин} = 3000 \text{ с.}$$

$$N = 500 \text{ Вт}$$

$$t_k = -17^\circ \text{C}$$

$$t_{\text{конр}} = 47^\circ \text{C}$$

$$t_{\text{испар}} = -33^\circ \text{C}$$

$$C_6 = 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$C_n = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ \text{C}}$$

$$\lambda = 330000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$t_{\text{адс}} = -273^\circ \text{C}$$

$$\frac{\eta_{\text{исп}}}{\eta_{\text{мк}}} = ?$$

Решение:

① Нагрём КТД морозильной камерой:

$$m = \rho \cdot V - \text{масса воды}$$

$$Q_1 = c_m (t - t_0) - \text{отраёт вода при охлаждении}$$

$$Q_2 = -\lambda m - \text{отраёт вода при кристаллизации}$$

$$Q_3 = c_n m (t_k - t) - \text{отраёт лёд при охлаждении}$$

Площа

$$\eta_{\text{мк}} = \frac{-(Q_1 + Q_2 + Q_3)}{N \tau}$$

$$\text{где } -(Q_1 + Q_2 + Q_3) = -(c_m m (0 - t_0) - \lambda m + c_n m (t_k - 0)) =$$

$$= c_m m t_0 + \lambda m - c_n m t_k$$

$$\Rightarrow \eta_{\text{мк}} = \frac{m(c_m t_0 + \lambda - c_n t_k)}{N \tau}$$

$$\eta_{\text{мк}} = \frac{1000 \cdot 2 \cdot 10^{-3} (4200 \cdot 20 + 330000 + 2100 \cdot 17)}{500 \cdot 3000} \cdot 100\% = 59,96\%$$