ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

7 класс

Участник: Болдырева Т.Д.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

№4

$S = 50$ км

$V_{авт.} = 60$ км/ч

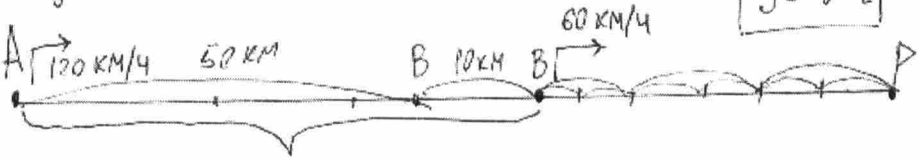
$V_{мот} = 120$ км/ч

$S = ?$ (встреча)

Решение:

Когда выехал мотоциклист, автобус был на расстоянии 60 км от него

$S = V \cdot t$



60 км

Скорость мотоциклиста в 2 раза больше (2X) скорости автобуса (X)

Значит до B мотоцикл доедет за 30 мин, а автобус отъедет на 30 км

За седущие 30 мин автобус отъедет на 30 км, а мотоцикл на 60 км

$30 + 30 = 60$ (км) S, на котором от B они встретятся

Ответ: на расстоянии 60 км

№5

$S_{ст.} = 10^{-4}$ м^2

$\rho_{воды} = 1000$ кг/м^3

$L_{ст.} = ?$

$g = 10 \frac{Н}{кг}$

$\rho_{стержня} = ?$ кг/м^3

Решение:

$p = \frac{F}{S}$ $p = \rho h g$, $\rho = \frac{m}{V}$ $F = mg$

Для (погруженной части) стержня длиной 30 см, $S = 0{,}001$ м^2, $V = 0{,}004$ м^3 применяется $F = 0{,}6$ Н

$p = 1000 \cdot 0{,}003 \cdot 10 = 30$ Н (Гидростатическое давление)

$30 \cdot 0{,}004$ м$^3 = F = 0{,}12$ (Сила тяжести)

$m = 0{,}12 : 10 = 0{,}012$ кг (масса стержня)

$\rho = \frac{0{,}012}{0{,}004} = 3$ г/см^3 (плотность стержня)

3 г/см^3 = 3000 кг/м^3 (плотность стержня)

Ответ: 3 г/см^3 или 3000 кг/м^3.



Шифр
36-07-03

№1

$V_{лодки} = x \cdot 4$
$V_{плота} = x$
$S_1 = S_2$

$t = ?$ мин

Решение:

Лодка проплыла весь путь, когда плот только $\frac{1}{4}$

$S = V \cdot t$



Лодка пройдёт половину пути, а плот $\frac{1}{8}$. До встречи остаётся $\frac{1}{8}$ пути

$\frac{1}{8}$ плот пройдёт за 30 мин, а лодка $\frac{1}{8}$ - за 7,5 мин

30 + 7 = 37 (мин) t, через которое после разворота они встретятся (1 час 37 мин всего)

Ответ: через 37 мин

№2

$V_{шара} = \frac{4}{3}\pi R^3$
$V_{куба} = S \cdot h = a \cdot a \cdot a$
$\phi_{шара} = a_{куба}$
$L_{стержня} = 3$ м

Решение:

(Шар легче куба ) Значит опора не по середине, а ближе к)

Шар на 0,5 меньше куба 

Если бы один из объектов был больше другого ровно в 2 раза то опора была бы на $\frac{3}{4}$ от левого края)

Но так как куб больше на 0,5, значит опора ≈ 150 см + 47 см = 197 см

Ответ: ≈ 197 см

№3

$m_1 = m_2$
$d_1 = d_2 \cdot 2$
$\rho_1 = 8900$ кг/м^3
$\rho_2 = 7100$ кг/м^3

Решение:

Если бы стержни были одинаковых диаметров, тогда:

8900 кг/м^3 : 7100 кг/м^3 ≈ 1,3 раза длиннее (стержни из цинка)

А так как медный стержень имеет диаметр (больше другого в 2 раза)

следовательно $X \cdot 1,3 \cdot 2 = X \cdot 2,6$ раз (длина II стержня)

Ответ: длина цинкового стержня больше в 2,6 раз.



Шифр
36-07-03

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

7 класс

Участник: Казарцев М.С.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

№1

Дано:
$S = X$
$t_1 = 1ч$
$t_2 = 4ч$
$t_{встр} = ?$

Решение:

$v = \frac{S}{t}$

$v_1 = \frac{X}{1ч} = X км/ч$

$v_2 = \frac{X}{4ч} = \frac{1}{4} X км/ч$

$v_{ск.} = (v_1 + v_2) : 2$

$v_{ск.} = \frac{(X + \frac{1}{4}X)}{2} = \frac{1\frac{1}{4}X}{2} = \frac{5}{8} X км/ч$

$v_{отн} = v_1 - v_{ск.}$

$v_{отн} = X - \frac{5}{8}X = \frac{3}{8}X$

$v_{сбл} = v_2 + v_{ск.}$

$t = \frac{S}{v}$

$S_{встр} = S - S_{отн}$

$S_{встр} = X - \frac{3}{8} X \cdot 1 = X - \frac{3}{8}X = \frac{5}{8}X$

$t_{встр} = \frac{\frac{5}{8}X}{(\frac{1}{4}X + \frac{3}{8}X)} = \frac{\frac{5}{8}X}{\frac{5}{8}X} = 1ч$

Ответ: $t_{встр} = 1ч$

№2

Дано:
$L = 3м$
$a_к = d_ш = y$
$R_к = r_ш = X$
$L_н = ?$

Решение:

$m = \rho V$ $V_к = a^3$ $V_ш = \frac{4}{3}\pi R^3$

$V_к = y^3$

$V_ш = \frac{4}{3} \cdot 3{,}14 \cdot \left(\frac{1}{2}y\right)^3 = \frac{4}{3} \cdot \frac{3{,}14}{100} \cdot \frac{1}{8} y^3 = \frac{3{,}14}{600} y^3 = \frac{157}{300} y^3$

$m_к = x \cdot y^3 = Xy^3$

$m_ш = x \frac{157}{300} y^3 = \frac{157}{300} X y^3$

$отн. = \frac{\frac{157}{300} X y^3}{X y^3} = \frac{157}{300}$

$L_н = L \cdot отн.$

$L_н = 3м \cdot \frac{157}{300} = 1{,}57м$

Ответ: $L_н = 1{,}57м$

№3

Дано:
$d_1 = 2X$
$d_2 = X$
$m_1 = m_2 = y$
$\rho_1 = 3900 кг/м^3$
$\rho_2 = 7100 кг/м^3$
$h_1 ? h_2$

Решение:

$R = \frac{d}{2}$ $S = \pi R^2$ $m = \rho V$ $V = \frac{m}{\rho}$ $V = Sh$ $h = \frac{V}{S}$

$V_1 = \frac{y}{3900 кг/м^3} = \frac{1}{3900} y$ $R_1 = \frac{2X}{2} = X$

$V_2 = \frac{y}{7100 кг/м^3} = \frac{1}{7100} y$ $R_2 = \frac{X}{2} = \frac{1}{2}X$



Шифр
36-07-10

$S_1 = 3{,}14 \cdot x^2 = 3{,}14x^2$

$S_2 = 3{,}14 \cdot \left(\frac{1}{2}x\right)^2 = \frac{314}{100} \cdot \frac{1}{4}x^2 = \frac{157}{200}x^2$

$h_1 = \frac{\frac{1}{5000}y}{3{,}14x^2} = \frac{1}{30772x^2}y$

$h_2 = \frac{\frac{1}{5100}y}{\frac{157}{200}x^2} = \frac{2}{11144x^2}y$

$\text{отн.} = \frac{\frac{2}{11144x^2}y}{\frac{1}{30772x^2}y} = \frac{2}{11144x^2} \cdot \frac{30772x^2}{1} = \frac{2 \cdot 30772}{11144} = 5{,}521126$ раз

Ответ: $h_2 > h_1$ в 5,521126 раз

v_4

Дано:
$S = 50$ км
$v_1 = 60$ км/ч
$v_2 = 120$ км/ч
$t_1 = \frac{1}{6}$ ч
$S_{об.B} = ?$

Решение:
$v_{отн.} = v_2 - v_1$ $v = \frac{S}{t}$ $t = \frac{S}{v}$ $S = vt$

$S_1 = 60$ км/ч $\cdot \frac{1}{6}$ ч $= 10$ км

$v_{отн.} = 120$ км/ч $- 60$ км/ч $= 60$ км/ч

$t_{встр.} = \frac{10 \text{ км}}{60 \text{ км/ч}} = \frac{1}{6}$ ч

$S_{об.A} = 120$ км/ч $\cdot \frac{1}{6}$ ч $= 20$ км

$S_{об.B} = S - S_{об.A}$

$S_{об.B} = 50$ км $- 20$ км $= 30$ км

Ответ: $S_{об.B} = 30$ км



Шифр
36-07-10

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

7 класс

Участник: Образцов М.А.

Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

Олимпиада школьников «Наследники Левши» по физике - 2021/22 | Заключительный этап | Чистовик

№3

Так как масса одинаковых литров, то их можно записывать равенство:

$m_1 = m_2$

$\rho_1 \pi R^2 h_1 = \rho_2 \pi R^2 h_2$

Подставим числовые значения плотности и радиуса. Радиусы не сократились, так как они разные. Здесь не сократились числа, а их можно разделить

$2100 \cdot 3{,}8 \cdot r^2 \cdot h_1 = 2700 \cdot 3{,}4 \cdot r^2 \cdot h_2$

$7974 \cdot h_1 = 9178 \cdot h_2$

$h_1 = 1{,}15 \cdot h_2$

Ну вот мы и нашли наше нужное. Здесь высоты столбиков бензина и керосина, мы можем сказать что первый столбик с высотой $\rho \pi R^2 h_1$, а второй столбик керосина с высотой $\rho \pi R^2$ делим на первый с высотой $\rho \pi R^2 h_2$. Получ

$\frac{1{,}15 h_2}{h_2} = 1{,}15$ раз

Ответ: первый столбик на 1,15 раз

№4

Так как автобус выехал на 10 минут раньше велосипедиста, то он уже успел проехать

$S_1 = v_{авт} \cdot t = 60 \frac{км}{ч} \cdot 10 \text{ минут} = \frac{60}{1} \text{ км} \cdot \frac{1}{6} ч = 10 км$

Затем велосипедисту нужно догнать автобус. Тогда скорость сближения равна:

$v_{сбл} = v_{вел} - v_{авт} = 120 - 60 = 60 км/ч$

Теперь мы можем узнать время которое нужно велосипедисту до встречи с автобусом

$t_{вел} = \frac{S_1}{v_{сбл}} = \frac{10 км}{60 км/ч} = \frac{1}{6} ч = 10 минут$

Тогда до встречи с автобусом велосипедист проехал

$S_2 = v_{вел} \cdot t_{вел} = 120 \cdot 10 \text{ мин} = \frac{120}{1} \cdot \frac{1}{6} ч = 20 км$

Тогда расстояние от пункта B до места встречи равно:

$S_3 = S_1 - S_2 = 50 - 20 = 30 км$

Ответ: 30 километров

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

№5

№ 1

Пусть $\frac{1}{4}$ – на расстояние пути до I-ой лодки проплыл $\frac{1}{4}$, а плот $\frac{1}{4}$, получается, что до I-ой лодки плот проплывает $\frac{3}{4}$ пути, тогда для лодки движущейся в сторону берега она уже плот проплывает $\frac{3}{4}$, а лодка $\frac{12}{5}$ пока как $\frac{1}{4}$ движения лодки – 1 час, то $\frac{12}{5} = \frac{2}{5}$ 36 минут. А так как лодка начала от пристани до пристани В плот один час, то она вернется

Ответ: 1 час 36 минут

№ 2

Площадь поперечного сечения $S = \frac{\pi R^2}{2} = 12,56 R^2/2 = 6R^2$

$V_ш = \frac{1}{2} \pi R^2 / 3 = 12,56 R^3/3 = 4R^3$

$V_к = a^3 = (2R)^3 = 8R^3$

Тогда на сколько кольцо больше шарика, на столько уровень воды в сосуде поднимется

$\frac{8R^3}{4R^3} = 2$ раза

ответ: Уровень воды в сосуде поднимется после погружения кольца в 2 раза, а уровень на сколько он поднимется больше шарика $L = \frac{2}{3} = \frac{2}{1} \cdot \frac{2}{2} = 2$ см

Ответ: 2 раза

№ 3

Пусть $\frac{1}{4}$ – на расстояние пути до I-ой лодки проплыл $\frac{1}{4}$, а плот $\frac{1}{4}$, получается, что до I-ой лодки плот проплывает $\frac{3}{4}$ пути, тогда для лодки движущейся в сторону берега она уже плот проплывает $\frac{3}{1}$, а лодка $\frac{12}{5}$ пока как $\frac{1}{4}$ движения лодки – 1 час, то $\frac{12}{5} = \frac{2}{5}$ 36 минут. А так как лодка начала от пристани до пристани В плот один час, то она вернется

Ответ: 1 час 36 минут



Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Гарибмамадов А.С.

Регион (региональная площадка): Тверская обл.

№1.

Дано:

$D = 2\,см$; $P = 4{,}2\,Вт$

$\rho_в = 1000\,\frac{кг}{м^3}$

$V - ?$

Решение:

1) $P = 4{,}2\,Вт = 4{,}2\,\frac{Дж}{с} \Rightarrow A$ за секунду $= 4{,}2\,Дж$

2) $D = 2\,см \Rightarrow r = \frac{D}{2} = 1\,см \Rightarrow S = \pi r^2 = 3{,}14 \cdot 1 = 3{,}14\,см^2$.

3) $\left.\begin{array}{l} \rho_в V g h = A \\ V = Sh. \end{array}\right\} \Rightarrow \rho_в S h g h = A.$

$\rho_в S g h^2 = A.$

$h^2 = \frac{A}{\rho_в S g} = \frac{4{,}2\,Дж}{1000\,\frac{кг}{м^3} \cdot 3{,}14\,см^2 \cdot 10\,\frac{Н}{кг}} = \frac{4{,}2\,Дж}{1000\,\frac{кг}{м^3} \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-4}\,м^2 \cdot 10\,\frac{Н}{кг}} \approx$

$\approx 1{,}34\,м^2 \Rightarrow h = 1{,}16\,м \Rightarrow V = 1{,}16\,\frac{м}{с}$

Ответ: $V = 1{,}16\,\frac{м}{с}$

№3

Дано:

$h = 0{,}8\,м$; $a = 0{,}6\,м$

$2b = 2\,м$; $\rho_в = 1000\,\frac{кг}{м^3}$

$P - ?$

Решение:

1) $2b = 2\,м \Rightarrow b = 1\,м$

2) Сдвигают влево на $a \Rightarrow$ длина $= b - a =$

$= 1\,м - 0{,}6\,м = 0{,}4\,м$; $c = 0{,}4\,м \Rightarrow$

3) $S_{пер.} = h \cdot a = 0{,}8\,м \cdot 0{,}6\,м = 0{,}48\,м^2$ - S части перегородки, находящейся в воде, до сдвига влево $\Rightarrow$

$\Rightarrow V_1 = S_{пер.} \cdot b = 0{,}48\,м^3$, H - высота уровня воды после сдвига

4) $V_2 = c \cdot a \cdot H$

5) $V_1 = V_2$ - объёмы воды до сдвига и после равны.

$S_{пер.} \cdot b = c \cdot a \cdot H.$

$V_1 = c \cdot a \cdot H$

$H = \frac{V_1}{c \cdot a} = \frac{0{,}48\,м^2}{0{,}4\,м \cdot 0{,}6\,м} = 2\,м \Rightarrow S_{пер_2} = H \cdot a = 2 \cdot 0{,}6 = 1{,}2\,м^2$ - площадь части перегородки погруженной в воду, после сдвига $\Rightarrow P = \frac{V_2 \rho_в g}{S_{пер_2}} = \frac{0{,}48\,м^3 \cdot 1000\,\frac{кг}{м^3} \cdot 10\,\frac{Н}{кг}}{1{,}2\,м^2} =$

$= 4000\,Па.$

Ответ: $P = 4000\,Па$.

Шифр

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

№5.

Дано:
$\rho_1 = 1000 \frac{кг}{м^3}$
$\rho_2 = 3000 \frac{кг}{м^3}$

S - ?

Решение:

$L = 30$ см $= 0{,}3$ м., т.к после 30 см на графике сила натяжения перестала изменяться., а это значит, что мы полностью погрузили стержень и если дальше продолжать погружать его, то сила Архимеда будет той же и то сила натяжения соотв. тоже.

1) $T = mg - \rho_в V g$.

$T = mg - S h \rho_в g$.

При $T = 0{,}7$ Н, $h = 0{,}2$ м, я буду использовать эти значения.

$T = L_1 S \rho_2 g - S h \rho_1 g$

$T = S(L_1 \rho_2 g - h \rho_1 g)$

$$S = \frac{T}{g(L\rho_2 - h\rho_1)} = \frac{0{,}7\ Н}{10 \frac{Н}{кг} \cdot (0{,}3\ м \cdot 3000 \frac{кг}{м^3} - 0{,}2\ м \cdot 1000 \frac{кг}{м^3})} = 0{,}0001 м^2 =$$

$= 1$ см^2

Ответ: $S = 1$ см^2.

№4.

Дано:
$L = 3$ м
$\pi = 3{,}14$
$d_к = d_с$

l_1 - ?

Решение

1) Пусть a - сторона куба, ~~$d_к$ - его~~ тогда

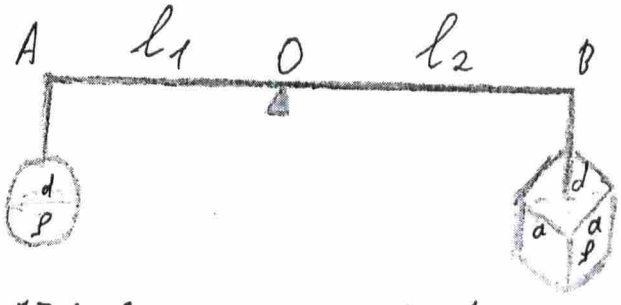
$d^2 = 2a^2$.

$a^2 = \frac{d^2}{2}$; $a = \sqrt{\frac{d^2}{2}} \Rightarrow V_к = \left(\sqrt{\frac{d^2}{2}}\right)^3 = \sqrt{\frac{d^6}{8}}$

2) $V_с = \frac{4}{3}\pi R^3$; $\frac{4}{3}\pi\left(\frac{D}{2}\right)^3 = 4{,}19\frac{D^3}{8}$

3) ~~Так равновесие~~ Правило моментов для куба и шара.

отн. т. O



$V_с \rho l_1 = V_к \rho l_2 \quad | \times \frac{1}{\rho}$

$V_с l_1 = V_к l_2$.

$V_c l_1 = V_к l_2$.

4) $l_2 = L - l_1$.

$V_c l_1 = V_к (L - l_1)$

$V_c l_1 = V_к L - V_к l_1$.

$V_c l_1 + V_к l_1 = V_к L$

$l_1 (V_c + V_к) = V_к L$

$l_1 = \frac{V_к L}{V_c + V_к} = \frac{\sqrt{\frac{d^8}{8}}\,м^3 \cdot 3\,м}{4{,}19\frac{Дж}{8} + \sqrt{\frac{d^8}{8}}\,м^3}$

№2.

Дано:

$t_1 = 0°C$; $m_з = 0{,}5кг$

$m_л = m_в = 1кг$; $t_2 = 200°C$

$C_1 = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$; $C_2 = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

$C_3 = 460 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$; $\lambda_л = 3{,}3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$.

$L = 2{,}3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

m_0 - ?

Решение:

1) Ур. теплового баланса:

$1 C_в m_1 (t' - t_1) + \lambda_л m_л + C_в m_л (t' - t_1) + C_з m_з (t' - t_2) + m_0 L = 0$.



Шифр

Лист 2.

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Губанов Д.А.

Регион (региональная площадка): Тверская обл.

Олимпиада школьников «Наследники Левши» по физике - 2021/22	*Заключительный этап*	Чистовик

N1

Дано:

$D = 2\,см$

$P = 4{,}2\,Вт$

$\rho = 1000\,кг/м^3$

Найти:

$v - ?$

СИ:

$0{,}02\,м$

$4{,}2\,Вт$

$1000\,кг/м^3$

Формулы:

$P = \frac{A}{t} \Rightarrow A = Pt$

$m = \rho V$

$E = \frac{mv^2}{2}$

Решение:

$P = \frac{A}{t} = 4{,}2\,Вт$

За 1 с:

$A_c = Pt_c = 4{,}2 \cdot 1 = 4{,}2\,Дж$

$S = \pi R^2 = \pi\left(\frac{1}{2}D\right)^2 =$

$= \pi\left(\frac{1^2}{2^2}\right)D^2 = \frac{1}{4}\pi D^2 =$

$= \frac{1}{4}\pi\left(\frac{2}{100}\right)^2 = 3{,}14 \cdot 10^{-4}\,м^2$

массовый секундный расход воды через сред сечения:

$m_c = \rho V_c = \rho S v = 1000 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-4} \cdot v = 0{,}314 \cdot v$

$E = \frac{m_c v^2}{2} = 4{,}2\,Дж$

$m_c v^2 = 0{,}314 \cdot v \cdot v^2 = 2E = 2 \cdot 4{,}2$

$0{,}314 \cdot v^3 = 8{,}4 \Rightarrow v^3 = 8{,}4 : 0{,}314 = 26{,}75 \Rightarrow v = \sqrt[3]{v^3} = 26{,}75^{\frac{1}{3}} = 2{,}99\,м/с$

Проверим:

$m_c = \rho S v = 1000 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-4} \cdot 2{,}99 = 0{,}938$

$E_к = \frac{m_c v^2}{2} = \frac{0{,}938 \cdot 2{,}99^2}{2} \approx 4{,}2\,Дж$ - верно!

Ответ: 4,2 Дж

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ •
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года

Шифр

№2

Дано:

$t_1 = 0°C$

$m_1 = m_2 = 1$ кг

$m_3 = 0,5$ кг

$t_2 = 200°C$

$c_1 = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot K}$

$c_2 = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot K}$

$c_3 = 460 \frac{Дж}{кг \cdot K}$

$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$

$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

Найти:

$m_в$ – ?

Формулы:

$Q = cm\Delta t$

$\Delta t = t_{кон} - t_{нач}$

$Q = \lambda m$

$|Q_1| = |Q_2|$

Решение:

Температура смеси не будет расти, пока весь лед не растает. Для этого необходимо:

$Q_2 = \lambda m_2 = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 1 = 3,3 \cdot 10^5$ Дж

При остывании детали до 0°C.

$Q_3 = c_3 m_3 (t_0 - t_2) = 460 \cdot 0,5 \cdot (0 - 200) = -46000$ Дж

Это расплавит:

$\Delta m_1 = \frac{|Q_3|}{\lambda} = \frac{46000}{3,3 \cdot 10^5} = 0,1393$ кг

На этом этапе наступает тепловое равновесие. Тогда масса воды увеличится на Δm_1:

$m_в = m_1 + \Delta m_в = 1 + 0,1393 = 1,1393$ кг

Ответ: 1,1393 кг



Шифр

№3

Дано:
$h = 0,8$ м
$2b = 2$ м
$a = 0,6$ м
$\rho = 1000$ кг/м^3
$g = 10$ м/с^2

Найти:
$p - ?$

Формулы:
$p = g\rho h$

Решение:
Объем воды в емкости:
$V_в = h \cdot 2b \cdot a = 0,8 \cdot 2 \cdot 0,6 = 0,96$ м^3
В центр емкости ставится перегородка. Она делит её по пазам, на две „зоны". Объем одной „зоны":
$V_з = \frac{1}{2} V_в = 0,8 \cdot 0,6 \cdot \frac{2}{2} = 0,8 \cdot 0,6 = 0,48$ м^3
Длина зоны после передвижения:

$b' = b - a = 1 - 0,6 = 0,4$ м
Ширина емкости не меняется как и плотность воды.
Тогда изменение уровня столба жидкости:
$h' = \frac{V_з}{a \cdot b'} = \frac{0,48}{0,6 \cdot 0,4} = 2$ м
Тогда давление:
$p = g\rho h' = 10 \cdot 1000 \cdot 2 = 20000$ Па $= 20$ кПа

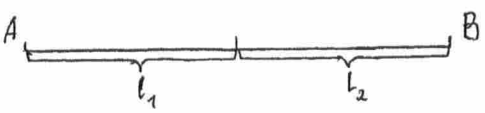
Ответ: 20 кПа

№4

Дано:
$L = 3$ м
$V_к = a^3$
$V_ш = \frac{4}{3}\pi R^3$

Найти:
$V_1 - ?$

Решение:
Запишем правило рычага. Тогда
$F_1 L_1 = F_2 L_2$
$\frac{F_1}{F_2} = \frac{L_2}{L_1}$



ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ
Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

$F = mg = \rho V g$

ρ для шара и куба одинаково - они сделаны из одного материала

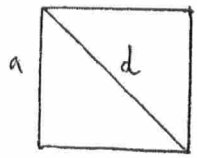
$\rho V_1 g l_1 = \rho V_2 g l_2$

$V_1 l_1 = V_2 l_2$

V_1 - объем шара; V_2 - куба

$V_1 = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3$

$V_2 = a^3$



Пусть $d = l$. Тогда по теореме Пифагора:

$d^2 = a^2 + c^2 = l^2 = 1$

$a = c \Rightarrow a^2 = c^2 \Rightarrow d^2 = 2a^2 = l$

$a^2 = \frac{d^2}{2} = \frac{1}{2} = 0{,}5 \Rightarrow a = \sqrt{a^2} = \sqrt{0{,}5} = 0{,}707$

$V_2 = a^3 = 0{,}707^3 = 0{,}353\ м^3$

$V_1 = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{1}{2}\right)^3 = 0{,}523\ м^3$

$0{,}523 l_1 = 0{,}353 l_2$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{0{,}523}{0{,}353} = 1{,}48$

$l = l_1 + l_2 = 3\ м$

$l_2 = 1{,}48 l_1 \Rightarrow l = 1{,}48 l_1 + l_1 = 3\ м$

$2{,}48 l_1 = 3\ м \quad | : 2{,}48$

$l_1 = 3 : 2{,}48 = 1{,}209\ м$

$l_2 = 1{,}48 \cdot 1{,}209 = 1{,}79\ м$

Ответ: $l_1 = 1{,}209\ м$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ
Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

№5

Дано:
$\rho_1 = 1000$ кг/м³
$\rho_2 = 3000$ кг/м³
$g = 10$ м/с²

Найти:
$S_п$ - ?

Решение:
$F_н = F_т = mg = \rho_2 V g = \rho_2 H S_п g$
$F_A = g\rho_{ж} V_т = g\rho_1 S_п h$
Сила натяжения перестала уменьшаться на $h = 30$ см = 0,3 м на значении в 0,6 Н
$F_н = F_т - F_A = \rho_2 H S_п g - g\rho_1 S_п h$
При дальнейшем опускании $F_н$ не меняется. Значит, не меняется погруженный в воду объем. Значит, весь стержень находится под водой, и просто погружается глубже.
$\rho_2 H S_п g - g\rho_1 S_п h = 0,6$ Н
$3000 \cdot 10 \cdot H S_п - 10 \cdot 1000 \cdot S_п h = 0,6$ Н
При $h = 0$ (стержень не погружен ни насколько в воду):
$F_н = F_т$
$F_т = \rho_2 V g = \rho_2 H S_п g = 3000 \cdot 10 \cdot H S_п = 0,9 H \Rightarrow V = H S_п = 3 \cdot 10^{-5} \Rightarrow S_п = \frac{V}{H} = \frac{3 \cdot 10^{-5}}{0,3} = 1 \cdot 10^{-4}$ м²

Проверим для случая полного погружения:
~~$3000 \cdot 10 \cdot 10^{-4} \cdot 0,3 = 1000 \cdot 10 \cdot 10^{-4}$~~
$F_н = F_т - F_A = \rho_2 H S_п g - \rho_1 g S_п h = 3000 \cdot 10 \cdot 0,3 \cdot 10^{-4} - 1000 \cdot 10 \cdot 10^{-4} \cdot 0,3 =$
$0,9 - 0,3 = 0,6$ Н - верно!

Ответ: $S_п = 1 \cdot 10^{-4}$ м².



Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Демидов Е.Г.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

2.

Дано:
$m_1 = m_2 = 1$ кг
$t_1 = 0°C$
$m_3 = 0,5$ кг
$t_2 = 200°C$

$m_{2\,п.уд.т.б.}$ — ?

С.м.:
$C_1 = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$
$C_2 = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$
$C_3 = 460 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$
$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$
$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

Решение:
Найдем Q для стальной детали при погружении:
$Q_0 = C_3 m_3 t_2$
$Q_0 = 460 \cdot 0,3 \cdot 200 = 46000$ Дж
Если $Q_0 >$ Q преобразования, то ответ 2кг
Проверим это:
$Q_{преобр.л} = \lambda m_1$
$Q_{преобр.л} = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 1 = 330000$ Дж >
Следовательно вся энергия детали ушла на преобразование льда и не грела воду.
Посмотрим сколько льда растаяло:
$Q_0 = \lambda m_{п.л.}$
$46000 = 3,3 \cdot 10^5 \cdot m_{п.л.}$
$m_{п.л.} = \frac{46000}{3,3 \cdot 10^5} \approx 0,14$ кг
Найдем всю массу воды на тот момент:
$m_{в.в} = m_{п.л.} + m_2$
$m_{в.в} = 0,14 + 1 = 1,14$ кг
Ответ: 1,14 кг

1	2	3	4	5	Σ
—	20	18	5	20	63

Шифр: 080034

3.

Дано:

$h = 0{,}8\ м$

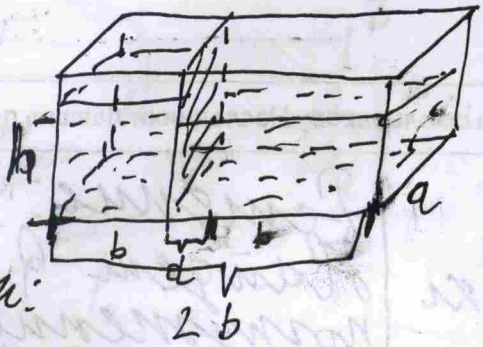
$2b = 2\ м$

$a = 0{,}6\ м$

$\rho = 1000\ \frac{кг}{м^3}$

S на с. с. — ?

Решение:



Определим изначальный объем воды в левой части:

$V_0 = h \cdot a \cdot b$

$V = 0{,}8 \cdot 0{,}6 \cdot \frac{2}{2} = 0{,}48\ м^3$

Определим высоту воды в левой части после передвижения перегородки:

$V_1 = h_1 \cdot (b - a) \cdot a = 0{,}48\ м^3$

$V_1 = h_1 \cdot (1 - 0{,}6) \cdot 0{,}6 = 0{,}48\ м^3$

$V_1 = 0{,}24 h_1 = 0{,}48\ м^3$

$h_1 = \frac{0{,}48}{0{,}24} = 2\ м$

Найдем среднее арифметическое давления на стенку:

$p_{ср} = \frac{\rho g \frac{h_1}{2} + \rho g h_1}{2}$

$p_{ср} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0 + 1000 \cdot 10 \cdot 2}{2} = 10000\ Па$

Найдем силу давления на всю стенку:

$S = p_{ср} \cdot S_c$

на с. с. $S_c = h_1 \cdot a$

$S = 10000 \cdot 2 \cdot 0{,}6 = 12000\ Н$

Ответ: 12000 Н.

5.

Дано:

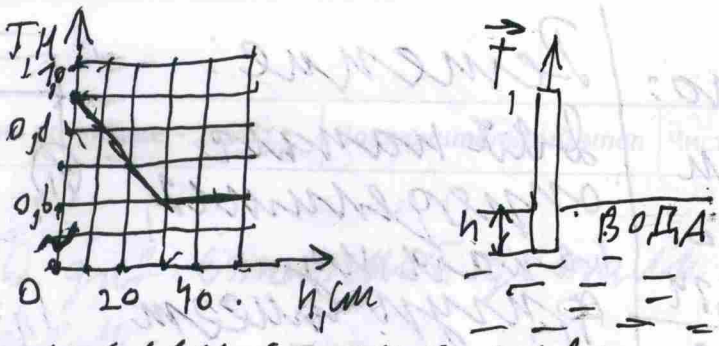
$\rho_1 = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$\rho_2 = 3000 \frac{кг}{м^3}$

$g = 10 м/с^2$

$S_{п.сеч.} - ?$

Решение:



Найдем массу стержня: при $h = 0$ см, $T = 0{,}9$ Н на графике, следовательно $P_c = T = 0{,}9$ Н:

$P_c = m_c g \Rightarrow m_c = \frac{P}{g}$

$m_c = \frac{0{,}9}{10} = 0{,}09$ кг

Из массы, найдем объем стержня:

$m = \rho V$

$m_c = 3000 V_c$

$V_c = \frac{m_c}{3000}$

$V_c = \frac{0{,}09}{3000} = 0{,}00003 м^3$

Также, по графику, можно отметить, что при $h = 30$ см, натяжение троса устанавливается, что свидетельствует о полном погружении стержня. Длина $L = 30$ см $= 0{,}3$ м

Из объема найдем площадь поперечного сечения:

$V_c = S_{п.сеч} \cdot L_c \Rightarrow S_{п.сеч.} = \frac{V_c}{L_c}$

$S_{п.сеч} = \frac{0{,}00003}{0{,}3} = 0{,}0001 м^2$

Ответ: $0{,}0001 м^2$

4.

Дано:

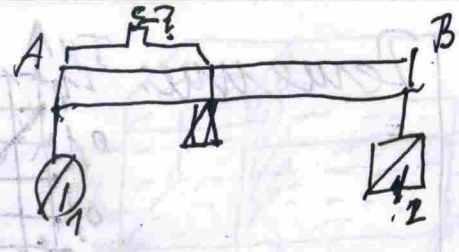
$l = 3$ м

$\rho_1 = \rho_2$

$\pi = 3{,}14$

$S_{от A}$ — ?

Решение:



Для начала определимся, какая из фигур имеет больший объем:

$l_1 = l_2$



– Для этого мы нарисовали фигуры в одном месте и можем наглядно увидеть, что объем шара будет больше, чем у куба.

Это значит, что расстояние до точки опоры от A будет меньше, чем от B.

$F_1 l_1 = F_2 l_2$

$F = P$

$P = mg$

$m_1 g l_1 = m_2 g l_2$

$m_1 l_1 = m_2 l_2$

$m = \rho V$ $\quad (\rho_1 = \rho_2)$

$\rho_1 V_1 l_1 = \rho_2 V_2 l_2$

$\uparrow V_1 l_1^{\downarrow} = V_2^{\downarrow} l_2^{\uparrow}$

Наглядно посмотрев на куб, можем определить, что

$d = a + \sqrt{a} + \sqrt{\sqrt{2}}$

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Калинин А.Р.

Регион (региональная площадка): Орловская обл.

№1

$P = \frac{A}{t}$ $A = FS$ $F = gm$ $m = \rho V$ $V = \frac{1}{4} D^2 \pi l$

$v = \frac{S}{t}$, отсюда

$P = \frac{FS}{t} = \frac{g \rho \frac{1}{4} D^2 \pi l S}{t}$, Вт - это $\frac{Дж}{с}$, логично

взять $t = 1с$.

$P = F\frac{S}{t}$; $\frac{P}{F} = \frac{S}{t}$, $\frac{S}{t}$ - имеем, разложим уравнение

$S = \frac{Pt}{g \rho \frac{1}{4} D^2 \pi} = 1{,}16 м$, отсюда $\boxed{v = \frac{S}{t} = 1{,}16 \frac{м}{с}}$

№2

Рассмотрим, какую максимальную энергию Q выдаст стальная деталь: $cm\Delta t = Q$; $460 \frac{Дж}{кг \cdot с^\circ} \cdot 0{,}5 кг \cdot 200^\circ C = 46000 Дж$.

Теперь рассмотрим сколько энергии необходимо, чтобы расплавить лёд: $Q = m\lambda = 1 кг \cdot 3{,}3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг} = 330.000 Дж$, делаем вывод, что: у детали хватит энергии чтобы подтаять лёд и всё.

Тогда: $m_x \cdot 330.000 \frac{Дж}{кг} = 46000 Дж$;

$m_x \approx 0{,}1 кг$; $\boxed{m_1 + m_x = 1{,}1 (кг) - воды}$

Ответ: 1,1кг



Шифр

№3

$P = \rho g h$ $\quad P = \frac{F}{S}$ $\quad F = PS$

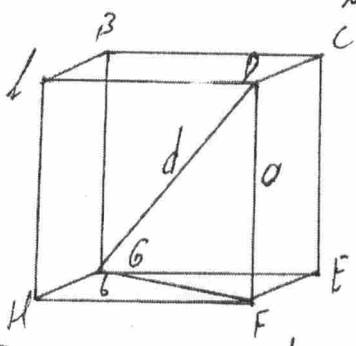
$F = \rho g h S$; здесь мы учли:

Давление на перегородку увеличивается по мере увеличения глубины, то есть пропорционально, значит нужное нам давление действует на центр погруженной части, тогда:

$F = \frac{1}{2} \rho g h \cdot h \cdot a$, отсюда: $\boxed{F = 1920 Н}$

Ответ: $F = 1920 Н$.

№4



Т.к. это куб, его $V = a^3$, но нам нужно это выразить через d.

Рассмотрим куб:

d - гипотенуза прямоуг. $\triangle DFG$

6 - гипотенуза прямоуг. $\triangle GHF$, отсюда

$6 = \sqrt{2a^2}$, тогда $d = \sqrt{3a^2}$, из этого следует, что

$a = \frac{d}{\sqrt{3}}$, тогда $V_1 = \frac{d^3}{3\sqrt{3}}$. Запишем правило рычагов:

$V_1 P \cdot L_1 = V_2 P L_2$;

$\frac{d^3}{3\sqrt{3}} \cdot P L_1 = \frac{1}{6} \pi d^3 P L_2 \;|: P d^3$

$\frac{L_1}{3\sqrt{3}} = \frac{1}{6} \pi \cdot L_2$

$L_1 = 2{,}72 L_2$

$L_1 + L_2 = 3 м$

$3{,}72 L_2 = 3 м$

$\boxed{L_2 \approx 0{,}806 м}$

$\boxed{L_1 \approx 2{,}194 м}$

Ответ: от точки A на расстоянии $L_1 = 2{,}194 м$

№5

Запишем условие плавания стержня:

$\rho_1 h S g + F_{выт} = \rho_2 L S g$, откуда

$L = \dfrac{\rho_1 h S g + F_{выт}}{\rho_2 S g}$; Подъём дважды

Подъём двух точек на графике:

1: 0,9 Н и 0 см

2: 0,6 Н и зашли 0,3 м, подставим значения в формулу и сравним

$$\frac{3000S + 0{,}6}{30000S} = \frac{0{,}9}{30000S} \quad | \cdot 30000S$$

$$3000S = 0{,}3$$

$$S = 0{,}0001\ м^2 =$$

Ответ: $\boxed{S = 0{,}0001\ м^2}$



Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Карташова А.А.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

№1

Дано:

$P = 4{,}2$ Вт

$D = 2$ см

$\rho_в = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$v - ?$

Решение

$D = 2$ см $\Rightarrow r = 1$ см, где r – радиус шлана. $\Rightarrow S = \pi r^2 = 3{,}14 \cdot 1 =$

$= 3{,}14 \approx 3$ см^2 $= 0{,}0003$ м^2; $3 \cdot 10^{-4}$ м^2, где S – площадь поперечного сечения.

$P = \frac{A}{t} \Rightarrow A = P \cdot t.$

$A = F \cdot S = S \cdot mg = S \rho V g.$

$S \rho V g = Pt$ (1)

$m_в = S \cdot v \cdot \rho \cdot t. \Rightarrow v = \frac{m_в}{S \cdot \rho \cdot t.} = \frac{V}{S \cdot t} \Rightarrow$

$\Rightarrow V = v \cdot t \cdot S.$

подставим значение объема V в уравнение (1)

$S \rho g v \cdot t \cdot S = P \cdot t$

$v = \frac{P}{S^2 \cdot \rho \cdot g}$; $v = \frac{4{,}2}{9 \cdot 10^{-8} \cdot 1000 \cdot 10} =$

$= 4666{,}6 \approx 4670 \frac{м}{с}$

Ответ: $4670 \frac{м}{с}$.



Шифр
36-08-09

№2 Дано:

$t_1 = 0°C$

$t_2 = 200°C$

$m_1 = m_2 = 1$ кг

$m_3 = 0{,}5$ кг

$c_1 = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$c_3 = 460 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$\lambda = 3{,}3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$

$m_{в.н.} - ?$

Решение

Рассчитаем количество теплоты, выделившейся при остывании стальной детали до 0°С.:

$Q_1 = c_3 \cdot m_3 (t_2 - t_\phi) = 460 \cdot 0{,}5 \cdot 200 =$

$= 46\,000$ Дж.

Рассчитаем количество теплоты, необходимое для таяния всего льда

$Q_2 = \lambda m_2 = 3{,}3 \cdot 10^5 \cdot 1 = 330\,000$ Дж.

Можно увидеть, что теплоты от стальной детали не хватит на полное таяние льда. Значит, узнаем сколько льда растает при отдаче тепла от стальной детали: $Q_1 = \lambda m_{л.н.}$

$m_{л.н.} = \frac{Q_1}{\lambda} = \frac{46000}{330\,000} = 0{,}14$ кг. - количество расплавшей воды.

Значит всего воды: $m_д + m_{л.н} = 1{,}14$ кг (воды.)

Ответ: 1,14 кг воды останется в калориметре.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • НАСЛЕДНИКИ Левши • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-08-09

№3.

Дано:

$h = 0{,}8$ м

$2b = 2$ м

$a = 0{,}6$ м

$F - ?$

Решение

$2b = 2$ м $\Rightarrow$ $b = 1$ м. Стенку (перегородку) двигаем на a (0,6 м) $\Rightarrow$ слева длина стороны равна $(b-a)$ или $(1-0{,}6 = 0{,}4)$.

Сила давление: $F = p \cdot S$, где S – площадь основания

Гидростатическое давление: $p = \rho g h$

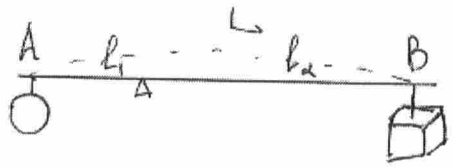
Площадь основания: $S = a \cdot (b-a)$

Сила давление: $F = \rho g h a (b-a)$

$F = 1000 \cdot 10 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}4 = 1920$ Н

Ответ: 1920 Н – сила давление на перегородку.

№4.



$L = 3$ м

$\rho_{шара} = X$ $\rho_{куба}$.

$l_1 - ?$

Решение

Распределение сил:

$F_{тел\ ш.} \cdot l_1 = F_{тел\ к} \cdot l_2$

Обозначим l_1, равное $(L - l_2) \Rightarrow$

$\Rightarrow F_{тел\ ш.} \cdot \left(\frac{L}{2} - l_2\right) = F_{тел\ к} \cdot l_2$

$F_{тел\ ш} = mg = \rho V_ш g$ $\quad$ $F_{тел\ к} = mg = \rho V_к g$

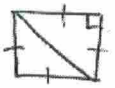
$\rho V_ш g (L - l_2) = \rho V_к g \cdot l_2$ (1)

Шифр
36-08-09

Рассмотрим объемы шара и куба

$V_{шара} = \frac{3}{4}\pi R^3 = \frac{3}{4}\pi\left(\frac{1}{2}d\right)^3 = \frac{3}{4}\pi\frac{1}{8}d^3 = \frac{3}{32}d^3\cdot\pi = 0{,}29\,d^3$.

$V_{куба} = a^3$. ; Диагональ куба разбивает квадрат на



два прямоуг. равноб. треугольника $\Rightarrow$ $a^2+b^2=d^2$

$2a^2 = d^2$

$a^2 = \frac{d^2}{2}$

$a = \sqrt{\frac{d^2}{2}} = \frac{d}{\sqrt{2}}$ $\Rightarrow$ $V_{куба} = \left(\frac{d}{\sqrt{2}}\right)^3 = \frac{d^3}{2\sqrt{2}}$

Подставим значение объемов куба и шара в уравнение (1) и решим его:

$\rho\cdot 0{,}29\,d^3\cdot g\,(L-l_2) = \rho\frac{d^3}{2\sqrt{2}}\cdot g\,l_2$

$0{,}29\,(L-l_2) = \frac{l_2}{2\sqrt{2}}$

$0{,}29\,(L-l_2) = \frac{l_2}{2{,}8}$

$l_2 = 0{,}812\,L - 0{,}812\,l_2$

$1{,}812\,l_2 = 0{,}812\cdot L$

$l_2 = \frac{0{,}812\cdot L}{1{,}812} = \frac{0{,}812\cdot 3}{1{,}812} = 1{,}34$ м. $\Rightarrow$

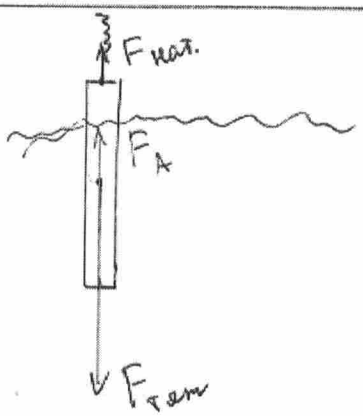
$\Rightarrow$ $l_1 = 3 - 1{,}34 = 1{,}66$ м.

Ответ: на расстоянии 1,66 м от точки А нужно разместить опору

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-08-09

№ 5



Сила Архимеда: $\rho_ж g V_т = \rho_ж g S_т L_1$,

где $S_т$ - площадь поперечного сечения, а L_1 - длина погруженной части стержня.

Сила тяжести: $mg = \rho_т V_т g = \rho_т S_т L g$.

Сила упругости: на глубине 30 см = 0,3 м сила натяжения стала неизменной и равна 0,6 Н.

Можно сделать вывод, что на данной глубине (0,3 м) тело полностью погрузилось. $\Rightarrow L_1 = L = 0{,}3$ м.

Составим уравнение сил:

$$F_т - F_A - F_{упр.} = 0.$$

$$\rho_т S_т L g - \rho_ж g S_т L - 0{,}6 = 0$$

$$S_т (\rho_т L g - \rho_ж g L) = 0{,}6.$$

$$S_т (3000 \cdot 0{,}3 \cdot 10 - 1000 \cdot 0{,}3 \cdot 10) = 0{,}6.$$

$$6000 \cdot S_т = 0{,}6$$

$S_т = 0{,}0001\ м^2 = 1\ см^2$ - площадь поперечного сечения стержня

Ответ: $1\ см^2$.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-08-09

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Котенева А.Ю.

Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

Олимпиада школьников «Наследники Левши» по физике - 2021/22	Заключительный этап	Чистовик

№1

Дано:
$B = 2$ мкл
$P = 4,2 B_T$
$\rho = 1600 \frac{кг}{м^3}$
$h_0 - ?$

Решение:
$N = \frac{A \cdot E}{t} = \frac{S}{t} = \frac{S}{t}$
$= 4,2 B_T$
$A = FS$
$F = P, \Rightarrow$

масса воды вытесненная куда масса $= \rho V = \rho S L =$
$= \rho S V t = \rho \pi R^2 V t = \rho \frac{\pi D^2 V t}{4}$
$V = \frac{4m}{(\rho \pi D^2 t)}$

№2 Решение:
сначала тепло отдаваемое стаканом
$Q_c = c_3 m_3 (t_2 - t_1) = Q_c = 460 \frac{Дж}{кг \cdot К} \cdot 0,5 кг \cdot (100°C - 0°C) =$
$= 4600 Дж$
для плавления льда нужно затратить
$Q_{л\,max} = m_л \cdot Q_{л\,льда} = 3400 \frac{Дж}{кг} \cdot 1 кг = 340000 Дж$
Вся энергия стакана уйдет на плавление льда
масса льда растаявшего $m = \frac{Q_c}{\lambda}, \Rightarrow m = \frac{4600 Дж}{340000 Дж/кг} =$
$= 0,14 кг$
масса воды составила $m + m_2 = 0,14 кг + 1 кг = 1,14 кг$

Дано:
$t_1 = 0°C$
$m_1 = m_2 = 1 кг$
$m_3 = 0,5 кг$
$t_2 = 100°C$
$c_1 = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot К}$
$c_2 = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot К}$
$c_3 = 460 \frac{Дж}{кг \cdot К}$
$\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$
$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$
$m_б - ?$

№3
Дано:
$h = 0,8 м$
$2b = 2 см$
$a = 0,6 см$
$\rho = 1600 \frac{кг}{м^3}$
$\rho - ?$

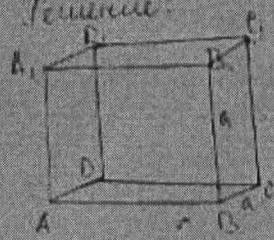
Решение:
масса всей жидкости $= V \cdot \rho = h \cdot b \cdot a$, если перевернуть стакан
обратно жидкость не выльется, высота жидкости
$b-a$ и $b+a$ (в частности вместо, $\Rightarrow V = h_1 (b-a) a$ и $V = h_2 (b+a) a, \Rightarrow$
$h_2 = \frac{V}{(b-a)a} = \frac{hba}{(b+a)a} = \frac{hb}{b+a} = \frac{0,8 \cdot 1}{1,6} = 0,5 см$
$h_1 = \frac{V}{(b-a)a} = \frac{hba}{(b-a)a} = \frac{hb}{b-a} = \frac{0,8 \cdot 1}{1 \cdot 06} = 2 см$
давление на стенки будет меняться в зависимости
как от $p = \rho g h$:
на самом верху $h = 0$, а внизу h_{max}, $\Rightarrow$ берем
среднее $p = \frac{\rho g h}{2}$
Тогда давление на периоду:
$= p$ - вес столба давление в $\frac{1}{2}$
столба (в виде) $p = \left(\frac{\rho g h_1}{2}\right) - \left(\frac{\rho g h_2}{2}\right) =$
$= \frac{\rho g (h_1 - h_2)}{2} = \frac{1600 \cdot 10 \cdot (2 \cdot 0,5)}{2} = 7500 Па$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ · ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ · НАСЛЕДНИКИ Левши

Шифр

№4 Дано:
l = 5см
d - диагональ
a - сторона
$V = \frac{4\pi R^3}{3}$
$\pi = 3,14$
R - радиус шара

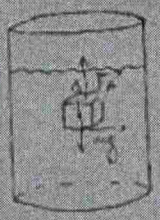
Решение:



$d^2 = a^2 + b^2 + c^2$
$d^2 = 3a^2$
$d = \sqrt{3a^2}$
$d = a\sqrt{3}$
$d = a\sqrt{3}$

$V_{шара} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot d^3}{3 \cdot 2^3} = 0,523\, d^3$
$V_{куба} = (a^3)/a$ - сторона куба, => вырезаем отверстие через диагональ
куб (радиус 2d диагонали; a - сторона получившегося фигурного куба = диагонали куба делённой на корень из 3
$V_{куба} = \frac{d^3}{3\sqrt{3}} = 0,193\, d^3$
шар вписывается наименьшего объёма прямоугольного сосуда, => шар будет больше куба в $\frac{0,523}{0,193} = 2,72$ раза => сперва нужно поместить на увеличение $\frac{5}{1,72} = 1,4$ см от стола.

№5
Дано:



$\rho_1 = 1000 \frac{кг}{м^3}$
$\rho_2 = 3000 \frac{кг}{м^3}$
$g = 10$ м/с

Решение:
на графике видно, что при $h_2 = 0$ сперва на дно давит только (вес) груза, поэтому $T_1 = m_1 g$
$T_1 = 0,5$ Н
из графика также можно сделать вывод, что выталкивающая архимедова сила, действующая на тело, равна T_2
тогда уравнение $T_2 = m_2 g - F_A = m_2 g - \rho_1 g V_{ст} g = T_1 - \rho_1 g S h_2 g$, => $S = \frac{T_1 - T_2}{\rho_1 h_2 g} =$
$= \frac{(0,5 - 0,5)}{(1000 \cdot 0,3 \cdot 10)} = 0,000167 м^2 = 1 см^2$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ · ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ · НАСЛЕДНИКИ Левши

Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Кретов И.Р.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

№2

Дано:

Смесь льда и воды в калориметре

$t_к = 0°C$

$m_1 = m_2 = 1$ кг

$m_3 = 0{,}5$ кг

$t_2 = 200°C$

$c_1 = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °K}$

$c_2 = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot °K}$

$c_3 = 460 \frac{Дж}{кг \cdot °K}$

$\lambda = 330\,000$ Дж/кг

$L = 2\,300\,000$ Дж/кг

~~$c_в = 4200$~~

с калориметра цилиндрель.

$m_в$ - ?

Анализ и решение:

Сравним $Q_c = c_3 m_3 \Delta t$ и $Q_л = \lambda m_2$, чтобы понять расплавится ли лёд (если лёд не расплавится, то установится $t_к = 0°C$):

$Q_c = c_3 m_3 (t_2 - t_к)$

$Q_л = \lambda m_2$

$Q_c = 460 \cdot 0{,}5 (200 - 0) =$

$= 46\,000$ Дж (это максимальное кол-во теплоты, которое может передать деталь)

$Q_л = \lambda m_2 = 330\,000 \cdot 1 =$

$= 330\,000$ (это кол-во теплоты, необходимое для плавления всего льда) $Q_л \vee Q_c$

$330\,000 > 46\,000 \Rightarrow$

$\Rightarrow$ весь лёд НЕ РАСПЛАВИТСЯ и $t_к = 0°C \Rightarrow$

$\Rightarrow Q_{л1}$ (которое пойдёт на плавление части льда) $= Q_л - Q_c$

$\lambda m_{л1} = Q_л - Q_c = 330\,000 - 46\,000 = 284\,000$

$m_{л1} = \frac{Q_{л1}}{\lambda} = \frac{284\,000}{330\,000} \approx 861$ г (осталась льда после установления теплового равновесия)

1

Шифр

36-08-05

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

$\Rightarrow$ ~~лёд~~ превратился в воду $m_в = m_1 + m_{л2}$

$m_{л2} = m_л - m_{л1} = 1000 - 861 = 139$ г

$m_в = 1000$ г $+ 139$ г $= 1139$ г $\approx 1{,}14$ кг

Но также ведь теплота идёт на нагревание воды, вопрос этого кол-ва ~~тепла~~ теплоты стали хватит на нагревание до $t_{кип.} = 100$ °C? ~~Сколько воды нагреется~~ нагревания.

$Q_в = c_1 m_1 (t_{кип} - t_1)$

$Q_в = 4200 \cdot 1 \cdot (100 - 0) = 420000$ Дж

$Q_в$ v $Q_с$ 420 000 > 46 000 $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ всё верно, как и было написано ранее $t_к = 0$ °C, а $m_в = 1{,}14$ кг.

Ответ: 1,14 кг $= m_в$.

№ 1.

Дано: $g = 10$ Н/кг
$D = 0{,}02$ м $= 2$ см
$P = 4{,}2$ Вт
$\rho = 1000$ кг/м^3

v - ?

Анализ и решение:

$S = vt$ $\quad v = \frac{S}{t}$ $\quad t = \frac{S}{v}$ $\quad P = \frac{A}{t}$

~~$S = \pi r^2$~~ $\quad V = Sh$ $\quad F = mg$

$m = \rho V$ $\quad A = Fs$ $\quad r = \frac{D}{2} = 0{,}01$ м

$A = Fs = mgs = \rho V g s = \rho S h g s =$

$= \rho s^2 g \pi r^2 h$

$P = \frac{A}{t} = \frac{\rho s^2 g \pi r^2 h}{t} =$ ~~ρg~~

$= \frac{\rho v^2 t^2 g \pi r^2 h}{t} =$

$= \rho v^2 t g \pi r^2 h$

$P = \rho v^2 t g \pi r^2 h$

2

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-08-05

Т.к скорость я считала в м/с, то

$t = 1c \Rightarrow P = v^2 t \rho \pi r^2 g = 1 \cdot v^2 \rho \pi r^2 g =$

$= v^2 \rho \pi r^2 g$

$$v^2 = \frac{P}{\rho \pi r^2 g} = \frac{4,2}{1000 \cdot 3,14 \cdot 0,01 \cdot 0,01 \cdot 10} =$$

$$= \frac{4,2}{3,14} \approx 1,337579617834$$

$v_1 = \sqrt{v^2}$ $\quad v_2 = -\sqrt{v^2}$

$v_1 \approx 1,156537717189 \approx 1,16$ м/с

$v_2 \approx -1,16$ м/с - не подходит, т.к v не может быть отрицательной

Ответ: $v = 1,16$ м/с.

$N = 4$.

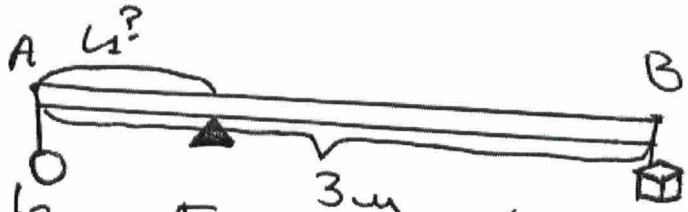
Дано:

$L = 3$м

$\rho_1 = \rho_2$

$d_{шара} = d_{куба}$

$L_1 - ?$



$F_1 L_1 = F_2 L_2$

$m = \rho V$ $\quad F = mg$ $\quad r_{шара} = \frac{d}{2}$

$V_ш = \frac{4}{3} \pi r^3_{шара} =$ $\quad L = L_1 + L_2$

$$= \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot \frac{d^3}{8} =$$

$$= \frac{4 \cdot \pi \cdot d^3}{3 \cdot 8_2} = \frac{\pi d^3}{6}$$

3

Шифр
36-08-05

$V_к = a^3 = S_к h_к$
$S_к = \frac{1}{2} d^2$
$S_к = a^2$
$\Rightarrow a^2 = \frac{d^2}{2}$
$a_1 = \sqrt{\frac{d^2}{2}}$ $a_2 = -\sqrt{\frac{d^2}{2}}$ – не подходит
$a = \frac{d}{\sqrt{2}} \Rightarrow$ т.к
$V_к = a^3$, то $V = \left(\frac{d}{\sqrt{2}}\right)^3 = \frac{d^3}{\sqrt{8}}$

$V_ш = \frac{\pi d^3}{6}$

Запишем условие равновесия тел:

$F_1 l_1 = F_2 l_2$
$m_1 l_1 = m_2 l_2$
$V_ш \cdot l_1 = V_к \cdot l_2$

$m_1 g l_1 = m_2 g l_2$
$\rho V_ш \cdot l_1 = \rho V_к \cdot l_2$
$\frac{\pi d^3}{6} \cdot l_1 = \frac{d^3}{\sqrt{8}} \cdot l_2$
$d^3 \cdot \frac{\pi}{6} \cdot l_1 = d^3 \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \cdot l_2$
$\frac{\pi l_1}{6} = \frac{l_2}{\sqrt{8}}$

$6 l_2 = \pi l_1 \sqrt{8}$
$l_2 = \frac{\pi l_1 \sqrt{8}}{6}$

$L = l_1 + l_2 = l_1 + \frac{\pi l_1 \sqrt{8}}{6} =$
$= l_1 + l_1 \cdot \frac{\pi \sqrt{8}}{6} =$
$= l_1 \left(1 + \frac{\pi \sqrt{8}}{6}\right)$

$l_1 = \frac{L}{1 + \frac{\pi \sqrt{8}}{6}} = \frac{L}{2{,}48} = \frac{3}{2{,}48} \approx 1{,}21 м = 121 см$

Ответ: 121 см.

4

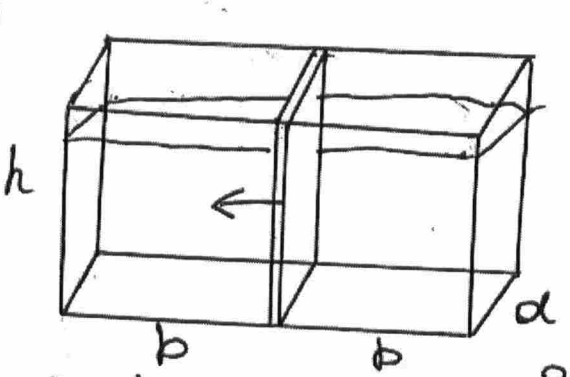


Шифр
36-08-05

№ 3.

Дано:
$h = 0{,}8$ м - высота
$2b = 2$ м - длина
$a = 0{,}6$ м - ширина
По центру стоит перегородка. Её сдвигают на a влево.
$\rho = 1000$ кг/м^3

Fg воды слева - ?



$c = b - a$

$b = \frac{2b}{2} = \frac{2\text{м}}{2} = 1\text{м}$

$p = \frac{F}{S}$ ~~$p = \rho g h$~~

$S = ah$

$p = \rho g c = \rho g (b-a) = \rho g c = 10000 \cdot 0{,}4 = 4000$ Па

$F_A = pS = \rho a h = 4000 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}8 =$

$= 1920$ Н $= 1{,}92$ кН

Ответ: $F_A = 1{,}92$ кН.

№ 5.

Дано:
L - длина
$\rho_1 = 1000$ кг/м^3
$\rho_2 = 3000$ кг/м^3

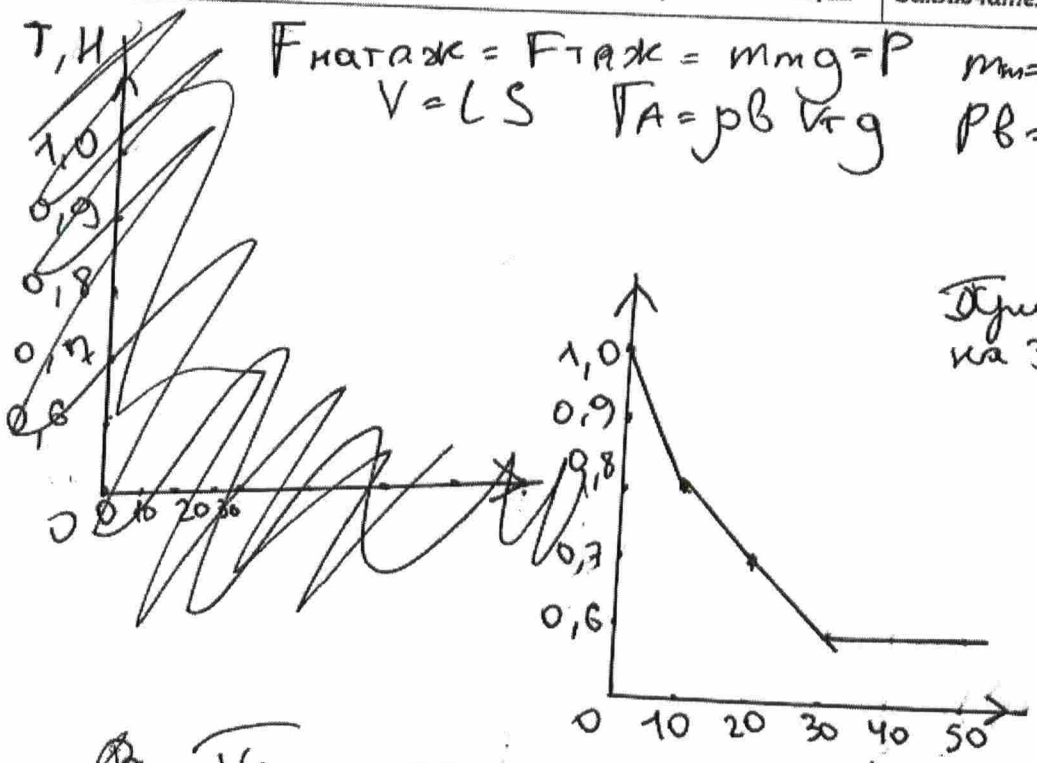
S - ?

Анализ и решение:



5

Шифр: 36-08-05



$F_{натяж} = F_{тяж} = m_m g = P$ $\quad m_m = \rho_m V$

$V = lS$ $\quad F_A = \rho_в V_т g$ $\quad P_в = P - F_A$

При погружении на 30см, $T = 0,6$ Н

В При погружении на 30 см, сила натяжения T перестаёт уменьшаться $\Rightarrow l_{ст} = 30$ см $= 0,3$ м.

Справедливо, что $P_в = F_{нат.} \Rightarrow$

$\Rightarrow \rho_т l S g - \rho_в l S g = F_{НАТ} = 0,6$

$lSg(\rho_т - \rho_в) = 0,6$ $\quad 3S(\rho_т - \rho_в) = 0,6$

$S(\rho_т - \rho_в) = 0,2$ $\quad S = \dfrac{0,2}{\rho_т - \rho_в}$

$S = \dfrac{0,2}{3000 - 1000} = \dfrac{0,2}{2000} = 0,0001$ м²

Ответ: 0,0001 м²

6

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-08-05

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

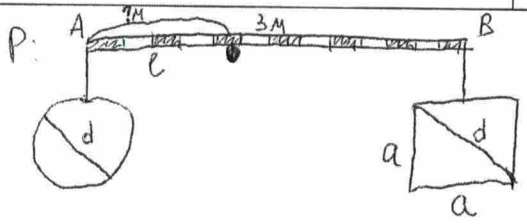
8 класс

Участник: Кривуля И.А.

Регион (региональная площадка): Псковская обл.

4.

И	ℓ - ?
А	$L = 3$ м
	$d_ш = d_к$
	$\pi = 3{,}14$
	$\rho_ш = \rho_к$



$d = a\sqrt{2}$, т.к. $a^2 + a^2 = d^2 \Rightarrow 2a^2 = d^2 \Rightarrow \sqrt{2}a = d$ (теорема Пифагора)

$R = \frac{d}{2}$ $\quad R = \frac{a\sqrt{2}}{2}$ $\quad V_ш = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$ $\quad R^3 = \left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{a^3 \cdot 2\sqrt{2}}{8}$

$V_ш = \frac{4}{3} \cdot \frac{a^3 \cdot 2\sqrt{2}}{8} \cdot 3{,}14 = \frac{8a^3 \cdot \sqrt{2}}{3 \cdot 8} \cdot 3{,}14 = \frac{3{,}14 a^3 \cdot \sqrt{2}}{3}$

$V_к = a^3$ $\quad m_к = \rho V_к = \rho a^3$ $\quad m_ш = \rho V_ш = \frac{3{,}14 a^3 \sqrt{2} \rho}{3}$

$\frac{m_ш}{m_к} = \frac{\frac{3{,}14 a^3 \sqrt{2} \rho}{3}}{\rho a^3} = \frac{3{,}14 a^3 \sqrt{2} \rho}{3} \cdot \frac{1}{\rho a^3} = \frac{3{,}14\sqrt{2}}{3} = 1{,}48$

Тогда пусть X - расст. от А до опоры, а $1{,}481x$ - расст. от В до опоры

$x + 1{,}481x = 3$

$2{,}481x = 3$

$x = 1{,}21$ м $= \ell$

Ответ: $\ell = 1{,}21$ м

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
60-8-2

2. Н | m_5 - ?

Д | $m_1 = m_2 = 1$ кг; $m_3 = 0{,}5$ кг; $t_1 = 0°C$; $t_2 = 200°C$; $\lambda = 3{,}3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$; $c_3 = 460 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

Р: Пусть сталь охладилась до 0°С и вся энергия от её охлаждения пошла на плавление льда т.к. он находится при температуре плавления

$$c_3 m_3 (t_1 - t_2) = \lambda m_4$$

$$m_4 = \frac{c_3 m_3 (t_1 - t_2)}{\lambda}$$

$$m_4 = \frac{460 \cdot 0{,}5 \cdot 200}{330000}$$

$$m_4 = \frac{46000}{330000}$$

$m_4 = 0{,}14$ кг – расплавилось и устан. тепловое равновесие.

$$m_5 = m_1 + m_4 = 1 + 0{,}14 = 1{,}14 \text{ кг}$$

Ответ: $m_5 = 1{,}14$ кг

3. Н | P - ?

Д | $\rho = 1000$ кг/м³; $2b = 2$ м; $a = 0{,}6$ м; $h = 0{,}8$ м

Р: $b_1 = b - a$ $\quad b_1 = 1 - 0{,}6 = 0{,}4$ м

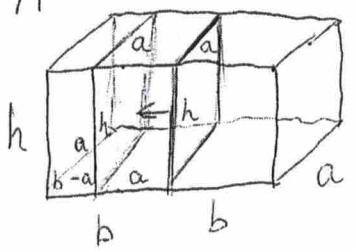
$$V = hab_1 = 0{,}8 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}4 = 0{,}192 \text{ м}^3$$

$$m = \rho V \qquad m = 1000 \cdot 0{,}192 = 192 \text{ кг}$$

$$S_{пер} = ah \qquad S_{пер} = 0{,}6 \cdot 0{,}8 = 0{,}48 \text{ м}^2$$

$$P = \frac{m}{S_{пер}} \qquad P = \frac{192}{0{,}48} = 400 \text{ Н}$$

Ответ: $P = 400$ Н



Шифр
60-8-2

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

5. Н | S-?
Д | $\rho=3000$ кг/м³, $g=10$ Н/с

Р: По графику видим, что начиная с $h=30$см натяжение не меняется $\Rightarrow L=30$см $=0{,}3$м

$V=LS$ $\quad V=0{,}3S$ $\quad m=\rho V$ $\quad m=3000\cdot 0{,}3S=900S$

До опускания в воду $T=1$Н

$F_{тяж}=T$ $\quad mg=T$ $\quad 900S=1$

$S=\frac{1}{900}$м $=\frac{1}{9}$см

Ответ: $S=\frac{1}{9}$см

1. Н | V-?
Д | $D=2$см $=0{,}02$м, $P=4{,}2$ Вт, $\rho=1000$ кг/м³

L - длина $\quad R=\frac{D}{2}=1$см $=0{,}01$м

$S=\pi R^2=0{,}00314$ м²

$LS=0{,}00314L=V$

$\rho V=1000\cdot 0{,}00314L=3{,}14L=m$ $\quad L=\frac{m}{3{,}14}$

$P=\frac{A}{t}$ $\quad A=Lt$ $\quad P=Lt^2$ $\quad P=\frac{mt^2}{3{,}14}$

$mt^2=\frac{4{,}2}{3{,}14}$

$P=Lt^2$ $\quad V=\frac{L}{t}$ $\quad \frac{P}{t}=\frac{Lt^2}{t}=\frac{L}{t}+\frac{t^2}{t}=V+t$

$\frac{4{,}2}{t}=V+t \Rightarrow V=21$ км/ч

Ответ: $V=21$ км/ч.



Шифр
60-8-2

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Ломинин Д.Е.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

№1.

Дано:

$D = 2$ мм

$P = 4{,}2$ Вт

$\rho = 1000$ кг/м^3

$v = ?$

Решение

Возьмём промежуток времени $t = 1$ с.

$P = \frac{A}{t}$

$A = Pt = Fl$

$Pt = mg \cdot l$

$Pt = (\rho \cdot lD \cdot g) \cdot l$

$Pt = \rho l^2 Dg$

$l = \sqrt{\frac{Pt}{\rho D g}} = \frac{4{,}2 \cdot 1}{1000 \cdot 0{,}02 \cdot 9{,}8} = \frac{4{,}2}{196} \approx 0{,}021$ м

$v = \frac{l}{t} = 0{,}021$ м/с.

Ответ: 0,021 м/с.



Шифр
36-08-10

№ 2.

Дано:

$t_1 = 0°C$

$m_1 = m_2 = 1$ кг.

$m_3 = 0{,}5$ кг

$t_2 = 200°C$

$c_1 = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$c_2 = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$c_3 = 460 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$\lambda_л = 3{,}3 \cdot 10^5$ Дж/кг

$L_п = 2{,}3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

$m_{ост} = ?$

Решение:

Проведём анализ.

Чтобы растопить лёд, потребуется:

$Q_1 = \lambda_л \cdot m_2 = 330.000 \cdot 1 = 330000$ Дж.

Максимальное кол-во ~~энергии~~ теплоты, которую можем получить от стальной детали - если охладить её до 0°C.

$Q_2 = c_3 m_3 \Delta t = 460 \cdot 0{,}5 \cdot 200 = 46.000$ Дж. =>

=> Лёд весь не растает.

Составим ур-е теплового баланса:

$|Q_{от}| = Q_{пол}$

$c_3 m_3 \Delta t = m_{пр} \lambda_л$

$m_{пр.} = \frac{c_3 m_3 \Delta t}{\lambda_л} = \frac{46000}{330000} \approx 0{,}139$ кг.

$m_{ост} = m_1 + m_{пр} = 1{,}139$ кг.

Ответ: 1,139 кг.



Шифр
36-08-10

№3

Дано:

$h = 0,8 м$

$2b = 2 м$

$a = 0,6 м$

$\rho_в = 1000 кг/м^3$

$F = ?$

Решение

$b = 1 м$

$a \cdot b \cdot h = V_1$

$V_1 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 = 0,48 м^3$

$h_2 = \frac{S}{(b-a) \cdot a} = \frac{0,48}{0,4 \cdot 0,6} = \frac{0,48}{0,24} = 2 м.$

$p = \rho g h$

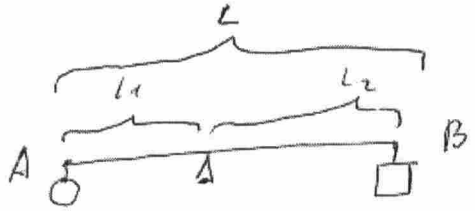
$F = \frac{p \cdot S}{2} = \frac{\rho g h S}{2} = \frac{\rho g h_2^2 a}{2} = \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 4 \cdot 0,6}{2} =$

$= 11760 Н.$

Ответ: 11 760 Н.

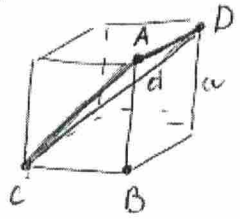


Шифр
36-08-10



№4.

Дано:
$L = 3м$ $P_1 = P_2$
$d_ш = d_{куба}$
$l_1 = ?$



1) Пусть сторона куба $= a$.

Тогда $AC = \sqrt{2} \cdot a$, т.к.

ΔABC - п/б и прямоуг (т.к. фигура - куб)

$d = \sqrt{a^2 + (\sqrt{2}\cdot a)^2} = \sqrt{3a^2} = a\cdot\sqrt{3}$ - по т. Пифагора

$a = \frac{d\sqrt{3}}{3}$

2) $M_1 = M_2$

$F_1 l_1 = F_2 l_2$

$m_1 g l_1 = m_2 g l_2$

$V_1 \rho l_1 = V_2 \rho l_2$

$\frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3 \cdot l_1 = \left(\frac{d\sqrt{3}}{3}\right)^3 \cdot l_2$

$\frac{\frac{4}{3}\pi}{\frac{3\sqrt{3}}{27}} = \frac{l_2}{l_1}$

$\frac{0,523}{0,192} \approx 3 \Rightarrow l_2 = 3 l_1$

$4 l_1 = 3$

$l_1 = \frac{3}{4} = 0,75м$.

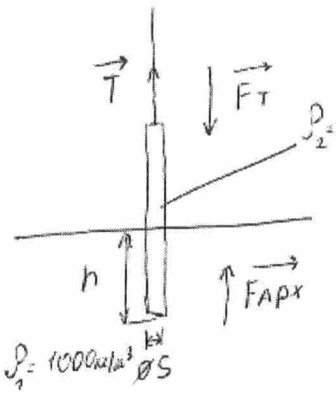
Ответ: 0,75 м.

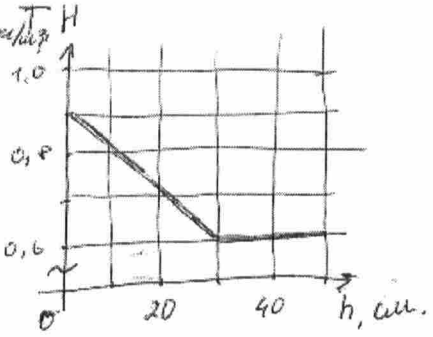
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-08-10

Олимпиада школьников «Наследники Левши» по физике - 2021/22	*Заключительный этап*	Чистовик

№ 5





Дано:

$\rho_1 = 1000\ кг/м^3$

$\rho_2 = 3000\ кг/м^3$

$g = 10\ м/с$

$S - ?$

Решение

На стержень в воде действует сила Архимеда. Эта сила растёт до тех пор, пока стержень не погрузится полностью. На участке графика $h_{ст} = 30\ см$ - сила Архимеда перестаёт расти $\Rightarrow h_{ст} = 30\ см$.

$T_0 = 0,9\ Н$, если $h_0 = 0\ см \Rightarrow F_{Apx} = 0\ Н$, то есть.

$$F_T = T_0$$

$$m_{ст} g = T_0$$

$$V_{ст} \rho_{ст} g = T_0$$

$$h_{ст} \rho_{ст} g \cdot S_{ст} = T_0$$

$$S_{ст} = \frac{T_0}{g \cdot \rho_{ст} \cdot h_{ст}} = \frac{0,9}{10 \cdot 3000 \cdot 0,3} = 0,001\ м^2 = 1\ см^2$$

Ответ: $1\ см^2$.



Шифр
36-08-10

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Лукин Е.А.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

Дано: ЧЧ
D = 2см 0,02м
N = 4,2 Вт
ρ = 1000 кг/м³
g = 10 м/с²
V = ?

№1

Решение

D = 2r

$N = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot S}{t} = \frac{F \cdot V \cdot t}{t} = F \cdot V$

$F = mg = \rho V g = \rho S l g = 1000 \cdot 10 \cdot \pi \cdot r^2 =$

$= 1000 \cdot 10 \cdot 0,01 \cdot 3,14 = 3,14$

$V = \frac{N}{F} = \frac{4,2}{3,14} = 1,34 м/с$

Ответ: 1,34 м/с

№2

Дано:
$t_1 = 0°C$
$m_1 = 1 кг$
$m_2 = 1 кг$
$m_3 = 0,5 кг$
$t_3 = 200°C$
$c_1 = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$
$c_2 = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$
$\lambda = 3,3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$
$L = 2,3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$
m_6 - ?

Решение

$Q_{пл} = \lambda \cdot m_2 = 33 \cdot 10^4 = 330000 Дж$

$Q_3 = c_3 \cdot m_3 \cdot \Delta t = 460 \cdot 0,5 \cdot 100 = 46000 Дж$

$Q_4 = Q_{пл} - Q_3 = 330000 - 46000 = 284000 Дж$

$Q_4 = \lambda \cdot m_4$

$284000 = 330000 \cdot m_4$

$m_4 = \frac{Q_4}{\lambda} = \frac{284000}{330000} \approx 0,861 кг$ (столько льда не растает)

$m_5 = m_2 - m_4 = 1 - 0,861 = 0,139 кг$

$m_6 = m_5 + m_1 = 1 + 0,139 = 1,139 кг$

Шифр: 36-08-11

Ответ: 1,139 кг



№3

Дано:
$a = 0,6$ м
$h = 0,8$ м
$2b = 2$ м
$\rho = 1000$ кг
$g = 9,8$

Решение

$b_1 = 2b - (b + a) = 0,4$ м

$V_{\frac{1}{2}} = b \cdot h \cdot a = 0,48$ м^3

$E_п = m \cdot g \cdot h = V \cdot \rho \cdot g \cdot h =$

$= 9,8 \cdot 1000 \cdot 0,48 \cdot 0,4 = 1881,6$ Н

$h_1 = \frac{V_1}{b_1 \cdot a} = \frac{0,48}{0,4 \cdot 0,6} = 2$ м

$P = \frac{F}{S} = \frac{1881,6}{2 \cdot 0,6} =$

$= 1568$ Па

Ответ: 1568 Па

№4

Дано:
$L = 3$ м
$P_1 = P_2$

Решение

$V_{шара} = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 R^3$ т.к. $R = \frac{1}{2}$ диагонали

$\frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi \frac{1}{2} d^3 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot \frac{1}{2} \cdot d^3 = 2d^3$

Пот. П. найдем сторону куба

$d^2 = a^2 + a^2$

$d^2 = a\sqrt{2}$

$a = \frac{d}{\sqrt{2}}$

$V_{куба} = a^3$

$V_{куба} = \frac{d^3}{\sqrt{2}}$



Шифр
36-08-11

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

$$F = m \cdot g$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{L_2}{L_1} = \left| \frac{m_1 g}{m_2} = \frac{L_2}{L_1} \right| = \left| \frac{V_{шара} \cdot g \cdot \rho}{V_{куба} \cdot g \cdot \rho} = \frac{L_2}{L_1} \right| = \frac{a^3}{\frac{a^3}{2\sqrt{2}}} = \frac{L_2}{L_1}$$

$$= \left| \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{L_2}{L_1} \right| = \left| \frac{14}{10} = \frac{L_2}{L_1} \right|$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 1{,}4$$

$$14 + 10 = 24$$

$$24 = 100\%$$

$$14 = x\%$$

$$x = \frac{14 \cdot 100}{24} \approx 58\% \text{ (плеча скубы)}$$

$$L_3 = \frac{L_{общ}}{100} \cdot 58 = 1{,}74 \text{ м (расстояние от т. B)}$$

$$L_4 = L_{общ} - L_3 = 3 - 1{,}74 = 1{,}26 \text{ м от т. A}$$

Ответ: 1,26 м

Шифр
36-08-11

Дано:
ускор. зав. силы
нить от
жидкости
$\rho_1 = 1000 кг/м^3$
$\rho_2 = 9000 кг/м^3$
$g = 10 м/с^2$

$F_т = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g = \rho \cdot S l \cdot g$

$S = \frac{F_т}{\rho \cdot g \cdot L} = \frac{0,9}{3000 \cdot 10 \cdot 0,3} = 0,0001 м^2$

Ответ: $0,0001 м^2$



Шифр
36-08-11

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Обухов С.Д.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

N 1.

Дано:

$D = 2$ см

$P = 4{,}2$ Вт

$g = 10$ м/с^2

$\rho_0 = 1000$ кг/м^3

Найти v

СИ

$0{,}02$ м

Решение

$P = \frac{A}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot \frac{s}{t} = F \cdot v$

$v = \frac{P}{F} = \frac{P}{mg} = \frac{P}{\rho V g} = \frac{P}{\rho S l g}$

Пусть длина шланга $l = 1$ м, тогда $v = \frac{P}{\rho S l g} = \frac{P}{\rho S g \cdot 1} =$

$= \frac{P}{\rho S g} = \frac{P}{\rho \pi r^2 g} = \frac{P}{\rho \pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 g} = \frac{4{,}2}{1000 \cdot 3{,}14 \cdot \frac{0{,}02^2}{2^2} \cdot 10} =$

$= \frac{4{,}2}{3{,}14} \approx 1{,}34$ м/с

Ответ: $v \approx 1{,}34$ м/с

N 2.

Дано:

$t_1 = 0°C$ $\quad \lambda = 3{,}3 \cdot 10^5$ Дж/кг

$m_1 = m_2 = 1$ кг $\quad L = 2{,}3 \cdot 10^6$ Дж/кг

$m_3 = 0{,}5$ кг

$t_2 = 200°C$

$c_1 = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$c_2 = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$c_3 = 460 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

Найти $m_{общ}$

Решение

$Q_{отд.} = c_3 m_3 (t_2 - 0) = 460 \cdot 0{,}5 \cdot 200 = 46000$ Дж

$|Q_{отд}| = |Q_{нагр}|$

$46000 = \lambda m_4$

$m_4 = \frac{46000}{\lambda} = \frac{46000}{3{,}3 \cdot 10^5} \approx 0{,}14$ кг – вода образует расплавившийся лёд

$m_{общ} = m_1 + m_4 = 1 + 0{,}14 = 1{,}14$ кг

Ответ: $m_{общ} = 1{,}14$ кг



Шифр
36-08-01

№3.

Дано:

$h = 0{,}8$ м $\quad \Delta b = a$

$2b = 2$ м

$a = 0{,}6$ м

$g = 10$ м/с^2

$\rho = 1000$ кг/м^3

Найти F_A

Решение

~~$2b = 2$ м~~

$b = \frac{2}{2} = 1$ м т.к. по условию перегородку поместили в центр т.к. ёмкости, то ~~к~~ ширина одной половины $b = 1$ м

$V_{нал} = \frac{V_{общ}}{2} = \frac{2b \cdot a \cdot h}{2} = b \cdot a \cdot h = 1 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}8 = 0{,}48$ м^3

$V_{кж} = V_{нал} = 0{,}48$ м^3

$V_{кж} = a \cdot (b - a) \cdot h_1 = 0{,}6 \cdot (1 - 0{,}6) \cdot h_1 = 0{,}6 - 0{,}4 h_1 = 0{,}24 h_1$

$0{,}24 h_1 = 0{,}48$

$h_1 = \frac{0{,}48}{0{,}24} = 2$ м

$F_A = P \cdot S = mg \cdot h_1 a = \rho V_{кж} g \cdot h_1 a = 1000 \cdot 0{,}48 \cdot 2 \cdot 0{,}67 \cdot 10 = 5760$ Н

Ответ: $F_A = 5760$ Н.

№5.

Дано:

$\rho_1 = 1000$ кг/м^3

$\rho_2 = 3000$ кг/м^3

$g = 10$ м/с^2

Найти S

Решение

Из графика, данного в условии, видно, что при глубине погружения $h = 0$ см $T = 0{,}9$ Н. ~~т.к.~~ $F_T = T = 0{,}9$ Н. Из графика также видно, что при ~~$h = 3$~~ $h \geq 30$ см T не изменяется $\Rightarrow$ длина стержня $L = 30$ см $= 0{,}3$ м

$F_T = mg = \rho_2 V g = \rho_2 S L g$

$S = \frac{F_T}{\rho_2 L g} = \frac{0{,}9}{3000 \cdot 0{,}3 \cdot 10} = 0{,}0001$ м^2

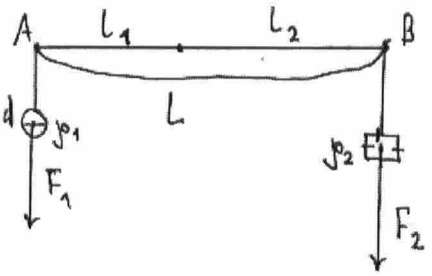
Ответ: $S = 0{,}0001$ м^2

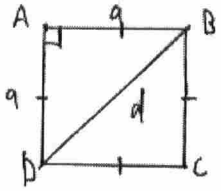


Шифр
36-08-01

№4.

Дано:





l

$\Delta = 3$ м

$\rho_1 = \rho_2$

$g = 10$ м/с^2

Найти l_1

Решение

Рассмотрим грань куба ABCD:

по теореме Пифагора: $AB^2 + AD^2 = DB^2$

$a^2 + a^2 = d^2$

$2a^2 = d^2$

$a^2 = \frac{d^2}{2}$

$a = \sqrt{\frac{d^2}{2}} = \frac{\sqrt{d^2}}{\sqrt{2}} = \frac{d}{\sqrt{2}}$

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1} = \frac{l - l_1}{l_1}$

$\frac{F_1}{F_2} = \frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2} = \frac{\frac{4}{3}\pi\left(\frac{d}{2}\right)^3}{\left(\frac{d^3}{\sqrt{2}}\right)^3} = \frac{4 \cdot 3{,}14 \cdot d^3}{3 \cdot 8 \cdot 2} = \frac{d^3}{(\sqrt{2})^3} =$

$= \frac{3{,}14 d^3}{6} : \frac{d^3}{2\sqrt{2}} = \frac{3{,}14 \cancel{d^3}}{\cancel{6}\,3} \cdot \frac{2\sqrt{2}}{\cancel{d^3}} = \frac{3{,}14\sqrt{2}}{3} \approx$

$\approx 1{,}05\sqrt{2}$

$\frac{l - l_1}{l_1} = \frac{1{,}05\sqrt{2}}{1}$

$1{,}05\sqrt{2} l_1 = l - l_1$

$1{,}05\sqrt{2} l_1 + l_1 = l$

$l_1(1{,}05\sqrt{2} + 1) = l$

$l_1 = \frac{l}{1{,}05\sqrt{2}+1} = \frac{3}{1{,}05\sqrt{2}+1}$ м

Ответ: $l_1 = \frac{3}{1{,}05\sqrt{2}+1}$ м

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-08-01

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Чертков А.Е.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

№2

Дано

~~$t_{пар} = 100°C$~~

$t_1 = 0°C$

$m_1 = m_2 = 1кг = 1000г$

$m_3 = 0{,}5кг$

$t_2 = 200°C$

$c_1 = 4200 \frac{кг}{Дж} \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$c_2 = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$c_3 = 460 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$\lambda = 3{,}3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$

$L = 2{,}3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

Найти m_1'

Решение:

$Q_2 = c_2 m_2 \Delta t + \lambda m = 2100 \cdot 1 \cdot 0 + 3{,}3 \cdot 10^5 = 330000Дж = 330кДж$

$Q_3 = c_3 m_3 \Delta t = c_3 m_3 (t_1 - t_2) = 460 \cdot 0{,}5 \cdot (0 - 200) = -46000Дж = -46кДж$

т.к. $|Q_3| < |Q_2| \Rightarrow$ вода не будет испаряться, т.к. лед не растает

$|Q_2| - |Q_3| = 330 - 46 = 284кДж = 284000Дж$

$|Q_2| - |Q_3| = Lm_2'$

$284000 = 2{,}3 \cdot 10^6 \cdot m_2'$

$m_2' = \frac{284000}{2{,}3 \cdot 10^6} = \frac{0{,}284}{2{,}3} = 0{,}124кг = 124г$

$m_1' = m_1 + m_2' = 124 + 1000 = 1124г$

Ответ: $m_1' = 1124г$

№3.

Дано:

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$h = 0{,}8м$

$2b = 2м$

$a = 0{,}6м$

$\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$F_{дв} - ?$

Решение:

первоначальная точка $= \frac{2b}{2} = \frac{2}{2} = 1м$ от стенки

$c = a - b = 1 - 0{,}6 = 0{,}4м$ - от левой стенки

$V = a \cdot b \cdot h = 0{,}6 \cdot 1 \cdot 0{,}8 = 0{,}48м^3$

Когда подвинули стенку V воды не изменилась, т.к. b - уменьшилась $\Rightarrow$ либо a, либо h должны увеличиться, но т.к. a - ширина стенки $\Rightarrow$ она измениться не может $\Rightarrow$

$\Rightarrow h = \frac{V}{a \cdot c} = \frac{0{,}48}{0{,}6 \cdot 0{,}4} = 2м$

$F_{дв} = \frac{mg}{S} = \frac{Vpg}{S}$

$S = h \cdot a = 2 \cdot 0{,}6 = 1{,}2м^2$

$F_{дв} = \frac{0{,}48 \cdot 1000 \cdot 10}{1{,}2} = 4000Н = 4кН$

Ответ: $F_{дв} = 4000Н$



Шифр
36-08-08

N5.

Дано:
$\rho_1 = 1000 \frac{кг}{м^3}$
$\rho_2 = 3000 \frac{кг}{м^3}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$

Найти: S

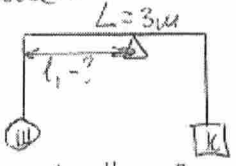
Решение:
посмотрев на график можно понять, что $L = 30$ см
$V = \frac{\pi d^2 L}{4} = S \cdot L$
посмотрев на график можно понять, что $P_{стержня} = 0,9$ Н
$m = \frac{P}{g} = \frac{0,9}{10} = 0,09$ кг
$V = \frac{m}{\rho_2} = \frac{0,09}{3000} = 0,00003$ м^3 $= 30$ см^3
$S = \frac{V}{L} = \frac{30}{30} = 1$ см^2
Ответ: $S = 1$ см^2

N6.

Дано:
$\rho_1 = \rho_2$
$L = 3$ см
$d = a$
$V = \frac{3}{4}\pi R^3$
$\pi = 3,14$

$l - ?$

Решение:



$m_ш = V\rho = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho_1$
$m_к = V_к \cdot \rho_2 = a^3 \cdot \rho_2$
$R = 0,5d \approx 0,5a$
$P_ш = m_ш g = \frac{4}{3}\pi R^3 \cdot \rho_1 \cdot g$
$P_к = m_к \cdot g = a^3 \cdot \rho_2 \cdot g$
$\frac{P_ш}{P_к} = \frac{l_2}{l_1}$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-08-08

№6 (продолжение)

$$\frac{\frac{4}{3}\cdot 3{,}14\cdot(0{,}5a)^3\cdot\rho_1\cdot g}{a^3\cdot\rho_2\cdot g}=\frac{l_2}{l_1}$$

$$\frac{4}{3}\cdot 3{,}14\cdot 0{,}125\,a^3\cdot\rho_1\cdot g=\frac{l_2}{l_1}$$

$$a^3\cdot\rho_2\cdot g$$

$$\frac{4}{3}\cdot 3{,}14\cdot 0{,}125=\frac{l_2}{l_1}$$

$$\frac{4\cdot 3{,}14\cdot 0{,}125}{3}=\frac{l_2}{l_1}$$

$$\frac{1{,}57}{3}=\frac{l_2}{l_1}$$

$$\boxed{l_2=l-l_1}$$

$$1{,}57\cdot l_1=3l_2$$

$$1{,}57\cdot l_1=3l-3l_1$$

$$1{,}57\cdot l_1+3l_1=3\cdot 3$$

$$4{,}57l=9$$

$$l_1=\frac{9}{4{,}57}$$

$$l_1=1{,}97\text{ м}=197\text{ см}$$

Ответ: $l_1=197$ см



Шифр
36-08-08

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Шевченко В.А.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

1	2	3	4	5	Σ
10	20	5	10	20	65

№2

Дано:

$t_{нв} = 0°C$

$t_{нл} = 0°C$

$m_л = 1кг$

$m_в = 1кг$

$m_с = 0,5кг$

$t_{нс} = 200°C$

$c_в = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

$c_л = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

$c_с = 460 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

$\lambda_л = 3,3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг}$

$L_в = 2,3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

$m_{в\,общ} - ?$

Решение:

Предположим, что лед расплавился полностью, т.е. $Q_{отд.\,стали} > Q_{пол\,льда}$

Тогда:

$Q_{отд} - Q_{пол} = 0$

$Q_{отд} = c_с m_с (t_{нс} - t_к)$

$Q_{пол} = \lambda_л m_л + X$ (За X я взял $c_в m_в \Delta t_в$, $Q_{пол}$ льдом, превратившимся в воду $L_в (m_в + m_л)$; следовательно $X \le 0$)

$\lambda_л m_л + X = -c_с m_с (t_{нс} - t_к)$

$\lambda_л m_л = 3,3 \cdot 10^5 \frac{Дж}{кг} \cdot 1кг = 330000 Дж$

Максимальное значение, которое может быть у $-c_с m_с (t_{нс} - t_к)$, это $-460 \cdot 0,5 (0° - 200) = 46000$ (максимальное, т.к. $t_к \ge 0$)

$X = -c_с m_с (t_{нс} - t_к) - \lambda_л m_л$

$X_{max} \le 46000 - 330000 = -284000$ - меньше нуля - противоречие

Отсюда лед расплавился неполностью, $t_{кон} = 0°C$

Тогда:

$Q_{отд} = c_с m_с (t_к - t_{нс})$

$Q_{пол} = \lambda_л m_{л2}$; Тогда

$c_с m_с (t_к - t_{нс}) + \lambda_л m_{л2} = 0$

$m_{л2} = \frac{-c_с m_с (t_к - t_{нс})}{\lambda_л}$

$m_{л2} = \frac{-460 \cdot 0,5 \cdot (0 - 200)}{3,3 \cdot 10^5} \approx 0,139 кг$ - масса расплавившегося льда (новой воды)

Тогда $m_{в\,общ} = m_в + m_{л2}$

$m_{в\,общ} = 1кг + 0,139кг = 1,139кг$

Ответ: $m_{в\,общ} = 1,139кг$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
проводится с 1995 года

Шифр
080019

№5

Решение:

Сила упругости T равна силе F, которая в свою очередь равна $F = F_{тяж} - F_A$

$T = F_{тяж} - F_A$ $\quad F_A = \rho g V_{чт}$

Рассмотрим график на участке $h \geq 30$ см ?

значение T на этом участке постоянно

Т.к. $F_{тяж}$ постоянна, а сила архимеда зависит от $V_{чт}$,

то на этом участке тело погружено полностью, т.е. $h_т = 30$ см $= 0{,}3$ м

Рассмотрим точку графика $h = 0$, $T = 0{,}9$ Н

Т.к. тело погружено на 0 см (не погружено), $F_A = 0$

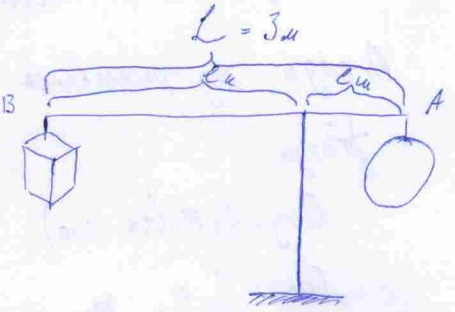
Отсюда $T_0 = F_{тяж}$; $F_{тяж} = mg$; $m = \rho V$; $V = hs$

$\Rightarrow T_0 = \rho h s g \Rightarrow S = \dfrac{T_0}{\rho h g}$

$S = \dfrac{0{,}9}{3000 \cdot 0{,}3 \cdot 10} = 0{,}0001\ м^2 = 1\ см^2$

Ответ: $S = 1\ см^2$

№4



Решение:

Моменты куба и шара равны.

$M_ш = M_к \Rightarrow F_{тяж_ш} l_ш = F_{тяж_к} \cdot l_к$

$\Downarrow$

$l_ш = \dfrac{F_{тяж_к} \cdot l_к}{F_{тяж_ш}}$

$F_{тяж} = mg$; $m = \rho V \Rightarrow F_{тяж} = \rho V g$

$F_{тяж_ш} = \rho g V_ш$; $V_ш = \frac{4}{3}\pi R^3 = \frac{4}{3}\pi\left(\frac{1}{2}d\right)^3 = \frac{1}{6}\pi d^3 \Rightarrow F_{тяж_ш} = \rho g \frac{1}{6}\pi d^3$

$F_{тяж_к} = \rho g V_к$; $V_к = \dfrac{d^3}{3\sqrt{3}} \Rightarrow F_{тяж_к} = \dfrac{\rho g d^3}{3\sqrt{3}}$

$l_ш = \dfrac{\rho g d^3 \cdot l_к}{3\sqrt{3} \cdot \rho g \frac{1}{6}\pi d^3} = \dfrac{l_к}{0{,}5\sqrt{3} \cdot \pi}$

Зная, что $l_ш + l_к = 3$ м, составим систему:

$$\begin{cases} l_ш + l_и = 3м \\ l_ш = \dfrac{l_и}{0{,}5\sqrt{3}\cdot\pi} \end{cases}$$

Подставим: $\dfrac{l_и}{0{,}5\sqrt{3}\pi} + l_и = 3$

$$\frac{l_и + l_и(0{,}5\sqrt{3}\pi)}{0{,}5\sqrt{3}\pi} = 3$$

$$\frac{l_и(1 + 0{,}5\sqrt{3}\pi)}{0{,}5\sqrt{3}\pi} = 3$$

$$l_и = \frac{3 \cdot 0{,}5\sqrt{3}\pi}{1 + 0{,}5\sqrt{3}\pi}$$

$$l_и \approx 2{,}19м$$

$$l_ш = 3м - 2{,}19_м = 0{,}81м$$

Ответ: $l_ш = 0{,}81_м$

№1

Дано:

$D = 2см = 0{,}02м$

$P = 4{,}2Вт$

$\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$\pi = 3{,}14$

$v - ?$

Решение:

$P = \frac{A}{t} \Rightarrow$ ~~$A = P \cdot t$~~

$A = E_к \; ; E_к = \frac{mv^2}{2}$

$P = \frac{mv^2}{2t} \; ; m = v \cdot t \cdot S \; ; S = \pi r^2 = \pi \cdot (\frac{1}{2}d)^2$

$P = \frac{v \cdot t \cdot \pi \cdot (\frac{1}{2}d)^2 \cdot v^2}{2t} = \frac{v^3 \cdot \pi \cdot (\frac{1}{2}d)^2}{2}$

$\Downarrow$

$v^3 = \frac{2P}{\pi \cdot (\frac{1}{2}d)^2}$

$v = \sqrt[3]{\frac{2P}{\pi (\frac{1}{2}d)^2}}$

$v = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 4{,}2}{3{,}14 \cdot (\frac{1}{2} \cdot 0{,}02)^2}} \approx 29{,}9 \frac{км}{ч}$

Ответ: $v = 29{,}9 \frac{км}{ч}$

№3

Решение:

$V_{пр} = a \cdot b \cdot h$

$V_{пр} = 0,6\,м \cdot 0,8\,м \cdot 1\,м = 0,48\,м^3$

$S_{нов} = 0,6\,м \cdot (1\,м - 0,6\,м) = 0,24\,м^2$

$V = S \cdot h \Rightarrow h = \frac{V}{S}$

$h = \frac{0,48\,м^3}{0,24\,м^2} = 2\,м$ +

$F_д = \frac{\rho g h}{2}$ —

$F_д = \frac{1000\,кг/м^3 \cdot 10\,Н/кг \cdot 2\,м}{2} = 10000\,Н$

Ответ: $F_д = 10000\,Н$

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

8 класс

Участник: Яковенко Д.П.

Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

Вопрос 1

Дано:
$D = 2\,см$
$P = 4{,}2\,Вт$
$\rho = 1000\,\frac{кг}{м^3}$
$g = 10\,\frac{м}{с^2}$

$V - ?$

Решение: $D = 0{,}02\,м$

$P = F \cdot V$, где F – сила

$F = p \cdot S$, где p – давление, S – площадь

$S = \frac{\pi D^2}{4}$ (площадь круга)

$p = \rho g h$

$h = 0$, так как по закону Паскаля давление действует одинаково во все стороны

$$P = \rho g D \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot V \Rightarrow V = \frac{P}{\rho g D \frac{\pi D^2}{4}}$$

$$V = \frac{4{,}2}{1000 \cdot 10 \cdot 0{,}02 \cdot \frac{3{,}14 \cdot 0{,}02^2}{4}} = 66{,}879 \approx 67\,\frac{м}{с}$$

Ответ: $67\,\frac{м}{с}$

Вопрос 2

Дано:
$t_1 = 0°C$
$m_1 = m_2 = 1\,кг$
$m_3 = 0{,}5\,кг$
$t_2 = 200°C$
$c_в = 4200\,\frac{Дж}{кг \cdot °C}$
$c_2 = 2100\,\frac{Дж}{кг \cdot °C}$
$c_3 = 460\,\frac{Дж}{кг \cdot °C}$
$\lambda = 3{,}3 \cdot 10^5\,\frac{Дж}{кг}$
$L = 2{,}3 \cdot 10^6\,\frac{Дж}{кг}$

$m_к - ?$

Решение: Предположим, что вода лишь нагрелась до $t_к = 100°C$ и не начала испаряться. В этом случае $Q_3 + Q_2 + Q_1 + Q_п = 0$, где Q_3 – кол-во теплоты стали; Q_2 – кол-во теплоты при нагревании воды, а $Q_п$ и Q_1 – кол-во теплоты при плавлении льда и нагревании его как воды.

$Q_3 = c_3 m_3 (t_к - t_2)$ $Q_2 = c_1 m_2 (t_к - t_1)$ $Q_1 = c_1 m_1 (t_к - t_1)$ $Q_п = \lambda m_1$

$c_1 m_2 (t_к - t_1) + c_1 m_1 (t_к - t_1) + \lambda m_1 - c_3 m_3 (t_к - t_2) = 0$

$c_1 m_2 (t_к - 0) + c_1 m_1 (t_к - 0) + \lambda m_1 = c_3 m_3 (t_2 - t_к)$

$420000 + 420000 + 330000 \neq 23000$

Как мы видим $\lambda m_1 > c_3 m_3 (t_2 - t_к)$ – выражение слева > выражения справа, а значит теплового равновесия не будет.

на след. стр.

Шифр

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • НАСЛЕДНИКИ Левши • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Лист №2

Вопрос 2 (продолжение)

Предположим, что растает только лёд. В этом случае $Q_п = Q_з$

$\lambda m_1 = c_з m_з (t_2 - t_1)$

$330000 \neq 46000$ т.к. $Q_п > Q_з$, а значит лёд растает не полностью

$Q_{п2} = Q_з$

$\lambda m_x = c_з m_з (t_2 - t_1)$

$m_x = \frac{c_з m_з (t_2 - t_1)}{\lambda}$

$m_x = \frac{46000}{330000}$

$m_x = 0{,}14$ кг $\quad m_к = m_2 + m_x = 1{,}14$ кг - масса оставшейся воды.

Ответ: 1,14 кг $m_к$

Вопрос 3

Дано:
$h = 0{,}8$ м
$2b = 2$ м
$a = 0{,}6$ м
$\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$

Найти: F

Решение: $b = \frac{2м}{2} = 1$ м

$F = pS$, где p - давление, S - площадь $\quad S = h_2 a$

$p = \rho g (b - a)$, т.к. смещено на a и по закону Паскаля давление действует одинаково во все стороны

h_2 - новая высота уровня воды в левой части

$h_2 (b - a) a = h \cdot b a$ (т.к. объём не изменился)

$h_2 = \frac{hba}{(b-a)a} = \frac{0{,}8 \cdot 1 \cdot 0{,}6}{(1 - 0{,}6) \cdot 0{,}6} = \frac{0{,}8}{0{,}4} = 2$ м

$F = \rho g (b - a) h_2 a$

$F = 1000 \cdot 10 \cdot 0{,}4 \cdot 2 \cdot 0{,}6 = 4800$ Н

Ответ: F = 4800 Н

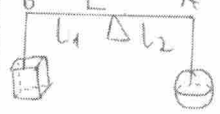


Шифр

Вопрос 4

Дано:
$L = 3\,м$
$\rho_к = \rho_ш = \rho$
$L_2 - ?$

Решение:



$d^2 = a^2 + a^2$ (т. Пифагора) $\Rightarrow d = a\sqrt{2} \Rightarrow a = \frac{d}{\sqrt{2}}$

$V_к = a^3 = \left(\frac{d}{\sqrt{2}}\right)^3 = \frac{d^3}{2\sqrt{2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}} d^3$

$r = \frac{d}{2}$

$V_ш = 4\pi \frac{r^3}{3}$ $\Big\}$ $V_ш = 4\pi \frac{\left(\frac{d}{2}\right)^3}{3} = 4\pi \frac{d^3}{24} = \frac{4\pi}{24} d^3 = \frac{\pi}{6} d^3$

$M_1 = M_2$ (правило моментов) $\quad M = FL \quad F = mg \quad m = \rho V$

$\rho V_к g L_1 = \rho V_ш g L_2$

$V_к L_1 = V_ш L_2$

$V_к L_1 = V_ш L - V_ш L_1$

$L_1 (V_к + V_ш) = L V_ш$

$L_1 d^3 \left(\frac{1}{2\sqrt{2}} + \frac{\pi}{6}\right) = 3 \cdot \frac{\pi}{6} d^3$

$L_1 \left(\frac{1}{2\sqrt{2}} + \frac{\pi}{6}\right) = \frac{3\pi}{6}$

$L_1 \approx 1{,}8\,м$

$L_2 = L - L_1$

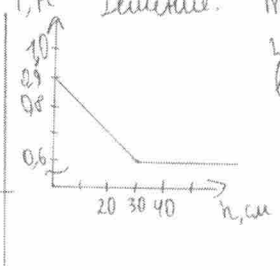
$L_2 = 3 - 1{,}8$

$L_2 = 1{,}2\,м$

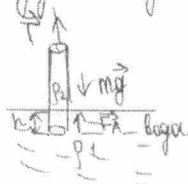
Ответ: $L_2 = 1{,}2\,м$

Вопрос 5

Дано:
$\rho_1 = 1000 \frac{кг}{м^3}$
$\rho_2 = 3000 \frac{кг}{м^3}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$
$S - ?$



Решение: т.к. сила натяжения не падает с увеличением глубины - значит тело полностью погружено в воду на глубине 30 см, значит $L = 30\,см = 0{,}3\,м$



$mg = T + F_A \quad m = \rho_2 V = \rho_2 S L$

$F_A = \rho_1 V_п g = \rho_1 S h g$

$\rho_2 S L g = T + \rho_1 S h g$

$T = Sg(L\rho_2 - h\rho_1)$

при $T = 0{,}6$ $\quad Sg(L\rho_2 - h\rho_1) = 0{,}6$

$10S(3000 \cdot 0{,}3 - 1000 \cdot 0{,}3) = 0{,}6$

$S = 0{,}0001\,м^2$

Ответ: $S = 0{,}0001\,м^2$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

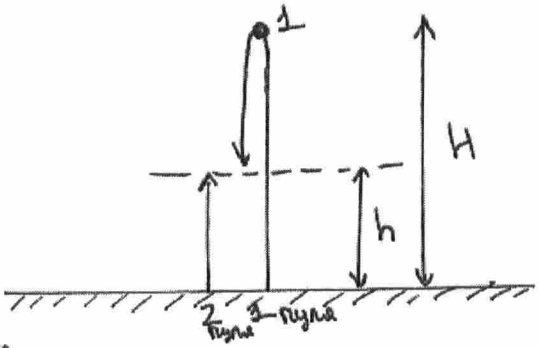
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

9 класс

Участник: Барышникова А.О.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

№1



Дано:
$v = 20\ м/с$
$\tau = 0{,}8\ с$
$g = 10\ м/с^2$

Анализ и решение:

$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $\quad v = v_0 + at$ $\quad t = \frac{v_к - v_0}{a}$ $\quad v_{ср} = \frac{|v_к + v_0|}{2}$

$s = v_{ср} \cdot t \quad \Rightarrow s = \left(\frac{|v_к - v_0|}{a}\right)\left(\frac{v_к + v_0}{2}\right) = \frac{|v_к^2 - v_0^2|}{2a}$

$s = \frac{v_к^2 - v_0^2}{2a}$

$\Rightarrow H = \frac{20^2}{2g} = 20\ м \quad [H] = \left[\frac{\frac{м^2}{с^2}}{\frac{м}{с^2}}\right] = [м]$

(т.к. $v_к = 0$)

t - время от вылета 1й пули до столкновения

исходя из 2-й пули:

$h = v(t - 0{,}8) - \frac{g(t-0{,}8)^2}{2}$

время, за которое 1ая пуля долетела до точки 1:

$H = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad 20 = 20t - 5t^2 \quad t^2 - 4t + 4 = 0 \quad D = 16 - 16 = 0$

$t = 2\ с$

исходя из 1ой пули:

$H - h = v(t-2) + \frac{g(t-2)^2}{2} \quad \Rightarrow h = H - v(t-2) + \frac{g(t-2)^2}{2}$

$v(t-0{,}8) - \frac{g(t-0{,}8)^2}{2} = 20 - 20(t-2) - g\frac{(t-2)^2}{2}$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-09-09

$$v t - 0{,}8v - 5(t-0{,}8)^2 = 20 - 20(t-2) - 5(t-2)^2$$

$$20t - 16 - 5t^2 + 4t - 3{,}2 = 20 - 20t + 40 - 5t^2 + 20t - 80$$

$$24t = 59{,}2$$

$$t \approx 2{,}4667$$

$$\Rightarrow h = 20(2{,}4667 - 0{,}8) - \frac{10(2{,}4667 - 0{,}8)^2}{2} =$$

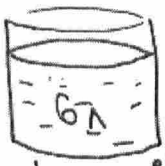
$$= 33{,}334 - 13{,}889 = 19{,}445 \text{ м}$$

$$s_1 = H + (H - h) = 20 + 20 - 19{,}445 = 20{,}555 \text{ м}$$

$$s_2 = h = 19{,}445 \text{ м} \qquad s_1 - s_2 = 1{,}11 \text{ м}$$

Ответ: пули столкнутся на высоте 19,445 м от точки выстрела; пути различаются на 1,11 м

s_2





$\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$c = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

1. Первое перемешивание:

$V_2 = 1 л \qquad 1 л = 0{,}001 м^3$

1 л воды = 1 кг. т.к. и $\rho_в = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$\Rightarrow m_1 = 1 кг \qquad m_2 = 1 кг$

$\boxed{Q = cm\Delta t}$

$\theta_{2.1}$ – температура воды во 2-м сосуде после перемешивания

$m_1 = m_2$

$c m_1 \Delta t_1 = c m_2 \Delta t_2$

$\Delta t_1 = \Delta t_2$

$(\theta_{2.1} - t_1) = (t_2 - \theta_{2.1})$

$2\theta_{2.1} = t_1 + t_2$

$\Rightarrow \theta_{2.1} = 50°C$

Шифр
36-09-09

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

2. Второе перемешивание

$\theta_{1.1}$ - температура воды в 1м сосуде после перемешивания

$$c m_1 \Delta t_1 = c m_2 \Delta t_2$$

$m_1 = 5$кг $\quad m_2 = 1$кг

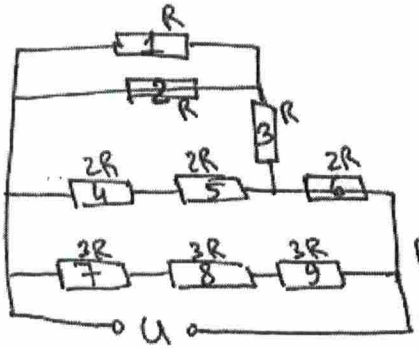
$$5\Delta t_1 = \Delta t_2$$

$$5(t_1 - \theta_{1.1}) = \theta_{1.1} - t_2$$

$$5t_1 - 5\theta_{1.1} = \theta_{1.1} - t_2$$

$$\theta_{1.1} = \frac{5t_1 + t_2}{6} = 75°C$$

Ответ: температура, установившаяся в результате в 1-м сосуде = 75°C.



$R_1 = 266$ Ом

$$R_{12} = \frac{R^2}{2R} = \frac{R}{2}$$

$$R_{123} = \frac{R}{2} + R = \frac{3}{2}R$$

$R_{45} = 4R$

$$R_{1...5} = \frac{R_{123} R_{45}}{R_{123} + R_{45}} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 4R^{\cancel{4}}}{(\frac{3}{2}+4)\cancel{R}} = \frac{6}{\frac{11}{2}} R = \frac{12}{11}R$$

$$R_{1...6} = R_{1..5} + R_6 = \frac{12}{11}R + 2R = \frac{34}{11}R \qquad R_{789} = 9R$$

$R_{AB} = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B}$ - при параллельном соед.

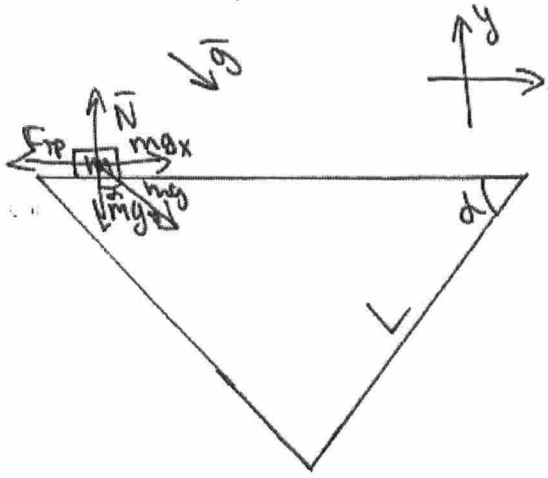
$R_{AB} = R_A + R_B$ - при последовательном соед.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • НАСЛЕДНИКИ Левши проводится с 1965 года • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-09-09

$$R_{общ} = \frac{R_{1..6} \cdot R_{7\text{ и }9}}{R_{1..6} + R_{7\text{ и }9}} = \frac{\frac{34}{11} \cdot 9R^2}{(\frac{34}{11} + 9)R} = \frac{\frac{306}{11} R}{\frac{133}{11}} = \frac{306}{133} R \approx 2{,}3\,R \approx 611{,}8\ \text{Ом}$$

Ответ: 611,8 Ом



$$m\bar{a} = \bar{F}_{тр} + m\bar{g}_y + m\bar{g}_x + \bar{N}$$

ось x: $ma = -F_{тр} + mg_x$

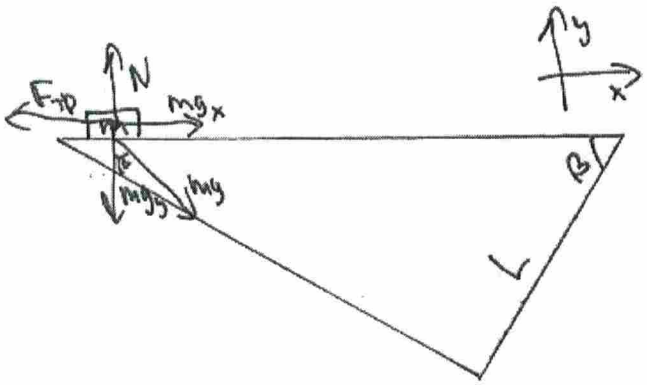
$ma = -\mu N + mg \cdot \sin\alpha$

$N = mg \cdot \cos\alpha$

$ma = -\mu \cdot mg \cdot \cos\alpha + mg\sin\alpha$

$a = 10\frac{\sqrt{2}}{2} - \mu \cdot 10\frac{\sqrt{2}}{2} = 5\sqrt{2} - \mu \cdot 5\sqrt{2}$

ось y: $0 = 0$ $(N = mg_y)$



ось x: $ma = -F_{тр} + mg_x$

$ma = -\mu \cdot mg \cdot \cos\beta + mg \cdot \sin\beta$

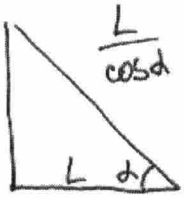
$a = \mu \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} + 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$

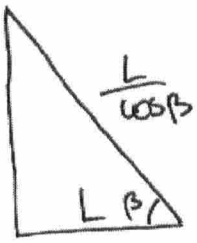
$a = 5\sqrt{3} - \mu \cdot 5$

ось y: $0 = 0$ $(N = mg_y)$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-09-09





$S_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2}$ $S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$ $\cos\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$\cos\beta = \frac{1}{2}$

$2S_1 = a_1 t_1^2$

$t_1 = \sqrt{\frac{2S_1}{a_1}}$ $t_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a_2}}$

$t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{L}{\cos\alpha}}{5\sqrt{2} - 5\sqrt{2}\mu}}$ $t_2 = \sqrt{\frac{2\frac{L}{\cos\beta}}{5\sqrt{3} - 5\mu}}$

$t_1 = t_2$

$\sqrt{5}$



ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ
Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-09-09

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

9 класс

Участник: Бухтияров М.С.

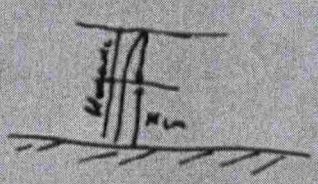
Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

1. Дано:
$V_0 = 20 \frac{м}{с}$
$T = 0{,}1\ с$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$
$H_{ст} - ?$
$S_1 - S_2 - ?$

Решение:
Найдем максимальную точку подъема пули и время, за которое она её достигнет
$v = v_0 - gt$
В наивысшей точке подъёма пули скорость равна нулю
$0 = 20 - 10t$
$t_1 = 2\ с$ - время достижения пули наивысшей точки
$H_{макс} = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 2^2}{2} = 40 - 20 = 20\ м$ - максимальная высота подъема пули
Введем новую точку отсчета времени t_2 от выстрела второй пули
и получим, что первая пуля находилась на максимальной высоте
в $t_2 = t_1 - T = 2 - 0{,}8 = 1{,}2\ с$ от выстрела второй пули.
$h_2 = v_0 t_2 - \frac{g t_2^2}{2} = 20 \cdot 1{,}2 - \frac{10 \cdot 1{,}2^2}{2} = 24 - 7{,}2 = 16{,}8\ м$ - выс. 2ой пули, когда первая нахо
в макс. точке

В момент столкновения они находились на одинаковой высоте $h_1 = h_2 = H_{ст}$
исходя из формулы $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$ составим уравнение и найдем время
столкновения от нахождения первой пули на макс. точке:
$h_1 - 0 \cdot t_c - \frac{g t_c^2}{2} = h_2 + v_2 t_c - \frac{g t_c^2}{2}$
По формуле $v(t) = v_0 t - gt$ найдем скорость 2ой пули в данный момент времени
$v_2 = 20 - 10 \cdot 1{,}2 = 8 \frac{м}{с}$
Подставим значения в уравнение:
$20 - \frac{10t^2}{2} = 16{,}8 + 8t - \frac{10t^2}{2}$
$8t = 3{,}2$
$t = 0{,}4\ с$ - через $t_{ст} = 1{,}2 + 0{,}4 = 1{,}6\ с$ от выстрела 2ой пули, пули столкнулись
Узнаем высоту столкновения по высоте 2ой пули:
$H_{ст} = v_0 t - \frac{g t_{ст}^2}{2} = 20 \cdot 1{,}6 - \frac{10 \cdot 1{,}6^2}{2} = 32 - 12{,}8 = 19{,}2\ м$ - высота стол. пуль
Путь 1ой пули - это путь до максимальной точки и падение до точки
столкновения: $S_1 = H_{макс} + (H_{макс} - H_{ст}) = 20 + 0{,}8 = 20{,}8\ м$
Путь 2ой пули - это путь до точки столкновения: $S_2 = H_{ст} = 19{,}2\ м$
Найдем разницу пройденных путей
$S_1 - S_2 = 20{,}1 - 19{,}2 = 1{,}6\ м$

Ответ: $H_{ст} = 19{,}2\ м$; $S_1 - S_2 = 1{,}6\ м$.



ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

2. Дано:

$V_1 = 6л$ | Си: $= 0{,}006 м^3$
$t_1 = 80°C$
$V_2 = 1л$ | $= 0{,}001 м^3$
$t_2 = 20°C$
$V_{кер} = 1л$ | $= 0{,}001 м^3$
$\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$
$c = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

$t_{1см} - ?$

Решение:
Найдем массы воды в обоих стаканах и вертелвасной по формуле $m = \rho V$:
$m_1 = 0{,}006 \cdot 1000 = 6 кг$
$m_2 = 0{,}001 \cdot 1000 = 1 кг$
$m_{кер} = 0{,}001 \cdot 1000 = 1 кг$
Из первого сосуда перельют 1 литр воды во второй:
$V_1 = V_1 - 1л = 5л$; $m_1 = 5 кг$
~~$m_2 = m_2 + 1 кг = 2 кг$ после смешивания~~
Составим ур. теплового баланса:
$Q_1 + Q_2 = 0$
$Q_1 = c m_{кер}(t_{см} - t_1)$; $Q_2 = c m_2 (t_{см} - t_2)$
$c m_{кер}(t_{см} - t_1) + c m_2 (t_{см} - t_2) = 0$
$t_{см} - 80 + t_{см} - 20 = 0$
$t_{см} = 50°C$ - температура во втором стакане после смешивания
$t_{2см} = t_{см} = 50°C$
Из 2-го сосуда перельют 1 литр воды в 1-ый:
Подправляем теплового баланса получим:
$c m_{кер}(t_{см} - t_{кер}) + c m_1 (t_{см} - t_1) = 0$
$50 + 5 t_{см} - 5 \cdot 10 = 0$
$6 t_{см} = 450$
$t_{см} = 75°C$ - температура установившаяся в 1ом сосуде
$t_{1см} = t_{см} = 75°C$
Ответ: $t_{1см} = 75°C$.



Шифр

3. Дано:
$m = 50\,кг$
$\alpha = 45°$
$\beta = 60°$
$t_1 = t_2$
$g = 10\,\frac{м}{с^2}$

$\mu - ?$

Решение:

Для нахождения коэффициента трения скольжения составим отношение: $\mu = \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{\sqrt{2}}{2} : \frac{1}{2} = \sqrt{2} \approx 1{,}4$

Ответ: $\mu = 1{,}4$



Шифр

4. Дано:

$R_1 = R_2 = R_3 = R = 260\,Ом$

$R_4 = R_5 = R_6 = 2R = 532\,Ом$

$R_7 = R_8 = R_9 = 3R = 798\,Ом$

$R_{общ} - ?$

Решение:

Найдем общее сопротивление цепи, используя формулы:

$R = R_1 + R_2 + \dots$ при последовательном подкл. резисторов

$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \dots$ или $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$ при парал. подкл.:

$R_{12} = \frac{R^2}{2R} = 133\,Ом$

$R_{123} = R_{12} + R_3 = 398\,Ом$

$R_{45} = R_4 + R_5 = 4R = 1064\,Ом$

$R_{12345} = \frac{R_{123} R_{45}}{R_{123} + R_{45}} = 290\frac{2}{11}\,Ом$

$R_{123456} = R_{12345} + R_6 = 822\frac{2}{11}\,Ом$

$R_{789} = 3R = 2394\,Ом$

$R_{общ.} = \frac{R_{123456} \cdot R_{789}}{R_{123456} + R_{789}} = 612\,Ом$

Ответ: $R_{общ} = 612\,Ом$.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

9 класс

Участник: Гревцев А.А.

Регион (региональная площадка): Курская обл.

№1

Дано:
$V_0 = 20$ м/с
$\tau = 0,8$ с
$g = 10$ м/с^2

$y - ?$
$S_1 - S_2 = ?$

Пусть время через которое они столкнутся x, тогда запишем для каждой пули уравнение пути и приравняем их, так как встретятся в одной точке:

$$V_0 x - \frac{1}{2} \cdot 10 x^2 = V_0 (x - 0,8) - \frac{1}{2} \cdot 10 (x - 0,8)^2$$

$$20x - 5x^2 = 20(x - 0,8) - 5(x - 0,8)^2$$

$$20x - 5x^2 = 20x - 16 - 5x^2 + 8x - 3,2$$

$$20x - 5x^2 - 20x + 16 + 5x^2 - 8x + 3,2 = 0$$

$$-8x + 19,2 = 0$$

$$x = \frac{19,2}{8}$$

$$x = 2,4$$

время второго снаряда $2,4 - 0,8 = 1,6$ с

$y = 20 \cdot 2,4 - 5 \cdot 2,4^2 = 19,2$

Найдем теперь расстояние до которого долетел первый снаряд, а потом полетел вниз. Для это рассмотрим зависимость y от времени (t) График будет являться парабола, а максимальным значением будет её вершина.

$t_0 = \frac{-20}{-10} = 2$ с

$y = 20t - 5t^2$

$y_{max} = 40 - 20 = 20$ м; $S_a = 20$ м

До столкновения еще должно пройти $2,4 - 2 = 0,4$ с. Найдем путь, который первый снаряд пройдет за это время

$S_б = 3 \cdot 0,4^2 = 0,8$ м

$S_1 = S_a + S_б = 20 + 0,8 = 20,8$ м

Шифр
1-46-09-01

№3

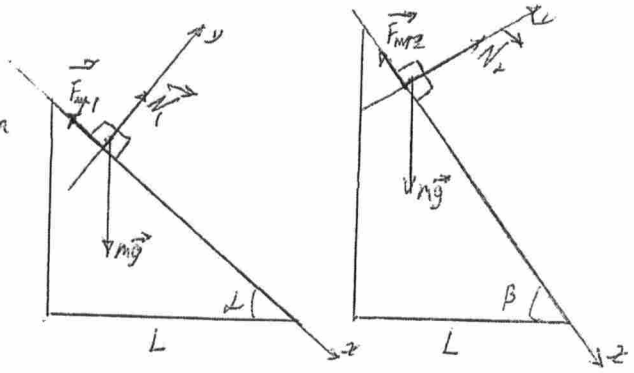
$m = 0{,}05$ кг
$\alpha = 45°$
$\beta = 60°$
$g = 10$ м/с^2

μ - ?

Запишем II закон Ньютона для каждой плоскости

$m\vec{g} + \vec{F}_{тр_1} + \vec{N}_1 = m\vec{a}_1$

$m\vec{g} + \vec{F}_{тр_2} + \vec{N}_2 = m\vec{a}_2$



Запишем для каждой плоскости проекции

① Ox: $-F_{тр_1} + 0 + mg\cos 45 = ma_1$

Oy: $N_1 - mg\sin 45 = 0$

② $-F_{тр_2} + 0 + mg\cos 60 = ma_2$

$N_2 - mg\sin 60 = 0$

$$\begin{cases} -N_1\mu + mg\cos 45 = ma_1 \\ N_1 = mg\sin 45 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -N_2\mu + mg\cos 60 = ma_2 \\ N_2 = mg\sin 60 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -mg\sin 45 \cdot \mu + mg\cos 45 = ma_1 \\ -mg\sin 60 \cdot \mu + mg\cos 60 = ma_2 \end{cases}$$

Так как одна из сторон в двух наклонных плоскостях равна L, то для каждой мы можем расписать длину пути диска:

$S_1 = \frac{L}{\cos\alpha}$;

$S_2 = \frac{L}{\cos\beta}$;

Так как время спуска их одинаково, то мы можем записать уравнение пути.

$$\begin{cases} S_1 = \frac{1}{2} a_1 t^2 ; \\ S_2 = \frac{1}{2} a_2 t^2 ; \end{cases}$$

$$\frac{2S_1}{a_1} = \frac{2S_2}{a_2}$$

$$\frac{2L}{a_1\cos\alpha} = \frac{2L}{a_1\cos\beta}$$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
Л-46-09-01

$$a_1 = \frac{mg\cos 45 - mg\sin 45\mu}{m}$$

$$a_2 = \frac{mg\cos 60 - mg\sin 60\mu}{m}$$

$$\frac{2Lm}{(mg\cos 45 - mg\sin 45\mu)\cdot\cos 45} = \frac{2Lm}{(mg\cos 60 - mg\sin 60\mu)\cdot\cos 60} \quad \Big/ \cdot 2Lm$$

$$\left(\frac{1}{(mg\cos 45 - mg\sin 45\mu)\cdot\cos 45}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{(mg\cos 60 - mg\sin 60\mu)\cdot\cos 60}\right)^{-1}$$

$$mg\cdot\cos 45\cdot\cos 45 - mg\sin 45\mu\cdot\cos 45 = mg\cos 60\cdot\cos 60 - mg\sin 60\mu\cdot\cos 60$$

$$0{,}25 - 0{,}25\mu = 0{,}125 - 0{,}2165\mu$$

$$-0{,}25\mu + 0{,}2165\mu = 0{,}125 - 0{,}25$$

$$0{,}0335\mu = -0{,}125$$

$$\mu = \frac{0{,}125}{0{,}0335} \approx 3{,}73$$

Ответ: 3,73

105



Шифр
Л-46-09-01

№5

Дано:

$m_1 = m$

$V_1 = 2V$

$m_2 = 2m$

$V_2 = V$

$= \sqrt{20}$ м/с

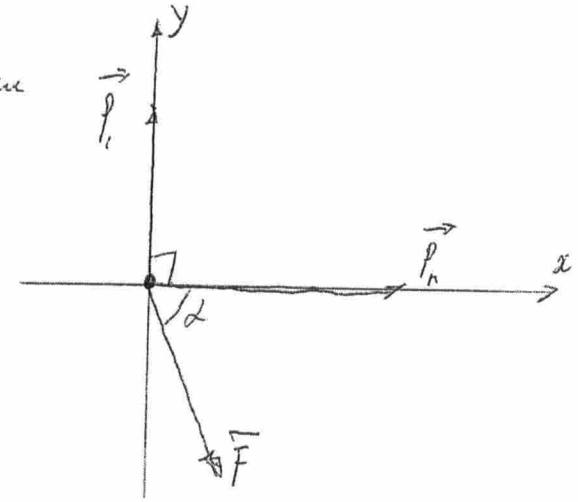
V_3 - ?

Решение:

Рассмотрим проекции на оси X и Y

OX: $0 + F\cos\alpha = P_н$

Oy: $P_1 - F\sin\alpha = 0$



$F\cos\alpha = 2mV$

$F\sin\alpha = 2mV$

$F\cos\alpha = F\sin\alpha$

$\cos\alpha = \sin\alpha$

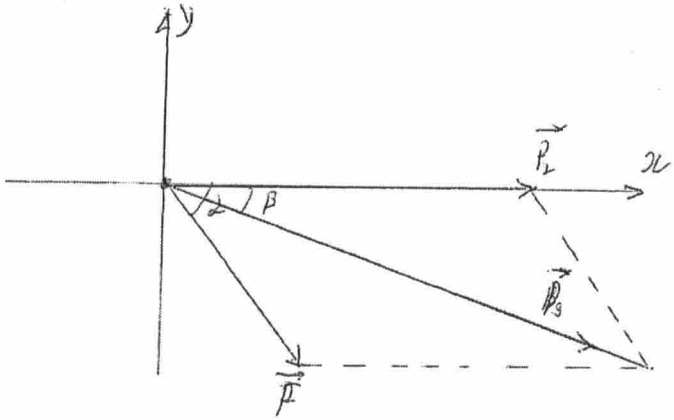
$\alpha = 45^0$

Рассмотрим, как также сила действует на другую мат. точку, и с помощью сложения векторов найдем направление:

OX: $P_2 + F\cos\alpha = P_3\cos\beta$

Oy: $0 - F\sin\alpha = -P_3\sin\beta$

$$\begin{cases} 4mV = P_3\cos\beta \\ -2mV = -P_3\sin\beta \end{cases}$$



По основному тригонометрическому тождеству:

$$\begin{cases} -2mV = 2m \cdot V_3 \cdot \sqrt{1 - \cos^2\beta} \\ 4mV = 2m \cdot V_3 \cdot \cos\beta \end{cases}$$

Шифр
Л-46-09-01

$\cos\beta = \frac{4V}{2V_3} = \frac{2V}{V_3}$

$(-2V)^2 = \left(2V_3 \cdot \sqrt{1-\left(\frac{2V}{V_3}\right)^2}\right)^2$

$4V^2 = 4V_3^2 \cdot \left(1 - \frac{4V^2}{V_3^2}\right)$

$4V^2 = 4V_3^2 \cdot \frac{V_3^2 - 4V^2}{V_3^2}$

$4V^2 = 4V_3^2 - 16V^2$

$-4V_3^2 = -20V^2$

$V_3^2 = 5V^2$

$V_3 = \pm\sqrt{5 \cdot 20}$

$V_3 = \pm 10$ м/с

$V_3 \neq -10$ м/с – не подходит по смыслу задачи.

Ответ: $V_3 = 10$ м/с

15 б

Σ 65 баллов



Шифр
Л-46-09-01

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

9 класс

Участник: Гришин Е.И.

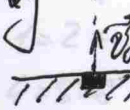
Регион (региональная площадка): Тульская обл.

№1.

Дано:
$v_0 = 20$ м/с
$t = 0{,}8$ с
$g = 10$ м/с^2

$h_{встр.}$ — ?
$S_1 - S_2$ — ?

Решение:



Сперва составим уравнение скорости: $v = v_0 - gt$. В точке h_{max} $v = 0$.

$v_0 = gt$; $t_{max} = \frac{v_0}{g} = 2$ с ← время до h_{max}.

Составим уравнение для расстояния:

$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$.

Пусть (t) — время полёта до встречи 1 пули.

Тогда $(t - \tau)$ — время полёта до встречи 2 пули.

Получается уравнение:

$h_1 = h_2 \Rightarrow v_0 t - \frac{gt^2}{2} = v_0(t-\tau) - \frac{g(t-\tau)^2}{2}$;

$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = v_0 t - v_0\tau - \frac{g(t^2 - 2t\tau + \tau^2)}{2}$;

$-\frac{gt^2}{2} = -v_0\tau - \frac{gt^2}{2} + gt\tau - \frac{g\tau^2}{2}$;

$gt\tau - \frac{g\tau^2}{2} - v_0\tau = 0$;

$gt = 0 + \frac{g\tau^2}{2} + v_0\tau$;

$t = \frac{0 + \frac{g\tau^2}{2} + v_0\tau}{g\tau} = \frac{0 + \frac{10 \cdot (0{,}8)^2}{2} + 20 \cdot 0{,}8}{10 \cdot 0{,}8} = \frac{19{,}2}{8} = 2{,}4$ с.

$t_{встр.2\,пули} = t - \tau = 2{,}4\text{с} - 0{,}8\text{с} = 1{,}6$ с.

$h_{встр.} = v_0 t_{встр.2п.} - \frac{g(t_{встр.2пул.})^2}{2} = 20 \cdot 1{,}6 - \frac{10 \cdot (1{,}6)^2}{2} = 19$

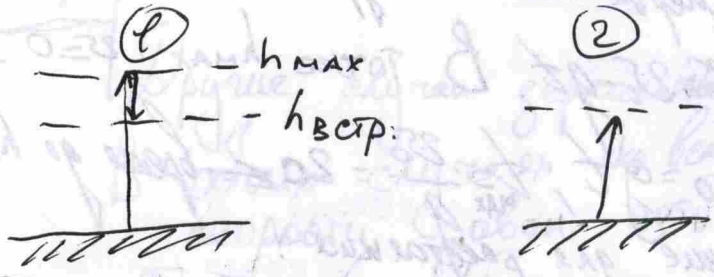
1	2	3	4	5	Σ
20	20	0	20	0	60

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
090014

№1 (продолжение)

Рисунки движения двух мячей



Так, $S_2 = h_{встр.} = 19{,}2\,м$

$S_1 = 2h_{max} - h_{встр} = 40\,м - 19{,}2\,м = 20{,}8\,м$.

$S_1 - S_2 = 20{,}8\,м - 19{,}2\,м = 1{,}6\,м$.

Ответ: $h_{встр.} = 19{,}2\,м$; $S_1 - S_2 = 1{,}6\,см$.

№2.

Дано:

$V_1 = 6л$

$t_1 = 80°C$

$V_2 = 1л$

$t_2 = 20°C$

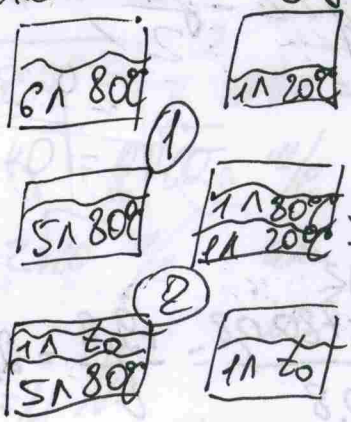
$\rho = 1000\ кг/м^3$

$c_1 = 4200\ \frac{Дж}{кг°C}$

$t_{кон}$ - ?

Решение:

Схематично задача выглядит так:



После ①:

$Q_1 = Q_2$;

$c_в m_в (80 - t_0) = c_в m_в (t_0 - 20°)$

$m_в$ - одинаковые, из-за одинаковых объёмов.

$80 - t_0 = t_0 - 20$;

$2t_0 = 100$;

$t_0 = 50°C$

После ②

$c_в m_в (t_{кон} - 50) = c_в 5m_в (80 - t_{кон})$; $m_{гв} = 5m_в$, т.к. объём в 5 раз больше.

$t_{кон} - 50 = 400 - 5t_{кон}$;

$6t_{кон} = 450$.

$t_{кон} = 75°C$.

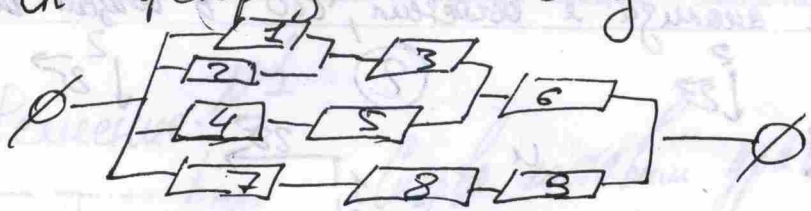
Ответ: $t_{кон} = 75°C$

№4

Дано:
$R = 266$ Ом

R_0 - ?

Решение: я преобразовал схему в такую:



Сопротивления резисторов:

$1 = 2 = 3 = R$

$4 = 5 = 6 = 2R$

$7 = 8 = 9 = 3R$

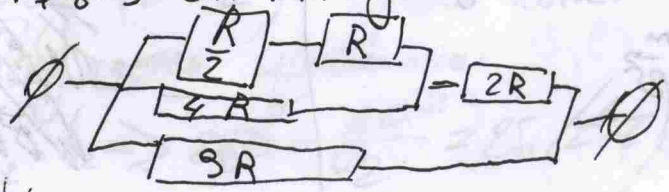
Теперь для облегчения я буду объединять резисторы (учитывая сопротивл

$R_{1-2} = \frac{R}{2}$.

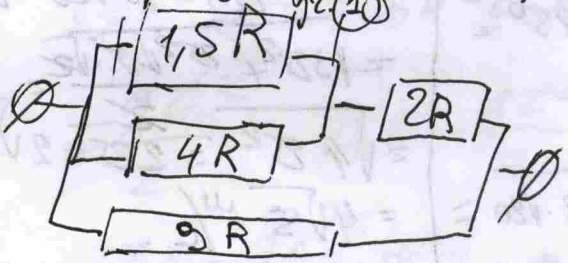
$R_{4-5} = 4R$

$R_{7-8-9} = 9R$.

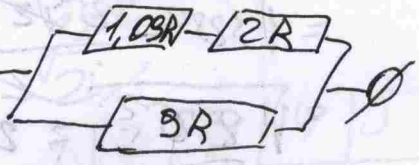
Получается такая картина:



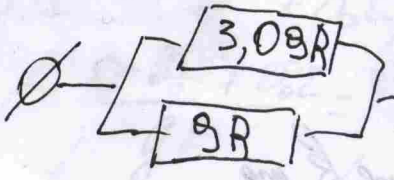
Упрощаю дальше:



$R_{уч.①} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1,5 \cdot 4}{1,5+4} = 1,09\,R$.



Значит:



$R_0 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3,09 \cdot 9}{3,09 + 9} = 2,3R = 2,3 \cdot 266 =$

$= 611,8$ Ом.

Ответ: $R_0 = 611,8$ Ом.

№5.

Дано:

т. 1 : m ; 2v

т. 2 : 2m ; v

$v_2 = \sqrt{20}$ м/с

$v_{т.2}$?

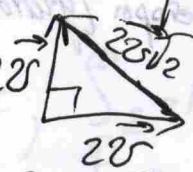
Решение:

После анализа я выяснил, что в общем всего 2 варианта



Другие случаи зеркальны этим

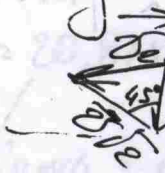
В обоих случаях вектор изменения скорости равен $2v\sqrt{2}$.



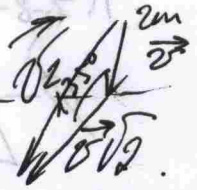
(т.к. оба катета равны $2v$, то гипотенуза - $2v\sqrt{2}$)

Т.к. масса т.2 в 2р. больше, то:

В ① у т.2 происходит:



В ② происходит



Значит:

$$v_{т.2} = \sqrt{v^2 + 2v^2 - v^2\sqrt{2}\cdot\cos 45^\circ} = \sqrt{3v^2 - v^2\sqrt{2}\cdot\sqrt{2}} = \sqrt{2v^2} = v\sqrt{2} = \sqrt{2}\cdot\sqrt{20} = \sqrt{40} = 2\sqrt{10}\ \text{м/с}$$

$$v_{т.2} = \sqrt{v^2 + 2v^2 - v^2\sqrt{2}\cdot\cos 135^\circ} = \sqrt{3v^2 + v^2\sqrt{2}\cdot\sqrt{2}} = \sqrt{4v^2} = 2v = 2\sqrt{20}\ \text{м/с} = 4\sqrt{5}\ \text{м/с}.$$

Ответ: $v_{т.2} = 2\sqrt{10}$ м/с или $4\sqrt{5}$ м/с.

№3.

$F_{тр.} = \mu N$

$F_{тр.①} = \mu\cos\alpha\, mg$

$F_{тр②} = \mu\cos\beta\, mg$.

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

9 класс

Участник: Зайцев М.М.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

№1

Дано:

$v_0 = 20\ м/с$
$\alpha = 90°$
$\tau = 0{,}8\ с$
$g = 10\ м/с^2$

$H - ?$
$\Delta S - ?$

Решение

1) Пусть t с – время полета второй пули, тогда $(t+\tau)$ с – время полёта первой, т.к. полёт начинался в одной точке, то их перемещения будут одинаковыми, отсюда $H = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2} = v_0(t+\tau) - \frac{g(t+\tau)^2}{2}$; Решая, получаем $t = 1{,}6\ с$. Подставим данную перемещение в уравнение $H = v_0 \cdot t - \frac{gt^2}{2}$, отсюда $H = 19{,}2\ м$

2) Найдём максимальную высоту подъёма первой пули:

$H_{max1} = \frac{v_0^2}{2g}$; $H_{max} = 20\ м$ $\Rightarrow$ первая пуля поднялась на 20м, а затем вернулась на высоту 19,2м, где и столкнулась со второй, отсюда

$\Delta S = 2(H_{max} - H)$; $\Delta S = 1{,}6\ м$

Ответ: $H = 19{,}2\ м$; $\Delta S = 1{,}6\ м$.

1	2	3	4	5	Σ
20	20	10	5	5	60

№2

Дано:

$V_1 = 6\ л$
$t_1 = 80°C$
$V_2 = 1\ л$
$t_2 = 20°C$
$c = 4200\ \frac{Дж}{кг \cdot °C}$
$\rho_в = 1000\ кг/м^3$

$t_1' - ?$

Решение

Пусть t_1' – темп. в 1-ом сосуде после переливаний, а t_2' – во втором.

$m_1 = V_1 \cdot \rho_в$; $m_2 = V_2 \cdot \rho_в$.

Составим уравнение теплового баланса для первого переливания:

$\frac{V_1 \cdot \rho_в}{6} \cdot c \cdot (t_1 - t_2') = V_2 \cdot \rho_в \cdot c \cdot (t_2' - t_2)$; Решая, получаем $t_2' = 50°C$.

Составим уравнение теплового баланса для второго переливания:

$V_2 \cdot \rho_в \cdot c \cdot (t_1' - t_2') = \frac{5V_1 \cdot \rho_в}{6} \cdot c \cdot (t_1 - t_1')$; Решая, получаем $t_1' = 75°C$

Ответ: $t_1' = 75°C$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
090013

№5

Дано:

$v_1 = 2v$

$2v_1 = 2v$

$m_1 = m$

$v_2 = v$

$m_2 = 2m$

$v = 20\ м/с$

$\alpha = 90^\circ$

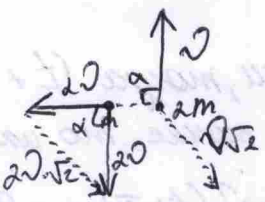
$v_2' - ?$

$\beta - ?$

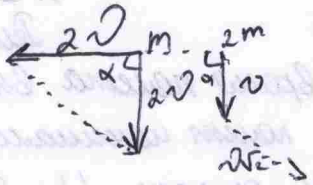
Решение

1) Рассмотрим 2 случая:

1)



2)



$a_1 = \frac{v_0 - v}{t}$; т.к здесь и прям. равнобедр. треуг., то

$a_1 = \frac{2v \cdot \sqrt{2}}{t}$

Найдём силу по второму закону Ньютона: $ma_1 = \sum F$;

$F = \frac{2\sqrt{2}\,V \cdot m}{t}$.

Подставим в выражение для второго тела:

$$2m a_2 = \frac{2\sqrt{2}\,V \cdot m}{t} \Rightarrow a_2 = \frac{\sqrt{2} \cdot v}{t}$$

1) В первом случае при наложении векторов получается угол равный 45°, тогда $v_2' = v$; $v_2' = 20\ м/с$, $\alpha < B$ (угол поворота) $= 45^\circ$

2) Во втором случае при наложении векторов получается угол B равный 135° тогда по теореме косинусов $v_2'^2 = v^2 + 2v^2 + 2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \cdot V \cdot \sqrt{2}V$, откуда $v_2' = \sqrt{5} \cdot v \approx 44{,}72\ м/с$

$< B = 135^\circ$

Ответ: 1) $v_2' = 20\ м/с$; $B = 45^\circ$ 2) $v_2' = 44{,}72\ м/с$; $B = 135^\circ$

Дано:

$m = 0{,}05$ кг
$t_1 = t_2 \equiv t$
$\alpha = 45°$
$\beta = 60°$
$g = 10\ м/с^2$

$\mu - ?$

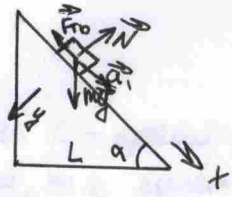
№3

Решение

$F_{тр} = N \cdot \mu$

По 2-ому закону Ньютона: $m \cdot a = \sum F$, отсюда

1)



Y | $0 = \cos\alpha\, mg - N \Rightarrow N = \cos\alpha\, mg$;

X | $ma_1 = \sin\alpha \cdot mg - \cos\alpha\, mg \cdot \mu \Rightarrow$

$ma_1 = \sin\alpha \cdot mg\,(1-\mu)$;

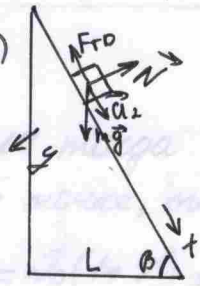
$a_1 = \sin\alpha \cdot g\,(1-\mu)$.

$S_1 = L : \cos\alpha$, отсюда

$\frac{a_1 \cdot t^2}{2} = \frac{L}{\cos\alpha}$;

$\frac{\sin\alpha \cdot g(1-\mu) \cdot t^2}{2} = \frac{L}{\cos\alpha}$;

2)



Y | $0 = \cos\beta\, mg - N \Rightarrow N = \cos\beta\, mg$

X | $ma_2 = \sin\beta\, mg - \cos\beta\, mg \cdot \mu$;

$ma_2 = \cos\beta\, mg\,(\sqrt{3} - \mu)$;

$a_2 = \cos\beta\, g\,(\sqrt{3} - \mu)$.

$S_2 = L : \cos\beta$, отсюда

$\frac{a_2 \cdot t^2}{2} = \frac{L}{\cos\beta}$

$\frac{\cos\beta \cdot g(\sqrt{3}-\mu)}{2} = \frac{L}{\cos\beta}$

$\Downarrow$

$$\frac{\sin\alpha \cdot g(1-\mu) \cdot t^2 : 2}{\cos\beta \cdot g(\sqrt{3}-\mu) \cdot t^2 : 2} = \frac{L : \cos\alpha}{L : \cos\beta}$$

; Решая, получаем $\mu = 2 - \sqrt{3} \approx 0{,}268$

Ответ: $\mu = 2 - \sqrt{3} \approx 0{,}268$

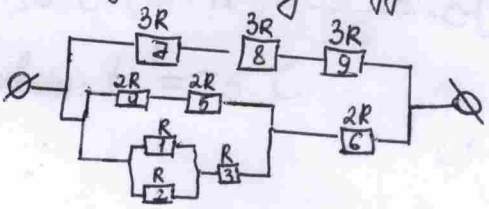
Дано:

$R = 266$ Ом

$R_{общ} - ?$

№4

Перерисуем схему в удобном виде:



1) $\frac{1}{R_{1-2}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow R_{1-2} = 0{,}5R$

2) $R_{1-3} = 0{,}5R + R = 1{,}5R$

3) $\frac{1}{R_{1-5}} = \frac{1}{4R} + \frac{2}{3R} = \frac{11}{12R} \Rightarrow R_{1-5} = 1\frac{1}{11}R$

4) $R_{1-6} = 1\frac{1}{11}R + 2R = 3\frac{1}{11}R$

5) $R_{общ} = \frac{11}{34R} + \frac{1}{9R} = \frac{133}{316R} \Rightarrow R_{общ} = \frac{316R}{133}$

$R_{общ} = 632$ Ом

Ответ: 632 Ом

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

9 класс

Участник: Красников Я.А.

Регион (региональная площадка): Курская обл.

Задача №1

Пусть t – это время от броска 2-ой пули до столкновения

В момент столкновения координаты пуль по вертикальной оси будут равны. Пусть для удобства пули вылетают из начала координат.

Тогда $Vt - \frac{gt^2}{2} = V(t+\tau) - \frac{g(t+\tau)^2}{2}$

$Vt - \frac{gt^2}{2} = Vt + V\tau - \frac{gt^2}{2} - \frac{2gt\tau}{2} - \frac{g\tau^2}{2}$

$2Vt = 2gt\tau + g\tau^2$

$t = \frac{2V - g\tau}{2g} = \frac{2 \cdot 20 \frac{м}{с} - 10 \frac{м}{с} \cdot 0{,}8 с}{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2}} = 1{,}6 с$

Тогда столкновение произойдет на высоте

$h = Vt - \frac{gt^2}{2} = 20 м/с \cdot 1{,}6 с - \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot (1{,}6 с)^2}{2} = 19{,}2 м$

Максимальная высота, на которую поднялась первая пуля:

$h_{max} = \frac{V^2}{2g} = \frac{(20 \frac{м}{с})^2}{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2}} = 20 м$

Тогда до столкновения первая пуля поднялась на $h_{max} = 20 м$, а после столкновения она поднялась на 0,8 м, где столкнулась со второй пулей, которая только поднялась на высоту

Тогда разница путей $\Delta S = S_2 - S_1 = 20{,}8 м - 19{,}2 м = 1{,}6 м$

Ответ: $h = 19{,}2 м$; $\Delta S = 1{,}6 м$

Σ 10 баллов

2 балла



Шифр
Л-46-09-02

Задача №2

Пусть после первого перемешивания и перемешивания во втором сосуде установилась температура t_3. Т.к. нагревателя или охладителя нет, а теплопередачи нет кремлёвскими, кол-во теплоты во втором сосуде до перемешивания равно кол-ву теплоты после.

$$c\rho V_2 t_2 + c\rho V_{перелитого1} t_1 = c\rho (V_2 + V_{перелитого1}) t_3$$

$$t_3 = \frac{V_2 t_2 + V_{перелитого1} t_1}{V_2 + V_{перелитого1}} = \frac{1л \cdot 20°C + 1л \cdot 80°C}{1л + 1л} = 50°C$$

Пусть после второго перемешивания и теплообмена вода с водой в первом сосуде установилась температура t_4. Аналогично первому перемешиванию, получаем:

$$c\rho (V_1 - V_{перелитого1}) t_1 + c\rho V_{перелитого2} t_3 = c\rho (V_1 - V_{перелитого1} + V_{перелитого2}) t_4$$

$$t_4 = \frac{(V_1 - V_{перелитого1}) t_1 + V_{перелитого2} t_3}{V_1 - V_{перелитого1} + V_{перелитого2}} = \frac{(6л - 1л) \cdot 80°C + 1л \cdot 50°C}{6л - 1л + 1л} =$$

$= 75°C$

20б

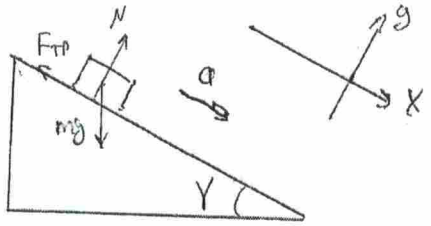
Ответ: 75°C

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
Л-46-09-02

Задача № 3

Рассмотрим общий случай соскальзывания



По оси Ox: $mg \cdot \sin\gamma - F_{тр} = ma$

По оси Oy: $N - mg \cdot \cos\gamma = 0$

$N = mg \cdot \cos\gamma$

Зная, что $F_{тр} = \mu N$, получаем:

$mg \cdot \sin\gamma - \mu mg \cos\gamma = ma \Rightarrow g \cdot \sin\gamma - \mu g \cdot \cos\gamma = a$

Теперь вернемся к нашему диску. Если он соскальзывает с наклонных плоскостей за одно и то же время, то проекция ускорения диска на нижнее основание плоскости обоих случаях одинакова.

$a_1 \cdot \sin\alpha = a_2 \cdot \sin\beta \Rightarrow (g \cdot \sin\alpha - \mu g \cos\alpha)\sin\alpha = (g \cdot \sin\beta - \mu g \cos\beta)\sin\beta$

$g \sin^2\alpha - \mu g \sin\alpha\cos\alpha = g \cdot \sin^2\beta - \mu g \sin\beta\cos\beta$

$\sin^2\alpha - \sin^2\beta = \mu(\sin\alpha\cos\alpha - \sin\beta\cos\beta)$

$\mu = \dfrac{\sin^2\alpha - \sin^2\beta}{\sin\alpha\cos\alpha - \sin\beta\cos\beta} = \dfrac{\sin^2 45 - \sin^2 60}{\sin 45\cos 45 - \sin 60 \cos 60} =$

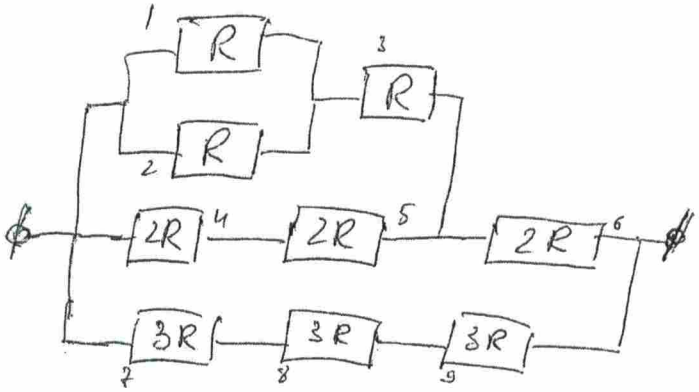
$= \dfrac{0{,}5 - 0{,}75}{0{,}5 - \frac{\sqrt{3}}{4}} \approx -3{,}732.$ Отрицательный коэффициент трения – это невозможно. Вероятно, в условии ошибка.

10 б

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
Л-46-09-02

Задача №4



$\frac{1}{R_{12}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$

$R_{12} = \frac{R}{2}$

$R_{123} = R_{12} + R_3 = \frac{R}{2} + R = \frac{3}{2}R$

$R_{45} = R_4 + R_5 = 2R + 2R = 4R$

$\frac{1}{R_{12345}} = \frac{1}{R_{123}} + \frac{1}{R_{45}} = \frac{2}{3R} + \frac{1}{4R} = \frac{11}{12R}$

$R_{12345} = \frac{12}{11}R$

$R_{123456} = R_{12345} + R_6 = \frac{12}{11}R + 2R = \frac{34}{11}R$

$R_{789} = R_7 + R_8 + R_9 = 3R + 3R + 3R = 9R$

$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_{123456}} + \frac{1}{R_{789}} = \frac{11}{34R} + \frac{1}{9R} = \frac{99 + 34}{306R} = \frac{133}{306R}$

$R_{общ} = \frac{306}{133}R = \frac{306}{133} \cdot 2\,Ом = 612\,Ом$

205

Ответ: 612 Ом

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

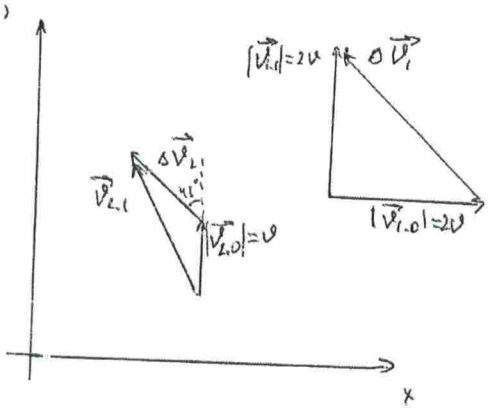
Шифр
Л-48 09-02

Олимпиада школьников «Наследники Левши» по физике - 2021/22	*Заключительный этап*	Чистовик

Задача №5

Пусть сначала точка массой m двигалась вдоль оси OX, а точка массой 2m – вдоль оси OY.

1) Пусть через некоторое время первая точка стала ~~двигаться~~ двигаться ~~в~~ положительном направлении оси OY.

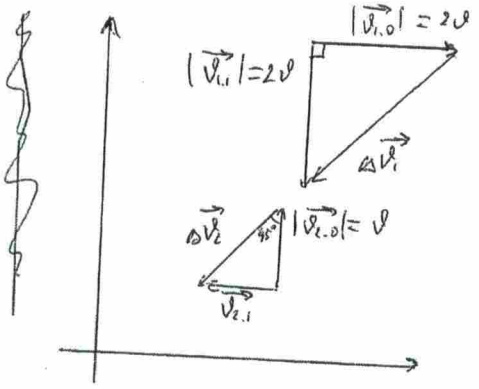


$$|\Delta\vec{v}_1| = \sqrt{|v_{1,0}|^2 + |v_{1,1}|^2} = 2\sqrt{2}v$$

т.к. масса второй точки вдвое больше, то её ускорение вдвое меньше и $|\Delta\vec{v}_2| = \frac{|\Delta\vec{v}_1|}{2} = \sqrt{2}v$

$$|\vec{v}_{2,1}| = \sqrt{(v + \sqrt{2}v \cdot \cos 45)^2 + (\sqrt{2}v \cdot \sin 45^\circ)^2} = \sqrt{(2v)^2 + v^2} = \sqrt{5}v = \sqrt{5} \cdot \sqrt{20}\,\frac{м}{с} = 10\,\frac{м}{с}$$

2) Пусть через некоторое время первая точка стала двигаться ~~в~~ в отрицательном направлении оси OY.



$$|\Delta\vec{v}_1| = \sqrt{|v_{1,0}|^2 + |v_{1,1}|^2} = 2\sqrt{2}v$$

$$|\Delta\vec{v}_2| = \frac{|\Delta\vec{v}_1|}{2} = \sqrt{2}v$$

$$|\vec{v}_{2,1}| = \sqrt{(v - \sqrt{2}v \cdot \cos 45^\circ)^2 + (-\sqrt{2}v \cdot \sin 45^\circ)^2} = \sqrt{0^2 + v^2} = v = \sqrt{20}\,\frac{м}{с}$$

20 б

$\sum$ 90 б

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
Л-46-09-02

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

9 класс

Участник: Степин Н.Н.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

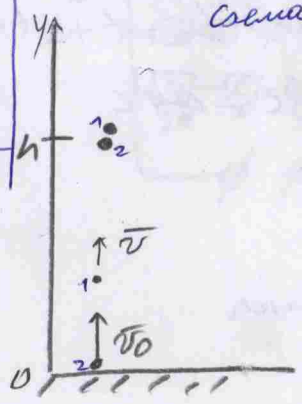
1.

1	2	3	4	5	Σ
20	20	0	20	0	60

Дано:
$v_0 = 20 \frac{м}{с}$
$\Delta t = 0{,}8\,с$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$
Найти: Δs

Решение:

Схематичный рисунок



Для 1 тела:

$$y = y_0 + v_{0y}(t+\Delta\tau) + \frac{a_y(t+\Delta\tau)^2}{2}$$

ОУ: $h = v_0 t + v_0\Delta t - \left(\frac{gt^2 + 2gt\Delta\tau + g\Delta t^2}{2}\right)$

Для 2 тела:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{a_y t^2}{2}$$

ОУ: $h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

Тела столкнулись $\Rightarrow h_1 = h_2 = h$. Приравняем и выразим t – время за которое 2 тело прошло путь h и столкнулось с 1 телом

$$v_0 t + v_0\Delta t - \left(\frac{gt^2 + 2gt\Delta t + g\Delta t^2}{2}\right) = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \quad /\cdot 2$$

$$2v_0 t + 2v_0\Delta t - gt^2 - 2gt\Delta t - g\Delta t^2 = 2v_0 t - gt^2$$

$$2v_0\Delta t - 2gt\Delta t - g\Delta t^2 = 0$$

$$t = \frac{2v_0\Delta t - g\Delta t^2}{2g\Delta t} = \frac{2 \cdot 20 \frac{м}{с} \cdot 0{,}8\,с - 10 \frac{м}{с^2} \cdot (0{,}8\,с)^2}{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2} \cdot 0{,}8\,с} = 1{,}6\,с$$

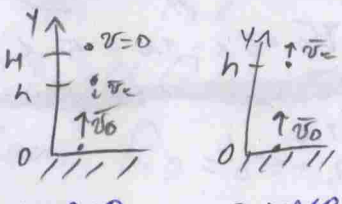
Подставим t в ур-е координаты 2 тела, выразим h встречи

$$h_{встр.} = v_0 t - \frac{gt^2}{2} = 20 \frac{м}{с} \cdot 1{,}6\,с - \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot (1{,}6\,с)^2}{2} = 19{,}2\,м$$

Ответ: $h_{встр.} = 19{,}2\,м$

Для 2 тела, путь $l_3 = h$. Для 1 тела он складывается из 2 участков l_1 и l_2, l_1 – путь пройденный телом до остановки, l_2 – путь пройденный телом после остановки. Это справедливо т.к. условия старта для 2 тел идентичны.

Схематичный рисунок



ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
090009

Найдем общий путь l_{12} пройденный 1 телом

1) l_1, запишем уравнение скорости, выразим время t_1 достижения максимальной высоты

$v_y = v_{0y} + a_y t$

ОУ: $0 = v_0 - g t_1 \Rightarrow t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{20\ \frac{м}{с}}{10\ \frac{м}{с^2}} = 2\ с$, общее время пути тела по условию $t + \Delta t \Rightarrow$

Запишем ур-е перемещения для этого участка

$s_y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$

$t_2 + t_1 = t + \Delta t \Rightarrow t_2 = t + \Delta t - t_1$

$t_2 = 1{,}6\ с + 0{,}8\ с - 2\ с = 0{,}4\ с$

ОУ: $l_1 = v t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$

$l_1 = 20\ \frac{м}{с} \cdot 2\ с - \frac{10\ \frac{м}{с^2} \cdot (2\ с)^2}{2} = 20\ м$

2) Запишем ур-е перемещения для оставшегося участка

$s_y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$

ОУ: $l_2 = -\frac{g t_2^2}{2} \Rightarrow l_2 = \frac{g t_2^2}{2} = \frac{10\ \frac{м}{с^2} \cdot (0{,}4\ с)^2}{2} = 0{,}8\ м$

$l_{12} = l_1 + l_2 = 20\ м + 0{,}8\ м = 20{,}8\ м$

$\Delta l = |l_{12} - l_3| = |20{,}8\ м - 19{,}2\ м| = 1{,}6\ м$

2 Ответ: $\Delta l = 1{,}6\ м$.

2.

Дано:
$V_1 = 6\ л$
$t_1 = 80°$
$V_2 = 1\ л$
$t_2 = 20°$
$V_0 = 1\ л$
$t_к$

Решение:

Запишем уравнение теплового баланса для 1 переливания, выразим t_3, конечную температуру воды

$Q_1 + Q_2 = 0$

$c m_1 \Delta t_1 + c m_2 \Delta t_2 = 0$

$c(\rho V_0 (t_3 - t_1) + \rho V_2 (t_3 - t_2)) = 0 \mid : c\rho$

$V_0 t_3 - V_0 t_1 + V_2 t_3 - V_2 t_2 = 0$

$t_3 = \frac{V_0 t_1 + V_2 t_2}{V_0 + V_2} = \frac{1 \cdot 10^{-3} м^3 \cdot 80° + 1 \cdot 10^{-3} м^3 \cdot 20°}{1 \cdot 10^{-3} м^3 + 1 \cdot 10^{-3} м^3} = 50°$

Запишем уравнение теплового баланса для 2 [redacted] переливания, учтя изменение объема 1 воды = $V_1 - V_0 = 6\ л - 1\ л = 5\ л$ — V_3, (выразим $t_к$)

[redacted]

$V_4 = 1\ л$

$Q_1 + Q_2 = 0$

$c m_1 \Delta t_1 + c m_2 \Delta t_2 = 0$

$c\rho(V_3(t_к - t_1) + V_4(t_к - t_3)) = 0 \mid : c\rho$

$V_3 t_к - V_3 t_1 + V_4 t_к - V_4 t_3 = 0$

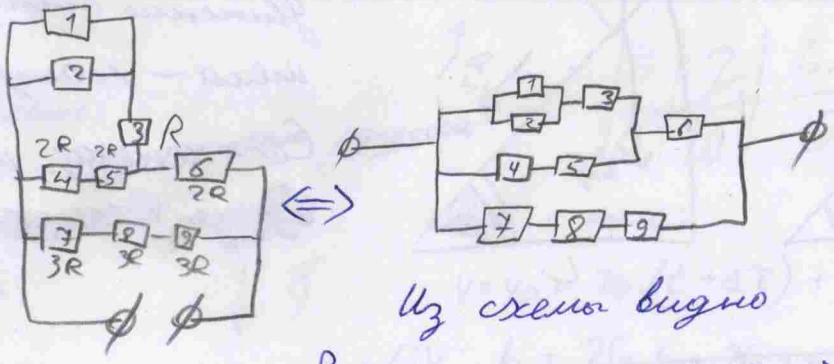
$t_к = \frac{V_3 t_1 + V_4 t_3}{V_3 + V_4} = \frac{5 \cdot 10^{-3} м^3 \cdot 80° + 1 \cdot 10^{-3} м^3 \cdot 50°}{5 \cdot 10^{-3} м^3 + 1 \cdot 10^{-3} м^3} = 75°$

Ответ: $t_к =$ [redacted] $75°$

Дано:
$R = 266$ Ом

$R_э$?

Преобразуем цепь в более удобный вид



Из схемы видно

R_{1-2} — парал. соед. $\Rightarrow$

$$R_{12} = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{1}{2} R$$

$R_{12} - R_3$ — последовательно $\Rightarrow$

$$R_{123} = R_{12} + R_3 = \frac{1}{2} R + R = 1{,}5\,R$$

$R_4 - R_5$ — последовательно $\Rightarrow$

$$R_{45} = R_4 + R_5 = 2R + 2R = 4R$$

$R_{45} - R_{123}$ — параллельно $\Rightarrow$

$$R_{1-5} = \frac{1}{\frac{1}{R_{45}} + \frac{1}{R_{123}}} = \frac{R_{45} \cdot R_{123}}{R_{45} + R_{123}} = \frac{4R \cdot 1{,}5R}{4R + 1{,}5R} = 1{,}09\,R$$

$R_{1-5} - R_6$ — последовательно $\Rightarrow$

$$R_{1-6} = 1{,}09R + 2R = 3{,}09\,R$$

$R_7 - R_8 - R_9$ — последовательно

$$R_{7-9} = 3R + 3R + 3R = 9R$$

$R_{7-9} - R_{1-6}$ — параллельно $\Rightarrow$

$$R_э = \frac{1}{\frac{1}{R_{7-9}} + \frac{1}{R_{1-6}}} = \frac{R_{1-6} \cdot R_{7-9}}{R_{1-6} + R_{7-9}} = \frac{9R \cdot 3{,}09R}{9R + 3{,}09R} \approx 2{,}3R$$

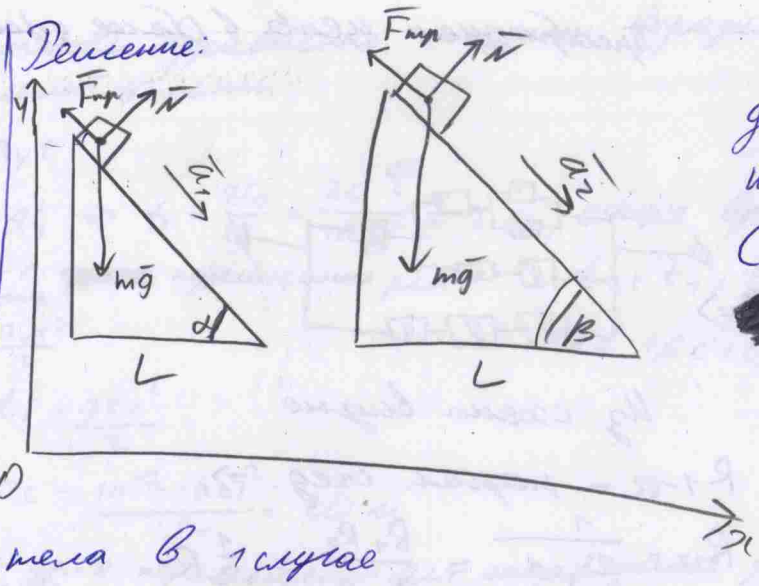
$R_э = 2{,}3 \cdot 266$ Ом $= 611{,}8$ Ом

Ответ: $R_э = 611{,}8$ Ом

Дано:
$M_1 = M_2$
$t_1 = t_2$
$\alpha = 45°$
$\beta = 60°$
$m = 0{,}05$ кг
$g = 10 \frac{м}{с^2}$

μ — ?

Решение:



Т.к. в обоих случаях движение поступательное $\Rightarrow$ тела — материальные точки

СО — инерц., нав. земли $\Rightarrow$ [redacted]

Для тела в 1 случае

По II закону Ньютона

$\bar{F}_{тр} + \bar{N} + m\bar{g} = m\bar{a}_1$

ОУ: [redacted] $F_{тр}\sin\alpha - mg + N\cos\alpha = 0$

Для тела в 2 случае

$\bar{F}_{тр} + \bar{N} + m\bar{g} = m\bar{a}_2$

ОУ: $F_{тр}\sin\beta - mg + N\cos\beta = 0$

По закону Амонтона-Кулона $F_{тр\,ск} = \mu N \Rightarrow$

$$\begin{cases} \mu N\sin\alpha - mg + N\cos\alpha = 0 \\ \mu N\sin\beta - mg + N\cos\beta = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \mu = \dfrac{mg - N\cos\alpha}{N\sin\alpha} \\ N = \dfrac{mg}{\mu\sin\beta + \cos\beta} \end{cases} \Rightarrow \mu = \frac{mg - \frac{mg\cos\alpha}{\mu\sin\beta + \cos\beta}}{\frac{mg\sin\alpha}{\mu\sin\beta + \cos\beta}} =$$

$$= \frac{mg\mu\sin\beta + mg\cos\beta - mg\cos\alpha}{\mu\sin\beta + \cos\beta} \cdot \frac{\mu\sin\beta + \cos\beta}{mg\sin\alpha} = \frac{mg(\mu\sin\beta + \cos\beta - \cos\alpha)}{mg\sin\alpha}$$

$$= \frac{\mu\sin\beta + \cos\beta - \cos\alpha}{\sin\alpha} \Rightarrow \mu\sin\alpha = \mu\sin\beta + \cos\beta - \cos\alpha \Rightarrow$$

$$\sin\alpha\,\mu - \mu\sin\beta = \cos\beta - \cos\alpha$$

$$\mu = \frac{\cos\beta - \cos\alpha}{\sin\alpha - \sin\beta} = 1{,}3$$

Ответ: $\mu = 1{,}3$

5-

Дано:
$m_1 = m$
$v_1 = 2v$
$m_2 = 2m$
$v_2 = v$

Решение:

После действия на 1 тело сил, v осталось такой же, изменилось лишь направление. O - инерц.
Направление изменилось на 90° ⇒ F тоже направлена на 90° относительно движения 1 тела, а тоже По I зак. Н

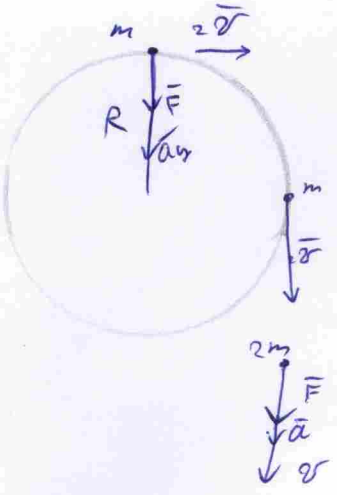
это a_y, $a_y = \frac{v^2}{R}$

По II закону Ньютона $F = ma_y$ (1 тело)

$F = \frac{m 4v^2}{R}$, из условия $F = const$ ⇒ такая сила будет действовать на 2 тело

По II закону Ньютона (2 тело)

$F = 2ma \quad a = \frac{F}{2m} = \frac{\frac{m4v^2}{R}}{2m} = \frac{m4v^2}{2mR} = \frac{4v^2}{2Rm}$



Так же известно:

$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\frac{F}{m}}{\frac{F}{2m}} = 2 \Rightarrow a_1 = 2a_2$, тогда

$2\frac{4v^2}{2Rm} = \frac{4v^2}{R}$

$8v^2 = 8mv^2$

Ответ: направление останется такими же

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

9 класс

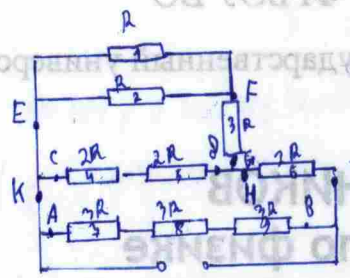
Участник: Столбовской А.С.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

№ 4

$R = 266$ Ом

Пусть R_i – сопротивление i-ого резистора



$R_{AB} = R_3 + R_8 + R_9 = 3R + 3R + 3R = 9R$ (последовательное соединение)

$R_{CD} = R_4 + R_5 = 2R + 2R = 4R$ (последовательное соединение)

$\frac{1}{R_{EF}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow R_{EF} = \frac{R}{2} = 0{,}5R$ (параллельное соединение)

$R_{EG} = R_{EF} + R_7 = 0{,}5R + R = 1{,}5R$ (последовательное соединение)

$\frac{1}{R_{KH}} = \frac{1}{R_{EG}} + \frac{1}{R_{CD}} = \frac{1}{1{,}5R} + \frac{1}{4R} = \frac{4}{6R} + \frac{1{,}5}{6R} = \frac{5{,}5}{6}R \Rightarrow R_{KH} = \frac{6}{5{,}5}R$ (параллельное соединение)

$R_{KI} = R_{KH} + R_6 = \frac{6}{5{,}5}R + 2R = 3\frac{0{,}5}{5{,}5}R = 3\frac{1}{11}R = \frac{34}{11}R$ (последовательное соединение)

$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_{KI}} + \frac{1}{R_{AB}} = \frac{11}{34R} + \frac{1}{9R} = \frac{99}{306R} + \frac{34}{306R} = \frac{133}{306R} \Rightarrow R_{общ} = \frac{306}{133}R$ (параллельное соединение)

$R_{общ} = \frac{306}{133} \cdot R = \frac{306}{133} \cdot 266$ Ом $= 612$ Ом

Ответ: $R_{общ} = 612$ Ом

№ 2

Дано:

$V_1 = 6$ л

$V_2 = 1$ л

$t_1 = 80°C$

$t_2 = 20°C$

$\rho = 1000 \frac{кг}{м^3} = 1 \frac{кг}{м^3 \cdot 10^{-3}} = 1 \frac{кг}{л}$

$C = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C}$

Решение:

Сначала во второй сосуд было $\frac{1 кг}{1 л} = 1$ кг воды; $t_2 = 20°C$

Затем в него залили $\frac{1 кг}{1 л} = 1$ кг воды; $t_1 = 80°C$

Q_{Σ} – Общая теплота смеси этих двух кг Воды $= Q_1 + Q_2$

$Q = t \cdot m \cdot c$

$Q_1 = 80° \cdot 1 кг \cdot 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C} = 336000$ Дж

$Q_2 = 20° \cdot 1 кг \cdot 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C} = 84000$ Дж

$Q_{\Sigma} = 336000$ Дж $+ 84000$ Дж $= 420000$ Дж

$t = \frac{Q}{m \cdot c}$

t_{II} – температура смеси во втором сосуде после установления теплового равновесия $=$

$= \frac{420000 Дж}{4200 Дж + (1 кг + 1 кг)} = 50°C$

№2 (продолжение)

~~Во второй~~ В первом сосуде осталось 6 л - 1 л = 5 л воды, то есть $\frac{1\ кг}{1\ л}$ = 5 кг воды; $t_1 = 80°C$

В него перелили $\frac{1\ кг}{1\ л}$ = 1 кг воды; $t_2 = 50°C$

Q_I - общая теплота смеси в первом сосуде = $Q_3 + Q_4$, где Q_3 - теплота 5 кг воды, Q_4 - теплота 1 кг воды

$Q_3 = 80° \cdot 5\ кг \cdot 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C} = 1680000\ Дж$

$Q_4 = 50° \cdot 1\ кг \cdot 4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C} = 210000\ Дж$

1	2	3	4	5	Σ
17	20	3	20	0	60

$Q_I = 1680000\ Дж + 210000\ Дж = 1890000\ Дж$

t_I - температура воды в первом сосуде после установления теплового равновесия равна

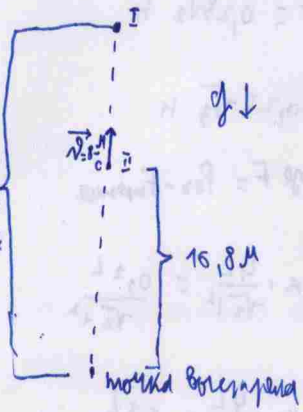
$$\frac{1890000\ Дж}{4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot (5\ кг + 1\ кг)} = 75°C$$

Ответ: В первом сосуде установилась температура 75°C.

№1

Пока как пули летели с одинаковой скоростью $\vec{v}$ и ускорением $\vec{g}$, достичь ~~"нижнюю"~~ ~~"верхнюю"~~ первую/вторую пулю могла только когда первая начала падать. Значит, во время достижения первой пулей верхней точки траектории пули ещё не встретились. Первая пуля достигла верхней точки когда её v стала равна 0, то есть через $\frac{V}{a} = \frac{V}{g} = \frac{20 \frac{м}{с}}{10 \frac{м}{с^2}} = 2\ с$. За это время она пролетела $S_1 = v_0 \cdot t - \frac{g t^2}{2} =$

$= 20 \frac{м}{с} \cdot 2\ с - \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot 4\ с^2}{2} = 40\ м - 20\ м = 20\ м$. Вторая пуля к этому моменту летела 2 с - 0,8 с = 1,2 с и достигла скорости $v_2 = v - g \cdot t = 20 \frac{м}{с} - 10 \frac{м}{с^2} \cdot 1{,}2\ с = 8 \frac{м}{с}$, пролетев $S_2 = v_0 \cdot t - \frac{g t^2}{2} = 20 \frac{м}{с} \cdot 1{,}2\ с - \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot 1{,}44\ с^2}{2} = 24\ м - 7{,}2\ м = 16{,}8\ м$



ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
проводится с 1995 года

Шифр
090002

№1 (продолжение)

До встречи пулям вместе осталось пройти $20 - 16{,}8 = 3{,}2$ м. Чтобы найти скорость сближения можно перейти в СИ второй пули, тогда $v_{общ} = v_2 + 0 - g\frac{м}{с_1}$; $a_{общ} = g - g = 0$

$S = 3{,}2$ м ; $v_{сближения} = 8\frac{м}{с}$; $t = \frac{S}{v} = \frac{3{,}2\,м}{8\frac{м}{с}} = 0{,}4$ с

За 0,4 с вторая пуля, двигаясь со скоростью $v_2 = 8\frac{м}{с}$ и ускорением $= -g$ (вернувшись в СИ земли) прошла ещё $S_2 = 8\frac{м}{с} \cdot 0{,}4\,с - \frac{10\frac{м}{с^2} \cdot 0{,}16\,с^2}{2} = 3{,}2\,м - 0{,}8 = 2{,}4\,м$.

Всего вторая пуля прошла $S_2 + S_2 = 16{,}8 + 2{,}4 = 19{,}2$ м, на этой высоте пули столкнулись,

Первая пуля за 0,4 с прошла вниз на $S_1 = \frac{10\frac{м}{с^2} \cdot 0{,}16\,с^2}{2} = 0{,}8$ м, всего она прошла $S_1 + S_1 = 20 + 0{,}8 = 20{,}8$ м

Первая пуля пролетела на $20{,}8 - 19{,}2 = 1{,}6$ м больше, чем вторая.

Ответ: пули столкнулись на высоте = 19,2 и первая пуля пролетела на 1,6 м больше, чем вторая.

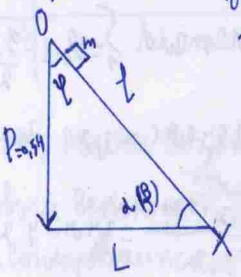
№3

Длина первой наклонной плоскости l_1 равна $\frac{L}{\cos\alpha}$ $l_1 = \frac{L}{\frac{\sqrt{2}}{2}} = \frac{2L}{\sqrt{2}}$

Длина второй наклонной плоскости l_2 равна $\frac{L}{\cos\beta}$ $l_2 = \frac{L}{\frac{1}{2}} = 2L$

Пусть время соскальзывания равно t

~~Пусть a_1~~ Вес диска $= 500\,г = 0{,}5\,кг \cdot 10\frac{м}{с^2} = 5 \cdot 0{,}1\,кг \cdot 10\frac{м}{с^2} = 0{,}5$ Н



Чтобы найти проекцию веса на ось OX - ~~плоскость~~ прямую, на которой происходит движение, нужно P умножить на $\cos\varphi = \sin\alpha$ или $\sin\beta$

$P_{ox_1} = 0{,}5\,Н \cdot \sin\alpha = 0{,}5 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0{,}25\sqrt{2}$ Н

$P_{ox_2} = 0{,}5\,Н \cdot \sin\beta = 0{,}5 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}25\sqrt{3}$ Н

По 2 закону Ньютона ~~$P = m \cdot a \Rightarrow a$~~ $F = m \cdot a \Rightarrow a = \frac{F}{m}$, где $F = P_{ox} - F_{трения}$

Так как $v_0 = 0$; $a = \frac{2S}{t^2}$

$a_1 = \frac{2 \cdot l_1}{t^2} = \frac{2 \cdot 2L}{\sqrt{2} \cdot t^2} = \frac{4L}{\sqrt{2} \cdot t^2}$

$F_1 = m \cdot a_1 = 0{,}5\,кг \cdot \frac{4L}{\sqrt{2}\,t^2} = \frac{0{,}2L}{\sqrt{2}\,t^2}$

$a_2 = \frac{2 \cdot l_2}{t^2} = \frac{2 \cdot 2L}{t^2} = \frac{4L}{t^2}$

$F_2 = m \cdot a_2 = 0{,}5\,кг \cdot \frac{4L}{t^2} = \frac{0{,}2L}{t^2}$

№5 (продолжение)

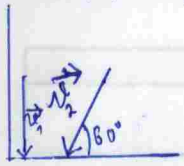
Найдём ускорение, приобретаемое второй точке: $\bar{a} = \frac{\bar{F}}{2m} = \frac{m \cdot 2V \cdot \sqrt{2}}{t} : 2m = \frac{\sqrt{2}V}{t}$

Направление вектора $\bar{a}$ осталось таким же, но его модуль уменьшился вдвое => по осям он также уменьшился вдвое: $\bar{a}_{2OX} = -\frac{V}{t}$; $a_{2OY} = \frac{-V}{t}$

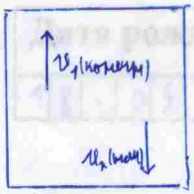
До начала воздействия проекция $\bar{V}_2$ на ось OX V_{2OX} была равна 0; на ось OY $V_{2OY} = -V$.

За t секунд скорость по оси OX стала $0 + \frac{-V}{t} \cdot t = -V$; по оси OY $= -V - \frac{V}{t} \cdot t = -2V$

Модуль $\bar{V}_2$ (изначально стал равен $\sqrt{(+V)^2 + (-2V)^2} = \sqrt{5V^2} = \sqrt{5} \cdot 20 = \sqrt{100} = 10 \frac{м}{с}$; по оси OY его проекция в 2 раза больше, чем по оси OX => его направление — 60° под углом 60° к оси OX под углом 30° к первому вектору.

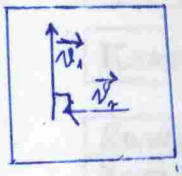


II) Новый вектор $\bar{v}_1$ противонаправлен исходному вектору $\bar{V}_2$

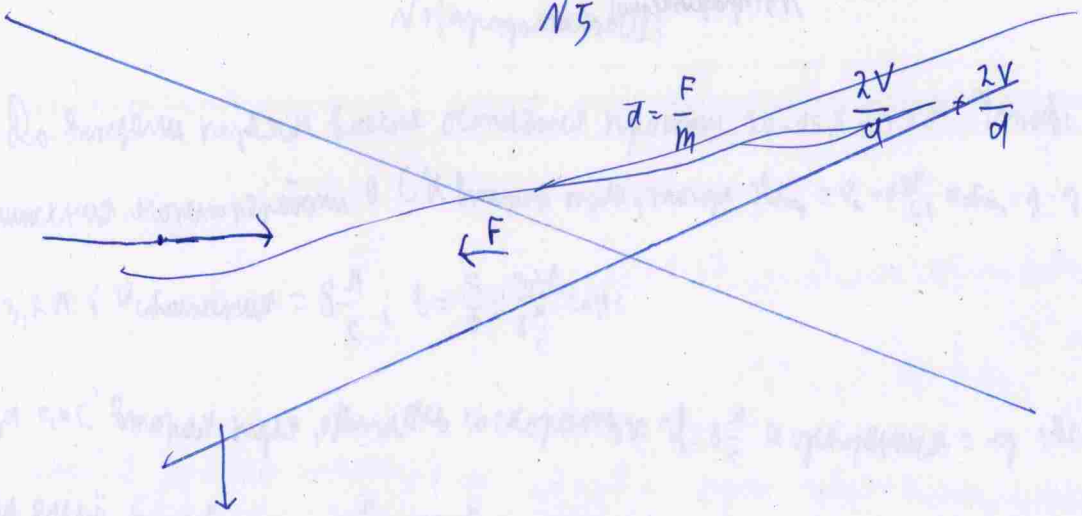


Тогда рассуждения имеют схожий характер и по модулю все рассуждения и вычисления верны, но в таком случае векторы $\bar{a}_{1OY}$ и $\bar{a}_{2OY}$ имеют положительную направленность $\frac{2V}{t}$ и $\frac{V}{t}$ соответственно. Новая скорость второй точки по оси OX сократится, по оси OY она будет равна $-V + \frac{V}{t} \cdot t = 0$

Тогда длина вектора $\vec{v}_2$ будет равна $\sqrt{(+V)^2 + 0} = \sqrt{V^2} = V = \sqrt{20} \frac{м}{с}$; направлен он будет перпендикулярно своему прошлому движению, параллельно движению первой точки и оси OY

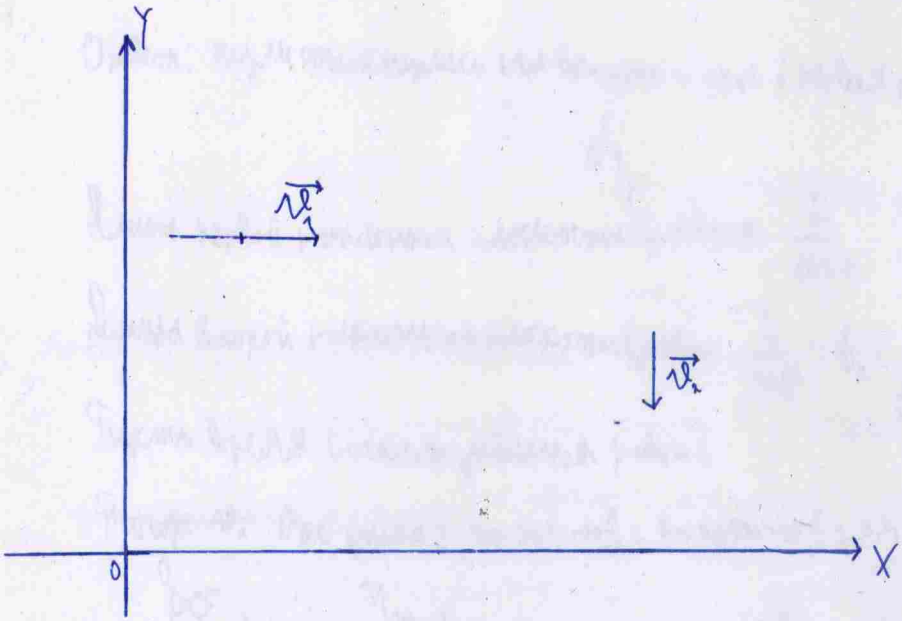


№5



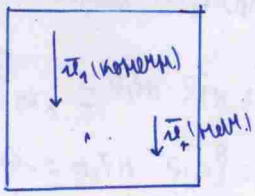
№5

Дано: Описать вектора движения точек по координатной плоскости, для простоты решения пусть $\vec{v}_1$ - вектор движения первой точки - $\parallel OX$; $\vec{v}_2$ - вектор движения второй точки - $\parallel OY$;



Перед нами возникает два варианта:

1) Новый вектор $\vec{v}_1 \uparrow\uparrow \vec{v}_2$ ~~$\vec{v}_1 \uparrow\uparrow \vec{v}_2$~~ $\vec{v}_1$ сонаправлен исходному вектору $\vec{v}_2$



Пусть: до начала воздействия проекция $\vec{v}_1$ на ось OX $v_{10x} = 2V$; на ось OY $v_{10y} = 0$; ~~Когда~~ Когда вектор стал перпендикулярен $- v_{10x} = 0$; $v_{10y} = -2V$

По второму з. Ньютона $\bar{F} = m \cdot \bar{a}_1 \Rightarrow \bar{a}_1 = \frac{\bar{F}}{m}$, где $\bar{F}$ - сила, действующая на тело. Пусть изменение вектора за данное t секунд, тогда $\bar{a}_1$ раскладывается по осям: $a_{10x} = \frac{0-2V}{t} = -\frac{2V}{t}$; $a_{10y} = \frac{-2V-0}{t} = -\frac{2V}{t}$.

Отсюда длина вектора a_1 равна $\sqrt{(-\frac{2V}{t})^2 + (\frac{-2V}{t})^2} = \sqrt{\frac{8V^2}{t^2}} = \frac{2V}{t} \cdot \sqrt{2}$; сила $\bar{F}$ равна $m \cdot \frac{2V}{t} \cdot \sqrt{2}$

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

9 класс

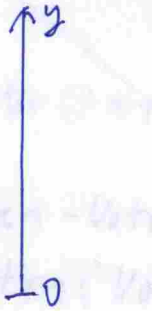
Участник: Шамаев К.А.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

1.

1	2	3	4	5	Σ
10	15	20	20	15	80

Дано:
$v_0 = 20 \frac{м}{с}$
$t = 0{,}8$ с
$h_0 - ?$



Уравнение движения тут 1:

$y = y_0 + v_{0y} + t\frac{a_y t^2}{2}$; $y_0 = 0$, $v_{0y} = v_0$, $a_y = -g$, $t = t_1$, $y = y_1$

$y_1 = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$

Уравнение движения тут 2:

$y = y_0 + v_{0y} + t\frac{a_y t^2}{2}$; $y_0 = 0$, $v_{0y} = v_0$, $a_y = -g$, $t = t_2 = t_1 + t$, $y = y_2$

$y_2 = v_0(t_1 + t) - \frac{g(t_1+t)^2}{2}$

Условие встречи:

$y_1 = y_2$

$v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_0(t_1 + t) - \frac{g(t_1+t)^2}{2}$

$v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = v_0 t_1 + v_0 t - \frac{g t_1^2}{2} - \frac{2 g t_1 t}{2} - \frac{g t^2}{2}$

$0 = v_0 t - g t_1 t - \frac{g t^2}{2}$

$g t t_1 = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$

$t_1 = \frac{v_0 t}{g} - \frac{t^2}{2}$

$t_1 = \frac{20 \frac{м}{с} \cdot 0{,}8 с}{10 \frac{м}{с^2}} - \frac{0{,}8 с}{2}$

$t_1 = 1{,}6$ с

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
проводится с 1995 года

Шифр
090011

Уравнение перемещения тела 1

$y = v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$; $y = h_0$

$v_{0y} = v_0$

$t = t_1$

$a_y = -g$

$h_0 = v_0 t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$

$h_0 = 20 \frac{м}{с} \cdot 1{,}6\,с - \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot 1{,}6^2\,с^2}{2}$

$h_0 = 19{,}2\,м$

Ответ: 19,2 м.

2.

Дано:	СИ:
$V_1 = 6\,л$	$0{,}006\,м^3$
$t_1 = 80°C$	
$V_2 = 1\,л$	$0{,}001\,м^3$
$t_2 = 20°C$	
$V_0 = 1\,л$	$0{,}001\,м^3$
$t_{к1} - ?$	

1) Перелитая вода из 1-го сосуда во 2-ой

Уравнение теплового баланса:

~~$Q_1 + Q_2 = 0$; $Q_1 = m_0 c_в (t_{к2} - t_{02})$~~

~~$Q_2 = m_2 c_в (t_{к2} - t_{02})$~~

$Q_1 + Q_2 = 0$; $Q_1 = c_в m_0 (t_{к2} - t_1)$

$Q_2 = c_в m_2 (t_{к2} - t_2)$

$c_в m_0 (t_{к2} - t_1) + c_в m_2 (t_{к2} - t_2) = 0 \;|: c_в (c_в \neq 0)$

$m_0 (t_{к2} - t_1) + m_2 (t_{к2} - t_2) = 0$; $m_0 = \rho_в V_0$

$\rho_в V_0 (t_{к2} - t_1) + \rho_в V_2 (t_{к2} - t_2) = 0 \;|: \rho_в (\rho_в \neq 0)$ $\quad m_2 = \rho_в V_2$

$t_{к2} V_0 - t_1 V_0 + V_2 t_{к2} - V_2 t_2 = 0$

$t_{к2} (V_1 + V_2) = V_0 t_1 + V_2 t_2$

$t_{к2} = \frac{V_0 t_1 + V_2 t_2}{V_0 + V_2}$

$t_{к2} = \frac{0{,}001\,м^3 \cdot 80°C + 0{,}001\,м^3 \cdot 20°C}{0{,}001\,м^3 + 0{,}001\,м^3}$

$t_{к2} = 50°C$

продолжение на след. стр.

2) Перелив воды из 2-го сосуда в 1-ый:

Уравнение теплового баланса:

$Q_3 + Q_4 = 0$; $Q_3 = c_в m_0 (t_{к1} - t_{к2}) = c_в \rho_в V_0 (t_{к1} - t_{к2})$

$Q_4 = c_в m_1 (t_{к1} - t_1) = c_в \rho_в V_1 (t_{к1} - t_1)$

$c_в \rho_в V_0 (t_{к1} - t_{к2}) + c_в \rho_в V_1 (t_{к1} - t_1) = 0 \;|: c_в \rho_в \; (c_в \rho_в \neq 0)$

$V_0 t_{к1} - V_0 t_{к2} + V_1 t_{к1} - V_1 t_1 = 0$

$t_{к1}(V_0 + V_1) = V_1 t_1 + V_0 t_{к2}$

$$t_{к1} = \frac{V_1 t_1 + V_0 t_{к2}}{V_0 + V_1}$$

$$t_{к1} = \frac{0{,}006\ м^3 \cdot 80^\circ C + 0{,}001\ м^3 \cdot 50^\circ C}{0{,}001\ м^3 + 0{,}006\ м^3}$$

$t_{к1} = 75{,}7^\circ C$

Ответ: ~~75,7°C~~

Дано:

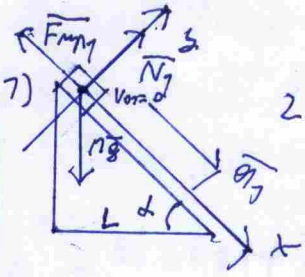
$m = 50г$

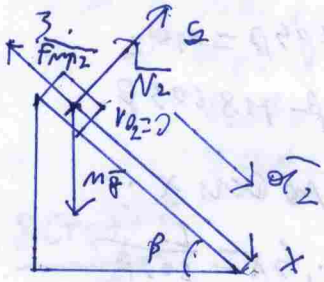
$\alpha = 45^\circ$

$\beta = 60^\circ$

$t_1 = t_2 = t_0$

$\mu - ?$





Ось x в обоих случаях сонаправлена с составляющей ускорения, ось y ⊥ оси x

1) По II закону Ньютона (ИСК - материальная точка, ИСО - земля)

$m\vec{g} + \vec{N_1} + \vec{F_{тр1}} = m\vec{a_1}$

~~$Ox: mg\sin\alpha - F_{тр1}$~~

$Ox: mg\sin\alpha - F_{тр1} = ma_1$

$Oy: mg\sin\alpha - \mu N_1 = ma_1$

$$a_1 = \frac{mg\sin\alpha - \mu N_1}{m}$$

$Oy: N_1 - mg\cos\alpha = 0$

$N_1 = mg\cos\alpha$

$$a_1 = \frac{mg\sin\alpha - \mu mg\cos\alpha}{m}$$

$a_1 = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$

Уравнение движения по Ox:

$S_x = V_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$; ~~$S_x = L\cos\alpha$~~

$S_x = \frac{L}{\cos\alpha}$

$V_{0x} = 0$

$a_x = a_1$

$t = t_1 = t_0$

$$\frac{L}{\cos\alpha} = \frac{a_1 t_0^2}{2}$$

$$t_0^2 = \frac{2L}{a_1 \cos\alpha}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2L}{a_1 \cos\alpha}}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2L}{(\cos\alpha)\cdot(g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha)}}$$

2) Это II закону Ньютона (вектор материальной точки, исследуемой)

$$m\bar{g} + \bar{N}_2 + \bar{F}_{тр2} = m\bar{a}_2$$

① X: ~~$mg\cos$~~

$$mg\sin\beta - F_{тр2} = ma_2$$

$$mg\sin\beta - \mu N_2 = ma_2$$

OY: $N_2 - mg\cos\beta = 0$

$$N_2 = mg\cos\beta$$

$$mg\sin\beta - \mu mg\cos\beta = ma_2$$

$$a_2 = g\sin\beta - \mu g\cos\beta$$

Уравнение движения по оси x:

$$S_x = V_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}; \quad S_x = \frac{L}{\cos\beta}$$

$V_{0x} = 0$

$t = t_2 = t_0$

$a_x = a_2$

$$\frac{L}{\cos\beta} = \frac{a_2 t_0^2}{2}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2L}{a_2\cos\beta}}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2L}{(g\sin\beta - \mu g\cos\beta)\cos\beta}}$$

$$\sqrt{\frac{2L}{(g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha)\cos\alpha}} = \sqrt{\frac{2L}{(g\sin\beta - \mu g\cos\beta)\cos\beta}}$$

~~$g\sin\beta - \mu g$~~

$$g\sin\beta\cos\beta - \mu g\cos^2\beta = g\sin\alpha\cos\alpha - \mu g\cos^2\alpha$$

$$\mu(g\cos^2\beta - g\cos^2\alpha) = g\sin\beta\cos\beta - g\sin\alpha\cos\alpha$$

$$\mu = \frac{g\sin\beta\cos\beta - g\sin\alpha\cos\alpha}{g\cos^2\beta - g\cos^2\alpha}$$

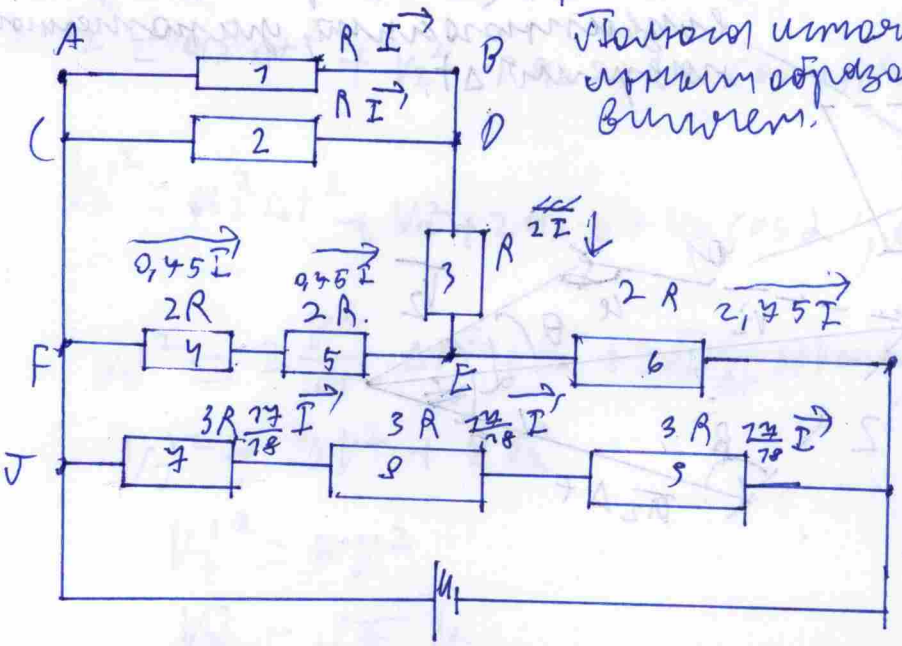
$$\mu = \frac{\sin\beta\cos\beta - \sin\alpha\cos\alpha}{\cos^2\beta - \cos^2\alpha}$$

$$\mu = \frac{\sin 60^\circ \cos 60^\circ - \sin 45^\circ \cos 45^\circ}{\cos^2 60^\circ - \cos^2 45^\circ}$$

$$\mu \approx 0{,}268$$

Ответ: 0,268

4


A
B
C
D
E
F
K
J
X
R I
R I
1
2
3
4
5
6
7
8
9
2I
0,45 I
0,55 I
2R
2R
2 R
2,75 I
3R
3R
3 R
I
I
I

$R_{экв} = \frac{306}{133} \cdot 266$ Ом

$R_{экв} = 612$ Ом

Ответ: 612 Ом.

5.

Дано:

$m_1 = M$

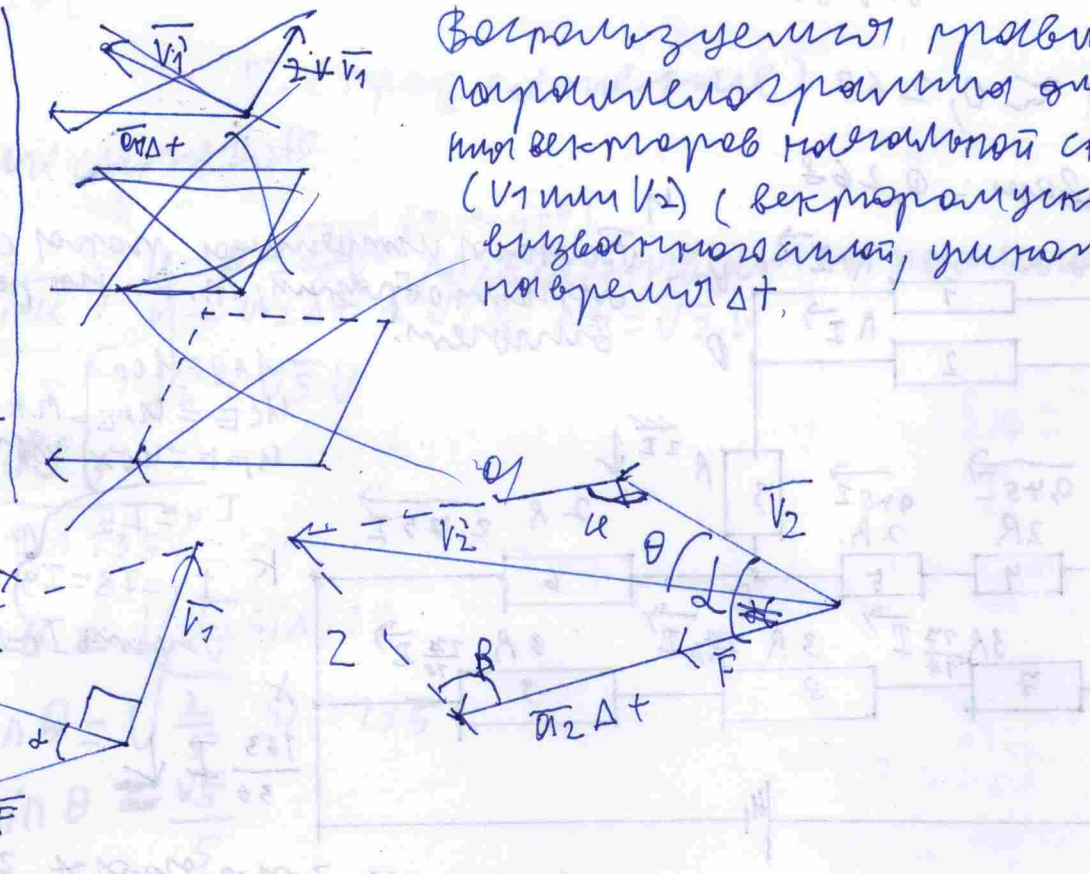
$V_1 = 2V$

$m_2 = 2M$

$V_2 = V$

$\vec{V_1} \perp \vec{V_2}$

$V = \sqrt{20}$ м/с



Воспользуемся правилом параллелограмма для сложения векторов начальной скорости (V_1 или V_2) с вектором ускорения вызванного силой, умноженным на время Δt.

Для тела 1:

По теореме Пифагора:

$V_1^2 + (V_1)^2 = x^2$; $x = a_1 \Delta t$ по свойству параллелограмма.

$2V^2 + 4V^2 = a_1^2 \Delta t^2$

$a_1 = \frac{\sqrt{8}V}{\Delta t}$; По II закону Ньютона (и со-зелим):

$F = 2m a_1 = M a_1$

$a_1 = \frac{F}{2m}$

$\frac{F}{2m} = \frac{\sqrt{8}V}{\Delta t}$

$F = \frac{\sqrt{8}MV}{\Delta t}$

$\sin\alpha = \frac{y}{a_1 \Delta t}$; $y = V_1$ по свойству параллелограмма

$\sin\alpha = \frac{V_1}{\frac{\sqrt{8}V}{\Delta t}\Delta t}$

$\sin\alpha = \frac{2V}{\sqrt{8}V}$

$\sin\alpha = \frac{2}{2\sqrt{2}}$

$\sin\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$\alpha = 45^0$

Для тела 2:

По теореме косинусов:

$(V_2')^2 = a_2^2\Delta t^2 + L^2 - 2a_2\Delta t\, 2\cos\beta$; $L = V_2$, $\beta = 180^0 - \alpha$ по свойствам параллелограмма

$V_2'^2 = a_2^2\Delta t^2 + V_2^2 - 2a_2\Delta t V_2 \cos(180^0 - \alpha)$; ~~$\cos\beta =$~~ ~~$\cos 180^0 - \alpha = \cos 135^0 = -\cos$~~ $\cos(180^0 - \alpha) = -\cos\alpha$

$V_2'^2 = a_2^2\Delta t^2 + V_2^2 + 2a_2\Delta t V_2 \cos\alpha$; $a_2 = \frac{F}{M_2} = \frac{F}{2M} = \frac{\sqrt{8}MV}{2M\Delta t} = \sqrt{2}\frac{V}{\Delta t}$

$V_2'^2 = 2\frac{V^2}{\Delta t^2}\Delta t^2 + V_2^2 + 2\sqrt{2}\frac{V}{\Delta t}\Delta t V\cos\alpha$; $V_2 = V$, $\cos\alpha = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$V_2'^2 = 3V^2 + 2V_2^2$

$V_2'^2 = 5V^2$

$V_2' = \sqrt{5}\,V$

$V_2' = \sqrt{5}\cdot\sqrt{20}\ \frac{м}{с}$

$V_2' = 10\ \frac{м}{с}$

~~Ответ: 10 м/с~~ $V_2' = 10\ \frac{м}{с}$ проверьте фото

2. (проверьте)

2) Перемешали воду из 2-го сосуда в 1-ый. Уравнение теплового баланса:

$Q_3 + Q_4 = 0$; $Q_3 = c_в M_0(t_{к1} - t_{к2}) = c_в \rho_в V_0(t_{к1} - t_{к2})$

$Q_4 = c_в(M_1 - M_0)(t_{к1} - t_1) = c_в\rho_в(V_1 - V_0)(t_{к1} - t_1)$

$c_в\rho_в V_0(t_{к1} - t_{к2}) + c_в\rho_в(V_1 - V_0)(t_{к1} - t_1) = 0$

$V_0 t_{к1} - V_0 t_{к2} + (V_1 - V_0)t_{к1} - (V_1 - V_0)t_1 = 0$

$V_1 t_{к1} = V_0 t_{к2} + (V_1 - V_0)t_1$

$$t_{к1} = \frac{v_0 t_{к2} + (V_1 - V_0) t_1}{V_1}$$

$$t_{к1} = \frac{0{,}001\,м^3 \cdot 50^\circ C + (0{,}006\,м^3 - 0{,}001\,м^3) 80^\circ C}{0{,}006\,м^3}$$

$$t_{к1} = 75^\circ C$$

Ответ: $75^\circ C$

5. (продолжение)

По теореме синусов:

$$\frac{a}{\sin\theta} = \frac{V_2'}{\sin\alpha}; \quad \alpha = \beta = 180^\circ - 45^\circ = 135^\circ$$

по свойствам параллелограмма

$$a = a_2 \Delta t = \sqrt{2}\frac{V}{\Delta t}\Delta t = \sqrt{2}V$$

$$V_2' = \sqrt{5}V$$

$$\frac{\sqrt{2}V}{\sin\theta} = \frac{\sqrt{5}V}{\sin 135}$$

$$V\sqrt{5}\sin\theta = V\sqrt{2}\sin 135$$

$$\sin\theta = \sqrt{\frac{2}{5}}\sin 135$$

$$\sin\theta = \frac{\sqrt{5}}{5}$$

$$\theta \approx 26{,}57^\circ$$

~~Ответ: $V_2' = 10\frac{м}{с}$, $\overset{\frown}{V_1 V_2} = 26{,}57^\circ$ угол между вектором~~
~~под которой скорость V_2 направлен~~

Ответ: $10\frac{м}{с}$, скорость отклонилась на $26{,}57^\circ$ от первоначального направления
исходного в сторону действия силы

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

9 класс

Участник: Щербатых С.О.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

№1.

Дано:
$v_0 = 20 \frac{м}{с}$
$\alpha = \frac{\pi}{2}$
$\tau = 0{,}8 с$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$h - ?$
$S_1 - S_2 - ?$

Решение:
Понятно, что из-за задержки в момент столкновения первая пуля опустится ниже H_{max}, а вторая ещё её не достигнет. $h_1 = h_2$ по условию

$h_1 = v_0 t - \frac{gt^2}{2} - \frac{gx^2}{2}$ ($v_0 t - \frac{gt^2}{2} = H_{max}$)

$h_2 = v_0(t-\tau) - \frac{g(t-\tau)^2}{2}$

$H_{max} = \frac{v_0^2}{2g}$

$H_{max} - \frac{gx^2}{2} = v_0(t-\tau) - \frac{g(t-\tau)^2}{2}$

$\frac{v_0^2}{2g} - \frac{gx^2}{2} = v_0(t-\tau) - \frac{g(t-\tau)^2}{2} \quad | \cdot 2g$

$v_0^2 - 2gv_0(t-\tau) + g^2(t-\tau)^2 = g^2x^2$

$\sqrt{\frac{v_0^2 - 2gv_0(t-\tau) + g^2(t-\tau)^2}{g^2}} = x$ — x - время столкновения

Отсюда x подставляем в формулу h_1 и находим h

$h = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{v_0^2 - 2gv_0(t-\tau) + g^2(t-\tau)^2}{2g} = \frac{400}{20} - \frac{400 - 400 \cdot 1{,}2^2 + 100 \cdot 1{,}44}{20} =$

$= 20 - 3{,}2 = 16{,}8 м$

$\begin{cases} S_1 = H_{max} + (H_{max} - h) \\ S_2 = h \end{cases}$ $S_1 - S_2 = H_{max} + H_{max} - h - h = 2(H_{max} - h) = 2 \cdot 3{,}2 = 6{,}4 м$

Ответ: $h = 16{,}8 м$; ~~$S_1 - S_2 = 6{,}4 м$~~ $S_1 - S_2 = 6{,}4 м$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • НАСЛЕДНИКИ Левши • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • проводится с 1995 года

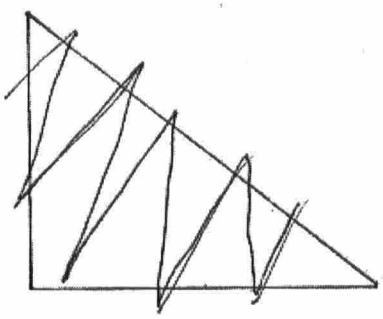
Шифр: 36-09-01

N3.

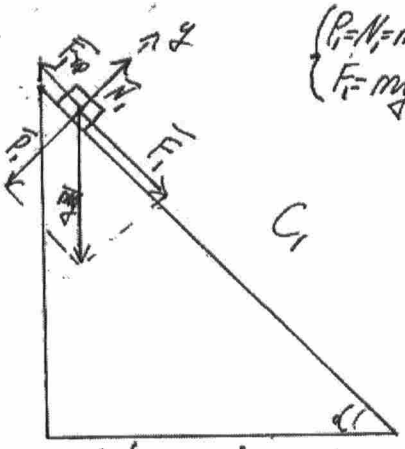
Дано:
$m = 0{,}05$ кг
$\alpha = 45^\circ$
$\beta = 60^\circ$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$
$t_1 = t_2 = t$

μ - ?

Решение:



1).



$\begin{cases} P_1 = N_1 = mg\cos\alpha \\ F_1 = mg\sin\alpha \end{cases}$

$\cos\alpha = \frac{L}{C_1}$ L

$C_1 = \frac{L}{\cos\alpha}$ $C_1 = S$

$a = \frac{\sum \vec{F}}{m} = \frac{mg\sin\alpha - \cos\alpha\,\mu \cdot mg}{m} =$

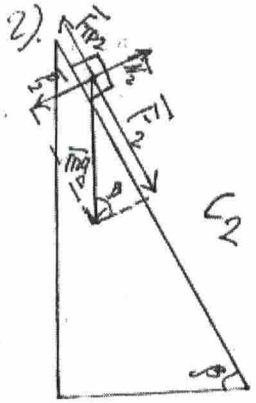
$= g(\sin\alpha - \mu(\cos\alpha)$

$S = \frac{at^2}{2} = \frac{g(\sin\alpha - \mu\cdot\cos\alpha)\,t^2}{2}$

$t^2 = \frac{2S}{g(\sin\alpha - \cos\alpha\cdot\mu)} =$

$= \frac{2L}{g\cdot\cos\alpha(\sin\alpha - \mu\cdot\cos\alpha)}$.

2).



$\begin{cases} P_2 = N_2 = mg\cos\beta \\ F_2 = mg\sin\beta \end{cases}$

$a = \frac{\sum \vec{F}}{m} = \frac{mg\sin\beta - mg\mu\cdot\cos\beta}{m} =$

$= g(\sin\beta - \mu\cdot\cos\beta)$

L $t^2 = \frac{2L}{g(\sin\beta - \mu\cdot\cos\beta)\cos\beta}$

$t = t$

$\frac{2L}{\cos\beta\cdot g(\sin\beta - \mu\cdot\cos\beta)} = \frac{2L}{g(\cos\alpha(\sin\alpha - \mu(\cos\alpha)}$

$\cos\beta\, g(\sin\beta - \mu\cdot\cos\beta) = \cos\alpha\cdot g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$g\cdot\cos\beta\cdot\sin\beta - g\mu\cos^2\beta = g\cos\alpha\cdot\sin\alpha - \mu\cdot g\cos^2\alpha$

$\cos\beta\cdot\sin\beta - \mu\cos^2\beta = \cos\alpha\cdot\sin\alpha - \mu\cos^2\alpha$

$\cos\beta\cdot\sin\beta - \cos\alpha\sin\alpha = \mu(\cos^2\beta - \cos^2\alpha)$

$\mu = \frac{\cos\beta\cdot\sin\beta - \cos\alpha\cdot\sin\alpha}{\cos^2\beta - \cos^2\alpha}$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр: 36-09-01

Вычисления:

$$\mu = \frac{\cos 60^\circ \cdot \sin 60^\circ - \cos 45^\circ \cdot \sin 45^\circ}{\cos^2 60^\circ - \cos^2 45^\circ} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{2}}{2}\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}}{\left(\frac{1}{2}\right)^2 - \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{4} - \frac{2}{4}}{\frac{1}{4} - \frac{2}{4}} =$$

$$= \frac{\frac{\sqrt{3}-2}{4}}{-\frac{1}{4}} = -(\sqrt{3}-2) = 2-\sqrt{3} \approx 0{,}2679$$

Ответ: $\mu = 2-\sqrt{3} = 2-\sqrt{3} \approx 0{,}2679$

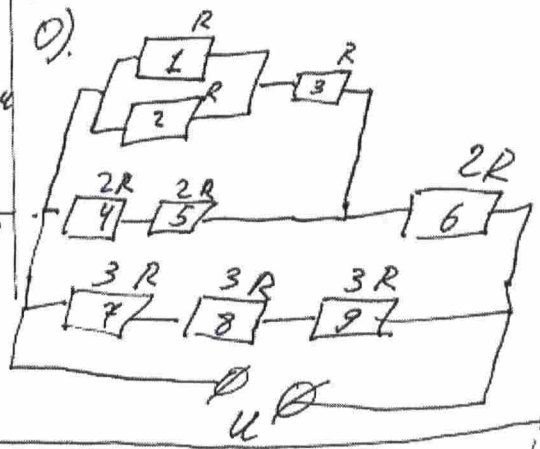
Дано:

$R = 266$ Ом

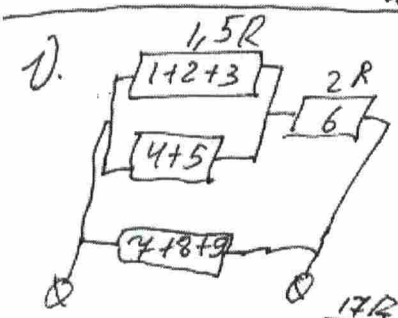
$R_{общ} - ?$

Решение:

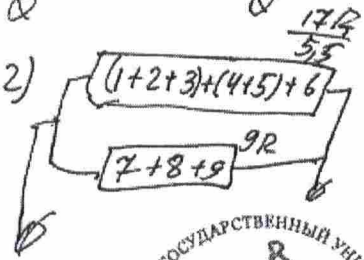
0).



1).



2)



№4.

$R_{посл} = R_1 + R_2 + \ldots + R_n$

$R_{пар.}^{-1} = \frac{1}{R_1}\Big|^{R_2} + \frac{1}{R_2}\Big|^{R_1} = \frac{R_2+R_1}{R_1 R_2}$

$R_{пар} = \frac{R_1 R_2}{R_2 + R_1}$

0).

$1+2 = \frac{R\cdot R}{R+R} = \frac{R}{2}$

$(1+2)+3 = \frac{R}{2} + R = 1{,}5R$

$4+5 = 2R+2R = 4R$

$7+8+9 = 3R+3R+3R = 9R$

2). $(1+2+3)+(4+5) = \frac{1{,}5R\cdot 4R}{R(4+1{,}5)} = \frac{6}{5{,}5}R$

$(1+2+3)+(4+5)+6 = \frac{6R}{5{,}5} + 2R = \frac{17R}{5{,}5}$

$(1+2+3)+(4+5)+6+(7+8+9) =$

$= \frac{\frac{17R}{5{,}5}\cdot 9R}{\frac{17R}{5{,}5} + 9R} = \frac{\frac{153R^2}{5{,}5}}{\frac{66{,}5R}{5{,}5}} = \frac{153}{66{,}5}R$

Шифр
36-09-01

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

$R_{общ} = \frac{153}{66,5}$ $R = \frac{153 \cdot 266}{66,3} = 612 = 612$ Ом

Ответ: $R_{общ} = 612$ Ом

Дано.

$P_1 = m \cdot 2v$ $m; 2v$

$P_2 = 2m \cdot v$ $2m; v$

$v = \sqrt{20} \frac{м}{с}$

$v_1 = 2v$

$\vec{F_1} = \vec{F_2}$

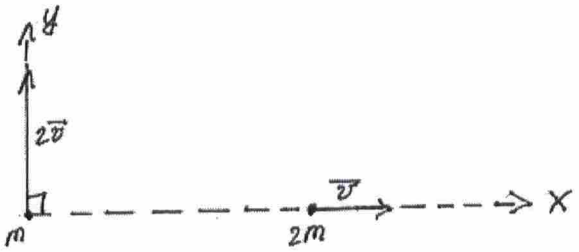
$t = t$

$v_R - ?$

$\angle B - ?$

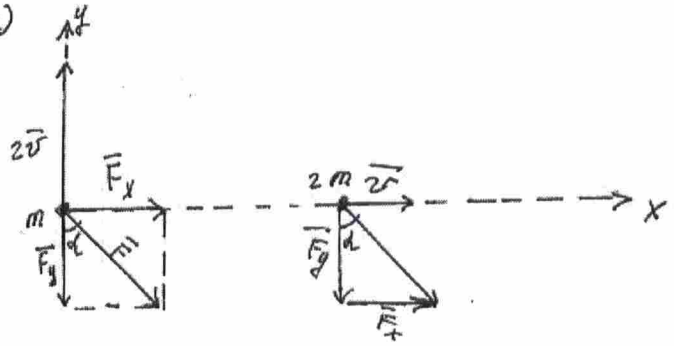
Решение: №5.

1.



$F = 0$

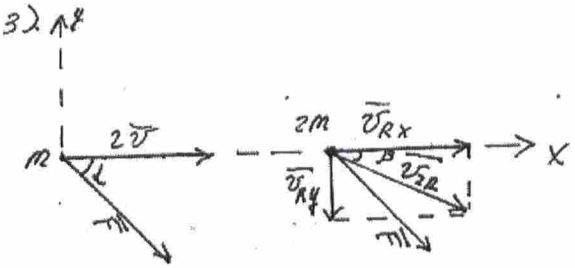
2)



$\vec{F} = F$

$I = 0$

3)



~~$F = F$~~

$I = t$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

36-09-01

Разложим F на Ox и Oy: $\begin{cases} F_x = F\cos\alpha \\ F_y = F\cdot\sin\alpha \end{cases}$

Для 1 точки:

ЗИ: $m\Delta v = Ft$

$\begin{cases} \Delta V_{1y} = 0v - 2v = -2v \\ \Delta V_{1x} = 2v - 0v = 2v \end{cases}$ $\Rightarrow$ Раз $|\Delta V_{1y}| = |\Delta V_{1x}|$, то $|F_x| = |F_y|$

Это возможно при $\alpha = \frac{\pi}{4}$

Раз $\Delta v_y < 0$, то $\overline{F_y}$ напр. против Oy

Раз $\Delta v_x > 0$, то $\overline{F_x}$ напр. по Ox

Для 2 точки:

ЗИ: $2m\Delta v = Ft \Rightarrow \Delta v_1 = \frac{\Delta v_1}{2}$

$\begin{cases} \Delta v_{2y} = -1v \\ \Delta v_{2x} = 1v \end{cases}$

Посчитаем конечную (v_R) скорость для 2 точки:

$\begin{cases} v_{2Ry} = v_{2y} + \Delta v_{2y} = 0 - v = -v \\ v_{2Rx} = v_{2x} + \Delta v_{2x} = v + v = 2v \end{cases}$

По Th Пифагора

$v_R = \sqrt{v_{2Ry}^2 + v_{2Rx}^2} = \sqrt{v^2 + (2v)^2} = \sqrt{20 + 4\cdot 20} = \sqrt{100} = 10\ \frac{м}{с}$

$\sin\beta = \frac{|v_{2Ry}|}{v_R} = \frac{v}{10} = \frac{\sqrt{20}}{10} = 0{,}44$

$\beta = \sin^{-1}\beta = 26{,}5^\circ$

Ответ: $v_R = 10\ \frac{м}{с}$; $\angle\beta = 26{,}5^\circ$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр: 36-09-01

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

10 класс

Участник: Звягинцев Л.И.

Регион (региональная площадка): Орловская обл.

№1

Дано:

$v_2 = 1{,}5 \frac{м}{с}$

$\alpha = 53°$

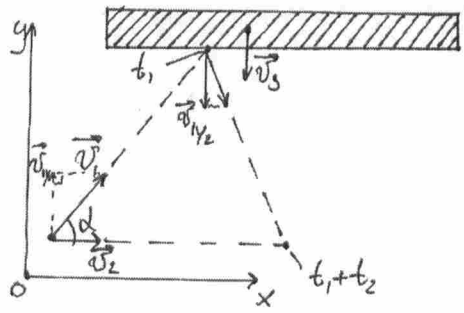
$(\cos\alpha = 0{,}6;\ \sin\alpha = 0{,}8)$

$t_1 = 5с$

$t_2 = 1с$

$\vec{v_3} - ?$

Решение:



Т.к. гайки в конечном итоге сталкиваются, то можно сказать, что проекции v_1 и v_2 на Ox одинаковы $\Rightarrow v_2 = v_1\cos\alpha$

$\Rightarrow v_1 = \frac{v_2}{\cos\alpha} = \frac{1{,}5}{0{,}6} = 2{,}5 \frac{м}{с}$,

тогда $v_{1y} = v_1\sin\alpha = 2{,}5 \cdot 0{,}8 = 2 \frac{м}{с}$ - проекция v_1 на Oy

$S = v_{1y}t_1 = 2 \cdot 5 = 10$ м прошла по вертикали шайба „1" до столкновения с бруском $\Rightarrow v_{1/2} = \frac{S}{t_2} = \frac{10}{1} = 10 \frac{м}{с}$ - проекция скорости 1-й шайбы после столкновения с бруском на Oy.

Рассмотрим движение 1-й шайбы в системе координат связанной с бруском: скорости шайбы „1" в проекции на Ox и Oy до и после столкновения с бруском соответственно одинаковы (по 3СИ) $\Rightarrow$ можно записать $v_{1y} + v_3 = v_{1/2} - v_3$; $2v_3 = v_{1/2} - v_{1y}$; $v_3 = \frac{v_{1/2} - v_{1y}}{2} = \frac{10-2}{2} = 4 \frac{м}{с}$

Ответ: $v_3 = 4 \frac{м}{с}$

№2

Дано:

$t_1 = 2с$

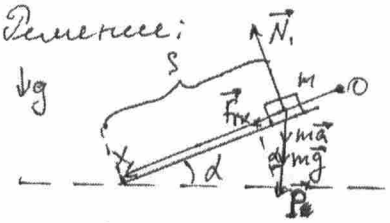
$v_0 = 0 \frac{м}{с}$

$a = 6 \frac{м}{с^2}$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$t_2 - ?$

Решение:



1) Т.к. вертолёт поднимается с ускорением $a = 6 \frac{м}{с}$, то

$P = mg + ma = m(a+g)$, m - масса груза

В проекции на наклонную плоскость:

$F_{тр} = P\sin\alpha = m(a+g)\sin\alpha = ma_1$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
проводится с 1993 года

Шифр

№2 (продолжение)

$a_1 = (a+g)\sin\alpha$ – ускорение, с которым катился груз при подъёме вертолёта.

2) В случае зависания вертолёта $P = mg$; $F_{тр_2} = mg\sin\alpha = ma_2$;

$a_2 = g\sin\alpha$ – ускорение соскальзывания груза в вертолёте, находящемся в режиме ~~висения~~ зависания.

Пусть S – путь, который проходит груз, тогда т.к. $v_0 = 0\ \frac{м}{с}$ можно записать: $h = \frac{a_1 t_1^2}{2}$; $h = \frac{a_2 t_2^2}{2}$; $\frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_2 t_2^2}{2}$; $(a+g)t_1^2\sin\alpha = g t_2^2 \sin\alpha$;

$(a+g)t_1^2 = g t_2^2$; $t_2 = \sqrt{\frac{a+g}{g}\cdot t_1^2} = \sqrt{\frac{6+10}{10}\cdot 2^2} = \sqrt{6{,}4} \approx 2{,}53\,с$

Ответ: 2,53 с = t_2

№3

Дано:	Решение:
$U_1 = 100$ В	Пусть Q_0 (Дж) – энергия, которую необходимо затратить на нагревание основной детали, P_0 (Вт) – мощность потерь тепла в окружающую среду, R (Ом) – сопротивление спирали печи, тогда
$t_1 = 2640$ с	$P_{н_1} = \frac{U_1^2}{R}$ – мощность нагрева в 1-м случае;
$U_2 = 110$ В	$P_{н_2} = \frac{U_2^2}{R}$ – мощность нагрева во 2-м случае;
$t_2 = 1680$ с	$Q_0 = (P_{н_1} - P_0)t_1 = (P_{н_2} - P_0)t_2$; $\frac{P_{н_1}}{P_{н_2}} = \frac{\frac{U_1^2}{R}}{\frac{U_2^2}{R}} = \frac{U_1^2}{U_2^2} = \frac{100^2}{110^2}$; $P_{н_2} = 1{,}21\,P_{н_1}$
$U_3 = 120$ В	
t_3 – ?	

$(P_{н_1} - P_0)t_1 = (1{,}21\,P_{н_1} - P_0)t_2$; $P_0(t_2 - t_1) = P_{н_1}(1{,}21\,t_2 - t_1)$; $P_0 = P_{н_1}\cdot\frac{1{,}21t_2 - t_1}{t_2 - t_1} =$

$= 0{,}6325\,P_{н_1}$; $P_{н_3} = \frac{U_3^2}{R} = P_{н_1}\cdot\frac{\frac{U_3^2}{R}}{\frac{U_1^2}{R}} = 1{,}44\cdot P_{н_1}$; $Q_0 = (P_{н_3} - P_0)t_3 = (1{,}44\cdot P_{н_1} - P_0)t_3 =$

$= (P_{н_1} - P_0)t_1$; $(1{,}44\,P_{н_1} - 0{,}6325\,P_{н_1})t_3 = (P_{н_1} - 0{,}6325\,P_{н_1})t_1$; $t_3 = t_1\cdot\frac{(1{,}44 - 0{,}6325)P_{н_1}}{(1 - 0{,}6325)P_{н_1}} =$

$= \frac{0{,}80775}{0{,}3675}\cdot 2640$ ~~с~~ $\Rightarrow$ $t_3 = \frac{(1-0{,}6325)P_{н_1}}{(1{,}44 - 0{,}6325)P_{н_1}}\cdot t_1 = \frac{0{,}3675}{0{,}80775}\cdot 2640 = 1201\,с \approx 20$ мин.

Ответ: t_3 = 20 мин.

№5

Дано:

$m_1 = m$

$m_2 = 2m$

$a_1 = 9 \frac{м}{с^2}$

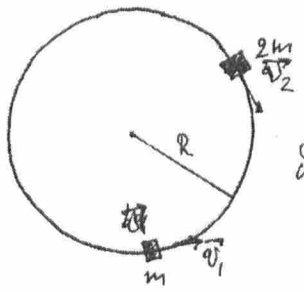
$a_2 = 36 \frac{м}{с^2}$

$t_3 = 1{,}05\,с$

1) a_3 - ?

2) R - ?

Решение:



$a_1 = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow v_1 = \sqrt{a_1 R}$;

$a_2 = \frac{v_2^2}{R} \Rightarrow v_2 = \sqrt{a_2 R}$

По ЗСИ: $v_2 m_2 - v_1 m_1 = v_3 (m_1 + m_2)$;

$2m\sqrt{a_2 R} - m\sqrt{a_1 R} = 3m v_3 \;/:m$;

$2\sqrt{a_2 R} - \sqrt{a_1 R} = 3v_3$; $v_3 = \frac{2\sqrt{a_2 R} - \sqrt{a_1 R}}{3}$

$l = \frac{\pi R}{2}$ - четверть круга $v_3 = \frac{l}{t_3} = \frac{\pi R}{2 t_3}$;

$$\begin{cases} v_3 = \frac{2\sqrt{a_1 R} - \sqrt{a_1 R}}{3} \\ v_3 = \frac{\pi R}{2 \cdot t_3} \end{cases} \Rightarrow \frac{\pi R}{2 t_3} = \frac{2\sqrt{a_2 R} - \sqrt{a_1 R}}{3}; \; \frac{3\pi R}{2 t_3} = \sqrt{R}(2\sqrt{a_2} - \sqrt{a_1});$$

$3\pi\sqrt{R} = 2 t_3 (2\sqrt{a_2} - \sqrt{a_1})$; $\sqrt{R} = \frac{2 t_3 (2\sqrt{a_2} - \sqrt{a_1})}{3\pi}$; $R = \left(\frac{2 t_3 (2\sqrt{a_2} - \sqrt{a_1})}{3\pi}\right)^2 =$

$= \left(\frac{2 \cdot 1{,}05 \cdot (2\sqrt{36} - \sqrt{9})}{3 \cdot 3{,}14}\right)^2 = 4{,}03$ м, тогда $v_3 = \frac{\pi R}{2 \cdot t_3} = \frac{3{,}14 \cdot 4{,}03}{2 \cdot 1{,}05} = 6{,}03 \frac{м}{с} \Rightarrow$

$\Rightarrow a_3 = \frac{v_3^2}{R} = \frac{6{,}03^2}{4{,}03} = 9{,}02 \frac{м}{с^2}$

Ответ: 1) $a_3 = 9{,}02 \frac{м}{с^2}$ 2) $R = 4{,}03$ м

№4

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

№ 4

Дано:

$h_1 = 0{,}8$ м

$b = 1$ м

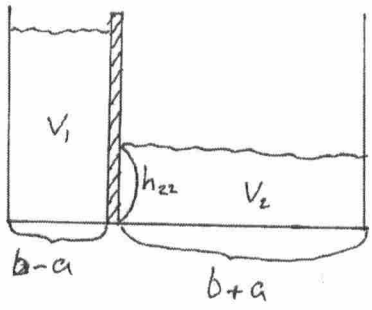
$a = 0{,}6$ м

$\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

F_g – ?

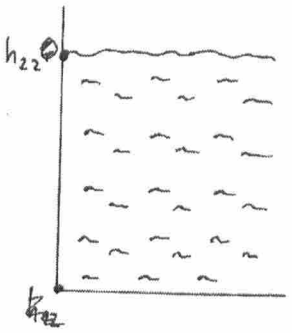
Решение:

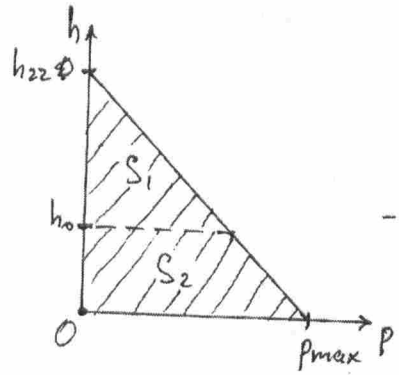


$V = V_1 = V_2 = a\,b\,h_1 = 0{,}6 \cdot 1 \cdot 0{,}8 = 0{,}48$ м³

После перемещения перегородки вода в правой части установится на уровне $h_{22} = \frac{V}{(b+a)a} = \frac{0{,}48}{(1+0{,}6)\cdot 0{,}6} =$

$= 0{,}5$ м





$p_{max} = (h_{22} - 0)\, g \rho =$

$= 0{,}5 \cdot 10 \cdot 1000 = 5000$ Па –

– давление воды в правой части сосуда на дно и нижнюю часть перегородки

Необходимо найти h_0 такое, что $S_1 = S_2$ или $S_1 = \frac{1}{2}(S_1 + S_2)$;

$S_1 + S_2 = (h_{22} - 0)\, p_{max} = (h_{22} - 0)^2 \cdot g\rho = h_{22}^2 g\rho$; $S_1 = (h_{22} - h_0)^2 g\rho$;

$\frac{(h_{22} - h_0)^2 g\rho}{2} = \frac{\frac{1}{2} \cdot h_{22}^2 g\rho}{2}$; $g\rho(h_{22}^2 - 2h_{22}h_0 + h_0^2) = \frac{1}{2} h_{22}^2 g\rho$;

$2h_0^2 - 4h_{22}h_0 + h_{22}^2 = 0$

$D = 16h_{22}^2 - 8h_{22}^2 = (2h_{22}\sqrt{2})^2$

$h_0 = \frac{4h_{22} - 2h_{22}\sqrt{2}}{4} = h_{22}\left(1 - \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \approx 0{,}146$ м – на такой высоте от дна правой части сосуда давление равняется среднему давлению воды на перегородку

$p(h_0) = \rho g (h_{22} - h_0) = 1000 \cdot 10 \cdot (0{,}5 - 0{,}146) = 3540$ Па; $S = h_{22} \cdot a = 0{,}5 \cdot 0{,}6 = 0{,}3$ м² – площадь, на которую распределено давление воды. $F_g = p(h_{22} - h_0) \cdot S = 3540 \cdot 0{,}3 = 1062$ Н

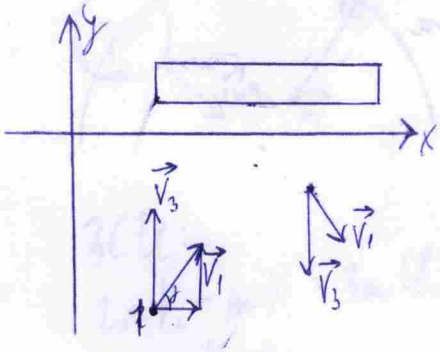
Ответ: 1062 Н

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

10 класс

Участник: Игнатов П.Д.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.



№1.

Введем СО отн-о бруска. Тогда до столк-я шайба / двигалась с $\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_3$, $V_y = V_{1y} + V_{3y}$, а после - с $\vec{V}_2 = \sqrt{V_{1x}^2 + V_{1y}^2}$, где $V_{1y} = -V_y = -V_{1y} - V_{3y}$.
Перейдем все в неподвижную СО и получим, что шайба движется с $V_{1x} = \sqrt{V_{1x}^2 + (V_{1y} + 2V_3)^2}$ => $|V_{1y}| = V_{1y} + 2V_3$.

$\alpha = 53°$
$t_1 = 5c$
$t_2 = 1c$
$V_2 = 1{,}5 м/с$
$V_3 - ?$

$V_2(t_1 + t_2) = V_{1x}(t_1 + t_2)$

$V_{1x} = V_2$

$V_{1x} = V_1 \cos\alpha$, $\alpha = 53°$

$V_1 = \frac{V_2}{\cos\alpha}$

$V_1 = \frac{1{,}5}{0{,}6} = 2{,}5 м/с.$

$V_{1y} t_1 = V_{1ky} t_2$

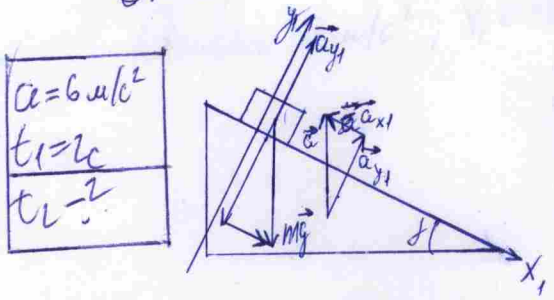
$V_{1y} t_1 = (V_{1y} + 2V_3) t_2$

$V_3 = \frac{V_1 \sin\alpha (t_1 - t_2)}{2t_2}$

$V_3 = \frac{2{,}5 \cdot 0{,}8 \cdot 4}{2} = 4 м/с$

Ответ: 4 м/с.

1	2	3	4	5	Σ
20	0	20	0	20	60



$a = 6 м/с^2$
$t_1 = 2c$
$t_2 - ?$

№2.

При подъеме вертолета с ускорением a, на груз будет действовать сила инерции этого ускорения на ось y_1 => $m_2 a_{2x} = m_2 g \sin\alpha$ (m_2 - масса груза, a_2 - ускорение груза)

$a_{2x} = g \sin\alpha$;

В случае, если вертолет зависнет в воздухе, $m_2 a_{2x_2} = m_2 g \sin\alpha$ => $a_{2x_2} = g \sin\alpha = a_{2x}$ => тогда $t_2 = t_1$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
проводится с 1995 года

Шифр
100023

Ответ: 2с.

№3.

Пусть мощность потерь - $W_п$. Тогда:

$U_1 = 100В$
$t_1 = 2640с$
$U_2 = 110В$
$t_2 = 1680с$
$U_3 = 120В$
$t_3 - ?$

$\frac{U^2}{R} \cdot t - W_п t_ч = A_{нагр}$

$\frac{U_1^2}{R} t_1 - W_п t_1 = \frac{U_2^2}{R} t_2 - W_п t_2$

$\frac{U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2}{R} = W_п (t_1 - t_2)$

$W_п = \frac{U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2}{R(t_1 - t_2)}$

$W_п = \frac{26400000 - 20328000}{R \cdot 960} = \frac{6325}{R}$

$\frac{U_1^2}{R} t_1 - W_п t_1 = \frac{U_3^2}{R} t_3 - W_п t_3$

$\left(\frac{U_1^2}{R} - W_п\right) t_1 = \left(\frac{U_3^2}{R} - W_п\right) t_3$

$t_3 = \frac{\left(\frac{U_1^2}{R} - W_п\right) t_1}{\left(\frac{U_3^2}{R} - W_п\right)} = \frac{\left(\frac{U_1^2 W_п}{6325} - W_п\right) t_1}{\left(\frac{U_3^2 W_п}{6325} - W_п\right)} = \frac{\left(\frac{U_1^2}{6325} - 1\right) t_1}{\frac{U_3^2}{6325} - 1}$

$t_3 = \frac{0{,}581 \cdot 1640}{1{,}747} \approx 1201{,}13с.$

Ответ: Через 20 мин.

№4.

$a = 0{,}6м$
$b = 1м$
$h = 0{,}8м.$

Т.к. $V = const$, то $V_{тр} = a b h = 0{,}48 м^3$.

$F_g = p_{ст} S_{пл}$

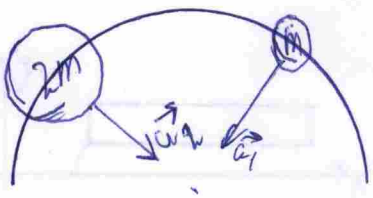
$p_{ст} = \frac{mg}{2S}$

$F_g = \frac{mg}{2} = \frac{\rho V g}{2}$

$F_g = \frac{1000 \cdot 0{,}48 \cdot 10}{2} = 2{,}4кН.$

Ответ: 2,4кН.

№5.



$a_{ц} = \frac{V^2}{R}$

$V = \sqrt{a_ц R}$

$V_1 = 3\sqrt{R}$

$V_2 = 6\sqrt{R}$

$a_1 = 9\ м/с^2$
$a_2 = 36\ м/с^2$.
$a_{цс3} - ?$
$R - ?$

ЗСИ:

$2mV_2 - mV_1 = 3mU$

$U = \frac{2V_2 - V_1}{3}$

$U = \frac{12\sqrt{R} - 3\sqrt{R}}{3} = 3\sqrt{R}$

$a_{цс} = a_ц$

$a_{цс} = \frac{V^2}{R}$

$a_{цс3} = \frac{9R}{R} = 9\ м/с^2$.

$\frac{1}{4} l_к = Ut$

$\frac{1}{4} 2\pi R = 3\sqrt{R} \cdot 1{,}05$

$\sqrt{R} = \frac{3{,}15}{0{,}5\pi}$

$R = \frac{9{,}9225}{0{,}25 \cdot 9{,}8596} \approx 4{,}026\ м$.

Ответ: $9\ м/с^2$; $4{,}026\ м$.

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

10 класс

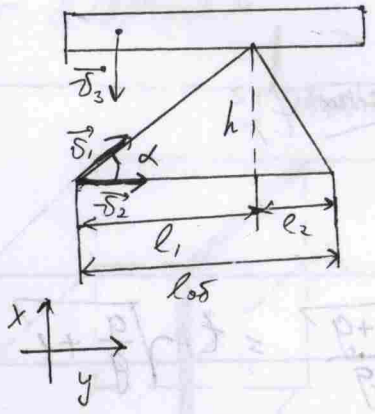
Участник: Легостаева Е.В.

Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

1

v_1
$v_2 = 1{,}5 \frac{м}{с}$
$\alpha = 53^\circ$
$t_1 = 5с$
$t_2 = 1с$

$v_3 - ?$



$v_{1x} = const = v_1 \cos\alpha$

$l_{об} = v_{1x}(t_1 + t_2) = v_2(t_1 + t_2)$

$v_{1x} = v_2 = v_1 = \frac{v_2}{\cos\alpha}$

$v_1 = \frac{1{,}5}{0{,}6} = 2{,}5 \frac{м}{с}$

$v_{ку} = v_3 - v_{y0} = v_3 - v_1 \sin\alpha$

$v_3 = v_{ку} + v_1 \sin\alpha$

$l_1 = v_2 \cdot t_1$

$l_1 = 1{,}5 \cdot 5 = 7{,}5 м$

$h = l_1 \cdot tg\alpha = l_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$

$h = 7{,}5 \cdot \frac{0{,}8}{0{,}6} = 10 м$

$v_{ку} = \frac{h}{t_2}$

$v_{ку} = \frac{10}{1} = 10 \frac{м}{с}$

$v_3 = 10 + 2{,}5 \cdot 0{,}8 = 12 \frac{м}{с}$

1	2	3	4	5	Σ
5	20	20	20	15	80

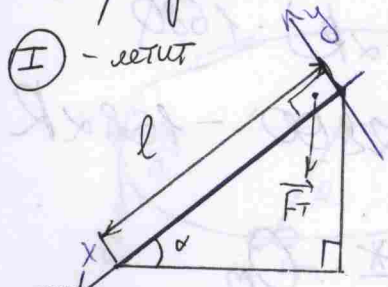
Ответ: $12 \frac{м}{с}$

2

$v = 6 \frac{м}{с}$
$t_1 = 2с$

$t - ?$

Перейдем в СО относительно вертолёта



$l = \frac{g_{экв} \cdot \sin\alpha}{2} t_1^2$

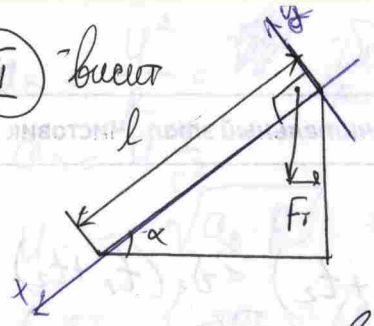
$g_{экв} = g + a$

$l = \frac{(g+a)\sin\alpha}{2} t_1^2$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
100025

(II) – высота



$$l = \frac{g\sin\alpha}{2} t^2$$

$$l = \frac{g\sin\alpha}{2} t^2 = \frac{(a+g)\sin\alpha}{2} t_1^2$$

$$g t^2 = (a+g) t_1^2$$

$$t = \sqrt{\frac{a+g}{g} t_1^2} = t_1 \sqrt{\frac{a+g}{g}} = t_1 \sqrt{\frac{a}{g} + 1}$$

$$t = 2 \cdot \sqrt{\frac{6}{10} + 1} \approx 2{,}53 \text{ с}$$

Ответ: 2,53 с

3

$t_1 = 2640$ с
$t_2 = 1680$ с
$U_1 = 100$ В
$U_2 = 110$ В
$U_3 = 120$ В
$Q_n = \alpha t$

$t_3 - ?$

$$\left.\begin{array}{l} Q = mc\Delta T = \text{const} = A - Q_n \\ Q_n = \alpha t \\ A = Nt = \frac{U^2 t}{R} \\ (R = \text{const}) \end{array}\right\} \Rightarrow Q = \left(\frac{U^2}{R} - \alpha\right) t$$

$$\left.\begin{array}{l} Q = \left(\frac{U_1^2}{R} - \alpha\right) t_1 \\ Q = \left(\frac{U_2^2}{R} - \alpha\right) t_2 \end{array}\right\} \Rightarrow (U_1^2 - \alpha R) t_1 = (U_2^2 - \alpha R) t_2$$

$$(100^2 - \alpha R) \cdot 2640 = (110^2 - \alpha R) \cdot 1680$$

$$2640000 - 2640\alpha R = 2032800 - 1680\alpha R$$

$$960\alpha R = 607200$$

$$\alpha R = 6325 \frac{\text{Дж}}{\text{с}} \cdot \text{Ом}$$

$$Q = \left(\frac{U_3^2}{R} - \alpha\right) t_3$$

$$(U_3^2 - \alpha R) t_3 = (U_2^2 - \alpha R) t_2$$

$$t_3 = \frac{(U_2^2 - \alpha R)}{(U_3^2 - \alpha R)} t_2$$

$$t_3 = \frac{(110^2 - 6325)}{(120^2 - 6325)} \cdot 1680 = \frac{5775}{8075} \cdot 1680 \approx 1201{,}5\,c$$

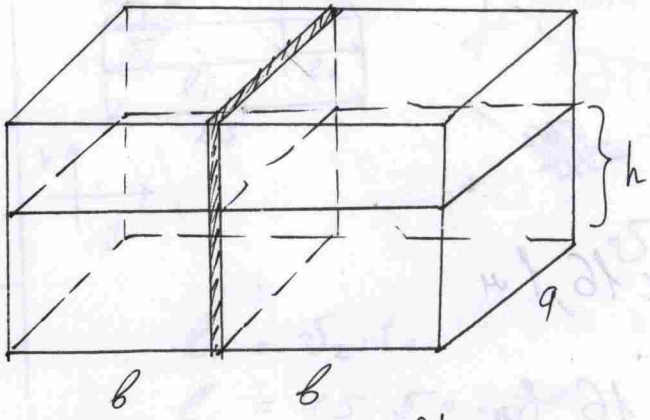
Ответ: 1201,5 с

4

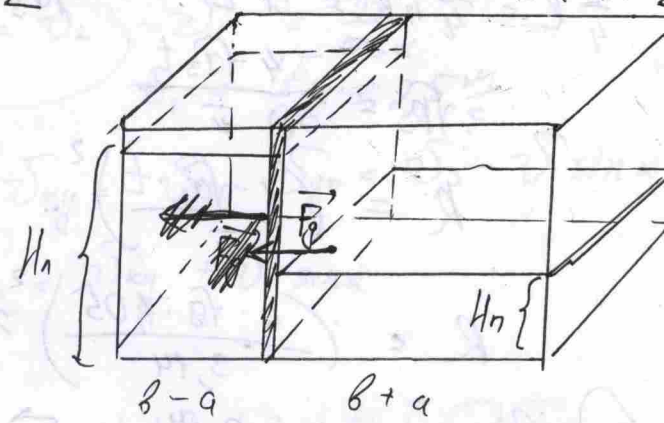
$a = 0{,}6\,м$
$2b = 2\,м$
$h = 0{,}8\,м$
a
$\rho = 1000\,кг/м^3$

$F_g - ?$

Начальное положение



Конечное положение



$V_1 = V_n = V = const = abh$

$V = 0{,}6 \cdot 0{,}8 \cdot 1 = 0{,}48\,м^3$

$F_g = pS = \rho_в g h_{ср} \cdot (a \cdot H_n)$

$h_{ср} = \frac{H_n}{2}$

$H_n = \frac{V}{S_{пр.}} = \frac{V}{(в+а)a} \Rightarrow H_n = \frac{0{,}48}{0{,}96} = 0{,}5\,м$, $h_{ср} = \frac{0{,}5}{2} = 0{,}25$

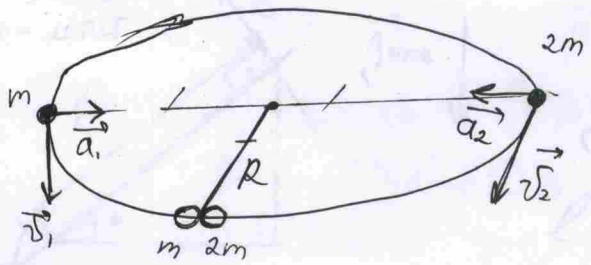
$F_g = 1000 \cdot 10 \cdot 0{,}25(0{,}6 \cdot 0{,}5) = 750\,Н$

Ответ: 750 Н

5

$m, 2m$
$a_1 = g\,м/с^2$
$a_2 = 36\,м/с^2$
$t = 1{,}05\,с$

а) $a_3 - ?$
б) $R - ?$



$a_1 = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_1^2}{a_1}$

$a_2 = \frac{v_2^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_2^2}{a_2}$

$\frac{v_1^2}{a_1} = \frac{v_2^2}{a_2} \Rightarrow \frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{a_1}{a_2}$

$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{a_1}{a_2}}$

$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{g}{36}} = \frac{1}{2}$

Пусть $v_1 = v$, тогда $v_2 = 2v$

ЗСИ: $2m \cdot 2v - m \cdot v = (m + 2m)u \Rightarrow$

$\Rightarrow u = \frac{4mv - vm}{3m} = v \Rightarrow u = v_1$, $\vec{u} \uparrow\uparrow \vec{v}_2$

$a_3 = \frac{U^2}{R} = \frac{2v_1^2}{R} = a_1$

$a_3 = g\frac{м}{с^2}$

$U = \sqrt{a_3 \cdot R} = \sqrt{a_3} \cdot \sqrt{R}$

$\frac{1}{4}l = \frac{1}{4}\pi R = Ut = \sqrt{a_3} \cdot \sqrt{R} \cdot t$

$\sqrt{R} = \frac{4\sqrt{a_3}t}{\pi}$

$R = \left(\frac{4 \cdot \sqrt{a_3} \cdot t}{\pi}\right)^2$

$R = \left(\frac{4 \cdot \sqrt{9} \cdot 1{,}05}{3{,}14}\right)^2 \approx 16{,}1\ м$

Ответ: а) $9\frac{м}{с^2}$; б) 16,1 м

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

10 класс

Участник: Лопарев Я.Д.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

№2

Дано:
$a = 6 \frac{м}{с^2}$
$t_1 = 2с$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$
$t_2 - ?$

Решение:

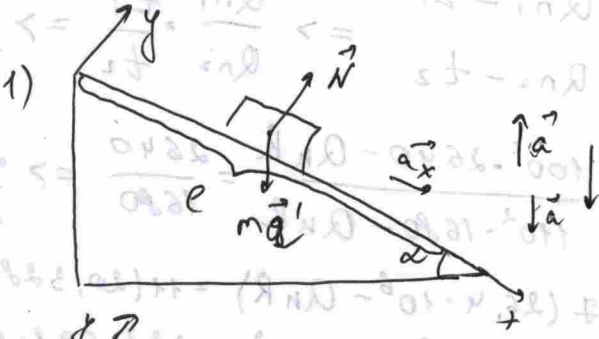
1) $a' = g - a$

$a' = 10 - 6 = 4 \left(\frac{м}{с^2}\right)$

$\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$Ox: ma' \sin\alpha = ma_x$

$a_x = a' \sin\alpha$

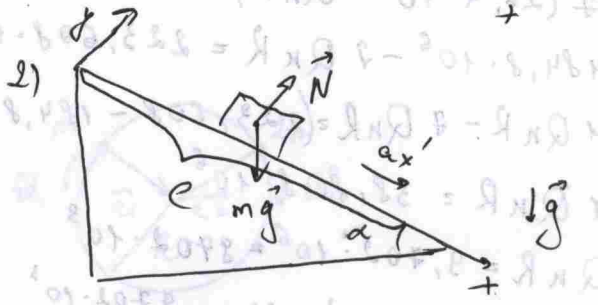


$v_0 = 0; \quad l = \frac{a_x t_1^2}{2} = \frac{a' \sin\alpha \, t_1^2}{2}$

2) $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

$Ox: mg \sin\alpha = ma_x'$

$a_x' = g \sin\alpha$



$v_0 = 0; \quad l = \frac{a_x' t_2^2}{2} = \frac{g \sin\alpha \, t_2^2}{2}$

$\frac{a' \sin\alpha \, t_1^2}{2} = \frac{g \sin\alpha \, t_2^2}{2}; \quad a' t_1^2 = g t_2^2$

$t_2^2 = \frac{a' t_1^2}{g}; \quad t_2 = t_1 \sqrt{\frac{a'}{g}}; \quad t_2 = 2 \cdot \sqrt{\frac{4}{10}} = 2 \cdot \sqrt{0,4} = 1,26 (с).$

Ответ: $t_2 = 1,26$ с.

№	2	3	4	5	Σ
	10	20	20	10	60

№3

Дано:
$U_1 = 100 В$
$U_2 = 110 В$
$U_3 = 120 В$
$t_1 = 2640 с$
$t_2 = 1680 с$
$t_3 - ?$

Решение:

$A = Q; \quad Q = Q_н + Q_п$ (Q идёт на нагрев и на потери)

$A = UIt; \quad I = \frac{U}{R}$ (по закону Ома)

$A = \frac{U^2 t}{R}; \quad \frac{U^2 t}{R} = Q_н + Q_п; \quad R = const, Q_н = const$

1) $\frac{U_1^2 t_1}{R} = Q_н + Q_{п1} \Rightarrow Q_{п1} = \frac{U_1^2 t_1 - Q_н R}{R}$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
проводится с 1995 года

Шифр
100004

2) $\frac{v_2^2 t_2}{R} = Q_н + Q_{п2} \Rightarrow Q_{п2} = \frac{v_2^2 t_2 - Q_н R}{R}$

$\left.\begin{matrix} Q_{п1} - t_1 \\ Q_{п2} - t_2 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{Q_{п1}}{Q_{п2}} = \frac{t_1}{t_2} \Rightarrow \frac{v_1^2 t_1 - Q_н R}{v_2^2 t_2 - Q_н R} = \frac{t_1}{t_2}$

$\frac{100^2 \cdot 2640 - Q_н R}{110^2 \cdot 1680 - Q_н R} = \frac{2640}{1680} \Rightarrow \frac{26{,}4 \cdot 10^6 - Q_н R}{20{,}328 \cdot 10^6 - Q_н R} = \frac{11}{7}$

$7(26{,}4 \cdot 10^6 - Q_н R) = 11(20{,}328 \cdot 10^6 - Q_н R)$

$184{,}8 \cdot 10^6 - 7 Q_н R = 223{,}608 \cdot 10^6 - 11 Q_н R$

$11 Q_н R - 7 Q_н R = (223{,}608 - 184{,}8) \cdot 10^6$

$4 Q_н R = 38{,}808 \cdot 10^6$

$Q_н R = 9{,}702 \cdot 10^6 = 9702 \cdot 10^3$

$Q_{п1} = \frac{100^2 \cdot 2640 - 9702 \cdot 10^3}{R} = \frac{16698 \cdot 10^3}{R}$

3) $\frac{v_3^2 t_3}{R} = Q_н + Q_{п3} \Rightarrow Q_{п3} = \frac{v_3^2 t_3 - Q_н R}{R}$

$\left.\begin{matrix} Q_{п1} - t_1 \\ Q_{п3} - t_3 \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{Q_{п1}}{Q_{п3}} = \frac{t_1}{t_3} \Rightarrow \frac{16698 \cdot 10^3}{v_3^2 t_3 - Q_н R} = \frac{t_1}{t_3}$

$16698 \cdot 10^3 t_3 = t_1 (v_3^2 t_3 - Q_н R)$

$16698 \cdot 10^3 t_3 = t_1 v_3^2 t_3 - t_1 Q_н R$

$t_1 Q_н R = t_1 v_3^2 t_3 - 16698 \cdot 10^3 t_3 = t_3 (v_3^2 t_1 - 16698 \cdot 10^3)$

$t_3 = \frac{Q_н R \cdot t_1}{v_3^2 t_1 - 16698 \cdot 10^3}$; $t_3 = \frac{9702 \cdot 10^3 \cdot 2640}{120^2 \cdot 2640 - 16698 \cdot 10^3} = 1201{,}5\ (с) \approx 20$ мин.

Ответ: $t_3 = 20$ мин

✓4.

Дано:

$h = 0{,}8$ м

$l = 2b = 2$ м

$a = 0{,}6$ м

$\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

$F - ?$

Решение:

1) $V_1 = S_g h$

$S_g = a \cdot b$

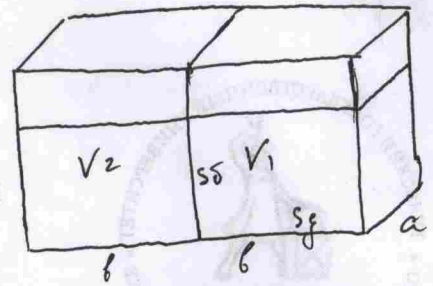
$V_1 = a b h$

2) Т.к. перегородка прилегает плотно, то объём воды в частях ёмкости не меняется.

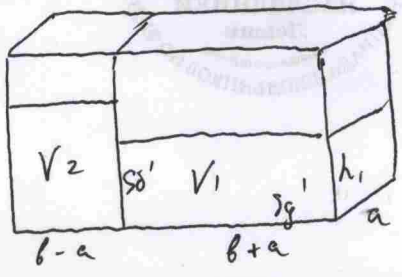
$V_1 = S_g' h_1$

$S_g' = (b + a) \cdot a$

1)



2)



$b = \frac{l}{2} = 1$ м

$V_1 = (b+a)\,a h_1$

$a b h = (b+a)\,a h_1 \Rightarrow b h = (b+a) h_1 \Rightarrow h_1 = \frac{bh}{b+a}$; $h_1 = \frac{1 \cdot 0{,}8}{1+0{,}6} = 0{,}5$ (м).

$S\delta' = a h_1 = \frac{a b h}{b+a}$

$p\delta = \frac{\rho g h_1}{2}$; $p\delta = \frac{F}{S\delta'} \Rightarrow F = p\delta \cdot S\delta' = \frac{\rho g h_1 \cdot a b h}{2(b+a)}$

$F = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}6 \cdot 1 \cdot 0{,}8}{2\,(1+0{,}6)} = 750$ (Н).

Ответ: $F = 750$ Н.

№5.

Дано:

$m_1 = m$

$m_2 = 2m$

$a_1 = g \frac{м}{с^2}$

$l_n = \frac{1}{4} l$

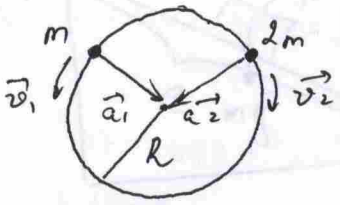
$a_2 = 36 \frac{м}{с^2}$

$t = 1{,}05$ с

$a', R - ?$

Решение:

$a_ц = \frac{v^2}{R}$; $a_1 = \frac{v_1^2}{R}$; $a_2 = \frac{v_2^2}{R}$



$R = \frac{v_1^2}{a_1}$; $R = \frac{v_2^2}{a_2}$

$\frac{v_1^2}{a_1} = \frac{v_2^2}{a_2}$; $\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{a_1}{a_2}$; $\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{a_1}{a_2}}$

$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{g}{36}} = 0{,}5 \Rightarrow v_1 = 0{,}5\, v_2$

По ЗСИ $\vec{p_1} + \vec{p_2} = \vec{p}$; Масса и скорость второй бусины больше, чем первой

значит ЗСИ примет вид $m v_1 - 2m v_2 = -3m v'$

$v_1 - 2v_2 = -3v'$

$3v' = 2v_2 - v_1 = 2v_2 - 0{,}5 v_2 = 1{,}5 v_2$

$v' = 0{,}5 v_2$; $a' = \frac{v'^2}{R} = \frac{0{,}25 v_2^2}{R} = 0{,}25 a_2$; $a' = 0{,}25 \cdot 36 = 9 \left(\frac{м}{с^2}\right)$.

$0{,}25 v_2^2 = a' R$; $v = \frac{l}{t} \Rightarrow v^2 = \frac{l^2}{t^2}$; $l = 2\pi R$; $v^2 = \frac{4\pi^2 R^2}{t^2}$

$v_2^2 = 4a'R$; $4a'R = \frac{4\pi^2 R^2}{t^2}$; $a' = \frac{\pi^2 R}{t^2}$; $\pi^2 R = a' t^2$

$R = \frac{a' t^2}{\pi^2}$; $R = \frac{9 \cdot 1{,}05^2}{3{,}14^2} = 1$ (м).

Ответ: $R = 1$ м.

$0{,}25 v_2^2 = a'R \Rightarrow v_2^2 = 4a'R$; $l = 2\pi R \Rightarrow l_n = 0{,}5\pi R$; $v = \frac{l_n}{t} = \frac{0{,}5\pi R}{t}$

$v^2 = \frac{0{,}25\pi^2 R^2}{t^2}$; $4a'R = \frac{0{,}25\pi^2 R^2}{t^2}$; $4a' = \frac{0{,}25\pi^2 R}{t^2} \Rightarrow 0{,}25\pi^2 R = 4a' t^2$

$R = \frac{4a't^2}{0{,}25\pi^2} = \frac{16a't^2}{\pi^2}$; $R = \frac{16 \cdot 9 \cdot 1{,}05^2}{3{,}14^2} = 16{,}1$ (м).

Ответ: $R = 16{,}1$ м.

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

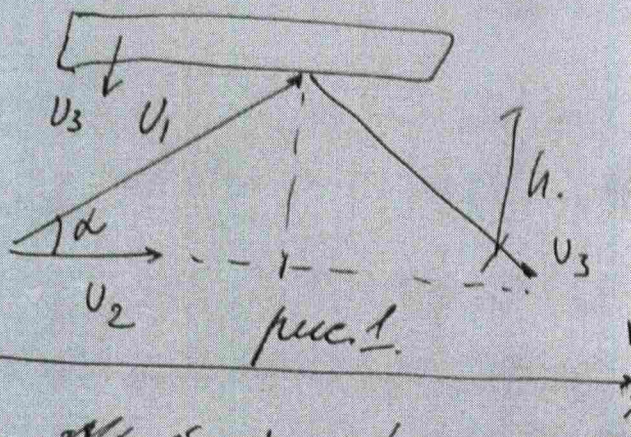
10 класс

Участник: Мамедов Г.Д.

Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

№1.

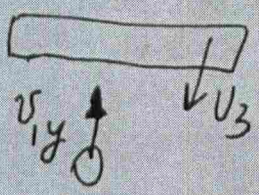
Дано: v_2, t_1, t_2, α.



Ввиду того, что брусок движется перпендикулярно оси Ox, то проекция v_1 на Ox неизменна

Если ① столкнулся со ② в конце движения, это означает $v_{1x} t = v_2 t$, или $v_{1x} = v_2 \Rightarrow v_1 \cos\alpha = v_2$ ①

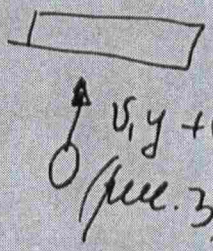
Рассмотрим теперь v_{1y}. Для начальной ситуации (до столкновения с бруском $v_{1y} = v_1 \sin\alpha$. Рассмотрим столкновение. (рис. 2)



(рис 2)

Перейдем в СО бруска. (рис 3) До столкновения у гайки ск-ть $v_{1y} + v_3$, и она $\uparrow$ Oy.

После удара модуль ск-ти сохраняется, но теперь ск-ть $\downarrow$



(рис. 3).

В конечной СО балки (она инерц-я ввиду $M_{бруска} \gg m_{гайки}$) ск-ть гайки в проекц на Oy равна $v_{1y} + 2v_3$.

Пусть макс. расстояние от балки до проектора вдоль Oy равно H. см. далее.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

№1 (продолжение)

Тогда, с одной стороны $h = v_1 \sin\alpha \, t_1$, с другой $h = (v_1 \sin\alpha + 2v_3) t_2$, приравняем:

$$v_1 \sin\alpha \, t_1 = v_1 \sin\alpha \, t_2 + 2v_3 t_2$$

$$v_1 \sin\alpha (t_1 - t_2) = 2v_3 t_2$$

$$v_3 = \frac{v_1 \sin\alpha}{2} \cdot \frac{t_1 - t_2}{t_2}.$$

Вспомним, что $v_1 \cos\alpha = v_2 \Rightarrow v_1 \sin\alpha = v_2 \operatorname{tg}\alpha$

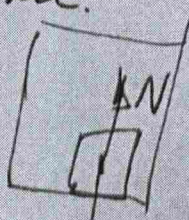
$$v_3 = \frac{v_2 \operatorname{tg}\alpha}{2} \cdot \frac{t_1 - t_2}{t_2} \text{ ч.}$$

$$v_3 = \frac{1{,}5}{2} \cdot \frac{0{,}8}{0{,}6} \cdot \frac{5-1}{1} = 4 \text{ (м/с)}.$$

Ответ: $v_3 = 4$ м/с

№2

При подъеме вверх с ускорением "эффективное" ускорение увеличивается. Это можно показать на примере движения человека в лифте.



$ma = N - mg$

$N = mg + ma = mg_{эф}$

$g + a = g_{эф}$!

См. далее.

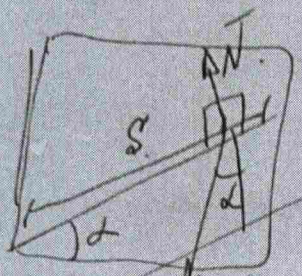
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

№2.

Поэтому в самолете на груз будет действовать сила инерции, направленная вниз, равная $m(a+g)$

Пусть наклонная поверхность имеет длину верхнего ребра S и угол α при основании. Тогда в проекции на ось



$a_{\text{на скат}} = m(g+a)\sin\alpha$ ($\overline{ox} \perp \overline{N}$!) $\Rightarrow N_x = 0$

Теперь рассчитаем t_1 спуска:

$$S = \frac{1}{2} a_1 t_1^2. \quad (1)$$

Для ситуации с зависшим вертолетом в воздухе всё аналогично: $S = \frac{1}{2} a_2 t_2^2$. (2)

(1) = (2)

$$\frac{1}{2} a_1 t_1^2 = a_2 t_2^2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$a_1 t_1^2 = a_2 t_2^2.$$

$$(g+a)\sin\alpha \cdot t_1^2 = g\sin\alpha\, t_2^2$$

$$(g+a) t_1^2 = g t_2^2$$

$$t_2^2 = t_1^2 \frac{g+a}{g}$$

$$t_2 = t_1 \sqrt{\frac{g+a}{g}}$$

$$t_2 = 2 \cdot \sqrt{\frac{4}{10}} \approx 2{,}53\ \text{с}$$

Здесь $g_{эф} = g$ вверху $a = 0$ верт.

см. далее стр. 3.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши проводится с 1995 года

Шифр

№3.

$Q_{потерь} = \alpha t$, где $[\alpha] = \frac{Дж}{с} = 1$ Вт. $R(U) = const$

Пусть сопр. печки R, при этом R не зависит от U.

Ур-ние тепл. баланса:

(1) $\frac{U_1^2}{R} t_1 = Q + \alpha t_1$ при $U_1 = 100$ В α – коэф.-т пропорциональности

(2) $\frac{U_2^2}{R} t_2 = Q + \alpha t_2$ при $U_2 = 110$ В

(3) $\frac{U_3^2}{R} t_3 = Q + \alpha t_3$ при $U_3 = 120$ В, где Q – кол-во теплоты, необходимое для нагрева алюм. детали.

Выразим Q из (1) и (2), приравняем:

(1*) $\frac{U_1^2}{R} t_1 - \alpha t_1 = Q$.

(2*) $\frac{U_2^2}{R} t_2 - \alpha t_2 = Q$.

(1*)=(2*) $\frac{U_1^2}{R} t_1 - \alpha t_1 = \frac{U_2^2}{R} t_2 - \alpha t_2$

$\frac{1}{R}(U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2) = \alpha (t_1 - t_2)$

$(U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2) = \alpha R (t_1 - t_2)$

$\alpha R = \frac{U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2}{t_1 - t_2}$ (3)

Умножим (1*) на R:

$U_1^2 t_1 = QR + \alpha R t_1$.

$QR = U_1^2 t_1 - \alpha R t_1 = t_1 (U_1^2 - \alpha R)$ (4)

Вернемся к (3). Домножим на R:

$U_3^2 t_3 = QR + \alpha R t_3$.

$t_3 (U_3^2 - \alpha R) = QR$

$t_3 = \frac{QR}{U_3^2 - \alpha R}$ ||.

Стр. 4, см. далее стр. 5.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши проводится с 1995 года

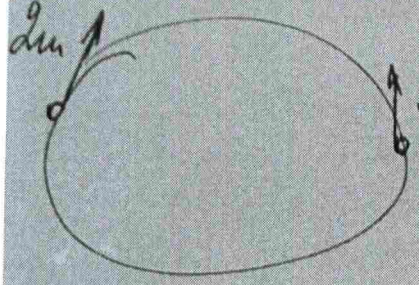
Шифр

$\Delta R = 6325 \left(\frac{Ом}{С} \cdot \frac{В^2}{Ом}\right) = \frac{100^2 \cdot 2640 - 110^2 \cdot 1680}{2640 - 1680}$.

$Q_R = t_1 (U_1^2 - \Delta R) = 2640 \cdot (100^2 - 6325) = 9702000$ (Дж. Ом).

$t_3 = \frac{Q_R}{U_3^2 - \Delta R} = \frac{9702000}{120^2 - 6325} \approx 1201{,}5\,с \approx 20$ мин.

№5 Ответ: $t_3 = 20$ минут.



$Q_{уст} = \frac{U^2}{R}$.

$Q_1 = \frac{U_1^2}{R} w$. (1). $Q_2 = \frac{U_2^2}{R}$.

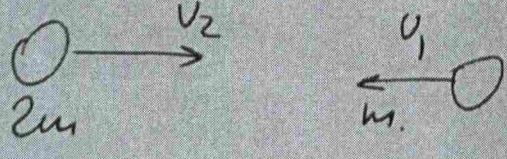
Заметим, что $Q_2 = 4Q_1 = 4Q$.

$Q_1 = \frac{U_1^2}{R} w$. $4Q = \frac{U_2^2}{R}$

$Q = \frac{U_1^2}{R}$ (1). $4Q = \frac{U_2^2}{R}$

Т.к. $R = const$, $\frac{U_1^2}{R} = \frac{U_2^2}{R}$, $\Rightarrow U_1^2 = U_2^2 \Rightarrow U_2 = 2U$.

Рассмотрим столкновение:



или



В окрестности места столкновения выделим маленький участок проволоки ΔX так, что он будет прямым $\Rightarrow$ на данном уч-ке движение бусинок будет поступательным.

см. далее.

Шифр

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши проводится с 1995 года

Пусть напр. движ. бусинки 2м будет совпадать с направлением Ox:

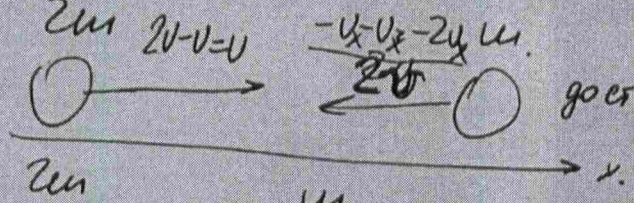


Перейдем в систему ЦМ:

$2м \cdot 2v_1 - м \cdot v_1 = 3м \cdot v_c$

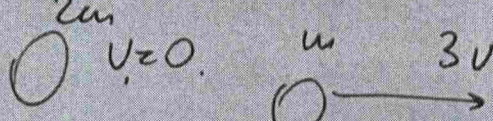
$4м v_1 - м v_1 = 3м v_c$.

$v = v_c$.





В лаб. СО:



Тогда $a_{2м} = \frac{0}{R} = 0$; $a_м = \frac{9v_1^2}{R} = 9a_1 = 9 \cdot 9 \text{ м/с}^2 = 81 \text{ м/с}^2$.

*) $S_{прайд} = \frac{\pi}{2}R$, $t_{прайд} = 1{,}05$ с. Из (1): $v_1 = \sqrt{aR}$:

$$t_{прайд} = \frac{S}{3v_1} = \frac{S}{v_3} = \frac{\frac{\pi}{2}R}{3\sqrt{aR}} = \frac{\pi\sqrt{R}}{6\sqrt{a}}.$$

$$t^2 = \frac{\pi^2 R}{36a}.$$

$$R = \frac{36at^2}{\pi^2} = 36 \cdot 4 \cdot \frac{1{,}05^2}{\pi^2} =$$

$= 16{,}1$ м.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши проводится с 1996 года

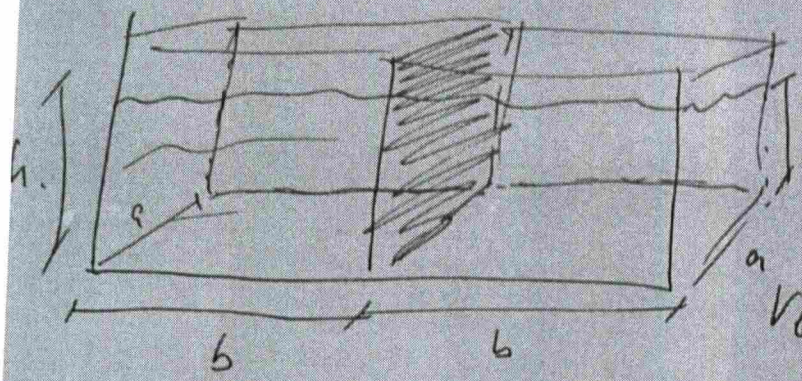
Шифр

стр. 6.

Ответ: 0,81 м/с²; 16,1 м.

с.м. стр. 7

№4.



Дано: h, b, a, ρ, g

Найти: F - ?

Решение:

Вначале $V_{воды}$ справа.

$V_{воды} = abh$.

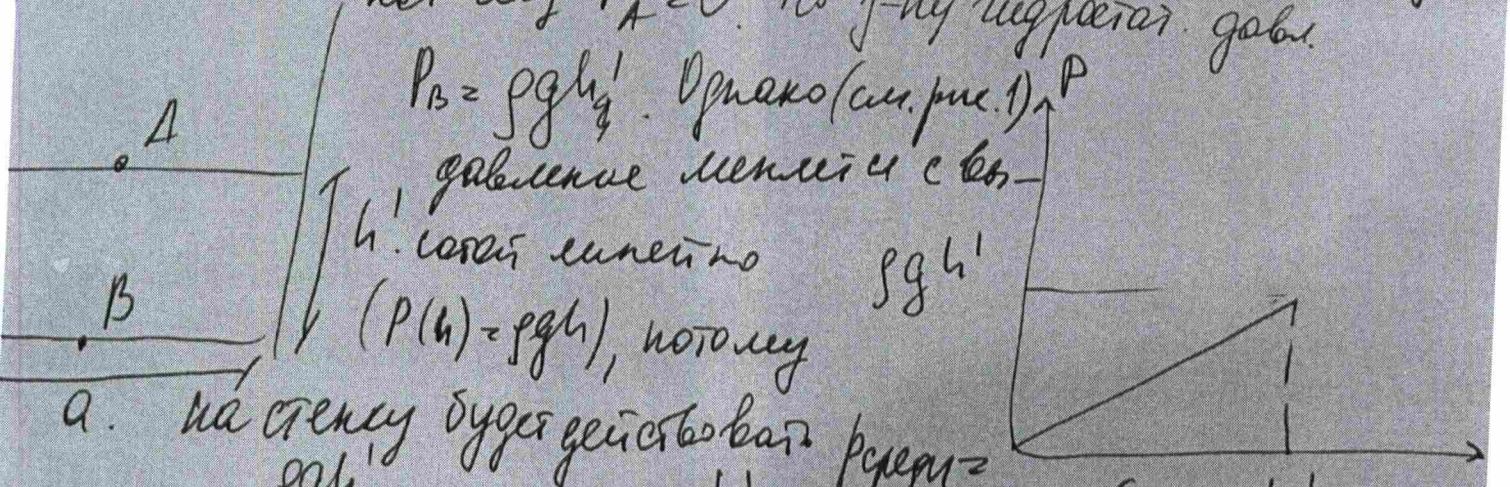
Затем перегородку двигают влево на a.

Тогда $V_2 = a(b+a)h'$. Ведь $V_в = V_2$ (вода никуда не делась),

$abh = a(b+a)h'$, тогда $h' = \frac{abh}{a(b+a)} = h\frac{b}{b+a}$ ||.

Рассмотрим вид сбоку. Про атмосферу ничего не сказано, поэтому $P_A = 0$. По з-ну гидростат. давл.

$P_B = \rho g h'$. Однако (см. рис. 1) давление меняется с высотой h' линейно ($P(h) = \rho g h$), поэтому



(см. рис. 1)

а. на стенку будет действовать $p_{сред} = \frac{\rho g h'}{2}$. $F = pS = \frac{\rho g h'}{2}(h'+a) =$

$= \frac{\rho g}{2} h \frac{b}{b+a}\left(h\frac{b}{b+a} + a\right) =$

$= 2750\,Н = 2{,}75\,кН$.

Ответ: $2{,}75$ кН.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши проводится с 1985 года

Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

10 класс

Участник: Мандрыкина П.А.

Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

Задание 2. Дано:

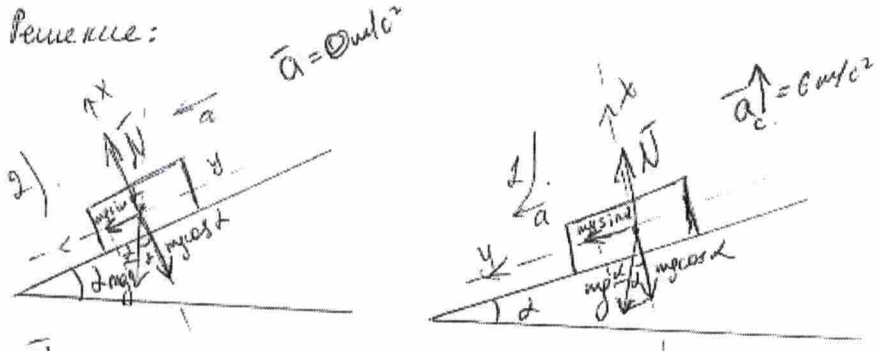
$a = 6 м/с^2$

$t_1 = 2 с$

$g = 10 м/с^2$

$t_2 - ?$

Решение:



$\bar{N}$ – сила реакции опоры

Так как поверхность гладкая, $F_{трения}$ нет.

2). $x: \bar{N} = mg\cos\alpha$ (по 3 закону Ньютона).

$mg\cos\alpha - \bar{N} = 0$

$y: m\bar{a}_1 = mg\sin\alpha$

$F_{общ.} = \bar{N} + mg\cos\alpha + mg\sin\alpha$

1). $x: \bar{N} = mg\cos\alpha$ (по 3 закону Ньютона).

$mg\cos\alpha - \bar{N} = 0$

$y: m\bar{a}_2 = mg\sin\alpha$

$F = m\bar{a}$ (по 2 закону Ньютона).

Но так как самолёт поднимается с некоторым ускорением, g и ac складываются:

$x: \bar{N} = m(g+a)\cos\alpha$

$m(g+a)\cos\alpha - N$

$y: m\bar{a}_2 = m(g+a)\sin\alpha$

$a = \frac{v_1 - v_0}{t}$

$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$

Так как $v_0 = 0$ м/с:

$S = \frac{at^2}{2}$

S одинаковое в обоих случаях (груз) соскальзывает с одной и той же поверхности). $\Rightarrow$

$\frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_2 t_2^2}{2}$

Выражаем из получившегося до этого выражения ускорение:

1). $m\bar{a}_1 = m(g+a)\sin\alpha$

$m(g+a)\sin\alpha - ma_1 = 0$

$a_1 = \frac{m(g+a)\sin\alpha}{m}$

$a_1 = (g+a)\sin\alpha$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-10-05

2). $ma_2 = mg\sin\alpha$

$a_2 = \frac{mg\sin\alpha}{m}$

$a_2 = g\sin\alpha$

$\sin\alpha$ является const (константой), так как α остаётся неизменным:

$\Rightarrow \sin\alpha = \frac{a_1}{(g+a)} = \frac{a_2}{g}$

$\frac{a_1}{16\,м/с^2} = \frac{a_2}{10\,м/с^2}$

$a_1 = \frac{16\,м/с^2 \cdot a_2}{10\,м/с^2}$

$a_1 = 1{,}6\,a_2$ (мы нашли отношение ускорений).

Подставляем в его в получившееся до этого равенство:

$\frac{a_1 t_2^2}{2} = \frac{1{,}6 a_1 t_1^2}{2}$

$\frac{a_1 t_2^2}{2} = \frac{1{,}6 a_1 4}{2}$

$a_1 t_2^2 = 1{,}6 a_2 \cdot 4$

$t_1 = \sqrt{\quad}$

$\frac{1{,}6 a_2 t_1^2}{2} = \frac{a_2 t_2^2}{2}$

$1{,}6 a_2 \cdot 4 = a_2 t_2^2$

$t_2 = \sqrt{1{,}6 \cdot 4}$

$t_2 = \sqrt{6{,}4}$

$t_2 \approx 2{,}53$ с.

Ответ: $t_2 = 2{,}53$ с.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-10-05

Задание 4

Дано:

$h_1 = 0{,}8\ м$

$2b = 2\ м$

$a = 0{,}6\ м$

$\rho = 1000\ кг/м^3$

$g = 10\ м/с^2$

$F_g - ?$

Решение:

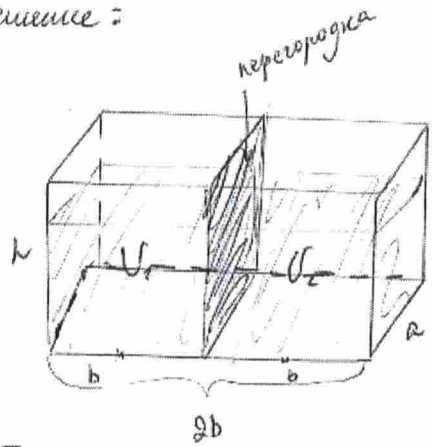


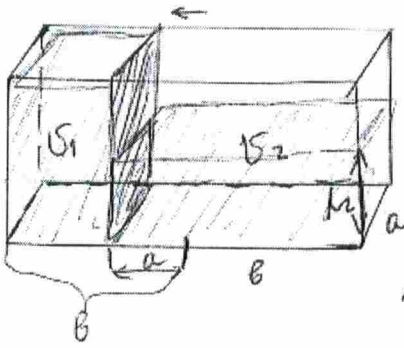
Рис. 1.

Так как перегородка стоит ровно посередине ёмкости, $V_1 = V_2$.

$V_1 = l \cdot S = a \cdot B \cdot h$ $\quad B = \frac{2b}{2} = \frac{2\ м}{2} = 1\ м$

$V_1 = 0{,}8\ м \cdot 0{,}6\ м \cdot 1\ м = 0{,}48\ м^3$

Затем перегородку сдвигают влево.



Так как перегородка плотно прилегает к стенкам и ко дну сосуда, когда её двигали влево вода не проливалась сразу за неё, т.к. при первоначальных объёмах $V_1 = V_2$ сохранялся.

Меняется h воды и длина.

$h_2 = \frac{V_1}{a \cdot (B + a)} = \frac{0{,}48\ м^3}{0{,}6\ м^3 \cdot (1\ м + 0{,}6\ м)} = 0{,}5\ м$

$p = \rho g h$ (на дно). $\Rightarrow$ на стенку: $p = \frac{\rho g h_2}{2}$

$p = \frac{F_g}{S}$

$\Rightarrow F_g = \frac{S g \rho h_2}{2} = \frac{a \cdot h_2 g \rho h_2}{2} = \frac{0{,}6\ м \cdot 0{,}5\ м \cdot 0{,}5\ м \cdot 1000\ кг/м^3 \cdot 10\ м/с^2}{2}$

$= 750\ Дж$

Ответ: $F_g = 750\ Дж$.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

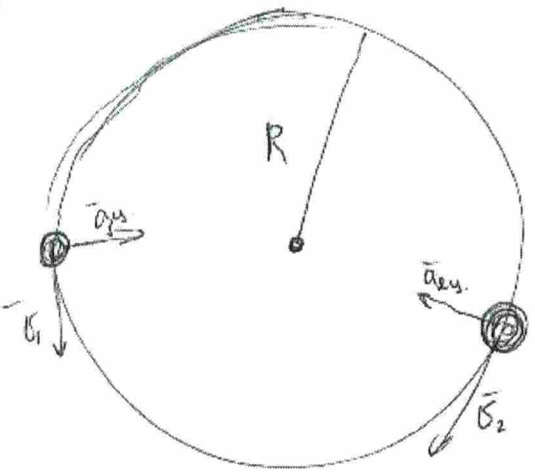
Шифр
36-10-05

⑤. Задание 5. Дано:

m – масса 1 бус.
$2m$ – масса 2 бус.
$t = 1{,}05$ с.
$\frac{1}{4}C$
$a_{1ц} = 9$ м/с²
$a_{2ц} = 36$ м/с²

а). $a_{общ.ц.} - ?$
б). $R - ?$

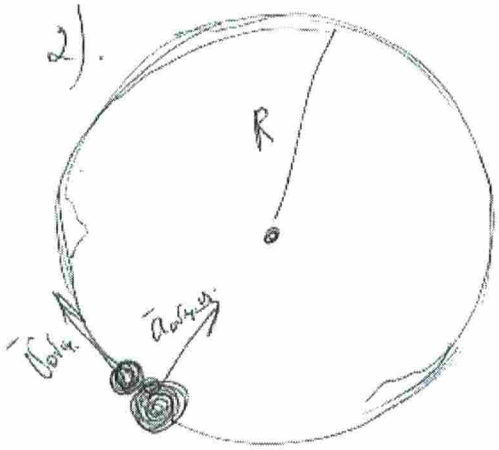
Решение:



1).

$p = mv$ (импульс).

1). $m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_{общ.}$



2).

2). $m_2 v_2 - m_1 v_1 = (m_2 + m_1) v_{общ.}$

~~2m~~ $a_{ц.} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v^2 = R a_ц$

Подставляем:

а). $2m R a_{ц.2} - m R a_{ц.1} = (m + 2m) v^2_{общ.}$

$2m R a_{ц.2} - m R a_{ц.1} = (m + 2m) R a_{ц.общ.}$

$R(2m a_{ц.2} - m a_{ц.1}) = 3m R a_{ц.общ.}$

$m(2a_{2ц.} - a_{1ц.}) = 3m \cdot a_{общ.ц.}$

$2a_{2ц.} - a_{1ц.} = 3 a_{общ.ц.}$

$a_{общ.ц.} = \frac{2a_{ц.2} - a_{1ц.}}{3} = \frac{2 \cdot 36 \text{ м/с}^2 - 9 \text{ м/с}^2}{3} = 21 \text{ м/с}^2$

б). C (длина окружн.) $= 2\pi R$

$\frac{1}{4} C = \frac{1}{2} \pi R$

$v = \frac{S}{t}$ $\left(S = \frac{1}{4} C = \frac{1}{2} \pi R\right)$

$v^2 = R \cdot a_{общ.ц.}$

Подставляем все данные:

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-10-05

$R \cdot a_{общ.ц.} = \left(\frac{1}{2}\pi R\right)^2$

$R \cdot a_{общ.ц.} = \frac{\frac{1}{4}\pi^2 R^2}{t^2}$

$t^2 = \frac{\frac{1}{4}\pi^2 R^2}{R \cdot a_{общ.ц.}}$

$R = \frac{t^2 \cdot a_{общ.ц.}}{\frac{1}{4}\pi^2} = \frac{(1{,}05\,с)^2 \cdot 21\,м/с^2}{\frac{1}{4} \cdot (3{,}14)^2} = 9{,}4\,м$

Ответ: а). $a_{общ.ц.} = 21\,м/с^2$; б). $R = 9{,}4\,м$.

Задание 3. Дано:

$U_1 = 100\,В$
$t_1 = 2640\,с$
$U_2 = 110\,В$
$t_2 = 1680\,с$
$U_3 = 120\,В$

Найти:
t_3 - ?

Решение:

$Q = I^2 R t$ (без потерь тепла). $I = \frac{U}{R}$ (закон Ома). $I^2 = \frac{U^2}{R^2}$

Из условия мы знаем, что напряжение можно менять $\Rightarrow$ меняется и сила тока, так как R водной и той же печи является постоянной.

$Q = cm\Delta t$ (температура, которая требуется для нагревания денег). Q - const.

1). $Q_n + Q_{1(потери)} = \frac{U_1^2}{R^2} R t_1$ 2). $Q + Q_{2(потери)} = \frac{U_2^2}{R^2} R t_2$

$Q = \frac{U_1^2}{R^2} R t_1 - Q_1$ $Q = \frac{U_2^2}{R^2} R t_2 - Q_2$

$\frac{U_1^2}{R^2} R t_1 - Q_1 = \frac{U_2^2}{R^2} R t_2 - Q_2$

$U_1^2 R t_1 - R^2 Q_1 = U_2^2 R t_2 - R^2 Q_2$

$R(U_1^2 t_1 - R Q_1) = R(U_2^2 t_2 - R Q_2)$

$R = \frac{U_1^2 t_1}{Q_1}$ $R = \frac{U_2^2 t_2}{Q_2}$

$\frac{U_1^2 t_1}{Q_1} = \frac{U_2^2 t_2}{Q_2}$

$\frac{10000\,В \cdot 2640\,с}{} = \frac{(110)^2\,В \cdot 1680\,с}{}$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • НАСЛЕДНИКИ Левши • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • проводится с 1990 года

Шифр
36-10-05

$Q_{226400000} = Q_{1203280000}$

$Q_2 = 0{,}77\, Q_3$ (отношение теплого потерь).

$U_2^2 t_2 = \frac{U_1^2 t_3}{0{,}77} \Rightarrow t_3 = \frac{0{,}77 \cdot 203280000}{(120)^2} = 1087\,с = 18$ минут

Ответ: $t_3 = 18$ минут.

Задание 1 Дано:

U_1 - скорость 1.

U_2 - скорость 2. $= 1{,}5$ м/с

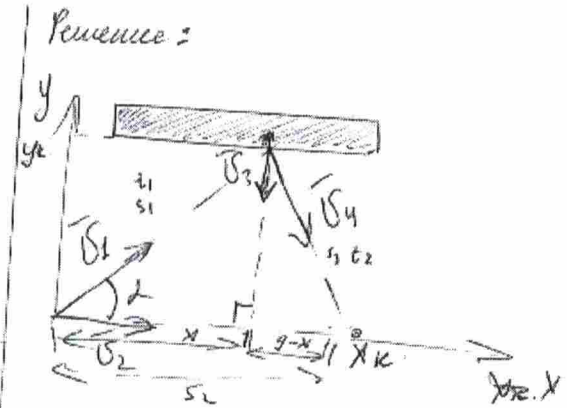
$\alpha = 53°$

$t_1 = 5с$

$t_2 = 1с$

$U_3 - ?$

Решение:



$S_2 = U_2 \cdot t_{(общ.)}$

$t_{общ.} = t_1 + t_2$ (так как в конце 1 и 2 тайки сойдутся).

$\Rightarrow S_2 = 1{,}5$ м/с $\cdot (5с + 1с) = 9$ м.

$\frac{t_1}{t_2} = 5 \Rightarrow \frac{S_1}{U_1} = 5\frac{S_3}{U_4}$

$S = U \cdot t \Rightarrow t = \frac{S}{U}$

Можем провести высоту об точки удара.

$\cos\alpha = \frac{x}{S_1}$

$\frac{x}{S_1} = 0{,}6 \Rightarrow S_1 = \frac{x}{0{,}6}$; $x = 0{,}6 S_1$

$\begin{cases} x_к = U_1 (t_1 + U_2) \\ x_к = U_2 \cos\alpha (t_1 + t_2) \end{cases}$

$\begin{cases} y_к = U_2 \sin\alpha (t_1 + t_2) \\ y_к = U_3 t_2 \end{cases}$

$U_3 t_2 = U_2 \sin\alpha (t_1 + t_2)$

$U_3 = \frac{U_2 \sin\alpha (t_1 + t_2)}{t_2}$

$U_3 = \frac{1{,}5 \text{ м/с} \cdot 0{,}8 \cdot 6с}{1с} = 7{,}2$ м/с

Шифр: 36-10-05

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

10 класс

Участник: Саврасов Д.С.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

1	2	3	4	5	Σ
0	20	20	20	20	80

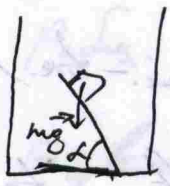
Задача №2

Дано:
$a = 6 м/с^2$
$t_1 = 2 с$

$t_2 - ?$

Решение:

1).



Вертолёт поднимается вверх, но на груз действует сила инерции, направленная вниз. $\vec{F_{ин.}} = -m\vec{a}$

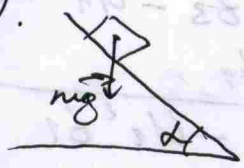
$m\vec{a_1} = m\vec{g} - m\vec{a}$

$ma_1 = mg\sin\alpha + ma\sin\alpha \rightarrow a_1 = \sin\alpha(g+a)$

l - длина наклонной поверхности

$l = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{\sin\alpha(g+a)t_1^2}{2}$

2).



Вертолёт уже не поднимается вверх, поэтому груз соскальзывает только под действием силы тяжести

$ma_2 = mg\sin\alpha \rightarrow a_2 = g\sin\alpha$

$l = \frac{a_2 t_2^2}{2} = \frac{g\sin\alpha\, t_2^2}{2}$

$\frac{\sin\alpha(g+a)t_1^2}{2} = \frac{g\sin\alpha\, t_2^2}{2}$

$t_2 = t_1\sqrt{\frac{g+a}{g}}$, $t_2 = 2с \cdot \sqrt{\frac{10\frac{м}{с^2} + 6\frac{м}{с^2}}{10\frac{м}{с^2}}} =$

$= 2,53 с$

Ответ: $t_2 = 2,53 с$.

Задача №3

Дано:
$U_1 = 100 В$
$t_1 = 2640 с$
$U_2 = 110 В$
$t_2 = 1680 с$
$U_3 = 120 В$

Решение:

$Q_{выд.} = I^2 R t$

$I = \frac{U}{R}$

$Q_{выд.} = \frac{U^2 t}{R}$

Шифр
100124

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
проводится с 1995 года

t_3 - ?

$Q_{пот.} = k \cdot t$, где k – постоянный коэффициент

$Q = m \cdot c (t_{кип.} - t_{к.})$ – количество теплоты для нагревания детали. $Q = const$.

(1). $\frac{U_1^2 t_1}{R} = m \cdot c (t_{кип} - t_{к.}) + k \cdot t_1$

(2). $\frac{U_2^2 t_2}{R} = m \cdot c (t_{кип.} - t_{к.}) + k \cdot t_2$

(3). $\frac{U_3^2 t_2}{R} = m \cdot c (t_{кип} - t_{к.}) + k \cdot t_3$

~~$m \cdot c (t_{кип} - t_{к.}) = X$~~

(1)-(2) $\Rightarrow \frac{1}{R}(U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2) = k(t_1 - t_2)$

$\frac{1}{Rk} = \frac{t_1 - t_2}{U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2}$

(3)-(1) $\Rightarrow \frac{1}{R}(U_3^2 t_3 - U_1^2 t_1) = k(t_3 - t_1)$

$\frac{1}{Rk} = \frac{t_3 - t_1}{U_3^2 t_3 - U_1^2 t_1}$

$\frac{t_1 - t_2}{U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2} = \frac{t_3 - t_1}{U_3^2 t_3 - U_1^2 t_1}$

$(t_1 - t_2)(U_3^2 t_3 - U_1^2 t_1) = (t_3 - t_1)(U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2)$

$t_3 (U_3^2 t_1 - U_3^2 t_2 - U_1^2 t_1 + U_2^2 t_2) = t_1 t_2 (U_2^2 - U_1^2)$

$t_3 = \frac{t_1 \cdot t_2 (U_2^2 - U_1^2)}{t_1 (U_3^2 - U_1^2) - t_2 (U_3^2 - U_2^2)}$

$t_3 = \frac{2640c \cdot 1680c ((110В)^2 - (100В)^2)}{2640c ((120В)^2 - (100В)^2) - 1680c ((120В)^2 - (110В)^2)} =$

$= 1201,5\,с \approx 20\,мин.$

Ответ: $t_3 = 20$ минут

Задача № 4

Дано:
$h = 0,8\,м$
$b = 1\,м$
$a = 0,6\,м$

Решение:
$V_1 = V_2 = const = V = h \cdot a \cdot b$. Объём в процессе эксперимента не меняется, меняется только высота h.

$\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$

$F - ?$

$h_2' = \frac{V_2}{a(b+a)} = \frac{h \cdot ab}{a(b+a)} = \frac{h \cdot b}{b+a}$

Давление на перегородку – это среднее значение между давлениями на поверхности.

$p_1 = 0$; $p_2 = \rho g h_2'$

$p_{сред.} = \frac{\rho g h_2}{2} = \frac{\rho g h b}{2(b+a)}$

$F_{давл.} = p_{сред.} \cdot S_{сон.}$

$S_{сон.} = b h_2' \cdot a$

$F = \frac{\rho g h \cdot b}{2(b+a)} \cdot \frac{b h \cdot a}{(b+a)} = \frac{\rho g h^2 b^2 a}{2(b+a)^2}$

$F = \frac{1000 \frac{кг}{м^3} \cdot 10 \frac{м}{с^2} \cdot (0{,}8 м)^2 \cdot (1 м)^2 \cdot 0{,}6 м}{2(1 м + 0{,}6 м)^2}$

$= 750 Н$

Ответ: $F = 750 Н$

Задача №5

Дано:

m; $2m$

$a_1 = 9 м/с^2$

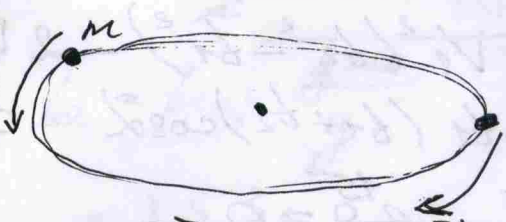
$a_2 = 36 м/с^2$

$t = 1{,}05 с$

$a_3 - ?$

$R - ?$

Решение:



$a_1 = \frac{v_1^2}{R} \rightarrow v_1 = \sqrt{a_1 R}$

$a_2 = \frac{v_2^2}{R} \rightarrow v_2 = \sqrt{a_2 R}$

$\vec{p_1} + \vec{p_2} = \vec{p_1}' + \vec{p_2}'$

$2m v_1 - m v_2 = 3m v_3 \rightarrow v_3 = \frac{2v_2 - v_1}{3}$

$v_3 = \frac{2\sqrt{a_2 R} - \sqrt{a_1 R}}{3} = \frac{\sqrt{R}(2\sqrt{a_2} - \sqrt{a_1})}{3}$

$a_3 = \frac{v_3^2}{R} = \frac{R(2\sqrt{a_2} - \sqrt{a_1})^2}{9R}$

$a_3 = \frac{(2 \cdot \sqrt{36 \frac{м}{с^2}} - \sqrt{9 \frac{м}{с^2}})^2}{9} = 9 м/с^2$

$l = 2\pi R$; $t_{прод.} = \frac{\pi R}{2}$

$l_{прогр.} = \cancel{4} \cdot v_3 \cdot t$

$v_3 = \sqrt{a_3 R}$

$l_{прогр.} = \frac{\pi R}{2}$

$\Rightarrow \sqrt{R} = \frac{2\sqrt{a_3}\, t}{\pi}$

$R = \frac{4 a_3 t^2}{\pi^2}$

$R = \frac{4 \cdot 9 м/с^2 \cdot (0{,}05 с)^2}{(3{,}14)^2} = 4{,}026 м$

Ответ: $a_3 = 9 м/с^2$; $R = 4{,}026 м$

Задача № 1

Дано:

$V_1, V_2 = 1{,}5 м/с$

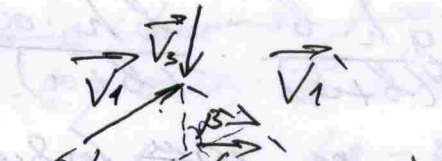
$\alpha = 53°$

$t_1 = 5 с$

$t_2 = 1 с$

$V_3 - ?$

Решение:



$\vec{V_1'} = \vec{V_1} + \vec{V_3}$

$V_1'^2 = V_1^2 + V_3^2 - 2 V_1 \cdot V_3 \cdot \sin\alpha$

(для нр. скоростей по теореме косинусов)

$S_{V_1'}^2 = S_{V_1}^2 + S_{V_2}^2 - 2 \cdot S_{V_1} \cdot S_{V_2} \cdot \cos\alpha$

$S_{V_1'} = V_1' \cdot t_2$; $S_{V_1} = V_1 \cdot t_1$; $S_{V_2} = V_2 (t_1 +$

$(V_1^2 + V_3^2 - 2 V_1 \cdot V_3 \cdot \sin\alpha) t_2^2 = V_1^2 t_1^2 + V_2^2 (t_1 +$

$- 2 \cdot V_1 \cdot t_1 \cdot V_2 (t_1 + t_2) \cos\alpha$

$V_1 \cdot \cos\alpha = V_2$

$V_1 = \frac{V_2}{\cos\alpha}$; $V_1 = \frac{1{,}5 м/с}{0{,}6} = 2{,}5 м/с$

$V_3^2 t_2^2 + V_1^2 (t_2^2 - t_1^2) - 2 V_3 \cdot V_1 \cdot \sin\alpha \cdot t_2$

$+ 2 V_1 V_2 t_1 (t_1 + t_2) \cos\alpha = 0$

$V_3^2 - 4 V_3 - \cancel{6} 15 = 0$

$V_{3\,1,2} = \frac{4}{2} \pm \sqrt{\frac{16}{4} - 15 \cdot (-1)} = 2 \pm 4{,}36$

скорость не может быть отрицательной по модулю $\Rightarrow V_3 = 2 + 4{,}36 = 6{,}36$

Ответ: $V_3 = 6{,}36 м/с$

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

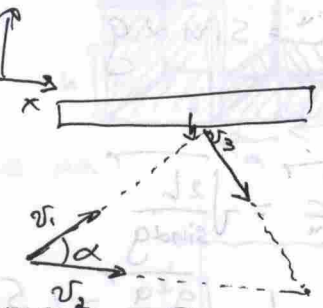
10 класс

Участник: Сычев А.В.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

№1

Дано:
$\alpha = 58°$
$t_1 = 5c$
$t_2 = 1c$
$v_2 = 1{,}5 \frac{м}{с}$
$v_3 - ?$







1) Установим систему отсчета связанную с бруском, тогда удар шайки 1 можно описать как абсолютно упругое соударение.

$v''_x = v'_x = v_1 \cos\alpha$; $v'_y = v_1 \sin\alpha + v_3$; $v''_y = v'_y + v_3 = 2v_3 + v_1 \sin\alpha$.

$v'_x t_1 + v''_x t_2 = v_2 (t_1 + t_2) \Rightarrow v_1 \cos\alpha = v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{v_2}{\cos\alpha}$

$v_y t_1 = v''_y t_2 \Rightarrow v_1 \sin\alpha\, t_1 = 2v_3 t_2 + v_1 \sin\alpha\, t_2$

$v_2 \operatorname{tg}\alpha\, t_1 = 2v_3 t_2 + v_2 \operatorname{tg}\alpha\, t_2$

$v_2 \operatorname{tg}\alpha (t_1 - t_2) = 2v_3 t_2$

$v_3 = \frac{v_2 \operatorname{tg}\alpha (t_1 - t_2)}{2t_2} = 4 \frac{м}{с}$

Ответ: $v_3 = 4 \frac{м}{с}$.

№2

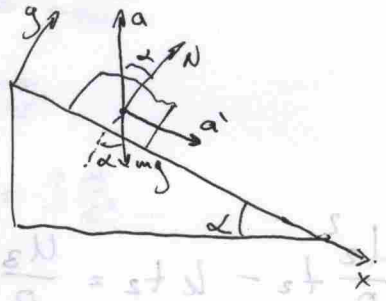
Дано:
$a = 6 \frac{м}{с^2}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$
$t_1 = 2c$
$t_2 - ?$

Запишем 2 з. Н. на оси (подн. верт.):

$Oy: N - \cos\alpha\, mg = \cos\alpha\, ma$

$Ox: \sin\alpha\, mg = ma' - ma\sin\alpha$

$a' = \sin\alpha (g + a)$



$L = \frac{a' t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2L}{a'}} = \sqrt{\frac{2L}{\sin\alpha (g+a)}}$

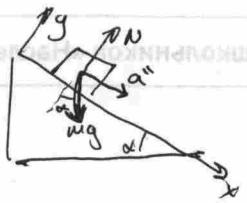
См. на след. стр.

1	2	3	4	5	Σ
20	20	10	10	10	70

Шифр
100001

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
проводится с 1995 года

№2 (продолжение)



2) Рассмотрим зависающий вертолет:

$Ox: \sin\alpha mg = ma'' \Rightarrow a'' = \sin\alpha g$

$Oy: N - \cos\alpha mg = 0$

$$L = \frac{a'' t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2L}{a''}} = \sqrt{\frac{2L}{\sin\alpha g}}$$

$$\frac{t_1}{t_2} = \sqrt{\frac{g}{g+a}} \Rightarrow t_2 = t_1\sqrt{\frac{g+a}{g}} \approx 2{,}53c$$

Ответ: $t_2 \approx 2{,}53c$

№3

Дано:
$U_1 = 100В$
$U_2 = 110В$
$U_3 = 120В$
$t_1 = 2640c$
$t_2 = 1680c$

t_3 - ?

$P = \frac{U^2}{R}$;

$Q_п \sim t$

$Q_{п1} = kt_1$

$Q_{п2} = kt_2$

$Q_{п3} = kt_3$

$P_1 t_1 - Q_{п1} = Q_{пл} \Rightarrow \frac{U_1^2}{R} t_1 - kt_1 = Q_{пл}$

$P_2 t_2 - Q_{п2} = Q_{пл} \Rightarrow \frac{U_2^2}{R} t_2 - kt_2 = Q_{пл}$

$P_3 t_3 - Q_{п3} = Q_{пл} \Rightarrow \frac{U_3^2}{R} t_3 - kt_3 = Q_{пл}$

$$\frac{U_1^2}{R} t_1 - kt_1 = \frac{U_2^2}{R} t_2 - kt_2$$

$$\frac{1}{R}(U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2) = k(t_1 - t_2)$$

$$\frac{k}{R} = \alpha = \frac{t_1 - t_2}{U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2}$$

$$\frac{U_2^2}{R} t_2 - kt_2 = \frac{U_3^2}{R} t_3 - kt_3$$

$$\frac{1}{R}(U_2^2 t_2 - U_3^2 t_3) = k(t_2 - t_3)$$

$$\alpha U_2^2 t_2 - \alpha U_3^2 t_3 = t_2 - t_3$$

$$t_3 = t_2 \frac{\alpha U_2^2 + 1}{\alpha U_3^2 + 1} = \frac{U_1^2 t_1 - 2U_2^2 t_2 + U_2^2 t_1}{U_3^2 t_1 - U_3^2 t_2 + U_1^2 t_1 - U_2^2 t_2} t_2 \approx 1493{,}5c \approx 24{,}9мин$$

Ответ: $t_3 \approx 24{,}9мин$.

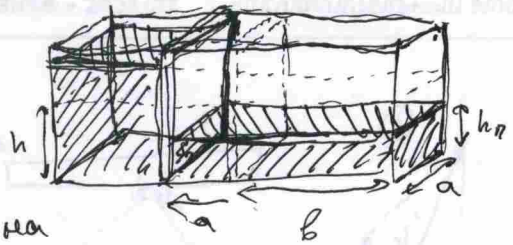
№4

Дано:
$b = 1$ м
$h = 0{,}8$ м
$a = 0{,}6$ м
$\rho = 1000 \frac{кг}{м^3}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$

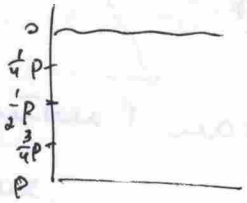
$F_п$ – ?

$V = bha = (b+a)h_п a$

$h_п = h\dfrac{b}{b+a}$



Давление действующее на стенку равно: $p_{ср} = \frac{1}{2}p$



$F_п = p_{ср} S_п$

$S_п = h_п a$

$p_{ср} = \frac{1}{2}\rho g h_п$

$$F_п = \frac{1}{2}\rho g a h^2 \left(\frac{b}{b+a}\right)^2 = 150\,Н$$

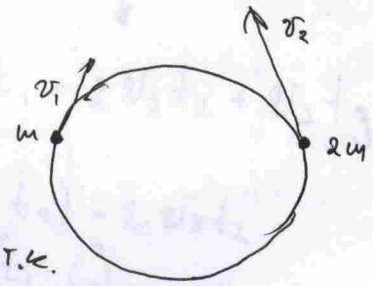
Ответ: $F_п = 150$ Н

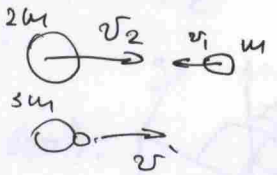
№5

Дано:
$a_1 = 9 \frac{м}{с^2}$
$a_2 = 36 \frac{м}{с^2}$
$t = 1{,}05$ с

a_x – ?; R – ?

По ЗСИ:
$2mv_2 - mv_1 = 3mv'$, т.к. перед ударом скорости двусил почти параллельны, т.к. двусилы – материальные точки.





$a_1 = \dfrac{v_1^2}{R}$

$a_2 = \dfrac{v_2^2}{R}$

$$a_x = \frac{v'^2}{R} = \frac{(2v_2 - v_1)^2}{9R} = \frac{1}{9}\left(2\sqrt{a_2} - \sqrt{a_1}\right)^2 = 9\,\frac{м}{с^2}$$

$v' = \dfrac{\pi R}{2t}$

$a_x = \dfrac{\pi^2 R}{4t^2} = \dfrac{1}{9}\left(2\sqrt{a_2} - \sqrt{a_1}\right)^2$

$R = \dfrac{4t^2}{9\pi^2}\left(2\sqrt{a_2} - \sqrt{a_1}\right)^2 \approx 4$ м

Ответ: $a_x = 9 \frac{м}{с^2}$; $R \approx 4$ м

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

10 класс

Участник: Титаренко А.В.

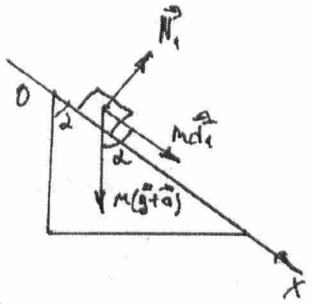
Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

№2

Дано:
$a = 6 м/с^2$
$t_1 = 2 с$
$g = 10 м/с^2$
$t_2 - ?$

1) С ускорением при подъёме

$m\vec{a}_1 = \vec{N}_1 + m(\vec{g}+\vec{a})$



в проекциях на ось OX:

$ma_1 = m(g+a)\cos\alpha$

$a_1 = (g+a)\cos\alpha$

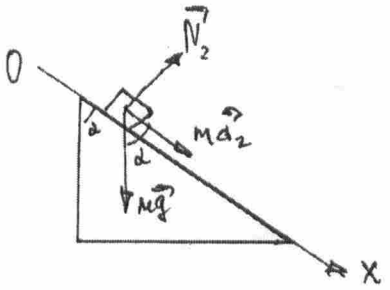
2) вертолёт завис

$m\vec{a}_2 = m\vec{g} + \vec{N}$

в проекциях на ось OX

$ma_2 = mg\cos\alpha$

$a_2 = g\cos\alpha$



3) $\begin{cases} a_1 = (g+a)\cos\alpha \\ a_2 = g\cos\alpha \end{cases}$

$\frac{a_1}{a_2} = \frac{g+a}{g}$

$h = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_2 t_2^2}{2}$

$a_1 t_1^2 = a_2 t_2^2$

$\frac{a_2(g+a)}{g} \cdot t_1^2 = a_2 t_2^2$

$\frac{g+a}{g} \cdot t_1^2 = t_2^2$

$t_2 = t_1\sqrt{\frac{g+a}{g}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{6+10}{10}} = 2\sqrt{1{,}6} \approx 2{,}53 с$

Ответ: $t_2 = 2{,}53 с$



Шифр

№4

Дано:
$h=0{,}8м$
$b=1м$
$d=0{,}6м$
$\rho=1000\ кг/м^3$
$g=10\ м/с^2$
$F_{пр}-?$

Решение

$V_1=V_2=h\cdot b\cdot d=1\cdot 0{,}6\cdot 0{,}8=0{,}48м^3$

$V_{пл}$ Объём части не изменился (вода)

$V_{пр}=V_1=V_2=0{,}48м^3$

$V_{пр}=d\cdot(b+d)\cdot h_{пр}$

$h_{пр}=\frac{V_{пр}}{d(b+d)}=\frac{0{,}48м^3}{0{,}6м(1м+0{,}6м)}=0{,}5м$; $p_{пр}=\frac{\rho g h}{2}$ – средняя гидростат. давление ~~Действия в воде~~

$F_{пр}=p_{пр}\cdot S_{пр}=\frac{\rho g h}{2}\cdot(h_{пр}\cdot d)=\frac{1000\cdot 10\cdot 0{,}5}{2}\cdot(0{,}5\cdot 0{,}6)=750Н$

Ответ: $F_{пр}=750Н$

№5

Дано:
$m_1=m$
$m_2=2m$
$a_1=9м/с^2$
$a_2=36м/с^2$
$t=1{,}05с$
$a_{общ}$; $R-?$

Решение

1) $p_1=m_1v_1=m_1$ $a_1=\frac{v_1^2}{R}$ $v_1=\sqrt{a_1R}$

$p_1=m_1v_1=m_1\sqrt{a_1R}=m\sqrt{9R}=3m\sqrt{R}$

$p_2=m_2v_2=m_2\sqrt{a_2R}=2m\sqrt{36R}=12m\sqrt{R}$

$\vec{p_1}+\vec{p_2}=\vec{p_{общ}}$, т.к. удар полностью неупругий

в проекции:

$p_{общ}=p_2-p_1=12m\sqrt{R}-3m\sqrt{R}=9m\sqrt{R}$

$v_{общ}=\frac{p_{общ}}{m_{общ}}=\frac{9m\sqrt{R}}{3m}=3\sqrt{R}$

$a_{общ}=\frac{v_{общ}^2}{R}=\frac{(3\sqrt{R})^2}{R}=\frac{9R}{R}=9м/с^2$

2) $L=2\pi R$, $v_{общ}=\frac{L}{t}$

$L_1=\frac{1}{4}L$ $t_1=1{,}05с$

$v_{общ}=\frac{L}{t}=\frac{\frac{1}{4}(2\pi R)}{1{,}05}=\frac{0{,}5\pi R}{1{,}05}=\frac{10\pi R}{21}$

$v_{общ}=3\sqrt{R}$ (п.1)

$3\sqrt{R}=\frac{10\pi R}{21}$

$63\sqrt{R}=31{,}4R$; $3969R=985{,}96R^2$ $|:R\neq 0$

$3969=985{,}96R$

$R=4{,}03м$

Ответ: $a_{общ}=9м/с^2$; $R=4{,}03м$

№3

Дано:
$U_1 = 100\,В$
$t_1 = 2640\,с$
$U_2 = 110\,В$
$t_2 = 1680\,с$
$U_3 = 120\,В$
$t_3 - ?$

Решение

Т.к. тепловые потери прямо. времени,
то $Q_{потерь} = Qt$

1) $A_1 = A + Q_{пот,1}$
$A_2 = A + Q_{пот,2}$

A – постоянна, т.к. кол-во нагрева, необходимое на нагрев деталей одинаково

$A_1 = \frac{U_1^2}{R} t_1$; $A_2 = \frac{U_2^2}{R} t_2$; $Q_{пот,1} = Qt_1$; $Q_{пот,2} = Qt_2$

2) $\begin{cases} \frac{U_1^2}{R} t_1 = A + Qt_1 \mid \cdot R \neq 0 \\ \frac{U_2^2}{R} t_2 = A + Qt_2 \mid \cdot R \neq 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_1^2 t_1 = RA + RQt_1 \\ U_2^2 t_2 = RA + RQt_2 \end{cases}$

Пусть $R \cdot A = x$; $R \cdot Q = y$,
тогда: $\begin{cases} U_1^2 t_1 = x + t_1 y \\ U_2^2 t_2 = x + t_2 y \end{cases} \Rightarrow$

$\Rightarrow \begin{cases} 100 \cdot 100 \cdot 2640 = x + 2640y \\ 110 \cdot 110 \cdot 1680 = x + 1680y \end{cases} \ominus$

$6072000 = 960y$
$y = 6325$

$\Rightarrow$ ~~$x = 26400000 - 960 \cdot 6325$~~
$x = 26400000 - (6325 \cdot 2640)$
$x = 9702000$

3) Тогда $x = R \cdot A = 9702000$; $y = R \cdot Q = 6325$

И $A_3 = A + Q_{пот,3}$

$\frac{U_3^2}{R} \cdot t_3 = A + Qt_3 \mid \cdot R \neq 0$
$U_3^2 t_3 = RA + RQt_3 = 9702000 + 6325t_3$
$14400t_3 = 9702000 + 6325t_3$
$8075t_3 = 9702000$
$t_3 = 1201{,}486 \approx 1201{,}5\,с$

Ответ: $t_3 = 1201{,}5\,с$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

№1

Дано:

$\alpha = 53°$

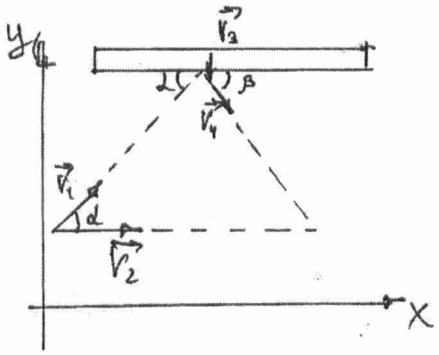
$t_1 = 5c$

$t_2 = 1c$

$V_2 = 1{,}5 м/с$

$V_3 - ?$

Решение



1) Во время удара проекция скорости V_4 тела 1 на ось x не меняется

$$V_1 \cdot \cos\alpha = V_4 \cos\beta$$

2) на ось x:

$$S_2 = S_{1x} + S_{4x}$$

$$V_2(t_1 + t_2) = V_1 \cos\alpha \cdot t_1 + V_4 \cos\beta \cdot t_2$$

$$9 = 5V_1\cos\alpha + V_4\cos\beta \quad | \quad V_4\cos\beta = V_1\cos\alpha \ (т.к.)$$

$$9 = 6V_1\cos\alpha$$

$$V_1\cos\alpha = 1{,}5 \ ; \ V_1 = \frac{1{,}5}{\cos\alpha} = \frac{1{,}5}{0{,}6}$$

$$V_1 = 2{,}5 м/с$$

3) ~~$S_{1x} = V_1 \sin\alpha = 2{,}5 м/с \cdot 0{,}8 = 2 м/с$~~

$$S_{1y} = V_1 \sin\alpha \cdot t_1 = 2 м/с \cdot 5c = 10 м$$

$$V_4 \sin\beta = \frac{S_{1y}}{t_2} = \frac{10 м}{1c} = 10 м/с$$

4) Т.к. $M_{пл} >> m_ш$, то $V_1\sin\alpha + V_3 = V_4 \sin\beta$

$$V_3 = V_4\sin\beta - V_1\sin\alpha = 10 м/с - 2 м/с = 8 м/с$$

Ответ: $V_3 = 8 м/с$

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

10 класс

Участник: Фомина А.В.

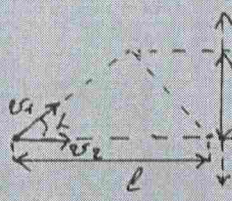
Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

№1.

Дано: $t_1 = 5c$; $t_2 = 1c$; $v_2 = 1{,}5$ м/с; $\angle = 53°$; $\sin\angle = 0{,}8$; $\cos\angle = 0{,}6$.

Найти: v_3.

Решение:

1) 

$l = v_2(t_1 + t_2) = v_1 \cos\angle (t_1 + t_2)$

$\Rightarrow v_1 = \frac{v_2}{\cos\angle} = \frac{5v_2}{3}$.

($v_1\cos\angle = const$, т.к. нет внешних сил на Ox).

2) Трение отсутствует $\Rightarrow$ перед ударом скор-ть 1-й шайбы такая же, как и вначале.

[redacted] $\Rightarrow$ [redacted].

$M \gg m$, где M - масса плиты, m - масса шайбы

$\Rightarrow$ „плита" $\simeq$ ИСО (парадокс большого тела).

Перейдём в $\simeq$ ИСО „плита": по з.с.с.: $\bar{v}_{абс} = \bar{v}_{отн} + \bar{v}_{пер}$.

До удара: $v_{1y} = v_1 \sin\angle + v_3$

После удара: из зси: $|u_{1y}| = |v_{1y}| = v_1 \sin\angle + v_3$. [redacted] $(-m\bar{u}_{1y} = m\bar{v}_{1y})$.

$u_{1y}' = -u_{1y} = -(-v_{1y}) = v_1 \sin\angle + v_3$

3) Перейдём обратно в ИСО „земля":

из з.с.с.: $u_{0y}' = u_{1y}' + v_3 = v_1 \sin\angle + 2v_3$

$h = v_1 \sin\angle\, t_1 = u_{0y}' t_2 = (v_1 \sin\angle + 2v_3) t_2$

$v_1 \sin\angle (t_1 - t_2) = 2v_3 t_2 = \frac{4v_1}{5} \cdot (t_1 - t_2) = \frac{4}{5} \cdot \frac{5v_2}{3} \cdot (t_1 - t_2) = \frac{4v_2(t_1 - t_2)}{3}$

$v_3 = \frac{v_2 \operatorname{tg}\angle (t_1 - t_2)}{2t_2} = \frac{2v_2(t_1 - t_2)}{3t_2} = \frac{2 \cdot 1{,}5 \cdot (5-1)}{3 \cdot 1}$ с $= 4$ м/с.

Ответ: $v_3 = \frac{v_2 \operatorname{tg}\angle (t_1 - t_2)}{2t_2} = 4$ м/с.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши

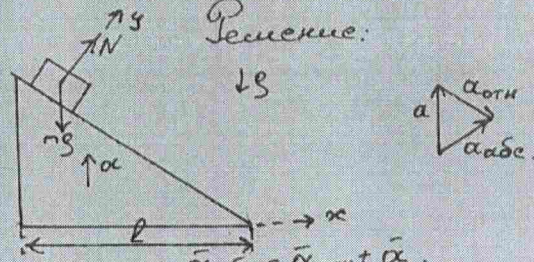
Шифр

№2.

Дано: $a = 6\ м/с^2$;
$t_1 = 2\ с$;
$g = 10\ м/с^2$.

Найти: t_2.

Решение:

1) 

по з.с.у.: $\vec{a}_{абс} = \vec{a}_{отн} + \vec{a}$.

2 з.н. на Ox для груза: $N\sin\alpha = m a_{отн x}$.

2 з.н. на Oy для груза: $N - mg\cos\alpha = ma\cos\alpha \to N = m\cos\alpha(g+a)$

~~$N\sin\alpha = m a_{отн x} = m\cos\alpha(g+a) \to a_{отн x} = \cos\alpha(g+a)$.~~

$N\sin\alpha = m a_{отн x} = m\cos\alpha\cdot\sin\alpha\cdot(g+a) = \frac{m\cdot\sin 2\alpha(g+a)}{2}$

$\to a_{отн x} = \frac{\sin 2\alpha(g+a)}{2}$.

2) Когда $a = 6\ м/с^2$: $a_{отн x_1} = \frac{\sin 2\alpha(g+a)}{2}$.

Когда $\vec{a} = \vec{0}$: $a_{отн x_2} = \frac{\sin 2\alpha g}{2}$.

3) Пусть ℓ - длина основания наклонной плоскости.

$\ell = \frac{a_{отн x_1} t_1^2}{2} = \frac{a_{отн x_2} t_2^2}{2} \to t_2^2 = \frac{a_{отн x_1} t_1^2}{a_{отн x_2}} = \frac{\sin 2\alpha(g+a)t_1^2}{2} \cdot \frac{2}{\sin 2\alpha \cdot g} = \frac{(g+a)t_1^2}{g}$.

$t_2 = t_1 \cdot \sqrt{\frac{g+a}{g}} = 2\cdot\sqrt{\frac{10+6}{10}} = \frac{8}{\sqrt{10}}\ с \approx 2{,}5\ с$.

Ответ: $t_2 = t_1\cdot\sqrt{\frac{g+a}{g}} = \frac{8}{\sqrt{10}}\ с \approx 2{,}5\ с$.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

№ 5.

Дано: $U_1 = 100$ В; $t_1 = 2640$ с;
$U_2 = 110$ В; $t_2 = 1680$ с;
$U_3 = 120$ В.

Найти: t_3.

Решение:

1) По закону Джоуля-Ленца: $Q_0 = I^2Rt = UIt$

Q_0 - общее кол-во теплоты, выделенное печью.

$Q = (1 - Kt)Q_0$ - кол-во теплоты, которое пошло на нагревателя.

2) $Q = (1 - Kt_1)U_1t_1 \cdot I = I \cdot U_2t_2 \cdot (1 - Kt_2) \rightarrow K = \frac{U_1t_1 - U_2t_2}{U_1t_1^2 - U_2t_2^2} = \frac{1}{4880}$.

3) $Q = (1 - Kt_1)U_1t_1 \cdot I = I \cdot U_3t_3(1 - Kt_3)$.

$\rightarrow KU_3^2t_3^2 - U_3t_3 + U_1t_1(1 - Kt_1) = 0$

$D = U_3^2 - 4U_1t_1U_3K(1 - Kt_1) \approx 2480{,}8$

$\sqrt{D} \approx 49{,}8$.

$t_3 = \frac{U_3 \pm \sqrt{D}}{2KU_3}$; $t_{3(1)} \approx 3452{,}6$ с $> t_2 \rightarrow$ не подходит.

$t_{3(2)} \approx 1427{,}4$ с $\approx 23{,}79$ мин.

Ответ: $t_3 = \frac{U_3 - \sqrt{D}}{2KU_3} \approx 23{,}79$ мин;

где $K = \frac{U_1t_1 - U_2t_2}{U_1t_1^2 - U_2t_2^2}$; $D = U_3^2 - 4U_1t_1U_3K(1 - Kt_1)$.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

№4.

Решение.

Дано: $h=0{,}8$ м; $2b=2$ см; $a=0{,}6$ м; $\rho=1000$ кг/м^3; $g=10$ м/с^2.

Найти: F_Σ.

1) Найдём x - высоту столба жидкости в правой части сосуда после того, как сдвинули перегородку.

Объём воды неизменен $\Rightarrow V=abh=(a+b)ax$

$$x=\frac{bh}{a+b}.$$

2) $F_\Sigma=\sum_{ai} p_i\cdot S_i=S\cdot\sum_i p_i=S\cdot p_\Sigma$. ;

3) На произвольной высоте H давление $p_H=\rho gH+p_0$; $p_0=10^5$ Па - атм. давление.

Заметим, что сумма давлений на высотах H и $x-H$: $p_\Sigma=p_H+p_{x-H}$

$$p=(p_0+\rho gH)+(p_0+\rho g(x-H))=2p_0+\rho gx.$$

Кол-во таких пар равно $w=\frac{x}{2}$.

Тогда $p_\Sigma=pw=(2p_0+\rho gx)\cdot\frac{x}{2}$.

4) S - площадь соприкосновения воды с перегородкой.

$$S=ax=\frac{abh}{a+b}.$$

5) $$F_\Sigma=p_\Sigma\cdot S=(2p_0+\rho gx)\cdot\frac{x}{2}\cdot ax=\frac{ax^2(2p_0+\rho gx)}{2}=\frac{a}{2}\cdot\left(\frac{bh}{a+b}\right)^2\cdot\left(2p_0+\frac{\rho gbh}{a+b}\right).$$

$$F_\Sigma=\frac{a}{2}\cdot\left(\frac{bh}{a+b}\right)^2\cdot\left(2p_0+\frac{\rho gbh}{a+b}\right)=15375\text{ Н}.$$

Ответ: $F_\Sigma=\frac{a}{2}\cdot\left(\frac{bh}{a+b}\right)^2\cdot\left(2p_0+\frac{\rho gbh}{a+b}\right)=15375$ Н.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши

Шифр

№5.

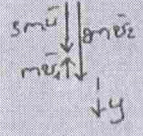
Дано: $a_1 = 8\ м/с^2$; $a_2 = 36\ м/с^2$; $t = 1{,}05\ с$; $\pi \approx 3{,}14$.

Найти: а) $a_ц$; б) R.

Решение:

1) $a_1 = \frac{v_1^2}{R}$; Пусть v_1 - скорость 1-й бусины перед ударом.

$a_2 = \frac{v_2^2}{R}$; Пусть v_2 - скорость 2-й бусины перед ударом.



$\frac{a_2}{a_1} = \frac{v_2^2}{v_1^2} = 4 \rightarrow \frac{v_2}{v_1} = 2 \rightarrow v_2 = 2v_1$.

2) по закону системы (внешние силы отсутствуют) на Oy:

$2m \cdot 2v_2 - mv_1 = 3mu$, где u - скорость системы „m+2m" после удара.

$4mv_1 - mv_1 = 3mv_1 = 3mu \rightarrow u = v_1$.

$a_ц = \frac{u^2}{R} = \frac{v_1^2}{R} = a_1 = 8\ м/с^2$.

3) Пусть l - длина кольца.

$l = 2\pi R \rightarrow \frac{l}{4} = \frac{\pi R}{2} = ut \rightarrow u = \frac{\pi R}{2t} = v_1$.

$a_1 = \frac{v_1^2}{R} = \frac{\pi^2 R^2}{4t^2} \cdot \frac{1}{R} = \frac{\pi^2 R}{4t^2} \rightarrow R = \frac{4a_1 t^2}{\pi^2} \approx 4\ м$.

Ответ: а) $a_ц = a_1 = 8\ м/с^2$; б) $R = \frac{4a_1 t^2}{\pi^2} \approx 4\ м$.

№4.

Дано: $h = 0{,}8\ м$; $2b = 2\ м$; $a = 0{,}6\ м$; $\rho = 1000\ кг/м^3$; $g = 10\ м/с^2$.

Найти: $p_г$.

Решение:

1) Найдём высоту x остатка жидкости в правой части сосуда после того, как сдвинули перегородку. Объём воды не изменился → $abh = b(a+b)x$

$x = \frac{ah}{a+b}$.

2) На каждой высоте

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши

Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

10 класс

Участник: ШТУКА С.Е.

Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

№1.

$\alpha = 53^\circ$

$t_1 = 5$ с.

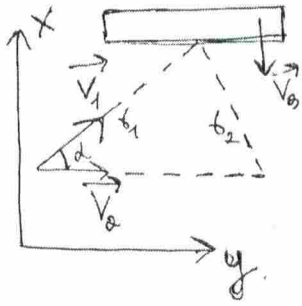
$t_2 = 1$ с.

$V_0 = 1,5$ м/с.

$V_3 - ?$

$\sin 53^\circ = 0,8$

$\cos 53^\circ = 0,6$.



t_0 - общее время движения. $\Rightarrow t_0 = t_1 + t_2 = 6$ с.

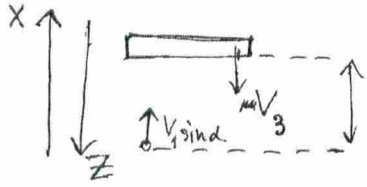
I. Проекция скорости $\vec{V_1}$ на ось y не изменяется в зависимости от времени (даже после удара о уступ) $\Rightarrow$ В проекции на ось y шайба со скоростью $\vec{V_2}$ пройдёт $L = V_2 t_0$. Т.к. по условию шайбы встречаются, то путь, пройденный шайбой со скоростью $\vec{V_2}$ равен перемещению шайбы со скоростью $\vec{V_1}$ на оси y $\Rightarrow$

$\Rightarrow V_2 t_0 = V_1 \cos\alpha t_0 \Rightarrow V_1 = \frac{V_2 t_0}{\cos\alpha t_0} = \frac{1,5 \text{ м/с} \cdot 5 \text{ с}}{0,6 \cdot 5 \text{ с}} = 2,5$ м/с.

Кроме закона сохранения импульса, использован закон движения.

II.

Рассмотрим движение шайбы со скоростью $\vec{V_1}$ на оси X и движение бруска:



Пусть изначальное расстояние между шайбой и бруском равно d, тогда $d = (V_1 \sin\alpha + V_3) t_1 = (2,5 \cdot 0,8 + V_3) \cdot 5 = 10 + 5V_3$.

Тогда расстояние, которое осталось после столкновения будет равно $D = d - V_3 t_1 = 10 + 5V_3 - 5V_3 = 10$ м.

По закону сохранения импульса дальнейшая скорость шайбы на ось X поменяет своё направление и станет равна $-(V_1 \sin\alpha + V_3)$, поэтому, чтобы рассматривать её как положительную величину, спроецируем её на ось Z $\Rightarrow V_н = V_1 \sin\alpha + V_3 = 2 + V_3$.

Тогда: $D = V_н \cdot t_2 \Rightarrow 10 \text{ м} = (2 + V_3) \cdot 1 \Rightarrow V_3 = 10 - 2 = 8$ м/с.

Ответ: $V_3 = 8$ м/с.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

№2.

$a = 6\ м/с^2$.

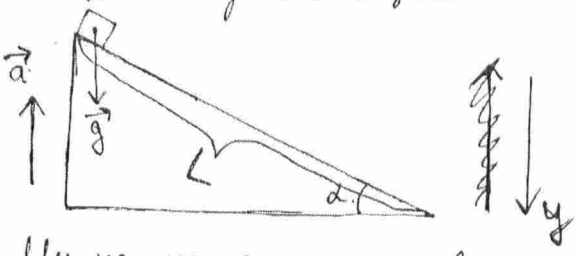
$t_1 = 2\ с$.

$t_2 - ?$

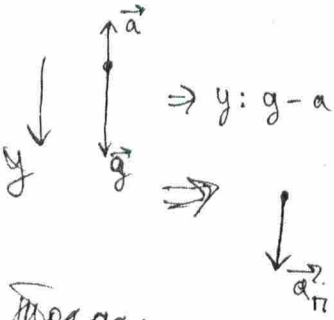
$g = 10\ м/с^2$

Составим чертёж:

Для первого случая:

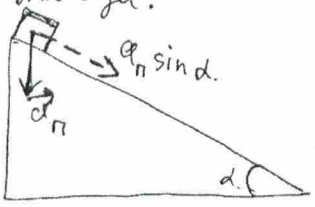


Мы не можем рассчитывать и применять законы Ньютона, не учитывая ускорение вертолёта, т.к. вертолёт в таком случае неинерциальная система отсчёта ⇒ перейдём в систему отсчёта, связанную с Землей (перейдём в ИСО): Тогда действующее ускорение $a_п$:



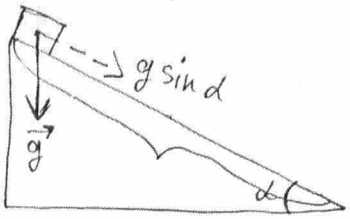
$\Rightarrow y: g - a = a_п = 10 - 6 = 4\ м/с^2 \Rightarrow$

Тогда:



$$\Rightarrow L = \frac{a_п \sin\alpha \cdot t_1^2}{2} = 2\sin\alpha\, t_1^2 = 2\sin\alpha \cdot 4 = 8\sin\alpha.$$

Для второго случая:



Т.к. вертолёт движется без ускорения (или покоясь вообще не движется), то он теперь может считаться ИСО ⇒

$$\Rightarrow L = \frac{g\sin\alpha\, t_2^2}{2} = 5\sin\alpha\, t_2^2$$

$$\Downarrow$$

$$8\sin\alpha = 5\sin\alpha\, t_2^2,$$

$$1{,}6 = t_2^2 \Rightarrow t_2 \approx 1{,}265\ с.$$

Ответ: $t_2 \approx 1{,}265\ с.$

Использован II-ой закон Ньютона и закон движения.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши

Шифр

№3

$U_1 = 100$ В.
$t_1 = 2640$ с.
$U_2 = 110$ В.
$t_2 = 1680$ с.
$U_3 = 120$ В.
$t_3 - ?$

Q – количество теплоты, необходимое для нагревания оловянной детали от комнатной температуры до температуры плавления.
α – коэффициент пропорциональности между потерями теплоты от печи в окружающее пространство и временем.
R – сопротивление печи.

Тогда, согласно закону Джоуля–Ленца:

$$\begin{cases} \frac{U_1^2}{R} t_1 = Q + \alpha t_1, \Rightarrow \alpha = \left(\frac{U_1^2 t_1}{R} - Q\right) : t_1 = \frac{U_1^2}{R} - \frac{Q}{t_1} = \\ \qquad = \frac{10000}{R} - \frac{Q}{2640}, \\ \frac{U_2^2}{R} t_2 = Q + \alpha t_2; \Rightarrow \end{cases}$$

$$\Rightarrow \frac{14400}{R} \cdot \frac{12100}{R} \cdot 1680 = Q + \left(\frac{10000}{R} - \frac{Q}{2640}\right) \cdot 1680, \; / : 1680$$

$$\frac{20328000}{R} =$$

$$\frac{12100}{R} = \frac{Q}{1680} + \frac{10000}{R} - \frac{Q}{2640},$$

$$\frac{2100}{R} = \frac{0{,}57143\,Q}{2640} \Rightarrow Q = \frac{9701975{,}75}{R}; \text{ Тогда: } \frac{U_3^2}{R} t_3 = Q + \alpha t_3,$$

$$\frac{14400}{R} t_3 = \frac{9701975{,}75}{R} + \left(\frac{10000}{R} - \frac{Q}{2640}\right) t_3$$

$$\frac{14400}{R} = \frac{9701975{,}75}{R t_3} + \frac{10000}{R} - \frac{3675}{R},$$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

$$\frac{8075}{R} = \frac{9701975,75}{R t_3},$$

$$t_3 = \frac{9701975,75}{8075},$$

$t_3 \approx 1201,5\,с \approx 20$ минут.

Ответ: $t_3 = 20$ минут.

✓4

$h = 0,8$ м.

$2b = 2$ м $\Rightarrow b = 1$ м.

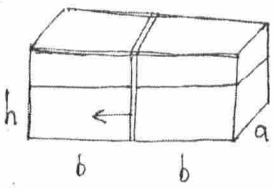
$a = 0,6$ м.

$\Delta L = a$

$\rho = 1000$ кг/м^3.

$g = 10$ м/с^2.

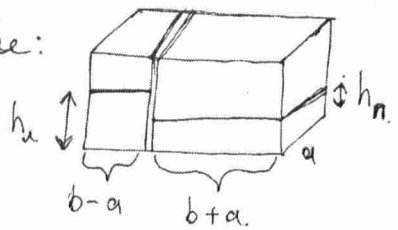
До:



Объём воды $V_в$ каждой из ячеек:

$V = bha = 1$м $\cdot 0,8$м $\cdot 0,6$м $= 0,48$м

После:



Объём воды в каждой ячейке сохраняется, каким образом найдём $h_п$ - высоту в правой ячейке ёмкости.

$V = (b-a)h_п a = (1+0,6)h_п \cdot 0,6 =$

$= 0,96\,h_п \Rightarrow h_п = \frac{V}{0,96} = \frac{0,48}{0,96} =$

$= 0,5$ м.

На перегородку действует давление вдвое меньшее, чем на дно $\Rightarrow p_п = \frac{\rho g h_п}{2} \Rightarrow$ сила давления воды на перегородку равна давление умножить на площадь соприкосновения воды с перегородкой $\Rightarrow F_п = p_п S = \frac{\rho g h_п \cdot h_п \cdot a}{2} = \frac{1000 \cdot 10 \cdot 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,6}{2} =$

$= \frac{1500}{2} = 750$ Н.

Ответ: $F_п = 750$ Н

Использовал закон Паскаля и закон о давлении столба жидкости.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши основана с 1995 года

Шифр

№5

$m_1 = m$

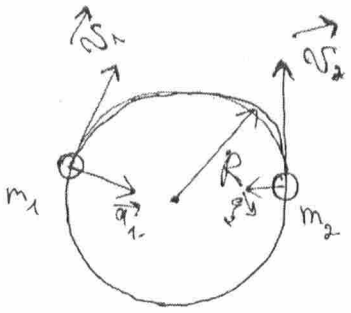
$m_2 = 2m$.

$a_1 = 9\ м/с^2$.

$a_2 = 36\ м/с^2$.

а) a_3 – ?

б) R – ?, если $t = 1{,}05\ с$, а $L = \frac{\pi R}{2}$



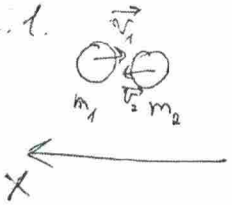
а) По формуле центростремительного ускорения:

$$a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow a_1 = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow v_1 = \sqrt{a_1 R} = \sqrt{9R} = 3\sqrt{R}.$$

$$a_2 = \frac{v_2^2}{R} \Rightarrow v_2 = \sqrt{a_2 R} = \sqrt{36R} = 6\sqrt{R}.$$

Запишем закон сохранения импульса для неупругого столкновения (проекция сделана, ориентируясь на рис. 1).

рис. 1.



$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3 \Rightarrow m_2 v_2 - m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_3,$$

$$2m \cdot 6\sqrt{R} - m \cdot 3\sqrt{R} = 3m v_3,$$

$$12m\sqrt{R} - 3m\sqrt{R} = 3m v_3 \ / : 3m.$$

$$4\sqrt{R} - \sqrt{R} = v_3,$$

$$3\sqrt{R} = v_3$$

$$a_3 = \frac{v_3^2}{R} = \frac{9R}{R} = 9\ м/с^2.$$

б). Четверть кольца – это $\frac{\pi R}{2}$. $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{\pi R}{2} = 3\sqrt{R} \cdot t + 6\sqrt{R} \cdot t, \ / : \sqrt{R}$$

$$\frac{3{,}14\sqrt{R}}{2} = 9t,$$

$$1{,}57\sqrt{R} = 9{,}45 \Rightarrow \sqrt{R} \approx 6{,}019 \Rightarrow R \approx 36{,}23\ м.$$

Ответ: а) $a_3 = 9\ м/с^2$; б) $R \approx 36{,}23\ м$

Использовал закон сохранения импульса и закон движения.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

11 класс

Участник: АЛЕКСАНДРОВ К.А.

Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

~~Задание 1~~: Вопрос 1:

Дано: $r' = \frac{r}{2}$, $m = 0{,}1$ кг, $\Delta t = 0{,}2$ с, $v_1 = 50$ м/с, $v_2 = 0{,}5$ м/с

$v_3 - ?$

$v_3' - ?$

Решение:

$\Delta p_м = F \cdot \Delta t$; $F = v_1^2 \cdot S_{сеч}$

$\Delta p_м = p_0 - p_к$; $p_0 = 0$; $p_к = m_{ст} v_2$

$m_{ст} v_2 = v_1^2 \cdot S_{сеч}$; $S_{сеч} = \frac{v_2 \cdot m_{ст}}{v_1^2}$



по 2 З-ну Ньютона:

$F_{сопр} + mg = ma$

ОУ: $F_{сопр} = mg$; $F_{сопр} = v_3^2 \cdot S_{сеч}$

$v_3^2 S_{сеч} = mg$

(*) $v_3^2 = \frac{mg}{S_{сеч}}$; $v_3 = \sqrt{\frac{v_1^2 g}{v_2}}$

При $r' = \frac{r}{2}$ $S_{сеч}' = \pi r'^2$; $S_{сеч} = \pi r^2$ $v_3 = 223{,}6$ м/с

$S_{сеч}' = \frac{\pi r^2}{4} = \frac{S_{сеч}}{4}$; $m = \rho \cdot V$; $V = \frac{4}{3}\pi r^3$

тогда $V' = \frac{4\pi r^3}{8}$

$m' = \rho \cdot V'$ $V' = \frac{4}{3}\pi \cdot \frac{r^3}{8}$; $V' = \frac{V}{8}$

$m' = \frac{m}{8}$

тогда подставим $S_{сеч}'$ и m' в (*) вместо m и $S_{сеч}$.

$v_3' = \sqrt{\frac{m' g}{S_{сеч}'}}$; $v_3' = \sqrt{\frac{mg}{S_{сеч} \cdot 2}}$, $\Rightarrow$ $v_3' = \frac{v_3}{\sqrt{2}}$

$v_3' = 158$ м/с

Ответ: $v_3 = 223{,}6$ м/с, $v_3' = 158$ м/с

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • НАСЛЕДНИКИ Левши • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • проводится с 1993 года

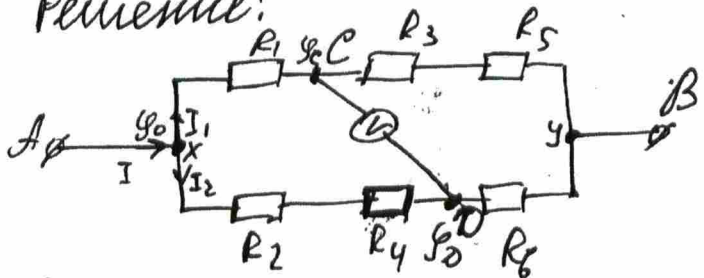
Шифр

Вопрос 2:

Дано: $U_1 = 35$В
$R_1 = 10$ом
$R_2 = 20$ом
$R_3 = 30$ом
$R_4 = 40$ом
$R_5 = 50$ом
$R_6 = 50$ом

U_2 - ?

Решение:



1) $\varphi_C = I_1 \cdot R_1$ | $\varphi_D = I_2 (R_2 + R_4)$

$I_1 \cdot (R_1 + R_3 + R_5) = I_2 (R_2 + R_4 + R_6)$ (т.к. разность потенциалов точек X и Y одинакова для обеих ветвей)

$I_1 = I_2 \frac{R_2 + R_4 + R_6}{R_1 + R_3 + R_5}$

По 1 закону кирхгофа: $I_1 + I_2 = I$

Значит $I_1 = \frac{4}{7} I$, тогда $I_2 \left(1 + \frac{R_2 + R_4 + R_6}{R_1 + R_3 + R_5}\right) = I$; $I_2 = \frac{3}{7} I$

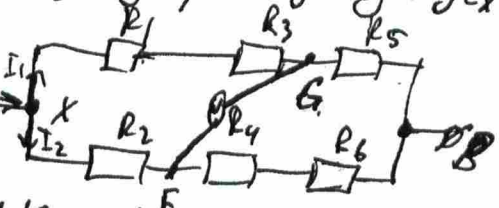
$\Delta\varphi_C = R_1 \cdot \frac{4}{7} I$; $\Delta\varphi_C = \frac{4}{7} I$;

$\Delta\varphi_D = \frac{3}{7} I (R_2 + R_4)$; $\varphi_D = \frac{18}{7} I$;

т.к. на участке XC разность потенциалов меньше чем на участке DX, то в т. C потенциал больше

2) Из (1): $U_1 = \frac{U_1}{I}$; $I = \frac{U_1}{2}$, $I = 17{,}5$ $\Delta\varphi_{DX} = \varphi_0 - \varphi_D$; $\Delta\varphi_{CX} = \varphi_0 - \varphi_C$; $U_1 = \varphi_C - \varphi_D = \Delta\varphi_{DX} - \Delta\varphi_{CX}$

$U_2 = |\varphi_G - \varphi_E|$ или



по аналогии с т. C и D; $U_2 = |\Delta\varphi_{EX} - \Delta\varphi_{GX}|$

$\Delta\varphi_{EX} = I_2 R_2$; $\Delta\varphi_{EX} = \frac{3}{7} I \cdot R_2$; $\Delta\varphi_{GX} = I_1 \cdot (R_1 + R_3)$; $\Delta\varphi_{GX} = \frac{4}{7} (R_1 + R_3)$

$U_2 = I \left| \frac{3}{7} R_2 - \frac{4}{7} (R_1 + R_3) \right|$; $U_2 = 25$В

Ответ: 1) у точки C

2) 25В

Шифр

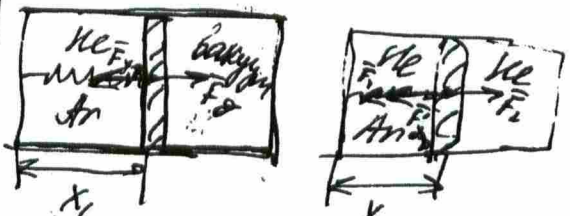
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Вопрос 3;

Дано:
$\nu_1 = 0{,}2$ моль
$\nu_2 = 0{,}8$ моль
$T_0 = 107°C = 380K$
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot K}$
$\Delta T - ?$

СИ

P - не;



Усл-ие равновесия поршня:

$F_{упр} = F_д$ и $F'_{упр} = F_2 - F_1$; $F_{упр} = kx_1$; $F'_{упр} = kx_2$

$F_д = p_д \cdot S$; $p_д \cdot V = (\nu_1 + \nu_2) RT_0$; $p_д = \frac{(\nu_1 + \nu_2)RT_0}{Sx_1}$ ($V = Sx_1$)

~~$F_2 = p_2 S$; $p_2 V$~~ т.к. гелий распределился по всему объему сосуда, то $\frac{\nu_1}{2}$ моль гелия давила на поршень с 1 стороны и $\frac{\nu_1}{2}$ моль с другой. Значит пружину удерживало давление аргона

т.е. $F'_{упр} = F_{Ar}$; $F_{Ar} = p_{Ar} S$; тогда: $kx_1 = \frac{(\nu_1 + \nu_2)RT_0}{x_1}$

$p_{Ar} V = \nu_2 RT'$

$kx_2 = \frac{\nu_2 RT'}{x_2}$

$k = \frac{(\nu_1 + \nu_2)RT_0}{x_1^2}$ и $k = \frac{\nu_2 RT'}{x_2^2}$; $\left(\frac{x_1}{x_2}\right)^2 = \frac{(\nu_1 + \nu_2)RT_0}{\nu_2 RT'}$; $\frac{x_1}{x_2} = \sqrt{\frac{475}{T'}}$

По 1 закону термодинамики для Ar: $Q = \Delta U - A$; $\Delta U = A$ т.к. $Q = 0$

$\Delta U = 1{,}5 \nu_2 R (T' - T_0)$; $A = \frac{p_к + p_н}{2} \cdot (V_к - V_н)$; $p_н = \frac{\nu_2 RT_0}{S \cdot x_1}$; $p_к = \frac{\nu_2 RT'}{Sx_2}$; $V_к = Sx_2$; $V_н = Sx_1$

$A = \frac{\nu_2 R \left(\frac{x_1}{x_2} \cdot T' + T_0\right)}{2} \cdot Sx_1 \left(\frac{x_2}{x_1} = 1\right)$; $3\nu_2 RT' - 3\nu_2 RT_0 = \nu_2 R \left(T' - \frac{x_1}{x_2} T' + \frac{x_2}{x_1} T_0 - T_0\right)$

$3(T' - T_0) = T' - \sqrt{\frac{475}{T'}} T' + \sqrt{\frac{T'}{475}} \cdot T_0 - T_0$

$2T' - 2T_0 + \sqrt{T'} \cdot \left(-\sqrt{\frac{1}{475}} + \sqrt{475}\right) = 0$

$\sqrt{T'} = y$, $y > 0$

$2y^2 + y\left(-\sqrt{\frac{1}{475}} + \sqrt{475}\right) - 760 = 0$

$y_{1,2} = -\sqrt{475} + \sqrt{\frac{1}{475}} \pm \sqrt{\left(\sqrt{\frac{1}{475}} + \sqrt{475}\right)^2 + 8 \cdot 760}$

$y_1 = 14{,}9$

$y_2 = -25{,}7$ - не уд. усл.

~~$T' = 380K$, $\Delta T = T' - T = 280K$~~

~~Ответ: 280K~~

$T' = 222$; $\Delta T = T' - T$

$\Delta T = 158K$

Ответ: 158K

Шифр

Вопрос 4

Дано:

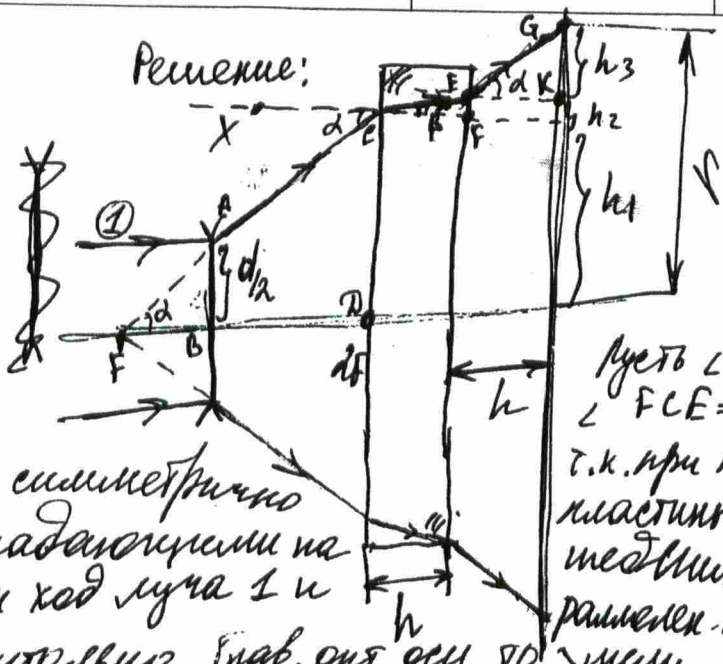
$D = -\frac{1}{3}$ дптр

$n = 1{,}5$; $h = 120$ см

$d = 6$ см

$r - ?$

Решение:



$D = \frac{1}{F}$

$F = \frac{1}{D}$

$F = -3$ м

$|F| = 3$ м $= 300$ см

Пусть $\angle CFD = \alpha$,

$\angle FCE = \beta$

Т.к. при прохождении пластины луч, вышедший из нее, параллелен лучу, вошедшему, то $\angle KEG = \alpha = \angle ACX$

$\angle ACX = \alpha$ т.к. $\angle ACX$ и $\angle CFD$ - к. нет. углы.

Т.к. симметрично относительно гл. опт. оси, то кратчайшее расстояние от точки падения луча на экран до главной опт. оси найдем радиусом

$\triangle FBA \sim \triangle FCD$ по 2-м углам, $\Rightarrow$, $\frac{AB}{FB} = \frac{CD}{FD}$, $FB = F$, $FD = 2F$, $CD = h_1$

$\frac{d}{2 \cdot F} = \frac{h_1}{3F}$; $h_1 = \frac{3d}{2}$; $h_1 = 9$ см; по закону Снеллиуса: $\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n$

$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}$; $\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha = \frac{AB}{FB}$; $\sin\alpha = \frac{d}{2F}$, $\sin\beta = \frac{d}{2F \cdot n}$

(из $\triangle AFB$, $\angle B = 90°$)

$\sin\beta \approx \operatorname{tg}\beta$; из $\triangle CFE$ ($\angle F = 90°$) $\operatorname{tg}\beta = \frac{EF}{CF}$; $\operatorname{tg}\beta = \frac{h_2}{h}$; $\frac{d}{2Fn} = \frac{h_2}{h}$;

$h_2 = \frac{dh}{2Fn}$; $h_2 = 0{,}8$ см; из $\triangle EGK$ ($\angle K = 90°$): $\operatorname{tg}\alpha = \frac{GK}{EK}$; $\operatorname{tg}\alpha \approx \sin\alpha$

$\sin\alpha = \frac{h_3}{h}$; $h_3 = \sin\alpha \cdot h$

$h_3 = \frac{d}{2F} \cdot h$; $h_3 = 1{,}2$ см

$h_1 + h_2 + h_3 = r$

$r = 11$ см

Ответ: 11 см

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
проводится с 1995 года

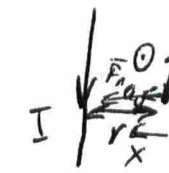
Шифр

Задача 5:

Дано: $e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м
$v = 2{,}15 \cdot 10^6$ м/с
$m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг
$I = 26{,}8$ А
$\Delta t = 62{,}5 \cdot 10^{-6}$ с
$r = 3$ м
$\tau = 1$ с

$r' - ?$

Р-ие:



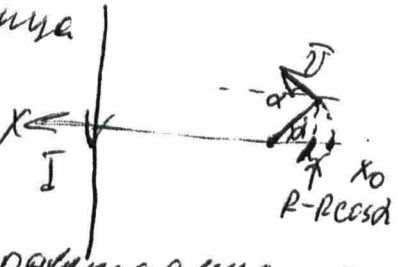
ч-ца будет двигаться по окружности, радиус кот. много меньше r, то поле магнитное будем считать однородным

По 2 з.н.: $F_л = ma_ц$; ОХ: $F_л = ma_ц$; $F_л = Bve$; $a_ц = \frac{v^2}{R}$

$Bve = \frac{mv^2}{R}$; $R = \frac{mv}{Be}$

$R \approx 6{,}844 \cdot 10^{-6}$ м; $T = \frac{2\pi R}{v}$; $T = 2 \cdot 10^{-5}$ с

$n = \frac{\Delta t}{T}$; $n = 3\frac{1}{8}$ т.е. частица



прошла 3 полных круга и $\frac{1}{8}$ 4-го

тогда её скорость направлена к проводу. Будем считать, что в задаче опечатка и найдем расстояние, на котором окажется ч-ца через 1 с

$\alpha = \frac{360°}{8} = 45°$; $v_x = v \cdot \cos\alpha$; $r' = r - R(1-\cos\alpha) - v_x\tau$

$r' = r - R(1 - \cos 45°) - v\cos 45° \cdot \tau$

$r' = 1{,}48$ м

Ответ: 1,48 м.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

11 класс

Участник: Бучкин Т.А.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

№1

Олимпиада школьников «Наследники Левши» по физике - 2021/22	Заключительный этап	Чистовик

1	2	3	4	5	Σ
20	20	-	5	0	45

1. Дано:

1) v_3 - ?

2) v_4 - ? если $r_2 = 2r_1$

$m_1 = 0{,}1$ кг

$\Delta t = 0{,}2$ с

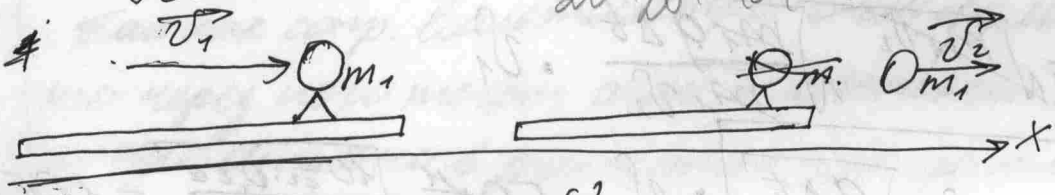
$v_1 = 50 \frac{м}{с}$

$v_2 = 0{,}5 \frac{м}{с}$

$F_{сопр} = S_{сеч} \cdot v_{отн}^2$

$g = 10 \frac{м}{с^2}$

Решение:



$F_{выдр} = F_{сопр} = S_{сеч_1} v_1^2$

Рассмотрим импульс силы $F_{выдр}$:

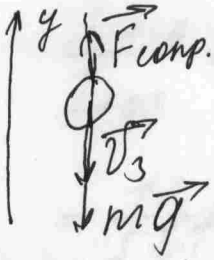
$\vec{F}_{выдр} \Delta t = \Delta \vec{p} = m_1 (\vec{v}_2 - \vec{v}_0) = m_1 \vec{v}_2$ ($\vec{v}_0 = 0$)

Ox: $F_{выдр} \Delta t = m_1 v_2$

$S_{сеч_1} \Delta t v_1^2 = m_1 v_2$ (*)

1) 

Предполагаем, что высота наста
ко большая, что шарик (тело) мог
не успеет разогнаться до v_3.
Относительно земли воздух неп
вижен, а шарик (тело) имеет
$\vec{v} = \vec{v}_3$, направленную вниз, тогда
относительно шарика (тела), он
сам неподвижен, а воздух ле-
тит вверх с $\vec{v}_{отн} = -\vec{v}_3 \Rightarrow |\vec{v}_{отн}| = |\vec{v}_3|$.



По II з. Ньютона:

$\vec{F}_{сопр} + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a}$ (разгон шарика (т
ла) будет происходить от тех пор
пока $a > 0 \Rightarrow$ при $v = v_3$, $a = 0$)

$\vec{F}_{сопр} + m_1 \vec{g} = 0$

Oy: $F_{сопр} - m_1 g = 0$

$F_{сопр} = S_{сеч_1} v_3^2 = m_1 g$

$v_3 = \sqrt{\frac{m_1 g}{S_{сеч_1}}}$ (**)

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
110063

Из (*) получаем, что:

$S_{сеч_1} = \frac{m_1 v_2}{\Delta t v_1^2}$, тогда

$v_3 = \sqrt{\frac{m_1 v_2}{m_1 g \Delta t}} \cdot v_1$

$\boxed{v_3 = v_1 \sqrt{\frac{g \Delta t}{v_2}}}$; $v_3 = 50 \frac{м}{с} \sqrt{\frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot 0{,}2\,с}{0{,}5 \frac{м}{с}}} = 100 \frac{м}{с}$

2) По аналогии с п.1 (ур-е (**)):

$v_4 = \sqrt{\frac{m_2 g}{S_{сеч_2}}}$

$\left.\begin{aligned} S_{сеч_1} &= k_1 r_1^2 \\ S_{сеч_2} &= k_1 r_2^2 \end{aligned}\right\}$, где k_1 - коэффициент между $S_{сеч}$ и r^2, тогда

$\frac{S_{сеч_2}}{S_{сеч_1}} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = 4 \Rightarrow S_{сеч_2} = 4 S_{сеч_1}$

$\left.\begin{aligned} m_1 &= \rho V_1 = \rho k_2 r_1^3 \\ m_2 &= \rho V_2 = \rho k_2 r_2^3 \end{aligned}\right\}$, где k_2 - коэффициент между m и

тогда:

$\frac{m_2}{m_1} = \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^3 = 8 \Rightarrow m_2 = 8 m_1$, тогда

$v_4 = \sqrt{\frac{8^2 m_1 g}{4 S_{сеч_1}}} = \sqrt{2}\, v_3 \approx 141 \frac{м}{с}$

Ответ: 1) $100 \frac{м}{с}$; 2) $141 \frac{м}{с}$

2. Дано:

1) сравнить φ_C и φ_D

2) $U_{BE} - ?$; сравнить φ_D и φ_E

$R_1 = 1$ Ом

$R_2 = 3$ Ом

$R_3 = 5$ Ом

$R_4 = 2$ Ом

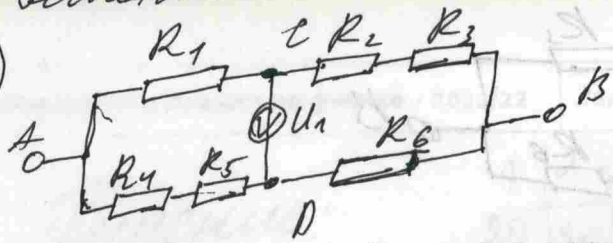
$R_5 = 4$ Ом

$R_6 = 6$ Ом

$U_A = 35$ В

Решение:

1)



так как сопр. вольтметра очень большое, то через него течет очень маленький ток, которым последовательно в расчетах им можно пренебречь.

$$R_{45} = \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5} = R_4 + R_5 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_{123} = R_2 + R_3 = 8 \text{ Ом}$$

$$R_{об} = \frac{R_{123} \cdot R_{456}}{R_{123} + R_{456}} = \frac{(R_1 + R_{23})(R_{45} + R_6)}{R_1 + R_{23} + R_{45} + R_6} = \frac{9 \cdot 12}{9 + 12} =$$

$$= \frac{108}{21} = 5\frac{1}{7} \text{ Ом}$$

$$\frac{I_{ACB}}{I_{ADB}} = \frac{I_{AB} - I_{ADB}}{I_{ADB}} = \frac{I_{AB}}{I_{ADB}} - 1 = \frac{\frac{U_{AB}}{R_{об}}}{\frac{U_{AB}}{R_{456}}} - 1 = \frac{R_{456}}{R_{об}}$$

$$= \frac{12}{5\frac{1}{7}} - 1 = \frac{12 \cdot 7}{36} - 1 = \frac{7}{3} - 1 \Rightarrow I_{ACB} = \frac{7}{3} I_{ADB} - I_{ADB} = \frac{4}{3} I$$

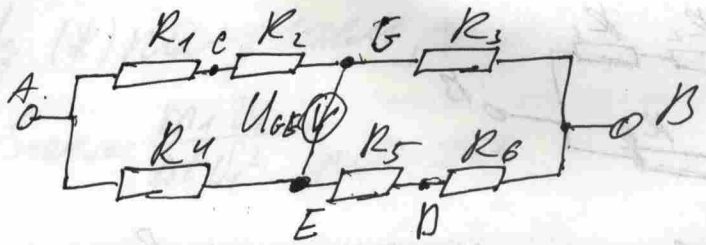
$$\left.\begin{aligned} U_{AC} &= I_{ACB} \cdot R_1 \\ U_{AD} &= I_{ADB} \cdot R_{45} \end{aligned}\right\} \Rightarrow \frac{U_{AC}}{U_{AD}} = \frac{I_{ACB} \cdot R_1}{I_{ADB} R_{45}} = \frac{4 R_1}{3 R_{45}}$$

$$= \frac{4 \cdot 1}{3 \cdot 6} = \frac{4}{18} \Rightarrow U_{AC} = \frac{4}{18} U_{AD} \Rightarrow U_{AC} < U_{AD}$$

$$\Leftrightarrow \varphi_A - \varphi_C < \varphi_A - \varphi_D \Leftrightarrow \boxed{\varphi_D < \varphi_C} \checkmark$$

$$U_1 = \varphi_C - \varphi_D = U_{AD} - U_{AC}$$

2)



$U_{AC} = I_{ACB} \cdot R_1 = I_{ACB}$

$U_{AC} = U_{AB} - U_{CB} = U_{AB} - I_{ACB} \cdot R_{23} = U_{AB} - 8 I_{ACB}$ } $\Rightarrow$

$\Rightarrow I_{ACB} = U_{AB} - 8 I_{ACB} \Rightarrow 9 I_{ACB} = U_{AB}$

$U_{AD} = I_{ADB} \cdot R_{45} = 6 I_{ADB}$

$U_{AD} = U_{AB} - U_{DB} = U_{AB} - I_{ADB} \cdot R_6 = U_{AB} - 6 I_{ADB}$ } $\Rightarrow$

$\Rightarrow U_{AB} - 6 I_{ADB} = 6 I_{ADB} \Rightarrow U_{AB} = 12 I_{ADB}$

Имеем!

$U_{AB} = 12 I_{ADB}$

$U_{AB} = 9 I_{ACB}$ } $\Rightarrow 12 I_{ADB} = 9 I_{ACB} \Leftrightarrow I_{ADB} = \frac{3}{4} I_{ACB}$

$U_1 = \varphi_C - \varphi_D = U_{AD} - U_{AC} = I_{ADB} \cdot R_{45} - I_{ACB} \cdot R_1 = 6 I_{ADB} - I_{ACB} =$

$= 3{,}5 I_{ACB} \Rightarrow I_{ACB} = \frac{U_1}{3{,}5} = 10\,A \Rightarrow I_{ADB} = 7{,}5\,A$, тогда

$U_{AG} = I_{ACB} \cdot R_{12} = 4 I_{ACB} = 40\,B$

$U_{AE} = I_{AEB} \cdot R_4 = 2 I_{AEB} = 15\,B$

~~U_{AE}~~ $U_{AG} - U_{AE} = 25\,B = \varphi_A - \varphi_G - \varphi_A + \varphi_E \Rightarrow \varphi_E = 25\,B + \varphi$

$U_{GE} = \varphi_E - \varphi_G = 25\,B$

$\varphi_E > \varphi_G$

$25\,B + \varphi_G > \varphi_G$

$25\,B > 0$

~~Ответ: C;~~

Ответ: 1) C; 2) 25 B; E

№2

4. Дано:

$r_п - ?$

$D = -\frac{1}{3}$ дптр

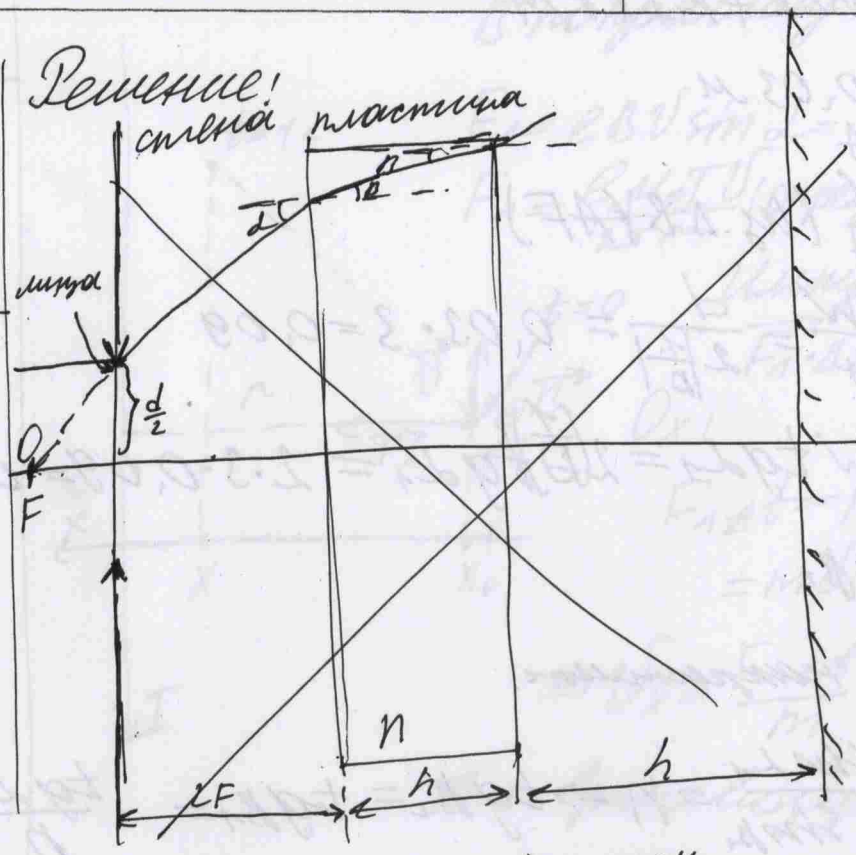
$n = 1{,}5$

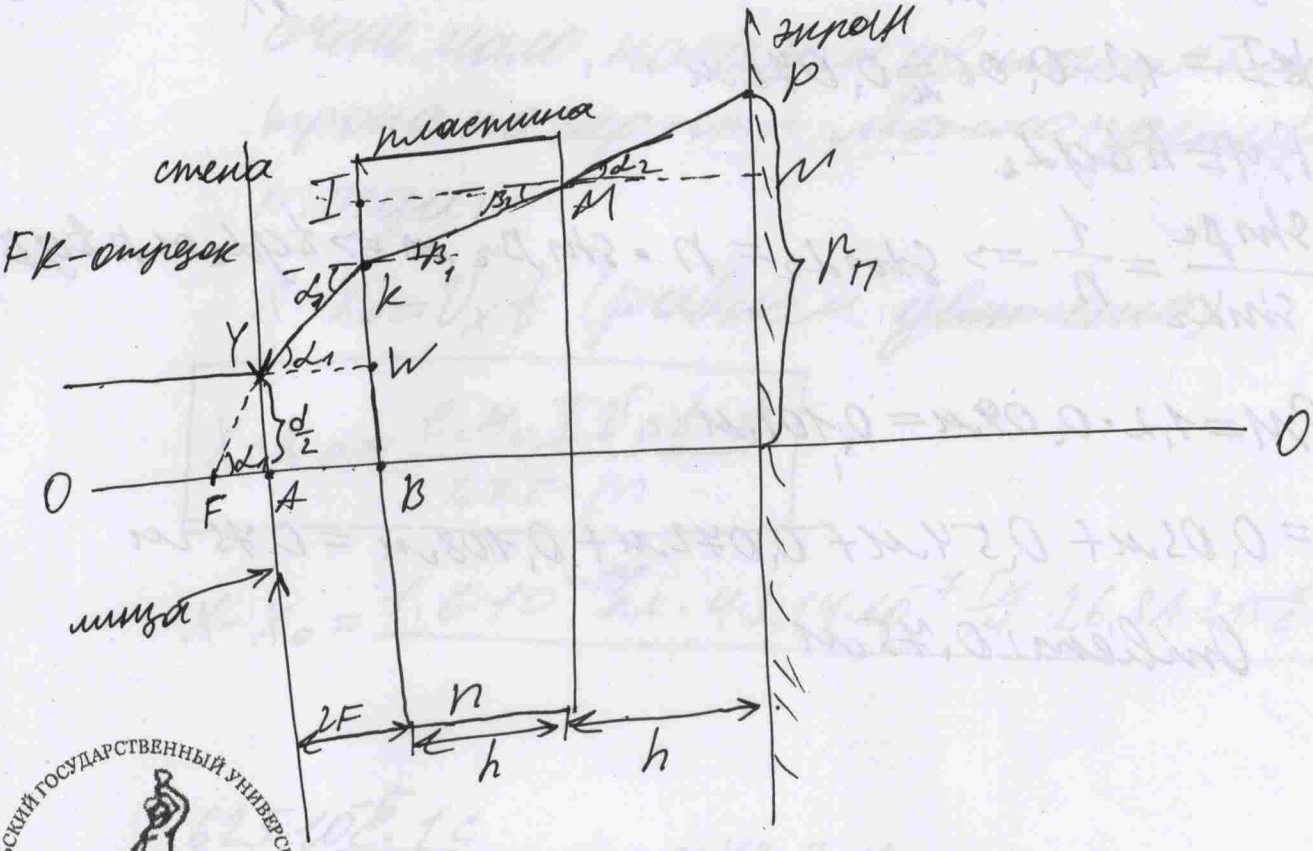
$h = 1{,}2$ м

$\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$

$d = 0{,}06$ м

Решение:





ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ
Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

Обозначим точки как на рисунке; тогда:

$r_п = BW + WK + KI + PM$

$BW = \frac{d}{2} = 0{,}03\ м$

$tg\alpha_1 = \frac{BW}{FA}$ (из $\Delta BWAF$)

$tg\alpha_1 = \frac{BW}{FA} = \frac{d}{2\frac{1}{D}} = 0{,}03 \cdot 3 = 0{,}09$

$WK = YW\,tg\alpha_1 = 2\left(\frac{1}{D}\right) tg\alpha_1 = 2 \cdot 3 \cdot 0{,}09 = 0{,}54\ м$

$KI = h\,tg\beta_2$

$\beta_2 = \beta_1$ как накрестлежащие.

$\frac{tg\alpha_1}{tg\beta_1} \approx \frac{\sin\alpha_1}{\sin\beta_1} = n \Rightarrow tg\beta_2 = tg\beta_1 = \frac{tg\alpha_1}{n} = 0{,}06$

$KI = 1{,}2 \cdot 0{,}06\ м = 0{,}072\ м$

$PM = h\,tg\alpha_2$

$\frac{\sin\beta_2}{\sin\alpha_2} = \frac{1}{n} \Rightarrow \sin\alpha_2 = n \cdot \sin\beta_2$ ... $\Rightarrow tg\alpha_2 \approx n\,tg\beta_2 = 0{,}$

$PM = 1{,}2 \cdot 0{,}09\ м = 0{,}108\ м$

$r_п = 0{,}03\ м + 0{,}54\ м + 0{,}072\ м + 0{,}108\ м = 0{,}75\ м$

Ответ: 0,75 м

5. Дано:

$(X - X_0) - ?$

$I = 26{,}8\ А$

$\Delta t = 62{,}5 \cdot 10^{-6}\ с$

$r = 3\ м$

$t = 1\ с$

$V = 2{,}15 \frac{м}{с}$

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Гн}{м}$

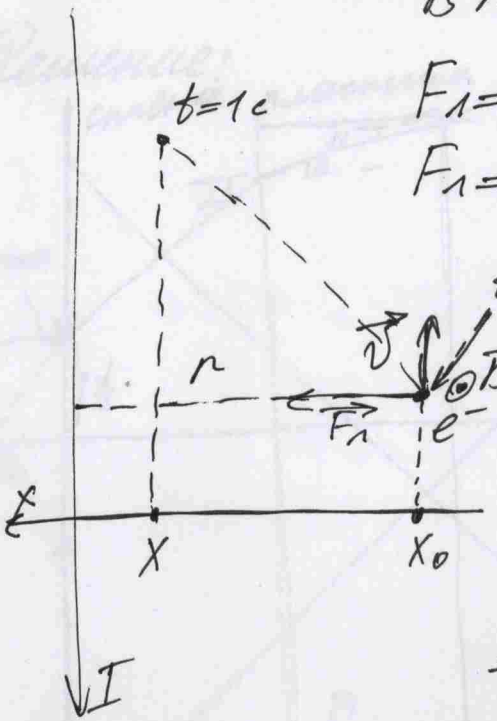
$\pi = 3{,}14$

$m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\ кг$

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ Кл$

Решение:

1. Определим направление $\vec{B}$ по правилу правого винта



$F_1 = eBV\sin\alpha = eBV\ (\alpha = 90°)$

$F_1 = \frac{e\mu_0 I V}{2\pi r}$ (опред. напр. $\vec{F_1}$ по правилу левой руки)

Импульс силы

$\vec{F_1} \cdot \Delta t = m(\vec{V} - \vec{V_0})$

Ox:

$F_1 \Delta t = m(V_x - V_{0x}) = mV_x \Rightarrow$ ($V_{0x} = 0$)

$\Rightarrow V_x = \frac{F_1 \Delta t}{m} = \frac{e\mu_0 I V \Delta t}{2\pi r m}$

Т.к. время воздействия очень мало, начало движения электрона по окр.-сти можно пренебречь тогда:

$X - X_0 = V_x t$ (равном. движение)

$$\boxed{X - X_0 = \frac{e\mu_0 I V \Delta t \cdot t}{2\pi r m}}$$

$$X - X_0 = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19}\ Кл \cdot 4 \cdot 3{,}14 \cdot 10^{-7} \frac{Гн}{м} \cdot 26{,}8\ А \cdot 2{,}15 \frac{м}{с} \cdot 625 \cdot 10^{-6}\ с \cdot 1\ с}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 3\ м \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}\ кг} \approx 42{,}2\ м$$

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

11 класс

Участник: Валиков Е.А.

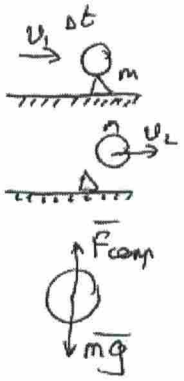
Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

① Дано:

$m = 0{,}1$ кг
$\Delta t = 0{,}2$ с
$V_1 = 50 \frac{м}{с}$
$V_2 = 0{,}5 \frac{м}{с}$
$g = 10 \frac{м}{с}$
$R' = 2R$

$v_3 - ?$
$v_3' - ?$

Анализ и решение



$F\Delta t = p \quad p = mv_2 \Rightarrow F\Delta t = mv_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow F = \frac{mv_2}{\Delta t} = 0{,}25$ Н (сила действия ветра на шар)

$F = S \cdot v_1^2 \Rightarrow S = \frac{F}{v_1^2} = 10^{-4}$ м^2

$v_{max} = v_3 = const \Rightarrow F_{сопр} = mg = Sv_3^2 \Rightarrow$

$\Rightarrow v_3 = \sqrt{\frac{mg}{S}} \approx 100 \frac{м}{с}$

$m' = \rho V' = 8\rho V$
$S' = 4S$

$\Rightarrow v_3' = \sqrt{\frac{m'g}{S'}} = \sqrt{\frac{8}{4}\frac{mg}{S}} = v_3\sqrt{2} \approx$

$\approx 141 \frac{м}{с}$

Ответ: $v_3 = 100 \frac{м}{с}$
$v_3' = 141 \frac{м}{с}$

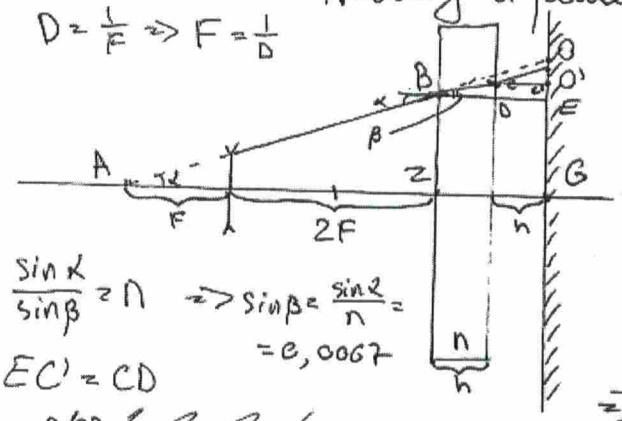
④ Дано:

$D = -\frac{1}{3}$ дптр
$d = 0{,}06$ м
$h = 1{,}2$ м
$n = 1{,}5$
$(tg\alpha \approx \sin\alpha)$

$R - ?$

Анализ и решение:

$D = \frac{1}{F} \Rightarrow F = \frac{1}{D}$



$R = OB = EG + EO'$

$EG = AZ$

ΔABZ – прямоуг.

$AZ = 3|F| = \frac{3}{|D|} = 9$ м

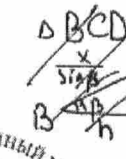
$\sin\alpha \approx tg\alpha = \frac{\frac{d}{2}}{F} = \frac{dD}{2} = 0{,}01$

$\Rightarrow BZ = AZ \sin\alpha = 0{,}09$ м

$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n \Rightarrow \sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n} = 0{,}0067$

$EC' = CD$

ΔBCD – прямоуг.



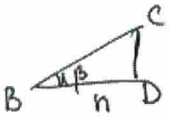
$\frac{x}{\sin\beta} = x + h \Rightarrow \frac{x^2}{\sin^2\beta} = x^2 + h^2 \Rightarrow x = \sqrt{\frac{h^2}{\frac{1}{\sin^2\beta} - 1}} = \left(\sqrt{\frac{h^2}{\frac{1000}{67} - 1}} = 0{,}090\right)$ м

$= \sqrt{\frac{h^2}{n^2 - \sin^2\alpha}} = \frac{h\sin\alpha}{\sqrt{n^2 - \sin^2\alpha}} =$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

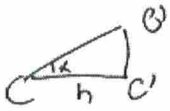
Шифр
36-ff-07

$\triangle BCD$ – прямоуг



$\Rightarrow CD = BD\sin\beta = h\frac{\sin\alpha}{n} = 0{,}08\text{ м} = C'E$

$\triangle CC'O'$ – прямоуг



$\Rightarrow O'C' = h\sin\alpha = 0{,}012\text{ м}$

$\Rightarrow R = EG + C'E + O'C' = 0{,}09 + 0{,}008 + 0{,}012 = 0{,}11\text{ м}$

Ответ: $R = 11\text{ см}$

(2)

Дано:

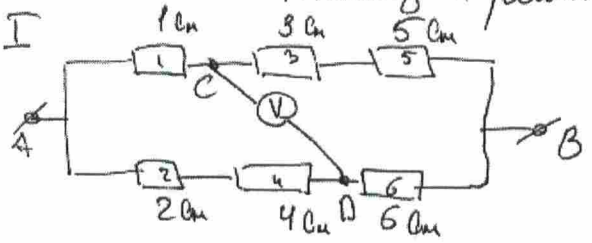
$U_1 = 35\text{ В}$

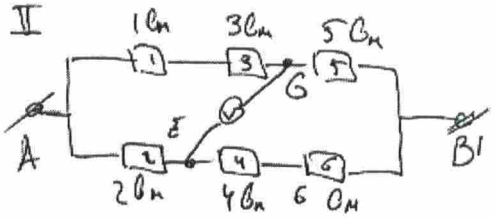
$\varphi_C \gtrless \varphi_B$ – ?

U_2 – ?

$\varphi_G \gtrless \varphi_E$ – ?

Анализ и решение





$\varphi_C = -R_1I_1 + R_2I_2 + R_4I_2 + \varphi_B \Rightarrow$

$\varphi_G = -R_3I_1 - R_1I_1 + R_2I_2 + \varphi_E \Rightarrow$

$\Rightarrow \varphi_G - \varphi_E = -4\cdot\frac{4}{7}I_0 + 2\cdot\frac{3}{7}I_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \varphi_E > \varphi_G$

$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2+R_4+R_6}{R_1+R_3+R_5} = \frac{12}{9} = \frac{4}{3}$

$I_1 = \frac{4}{7}I_0\ ;\ I_2 = \frac{3}{7}I_0$

$\Rightarrow \varphi_C - \varphi_B = 6\cdot\frac{3}{7}I_0 - \frac{4}{7}I_0 > 0$

$\Rightarrow \varphi_C > \varphi_B$

$U_1 = (R_3+R_5)I_1 + R_6I_2 =$

$= \frac{50}{7}I_0 \Rightarrow I_0 = \frac{7\cdot 4}{50} = 0{,}4\text{ А}$

$U_2 = (R_4+R_6)I_2 + R_5I_1 =$

$= \frac{50}{7}I_0 = 35\text{ В}$

Ответ: $\varphi_C > \varphi_B$

$\varphi_E > \varphi_G$

$U_2 = 35\text{ В}$

Шифр
36-11-07

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

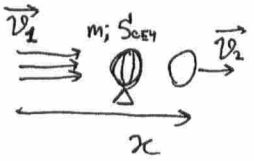
11 класс

Участник: Корепин А.И.

Регион (региональная площадка): Псковская обл.

№1

Н	v_{max} (св. падения); v'_{max}
Д	$m_ш = 0{,}1$ кг; $\Delta t = 0{,}2$ с $v_1 = 50$ м/с; $v_2 = 0{,}5$ м/с $F_{сопр.} = S_{сеч.} \cdot v_{отн}^2$



Решение:

1) Δ закон изменения импульса: $\sum \vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$

Изменение импульса мяча шарика с 0 ($v=0$) до mv_1

На шарик действует вдоль оси x мяч $F_{сопр.}$. Будем считать, что $v_{отн}$ всегда равна v_1, т.к. $v_2 \ll v_1$ ($v_2 \ll v_1$)

$v_{отн} = v_{абс} - v_{пер} = v_1 - v_2 \approx v_1$

Поэтому $F_{сопр.} \cdot \Delta t = mv_1 - 0$ (в проекциях уже на ось x) Δt довольно малое время и $v_2 \ll v_1$

$v_{отн} \approx v_1$

$v_1^2 \cdot S_{сеч} \cdot \Delta t = mv_2$ $\quad S_{сеч.} = \frac{mv_2}{\Delta t \cdot v_1^2} = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}5}{0{,}2 \cdot 50^2} = 10^{-4}\,(м^2)$ $\quad$ ☒ $0{,}5 \ll 50$



2) Теперь Δ свободное падение шарика с большой высоты:

Δ динамику тела: $mg - F_{сопр.} = a \cdot m$

Если скорость max $\Rightarrow a = 0$ $\left(a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 0\right) \Rightarrow$ когда $v_{max} \Rightarrow mg - F_{сопр.} = 0 \Rightarrow mg = S_{сеч.} \cdot v_{отн}^2$

Если когда спокойна, ветра нет, $v_{воздуха} = 0 \Rightarrow v_{отн} = v_{шарика} = v_{max} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{mg}{S}} = \sqrt{\frac{0{,}1 \cdot 10}{10^{-4}}} =$

$= \frac{1}{10^{-2}} = 100\,(м/с)$

3) Теперь v'_{max}: материал тот же $\Rightarrow \rho_1 = \rho_2$ шары подобны

$r_2 = 2r_1 \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = k = 2$ Площади будут относиться, как $k^2 = 4$, $(\pi r^2) \Rightarrow S_2 = k^2 \cdot S_1$

а объемы как $k^3 = 8$ $\left(\frac{4}{3}\pi r^3\right) \Rightarrow V_2 = k^3 V_1 \mid \cdot \rho \Rightarrow m_2 = k^3 m_1$

Опять запишем динамику при $v'_{max} \Rightarrow a = 0$

$m_2 g = F'_{сопр} \Rightarrow k^3 mg = k^2 S_1 \cdot v'^2_{max} \mid : k^2 \Rightarrow v'_{max} = \sqrt{\frac{kmg}{S_{сеч.}}} = v_{max1}\sqrt{k} = \sqrt{2} \cdot 100 \approx 141{,}4$ м/с

Ответ: $v_{max1} = \sqrt{\frac{mg}{S_{сеч}}} = 100$ м/с, где $S_{сеч} = \frac{mv_2}{\Delta t \cdot v_1^2} = 10^{-4}\,м^2$

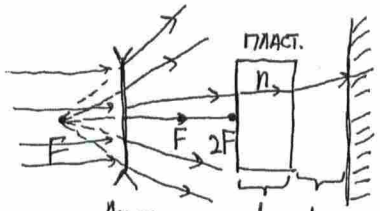
$v_{max2} = \sqrt{\frac{kmg}{S_{сеч}}} \approx 141{,}4$ м/с



Шифр
60-11-16

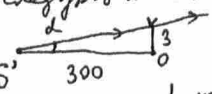
№4

Дано: $r_{светлого\ пятна}$ — ?
$d_{отв.} = 6$ см; $n = 1{,}5 = \frac{3}{2}$
$D_л = -\frac{1}{3}$ дптр.; $h = 1{,}2$ м
парал. пучок лучей; α малы



Решение.

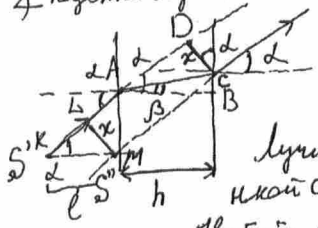
1) Падает пучок ∥ лучей ⇒ в рассеивающей линзе продолжения лучей будет собираться в фокусе левее линзы. То есть для всей следующей системы источник света будто просто в фокусе линзы. Заметим, что $\frac{d}{2} \ll F$ $(3 \ll 300)$



$\operatorname{tg}\alpha = 0{,}01$
α мальчик угол
$\operatorname{tg}\alpha \overset{1^\circ}{\approx} \sin\alpha \approx \alpha$

$F_{линзы} = \left|\frac{1}{D}\right| = 3$ м

2) ∠ падения лучей на пластинку: α max такой что $\operatorname{tg}\alpha = 0{,}01 \Rightarrow$ все углы малы



∠ первое преломление и второе преломление в пластинке: 1) $1 \cdot \sin\alpha_1 = n \cdot \sin\beta$ (n воздуха) 2) $n \cdot \sin\beta = 1 \cdot \sin\alpha_2 \Rightarrow \alpha = n\beta$ (малые углы) $\Rightarrow \alpha_2 = \alpha_1 \Rightarrow$ луч до пластинки ∥ лучу после пластинки.

Лучи после преломления все немного смещаются и наблюдатель за пластинкой сказал бы, что S' находится не на $3F$ от пластины, а ближе. Некое $3F - l$

Найдём это l из геометрии.

∠ △ ABC: $\cos\beta = \frac{h}{\rho}$ $(AC = \rho;\ AB = h)$
∠ △ ADC: $\sin(\alpha - \beta) = \frac{x}{\rho}$ $(AC = \rho;\ CD = x)$
∠ △ KLM: $\sin\alpha = \frac{x}{l}$ $(LM = CD = x$, как расстояние между ∥ прямыми; $KM = l)$

$l = \frac{x}{\sin\alpha}$ $\rho = \frac{h}{\cos\beta}$ $\rho = \frac{x}{\sin(\alpha-\beta)}$

$x = \frac{h}{\cos\beta} \cdot \sin(\alpha - \beta)$

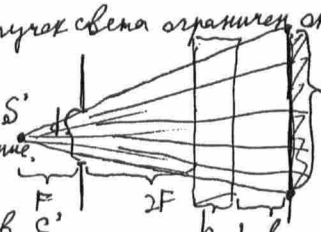
$l = \frac{h \cdot (\sin\alpha\cos\beta - \sin\beta \cdot \cos\alpha)}{\sin\alpha \cdot \cos\beta}$

$l = h\left(1 - \frac{\sin\beta \cdot \cos\alpha}{\cos\beta \cdot \sin\alpha}\right) = h\left(1 - \frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}\right)$

То есть наблюдателю будет казаться, что лучи идут из точки $3F - l$.

Давайте будем двигать не источник к стене на l, а подвинем стену к пластинке на l, что будет равносильно. Это удобно, тогда луч света ограничен отверстием в первой стене.

Теперь картина по сути такая:
Двигая стену на l мы как бы учитываем на сколько идёт преломление.



3) Теперь ∠ два конуса с вершиной в S'

Они подобны. ∠ отношение радиусов оснований и высот: $\frac{\frac{d}{2}}{r_{пятна}} = \frac{F}{3F + h + h - l}$

$r = \frac{d}{2F} \cdot \left(3F + h + h \cdot \frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}\right)$ $\left(3F + 2h - h + h\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}\right)$

$\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha} \approx \frac{\beta}{\alpha} \approx \frac{1}{n}$ $\alpha = n\beta \Rightarrow \frac{\beta}{\alpha} = \frac{1}{n}$

$r = \frac{0{,}06}{2 \cdot 3}\left(3 \cdot 3 + 1{,}2 + \frac{1{,}2}{\frac{3}{2}}\right) \approx$

$\approx 0{,}01(9 + 1{,}2 + 0{,}8) = 0{,}11\,(м) = 11$ см

Ответ: $r_{пятна} = \frac{d}{2F}\left(3F + h\left(1 + \frac{1}{n}\right)\right) = 11$ см при малых углах

Шифр
60-11-16

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Олимпиада школьников «Наследники Левши» по физике - 2021/22	*Заключительный этап*	Чистовик

№2

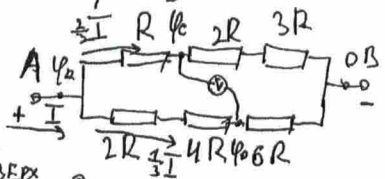
В условии вообще не сказано обозначение $1\Omega; 2\Omega; 3\Omega$ .... и т.д. и соответствие сопротивлений 10м; 2, 3, 4, 6 ...

Если расположение не известно, то задача имеет бесконечность решений $\Rightarrow$ предполагаю, что порядок включения (их порядок) соответствует расположению слева направо $\Rightarrow$

Обозначим φ_B за 0

Вольтметр идеальный!

$(\varphi_A > \varphi_B)$ по условию



1) $R_{\text{верхней ветки}} = R+2R+3R = 6R$

$R_{\text{нижней ветки}} = 2R+4R+6R = 12R$

$\frac{R_{\text{ВЕРХ}}}{R_{\text{НИЖ}}} = \frac{6R}{12R} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{I_{\text{ВЕРХ}}}{I_{\text{НИЖ}}} = 2$

Пусть вначале $I_{\text{общ}} = I \Rightarrow I_{\text{ВЕРХ}} = \frac{2}{3}I$; $I_{\text{НИЖ}} = \frac{1}{3}I$

$(U_{\text{ВЕР}} = U_{\text{НИЖ}} = \varphi_A) \Rightarrow R_B \cdot I_B = I_H \cdot R_H$

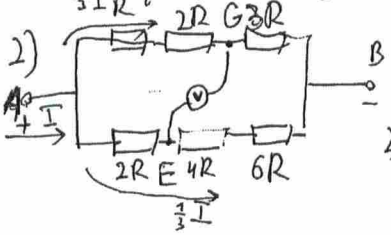
Расчитаем $\varphi_C - \varphi_B = \varphi_C = \frac{2}{3}I(2R+3R) = \frac{10}{3}IR$

$\varphi_D - \varphi_B = \varphi_D = \frac{1}{3}I(6R) = \frac{6}{3}IR$

(вообще $\varphi_C > \varphi_D$ всегда, даже если не говорится о соответствии резистора и сопротив.)

$\varphi_C - \varphi_D = U_1 = \frac{10}{3}IR - \frac{6}{3}IR = \frac{4}{3}IR \Rightarrow IR = \frac{3}{4} \cdot 35(\text{В}) = 26{,}25\text{В}$

2)



Общее сопротивление цепи не поменялось $\Rightarrow$ все токи остались теми же.

$\varphi_G - \varphi_B = \varphi_G = \frac{2}{3}I \cdot 3R = 2IR$

$\varphi_E - \varphi_B = \varphi_E = \frac{1}{3}I \cdot (4R+6R) = \frac{10}{3}IR$

$\Rightarrow \varphi_G - \varphi_E = 2IR - \frac{10}{3}IR = -\frac{4}{3}IR = -U_1$

$\varphi_E > \varphi_G$

Но в этом пункте, снова как и сказано об значениях сопротивлений резисторов $\Rightarrow$ задача не может решиться однозначно из-за множества подходящих значений I и положений резисторов.

Ответ: $\varphi_C > \varphi_D$; $U_2 = |U_1|$; $\varphi_E > \varphi_G$



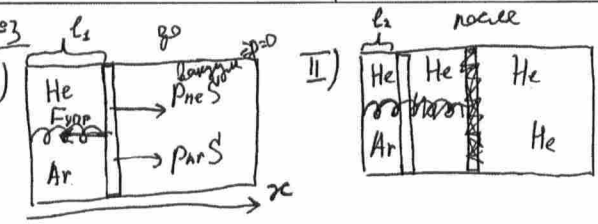
Шифр
60-11-16

Олимпиада школьников «Наследники Левши» по физике - 2021/22	*Заключительный этап*	Чистовик

№ | $T_2 - T_1$

Д | $t_1 = 107°C \Rightarrow T_1 = 380K$; $F_{тр} = 0$; $Q = 0$
$\nu_{He} = 0{,}2$ моль; $\nu_{Ar} = 0{,}8$ моль
пружина; Не просачивается
$i = 3$

№3



Решение:

1) В начальный момент запишем для поршня по x: $p_{He}S + p_{Ar}S - F_{упр1} = 0$

l_0 - пренебрежем $\Rightarrow l_0 \to 0$, а значит расстояние от стенки до поршня и будет деформация пружины. Распишем состояния газов: $p_{He} \cdot V = \nu_{He} R T_0$ $p_{He} = \frac{\nu_{He} R T_0}{S \cdot l_1}$

$p_{Ar} = \frac{\nu_{Ar} R T_0}{S l_1}$

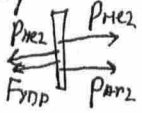
Подставляя $\frac{\nu_{He} R T_0}{S l_1} + \frac{\nu_{Ar} \cdot R T_0}{S l_1} = \frac{k l_1}{S} \Big| \cdot S l_1$

$R T_0 (\nu_{He} + \nu_{Ar}) = k l_1^2$

2) После полного прохождения человеком через порты установится новый режим: Не будет просто заполнит всё пространство $\boxed{\begin{matrix} He & p_{He} \\ p_{He} & He \end{matrix}}$ и его давление будет справа и слева от поршня одинаково, как и температура. Слева будет давить лишь аргон.

Новое состояние: $p_{Ar_2} S = k l_2 \Big| \cdot l_2$ $p_{Ar_2} \cdot V_2 = \nu_{Ar} \cdot R T_2$

$\nu_{Ar} \cdot R T_2 = k l_2^2$ $p_{Ar_2} = \frac{\nu_{Ar} R T_2}{S \cdot l_2}$



3) Т.к. $Q = 0$ (сосуд теплоизолирован) $\Rightarrow$ рассмотрим изменение энергии в сосуде. $\Delta U_{He} + \Delta U_{Ar} = \sum A_{всех} = A_{упр} + A_{He} + A_{Ar}$

$\frac{3}{2} \nu_{He} R (T_2 - T_0) + \frac{3}{2} \nu_{Ar} R (T_2 - T_0) = \int F_{упр} \cdot dl + \int p(V)_{He} \cdot dV + \int p(V)_{Ar} \cdot dV$

$\frac{3}{2} (\nu_{He} + \nu_{Ar}) R (T_2 - T_0) = \int_{l_1}^{l_2} k (l - l_0) \, dl + \sum A_{He} + \sum A_{Ar}$

Заметим, что $A_{He} > 0$ т.к. $V \uparrow$, а $A_{Ar} < 0$, т.к. $p \downarrow$, пружина сжимается $\Rightarrow V \downarrow \Rightarrow A_{Ar} < 0$

В каждый момент времени $T_{He} = T_{Ar}$

Рассмотрим изменение состояния газов за очень малый промежуток времени в каждый момент времени (медленно He перемещается $\Rightarrow$ в каждый момент равновесное состояние) выполняется Менделеева-Клапейрона: $p_{He} \cdot V_{He} = \nu_{He} R T_x$ $p_{Ar} \cdot V_{Ar} = \nu_{Ar} R T_x$

Газы имеют слева от поршня. He увеличивается $\Rightarrow m_{He} \uparrow$ $\nu_{He} \uparrow$

За рассмотрения малые промежутки времени приближения на деньма...

Выходит, что $|A_{He}| = |A_{Ar}|$, но $\begin{matrix} A_{He} > 0 \\ A_{Ar} < 0 \end{matrix} \Rightarrow A_{He} = -A_{Ar} \Rightarrow A_{He} + A_{Ar} = 0$ Подставим это в закон изменения энергии

и тогда: $\frac{3}{2} (\nu_{He} + \nu_{Ar}) R (T_2 - T_0) = k \left(\frac{l^2}{2} \right) \Big|_{l_1}^{l_2} + 0 = \frac{k}{2} (l_2^2 - l_1^2) \Big| \cdot 2$

$k (l_2^2 - l_1^2) = \nu_{Ar} R T_2 - \nu_{He} R T_0 - \nu_{Ar} R T_0$

Также $\begin{cases} \nu_{Ar} R T_2 = k l_1^2 \\ R T_0 (\nu_{He} + \nu_{Ar}) = k l_1^2 \end{cases}$

Подставим

$3 \nu_{He} R T_2 + 3 \nu_{Ar} R T_2 - 3 \nu_{He} R T_0 - 3 \nu_{Ar} R T_0 =$ ⊜

⊜ $\nu_{Ar} R T_2 - \nu_{He} R T_0 - \nu_{Ar} R T_0$

$0{,}6 R T_2 + 2{,}4 R T_2 - 0{,}6 R T_0 - 2{,}4 R T_0 = 0{,}8 R T_2 - 0{,}2 R T_0 - 0{,}8 R T_0$

$2{,}2 R T_2 = 2 R T_0 \Big| : 2R$ $T_2 = \frac{T_0}{1{,}1} \Rightarrow T_2 - T_0 = T_0 \left(\frac{1}{1{,}1} - 1 \right) = T_0 \left(-\frac{1}{11} \right) = -\frac{T_0}{11}$

Шифр
60-11-16

Ответ: $\Delta T = -\frac{T_0}{11} \approx -35K$

$(T_2 < T_1)$

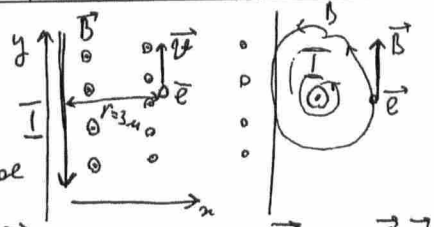
ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
проводится с 1965 года

№5.

Н | $r_к$ через 1с

Д | $I = 26{,}8\text{А}$; $\Delta t = 62{,}5\cdot10^{-6}$ с; $v_0 = 2{,}15\cdot10^{4}$ м/с; $r_0 = 3$ м

$\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7}$ $\quad m_e = 9{,}1\cdot10^{-31}$ кг $\quad q_e = -1{,}6\cdot10^{-19}$ Кл

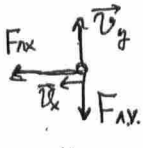


Решение:

Вокруг проводника с током образуется магнитное поле B, которое от r зависит по формуле $B_{(r,I)} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{2\cdot10^{-7} I}{r}$ и от I

$F_л = Bqv$ $\quad \vec{F_л} = q[\vec{v}\times\vec{B}]$ $\quad (q<0) \Rightarrow \vec{F_л} = -|q|[\vec{v}\times\vec{B}]$

4 как поле действует на заряд. $q_e<0 \Rightarrow$ Сила Лоренца ($F_л$) направлена влево, т.к. поле направлено к наблюдателю при виде сверху. По оси x действует сила $\Rightarrow$ появляется ускорение $\Rightarrow$ есть скорость к проводу $\Rightarrow$ появится какое $F_л$ по y $\Rightarrow$ торможение по y



В начале $F_{лx} = B(r_0)|q|\cdot v_y$

$F_{лy} = 0$ т.к. $v_x = 0$

4 динамику: по x: $F_{лx} = ma_x$ $\quad B(r_0)|q|\cdot v_y = m\frac{\Delta v_{yx}}{\Delta t}$

по y: $F_{лy} = ma_y$ $\quad B(r_к)|q|\cdot v_x = m\frac{\Delta v_y}{\Delta t}$

Мне интересно через какое Δt e окажется напротив

4 сначала $\Delta t = 62{,}5$ мкс. вдруг окажется

Возьмём уравнение по y т.к. имеено по нему известно, что $\Delta v_y = (0 - v)$

$B(r_0) = \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I}{r} \Rightarrow \frac{\mu_0}{2\pi}\cdot\frac{I\cdot q}{r}\cdot\frac{\Delta x}{\Delta t} = m\frac{\Delta v_y}{\Delta t} \quad |\cdot\Delta t$

$\frac{\mu_0 \cdot q\cdot I}{2\pi}\int_{r_0}^{r_к}\frac{\Delta r}{r} = m\int_{v}^{0}\Delta v_y$ (предположим, что $I = const$)

$\frac{\mu_0 q I}{2\pi}\cdot\left(\ln r\Big|_{r_0}^{r_к}\right) = \cancel{m(0-v)}\; m\cdot v\Big|_{v}^{0}$

$\frac{\mu_0 q I}{2\pi}\cdot\ln\frac{r_к}{r_0} = -mv \quad |\cdot(-1)$

$\ln\frac{r_0}{r_к} = \frac{mv\cdot2\pi}{\mu_0 q\cdot I}$ $\quad (\mu_0 = 4\pi\cdot10^{-7})$

$\frac{r_0}{r_к} = e^{\frac{mv}{2qI\cdot10^{-7}}}$ $\quad r_к = r_0\cdot e^{-\frac{mv}{2qI\cdot10^{-7}}}$ $\quad (r_к > 0 - ок)$ но это если торможение успело пройти за $\Delta t = \cancel{62{,}5}\,62{,}5$ мкс.

$r_к = 3\cdot e^{-\frac{9{,}1\cdot10^{-31}\cdot2{,}15}{2\cdot1{,}6\cdot10^{-19}\cdot26{,}8\cdot10^{-7}}} = 3\cdot e^{-\frac{10^{-3}\cdot0{,}228}{}} = 3\cdot e^{-228\cdot10^{-6}} \approx 3\cdot0{,}9998 \approx \cancel{3}\,2{,}99$ (м) ??

$\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\cdot q\cdot v_y\cdot\Delta t = m(v_x - 0)$ $\quad \frac{\mu_0 I}{2\pi r}\cdot q\cdot\frac{\Delta r}{\Delta t} = m\frac{\cancel{\Delta}(v - v_y)}{\cancel{\Delta t}}$ $\quad v_y = \frac{v - \sqrt{2}\cdot10^{-7}\cdot I\cdot q\,\Delta r}{r\cdot m}$



Шифр
60-11-16

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

11 класс

Участник: Котляров Г.С.

Регион (региональная площадка): Тульская обл.

№1

Дано: $R_2 = 2R_1$, $m = 100\,г$, $\Delta t = 0{,}2\,с$, $v_1 = 50\,\frac{м}{с}$, $v_2 = 0{,}5\,\frac{м}{с}$, $v_3 - ?$, $v_4 - ?$

СИ: $= 0{,}1\,кг$

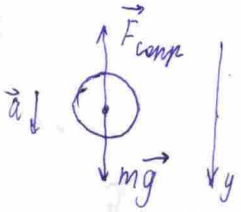
Решение:



1) $ma = F_{сопр} = S_{сеч} \cdot v_{отн}^2$

$\frac{m(v_2 - v_0)}{\Delta t} = S_{сеч} \cdot v_1^2$

$S_{сеч} = \frac{m v_2}{\Delta t \cdot v_1^2} \Rightarrow S_{сеч} = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}5}{0{,}2 \cdot 2500} = \frac{0{,}05}{500} = 0{,}0001\,м^2 = 10^{-4}\,м^2$



$\vec{F}_{сопр} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$Oy: -F_{сопр} + mg = ma \Rightarrow S_{сеч} \cdot v_3^2 = m(g - a)$

$a = g - \frac{S_{сеч} \cdot v_3^2}{m}$ v_3 будет максимальным при $a = 0$,

т.к. графиком $a(v_3)$ – парабола, у которой ветви вниз

$g = \frac{S_{сеч} \cdot v_3^2}{m} \Rightarrow v_3^* = \sqrt{\frac{mg}{S_{сеч}}} \Rightarrow v_3 = \sqrt{\frac{0{,}1 \cdot 1}{0{,}0001}} = \sqrt{10^4} = 100\,\frac{м}{с}$

2) $R_2 = 2R_1 \Rightarrow S_{сеч2} = 4 S_{сеч1}$; $v_2 = 8v_1$

$m_1 = \rho V_1 \Rightarrow m_2 = \rho V_2 = 8 m_1$

$v_4 = \sqrt{\frac{0{,}8 \cdot 10}{4 \cdot 10^{-4}}} = 100\sqrt{2}\,\frac{м}{с} \approx 141{,}42\,\frac{м}{с}$

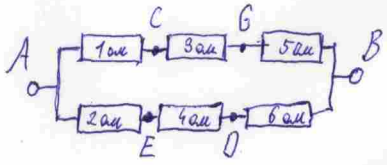
1	2	3	4	5	Σ
20	10	–	20	0	50

Ответ: $100\,\frac{м}{с}$; $100\sqrt{2}\,\frac{м}{с} \approx 141{,}42\,\frac{м}{с}$.

№2.

Дано: $U_1 = 35\,В$, $\varphi_A > \varphi_B$, $U_{EB} - ?$

Решение:



$\frac{U}{U_{AC}} = \frac{R}{R_{AC}} \Rightarrow U_{AC} = \frac{U}{9}$; $\frac{U}{U_{AD}} = \frac{R}{R_{AD}} \Rightarrow U_{AD} = \frac{U}{2}$

$U_{AC} < U_{AD} \Rightarrow \varphi_C > \varphi_D$ Ответ: в точке C

$U_{DC} = U_1 = U_{AD} - U_{AC} = \frac{9U - 2U}{18} = \frac{7U}{18} = 35\,В \Rightarrow U = 90\,В$

$\frac{U}{U_{AG}} = \frac{R}{R_{AG}} \Rightarrow U_{AG} = \frac{4U}{9}$; $\frac{U}{U_{AE}} = \frac{R}{R_{AE}} \Rightarrow U_{AE} = \frac{U}{6}$

$U_{AG} > U_{AE} \Rightarrow \varphi_E > \varphi_G$

~~$U_{EG} = U_{AE} - U_{AG} = \frac{U}{6} - \frac{4U}{9} =$~~

$U_{GE} = U_{AG} - U_{AE} = \frac{4U}{9} - \frac{U}{6} = \frac{8U - 3U}{18} = \frac{5U}{18} \Rightarrow U_{GE} = 25\,В$

Ответ: 25 В; φ ~~во~~ больше в точке E.

Шифр
110093

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

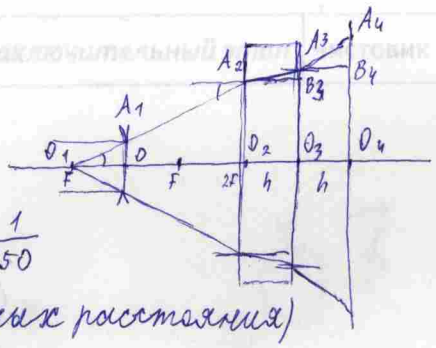
№4.

Дано:
$d = 6\ см = 0{,}06\ м$
$D = -\frac{1}{3}$ дптр
$n = 1{,}5$
$h = 120\ см = 1{,}2\ м$
$R_ф - ?$

Решение:

$F = \frac{1}{D} = -3\ м$

$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} \approx \frac{tg\alpha}{tg\beta} \Rightarrow tg\beta = \frac{tg\alpha}{n}$



$\angle O_1 = \angle A_2 \Rightarrow tg\angle A_2 = \frac{A_1O}{O_1O} = \frac{0{,}03}{3} = 0{,}01 \Rightarrow tg\beta = \frac{0{,}01}{1{,}5} = \frac{1}{150}$

$tg\angle O_1 = 0{,}01 \Rightarrow A_2O_2 = 0{,}09\ м$ ($O_1O_2 = 9\ м$ – 3 фокусных расстояния)

$tg\angle A_3A_2B_3 = \frac{1}{150} \Rightarrow A_3B_3 = \frac{1{,}2}{150} = 0{,}008\ м$

$tg\angle A_5 = \frac{1}{150}$ ($\angle A_5 = \angle A_3A_2B_3$) $\Rightarrow tg\angle A_4A_3B_4 = \frac{1{,}5}{150} = 0{,}01$

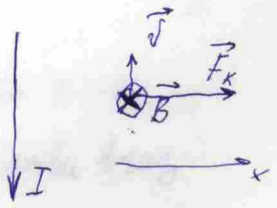
$A_4B_4 = 1{,}2 \cdot 0{,}01 = 0{,}012\ м \Rightarrow R = 0{,}09 + 0{,}008 + 0{,}012 = 0{,}11\ м$

Ответ: 0,11 м.

№5.

Дано:
$I = 26{,}8\ А$
$\Delta t = 62{,}5 \cdot 10^{-6}\ с$
$r = 3\ м$
$t_1 = 1\ с$
$V = 2{,}15\ \frac{м}{с}$
$S_0 - ?$

Решение:



$\vec{F_к} = m\vec{a}$

$Ox: |q|VB \cdot \sin 90^\circ = \frac{m\Delta V}{\Delta t}$

$|q|V \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{m\Delta V}{\Delta t}$

$\Delta V = \frac{\Delta t |q| V \cdot \mu_0 I}{2\pi r m} \Rightarrow S = \frac{t \cdot \Delta t \cdot |q| V \cdot \mu_0 I}{2\pi r m}$

$S = \frac{1 \cdot 62{,}5 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2{,}15 \cdot 2\pi \cdot 10^{-7} \cdot 26{,}8}{2\pi \cdot 3 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}} = \frac{11524 \cdot 10^{-32}}{27{,}3 \cdot 10^{-31}} \approx 42{,}21\ м$

$S_0 = S + r \Rightarrow S_0 = 42{,}21 + 3 = 45{,}21\ м$

Ответ: 45,21 м.

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

11 класс

Участник: Миляев Д.Д.

Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

Лист 1

№4.

Дано:

$d = 6\text{ см} = 6 \cdot 10^{-2}\text{ м}$

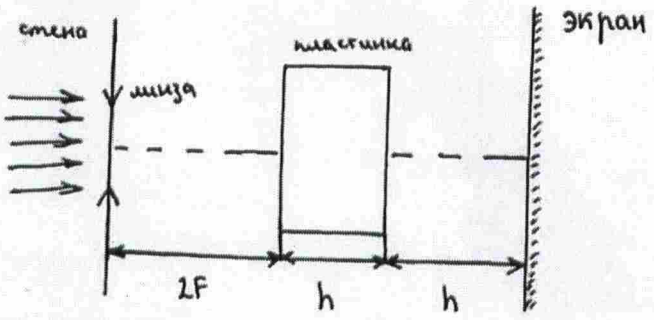
$h = 120\text{ см} = 1{,}2\text{ м}$

$n = 1{,}5$

$D = -\frac{1}{3}\text{ дптр.}$

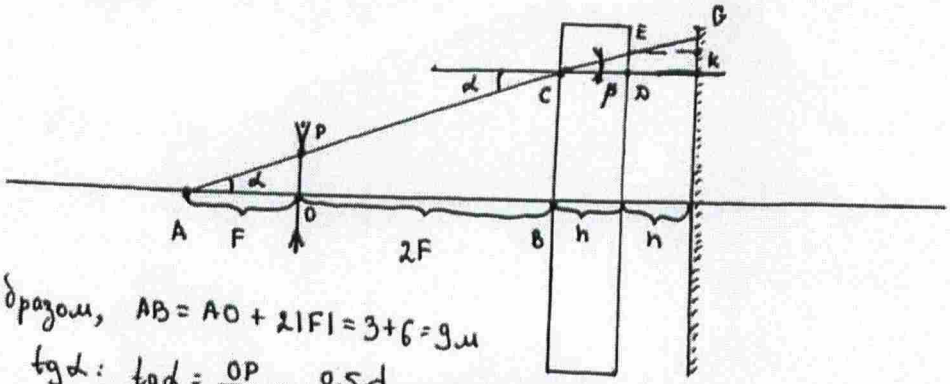
$R - ?$

Решение:



Фокусное расстояние линзы: $F = \frac{1}{D} = \frac{1}{-\frac{1}{3}} = -3\text{ м}$

Параллельный пучок света, пройдя через рассматриваемую линзу параллельно главной оптической оси, далее рассеивается так, будто лучи выходят из мнимого фокуса слева от линзы из точки A, т.е $OA = |F| = 3\text{м}$



Таким образом, $AB = AO + 2|F| = 3 + 6 = 9\text{м}$

Найдём $\operatorname{tg}\alpha$: $\operatorname{tg}\alpha = \frac{OP}{AO} = \frac{0{,}5d}{|F|} = \frac{0{,}5 \cdot 6 \cdot 10^{-2}}{3} = 10^{-2} = 0{,}01\text{ м}$

Из закона преломления найдём:

$$\operatorname{tg}\beta \approx \sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n} \approx \frac{\operatorname{tg}\alpha}{n} = \frac{0{,}01}{1{,}5}$$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

Лист 2

Радиус пятна на экране равен:

$R = BC + DE + GK$

$BC = AB\,tg\alpha \qquad DE = CD\,tg\beta \qquad GK = EK\,tg\alpha$

$R = AB\,tg\alpha + CD\,tg\beta + EK\,tg\alpha = 9 \cdot 0{,}01 + 1{,}2 \cdot \frac{0{,}01}{1{,}5} + 1{,}2 \cdot 0{,}01 =$

$= 0{,}09 + 0{,}008 + 0{,}012 \approx 0{,}11\ м$

Ответ: $R = 0{,}11\ м$

№5.

Дано:

$I = 26{,}8\ А$

$\Delta t = 62{,}5\ мкс = 62{,}5 \cdot 10^{-6}\ с$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\ \frac{Гн}{м}$

$m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\ кг$

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ Кл$

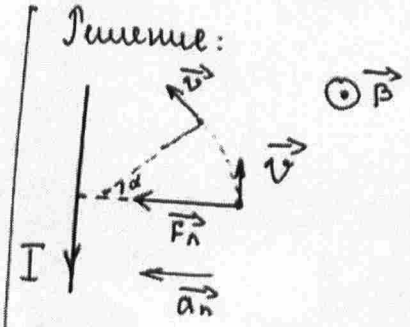
$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$

$r = 3\ м$

$t = 1\ с\ ;\ v = 2{,}15\ \frac{м}{с}$

$\Delta l - ?$

Решение:



Найдём индукцию магнитного поля на расстоянии r:

$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 26{,}8}{2\pi \cdot 3} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 26{,}8}{3} = 17{,}17 \cdot 10^{-7}\ Тл$

Найдём направление м. магнит. индукции по правилу буравчика: к наблюдателю.

Определим направление силы Лоренца по правилу левой руки:
электрон - отрицательно заряж. частица ⇒ влево (в сторону провода).

Электрон будет двигаться по дуге окружности:

$\vec{F_л} = m\vec{a_n}$

$qvB = \frac{mv^2}{R}$

(синус равен 1, т.к. $\vec{B} \wedge \vec{v} = 90°$)

$qBR = mv \Rightarrow R = \frac{mv}{qB}$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

$$R = \frac{9{,}1 \cdot 10^{-31} \cdot 2{,}15}{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 17{,}87 \cdot 10^{-2}} = 0{,}684 \cdot 10^{-5}_{м} = 6{,}84 \cdot 10^{-6}\ м$$

Период вращения электрона вокруг проводника:

$$\left.\begin{array}{l} T = \frac{2\pi}{\omega} \\ \omega = \frac{v}{R} \end{array}\right| \Rightarrow T = \frac{2\pi R}{v} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 6{,}14 \cdot 10^{-6}}{2{,}15} = 19{,}98 \cdot 10^{-6} \approx 20\ мкс$$

За $\Delta t = 62{,}5$ мкс электрон совершит 3,125 оборота.

При этом скорость электрона отклоняется от вертикали на угол $\alpha = \frac{360^\circ}{8} = 45^\circ$. Перпендикулярная проводу ~~на~~ составляющая скорости при этом будет равна:

$$v_\Gamma = v \cdot \cos 45^\circ = \frac{v\sqrt{2}}{2} = \frac{2{,}15\sqrt{2}}{2} \approx 1{,}52\ \frac{м}{с}$$

За 1 с электрон станет ближе к проводу на $l = vt = 1{,}52$ м

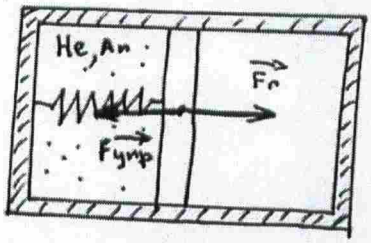
Тогда $\Delta l = 3 - 1{,}52\ м = 1{,}48\ м$

Ответ: $\Delta l = 1{,}48$ м



Шифр

№3. Лист 4



Дано: $\nu_1 = 0{,}2$ моль
$\nu_2 = 0{,}3$ моль
$t = 107\,^\circ C$

Δt -?

Решение:

для удобства буду обозначать t за $T_1 = 107^\circ = 380$ K.

① по 2 ЗН: тело (поршень) покоится

$\vec{F}_{упр} = \vec{F}_r \quad F_r = p_1 S$

$kx_1 = p_1 S$

$p_1 V_1 = (\nu_1 + \nu_2) R T_1 \quad V_1 = S x_1$

$p_1 S x_1 = (\nu_1 + \nu_2) R T_1$ → Уравнение Менделеева - Клайперона

$\Downarrow$

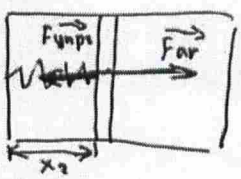
$\frac{k x_1^2}{2} = \frac{(\nu_1 + \nu_2) R T_1}{2}$

$p_1 = \frac{(\nu_1 + \nu_2) R T_1}{S x_1}$

$p_1 S = \frac{\Downarrow (\nu_1 + \nu_2) R T_1}{x_1}$

$kx_1 = \frac{\Uparrow (\nu_1 + \nu_2) R T_1}{x_1}$

② т.к. гелий проникает через поршень, то его давление с двух сторон скомпенсировано. Поэтому давление оказывает только аргон.



$F_{упр2} = F_{ar} \quad F_{ар} = p_{ar} S$

$kx_2 = p_{ar} S$

Уравнение Менделеева - Клайперона

$p_{ar} S x_2 = \nu_2 R T_2 ; \quad \frac{k x_2^2}{2} = \frac{\nu_2 R T_2}{2}$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

③ Закон сохранения энергии для начального и конечного положений системы:

$U_{ат+не} + E_{p_1} = U_{ат} + E_{p_2}$

$\frac{3}{2}(\nu_1+\nu_2)RT_1 + \frac{kx_1^2}{2} = \frac{3}{2}\nu_2 RT_2 + \frac{kx_2^2}{2}$

Подставим ранее найденные $\frac{kx_1^2}{2}$ и $\frac{kx_2^2}{2}$:

$\frac{3}{2}(\nu_1+\nu_2)RT_1 + \frac{(\nu_1+\nu_2)RT_1}{2} = \frac{3}{2}\nu_2 RT_2 + \frac{\nu_2 RT_2}{2}$

$\frac{4}{2}(\nu_1+\nu_2)RT_1 = \frac{4}{2}\nu_2 RT_2 \;\Big|:\frac{4}{2}R$

$(\nu_1+\nu_2)T_1 = \nu_2 T_2$

$$T_2 = \frac{(\nu_1+\nu_2)T_1}{\nu_2} = \frac{(0{,}2+0{,}8)\cdot 380}{0{,}8} = 475\,K$$

$$\Delta t = T_2 - T_1 = 475 - 380 = 95^\circ$$

Ответ: $\Delta t = 95^\circ$ (95 K)

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

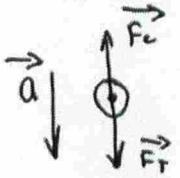
№1. Лист 6

1) Т.к. в условии задачи нет конкретной информации о том, с какой высоты сбрасывается шарик, в каком состоянии находится вертолёт: поднимается, опускается, движется параллельно поверхности земли, сделано 2-ва предположения, основ. на рисунке.

1) Вертолёт завис в воздухе (не движется ни в каком направлении.

2) ~~Высота с которой падает шарик, неограничена~~ (существует некая высота h, при которой шарик достигает максимальной скорости (подъём на большую высоту не даст увеличения скорости, а ~~при~~ спуске ~~говорить что-либо о макс. скорости совсем не имело бы смысла~~ на меньшую - не позволит достичь максимального её значения).

Далее представлено решение согласованное с вышеуказанными пунктами.



шарик начинает движение без нач. скорости значение v начинает возрастать ввозь с наличием ускорения $\vec{a}$.

на тело действ 2-е силы: $F_т$ (mg) и F_c (сопр. воздуха)

по 2 ЗН

$\Sigma\vec{F} = m\vec{a} \mapsto \vec{F_c} + \vec{F_т} = m\vec{a} \mapsto$ для Oy: $ma = F_т - F_c$

$ma = mg - F_c$

$a = \frac{mg - F_c}{m} = g - \frac{F_c}{m}$, как видим, величина a напрямую зависит о силы сопротив. воздуха

↓

чем ~~выше~~ больше v, тем ~~ниже~~ меньше a.

Однако, несмотря на своё уменьшение, ускорение по-прежнему увеличивает значение скорости

Шифр

~~Иной вариант: по формуле $\frac{v^2}{2a}$ без учёта найду Δx (смещение) $\Delta x = \frac{v^2}{2a} = 0{,}05$ м~~

~~Путь, пока сдувания шарик не остановился под действием F_c. Тогда путь $A_{F_в} > A_{F_c}$,~~
~~где $F_в$ - сила ветра | $F_в = ma \mapsto A_{F_в} = ma\Delta x$; $A_{F_c} = F_c \cdot \Delta x \mapsto F_c = ma \mapsto 5 \cdot v^2 = ma \mapsto$~~

Значит делаем вывод о том, что наращивание скорости прекратится в тот момент, когда ускорение станет равным нулю. При этом уже накопленная скорость будет максимально возможной и постоянной $\Rightarrow F_c$ станет const.

В результате получим:

$\sum \vec{F} = 0$

ОУ: $F_т - F_c = 0$

$F_т = F_c$, $F_c = S_{сеч} \cdot v_{max}^2$

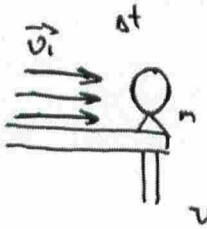
$mg = S_{сеч} \cdot v_{max}^2 \Rightarrow v_{max}^2 = \frac{mg}{S_{сеч}} \Rightarrow v_{max} = \sqrt{\frac{mg}{S_{сеч}}}$.

т.к. нам неизвестен радиус, то получение более конкретного ответа не представляется возможным. $S_{сеч.} = \pi r^2$

$v_{max} = \sqrt{\frac{mg}{\pi r^2}} = \sqrt{\frac{0,1 \cdot 10}{3,14 r^2}} = \sqrt{\frac{1}{3,14}} \cdot \frac{1}{r} = \frac{0,564}{r}$ $\frac{м}{с}$

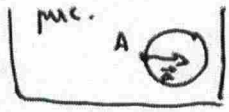
Шарик с вдвое большим радиусом разгонится до $v_{max\,2}$:

$v_{max\,2} = \frac{0,564}{2r} = \frac{0,282}{r}$ $\frac{м}{с}$.



шарик под действием ветра сдуло с подставки.

Вариант нахождения r, - это предположение, что ускорение возникшее в точке А - нормальное.



и шарик не соскальзывает, а проворачивается. $a_t = v_н - v_н \Rightarrow a = \frac{v_1}{\Delta t} = \frac{0,5}{0,2} = 2,5$ $\frac{м}{с^2}$

$a = \frac{v_1^2}{r} \Rightarrow r = \frac{v_1^2}{a} = \frac{0,5^2}{2,5} = 0,1$ м $\Rightarrow v_{max\,1} = 5,64$ $\frac{м}{с}$

$v_{max\,2} = 2,82$ $\frac{м}{с}$

Однако в точке А, исходя из условия, $\vec{v}$ сонаправлено $\vec{a}$.

при данном подходе путаются понятия танген. и норм. ускорения

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ •
НАСЛЕДНИКИ Левши

Шифр

Иной вариант: по формуле без времени найду Δx (смещение):

$v_к^2 - v_н^2 = 2a\Delta x \Rightarrow \Delta x = \frac{v_н^2}{2a} = \frac{0{,}5^2}{2 \cdot 2{,}5} = 0{,}05$ м

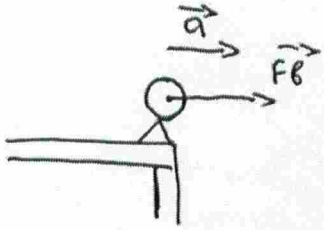
Пусть после сдувания шарик остановился под действием F_c, тогда $A_в = A_c$ (работа ветра = работа сопр.)

$A_в = F_в \Delta x$, где $F_в$ - сила ветра

$A_c = F_c \cdot \Delta x$

$\Rightarrow F_в \Delta x = F_c \Delta x$

$F_в = F_c$



по 2 ЗН: $F_в = ma$; $F_c = S \cdot v_2^2$

$ma = S \cdot v_2^2$

$ma = \pi r^2 \cdot v_2^2$

$r^2 = \frac{ma}{\pi v_2^2} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{ma}{\pi v_2^2}} = \sqrt{\frac{0{,}1 \cdot 2{,}5}{3{,}14 \cdot 0{,}5^2}} \approx 0{,}564$ м

такое значение неочень соответствует формулировке „маленький шарик", однако при нём получим:

$v_{max\,1} = \frac{0{,}564}{0{,}564} = 1 \frac{м}{с}$

$v_{max\,2} = \frac{0{,}564}{2 \cdot 0{,}564} = 0{,}5 \frac{м}{с}$.

Такой подход выглядит правдоподобнее.

Ответ: $1 \frac{м}{с}$; $0{,}5 \frac{м}{с}$.

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши

Шифр

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

11 класс

Участник: Нестеров И.С.

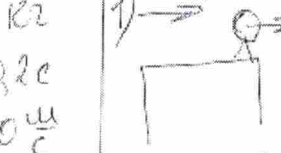
Регион (региональная площадка): Воронежская обл.

№1

Дано:
$m = 0{,}1\,кг$
$\Delta t = 0{,}2\,с$
$V_1 = 50\,\frac{м}{с}$
$V_2 = 0{,}5\,\frac{м}{с}$

1) V_3 - ?
2) V_3' - ?
при $R_2 = 2R_1$

Анализ и решение задачи

1)  на шарик будет действовать сила сопротив. $F_c = S_c V_1^2$, с другой стороны $F_c = ma$.

$a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$, т.к. шарик покоился, то $V_0 = 0$, тогда

$a = \frac{V_2}{\Delta t} = \frac{0{,}5}{0{,}2} = 2{,}5\,\frac{м}{с^2}$

$F_c = S_c \cdot V_1^2 = ma \Rightarrow S_c = \frac{ma}{V_1^2} = \frac{0{,}1 \cdot 2{,}5}{2500} = 10^{-4}\,м^2$

На шарик, сброшенного с вертолета, будут действовать две силы: F_c и mg. При достижении V_3 обе силы уравновесятся, т.е. $F_c = mg$, и шарик будет двигаться с постоянной максимальной скоро.

$S_c \cdot V_3^2 = mg \Rightarrow V_3 = \sqrt{\frac{mg}{S_c}} = \sqrt{\frac{0{,}1 \cdot 10}{10^{-4}}} = 10^2\,\frac{м}{с}$.

2) При увелич. радиуса изменится масса шарика и его площадь сеч., обозначим их за m_2 и S_{c_2} соответственно, тогда

$\rho = \frac{m_1}{V_1} = \frac{m_1}{\frac{4}{3}\pi R_1^3} = \frac{m_2}{\frac{4}{3}\pi R_2^3} = \frac{m_2}{\frac{4}{3}\pi 8 R_1^3} \Rightarrow m_2 = 8m_1 = \underline{0{,}8\,кг}$.

$S_{c_1} = \pi R_1^2$ $S_{c_2} = \pi \cdot 4R_1^2 \Rightarrow S_{c_2} = 4S_{c_1} = 4 \cdot 10^{-4}\,м^2$, тогда

$F_c = mg \Rightarrow S_{c_2} \cdot V_3' = m_2 g \Rightarrow V_3' = \sqrt{\frac{m_2 g}{S_{c_2}}} = \sqrt{\frac{0{,}8 \cdot 10}{4 \cdot 10^{-4}}} = \sqrt{2} \cdot 10^2\,\frac{м}{с} \approx$
$\approx 141\,\frac{м}{с}$

Ответ: 1) $V_3 = 10^2\,\frac{м}{с}$
2) $V_3' = \sqrt{2} \cdot 10^2\,\frac{м}{с}$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-11-05

№4.

Анализ и решение задачи

Дано:

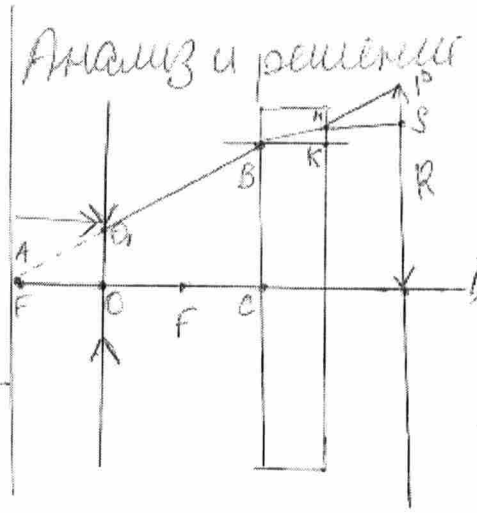
$d = 6$ см

$D = -\frac{1}{3}$ дптр

$n = 1{,}5$

$h = 120$ см

$R - ?$



$F = \frac{1}{D} = -3$ м $= -300$ см.

$|F| = 300$ см.

1) Рассмотрим ΔABC.

$CO_1 = \frac{d}{2} = 3$ см.

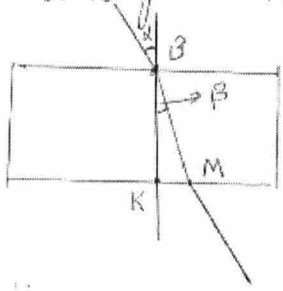
$AO = |F| = 300$ см

$AC = 3|F| = 900$ см

$\alpha = \angle BAC \Rightarrow tg\alpha = \frac{BC}{AC} = \frac{CO_1}{AO} = \frac{3}{300} = \frac{1}{100}$

$\Rightarrow BC = tg\alpha \cdot AC = 0{,}01 \cdot 900 = 9$ см

2) Рассмотрим ход луча через пластину



$\frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = n$ $\quad \beta = \angle KBM$

$\sin\alpha \approx tg\alpha = 0{,}01$

$\sin\beta \approx tg\beta = \frac{KM}{BK} = \frac{KM}{h}$

$tg\beta = \frac{tg\alpha}{n} = \frac{0{,}01}{\frac{3}{2}} = \frac{0{,}02}{3}$

$\frac{KM}{h} = tg\beta \Rightarrow KM = tg\beta \cdot h = \frac{0{,}02}{3} \cdot 120^{40} = 0{,}8$ см

3) Луч после преломления будет параллелен лучу AB, тогда

$SP = tg\alpha \cdot MS = tg\alpha \cdot h = 0{,}01 \cdot 120 = 1{,}2$ см.

$R = BC + MK + SP = 9 + 0{,}8 + 1{,}2 = 11$ см.

Ответ: $R = 11$ см

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-11-05

№5.

Дано:

$I = 26{,}8\ А$

$\Delta t = 62{,}5 \cdot 10^{-6}\ с$

$r = 3\ м$

$T = 1\ с$

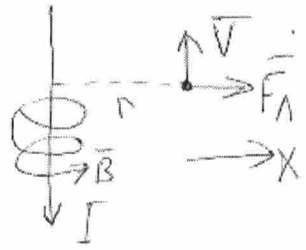
$V = 2{,}15 \frac{м}{с}$

$m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}\ кг$

$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ Кл$

$S - ?$

Анализ решения задачи.



По правилу левой руки находим направление $\vec{B}$ и $\vec{F_л}$

$F_л = qBV\sin\alpha$, $\sin\alpha = 1$, т.к. $\alpha = 90°$

$F_л = qBV = m_e a$.

$$a = \frac{qBV}{m_e} = \frac{e \cdot \mu_0 I \cdot V}{2\pi r \cdot m_e} = \frac{1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 26{,}8 \cdot 2{,}15}{2\pi \cdot 3 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}} =$$

$$= 6{,}75 \cdot 10^{5} \frac{м}{с^2}$$

За $\Delta t = 62{,}5 \cdot 10^{-6}\ с$ электрон наберет скорость по X:

$$V_x = a \cdot \Delta t = 6{,}75 \cdot 10^{+5} \cdot 62{,}5 \cdot 10^{-6} = 421{,}9 \cdot 10^{-1} = 42{,}2 \frac{м}{с}$$

После этого на электрон не будут действовать никакие силы, значит $S = V_x \cdot T = 42{,}2 \cdot 1 = 42{,}2\ м$.

Ответ: $S = 42{,}2\ м$.

№3.

Дано:

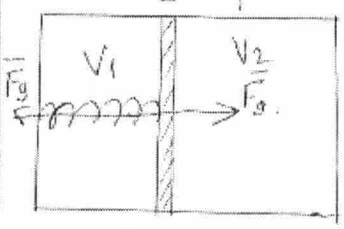
$\nu_1 = 0{,}2\ моль$

$\nu_2 = 0{,}8\ моль$

$t = 107°C$

$\Delta T - ?$

Анализ и решение задачи



$F_y = F_a$

$$KX = P_1 S + P_2 S = \frac{\nu_1 R T_1}{V_1} S + \frac{\nu_2 R T_2}{V_1} S$$

Т.к. $Q = 0$, то $\Delta U = A$ и энергия будет расходоваться на работу $\Rightarrow$ уменьшение температуры.

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$; вначале не займет весь объем: $V_1 + V_2$, газа часть уменьшится, а пружинка, на изменение объема и сжатие пружины уйдет некоторое кол-во энергии.

$$\Delta E_п = \frac{K(X-y)^2}{2}$$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр
36-11-05

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

10 класс

Участник: Сержанов А.Д.

Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

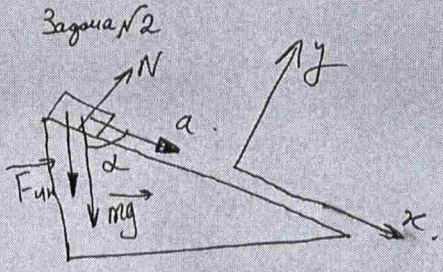
Чистовик Лист 1.

Дано

$a = 6$

$t_1 = 2c$

Задача №2



Вертолет – ИСО => перейдя в ИСО связанную с вертолетом, на тело будет действовать сила инерции.

Пусть α – угол между вертикалью и наклонной плоскостью.

Работать будем в введенных на рисунке осях.

$$\vec{ma} = \vec{N} + \vec{mg} + \vec{F_{тн}}$$

Ox: $ma = m(a+g)\cos\alpha \mid :m$.

$$a' = (a+g)\cos\alpha.$$

Пусть длина L.

$$L = \frac{at^2}{2} \quad \Big| \quad at^2 = 2L.$$

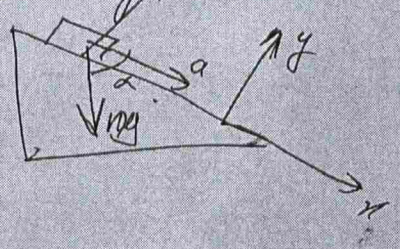
$$a = \frac{2L}{t^2}.$$

Задача №2 продолжение Чистовик лист 2.

$$\frac{2L}{t^2} = (a+g)\cos\alpha.$$

Второй случай:

Нет ускорения у вертикали => нет силы инерции



$$\begin{cases} \frac{2L}{t_2^2} = g\cos\alpha. \\ \frac{2L}{t^2} = (a+g)\cos\alpha. \end{cases}$$

$$\frac{2L}{t_2^2} \cdot \frac{t^2}{2L} = \frac{g\cos\alpha}{(a+g)\cos\alpha}$$

$$\frac{t^2}{t_2^2} = \frac{g}{a+g}.$$

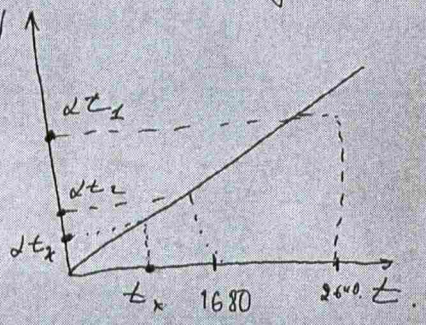
$$t_2 = \sqrt{\frac{t^2(a+g)}{g}} = \sqrt{\frac{4(10+6)}{10}} = 2{,}5\ c$$

Ответ: 2,5 с

Задача №3 Чистовик Лист 3.

Будем N - мощность потерь в окр среду.

тогда $N = \alpha t$



Будем Q - тепло, которое нужно для работы (мощность без учета потерь).

пусть R - сопротивление нагревателя.

тогда:
$$\begin{cases} \frac{U_1^2}{R} \cdot t_1 = Q + \frac{\alpha t_1 \cdot t_1}{2} \\ \frac{U_2^2}{R} \cdot t_2 = Q + \frac{\alpha t_2 \cdot t_2}{2} \\ \frac{U_3^2}{R} \cdot t_x = Q + \frac{\alpha t_x^2}{2} \end{cases}$$

найти t_x

Неизвестные: Q, R, α.

$$\begin{cases} Q = \frac{U_1^2}{R} \cdot t_1 - \frac{\alpha t_1^2}{2} \\ \frac{U_2^2}{R} \cdot t_2 = Q + \frac{\alpha t_2^2}{2} \\ \frac{U_3^2}{R} \cdot t_x = Q + \frac{\alpha t_x^2}{2} \end{cases}$$

Задача 3 продолжение Чистовик Лист

$$\begin{cases} \frac{u_2^2 \cdot t_2}{R} = \frac{u_1^2}{R} \cdot t_1 - \frac{\alpha t_1^2}{2} + \frac{\alpha t_2^2}{2} \\ \frac{u_3^2}{R} \cdot t_x = \frac{u_1^2}{R} \cdot t_1 - \frac{\alpha t_1^2}{2} + \frac{\alpha t_x^2}{2} \end{cases}$$

(II)

$$\begin{cases} \frac{u_2^2 t_2}{R} = \frac{u_1^2 t_1}{R} + \frac{\alpha (t_1^2 + t_2^2)}{2} \\ \frac{u_3^2 t_x}{R} = \frac{u_1^2 t_1}{R} + \frac{\alpha (t_1^2 + t_x^2)}{2} \end{cases}$$

(II).

$$\begin{cases} \frac{1}{R}\left(u_3^2 t_2 - u_1^2 t_1\right) = \frac{\alpha (t_2^2 - t_1^2)}{2} \\ \frac{1}{R}\left(u_3^2 t_x - u_1^2 t_1\right) = \frac{\alpha (t_x^2 - t_1^2)}{2} \end{cases}$$

$$\frac{u_3^2 t_2 - u_1^2 t_1}{u_3^2 t_x - u_1^2 t_1} = \frac{(t_2^2 - t_1^2)}{(t_x^2 - t_1^2)}.$$

Задача 3 упражнение Чистовик Лист 5.

$$(t_x^2 - t_1^2)\underbrace{(u_2^2 t_2 - u_1^2 t_1)}_{Z} = (u_3^2 t_x - u_1^2 t_1)\underbrace{(t_2^2 - t_1^2)}_{V}.$$

Видим квадратное уравнение относительно t_x.

$$(t_x^2 - t_1^2)Z - (u_3^2 t_x - u_1^2 t_1)V = 0.$$

$$t_x^2 Z - t_1^2 Z - u_3^2 t_x V + u_1^2 t_1 V = 0.$$

$$t_x^2 Z - u_3^2 t_x V + u_1^2 t_1 V - t_1^2 Z = 0.$$

$$D = (u_3^2 V)^2 - 4Z(u_1^2 t_1 V - t_1^2 Z)$$

$$t_{x_{1,2}} = \frac{+u_3^2 V \pm \sqrt{(u_3^2 V)^2 - 4Z(u_1^2 t_1 V - t_1^2 Z)}}{2Z}.$$

Задача №5 ч. 2.

Задача 3 продолжение чистовой листб.

$$t_{x12} = \frac{u_3^2(t_2^2 - t_1^2) \pm \sqrt{\quad}}{2(u_2^2 t_2 - u_1^2 t_1)}$$

считаю на калькуляторе:

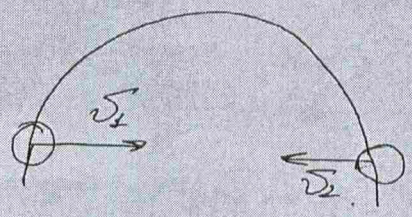
$Z = -6072000$ $V = -4144200$.

Ответ: 2435 с

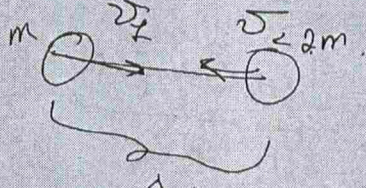
Когда я считал это питание
думал ответы, но вуз

1295 с / 60 ≈ 21,6 м.

Задача №5 Чистовик Лист 7.



Рассмотрим ΔX участок, который будет считать линей.



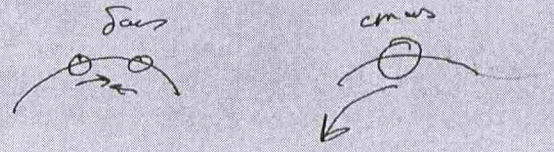
шарики оттолкнулись => идут встречу друг быстрее шарика.

$$a_{у.с} = \frac{v^2}{R}.$$

R описан = const.

Задача №5 чистовик Лист 8.

$v = \sqrt{a_{y \cdot c} R}$.



очевидно: $m_1 v_1 - m_2 v_2 = -(m_1 + m_2) v_3$.

$$v_3 = \frac{m_1 v_1 - m_2 v_2}{-(m_1 + m_2)} =$$

$$= \frac{m v_1 + 2m v_2}{-3m} =$$

$$v_3 = \frac{2v_2 - v_1}{3}$$

$$\sqrt{a'_{yc} R} = \frac{2\sqrt{a_{y \cdot c2} R} - \sqrt{a_{y \cdot c1} R}}{3} \Big| \sqrt{R}$$

$$\sqrt{a'_{yc}} = \frac{2\sqrt{a_{yc2}} - \sqrt{a_{yc1}}}{3}$$

$$a'_{y \cdot c} = \left(\frac{2\sqrt{a_2} - \sqrt{a_1}}{3}\right)^2.$$

Задача № 5 Чистовик Мистр.

$$\frac{\frac{2\pi R}{4}}{v_3} = t.$$

$$\frac{2\pi R}{4} = v_3 t.$$

$$\frac{2\pi R}{4} = \sqrt{a_{yc}' R'}\, t \;|:\sqrt{R'}.$$

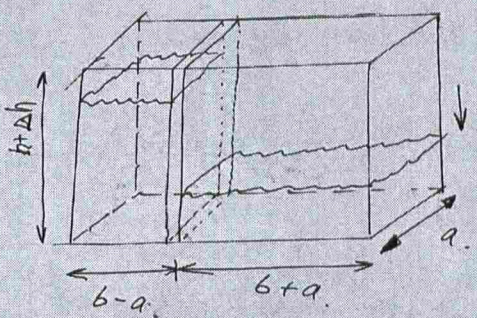
$$\frac{2\pi\sqrt{R'}}{4} = \sqrt{a_{yc}'}\, t.$$

$$2\pi\sqrt{R'} = 4\sqrt{a_{yc}'}\, t.$$

$$\sqrt{R'} = \frac{4\sqrt{a_{yc}'}\, t}{2\pi}.$$

$$R = \left(\frac{4\sqrt{a_{yc}'}\, t}{2\pi}\right)^2 = 4\text{м}.$$

Задача №9. Лист 10. Чистовик



Будет перераспределение воды.
Забегает закон сохранения объёмов.

$$(h+\Delta h)a\cdot(b-a) = hab.$$

$$a(h+\Delta h)(b-a) = h\cdot ab$$

$$(h+\Delta h)(b-a) = hb.$$

$$h+\Delta h = \frac{hb}{b-a}$$

$$\Delta h = \frac{hb}{b-a} - h.$$

Это насколько поднимется вода в сосуде.

Задача № продолжение Лист 11
чистовик

$(h - \Delta x) \cdot a \cdot (a+b) = b \cdot a \cdot h.$

$h - \Delta x = \frac{hb}{a+b}$

$-\Delta x = \frac{hb}{a+b} - h.$

$$\boxed{\Delta x = h - \frac{hb}{a+b}.}$$

$$\text{mg} \quad \boxed{H_2 = \frac{hb}{a+b}}$$

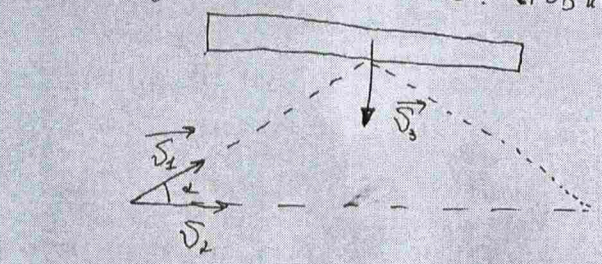
$F = p \cdot S =$

$= \frac{\rho g h}{2} \cdot H_2 \cdot a =$

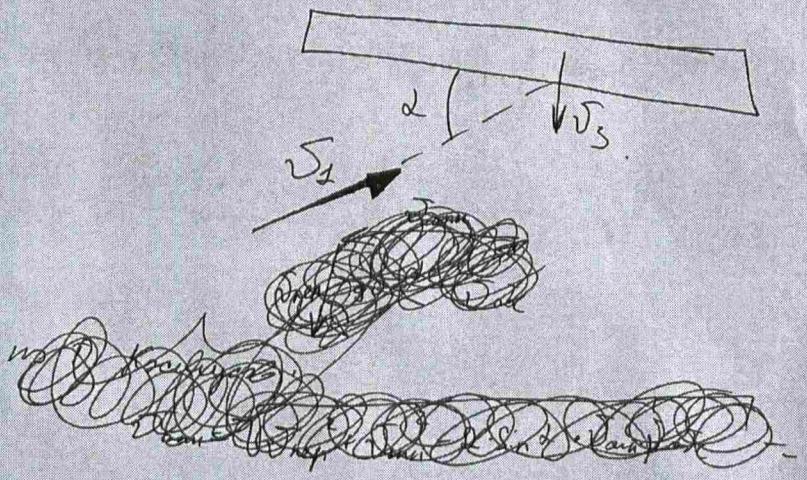
$= \frac{\rho g \cdot \frac{hb}{a+b}}{2} \cdot \frac{hb}{a+b} \cdot a =$

$= \frac{\rho g \left(\frac{hb}{a+b}\right)^2 \cdot a}{2} = 450 \text{ (Н)}.$

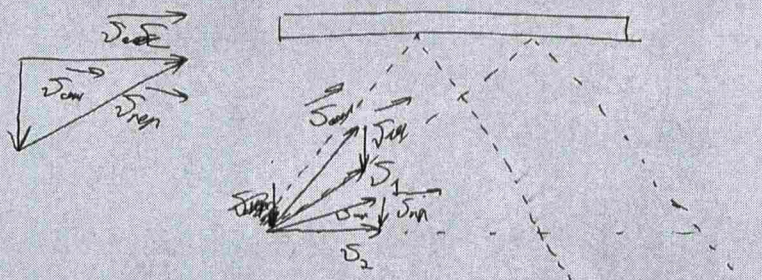
Задача №1 Лист 18. Чистовик



Перейдем в со движущуюся с другой стороны угол зеркальный и получим.



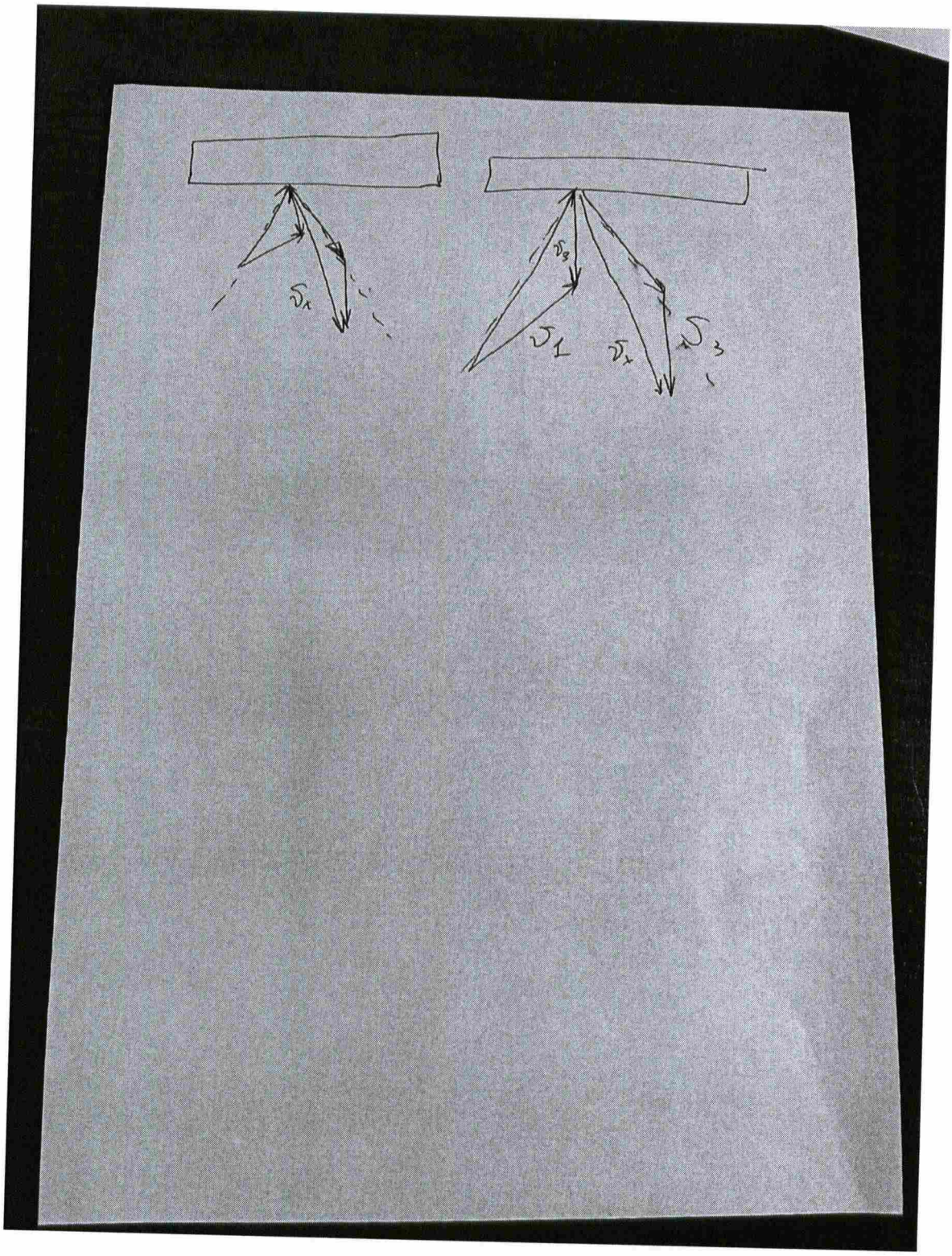
Задача 1.



пусть v_x – скорость ветра, тогда справедливо:

$$(v_x \cdot t_2)^2 = (v_1 \cdot t_1)^2 + (v_2 \cdot (t_1+t_2))^2 - 2 \cdot \cos\alpha \cdot (v_1 t_1)(v_2 (t_1+t_2))$$

$$v_x^2 = \frac{(v_1 t_1)^2 + (v_2 (t_1+t_2))^2 - 2 \cdot \cos\alpha (v_1 t_1)(v_2 (t_1+t_2))}{t_2^2}$$



ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

11 класс

Участник: Сычев А.А.

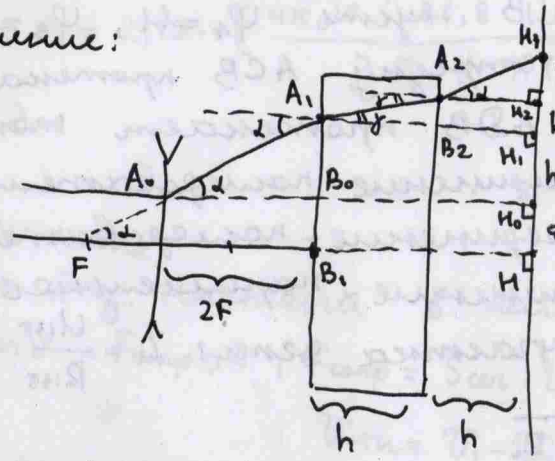
Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

№ 4

Дано:
$d = 6$ см
$\mathfrak{D} = -\frac{1}{3}$ дптр
$n = 1{,}5$
$h = 120$ см

$R = ?$

Решение:



1) $|\mathfrak{D}| = \frac{1}{F}$, $\Rightarrow F = \frac{1}{|\mathfrak{D}|} = 3$ м, где F - фокусное расстояние линзы

2) $R = \frac{d}{2} + h_1 + h_2 + h_3$, где
$h_1 = H_0H_1$; $h_2 = H_1H_2$; $h_3 = H_2H_3$
$FH \perp$ экрану, $A_0H_0 \perp$ экрану,
$A_1H_1 \perp$ экрану, $A_2H_2 \perp$ экрану

т.к. α и γ - малые углы $\Rightarrow tg\alpha \approx \sin\alpha$ и $tg\gamma \approx \sin\gamma$

$\triangle FA_1B_1$: $tg\alpha = \frac{d/2 + h_1}{3F}$

$\triangle A_0B_0A_1$: $tg\alpha = \frac{h_1}{2F} \Rightarrow h_1 = 2Ftg\alpha$

$\triangle A_1B_2A_2$: $tg\gamma = \frac{h_2}{h} \Rightarrow h_2 = h\,tg\gamma$

$\triangle A_2H_2H_3$: $tg\alpha = \frac{h_3}{h} \Rightarrow h_3 = h\,tg\alpha$

По закону Снеллиуса: $\sin\alpha = n\sin\gamma$ ($\sin\alpha = tg\alpha$, $\sin\gamma = tg\gamma$)
$tg\alpha = n\,tg\gamma \Rightarrow tg\gamma = \frac{tg\alpha}{n}$

$tg\alpha = \frac{\frac{d}{2} + 2Ftg\alpha}{3F}$

$3Ftg\alpha = \frac{d}{2} + 2Ftg\alpha \Rightarrow Ftg\alpha = \frac{d}{2} \Rightarrow tg\alpha = \frac{d}{2F}$

$R = \frac{d}{2} + 2Ftg\alpha + h\frac{tg\alpha}{n} + h\,tg\alpha = \frac{d}{2} + tg\alpha\left(2F + \frac{h}{n} + h\right) =$

$= \frac{d}{2} + \frac{d}{2F}\left(2F + \frac{h}{n} + h\right) = \frac{6}{2} + \frac{6}{2 \cdot 300}\left(2 \cdot 300 + \frac{120}{1{,}5} + 120\right) = 11$ см

Ответ: $R = 11$ см

1	2	3	4	5	Σ
0	20	15	20	0	55

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
проводится с 1995 года
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

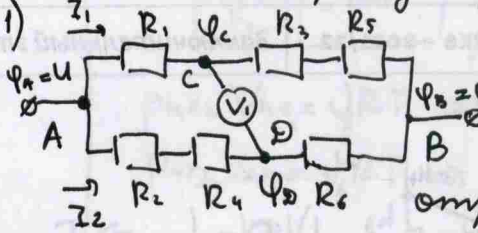
Шифр
110080

№2

Дано:
$R_1 = 1$ (Ом)
$R_2 = 2$ (Ом)
$R_3 = 3$ (Ом)
$R_4 = 4$ (Ом)
$R_5 = 5$ (Ом)
$R_6 = 6$ (Ом)
$U_1 = 35$ В

1) $\varphi_C \vee \varphi_D$
2) $U_2 = ?$
$\varphi_E \vee \varphi_G$

Решение (по рисунку) т.к. вольтметр - идеальный, то по нему ток не идёт $I_V = 0$

1) 

Пусть общее напряжение цепи равно U. т.к. $\varphi_A > \varphi_B$ (по усл.) пусть $\varphi_A = U$, $\varphi_B = 0$. Пусть по отрезку ACB протекает ток I_1, а по отрезку ADB протекает ток I_2.

$R_{135} = R_1 + R_3 + R_5$ (соединение - последовательное)

$R_{246} = R_2 + R_4 + R_6$ (соединение - последовательное)

$U_{135} = U_{246} = U$ (соединение - параллельное)

По з. Ома для участка цепи: $I_1 = \dfrac{U_{135}}{R_{135}} = \dfrac{U}{R_1 + R_3 + R_5}$

$I_2 = \dfrac{U_{246}}{R_{246}} = \dfrac{U}{R_2 + R_4 + R_6}$

$U - \varphi_C = I_1 R_1$

$U - \varphi_C = \dfrac{U R_1}{R_1 + R_3 + R_5} = \dfrac{U \cdot 1}{1+3+5} = \dfrac{1}{9} U$

$\varphi_C = U - \dfrac{1}{9} U = \dfrac{8}{9} U$

$U - \varphi_D = I_2 (R_2 + R_4)$

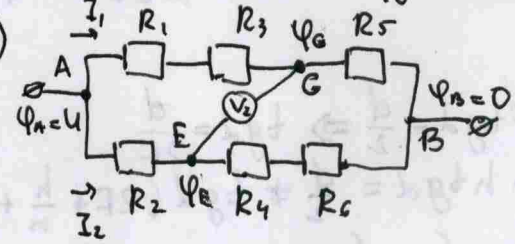
$U - \varphi_D = \dfrac{U(R_2 + R_4)}{R_2 + R_4 + R_6} = \dfrac{U(2+4)}{2+4+6} = \dfrac{U}{2}$

$\varphi_D = U - \dfrac{U}{2} = \dfrac{1}{2} U$

т.к. $\dfrac{8}{9} U > \dfrac{1}{2} U \Rightarrow \varphi_C > \varphi_D$

$\varphi_C - \varphi_D = U_1$

$\dfrac{8}{9} U - \dfrac{1}{2} U = U_1 \Rightarrow \dfrac{7}{18} U = U_1 \Rightarrow U = \dfrac{18 U_1}{7} = \dfrac{18 \cdot 35}{7} = 90$ В

2) 

По з. Ома для участка цепи:

$U - \varphi_E = I_2 R_2$

$U - \varphi_E = \dfrac{U R_2}{R_2 + R_4 + R_6} = \dfrac{U \cdot 2}{2+4+6} = \dfrac{U}{6}$

$\varphi_E = U - \dfrac{U}{6} = \dfrac{5}{6} U$

$U - \varphi_G = I_1 (R_1 + R_3)$

$U - \varphi_G = \dfrac{U(R_1 + R_3)}{R_1 + R_3 + R_5} = \dfrac{U(1+3)}{1+3+5} = \dfrac{4}{9} U \Rightarrow \varphi_G = U - \dfrac{4}{9} U = \dfrac{5}{9} U$

т.к. $\dfrac{5}{6} U > \dfrac{4}{9} U \Rightarrow \varphi_E > \varphi_G$

$U_2 = \varphi_E - \varphi_G = \dfrac{5U}{6} - \dfrac{5U}{9} = \dfrac{5}{18} U = \dfrac{5}{18} \cdot 90 = 25$ В

Ответ: 1) $\varphi_C > \varphi_D$;

2) $U_2 = 25$ В, $\varphi_E > \varphi_G$

№5

Дано:
$I = 26{,}8$ А
$\Delta t = 62{,}5 \cdot 10^{-6}$ с
$r = 3$ м
$t = 1$ с
$v = 2{,}15$ м/с

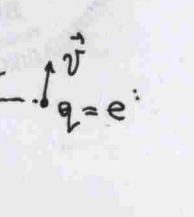
Решение:

По II з. Ньютона в импульсной форме:

$F_x \Delta t = p_x - p_{0x}$

ox: $F \Delta t = p_\alpha + p$ (т.к. $\vec{v}_{им} \uparrow\downarrow \vec{v}_e$)

$F = F_A = B q v$, где $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi r}$, $q = e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл



$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{Гн}{м}$
$\pi = 3{,}14$
$m = 9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг
$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл

$S = ?$

$Bq\upsilon\Delta t = m\upsilon + m\frac{S}{t}$

$Bq\upsilon\Delta t = m(\upsilon + \frac{S}{t})$

$\frac{Bq\upsilon\Delta t}{m} - \upsilon = \frac{S}{t} \Rightarrow S = \upsilon t\left(\frac{Bq\Delta t}{m} - 1\right) = \upsilon t\left(\frac{\mu_0 I q \Delta t}{2\pi r m} - 1\right)$

$S = 2{,}15 \cdot 1\left(\frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 26{,}8 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 62{,}5 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot \pi \cdot 3 \cdot 9{,}1 \cdot 10^{-31}} - 1\right) = 42{,}2$ м

Ответ: $S = 42{,}2$ м

№1

Дано:
$m = 0{,}1$ кг
$\Delta t = 0{,}2$ с
$\upsilon_1 = 50$ м/с
$\upsilon_2 = 0{,}5$ м/с
~~*~~ $R^* = 2R$

1) $\upsilon_3 = ?$
2) $\upsilon_3^* = ?$

Решение:

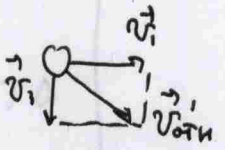
1) По II з. Ньютона в импульсной форме

$m\upsilon_2 = F_{сопр}\Delta t$, $F_{сопр} = S_{сеч} \cdot \upsilon_{отн}^2$

$\upsilon_{отн} = \upsilon_1 - \upsilon_2$

$m\upsilon_2 = S_{сеч}(\upsilon_1 - \upsilon_2)^2 \Delta t$

$S_{сеч} = \frac{m\upsilon_2}{(\upsilon_1 - \upsilon_2)^2 \Delta t} = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}5}{(50 - 0{,}5)^2 \cdot 0{,}2} = 1 \cdot 10^{-4}$ м^2



~~2)~~ По II з. Ньютона: $F_{сопр} = mg$

$S_{сеч}\upsilon_{отн}'^2 = mg$

По т. Пифагора: $\upsilon_{отн}'^2 = \upsilon_1^2 + \upsilon_3^2$

$S_{сеч}(\upsilon_1^2 + \upsilon_3^2) = mg$

$\upsilon_1^2 + \upsilon_3^2 = \frac{mg}{S_{сеч}}$

$\upsilon_3 = \sqrt{\frac{mg}{S_{сеч}} - \upsilon_1^2} = 86{,}6$ м/с

2) т.к. во втором вопросе $R^* = 2R_1 \Rightarrow S_{сеч}^* = 4S_{сеч}$

$\upsilon_3^* = \sqrt{\frac{mg}{S_{сеч}^*} - \upsilon_1^2} = \sqrt{\frac{mg \cdot 4}{16 S_{сеч}} - \upsilon_1^2} = \sqrt{\frac{mg}{4S_{сеч}} - \upsilon_1^2} = \sqrt{\frac{0{,}1 \cdot 10}{4 \cdot 10^{-4}} - 50^2} = 0$ м/с

$\Rightarrow$ во втором случае шарик будет двигаться вправо со скоростью ветра параллельно земле $\upsilon_3^* = \upsilon_1 = 50$ м/с

Ответ: 1) $\upsilon_3 = 86{,}6$ м/с
2) $\upsilon_3^* = 50$ м/с

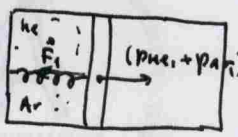
№3

Дано:
$\nu_1 = 0{,}2$ моль
$\nu_2 = 0{,}8$ моль
$T_0 = 380$ К
$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

$\Delta T = ?$

Решение:

1)



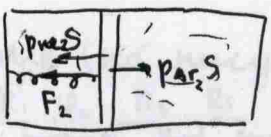
По условию равновесия:
$F_1 = (p_{He_1} + p_{Ar_1})S$

По ур-ию Менделеева-Клапейрона:

$(p_{He_1} + p_{Ar_1})V = (\nu_1 + \nu_2)RT_0 \Rightarrow p_{He_1} + p_{Ar_1} = \frac{(\nu_1 + \nu_2)RT_0}{V}$

$F_1 = \frac{(\nu_1 + \nu_2)RT_0 S}{V}$

2)



По условию равновесия

$$F_2 + p_{He_2}S = p_{Ar_2}S$$

По ур-нию Менделеева-Клапейрона,

$$p_{He_2}V_{He_2} = \nu_1 RT \Rightarrow p_{He_2} = \frac{\nu_1 RT}{V_{He_2}}$$

$$p_{Ar_2}V_{Ar_2} = \nu_2 RT \Rightarrow p_{Ar_2} = \frac{\nu_2 RT}{V_{Ar_2}}$$

$$F_2 = \left(\frac{\nu_2 RT}{V_{Ar_2}} - \frac{\nu_1 RT}{V_{He_2}}\right)S = \left(\frac{\nu_2}{V_{Ar_2}} - \frac{\nu_1}{V_{He_2}}\right)RTS$$

$$F_1 = F_2 \Rightarrow \frac{(\nu_1+\nu_2)RT_0S}{V} = \left(\frac{\nu_2}{V_{Ar_2}} - \frac{\nu_1}{V_{He_2}}\right)RTS$$

$$\frac{(\nu_1+\nu_2)T_0}{V} = \left(\frac{\nu_2}{V_{Ar_2}} - \frac{\nu_1}{V_{He_2}}\right)T$$

$$\Rightarrow (\nu_1+\nu_2)T_0 = (\nu_2-\nu_1)T$$

$$T = \frac{(\nu_1+\nu_2)T_0}{\nu_2-\nu_1}$$

$$\Delta T = T - T_0 = \frac{(\nu_1+\nu_2)T_0}{\nu_2-\nu_1} - T_0 = T_0\left(\frac{(\nu_1+\nu_2)}{\nu_2-\nu_1} - 1\right) = T_0\left(\frac{\nu_1+\nu_2-\nu_2+\nu_1}{\nu_2-\nu_1}\right) =$$

$$= \frac{2\nu_1 T_0}{\nu_2-\nu_1} = \frac{2 \cdot 0{,}2 \cdot 380}{0{,}8-0{,}2} \approx 253\ K$$

Ответ: $\Delta T = 253\ K$

ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ - 2021/22
«Наследники Левши» по физике
Тульского государственного университета

11 класс

Участник: Титкова Е.С.

Регион (региональная площадка): Онлайн-площадка

1 Дано:

$m = 0{,}1$ кг

$\Delta t = 0{,}2$ с

$v_1 = 50$ м/с

$v_2 = 0{,}5$ м/с

$R_2 = 2R_1$

$\rho_2 = \rho_1$

1) $v_3 - ?$

2) $v_4 - ?$

Решение: $g = 10$ м/с^2.

1) Найдём силу сопротивления ветра при его порыве на первый шарик:

$F\Delta t = \Delta p$, $F = F_{сопр}$, $\Delta p = mv_2 - 0$

$F_{сопр} \cdot \Delta t = mv_2 \Rightarrow F_{сопр} = \frac{mv_2}{\Delta t}$, $F_{сопр} = \frac{0{,}1 \cdot 0{,}5}{0{,}2} = 0{,}25$ Н

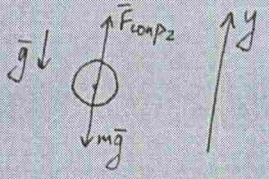
Найдём площадь сечения шарика:

$F_{сопр.} = S_{сеч} \cdot v_{отн}^2$, $v_{отн} = v_1$, $\Rightarrow S_{сеч} = \frac{F_{сопр}}{v_1^2}$, $S_{сеч} = \frac{0{,}25}{50^2} = 10^{-4}$ м^2

При достижении максимальной скорости ускорение шарика равно нулю, тогда:

пусть $F_{сопр_2}$ – сопротивление ветра при падении;

относительная скорость ветра для шарика при падении равна самой скорости шарика (т.к. собственная скорость ветра равна нулю)



Тогда по II закону Ньютона:

$F_{сопр_2} - mg = ma^{\to 0}$

$F_{сопр_2} = mg$

$S_{сеч} \cdot v_3^2 = mg$

$v_3 = \sqrt{\frac{mg}{S_{сеч}}}$

$v_3 = 100$ м/с

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

(продолжение 1)

2) Найдём массу шарика при $R_2 = 2R_1$:

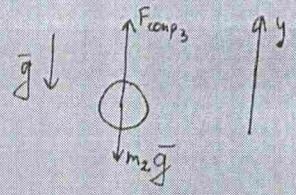
$m = \rho V$, $V = \frac{4}{3}\pi R^3$, $\Rightarrow$ $\frac{m_2}{m} = \frac{\rho_2 \cdot \frac{4}{3}\pi R_2^3}{\rho_1 \cdot \frac{4}{3}\pi R_1^3}$, $\rho_2 = \rho_1 \Rightarrow$ $\frac{m_2}{m} = \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3$

$m_2 = m\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^3$, $m_2 = 0{,}1 \cdot 2^3 = 0{,}8$ кг

Найдём площадь сечения этого шарика:

$\frac{S_{сеч_2}}{S_{сеч}} = \frac{\pi R_2^2}{\pi R_1^2}$, $S_{сеч_2} = S_{сеч}\left(\frac{R_2}{R_1}\right)^2$, $S_{сеч_2} = 10^{-4} \cdot 2^2 = 4 \cdot 10^{-4}$ м^2

Пусть $F_{сопр_3}$ – сопр. воздуха при падении для второго шарика:



по II закону Ньютона:

$F_{сопр_3} - m_2 g = m\cancel{a}^0$

$F_{сопр_3} = m_2 g$

$S_{сеч_2} \cdot v_4^2 = m_2 g$

$v_4 = \sqrt{\frac{m_2 g}{S_{сеч}}}$

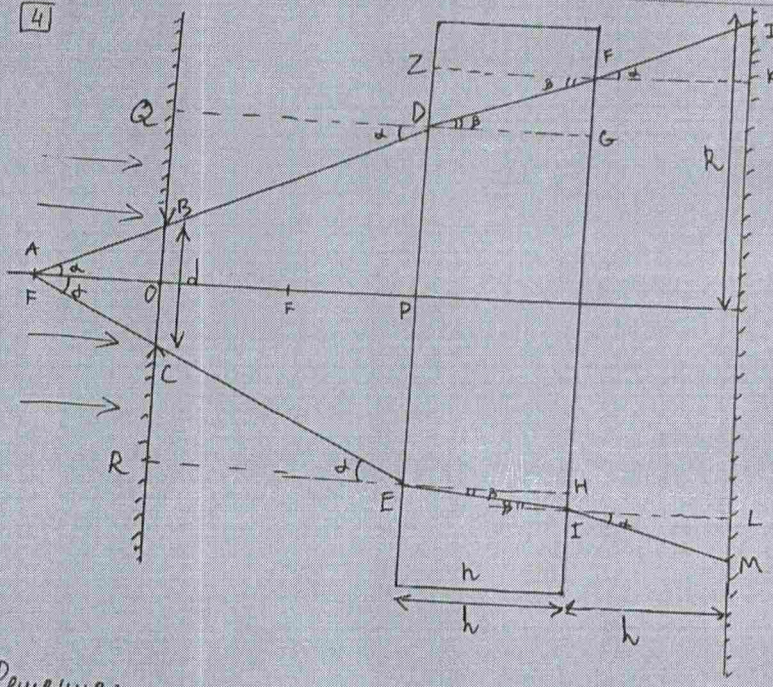
$v_4 = \sqrt{\frac{0{,}8 \cdot 10}{4 \cdot 10^{-4}}} \approx 141{,}4$ м/с

Ответ: 1) 100 м/с 2) 141,4 м/с

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ •
НАСЛЕДНИКИ Левши

Шифр

4



Дано:
$d = 0{,}06$ м
$D = -\frac{1}{3}$ дптр
$h = 1{,}5$
$h = 1{,}2$ м
$\operatorname{tg}\alpha \approx \sin\alpha$

Найти:
R - ?

Решение:

т.к. $QD \parallel AP$, то $\angle DAP = \angle QDA = \alpha$; то же самое с $\angle GDF = \angle ZFD = \beta$.

$OB = \frac{d}{2} = 0{,}03$ м. Линза рассеивающая, $\Rightarrow$ лучи пересекаются в заднем фокусе.

$\triangle ABO \sim \triangle ADP \Rightarrow \frac{BO}{DP} = \frac{FO}{FP} = \frac{|F|}{3|F|} = \frac{1}{3}$, $DP = 3BO = 0{,}09$ м.

пусть n_0 – показатель преломления воздуха, тогда:

$$n_0 \cdot \sin\alpha = n \sin\beta$$

$$\sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}$$

Найдём $\sin\alpha$ из $\triangle AOB$:

$$\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha = \frac{OB}{OF} = \frac{OB}{|F|}, \quad |F| = \left|\frac{1}{D}\right| = 3 \text{ м}, \Rightarrow \sin\alpha = \frac{0{,}03}{3} = 0{,}01.$$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

(продолжение 4)

Тогда $\sin\beta = \frac{0{,}01}{1{,}5} = \frac{1}{150} \approx tg\beta = \frac{FG}{DG} = \frac{FG}{h}$

$\frac{1}{150} = \frac{FG}{1{,}2} \Rightarrow FG = 0{,}008$ м

Луч выходит из пластины под тем же углом, что и входил, $\Rightarrow$

$\sin\alpha \approx tg\alpha = \frac{IK}{FK} = \frac{IK}{h} \Rightarrow 0{,}01 = \frac{IK}{1{,}2} \Rightarrow IK = 0{,}012$ м

$R = DP + FG + IK = 0{,}09 + 0{,}008 + 0{,}012 = 0{,}11$ м $= 11$ см

Ответ: 11 см

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

5 Дано:

$I = 26,8$ А

$\Delta t = 62,5 \cdot 10^{-6}$ с

$r = 3$ м

$t = 1$ с

$v = 2,15$ м/с

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м

$\pi = 3,14$

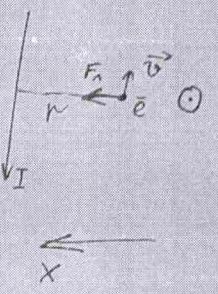
$m = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг

$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл $= q$

$L - ?$

Решение: в момент создания импульса на движущийся электрон начинает действовать сила Лоренца. По правилу правой руки вектор маг. индукции направлен на наблюдателя, а сила Лоренца – влево.

Тогда по II закону Ньютона:

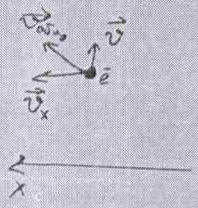


$$F_л = ma$$

$$a = \frac{Bqv}{m}, \quad B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 26,8}{r} = \frac{53,6}{3} \cdot 10^{-7}\ Т_л$$

$$a = \frac{\frac{53,6}{3} \cdot 10^{-7} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,15}{9,1 \cdot 10^{-31}} \approx 675399,3\ м/с^2$$

Т.к. электрон начинает стремительно двигаться влево, то $v_{общ} \approx v_x$.



Электрон пройдёт расстояние 6 м за время t_1:

$$6 = v_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2} = \frac{a t_1^2}{2}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{12}{a}} \approx 4,2 \cdot 10^{-3}\ с,$$ что больше значения Δt.

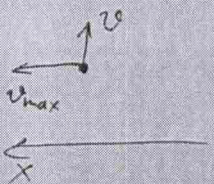
за время Δt электрон пройдёт расстояние:

$$X = v_0 \Delta t + \frac{a \Delta t^2}{2} \approx 1,32 \cdot 10^{-3}\ м$$

при этом v_{max} – скорость электрона в этот момент будет равна:

$$v_{max} = v_0 + a \Delta t \approx 42,2\ м/с$$

с такой скоростью электрон пройдёт по оси X за t расстояние: $X_2 = v_{max} t = 42,2$ м



ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр

(продолжение 5)

Тогда удалённость от проводника будет равна:

$L = |r - x - x_2| \approx 39{,}2$ м

Ответ: 39,2 м

2 Дано:

$U_1 = 35$ В

рисунок

1) $\varphi_{C,D} - ?$

2) $U_2 - ?$

$\varphi_{E,G} - ?$

Решение:

1) $\varphi = Aq$, => где больше работа тока, там больше потенциал.

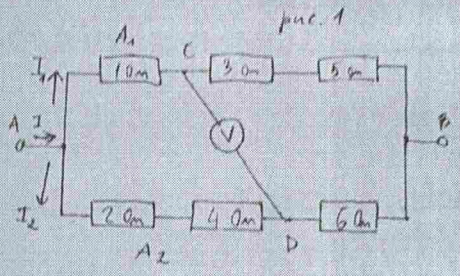
$A = I^2 R t$

по закону параллельного соединения проводников:

$I_1 \cdot (1+3+5) = I_2 \cdot (2+4+6)$

$I_1 = I_2 \cdot \frac{12}{9} = \frac{4}{3} I_2$

рис. 1



$A_1 = I_1^2 \cdot 10\text{ Ом} \cdot t$

$A_1 = \frac{16}{9} I_2^2 t$

$A_2 = I_2^2 \cdot 6\text{ Ом} \cdot t$

$A_2 = 6 I_2^2 t$

=> $A_1 < A_2$, $\varphi_C < \varphi_D$

2) Из рис. 1 найдём силу тока на

$I = \frac{U_1}{R_{общ}}$, $R_{общ} = \frac{(1+3+5)(2+4+6)}{1+3+5+2+4+6} = \frac{9 \cdot 12}{21} = \frac{36}{7}$ А

По тому же принципу найдём, где больше потенциал:

$A_1' = I_1^2 \cdot 4\text{ Ом} \cdot t$

$A_1' = \frac{16}{9} I_2^2 t \cdot 4 = \frac{64}{9} I_2^2 t$

$A_2' = I_2^2 \cdot 2\text{ Ом} \cdot t$

$A_2' = 2 I_2^2 t$

=> $A_1' > A_2'$, $\varphi_G > \varphi_E$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ •
НАСЛЕДНИКИ Левши

Шифр

(продолжение 2)

Т.к. напряжение в клеммах не меняется, то $U_2 = U_1 = 35$ В.

Ответ: 1) в точке D 2) 35 В, в точке G.

3 Дано:

$\nu_1 = 0{,}2$ моль

$\nu_2 = 0{,}8$ моль

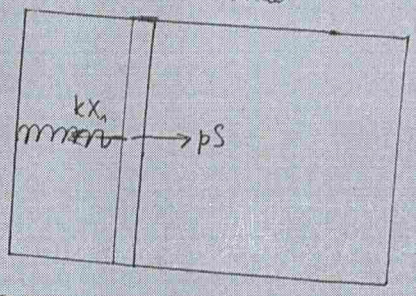
$T = 107 + 273 = 380$ К

$R = 8{,}31 \frac{Дж}{моль \cdot К}$

$\Delta T - ?$

Решение: сосуд теплоизолирован $\Rightarrow$ внутренняя энергия и температура изменяются вследствие работы газа.

Начальное состояние:



S – площадь поршня и $\Rightarrow$ сосуда,

pS – сила давления газа на поршень,

kx_1 – сила упругости пружины

По закону Дальтона $p = p_{Ar} + p_{He}$, Найдём эти давления:

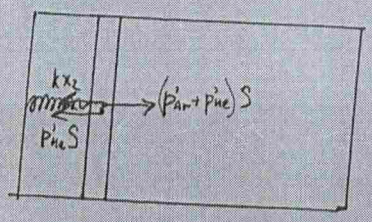
$p_{Ar} V = \nu_2 RT \Rightarrow p_{Ar} = \frac{\nu_2 RT}{Sx_1} = \frac{0{,}8 \cdot 8{,}31 \cdot 380}{Sx_1} = \frac{2526{,}24}{Sx_1}$

$p_{He} V = \nu_1 RT \Rightarrow p_{He} = \frac{\nu_1 RT}{Sx_1} = \frac{0{,}2 \cdot 8{,}31 \cdot 380}{Sx_1} = \frac{631{,}56}{Sx_1}$

$p = \frac{1}{Sx_1}(2526{,}24 + 631{,}56) = \frac{3157{,}8}{Sx_1}$, по III закону Ньютона: $kx_1 = pS = \frac{3157{,}8}{x_1}$

$\Rightarrow kx_1^2 = 3157{,}8$

Конечное состояние:



Гелий равномерно распределяется по сосуду, и его сила давления на поршень компенсируется:

по III закону Ньютона:

$kx_2 + \cancel{p'_{He} S} = p'_{Ar} S + \cancel{p'_{He} S}$

$kx_2 = p'_{Ar} S$

$kx_2^2 = p'_{Ar} V' = \nu_2 RT' = 0{,}8 \cdot 8{,}31 T' = 6{,}648 T'$

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ • ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ • НАСЛЕДНИКИ Левши

Шифр

(продолжение 3)

Работа газа равна изменению энергии пружины:

$$A' = -\Delta E = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right) = -\left(\frac{6,648T'}{2} - \frac{3157,8}{2}\right) = -(3,324T' - 1578,9) = 1578,9 - 3,324T'$$

по I закону термодинамики:

$\Delta U + A' = Q$, где A' - работа газа, $Q = 0$.

$\Rightarrow \Delta U = -A' = \frac{3}{2}\nu R\Delta T$, где $\nu = \nu_1 + \nu_2 = 1$ моль

$1,5 \cdot 1 \cdot 8,31(T' - 380) = -A'$

$12,465T' - 4736,7 = -A'$

$12,465T' - 4736,7 = 3,324T' - 1578,9$

$9,141T' = 3157,8$

$T' = \frac{3800}{11}$ K $\Rightarrow \Delta T = T' - T \approx -35$ K

Ответ: -35 K

ТУЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАСЛЕДНИКИ Левши
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ

Шифр