Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ, Москва

Место проведения

TG 36-18

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ Абрамин

ИМЯ Вадим

ОТЧЕСТВО Дмитриевич

Дата рождения 27.06.01 **Класс:** 10

Предмет Физика **Этап:** Заключительный

Работа выполнена на 04 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.18
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ТG 36-18

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

2) Дано:

S

l

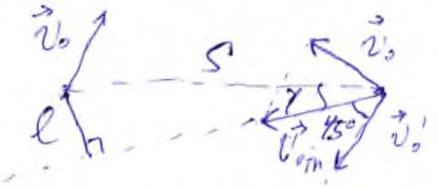
$v_0 - ?$

Решение:

т.к. $m_к = m_п$, $E_к = E_п$, то $v_{к_0} = v_{п0} = v_0$

т.к. дальности полёта равны, то $\alpha + \beta = 90°$.

Перейдём в систему отсчёта, связанную с g. Найдём скорость мячика Пети отн. Коли. $\gamma = \arcsin\left(\frac{l}{s}\right)$. $S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin\left(2\left(\arcsin\frac{l}{s} + 45°\right)\right)}{g}$



$$v_0 = \sqrt{\frac{sl}{\sin\left(2\arcsin\frac{l}{s} + 90°\right)}} = \sqrt{\frac{sl}{\cos\left(2\arcsin\frac{l}{s}\right)}} =$$

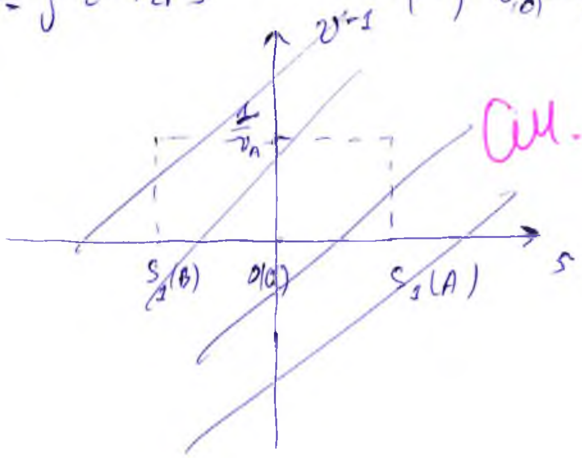
Ответ: $v_0 = \sqrt{\frac{sl}{\cos\left(2\arcsin\frac{l}{s}\right)}}$

−

~~1) Прозрачные.~~

~~$t = \int v^{-1}\,ds$~~

~~(−) $v_{(0)} = v_A + \int a\,dt$; $v_B = v_{(0)} - \int a\,dt$~~



ОМ.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27101

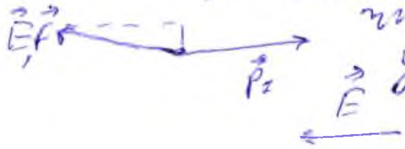
ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ TG 36-18

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

Дано:
$\vec{p}_1 \perp \vec{p}_2$

Решение:

Для начала докажем, что линии поля направлены против p_1. Пусть это не так. Тогда бы через некоторое время импульс 2 (второго) бы имел вертикальную проекцию, что противоречит условиям задачи.

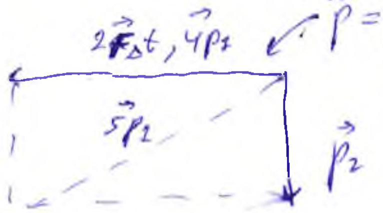


~~Пусть, что массы частиц примерно равны, тогда их ускорения отличаются в 2 раза~~

$2p_1 = F_\Delta t$.

$4p_1 = 2F_\Delta t$. (т.к. зарядов отл. в 2 раза)

$\vec{p} = \vec{p}_0 + \vec{F}_\Delta t$



По теореме Пифагора:

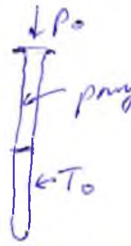
$(5p_1)^2 = (4p_1)^2 + (p_2)^2$

$p_2 = 3p_1$, $\frac{p_2}{p_1} = 3$

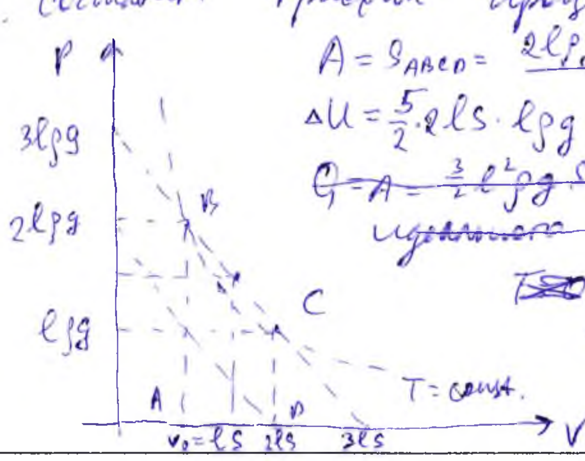
Ответ: 3

4) Дано:

Решение:



Очевидно, из-за того, что ртуть вытекает, это будет не изобарный процесс. Пусть объем газа увеличился на ΔV_0, т.е. он поднялся на Δh. $\Delta p = -\rho g \Delta h = -\rho g \frac{\Delta V_0}{S} = -\frac{\rho g}{S} \cdot \Delta V_0$. Составим график процесса.



$A = S_{ABCD} = \frac{2l\rho g + l\rho g}{2} \cdot lS = \frac{3}{2} l^2 \rho g S$.

$\Delta U = \frac{5}{2} \cdot 2lS \cdot l\rho g - \frac{5}{2} \cdot 2l\rho g \cdot lS = 0$.

~~$Q = A = \frac{3}{2} l^2 \rho g S$. Из ур-я состояния идеального газа: $lS \cdot 2l\rho g = \nu R T_0$~~

~~T~~. Определим макс. темп. в этом процессе.

$p = -V \cdot \frac{\rho g}{S} + 3l\rho g$ $\left(-V \cdot \frac{\rho g}{S} + 3l\rho g\right)V \to \max$.

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

$-V^2 \cdot \frac{\rho g}{S} + 3lg\rho V$; $max = -\frac{3l\rho g S}{-2\rho g} = \frac{3}{2}lS$; $max_p = \frac{3}{2}l\rho g$

$\cancel{\frac{3}{2}lS = \nu RT}$ $\quad \frac{3}{2}lS \cdot \frac{3}{2}l\rho g = \nu RT \quad \frac{9}{4}l^2 S\rho g = \nu RT$

$\cancel{lS \cdot 2l\rho g = \nu RT_0}$ $\quad lS \cdot 2l\rho g = \nu RT_0 \quad 2l^2 S\rho g = \nu RT_0$ +

$\frac{l^2 S\rho g}{\nu R} = \frac{4}{9}T$, $\quad 2 \cdot \frac{l^2 S\rho g}{\nu R} = T_0$; $\quad \frac{8}{9}T = T_0$, $\quad T = \frac{9}{8}T_0$

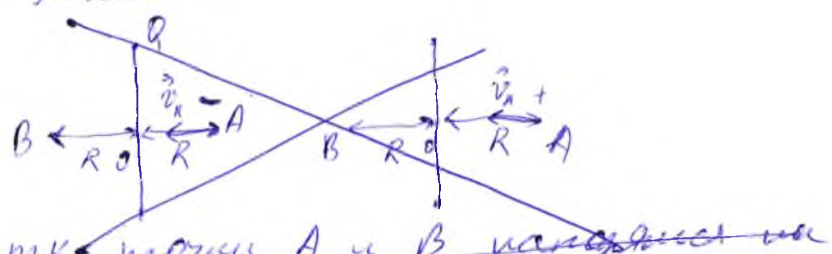
Ответ: $T = \frac{9}{8}T_0$.

1) Дано:

v_A

$t_1, t_2 - ?$

Решение:



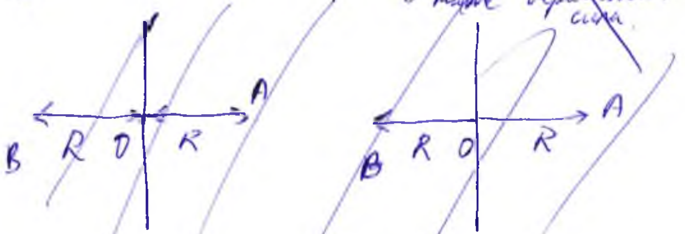
~~т.к. точки A и B находятся на Ox симметрично кольца~~

~~Рассмотрим полет отрицательно заряженного шарика. OA: шарик разгоняется, набирает большую ск. v~~

~~$v = v_A + \int a\,dt$. OB: В точке O - точка равновесия, на шарик не действуют силы, и он летит со скоростью v. BO: шарик останавливается. Его скорость в точке B равна $v' = v - \int a\,dt = v_A$ $\quad dt = \frac{v - v_A}{\Sigma a}$ $\quad t = \sum \frac{v - v_A}{\Sigma a}$~~

~~Аналогично, рассмотрим полет шарика положительно заряженного. Он летит из A до точки O он останавливается. его ск. $v = v_A - \int a\,dt$~~

~~действует сила и также переменная сила.~~

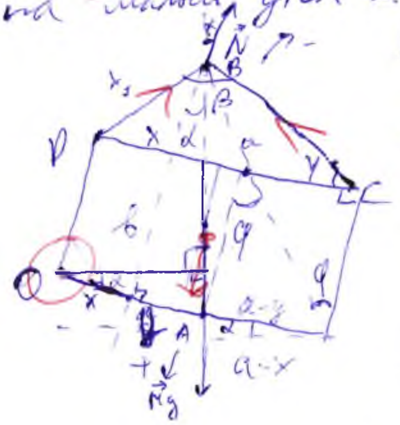


ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Дано:
$a = 3$ фрута
$b = 2$ фрута
$L - ?$

Да

Решение:
Задача сводится к тому, чтобы определить при какой длине шнура равновесие картины устойчивое. Для этого отклоним картину на малый угол α.



II-ой з-н Ньютона:
$N\cos\alpha = Mg$??
~~Правило моментов~~ отн. точки
O: ~~$\frac{a}{2} \cos\alpha$ - в первом приближении~~

$y\cos\alpha\, Mg - Nx > 0$??

$y\cos\alpha\, Mg > Nx$; ~~$\frac{a}{2}\cos^2\alpha N > Nx$~~

$y\cos^2\alpha N > Nx$

~~$\frac{a}{2}\cos^2\alpha > x$~~

$y\cos^2\alpha > x$ / в нашем случае $y\cos^2\alpha = x$

$\sin\beta = \frac{2l}{a} = \frac{L}{a}$.

$\frac{a^2}{L} = \frac{x_1}{\sin\gamma}$ - теорема синусов ($\triangle OBC$) $\sin\gamma = \frac{Lx_1}{a^2}$

$\operatorname{tg}\varphi = \frac{a-y}{b}$, $\frac{L-x_1}{\sin\varphi} = \frac{\sqrt{(a-x)^2 + (b+\sqrt{x_1 - x})^2}}{\cos\sqrt{1-\sin^2\gamma}} =$

~~$\frac{L-x_1}{\sin\varphi}$~~ $\sin\varphi = \frac{\operatorname{tg}\varphi}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\varphi}}$; $\frac{L-x_1 \cdot \sqrt{1+\operatorname{tg}^2\varphi}}{\operatorname{tg}\varphi} = \sqrt{\ldots}$

$$\frac{b(L-x_1)\cdot\cancel{(a-y)}\sqrt{1+\left(\frac{a-y}{b}\right)^2}}{a-y} = \sqrt{\frac{(a-x)^2 + (b+\sqrt{x_1 - x})^2}{1-\sin^2\gamma}}$$

$$\frac{b(L-x_1)\sqrt{1+\left(\frac{a-y}{b}\right)^2}}{a-y} = \sqrt{\frac{(a-x)^2 + (b+\sqrt{x_1 - x})^2}{1 - \frac{L^2 x_1^2}{a^2}}}$$ и ??

(∓)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ВФ МЭИ

Место проведения

МИ 32-97

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27091

ФАМИЛИЯ Агафонов

ИМЯ Андрей

ОТЧЕСТВО Евгеньевич

Дата рождения 17.09.2002 **Класс:** 9

Предмет Физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 2 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Ag

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27091

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ МИ 32-94

№3

Дано:
$m = 10$ кг
$\Delta T = 0{,}1$ K
$Q_p = \frac{1}{4} Q$
$C = 4000 \frac{Дж}{K}$

Найти: h

Решение

$Q_p = E_п$

$\frac{1}{4} Q_p = E_п$

$\frac{1}{4} C \Delta T = mgh$

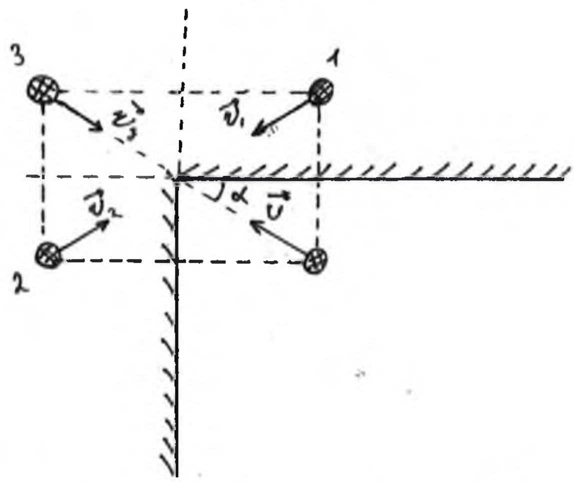
$h = \frac{C \cdot \Delta T}{4mg}$

$h = \frac{4000 \cdot 0{,}1}{4 \cdot 10 \cdot 10} = 1$ м

Ответ: 1 м.

+

№2



Дано:
$\alpha = 30°$

Найти: кол-во отражений; скорости отражений относительно мухи

Решение №2

1) Кол-во отражений: 3.

2) $v_{отн1} = v \cdot \cos\alpha = v \cdot \cos 30° = \frac{\sqrt{3} v}{2}$

$v_{отн2} = v \cdot \sin\alpha = v \sin 30° = \frac{v}{2}$

$v_{отн3} = v \cos 180° = -v$

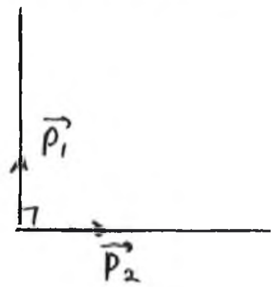
Ответ: 1) 3
2) $\frac{\sqrt{3} v}{2}$; $\frac{v}{2}$; $-v$

№4

Дано:
$\vec{p}_1' = -\vec{p}_1$
$\vec{p}_2' = 5 p_1$
$m_2 = 2m_1$

$\frac{|\vec{p}_1|}{|\vec{p}_2|}$ - ?

Решение



$p = mv$

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{m_1 v_1}{m_2 v_2} = \frac{m_1 v_1}{2 m_1 v_2} = \frac{v_1}{2 v_2}$

По закону сохранения импульса:

$|\vec{p}_1| + |\vec{p}_2| = |\vec{p}_1'| + |\vec{p}_2'|$

$m_1 v_1 + m_2 v_2 = 5 m_1 v_1 - m_1 v_1$

$m_1 v_1 + 2 m_1 v_2 = 4 m_1 v_1$

$3 v_1 = 2 v_2$

$\frac{v_1}{v_2} = \frac{2}{3}$

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} = \frac{2}{6} = \frac{1}{3}$

Ответ: $p_1 : p_2 = 1 : 3$.

+

+

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

№1

Время движения частицы из А в В увеличится.

В первом случае (кольцо заряжено положительно, а заряд отрицательно) скорость заряда была равна $v_1 = v_A + v'$, где v' - скорость приобретённая зарядом в процессе отталкивания от кольца.

$\Downarrow$

$$t_1 = \frac{s}{v_1} = \frac{s}{v_A + v'}$$

Во втором случае (кольцо заряжено положительно и заряд так же положительно) скорость заряда была равна $v_2 = v_A$.

$\Downarrow$

$$t_2 = \frac{s}{v_2} = \frac{s}{v_A}$$

±

$$\frac{s}{v_A} > \frac{s}{v_A + v'}$$

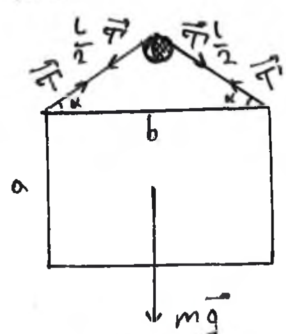
$t_2 > t_1 \Rightarrow$ время увеличится

Ответ: время увеличится.

№5

Дано:
α = 3 фута
b = 2 фута

Найти:
L



По 2-му закону Ньютона:

1) для нити:

$$\vec T + \vec T + \vec F_{тр} = 0$$

минус

2) для картины:

$$m\vec g + \vec T' + \vec T' = 0$$

$$mg - T'\sin\alpha - T'\sin\alpha = 0$$

$$mg - 2T'\sin\alpha = 0$$

и ??

(—)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МБОУ „СОШ № 11"	ХУ 70 - 18	← **Не заполнять** **Заполняется ответственным работником**
Место проведения	шифр	

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ АЛЕКСАНДРОВ

ИМЯ ДМИТРИЙ

ОТЧЕСТВО АЛЕКСАНДРОВИЧ

Дата рождения 22.01.2001 **Класс:** 11

Предмет физика **Этап:** заключительный

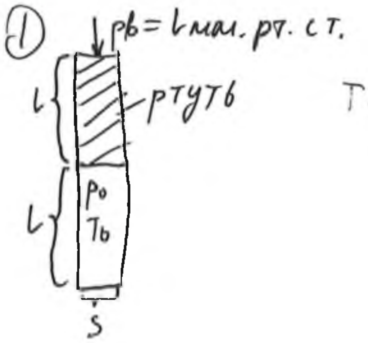
Работа выполнена на 3 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: [signature]

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

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

№3



Т.к равновесие $\Rightarrow p_в S + p_{рт} S = p_0 S$

$p_в$ - давл. атмосферы $p_{рт} = p$ ртути

$S(l\text{ мм рт ст}) + S(l\text{ мм рт ст.}) = p_0 S$

$p_0 = 2l$ мм рт ст

Чтобы нагреть воздух на минимальное ΔT нужно чтобы воздух расширился ровно з 2 раза

Т.к равновесие $p_в S = pS$ $p = l$ мм рт ст.

$pV = const$ т.к $p_0 \frac{V}{2} = pV$

$2l \cdot \frac{lS}{2} = l \cdot lS$

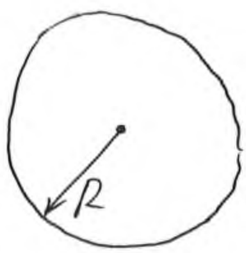
Т.к газ не идеал. $T = \alpha pV$ а т.к $pV = const$ и $\alpha = const$

$T = const \Rightarrow \Delta T = 0$

Отв: 0

№4

Дано: $E; m_0; \tau_0; R - ?$



Т.к $R = max$, то мюон должен дви. прямолинейно

согласно ур-ю Энштейна $E = m_g c^2$

m_g - масса движ. мюона

$m_g = \frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ $\Longrightarrow E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

$mc^2 = E\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$

$m^2c^4 = E^2\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)$

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

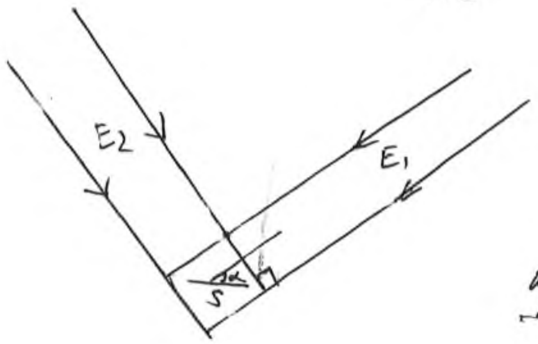
$$\frac{m^2c^4}{E^2}=1-\frac{v^2}{c^2} \Rightarrow \frac{m^2c^4-E^2}{E^2}=-\frac{v^2}{c^2} \Rightarrow v=\sqrt{\frac{c^2(E^2-m^2c^4)}{E^2}}=\frac{c}{E}\cdot\sqrt{E^2-m^2c^4}$$

$$R=\tau v \text{, где } \tau=\frac{\tau_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}=\frac{\tau_0 c}{\sqrt{c^2-c^2(E^2-m^2c^4)/E^2}}=\frac{\tau_0 E}{\sqrt{E^2-(E^2-m^2c^4)}}$$

$$R=\frac{\tau_0 E}{\sqrt{E^2-E^2+m^2c^4}}\cdot\frac{c}{E}\cdot\sqrt{E^2-m^2c^4}=\frac{\tau_0 c\sqrt{E^2-m^2c^4}}{mc^2}=\frac{\tau_0\sqrt{E^2-m^2c^4}}{mc}$$

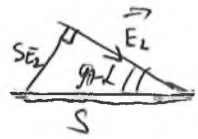
Отв: $\frac{\tau_0\sqrt{E^2-m^2c^4}}{mc}$ +

N5



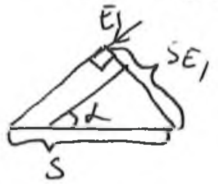
$E_2=2E_1$

~~Пусть площадь пластинки = S~~



~~$S_{E_2}=S\sin$~~

$S_{E_2}=S\sin(90-\alpha)=$
$=S\cos\alpha$



$S_{E_1}=S\sin\alpha$

световая энергия на площ. $S=E_2 \Rightarrow$
$\Rightarrow E_2$ на $S_{E_2}=$
$=E_2\cos\alpha$

аналогич. E_1 на $S_{E_1}=$
$=E_1\sin\alpha$

$y=E_2\cos\alpha+E_1\sin\alpha=2E_1\cos\alpha+E_1\sin\alpha$

$y'(\alpha)=-2E_1\sin\alpha+E_1\cos\alpha$

$E_1(\cos\alpha-2\sin\alpha)=0 \mid : E_1\neq 0$

$\cos\alpha=2\sin\alpha \mid :\cos\alpha\neq 0$

$2\operatorname{tg}\alpha=1$

$\cos\alpha-2\sin\alpha=0 \mid :\cos\alpha$

~~$\operatorname{tg}\alpha=$~~ Если $\cos\alpha=0$

то $E_0=E_1$

$\operatorname{tg}\alpha=\frac{1}{2}$

$\alpha=\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$

y' + $\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$ −

y ↗ ↘

max

подставим $\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$

$y=E_2\cdot\frac{2}{\sqrt5}+E_1\cdot\frac{1}{\sqrt5}=$

$=E_1\left(\frac{5}{\sqrt5}\right)=\sqrt5E_1>E_1$ (при $\cos\alpha=0$)

Отв: $\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$

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

№1

Т.К. На электрод подан отрицательный потенциал, то вокруг него „собираются" положит. ионы. Поэтому вокруг электрода собирается большое кол-во ионизированного газа-плазмы, кот. начинает светиться из-за разрядов между ионами и электродом, т.к φ электрода высок 1000 В.

№2

Т.К. Кинетическая энергия 1 и 2 мячиков одинаковы то их начальные скорости равны.

Т.к время полёта мячиков различно, высота, с кот. бросали одинакова и ~~их~~ нач. скорости одинаковы, то они столкнулись во время полёта, т.к пролетели по горизонтали расстояние S.

до точки столкновения мячики пролетели вдоль Ox соот. $S-x$ и x, а по оси Oy расст. y

$y = v_0 \sin\alpha = v_0 \sin\beta$

$\sin\alpha = \sin\beta$

$\alpha = \beta$

Если $\alpha = \beta$ то мячики столкнутся ровно посередине т.е. на расст. $\frac{S}{2}$ по Ox от каждого. Но тогда $t_1 = t_2$ т.к шарики абсол. одинаковы $\Rightarrow$ ∅

Отв: такого не может быть

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ЧРИО

Место проведения

ЕЦ 13-28

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27081

ФАМИЛИЯ Антонов

ИМЯ Егор

ОТЧЕСТВО Александрович

Дата рождения 25.04.2003 **Класс:** 8Н

Предмет Физика **Этап:** Заключительный

Работа выполнена на 4 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Еb

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

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

1. Воздух имеет вес, но с увеличением объёма шарика увеличивается и сила архимеда, которая стремится поднять шарик. Пусть m_1 - масса оболочки шарика, V_2 - масса воздуха, ρ_2 - плотность воздуха.

$F = mg = (m_1 + V_2\rho_2)g$

$F_{Арх} = \rho_2 V_2 g$

⇒ показатель весов с воздушным шариком будет равен показателю весов с большим шариком так как $V_2\rho_2 g$ сокращается.

Ответ: Показатель ~~весов~~ весов с воздушными шариками будет равен показателю весов с большим шариком.

+

2.

1 литр воды = 1 кг воды

I раз добавили воду:

$\cancel{c}m_1\Delta t_1 = \cancel{c}m_2\Delta t_2$

$\frac{1}{3}\cdot 10 = m_2 \cdot (100-80)$

$\frac{10}{3} : 20 = m_2$

$\frac{\cancel{10}}{3}\cdot\frac{1}{\cancel{20}_2} = \frac{1}{6}$ кг $= m_2$

$\frac{1}{6}$ кг воды $= \frac{1}{6}$ л воды

V в сосуде после I добавления воды: $\frac{1}{6} + \frac{{}^2/1}{3} = \frac{1+2}{6} = \frac{\cancel{3}^1}{\cancel{6}_2} = \frac{1}{2}$ л $= \frac{1}{2}$ кг $= m_3$

II раз добавили воду:

$\cancel{c}m_3\cdot\Delta t_1 = \cancel{c}m_4\cdot\Delta t_2$

$\frac{1}{2}\cdot 10 = m_4\cdot 20$

$\frac{5}{20} = \frac{1}{4кг} = m_4$

$\frac{1}{4}кг = \frac{1}{4}л$

4 – решения нет

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

V в сосуде после II добавления: $\frac{1}{4}+\frac{1}{2}=\frac{1+2}{4}=\frac{3}{4}л=\frac{3}{4}кг=m_5$

III раз добавили воду:

$\cancel{c}m_5\Delta t_1=\cancel{c}m_6\Delta t_2$

$\frac{3}{4}\cdot 10=m_6\cdot 20$

$\frac{30}{4}:20=m_6$

$\frac{30}{4}\cdot\frac{1}{20}=\frac{3}{8}кг=\frac{3}{8}л=m_6$

~~IV раз добавили воду:~~

V в сосуде после III добавления: $\frac{3}{8}+\frac{3}{4}=\frac{3+6}{8}=\frac{9}{8}л=\frac{9}{8}кг=m_7$

IV раз добавили воду:

$\cancel{c}m_7\Delta t_1=\cancel{c}m_8\Delta t_2$

$\frac{9}{8}\cdot 10=m_8\cdot 20$

$\frac{90}{8}:20=m_8$

$\frac{90}{8}\cdot\frac{1}{20}=\frac{9}{16}кг=\frac{9}{16}л=m_8$

V в сосуде после IV добавления: $\frac{9}{16}+\frac{9}{8}=\frac{18+9}{2}=\frac{27}{16}=1\frac{11}{16}л=1\frac{11}{16}кг=m_9$

V раз добавили воду:

$\cancel{c}m_9\Delta t_1=\cancel{c}m_{10}\Delta t_2$

$\frac{27}{16}\cdot 10=m_{10}\cdot 20$

$\frac{270}{16}:20=m_{10}$

$\frac{135}{8}\cdot\frac{1}{20}=\frac{27}{32}кг=\frac{27}{32}л=m_{10}$

V в сосуде после V добавления: $\frac{27}{32}+\frac{27}{16}=\frac{27+54}{32}=\frac{81}{32}л$

$\frac{81}{32}л>2л\Rightarrow$ всего добавили воду 4 раза и в сосуде сигнало $1\frac{11}{16}$ литров.

Ответ: $1\frac{11}{16}$ литров

+

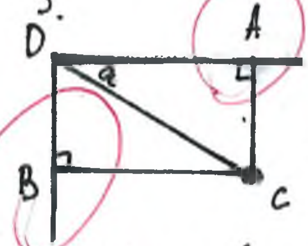
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ЕЦ 13-28

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

3.



Муха видит два отражения A и B. Причём $DB \perp BC$ и $AD \perp BC$.

1. Тени мухи должны двигаться медленнее её самой так как время движения у отражений и у мухи одинаковые, но путь отражений мухи больше ⇒ муха движется быстрее своих отражений.

2. Рассмотрим $\triangle ACD$:

1) $\angle CDA = 30^\circ$ (по усл.)

2) $\angle CAD = 90^\circ$ (по п.1)

$\Rightarrow \angle DCA = 180 - (\angle CAD + \angle CDA) = 60^\circ$ (по теореме о сумме углов треугольника)

3. Пусть длина отрезка DC будет x, тогда AC будет $\frac{1}{2}x$ так как AC лежит напротив угла в 30° (по усл.) в прямоугольном треугольнике.

4. По теореме Пифагора:

$DA^2 = DC^2 - AC^2 = x^2 - \left(\frac{1}{2}x\right)^2 = x\left(\frac{4}{4} - \frac{1}{4}\right) = \frac{3}{4}x$

$DA = \sqrt{\frac{3}{4}}\,DC$

Путь отражения A короче пути мухи в $\sqrt{\frac{3}{4}}$ раз, а время движения одинаково $\Rightarrow \upsilon_A = \upsilon \cdot \sqrt{\frac{3}{4}}$

5. Рассмотрим $\triangle CDB$

1) $\angle BDC = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ (по усл.)

2) $\angle DBC = 90^\circ$ (по п.1)

$\Rightarrow \angle DCB = 180^\circ - (\angle BDC + \angle DBC) = 30^\circ$ (по теореме о сумме углов треугольника)

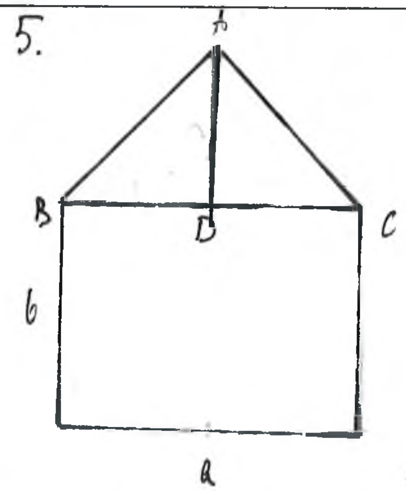
6. $BD = \frac{1}{2}DC$ так как DC лежит напротив угла в 30° (по п.5) в прямоугольном треугольнике.

7. Путь у отражения B короче чем у мухи в 2 раза, а так как время пути у них одинаковые, то $\upsilon_B = \frac{1}{2}\upsilon$.

Ответ: 2 тени; $\sqrt{\frac{3}{4}}\upsilon$, $\frac{1}{2}\upsilon$

+

5.



Для того чтобы эта конструкция находилась в равновесии нужно чтобы $BD = DC = 1,5$ фута $b = AD$, тогда

По теореме Пифагора

$AB^2 = DA^2 + BD^2 = 2^2 + 1,5^2 = 4 + 2,05 = 6,05$

$AB = \sqrt{6,05}$

$\triangle ABC$ равнобедренный $\Rightarrow AB = AC = \sqrt{6,05}$

Длина веревки равна $2 \cdot \sqrt{6,05} = \sqrt{4 \cdot 6,05} = \sqrt{24,2}$ фута.

Ответ: ~~$\sqrt{24,2}$ фута.~~

(—)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ЧРИО

Место проведения

VT 15-28

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ АРТЕМЬЕВ

ИМЯ ИГОРЬ

ОТЧЕСТВО АЛЕКСЕЕВИЧ

Дата рождения 18-06-2000 **Класс:** 11

Предмет ФИЗИКА **Этап:** ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 5 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.18
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Игорь

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

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

№2

Дано:
S, l
$m_1 = m_2$
$E_1 = E_2$

$v_0 - ?$

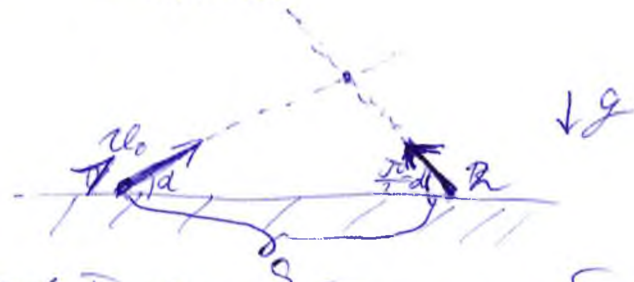
Решение:

1) Т.к. $\cancel{m_1 = m_2}$ $E_1 = E_2$: $\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2}$, $m_1 = m_2$, то $v_1 = v_2 = v_0$

2) Время полета $t = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g}$

$S = v \cdot \cos\alpha \cdot t = \frac{v^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$

$v = \sqrt{\frac{S \cdot g}{\sin 2\alpha}}$



3) ~~Пусть~~ Пусть Петя бросил мяч под углом α, а Катя $- \beta$,
т.к. $S_1 = S_2$, то $\sin 2\alpha = \sin 2\beta \Rightarrow$
$\Rightarrow \beta = \frac{\pi}{2} - \alpha$

4) На оба мяча действует одинаковое ускорение g, то относительно друг-друга они движутся равномерно.

$\cancel{\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер}}$

5) Рассмотрим движение 2 мяча относительно первого:

$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_{абс} - \vec{v}_{пер}$

~~№3~~

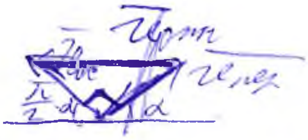
~~Дано:~~ ~~Решение:~~

~~l, T_0~~

T_{min} – ?

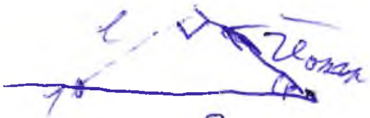
№2

5)



$$|\vec{v}_{отн}| = \sqrt{|\vec{v}_{обс}|^2 + |\vec{v}_{пер}|^2} = \sqrt{2}\, v_0$$

$$\beta = 180^\circ - \alpha - (180^\circ - \tfrac{\pi}{4}) = \; = \frac{\pi}{4} - \alpha$$



$$\sin\beta = \frac{l}{S}$$

$$\sin\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right) = \frac{l}{S}$$

$$\frac{\sqrt{2}}{2}(\cos\alpha - \sin\alpha) = \frac{l}{S}$$

$$\cos\alpha - \sin\alpha = \sqrt{2}\cdot\frac{l}{S}$$

$$\cos^2\alpha + \sin^2\alpha - 2\sin\alpha\cdot\cos\alpha = \sqrt{2}\cdot\frac{l^2}{S^2}$$

$$\sin 2\alpha = 1 - \sqrt{2}\cdot\frac{l^2}{S^2}$$

6) $$v = \sqrt{\frac{S\cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{S\cdot g}{1 - \sqrt{2}\cdot\frac{l^2}{S^2}}}$$

Ответ: $v = \sqrt{\dfrac{S\cdot g}{1 - \sqrt{2}\cdot\frac{l^2}{S^2}}}$.

∓

№4

Дано: m, τ_0, E

$R_A - ?$

Решение:

~~1) Масса мюона: $m_0 = m + \frac{E}{c^2}$~~

~~$E = \frac{m_0 v^2}{2}$~~

1) Полная энергия движущегося мюона: $m_0 c^2$, где m_0 – масса

~~$m_0 c^2 = mc^2 + E$~~ $m_0 c^2 = E$

~~$m_0 = m + \frac{E}{c^2}$~~ $m_0 = \frac{E}{c^2}$

?

~~2) Скорость мюона $v = \sqrt{\frac{2E}{m_0}} =$~~

$E = m \cdot c^2 + \frac{m_0 v^2}{2}$

$v = \sqrt{\frac{2(E - mc^2)}{m_0}}$ ~~$= \sqrt{\frac{2E}{m + \frac{E}{c^2}}}$~~ $v = c\sqrt{2 - \frac{2mc^2}{E}}$

$v = \sqrt{\frac{2(E - mc^2) \cdot c^2}{E}} = c\sqrt{2 - \frac{2mc^2}{E}}$

3) Время жизни $\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} =$

$= \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - \cancel{\frac{2E}{m + \frac{E}{c^2}}}}} = \frac{\tau_0}{\sqrt{1 - (2 - 2\frac{mc^2}{E})}} = \frac{\tau_0}{\sqrt{\frac{2mc^2}{E} - 1}}$

4) Максимальный радиус $R = v \cdot \tau =$

$= c\sqrt{2 - \frac{2mc^2}{E}} \cdot \frac{\tau_0}{\sqrt{\frac{2mc^2}{E} - 1}} = c\tau_0 \sqrt{2\left(\frac{3mc^2}{E} - \right.}$

$= c \cdot \tau_0 \cdot \sqrt{2\left(\frac{3mc^2}{E} - \frac{2m^2c^4}{E^2} - 1\right)}$

Ответ: $R = c \cdot \tau_0 \cdot \sqrt{2\left(\frac{3mc^2}{E} - \frac{2m^2c^4}{E^2} - 1\right)}$.

-1

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

№5

Дано: $E_2 = E_1$

α - ?

Решение:

1) Пусть первый пучок падает под углом α, то на второй пучок будет падать под углом $\frac{\pi}{2} - \alpha$

2) От ~~первого~~ E_1 напрагает энергия $E_1' = E_1 \cdot \sin\alpha$; от E_2 — $E_2' = E_2 \sin(\frac{\pi}{2} - \alpha) = E_2 \cdot \cos\alpha = 2E_1 \cdot \cos\alpha$

3) Общая энергия $E_0 = E_1' + E_2' = E_1 \sin\alpha + 2E_1 \cos\alpha = E_1(\sin\alpha + 2\cos\alpha)$

Энергия максимальна, когда максимальна

$F(\alpha) = \sin\alpha + 2\cos\alpha$

$F'(\alpha) = \cos\alpha - 2\sin\alpha = 0$

$\cos\alpha = 2\sin\alpha \quad |: 2\cos\alpha$

$\frac{1}{2} = tg\,\alpha$

$\alpha = arctg\,\frac{1}{2}$

Ответ: $arctg\,\frac{1}{2}$.

+

№1

Т.к. увеличение тока низкое, то он и его концентрации низкие P_{na}, в камере ~~высокое~~ высокое напряжение, и в таких условиях возникает газовый разряд. Светлая область в основном вблизи электрода, т.к. катода заземлена.

Откуда свет??

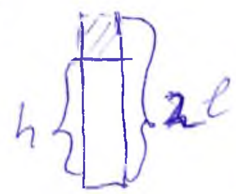
№3

Дано: l, T_0

T_{min} - ?

Решение:

1) 

2) 

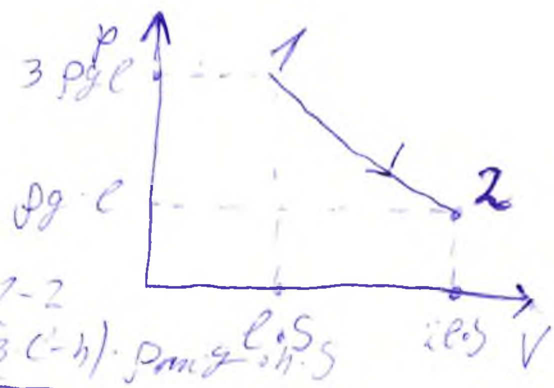
~~1) Давление газа~~ $\cancel{p = p_0 +}$

1) Зависимость давления газа от высоты ~~этой~~ $p(h) = (3l - h)\cdot \rho_{рт}\cdot g$

2) Зависимость объема газа от высоты

$V(h) = h\cdot S$

3) $p\cdot V = \nu R T$



T_{min} у которой следует искать равна T_{max} в процессе 1-2

$$T(h) = \frac{p(h)\cdot V(h)}{\nu R} = \frac{(3l-h)\cdot \rho_{рт} g\cdot h\cdot S}{\nu R}$$

$$T'(h) = \frac{\rho_{рт}\cdot g\cdot S}{\nu R}(3l - 2h) = 0$$

$$h = \frac{3}{2}l$$

$$T_{min} = \frac{\rho_{рт}\cdot g\cdot S}{\nu R}\left(3l - \frac{3}{2}l\right)\cdot\frac{3}{2}l = \frac{\rho_{рт}\cdot g\cdot S}{\nu R}\cdot\frac{9}{4}l^2$$

4) В начале

$$T_0 = \frac{\rho_{рт}\cdot g\cdot S}{\nu R}\cdot 2l^2$$

5) $\frac{T_{min}}{T_0} = \frac{9}{8}$; $T_{min} = \frac{9}{8}T_0$

+

Ответ: $\frac{9}{8}T_0$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ВФ МЭИ

Место проведения

ОТ 36-22

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Архипов

ИМЯ Тимофей

ОТЧЕСТВО Петрович

Дата рождения 16.07.2000

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

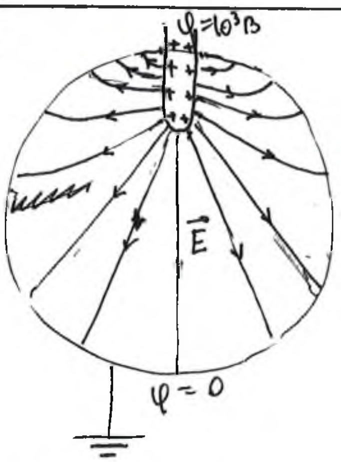
Работа выполнена на 4 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

1.



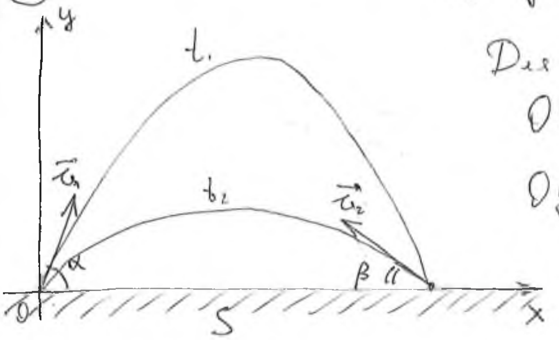
Возникающее в камере электрическое поле, частично ионизирует гелий в результате чего он превращается в плазму. Как?

Светимость выше у электрода так как у него выше плотность электрического поля.

Данное явление похоже на тлеющий разряд в газах.

+

2.)



Из условия $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v$

Для всего полета 1 мяча

$Ox: \ v\cos\alpha \cdot t_1 = S$, $t_1 = \frac{S}{v\cos\alpha}$

$Oy: \ v\sin\alpha \cdot t_1 - \frac{gt^2}{2} = 0$

$v\sin\alpha = \frac{gt}{2}$

$v\sin\alpha = \frac{gS}{2v\cos\alpha}$

$\sin 2\alpha = \frac{gS}{v^2}$

Для полета 2 мяча:

$Ox: \ -S = -v\cos\beta \cdot t_2$, $t_2 = \frac{S}{v\cos\beta}$

$Oy: \ v\sin\beta \ t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = 0$

$v\sin\beta = \frac{gt_2}{2}$

$v\sin\beta = \frac{gS}{2v\cos\beta}$

$\sin 2\beta = \frac{gS}{v^2}$

Т.о. $\sin 2\beta = \sin 2\alpha$

$2\beta = \pi - 2\alpha$

$\alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$

Перейдем в неинерциальную систему отсчета, связанную с 1 мячом. В ней 2 мяч движется по прямой со скоростью

$|v_{отн}| = v\sqrt{2}$

$\vec{v}_{отн} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$

$\varphi = \frac{\pi}{4} - \beta$

Тогда минимальное расстояние l будет перпендикуляром между точкой 1 и этой прямой

$\sin\varphi = \frac{l}{S}$

$\sin\left(\frac{\pi}{4} - \beta\right) = \frac{l}{S}$

$\frac{\sqrt{2}}{2}\cos\beta - \frac{\sqrt{2}}{2}\sin\beta = \frac{l}{S}$

$\cos^2\beta - 2\cos\beta \cdot \sin\beta + \sin^2\beta = \frac{2l^2}{S^2}$

$\sin 2\beta = 1 - \frac{2l^2}{S^2}$

$\frac{gS}{v^2} = \frac{S^2 - 2l^2}{S^2}$

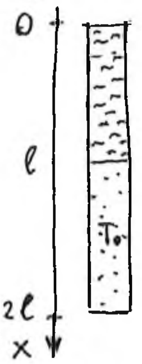
$v = \sqrt{\frac{gS^3}{S^2 - 2l^2}}$

Ответ: $\sqrt{\frac{gS^3}{S^2 - 2l^2}}$.

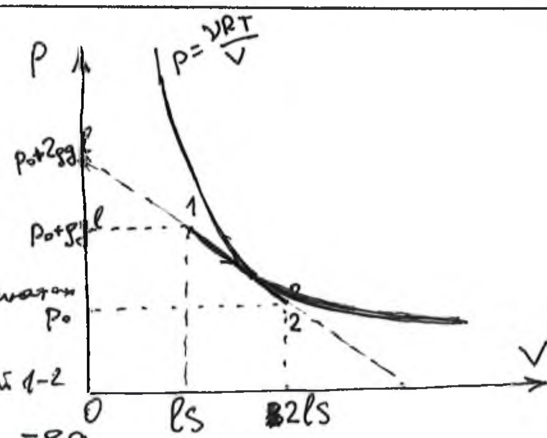
+

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

3.



$V=(2l-x)S$, $x=2l-\frac{V}{S}$



$p=\rho g x+p_0$

$p=p_0+2\rho g l-\frac{\rho g}{S}V$

На графике в pV-координатах процесс соответствует прямой 1-2 с угловым коэффициентом $-\frac{\rho g}{S}$.

Изотерма $p=\frac{\nu RT}{V}$ касается графика если

$$\frac{d\left(\frac{\nu RT}{V}\right)}{dV}=-\frac{\rho g}{S}$$

$$-\nu RT\frac{1}{V^2}=-\frac{\rho g}{S}$$

$$T=\frac{\rho g V^2}{S\nu R}$$

Т.е. температура пропорциональна объему, тогда максимальной она будет при $V=2lS$.

$$T_m=\frac{\rho g 4l^2S^2}{S\nu R}=4\frac{\rho g l^2 S}{\nu R}$$

По уравнению Менделеева-Клапейрона для начального состояния газа $(p_0+\rho g l)\cdot lS=\nu RT_0$

$$2\rho g l\cdot lS=\nu RT_0$$

$$\frac{\rho g l^2 S}{\nu R}=\frac{T_0}{2}$$

Тогда $T_m=2T_0$

Ответ: $2T_0$

4.) Предположим, что вся ~~~~ энергия мюона E перешла в кинетическую. Тогда для $v \ll c$:

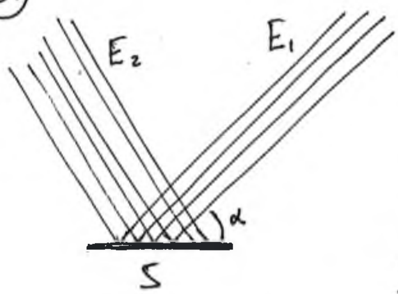
$$E = \frac{mv^2}{2}, \quad v = \sqrt{\frac{2E}{m}}$$

Т.к. в вакуумной камере на частицу внешние силы не действуют, то движение можно считать равномерным

$$R = \tau_0 \cdot v = \tau_0 \sqrt{\frac{2E}{m}}$$

Ответ: $\tau_0 \sqrt{\frac{2E}{m}}$.

5.)



Для произвольного угла α суммарный поток равен сумме проекций потоков на нормальное направление

$$E = E_1 \sin\alpha + E_2 \cos\alpha = E_1(\sin\alpha + 2\cos\alpha)$$

$$\frac{dE}{d\alpha} = E_1(\cos\alpha - 2\sin\alpha) = 0$$

$$\cos\alpha = 2\sin\alpha$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{2}$$

$$\alpha = \operatorname{arctg}\frac{1}{2}$$

~~Ответ~~ Подстановкой можно показать, что суммарный поток в таком случае $E = E_1\sqrt{5} > 2E_1$

Ответ: $\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ВФ МЭИ

Место проведения

СГ 36-78

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ БАТУРИН

ИМЯ СВЯТОСЛАВ

ОТЧЕСТВО ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

Дата рождения 03.12.2000

Класс: 11 А

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 4 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: [signature]

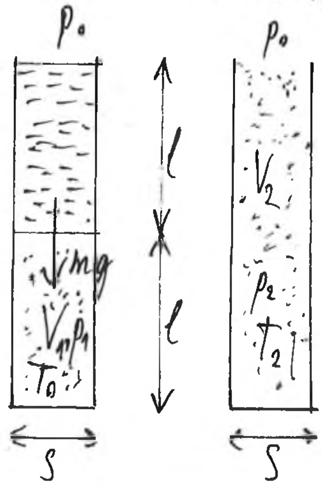
Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.

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

Задание 3

Дано:
$2l$
T_0
$p_0 = l$ мм.рт.ст.

Найти:
T_2



Вначале давление газа $p_1 = \frac{mg}{S} + p_0$

Известно, что атмосферное давление равно давлению столбика ртути длиной $l \Rightarrow p_0 = \frac{mg}{S}$

$p_1 = \frac{2mg}{S} = \frac{2\rho l S g}{S} = 2l \cdot \rho g$

$V_1 = l \cdot S$

В конечном состоянии воздух займет весь объем $V_2 = 2l \cdot S$

А давление p_2 будет равно атмосферному $p_2 = p_0 = l \cdot \rho g$

По уравнению Менделеева-Клапейрона: $pV = \nu R T \Rightarrow$

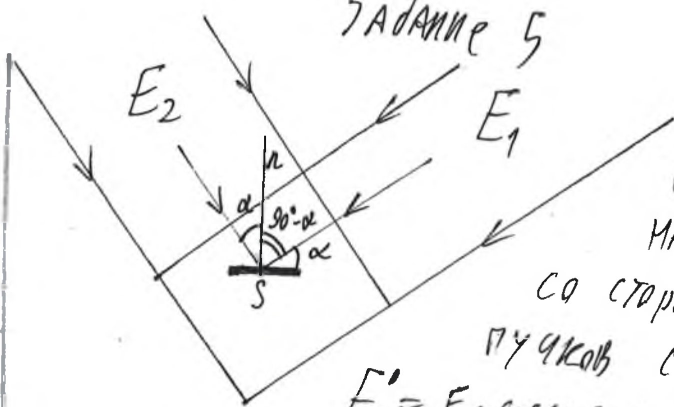
$\Rightarrow \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{T_0}{T_2} \Rightarrow T_2 = T_0 \cdot \frac{p_2 V_2}{p_1 V_1} = T_0 \cdot \frac{l \cdot \rho g \cdot 2l \cdot S}{2l \cdot \rho g \cdot l \cdot S} = T_0$

Ответ: $T_2 = T_0$

Задание 5

Дано:
E_1
$E_2 = 2E_1$
E-max

Найти:
α



E_1' и E_2' – величины световых энергий, попадающих на пластинку за секунду со стороны первого и второго пучков соответственно

$E_1' = E_1 \cdot \cos(90° - \alpha) = E_1 \cdot \sin(\alpha)$

$E_2' = E_2 \cdot \cos(\alpha) = 2E_1 \cdot \cos(\alpha)$

+

$E = E_1' + E_2' = E_1 \sin(\alpha) + 2E_1 \cos(\alpha) = E_1(\sin(\alpha) + 2\cos(\alpha)) = E_1 \cdot \sqrt{5} \sin(\alpha + \varphi)$

$\varphi = \arcsin\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)$ E-max, когда $\sin(\alpha + \varphi) = 1 \Rightarrow \alpha + \varphi = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} - \varphi$

$\alpha = \frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right) = \arccos\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)$

Ответ: $\alpha = \arccos\left(\frac{2}{\sqrt{5}}\right)$

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

Задание 4

Дано: E, m, τ_0

Найти: R

$E = m_1 c^2 \quad m_1 = \frac{m}{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow E = \frac{mc^2}{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \frac{mc^2}{E}$

$\Downarrow$

$v^2 = c^2\left(1-\frac{mc^2}{E}\right)$

$R = vt \quad t = \frac{\tau_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{\tau_0}{\sqrt{\frac{mc^2}{E}}} = \frac{\tau_0}{c}\cdot\sqrt{\frac{E}{m}}$

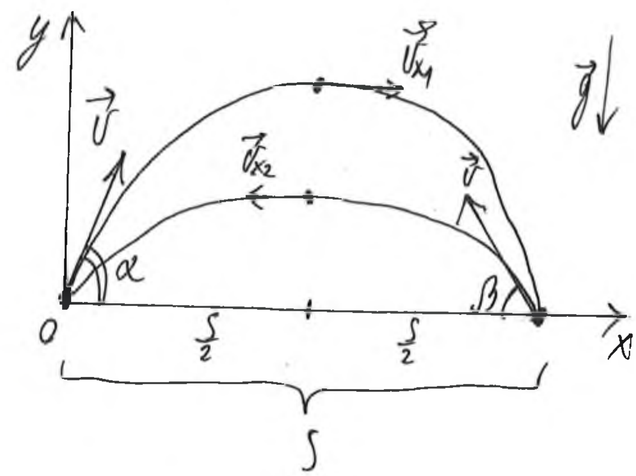
$R = vt = c\sqrt{1-\frac{mc^2}{E}}\cdot\frac{\tau_0}{c}\sqrt{\frac{E}{m}} = \tau_0\cdot\sqrt{\frac{E}{m}-c^2}$

+

Задание 2

Дано: S, l, $m_1 = m_2 = m$, $E_{k_1} = E_{k_2}$

Найти: v



$\vec{g}$

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

$E_{k_1} = E_{k_2} \Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}$

$\Downarrow$

$v_1 = v_2 = v$

t_1 – время, при котором первый мяч (α) достигает высшей точки траектории и проходит расстояние $\frac{S}{2}$

t_2 – аналогично для второго мячика

OX: $\frac{S}{2} = v\cos(\alpha)\cdot t_1 \qquad \frac{S}{2} = S - v\cos(\beta)\cdot t_2 \Rightarrow \frac{S}{2} = v\cos(\beta)\cdot t_2$

$\frac{\cos(\alpha)}{\cos(\beta)} = \frac{t_2}{t_1}$

OY: $0 = v\sin(\alpha) - gt_1 = v\sin(\beta) - gt_2 \Rightarrow v\sin(\alpha) = gt_1 \quad v\sin(\beta) = gt_2$

$\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} = \frac{t_1}{t_2}$

$\frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)}\cdot\frac{\cos(\alpha)}{\cos(\beta)} = \frac{t_2}{t_1}\cdot\frac{t_1}{t_2} = 1 \Rightarrow \cancel{\sin(\alpha)\sin(\beta)} \sin(\alpha)\cos(\alpha) = \sin(\beta)\cos(\beta)$

$\Rightarrow \sin(2\alpha) = \sin(2\beta) \Rightarrow \cancel{\sin(2\alpha)} \sin(2\alpha) - \sin(2\beta) = 0 \Rightarrow$

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

~~2sin~~ $2\sin\left(\frac{2\alpha-2\beta}{2}\right)\cdot\cos\left(\frac{2\alpha+2\beta}{2}\right)=0$

$\left[\begin{array}{l}\alpha+\beta=\frac{\pi}{2}\\ \alpha-\beta=0\end{array}\right.$

координаты мячиков: x_1 и y_1 (для первого), x_2 и y_2 (для второго)

$x_1=v\cos(\alpha)\cdot t$ $\quad x_2=S-v\cos(\beta)\cdot t$

$y_1=v\sin(\alpha)\cdot t-\frac{gt^2}{2}$

$y_2=v\sin(\beta)\cdot t-\frac{gt^2}{2}$

l_1 – расстояние между мячиками $l_1^2=\Delta x^2+\Delta y^2$

$l_1^2=(S-v\cos(\beta)t-v\cos(\alpha)t)^2+(v\sin(\beta)t-\frac{gt^2}{2}-v\sin(\alpha)t+\frac{gt^2}{2})^2=$

$=(S-vt(\cos(\alpha)+\cos(\beta)))^2+v^2t^2(\sin(\beta)-\sin(\alpha))^2=$

$=S^2-2Svt(\cos(\alpha)+\cos(\beta))+v^2t^2(\cos(\alpha)+\cos(\beta))^2+v^2t^2(\sin(\alpha)-\sin(\beta))^2=$

$=S^2-2Svt(\cos(\alpha)+\cos(\beta))+v^2t^2(\cos^2(\alpha)+2\cos(\alpha)\cos(\beta)+\cos^2(\beta)+\sin^2(\alpha)-2\sin(\alpha)\sin(\beta)+\sin^2(\beta))=$

$=S^2-2Svt(\cos(\alpha)+\cos(\beta))+v^2t^2(2+2\cos(\alpha)\cos(\beta)-2\sin(\alpha)\sin(\beta))=$

$=S^2-2Svt(\cos(\alpha)+\cos(\beta))+v^2t^2(2+2\cos(\alpha+\beta))=$

$=S^2-4Svt\cdot\cos(\frac{\alpha+\beta}{2})\cos(\frac{\alpha-\beta}{2})+4v^2t^2\cos^2(\frac{\alpha+\beta}{2})=$

$=(2vt\cdot\cos(\frac{\alpha+\beta}{2})-S\cos(\frac{\alpha-\beta}{2}))^2+S^2-S^2\cos^2(\frac{\alpha-\beta}{2})=$

$=\underbrace{(2vt\cdot\cos(\frac{\alpha+\beta}{2})-S\cos(\frac{\alpha-\beta}{2}))^2}+S\cdot\sin^2(\frac{\alpha-\beta}{2})$

Если эта часть равна 0, то $l_1=l \Rightarrow l^2=S^2\cdot\sin^2(\frac{\alpha-\beta}{2})$

$\sin^2(\frac{\alpha-\beta}{2})=\frac{l^2}{S^2}$ $\qquad \cos(\frac{\alpha-\beta}{2})=\sqrt{1-\frac{l^2}{S^2}}$

Это условие выполняется, когда $(2vt\cdot\cos(\frac{\alpha+\beta}{2})-S\cos(\frac{\alpha-\beta}{2}))=0$

$$vt = S\cdot\frac{\cos\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)}{2\cos\left(\frac{\alpha+\beta}{2}\right)} = S\cdot\frac{\sqrt{1-\frac{l^2}{S^2}}}{2\cdot\cos\left(\frac{\frac{\pi}{2}}{2}\right)} = \frac{\sqrt{S^2-l^2}}{2\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}} = \sqrt{\frac{S^2-l^2}{2}}$$

−

$$vt = \sqrt{\frac{S^2-l^2}{2}}$$

Задание 1

При подачи на электрод большого значения потенциала между электродом и заземлеными стенками реактора (имеют отрицательный потенциал) появляется разность потенциалов, и в разрежении гелии начинает течь ток. ~~За счет столкновения~~ Рядом с электродом атомы гелия получают энергию, электроны с их внешних полей вырываются и отдают после этого энергию в виде света.

−

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ССТ

Место проведения

FY 25-86

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27091

ФАМИЛИЯ Богай

ИМЯ Олег

ОТЧЕСТВО Дмитриевич

Дата рождения 16.02.2002 **Класс:** 9

Предмет физика **Этап:** заключительный

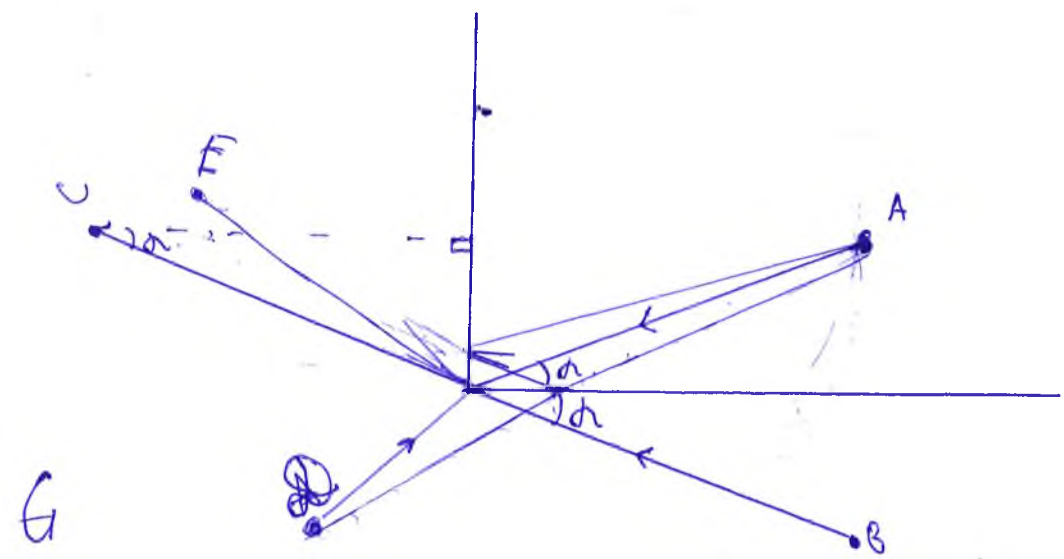
Работа выполнена на 8 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.18.
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

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

№2.



Сначало я построил рисунок ~~указав~~, с помощью которого нашел количество отражений мухи.

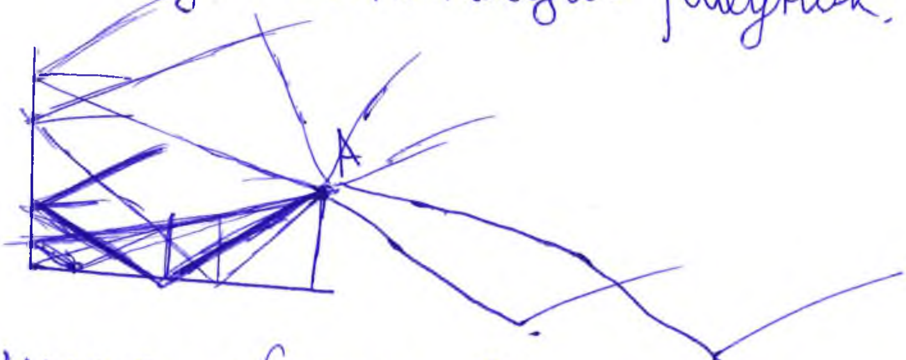
Пусть муха это материальная точка, движущуюся со скоростью V к ребру, образуя угол α. Укажу это на рисунке.

Тогда, если муха посмотрит под себя (на нижнее зеркало, то она увидет свое отражение, которое я назову B. Укажу траекторию точки B. ~~Она будет пересек~~

Далее, если муха посмотрит в переднее зеркало, она увидет свое отражение C; укажу траекторию.

~~Доказательство того, что м~~

Если представить муху, как фонарь, светящий во все стороны, то она увидит исключительно те ~~отражения~~ лучи, которые вернулись к ней. Нарисую поясняющий рисунок.



Т.е. муха будет видет 4 своих отражения.

два стандартных и два после двух отражений. Соответственно это на начальном рисунке.

точки В и С будут двигаться со скоростями V; точки Е и Д так же будут двигаться со скоростями V по правилу зеркал.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27091

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ FY 25-86

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

№3.

Дано:
$m_1 = 10$ кг
$\Delta t = 0,1$ K.
$\frac{3}{4}Q_0 = \frac{3}{4}Q_в$.
$C = 4000 \frac{Дж}{K}$.
$h = ?$

$\frac{3}{4}Q_{об} - Q_в = 0$

$Q_{об} = Q_n + Q_в$.

$\frac{3}{4}Q_n + \frac{3}{4}Q_в - Q_в = 0$

$\frac{3}{4}Q_n = \frac{1}{4}Q_в$

$3Q_n = Q_в$.

~~$Q_n + Q_в = 0$~~

$\eta = \frac{Q_n}{Q_{об}} = \frac{Q_n}{Q_в + Q_n} \cdot 100\% = \frac{Q_n}{3Q_n + Q_n} 100\% = \frac{1}{4} \cdot 100\% = 25\%$

$\eta \cdot Q_0 = Q_n$

$C \cdot \Delta t \cdot \eta = h \cdot m \cdot g$

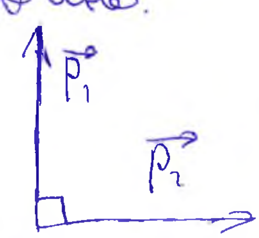
~~$4000 \frac{Дж}{K} \cdot 0,1 K \cdot 0,25$~~

$h = \frac{C \cdot \Delta t \cdot \eta}{m \cdot g} = \frac{4000 \frac{Дж}{K} \cdot 0,1 K \cdot 0,25}{10 кг \cdot 10 \frac{м}{с^2}} = 1 м.$

Ответ: на высоту одного метра

(−
+)

Дано:



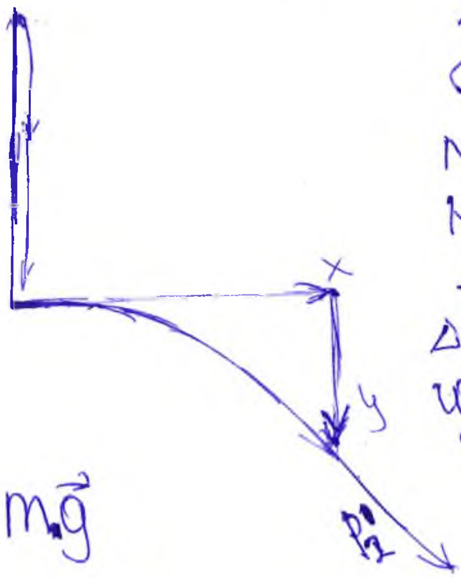
$\vec{p_1}' = -\vec{p_1}$

$p_2' = 5p_1$

№4.

Т.к. направление первого импульса стало противоположным, то первый шарик бросили горизонтально вверх ⇒ второй бросили вертикально.

~~Нарису~~ Нарисую траектории мячей.



Найду время, за которое первый мяч поменяет направление импульса.

$\Delta \vec{P} = \vec{F} \Delta t$.

где ΔP розница импульсов.

$\vec{F} = m_1 \vec{g}$

$\Delta P = m_1 g \Delta t$.

$$\Delta t = \frac{2P_1}{m_1 g} = \frac{2P_1}{10 m_1} = 0{,}2\frac{P_1}{m_1} (c)$$

Далее мы можем разложить вектор импульса второго тела ~~на~~ ~~по~~ на векторы по осям OX и OY

по оси OX импульс не изменится и будет равен P_2; а импульс по оси OY равен

$P_y = \cancel{m_2} F \Delta t$

$\cancel{P_y =}\ F = m_2 g$

$$P_y = m_2 g \cdot \frac{2P_1}{m_1 g} = \frac{2P_1 m_2}{m_1} = \frac{2P_1 \cdot 2m_1}{m_1} = 4P_1$$

сумма квадратов ~~проек~~ проекций равен ~~сумм~~ квадрату импульса, тогда.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27091

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ FY 25-86

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

$$\begin{cases} p_2' = 5p_1 \\ p_2'^2 = p_x + p_y \end{cases}$$

$$\begin{cases} p_2' = 5p_1 \\ p_2'^2 = p_2^2 + 16p_1^2 \end{cases}$$

$$p_2' = \sqrt{p_2^2 + 16p_1^2}$$

$$\sqrt{p_2^2 + 16p_1^2} = 5p_1$$

$$p_2^2 + 16p_1^2 = 25p_1^2$$

$$9p_1^2 = p_2^2$$

$$3p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = 3$$

+

Ответ: отношение модулей импульсов равно трем.

№ 5

Шнурок ~~до~~ может быть любого размера, но не меньше чем a; главное чтобы когда дядюшка вешал ~~кр~~ картину углы между ~~вере~~ концами веревок и картиной были равны, тогда при сложении векторов ~~они~~ общий вектор будет направлен строго вниз, как следствие картина будет оставаться

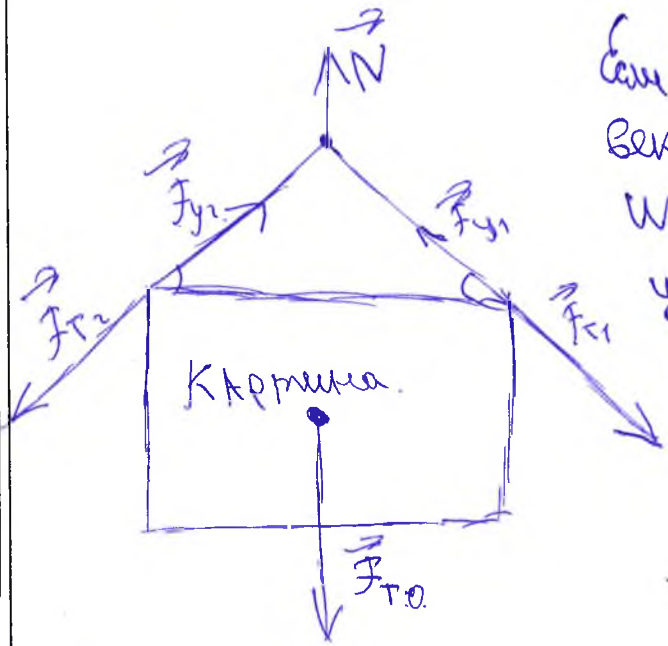
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27091

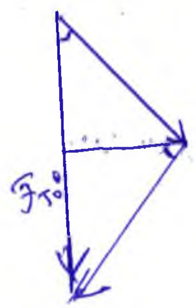
ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ FY 25-86

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

неподвижной. пояснено на рисунке.



Если перенести и сложить вектора F_{T1} и F_{T2}; то их сумма даст F_{TO}, при условии, что углы равны.



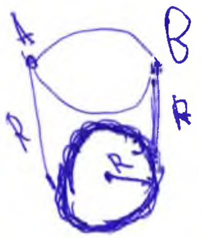
ΣM_i ?!

А т.к. сила тяжести ~~в~~ и сила реакции опоры ~~соотвеств~~ направлены вертикально вниз и вертикально верх соответственно. ~~Т.е.~~ и т.к. Они равные согласно ~~первому~~ закону ~~Галилея~~ третьему закону Ньютона ~~в телах~~ то тело покоится.

Ответ: L веревки (~~...; +∞~~)

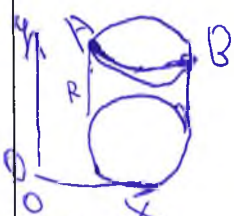
(—)

№ 1

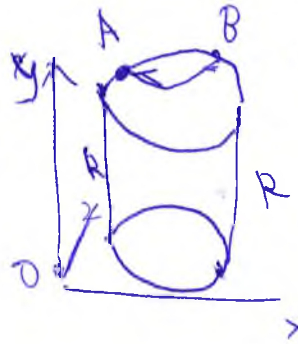


1) Сначало необходимо рассмотреть первый случай, когда заряд частицы отрицательный. если заряд частицы отличается от заряда кольца, то частица притягивается к кольцу (кольцо закреплено, значит не двигается) ~~⇒ пока~~

Если точки A и B будут находится на расстоянии 2R друг от друга, то сумма векторов сил, с которыми кольцо притягивает частицу будут направлены строго вертикально ~~вниз~~ к кольцу ⇒ траектория частицы (если ее конечная точка в новом случае B) не ~~изменится~~ отличается (рисунок 1.)
Если точка A и B находятся друг от друга на расстоянии меньшем чем 2R, то траектория будет как указано на рисунке 2.



немного исказится по оси OY (к кольцу)
Рис. 1.



траектория опустится к кольцу и немного к меньшей ~~стороне кольца~~ дуге AB.

Если рассматривать случай, когда заряды кольца и заряды частицы совпадают, то будет происходить все наоборот.
В ситуации, когда точки A и B находятся друг от друга на расстоянии 2R частица чуть поднимется по оси OY

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27091

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ FY 25 - 86

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

Если рассматривать ситуацию когда расстояние между AB меньше 2R, то частица чуть отклонится к большей дуге и чуть поднимется по оси OY.

Это будет происходить т.к. ~~за~~ частица будет отталкиваться от кольца.

Ответ???

∓

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Место проведения	шифр
ССТ	FУ 25-69

← **Не заполнять** Заполняется ответственным работником

Вариант № 27091

ФАМИЛИЯ Борисенко

ИМЯ Елизавета

ОТЧЕСТВО Николаевна

Дата рождения 23.03.2002 **Класс:** 9

Предмет Физика **Этап:** Заключительный

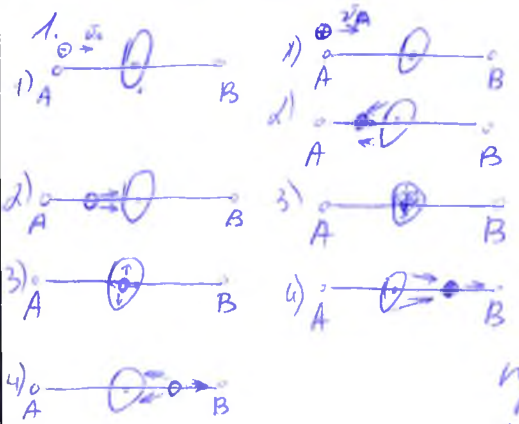
Работа выполнена на 2 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018 (число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Д

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

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

1.



На разных промежутках скорости (v_A и v_B) будут разными.

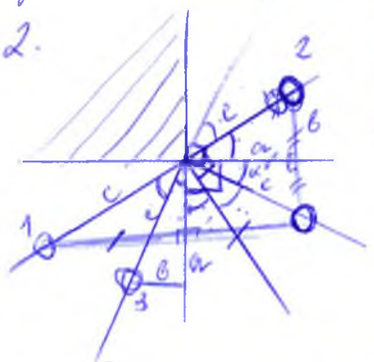
На участке до кольца (2) v_A' будет больше v_A и больше чем скорость положительно заряженной частицы, т.к. отриц. заряженная будет притягиваться кольцом, а та, что заряжена положительно, будет отталкиваться и делать они это будут с одинаковой силой.

Ответ ???

На участке (3) первая частица будет испытывать трудности в перемещении за счет того, что будет находиться в центре кольца (в максимально близкой точке) и будет притягиваться больше чем до этого. Вторая частица наоборот будет отталкиваться и больших трудностей ей этот участок не доставит.

На последнем промежутке отриц заряженная частица замедлится на ту же скорость (относительно начальной), на какую ускорилась на первом участке, а положительно заряженная ускорится на ту же скорость на которую изначально замедлилась.

2.



$\alpha = 30°$

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

$b = \frac{1}{2}c$ (т.к. лежит против с 30° в прямоуг. треугольнике)

По т-ме Пифагора:

$a^2 = c^2 - b^2$

$a = \sqrt{c^2 - \frac{1}{4}c^2}$

$a = c\frac{\sqrt{3}}{2}$

$v_1 = \frac{\frac{1}{2}c}{t} = \frac{c}{2t}$

$v_2 = \frac{\frac{c\sqrt{3}}{2}}{t} = \frac{c\sqrt{3}}{2t}$

$v_3 = v_2$ (т.к. треугольники равны и катеты(s) тоже равны) $= \frac{c\sqrt{3}}{2}$

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

$v = 2v_1$

$v = \frac{2\sqrt{3}}{3}v_2$

$v = \frac{2\sqrt{3}}{3}v_3$

1 и 2 отражение - отражение самой мухи, 3 это отражение зеркала в котором отражение мухи

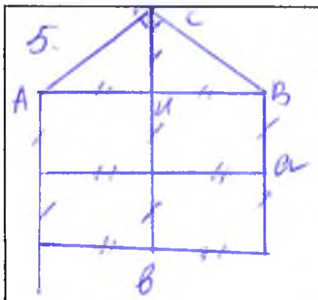
Ответ: 3 ~~изображения~~ отражения

$\cancel{v_1 = \frac{c}{2}}$

$v_1 = \frac{c}{2t}$; $v_2 = \frac{c\sqrt{3}}{2t}$; $v_3 = \frac{c\sqrt{3}}{2}$

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

5.



a = 2
b = 3

Чтобы картина не скатывалась нужно чтобы гвоздь образовывал из шнурка прямой угол, ровно под центром картины (он же центр тяжести.

Геом?

ΔABC – прямоуг
∠C – прямой
AB = 3
AC + CB – ? = l
$CH = \frac{1}{2}a = 1$
$AH = HB = \frac{1}{2}b = 1,5$

По т. ме Пифагора:

$CB = \sqrt{HB^2 + CH^2}$
$CB = \frac{1}{2}l$
$l = 2\sqrt{2,25+1} = \sqrt{4 \cdot 3,25} = \sqrt{13}$
~~l ≈ 3,59 фута~~

Ответ: 3,59 фута

№3

$c = 4000 \frac{Дж}{К}$
m = 10кг
Δt = 0,1K
h – ?

$Q_0 = \frac{1}{4} Q_n$
$Q_0 = m \cdot c \cdot \Delta t = 4000 \cdot 10 \cdot 0,1 = 4000 Дж$
$Q_n = \frac{1}{4} \cdot 4000 Дж = 1000 Дж$ $Q_n = A_3$
$A = F \cdot |S| \cdot \cos 180° = m \cdot g \cdot h = 100h$
100h = 1000 ~~Дж~~
h = 10м

+

Ответ: 10м.

№4

p = mv
$m_1 = m$
$m_2 = 2m$
$\frac{p_1}{p_2}$

$p_1 = mv_1$
$p_2 = 2mv_2$
$\vec{p_1} = -\vec{p_1'}$
$p_1' = -mv_1$
$p_1' = p_1$

$p_2' = 5p_1 = 5mv_1$
$p_2' = 2m \cdot v_2'$
$5mv_1 = 2mv_2'$ | : m
$5v_1 = 2v_2'$
$v_1 = 0,4v_2'$
$v_2' = 2,5v_1$

$\Delta p_2 = 2m\Delta v_2$
$\Delta p_2 = 2m(2,5v_1 - v_2)$
$\Delta p_2 = 5mv_1 - 2mv_2$
$v_2' = \Delta v_2 - v_2$
$v_2 = v_2' - \Delta v_2$
$v_2 = \frac{v_2' 2m - \Delta p_2}{2m}$

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{mv_1}{2mv_2} = \frac{v_1}{2v_2}$

$\frac{v_1}{2 \cdot \frac{v_2' 2m - \Delta p_2}{2m}} = \frac{v_1}{2mv_2' - \Delta p_2} = \frac{v_1}{5mv_1 - \Delta p_2}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ А-400

Место проведения

ОГ 43-33

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ ВАРФОЛОМЕЕВ

ИМЯ АЛЕКСАНДР

ОТЧЕСТВО СЕРГЕЕВИЧ

Дата рождения 17.10.2000

Класс: 11

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 3 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.18
(число, месяц, год)

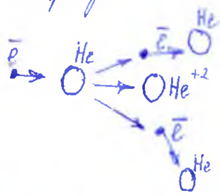
Подпись участника олимпиады:

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

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

№1

При подаче на электрод отрицательного потенциала, между ним и цилиндрической камерой ~~воз~~ из-за разности потенциалов ~~в этом поле~~ возникает электрическое поле. Свободные электроны ~~улетающие с электрода~~, двигаясь к цилиндрической камере, ~~до~~ сталкиваются с атомами гелия, которые таким образом ионизируются. При меньшем, чем 1000В модуле потенциала эта ионизация незначительна, но при потенциале большем 1000В, возникает лавинообразная ионизация атомов гелия:



~~Получившиеся таким образом ионы гелия получают часть энергии от ионизирующего его электрона. Пытаясь избавиться от лишней~~

Получившиеся ионы гелия, обладая положительным зарядом, начинают движение к отрицательному электроду. Достигая его, ядра гелия резко останавливаются, выбрасывая лишнюю энергию, полученную при разгоне в электрическом поле, в виде фотонов. ~~Поэтому мы~~ Эти фотоны и видят исследователи через кварцевое стекло. Причиной, по которой область возле электрода светится ярче остальной области в том, что остальная область светится от случайных столкновений частиц, а ~~об~~ в область возле электрода двигаются все ~~ядра~~ ионы гелия, поэтому там их плотность больше и ударов, следовательно, больше, что приводит к более яркому свету.

+

№2.

Дано:
S, l
$v = ?$
$m_1 = m_2$

Решение:
1. ИСО – Земля
модель – м.т.

2. $l = l_{min}$: $E_{k1} = E_{k2} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_2$

~~Ур-е коорд~~ $t_{полн} = \frac{2v\sin\alpha}{g}$; $v_x = v\cos\alpha \Rightarrow S = \frac{v^2\sin 2\alpha}{g} = \frac{v^2 \sin 2\beta}{g}$

~~$x_1 = v$~~

$\sin 2\alpha = \sin 2\beta \Rightarrow \beta = 90° - \alpha$
$\sin\beta = \cos\alpha$
$\cos\beta = \sin\alpha$

Ур-е координат:

$x_1 = vt\cos\alpha$
$y_1 = vt\sin\alpha - \frac{gt^2}{2}$
$x_2 = S - vt\sin\alpha$
$y_2 = vt\cos\alpha - \frac{gt^2}{2}$

3. $l = \sqrt{(x_1-x_2)^2 + (y_1-y_2)^2}$

$l = \sqrt{(vt(\sin\alpha+\cos\alpha) - S)^2 + (vt(\sin\alpha - \cos\alpha))^2}$

$l^2 = S^2 - 2vtS(\sin\alpha+\cos\alpha) + v^2t^2(\sin^2\alpha+\cos^2\alpha+2\sin\alpha\cos\alpha) + v^2t^2(\sin^2\alpha+\cos^2\alpha-2\sin\alpha\cos\alpha)$

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

$l^2 = f(t) = S^2 - 2vtS(\sin\alpha + \cos\alpha) + 2v^2t^2$

$f'(t) = 4v^2t - 2vS(\sin\alpha + \cos\alpha) = 0$

$t = \dfrac{S(\sin\alpha + \cos\alpha)}{2v}$

$l^2 = S^2 - S^2(\sin\alpha + \cos\alpha)^2 + \dfrac{S^2(\sin\alpha + \cos\alpha)^2}{2} =$

$= S^2(1 - 0{,}5(1 + \sin 2\alpha)) = S^2(0{,}5 - 0{,}5\sin 2\alpha)$

$\sin 2\alpha = \cancel{0{,}5}\ 1 - \dfrac{2l^2}{S^2} = \dfrac{S^2 - 2l^2}{S^2}$

4. $S = \dfrac{v^2 \sin 2\alpha}{g} = \dfrac{v^2}{g}\left(1 - \dfrac{2l^2}{S^2}\right)$

$v^2 = \dfrac{S^3 g}{S^2 - 2l^2}$

$v = S\sqrt{\dfrac{Sg}{S^2 - 2l^2}}$

Ответ: $v = S\sqrt{\dfrac{Sg}{S^2 - 2l^2}}$

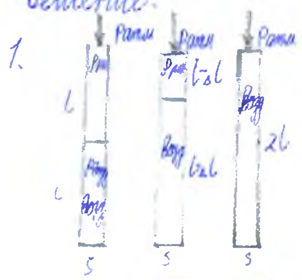
−/+

№3.

Дано:
l, T_0
$T = ?$
$p_{атм} = \rho_{рт} g l S$

Решение:

1.



2. $p_0V_0 = \nu RT_0$ (Ур-е М-К)

$p_0 = p_{атм} + p_{рт} = 2\rho_{рт} g l S = \dfrac{\nu RT_0}{lS} \Rightarrow \nu RT_0 = 2\rho_{рт} g l^2 S^2$

$T_0 = \dfrac{2\rho_{рт} g l^2 S^2}{\nu R}$

$pV = \nu RT$

$V = S(l + \Delta l)$

$p = p_{атм} + p_{рт} = \rho_{рт} g S(2l - \overset{\Delta l}{\delta}) - \dfrac{\nu RT}{(l + \Delta l)S}$

$\nu RT = \rho_{рт} g S^2 (2l - \Delta l)(l + \Delta l) = \rho_{рт} g S^2(2l^2 + l\Delta l - \Delta l^2)$

$T = \dfrac{\rho_{рт} g S^2}{\nu R}(2l^2 + l\Delta l - \Delta l^2)$

$T' = \dfrac{\rho_{рт} g S^2}{\nu R}(l - 2\Delta l) = 0$

$\Delta l = 0{,}5 l$

$T = \dfrac{\rho_{рт} g S^2(2l^2 + 0{,}5l^2 - 0{,}25l^2)}{\nu R} = \dfrac{2{,}25\rho_{рт} g S^2 l^2}{\nu R} = 1{,}125\, T_0$

Ответ: $T = 1{,}125\, T_0$.

+

№4.

Дано:
m, τ_0, E
$R = ?$

Решение:

1. $E = \mu mc^2 \Rightarrow \mu^2 = \dfrac{E^2}{m^2c^4} = \dfrac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \dfrac{c^2}{c^2 - v^2}$

$c^2 - v^2 = \dfrac{m^2c^6}{E^2} \Rightarrow v = \sqrt{c^2 - \dfrac{m^2c^6}{E^2}} = c\sqrt{1 - \dfrac{m^2c^4}{E^2}}$

2. $t = \mu\tau_0 = \dfrac{E\tau_0}{m^2c^2}$

$R = vt = \dfrac{E\tau_0}{mc}\sqrt{1 - \dfrac{m^2c^4}{E^2}} = c\tau_0\sqrt{\dfrac{E^2}{m^2c^4} - 1}$

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СГ 43-33

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

Ответ: $R = c\tau_0 \sqrt{\frac{E^2}{m^2c^4} - 1}$.

№5.

Дано:
S, E_1, E_2
$E_2 = 2E_1$
$\alpha = ?$

Решение:

1.

E_1 $\qquad$ E_2 $\qquad$ E_{max}

2. $E_1 = n_1 h\nu_{ж}$, ~~$n_1 = f(S)$~~ $n_1 \sim S \sin\alpha$ ($\cos\alpha$) ; n_1 $\cos\alpha = 1$ ($\sin$)

$E_2 = n_2 h\nu_2$, $n_2 \sim S \sin\alpha$; $\sin\alpha = 1$ ($\cos$)

$E_{max} = n_1 h\nu_{ж} + n_2 h\nu_{ж} = E_1 \sin\alpha + E_2 \cos\alpha$

n_1, n_2 - число фотонов, падающих на пластинку за единицу времени

$E_{max} = E_1 \sin\alpha + 2E_1 \cos\alpha = E_1(\sin\alpha + 2\cos\alpha) = \sqrt{5}E_1\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\sin\alpha + \frac{2}{\sqrt{5}}\cos\alpha\right) = \sqrt{5}E_1 \sin\left(\alpha + \arcsin\frac{2}{\sqrt{5}}\right) = \sqrt{5}E_1$

$E_{max} \Rightarrow \sin\left(\alpha + \arcsin\frac{2}{\sqrt{5}}\right) = 1$

$\alpha = \frac{\pi}{2} - \arcsin\frac{2}{\sqrt{5}} = \arccos\frac{2}{\sqrt{5}} = \mathrm{arctg}\, 0{,}5$

Ответ: $\alpha = \mathrm{arctg}\, 0{,}5$.

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ - Москва

Место проведения

Gr 43-14

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Висков

ИМЯ Василий

ОТЧЕСТВО Алексеевич

Дата рождения 30.04.2000 **Класс:** 11

Предмет физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 4 **листах** **Дата выполнения работы:** 11. 02. 2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ЕГ 43-14

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

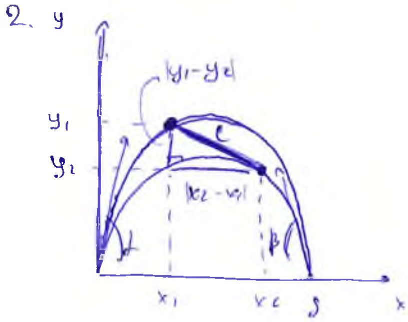
1. При подаче на электрод потенциала в нем возникают токи. Электроны электрода ?? переходят с одной энергетической оболочки на другую, высвобождая энергию и порождая световые волны, испускаемые порциями (кучами). Т.к. потенциал подан на электрон, то и свечение будет наблюдаться вблизи него

Камера заполнена гелием (α-частицами). ~~Вероятно,~~ Электрод после получения потенциала создает электрическое поле, приводящее в движение α-частицы. В свою очередь последние, сталкиваясь с атомами электрода, выбивают электроны из них. При этом высвобождается энергия, визуально ~~представляющаяся~~ проявляется в виде свечения. ~~Электрод заряжается~~ и явление это

Как?

+ высота, с которой бросают, одинаковая

2.



Масса и кинетическая энергия двух шаров одинаковые ⇒
⇒ начальная скорость одинаковая

$$(E_1=E_2;\quad \frac{mV_{01}^2}{2}=\frac{mV_{02}^2}{2} \Rightarrow V_{01}=V_{02}=V_0)$$

V_0 – начальная скорость

α, β – углы, под которыми шары бросили

$$\begin{cases} y_1(t)=V_0\sin\alpha\, t-\frac{gt^2}{2} \\ x_1(t)=V_0\cos\alpha\, t \\ y_2(t)=V_0\sin\beta\, t-\frac{gt^2}{2} \\ x_2(t)=-V_0\cos\beta\, t \\ V_{1y}(t)=V_0\sin\alpha-gt \\ V_{2y}(t)=V_0\sin\beta-gt \end{cases}$$

$$\begin{cases} l=\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_1-y_2)^2} \\ S=V_0\cos\alpha\, t_1 \\ S=V_0\cos\beta\, t_2 \end{cases}$$

$$l=\sqrt{(V_0\cos\beta t+V_0\cos\alpha t)^2+(V_0\sin\alpha t-V_0\sin\beta t)^2}$$

$$l=V_0 t\sqrt{2+2\cos(\alpha+\beta)}$$ (получаем после преобразований)

$$t=\frac{l}{V_0\sqrt{2+2\cos(\alpha+\beta)}}$$

В тот момент: ЗСЭ: $\frac{mV_1^2}{2}+mgh_1+\frac{mV_2^2}{2}+mgh_2=\frac{mV_0^2}{2}\cdot 2$

$$\begin{cases} \frac{V_1^2}{2}+gh_1+\frac{V_2^2}{2}+gh_2=V_0^2 \\ V_1=\sqrt{(V_0\sin\alpha-gt)^2+(V_0\cos\alpha)^2} \\ V_2=\sqrt{(V_0\sin\beta-gt)^2+(V_0\cos\beta)^2} \\ h_1=V_0\sin\alpha-\frac{gt^2}{2} \\ h_1=V_0\sin\beta-\frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

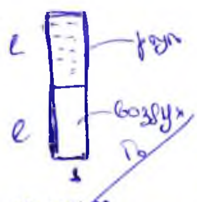
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ БГ 43-14

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

3.



начальное

p_0 - давление воздуха

p - атм. давление

ρ - плотность ртути

V_0, V_1 - объемы, занимаемые газов изначально и в конце

T_1 - температура, при которой газ вытеснит ртуть

S - площадь трубки

$p = l$ мм.рт.ст.

$$\begin{cases} p_0 = \rho g l + p \\ p_1 = p \\ p_0 V_0 = \nu R T_0 \\ p_1 V_1 = \nu R T_1 \\ V_0 = Sl \\ V_1 = 2Sl \\ p = \rho g l \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dfrac{p_1 \cdot 2Sl}{p_0 \cdot Sl} = \dfrac{T_1}{T_0} \\ p_0 = 2\rho g l \\ p_1 = \rho g l \end{cases}$$

$; T_1 = T_0 \cdot \dfrac{2p_1}{p_0} = T_0 \cdot \dfrac{2\rho g l}{2\rho g l} = T_0$

$T_1 = T_0 \Rightarrow$ система находится в неустойчивом равновесии. Незначительное (малое) повышение температуры нарушит равновесие, и газ вытеснит ртуть

~~Ответ: до незначительно малое тем~~

Ответ: до $T = T_0 + \Delta T$, где ΔT стремится к 0.

T - искомая температура, ΔT - изменение температуры.

4.

Вакуумная камера $\Rightarrow$ сила сопротивления нет ($F_{сопр} = 0$)

Мюон обладает кинетической энергией. Мюон будет двигаться равномерно прямолинейно в силу отсутствия внешних сил, значит, максимальный радиус сферы можно рассчитать, взяв за время его движения от центра до стенки τ_0

$$\begin{cases} E = \dfrac{m v^2}{2} \\ R = v \tau_0 \end{cases} \Rightarrow R = \sqrt{\dfrac{2E}{m}} \cdot \tau_0$$

v - скорость мюона

Ответ: $\tau_0 \sqrt{\dfrac{2E}{m}}$

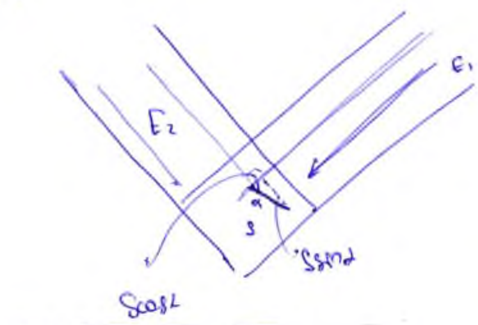
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ БГ 43-14

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

5.



Пусть количество световой энергии, приходящееся на единицу площади, будет $\mathcal{E}$

Из принципа суперпозиции, полная ~~суммарная~~ энергия, приходящаяся на единицу площади, равна сумме энергий ~~энергий, каждого~~ от каждого светового пучка, приходящейся на единицу площади.

(действительно, пусть площади, на которые падают пучки, одинаковые, равные S. Тогда: из ЗСЭ:

$E = E_1 + E_2 \quad |:S$

$\frac{E}{S} = \frac{E_1}{S} + \frac{E_2}{S}$. Из условия: $\mathcal{E} = \frac{E}{S}$ следует

$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2$)

$\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2$ — количество энергии на единицу площади от двух пучков

$\mathcal{E}$ – суммарное кол-во энергии на единицу площади

S_1 – площадь, на которую падает I световой пучок

S_2 – площадь, на которую падает ~~второй~~ II световой пучок

(*) Найдём значение $\mathcal{E}$ при $\alpha = 0$, $\alpha = \frac{\pi}{2}$ и сравним

$\mathcal{E}(0) = \frac{2E_1}{S}$

$\mathcal{E}(\frac{\pi}{2}) = \frac{E_1}{S}$

$\mathcal{E}(\frac{\pi}{2}) < \mathcal{E}(0)$

Из исследования производной следует, что $\mathcal{E}_{макс}$ будет при $\alpha = 0$

Ответ: 0

$$\mathcal{E} = \frac{E_1}{S_1} + \frac{E_2}{S_2}$$

$$\begin{cases} S_1 = S\sin\alpha \\ S_2 = S\cos\alpha \\ E_2 = 2E_1 \end{cases}$$

$$\mathcal{E} = \frac{E_1}{S\sin\alpha} + \frac{2E_1}{S\cos\alpha} = \frac{E_1}{S}\left(\frac{1}{\sin\alpha} + \frac{2}{\cos\alpha}\right)$$

Максимальное кол-во световой энергии будет при наибольшем $\mathcal{E}$

?

$$\mathcal{E}' = \frac{E_1}{S}\left(-\frac{\cos\alpha}{\sin^2\alpha} + \frac{2\sin\alpha}{\cos^2\alpha}\right) =$$

$$= \frac{E_1}{S}\left(\frac{2\sin^3\alpha - \cos^3\alpha}{\sin^2\alpha\cos^2\alpha}\right) = 0$$

$$\begin{cases} \sin\alpha \neq 0 \\ \cos\alpha \neq 0 \\ 2\sin^3\alpha - \cos^3\alpha = 0 \end{cases}$$

>0 (неполный квадрат)

$$\begin{cases} (\sin\alpha \cdot 2^{1/3} - \cos\alpha)(2^{2/3}\sin^2\alpha + 2^{1/3}\sin\alpha\cos\alpha + \cos^2\alpha) = 0 \\ \sin\alpha \neq 0 \\ \cos\alpha \neq 0 \end{cases}$$

F

$2^{1/3}\sin\alpha = \cos\alpha \quad |: \cos\alpha \neq 0$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{2^{1/3}} = 2^{-\frac{1}{3}}$

$\alpha = \operatorname{arctg}\left(2^{-\frac{1}{3}}\right)$

Исследуем производную $\mathcal{E}'$ на знаки

$-$ $\quad$ $+$

$\operatorname{arctg}(2^{-1/3})$ $\quad$ α

$\alpha = \operatorname{arctg}(2^{-1/3})$ – точка минимума для $\mathcal{E}$ (минимальное кол-во энергии). (*) под рисунком

т.к. при $\alpha \in [0; \frac{\pi}{2}]$ $\sin\alpha \uparrow$, $\cos\alpha \downarrow$, то при $\alpha \in [0, \operatorname{arctg}(2^{-1/3})]$ $\mathcal{E}' < 0$

$\in [\operatorname{arctg}(2^{-1/3}), \pi/2]$ $\mathcal{E}' \geq 0$

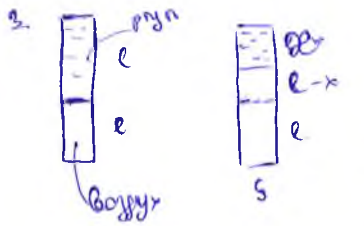
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ БГ 43-14

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

3.



Рассмотрим изменение высоты ~~столба ртути на x~~ до x

$\cancel{p = \rho g l + p}$

$\cancel{p = \rho g (l - x) + p}$

$$p_0 = \rho g l + p$$
$$p_1 = \rho g x + p$$
$$p_0 \cdot V_0 = \nu R T_0$$
$$p_1 V_1 = \nu R T_1$$
$$V_0 = Sl$$
$$V_1 = S(2l - x)$$
$$p = \rho g l$$

p_0, p_1 – начальное и конечное давление газа

p – атм. давление

ρ – плотность ртути

V_0, V_1 – объемы газа в двух состояниях

S – площадь трубки

$$\frac{p_1 V_1}{p_0 V_0} = \frac{(\rho g x + p)(2l - x)}{(\rho g l + p) l} = \frac{T_1}{T_0}$$

$$T_1 = T_0 \frac{(\rho g x + \rho g l)(2l - x)}{2\rho g l^2}$$

$$T_1 = T_0 \left(-\frac{x^2}{2l^2} + \frac{x}{2l} + 1\right)$$

Найдем максимальную температуру (минимальную ту, что нужно сообщить, чтобы газ смог полностью вытеснить ртуть)

$$T_1' = T_0 \left(-\frac{2x}{2l^2} + \frac{1}{2l}\right) = 0$$

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

$$x = \frac{l}{2}$$

Рассмотрим знаки T_1'

$+$ $\quad \frac{l}{2} \quad$ $-$ $\quad x$

max

⇓

$x = \frac{l}{2}$ – точка максимума. При таком x будет достигаться минимальная температура, при которой ртуть полностью выльется

Подставим в уравнение: $T_1 = T_0 \left(\underbrace{-\frac{1}{2l^2} \cdot \frac{l^2}{4}}_{-\frac{1}{8}} + \underbrace{\frac{1}{2l} \cdot \frac{l}{2}}_{\frac{1}{4}} + 1\right) = \frac{9}{8} T_0$

Ответ: $\frac{9}{8} T_0$

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МАОУ „Лицей № 42"

Место проведения

ЭQ90-90

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Вишнёв

ИМЯ Елисей

ОТЧЕСТВО Алексеевич

Дата рождения 27.06.2000 **Класс:** 11

Предмет физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 4 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

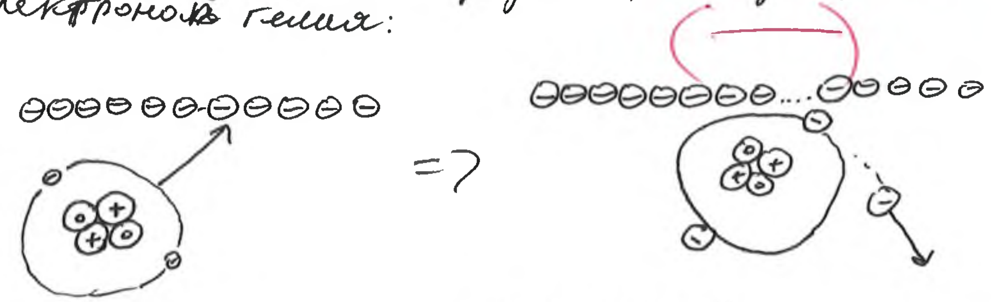
Подпись участника олимпиады:

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

№ 1.

Вспомним, что потенциал φ равен: $+1000$ В $= \cancel{\dfrac{k\cdot q}{r}}$

По условию, потенциал отрицательный, значит, на электроде копится отрицательный заряд, вероятно, создаваемый электронами. Вокруг электрода – разреженный гелий – вещество с завершённым внешним энергетическим уровнем электронов, благородный газ. Значит, накопившимся на электроде электронам очень легко ?? выбить электроны с внешнего энергетического уровня гелия, замещая их электронами с электрода. Выбитые частицы, подобно фотонам, фиксируются нашим глазом или камерой. ! То есть светится не сам гелий, а только вокруг электрода, потому что ~~...~~ только рядом с электродом происходит „выбивание“ электронов гелия: это не свет!?

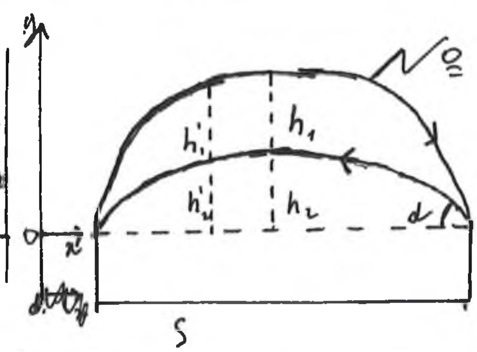


Таков принцип работы сегодняшних светодиодов, более энергетически выгодных источников света, чем обычные лампы накаливания. Такие источники света активно используются в быту. Например, в фарах автомобиля, только там обычно используются другие благородные газы, например, неон или ксенон.

№ 2.

Дано:
S, $E_{k1}=E_{k2}$
l

v.



По условию, мячи кидаются с одной высоты, значит, их потенциальные энергии равны: $E_{п1}=E_{п2} \Rightarrow E_{п1}+E_{к1}=E_{п2}+E_{к2} \Rightarrow$
$\Rightarrow E_1=E_2$; $E_{к1}=\dfrac{mv_1^2}{2}$; $E_{к2}=\dfrac{mv_2^2}{2} \Rightarrow$
$\Rightarrow v_1=v_2=v$ (1). По оси x мячи прошли одинаковое расстояние, но за разное время. Значит, если один человек кидал мяч под углом α, то второй кинул мяч под углом $90°-\alpha$. $v^2=v_{x1}^2+v_{y1}^2=v_{y2}^2+v_{x2}^2$ (2) $\Rightarrow$ ~~v_{x2}~~
$v_{x2}=v\cdot\cos\alpha$; $v_{y2}=v\cdot\sin\alpha$ (3).

$v_{x1}=v\cdot\cos(90-\alpha)=v\cdot\sin\alpha$; $v_{y1}=v\cdot\sin(90-\alpha)=v\cdot\cos\alpha$ (4)

$\Rightarrow$ (3) в (2):

$v^2\cdot\sin^2\alpha+v_{y1}^2=v^2\cdot\cos^2\alpha+v_{y2}^2=v^2-v^2\sin^2\alpha+v_{y2} \Rightarrow$

№ 2 (продолжение).

$v_{y_1}^2 - v_{y_2}^2 = v^2(1-2\sin^2\alpha) = v^2(\cos^2\alpha - \sin^2\alpha)$

$\Rightarrow (v_{y_1} - v_{y_2})(v_{y_2}+v_{y_1}) = v^2\cdot(\cos\alpha - \sin\alpha)(\cos\alpha + \sin\alpha)$ (4).

l – ~~м~~ минимальное расстояние между мячами.

Оно точно достигается тогда, когда мячи находятся на одной координате по оси x. (иначе их расстояние будет векторно складываться из двух направлений вместо одного).

Тогда $l = h_1' - h_2'$ (разность высот, на которых находились мячи в этот момент). (5)

Пусть ~~мя~~ мячи максимально близки в момент времени $\tilde{t}$.

Тогда: $h_1 = v_{y_1}\cdot\tilde{t} + g\frac{\tilde{t}^2}{2}$; $h_2 = v_{y_2}\cdot\tilde{t} + g\frac{\tilde{t}^2}{2}$ (6) $\Rightarrow$ (6) в (5):

$\Rightarrow l = \tilde{t}\cdot(v_{y_1} - v_{y_2})$ (7). Заметим, что S – сумма расстояний, пройденных первым и вторым мячом за время $\tilde{t}$, вдоль ox:

$S = v_{x_1}\cdot\tilde{t} + v_{x_2}\cdot\tilde{t} \Rightarrow$ подставим (2), (3) и (7):

$S = \tilde{t}\cdot v(\sin\alpha + \cos\alpha) \Rightarrow \tilde{t} = \frac{S}{v(\sin\alpha+\cos\alpha)} \Rightarrow l = \frac{S\cdot(v_{y_1}+v_{y_2})}{v(\sin\alpha+\cos\alpha)}$

Подставим в (4): $(v_{y_1}+v_{y_2})\cdot\frac{l}{S}(\cos\alpha+\sin\alpha)\cdot v = v^2(\cos\alpha+\sin\alpha)(\cos\alpha-\sin\alpha)$

$\Rightarrow l(v_{y_1}+v_{y_2}) = S\cdot v(\cos\alpha - \sin\alpha)$. Подставим (2) и (3):

$l\cdot v(\sin\alpha+\cos\alpha) = S\cdot v(\cos\alpha - \sin\alpha) \Rightarrow (l+S)\sin\alpha = (S-l)\cos\alpha \Rightarrow$

$\Rightarrow \mathrm{tg}\,\alpha = \frac{S-l}{S+l}$ (8). Пусть t – время полёта второго мяча, тогда:

$t = \frac{S}{v_{x_2}}$ (ox), а по oy: $t = \frac{2h_2}{v_{y_2}} \Rightarrow \frac{S}{v_{x_2}} = \frac{S}{v\cdot\cos\alpha}$; $\frac{2h}{v_{y_2}} = \frac{2h_2}{v\cdot\sin\alpha} \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{S}{v\cdot\cos\alpha} = \frac{2h_2}{v\cdot\sin\alpha}$ (9). По ЗСЭ, $mgh_2 = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_{x_2}^2}{2} \Rightarrow$

$\Rightarrow h_2 = \frac{v^2(1-\cos^2\alpha)}{2g}$ (10) $\Rightarrow$ в (9): $v^2 = \frac{S\cdot g\cdot\mathrm{tg}\,\alpha}{1-\cos^2\alpha}$ (11).

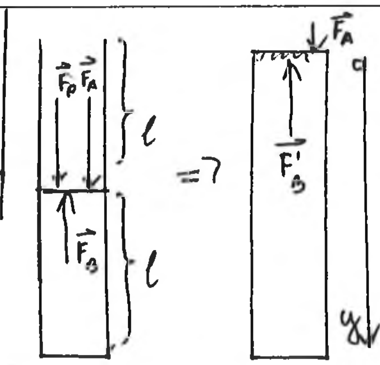
(8) в (11): $v = \sqrt{\frac{S\cdot g\cdot\frac{S-l}{S+l}}{1-\cos^2(\mathrm{arctg}\frac{S-l}{S+l})}}$, что и требовалось найти.

Ответ: $v = \sqrt{\frac{S\cdot g\cdot\frac{S-l}{S+l}}{\sin^2(\mathrm{arctg}\frac{S-l}{S+l})}}$

$\pm$

Дано: l, T_0

$T - ?$



№ 3.

Распишем II закон Ньютона для первого случая

$\vec{F_B} + \vec{F_p} + \vec{F_A} = 0$; oy: $F_p + F_A = F_B$ (1)

$F_p = m_p \cdot g$ (2) ; $m_p = \frac{V_p}{\rho_p} = \frac{l \cdot S}{\rho_p}$ (3).

(2) в (3): $F_p = \frac{l \cdot S}{\rho_p} \cdot g$ (4).

$F_A = P_A \cdot S$ (5) $P_A \approx 131{,}5\left(\frac{Па}{мм}\right) \cdot l$ (6) $=> F_A = S \cdot l \cdot 131{,}5$ (7).

$F_B = P_B \cdot S$ (8) ; ~~$P_B \cdot V_B =$~~ Закон Менделеева-Клапейрона:

$P_B \cdot V_B = \nu \cdot R T_0 => P_B = \frac{\nu R \cdot T_0}{V_B} = \frac{\nu R \cdot T_0}{S \cdot l}$ (9) $=>$

$=> F_B = \frac{\nu \cdot R\, T_0}{V_B} \cdot S$ (10). (10, 7, 4) в (1):

$l \cdot 131{,}5 + \frac{l}{\rho_p} \cdot g = \nu \cdot R \cdot T_0$ (11).

• Второй случай. Ртуть полностью вылита $=>$ она больше не давит, и остаётся только атмосферное давление:

II ЗН.: $F'_B = F_A$; $F'_B = \frac{\nu \cdot R \cdot (T) \cdot S}{2 V_B}$ (12).

$=> F_A = \frac{\nu \cdot R \cdot (T)}{2 V_B}$ (13) $=>$ в (11):

$\frac{\nu \cdot R \cdot T}{2V} + \frac{2V}{2V} \cdot \frac{l \cdot g}{\rho_p} = \frac{2 \nu R \cdot T_0}{2V} => \nu R \cdot T + \frac{2 V l g}{\rho_p} = 2 \nu R T_0 =>$

$\frac{2 l^2 g}{\rho_{рт}} = \nu R (2T_0 - T)$ (14). $\frac{\nu}{S} = \frac{m}{M \cdot S} = \frac{mg}{Mg \cdot S} = \frac{P'_B}{M \cdot g}$ (15)

$P'_B = P_A = 131{,}5 \cdot l$ (из 12 и 13) $=> \frac{2 l^2 g}{\rho_{рт}} = \frac{P_A}{M \cdot g} \cdot R (2T_0 - T) =>$

$=> 2T_0 - T = \frac{2 l g^2 M}{131{,}5 R \cdot \rho_{рт}} => T = 2T_0 - \frac{2 l g^2 M}{131{,}5 R \cdot \rho_{рт}}$, где

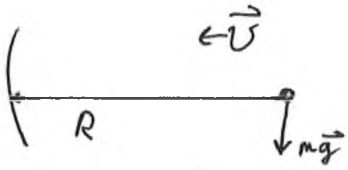
M, R и $\rho_{рт}$ - табличные значения. $\rho_{рт}$ - плотность ртути, M - молярная масса воздуха (78% азота и 22% кислорода).

Ответ: $T = 2T_0 - \frac{2 l g^2 M}{131{,}5 \frac{Па}{мм} \cdot R \cdot \rho_{рт}}$

Дано:
E,
m,
τ_0

R - ?

№ 4.



Решение:

Так как масса мюона очень мала, можно сказать что $E = E_п + E_к \approx E_к$ (1).

$$E_к = \frac{m'v^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_к}{m'}} \quad (2)$$

τ_0 - очень маленькое значение, ~~так как~~ ~~возм~~ поэтому возможно, скорость мюона близка к скорости света, поэтому резонно применить закон релятивистского изменения массы:

$$m' = \frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow + (2) \Rightarrow m' = \frac{m}{\sqrt{1-\frac{2E_к}{m'c^2}}} \Rightarrow m'^2 = \frac{m^2}{1-\frac{2E_к}{m'c^2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m'^2 - \frac{2E_к}{c^2}\cdot m' = m^2 \quad (3).$$

Пусть в лучшем случае мюон летит к стенке прямолинейно, тогда $R = \tau_0 \cdot v$ + (2) и (3) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow R = \tau_0 \cdot \sqrt{\frac{2E_к \cdot \sqrt{1-\frac{2E_к}{mc^2}}}{m}}$$

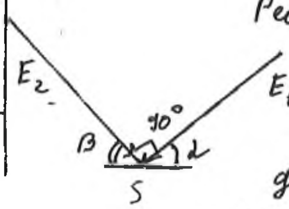
Ответ: $R = \tau_0 \cdot \sqrt{\frac{2E \cdot \sqrt{1-\frac{2E_к}{mc^2}}}{m}}$

+

Дано:
$E_2 = 2E_1$

α - ?

№ 5.



Решение:

Суммарное количество энергии равно сумме энергий, попадающих от первого и второго пучков под данным углом:

$$E = E_1' + E_2'; \ \alpha \text{ - угол, под которым количество}$$

энергии максимально, тогда:

$$E_{max} = E_2 \cdot \cos\alpha + E_1 \cdot \cos\beta \ (1); \quad \beta = 180° - 90° - \alpha = 90° - \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos\beta = \sin\alpha \ (2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_{max} = E_2 \cdot \cos\alpha + E_1 \cdot \sin\alpha$$

Чтобы найти максимальный угол, найдём производную и приравняем её к нулю: $E' = E_1 \cdot \cos\alpha - E_2 \cdot \sin\alpha = 0 \Rightarrow$

$$\Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{E_1}{E_2} = \frac{E_1}{2E_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg}\frac{1}{2} \approx 26{,}6(°).$$

Ответ: 26,6°.

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ВФ МЭИ

Место проведения

ИЗ 33-50

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27081

ФАМИЛИЯ ПАПОНОВ

ИМЯ МАКСИМ

ОТЧЕСТВО ДМИТРИЕВИЧ

Дата рождения 24.02.2003 г

Класс: 8.

Предмет Физика

Этап: Заключительный

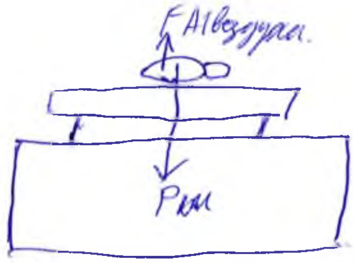
Работа выполнена на 7. **листах**

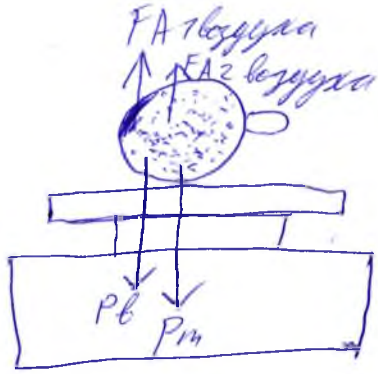
Дата выполнения работы: 17.02.2018 г.
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Бапер

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

№ 1.

1) 

2) 

В первом измерении на шарик действует $F_{A1воздуха} = V_ш \cdot \rho_в \cdot g$, следовательно на весы действует $P = P_ш - F_{A1}$.

Во 2 измерении мы надули шарик, следовательно стенки растянулись, но объём и вес оболочки остались неизменны, значит ~~ее~~ на весы действует всё так же $P = P_ш - F_{A1}$. Но теперь в нём появился воздух, который имеет $P_2 = V_в \cdot \rho_в \cdot g$, но и на него действует ~~сил~~ $F_{A2} = V_в \cdot \rho_в \cdot g$.

Значит $P_{н.ш} = P + (V_в \cdot \rho_в \cdot g - V_в \cdot \rho_в \cdot g) = P$.

В первом и втором взвешивании вес остаётся неизменным.

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

№2.

Дано:

$V = 2л$

$V_1 = \frac{1}{3}л$

$t_1 = 80°C$

$t_2 = 70°C$

$t_3 = 100°C$

c

$\frac{V_{общ}}{V_1} - ?$

Решение:

Т.к. мы ~~нагрет~~ смешиват воду и устанавливается тепловой баланс, то

$Q_1 = -Q_2$.

$Q_1 = c m_2 (t_1 - t_2) = c V_1 \rho (t_1 - t_2)$

$Q_2 = c m (t_1 - t_4) = c V_3 \rho (t_1 - t_4)$.

$Q_1 = -Q_2$.

$$\frac{Q_1}{-Q_2} = 1.$$

$$\frac{c V_1 \rho (t_1 - t_2)}{-c V_3 \rho (t_1 - t_4)} = \frac{V_1 (t_1 - t_2)}{-V_3 (t_1 - t_4)} =$$

$$= \frac{V_1 \cdot (80°C - 70°C)}{-V_3 (80°C - 100°C)} = \frac{V_1 \cdot \cancel{10°C}}{V_3 \cdot \cancel{20°C}_{2}} = \frac{V_1}{2V_3}$$

$$\frac{Q_1}{-Q_2} = 1$$

$$\frac{Q_1}{-Q_2} = \frac{V_1}{2V_3}$$

$$\frac{V_1}{2V_3} = 1.$$

$V_1 = 2V_3 \qquad V_3 = \frac{1}{2} V_1.$

Значит общее кол-во воды после теплообмена $= V_1 + V_3 = \frac{1}{2}V_1 + V_1 = \frac{3}{2}V_1 \quad \frac{3V_1}{2V_1} = 1,5$; в 1,5 раза >, чем было

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ЧЕ 33-50

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

Т. к. после каждого ~~раза~~ смешивания вода возвращалась к той же температуре (100) и её смешивали с ~~такой~~ одинаковой по температуре водой (100°С), то каждый раз воды становилось в $\frac{3}{2}$ раза >, чем до смешивания, значит, ~~также~~

$$\frac{V_{общ}}{V} = \frac{\left(\frac{3}{2}\right)^x \cdot \frac{1}{3}x}{2 \cdot x} \cdot 100\% \leq 100\%.$$

$$\frac{\left(\frac{3}{2}\right)^x \cdot \frac{1}{3}}{2} \cdot 100\% \leq 100\%$$

$$\frac{3^{x-1}}{2^{x+1}} \cdot 100\% \leq 100\%$$

$$\frac{3^{x-1}}{2^{x-1}} \leq 1$$

Подберём степень x: ар. ом.

$x=2$ $\quad$ $x=3$ $\quad$ $x=4$ $\quad$ $x=5$

$\frac{3}{8} < 1$ $\quad$ $\frac{9}{16} < 1$ $\quad$ $\frac{27}{32} < 1$ $\quad$ $\frac{81}{64} > 1$

4 $\quad$ 8 $\quad$ 16 $\quad$ 32 правильно!

~~и т.д.~~

Т. к. нам нужно наибольшее, то $x=4$, значит.

$$\cancel{\frac{V_{общ}}{V} \cdot 100\% = \frac{27 \cdot \frac{1}{3}x}{32 \cdot 2 \cdot x} \cdot 100\% = \frac{9}{64} \cdot 100\% = \frac{...}{...}}$$

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ИZ 33-50

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

$\frac{V_{общ}}{V} \cdot 100\% = \frac{27}{32} \cdot 100\% = 0{,}84375 \cdot 100\% = 84{,}375\%$

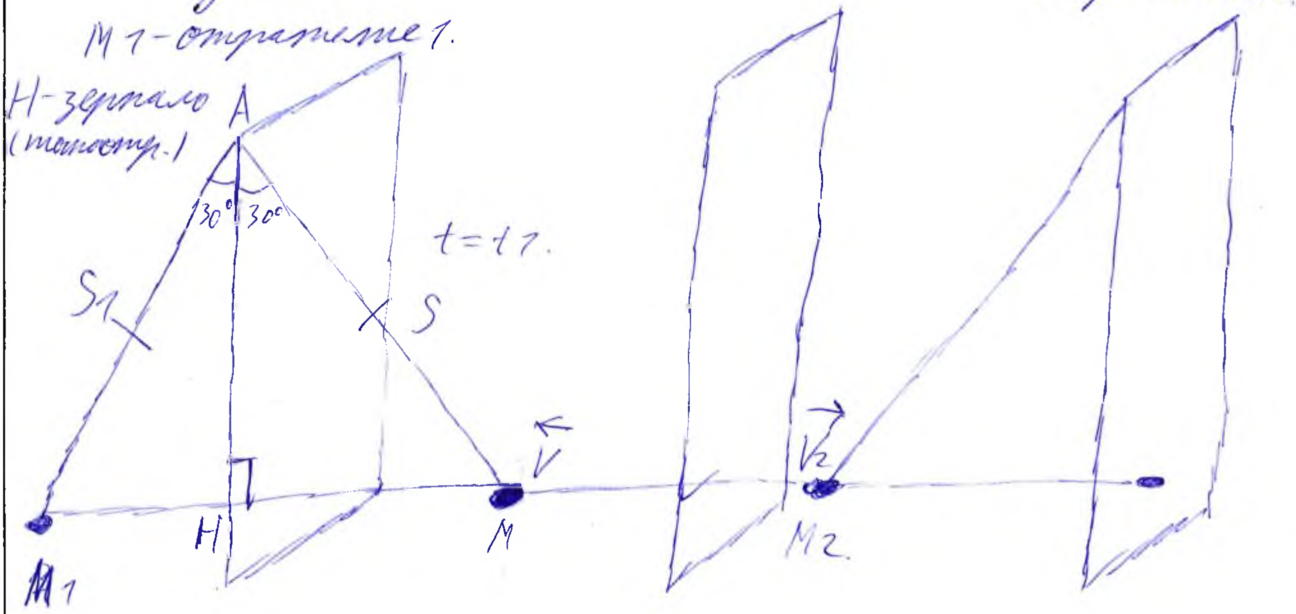
№ 3.

M – муха.

M1 – отражение 1.

M2 – отражение 2

H – зеркало (неподвиж.)



Отражение зеркала с углом 30°:

$\angle A = 30° \cdot 2 = 60°$ | => $\triangle AMM_1$ – ~~равностор~~ =>

$M_1A = AM$ (т.к. двигается к зеркалу) | =>

AH – ⊥ $\angle A$ (т.к. муха летит к зеркалу.) | =>

$AH = h_{MM_1}$ (т.к. отражение под ∠ 90°) |

=> $\triangle AM_1M$ – равноб => $M_1A = AM$ =>

=> $S = S_1$

$S = S_1$ | => $V = V_1$.

$t = t_1$ |

Т.к. в отражении V – одинаковы, но направления V и V_2 – противоположны, то $V_{(V_2V)} = V + V_2 = 2V$.

$V = V_2$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: ~~2~~ 7081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ИZ 33-50

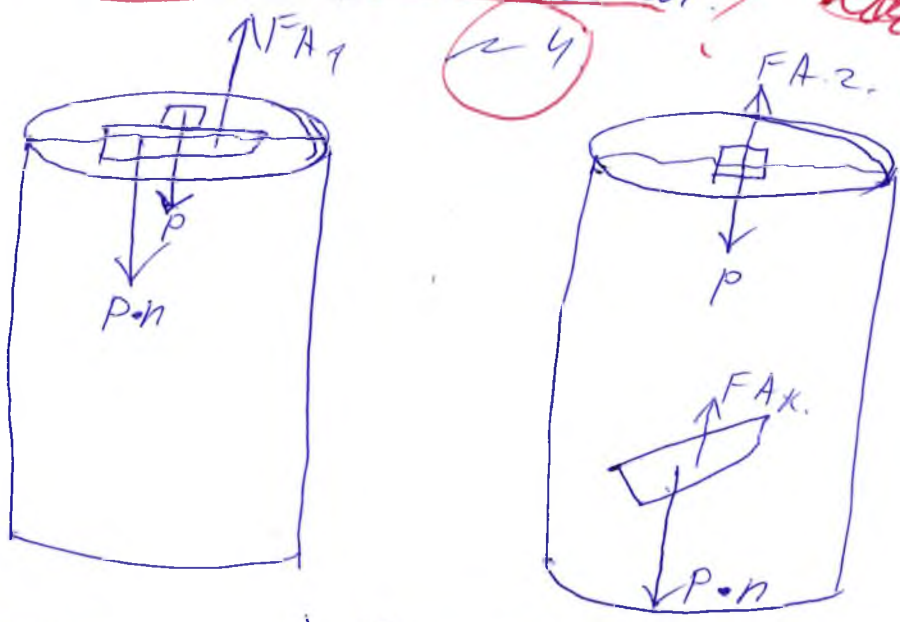
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Зеркала отражают друг друга, следовательно отражений мухи бесконечное множество, но т.к. ~~отр~~ зеркала расположены вертикально, ~~по~~ то отражение закрывает другое, а значит она видит только 2 отражения?

≈ 4

~~Странно~~

I



Дано:

$h_1 = 1 см$

$h_2 = 1см - 0{,}3см = 0{,}7см$

$P_к = P \cdot n$

$g = 9{,}8 \frac{Н}{кг}$

$\frac{\rho_к}{\rho_в}$ — ?

Решение:

$F_{A1} = P \cdot n + P = 1{,}5P + P = 2{,}5P$

$F_{A1} = P \cdot n + P = \frac{2}{3} P_к + P_к = \frac{5}{3} P_к$

$F_{A1} = V_ж \cdot \rho \cdot g = h_1 S g \rho$.

$F_{A2общ} = V \cdot \rho \cdot g = h_2 \cdot S \cdot \rho \cdot g$

$F_{A2общ} = P + (\frac{3}{2} P - F_A) = \frac{5}{2} P - F_A =$

$= \frac{5}{2} P - V_к \cdot \rho_к \cdot g$

$F_{A1} - F_{A2} = F_{A1} - F_{A2}$

$h_1 S \cdot \rho \cdot g - h_2 \cdot S \cdot \rho \cdot g = 2{,}5P - 2{,}5P + V_к \cdot \rho_к \cdot g$

$S \cdot \rho \cdot g(h_1 - h_2) = V_K \cdot \rho \cdot g.$

$V_K = \frac{S\rho g(h_1-h_2)}{\rho \cdot g} = S(h_1-h_2).$

$F_{A1} = F_{A1}$

$\frac{5}{3} P_K = h_1 S \cdot \rho \cdot g$

$\frac{5}{3} \rho_K \cdot V_K g = h_1 S \cdot \rho \cdot g$

$\frac{5}{3} \rho_K \cdot S(h_1-h_2) \cdot g = h_1 S \rho g$

$\rho_K = \frac{3 h_1 \cancel{S} \rho \cancel{g}}{5 \cancel{g} \cancel{S}(h_1-h_2)} = \frac{3}{5}\frac{h_1 \rho}{(h_1-h_2)}$

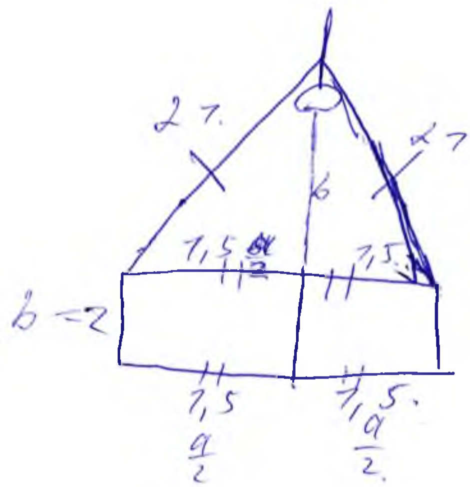
(+) 10б

$\frac{\rho_K}{\rho_B} = \frac{3h_1 \cdot \rho}{5\rho(h_1-h_2)} = \frac{3h_1}{5(h_1-h_2)} = \frac{3\cdot 7см}{5(1см-0,7см)}$

$= \frac{\cancel{3\cdot 7см}}{\cancel{5\cdot 0,3см}} = 2.$

Ответ: 2.

№5



?

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

Дано:
$L = 2L_1$
$a = 3\varphi$
$b = 2\varphi$
$(L_1)^2 = (\frac{a}{2})^2 + b^2$
$\Delta L - ?$

Решение: ~~рис~~ ?

$\cancel{L} \; 2(L_1)^2 = 2\left(\left(\frac{a}{2}\right)^2 + b^2\right) = \cancel{a \cdot b = 3\varphi} =$

$= 2 \cdot \left(\frac{a^2}{4} + b^2\right) = 2\left(\frac{9\varphi^2}{4} + 4\varphi^2\right) =$

Пояси?

$= \frac{9\varphi^2}{2} + 8\varphi^2 = 4{,}5\varphi^2 + 8\varphi^2 = 12{,}5\varphi^2 \,|:2.$

$(L_1)^2 = 6{,}25\varphi^2$

$L_1 = 2{,}5\varphi.$

$L = 2L_1 = 2 \cdot 2{,}5\varphi = 5\varphi.$

Ответ: ~~5 φ.~~

(—)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МБОУ "Сош № 11"

Место проведения

WR 45-54

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 22071

ФАМИЛИЯ ГРИГОРЬЕВ

ИМЯ РОМАН

ОТЧЕСТВО АНДРЕЕВИЧ

Дата рождения 13.05.2004

Класс: 7

Предмет ФИЗИКА

Этап: ~~НЕ~~ заключительный

Работа выполнена на 2 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: [signature]

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 2707

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ WR 45-54

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

№ 1

Этот эксперимент ставят, чтобы доказать, что воздух имеет массу. Показания весов увеличились из-за того, что воздух имеет массу.

–

№ 2

После звонка Вася проехал: $60 \text{ км/ч} \cdot 15 \text{ мин} = 60 \text{ км/ч} \cdot 0{,}25 \text{ ч} = 15 \text{ км}$.
За это же время Катя проехала: $20 \text{ км/ч} \cdot 0{,}25 \text{ ч} = 5 \text{ км}$. До места откуда звонил Петя, Вася ехал: $(15 \text{ км} - 10 \text{ км}) : 60 \text{ км/ч} = 10 \text{ км} : 60 \text{ км/ч} = \frac{1}{6} \text{ ч} = 10 \text{ мин}$.
Если Вася ехал до места встречи Пети и Кати 10 мин, то выехал он через 10 минут после Пети: 7 ч 45 мин $+ 10$ мин $= 7$ ч 55 мин.
Ответ: 7 ч 55 мин.

+

№ 3

Представим ребро b, как 2a, а ребро c, как 4a, чтобы найти давление в 8 раз тяжелее надо $F_1 : S$, тогда соотношение равно: $\dfrac{\frac{F_1}{S_1}}{\frac{F_2}{S_2}} = \dfrac{F_1 S_2}{F_2 S_1}$

F_2 — это сила 1 и 3, и половина давления 6, 5, 4, 9, т.к. площадь опоры 4 ох равна: $4a - 2a + 2a$, т.к. она лежит ребром b на ребре c 3 бруска, и ребром b на ребре b 2 бруска. Тогда сила давления равна на бруски 7 и 3.

$$\frac{F_1 S_2}{F_2 S_1} = \frac{(m_4 g + m_5 g) S_2}{(m_1 g + m_3 g + 0{,}5(m_6 g + m_5 g + m_4 g)) S_1} = \frac{g(m_4 + m_5) S_2}{g S_1 (m_1 + m_3 + 0{,}5(m_6 + m_5 + m_4))} =$$

$$= \frac{\rho_{\text{в}} (V_4 + V_5) S_2}{\rho_{\text{в}} (V_1 + V_3 + 0{,}5(V_6 + V_5 + V_4)) S_1} = \frac{(V_4 + V_5) S_2}{S_1 (V_1 + V_3 + 0{,}5(V_6 + V_5 + V_4))}$$

$$\frac{(V_4 + V_5) S_2}{S_1 (V_1 + V_3 + 0{,}5(V_6 + V_5 + V_4))} = \frac{2 V S_2}{3{,}5 V S_1} = \frac{2 \cdot 8a^3 \cdot 4a^2}{3{,}5 \cdot 8a^3 \cdot 8a^2} = \frac{2 \cdot 4a^2}{7 \cdot 4a^2} = \frac{2}{7}$$

Ответ: $\frac{2}{7}$

+

5 решения нет

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

№ 4

I ~~компрес~~ пресс	II пресс
выдвиж. ма 0	1,26
шла н. m	1,2 + m
F_2	1800 Н
10 Н	F_2

$10H \cdot F_2^{y} \cdot 1{,}25 F_2^{y} \cdot 1{,}2 = 1800\,H$

$1{,}5 F_{2y}^2 = 180$

$F_{2y}^2 = 120$

$F_{2y} \approx 11$

y – увеличение силы

$F_2 = 11 \cdot 10H = 110H$

Ответ: 110 Н

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ Г-200

Место проведения

GГ 43-31

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Гусейнов

ИМЯ Рустам

ОТЧЕСТВО Натик оглы

Дата рождения 31.01.2000

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 4 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: ГРН

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

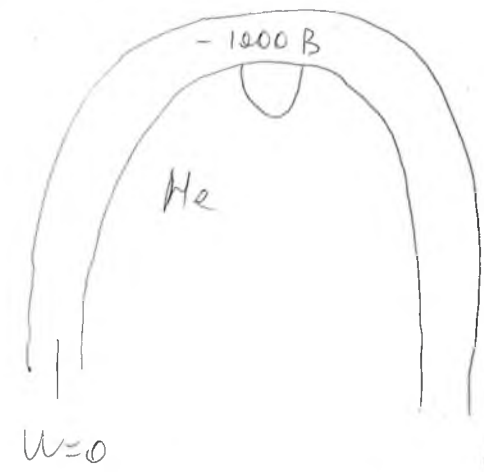
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ БГ 43-31

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

№1

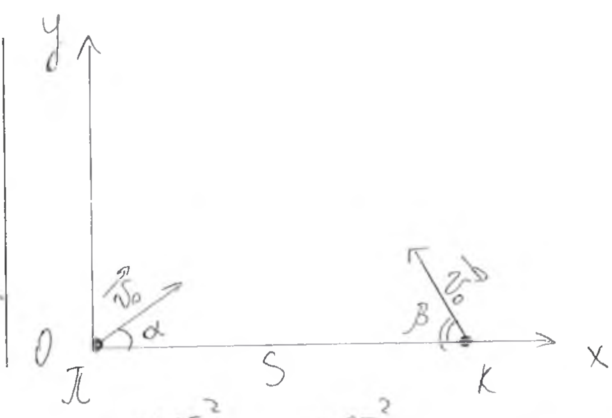


Т.к. на электроде $\varphi_1 - \varphi_2 = -1000$ В, создаётся эл. поле, вблизи которого электроны Не начинают занимать др. энергетич уровни, а при сбросе их оттуда они двиг. с большой скоростью, создавая оранж. свечение, и чем дальше $\bar{e}$-ны находятся от электрода, тем меньше это свечение.

№2

Дано:
S, l
$W_{kП} = W_{kK}$
$t_П \neq t_K$

v_0 - ?



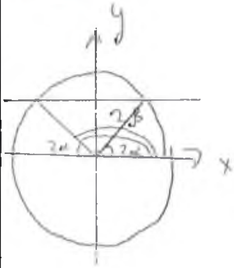
$W_{kП} = W_{kK} \Rightarrow \frac{m v_{0П}^2}{2} = \frac{m v_{0K}^2}{2} \Rightarrow v_{0П} = v_{0K} = v_0$

$\vec{r} = \vec{r_0} + \vec{v_0} t + \frac{g t^2}{2}$

П: $\begin{cases} x = v_0 \cos\alpha \, t_П \\ y = v_0 \sin\alpha \, t_П - \frac{g t_П^2}{2} \end{cases}$ K: $\begin{cases} x = v_0 \cos\beta \, t_K \\ y = v_0 \sin\beta \, t_K - \frac{g t_K^2}{2} \end{cases}$

Тело упало $\Rightarrow y = 0$, тогда $v_0 \sin\alpha \, t_П = \frac{g t_П^2}{2}$

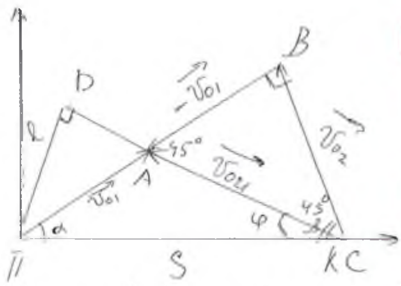
$t_П = \frac{2 v_0 \sin\alpha}{g} \Rightarrow S = \frac{2 v_0^2 \sin\alpha \cos\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$, аналогично $\Rightarrow S = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g} \Rightarrow \sin 2\alpha = \sin 2\beta$, такое возможно, если 2α - острый, а 2β - тупой, т.к. при $2\alpha = 2\beta$ $(\alpha = \beta)$ мячики в процессе полёта ударятся друг о друга.



$\Rightarrow 2\alpha + 2\beta = 180° \mid :2 \quad \alpha + \beta = 90° \Rightarrow \alpha < 45°$, а $\beta > 45°$

$\mp$

нет кон!



Т.к. $\alpha + \beta = 90° \Rightarrow \angle B = 90°$

$|\vec{v}_{01}| = |\vec{v}_{02}| \Rightarrow \angle ACB = \angle BAC = 45° \Rightarrow \beta = \varphi + 45°$

S_{min} между К и П будет, если $\angle D = 90° \Rightarrow$

$\Rightarrow l = \sin\varphi S \Rightarrow \sin\varphi = \frac{l}{S}$

$$S = \frac{v_0^2 \sin(90° + 2\varphi)}{g} = \frac{v_0^2 \cos 2\varphi}{g}; \quad \cos 2\varphi = 1 - 2\sin^2\varphi = 1 - 2\frac{l^2}{S^2}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{Sg}{\cos 2\varphi}} = \sqrt{\frac{Sg}{1 - 2\frac{l^2}{S^2}}}$$

$$\boxed{v_0 = \sqrt{\frac{gS^3}{S^2 - 2l^2}}}$$

$\mp$

Ответ: $\sqrt{\frac{gS^3}{S^2 - 2l^2}}$

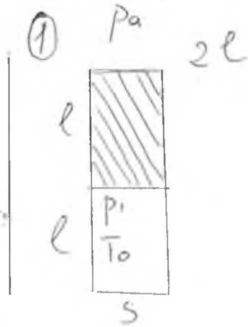
№3

Дано:

$2l$, T_0

$p_a = l$ мм. рт. ст.

$T_{пред.}$ - ?

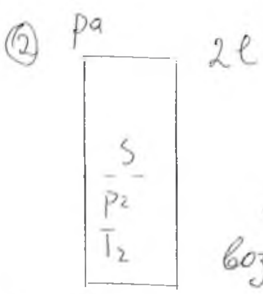


ур-ие Менделеева - Клейперона:

$p_1 V_1 = \nu R T_0$

$p_a = \rho_{рт} g l_{рт} (\bar{H}a) = l$ мм. рт. ст.

$\left.\begin{array}{l} p_1 = p_a + p_{рт} = 2l \\ V_1 = lS \end{array}\right| \Rightarrow 2l^2 S = \nu R T_0$



Т.к. $\nu = const \Rightarrow p_2 V_2 = \nu R T_2$

$\left.\begin{array}{l} p_2 = p_a = l \\ V_2 = 2lS \end{array}\right| \Rightarrow 2l^2 S = \nu R T_2$

$2l^2 S = \nu R T_0 = \nu R T_2 \Rightarrow T_2 = T_0$, такое возможно при условии, что в процессе выталкивания ртути, газ нагрели до какой-то T, и в момент, когда вся ртуть вышла из трубки, температура в трубке снова стала равной T_0

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

Пусть высота рт. ст., при температуре газа равной T и давлении p, равна h, тогда $pV = \nu RT$; $\frac{pV}{T} = \frac{2\ell^2 S}{T_0}$

$p = p_a + p_{рт2} = \ell + h$

$V = S\cdot(2\ell - h)$, а значит $\frac{(\ell+h)(2\ell-h)\cancel{S}}{T} = \frac{2\ell^2\cancel{S}}{T_0}$

$T = \frac{(\ell+h)(2\ell-h)T_0}{2\ell^2}$, чтобы T имело какое-то предельное значение, нужно, чтобы $T' = 0$, а значит исследуем T на экстремум $T' = \frac{T_0}{2\ell^2}\left(((\ell+h)'(2\ell-h) + (2\ell-h)'(\ell+h)\right) = 0$

$\frac{T_0}{2\ell^2}\left(\left((2\ell-h) - (\ell+h)\right)\right) = 0 \quad \Big| : \frac{T_0}{2\ell^2}$

+

$2\ell - h - \ell - h = 0$

$\ell - 2h = 0 \Rightarrow h = \frac{\ell}{2}$

T': $+$ до $\frac{\ell}{2}$, $-$ после; T: $\nearrow$ $\frac{\ell}{2}$ max $\searrow$

$T_{пред} = \frac{(\ell+\frac{\ell}{2})(2\ell-\frac{\ell}{2})T_0}{2\ell^2} = \frac{3\ell\cdot 3\ell\cdot T_0}{2\cdot 2\cdot 2\ell^2}$

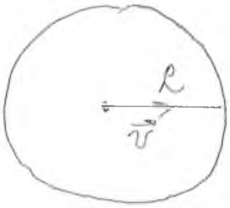
$\boxed{T_{пред} = \frac{9}{8}T_0}$

Ответ: $\frac{9}{8}T_0$

№4

Дано:
E, m, τ_0

R – ?



$\vec{r} = \vec{r_0} + \vec{v_0}t + \frac{\vec{a}t^2}{2}$

$R = v\tau$

$\tau = \frac{\tau_0}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}$

Энергия частицы равна: $E = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2}}$

$\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2} = \frac{\tau_0}{\tau} = \frac{m_0c^2}{E}$, отсюда $\tau = \frac{E\tau_0}{m_0c^2}$

$\sqrt{1-(\frac{v}{c})^2} = \frac{m_0c^2}{E}$, возведем обе части в квадрат $(\uparrow^2)$

$1 - (\frac{v}{c})^2 = \frac{m_0^2c^4}{E^2}$

$\frac{v^2}{c^2} = 1 - \frac{m_0^2c^4}{E^2}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ЕГ 43-31

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

$$v = c\sqrt{1-\frac{m_0^2c^4}{E^2}}$$

$$\ell = c\sqrt{1-\frac{m_0^2c^4}{E^2}}\cdot\frac{E\tau_0}{m_0^2c^2} = c\tau_0\sqrt{\frac{E^2}{m_0^2c^4}-\frac{m_0^2c^4E^2}{E^2m_0^2c^4}}$$

$$\boxed{\ell = c\tau_0\sqrt{\frac{E^2}{m_0^2c^4}-1}}$$

+

Ответ: $c\tau_0\sqrt{\frac{E^2}{m_0^2c^4}-1}$

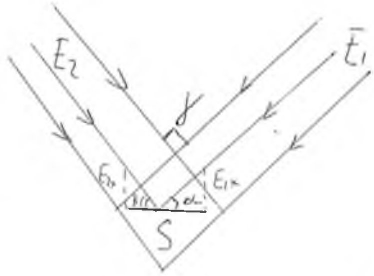
N5

Дано:

$S,\ E_1$

$E_2 = 2E_1$

$\alpha - ?$



Т.К. $\gamma = 90^\circ \Rightarrow \alpha+\beta = 90^\circ \Rightarrow \beta = 90-\alpha$

$E_{1x}+E_{2x} = E$

$E_1\sin\alpha + E_2\sin\beta = E$

$\sin\beta = \sin(90-\alpha) = \cos\alpha$

$E_1\sin\alpha + 2E_1\cos\alpha = E$

$E = E_{max}$, если $E' = 0 \Rightarrow E' = E_1\cos\alpha - 2E_1\sin\alpha = 0$

$\cos\alpha - 2\sin\alpha = 0 \ |:\cos\alpha$

$1-2\operatorname{tg}\alpha = 0$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{2}$

E' + −

E ↗ $\frac{1}{2}$ ↘

max

$$\boxed{\alpha = \operatorname{arctg}\frac{1}{2}}$$

+

Ответ: $\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ЖК ИГЭУ	YU 57 -28	← **Не заполнять** Заполняется ответственным работником
Место проведения	шифр	

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ ЕГОРОВ

ИМЯ ГРИГОРИЙ

ОТЧЕСТВО ЕВГЕНЬЕВИЧ

Дата рождения 26.10.2000 **Класс:** 11

Предмет ФИЗИКА **Этап:** ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 4 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Егоров

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ YU 57-28

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

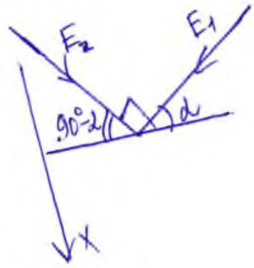
N5.

Дано:
$E_1, E_2 = 2E_1$

$\alpha - ?$

Решение:

$$E = E_{1x} + E_{2x} = E_1 \sin\alpha + E_2 \sin(90° - \alpha) =$$
$$= E_1 \sin\alpha + E_2 \cos\alpha = E_1 \sin\alpha + 2E_1 \cos\alpha =$$
$$= E_1(\sin\alpha + 2\cos\alpha)$$



$$\sin\alpha + 2\cos\alpha = \sqrt{5}\left(\frac{1}{\sqrt{5}}\sin\alpha + \frac{2}{\sqrt{5}}\cos\alpha\right) =$$
$$= \sqrt{5}(\sin\alpha\cos\varphi + \cos\alpha\sin\varphi) = \sqrt{5}\sin(\alpha+\varphi), \text{ где}$$
$$\varphi = \arcsin\frac{2}{\sqrt{5}}$$

?

$$E = \sqrt{5}E_1 \cdot \sin(\alpha+\varphi)$$

Наибольшее значение E при наибольшем значении $\sin(\alpha+\varphi)$, то есть

$$\sin(\alpha+\varphi) = 1$$
$$\alpha + \varphi = \frac{\pi}{2}$$
$$\alpha = \frac{\pi}{2} - \varphi = \frac{\pi}{2} - \arcsin\frac{2}{\sqrt{5}}$$

+

Ответ: $\frac{\pi}{2} - \arcsin\frac{2}{\sqrt{5}}$.

N4.

Дано:
E, m, τ_0

$R - ?$

Решение:

$$E = \frac{m_1 v^2}{2}; \quad m_1 = \frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

В системе отсчета, связанной с камерой время жизни мюона увеличится до $\tau_1 = \dfrac{\tau_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

Тогда $R = v \cdot \tau_1$

$$v^2 = \frac{2E}{m_1} = 2E : \frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{2E\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m}$$

$$v^2 m = 2E\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \rightarrow \sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} = \frac{v^2 m}{2E}$$

$$v^4 m^2 = 4E^2\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)$$

?

$$v^4 m^2 = 4E^2 - \frac{4E^2}{c^2} v^2 \quad | \cdot c^2$$

$$v^4 m^2 c^2 = 4E^2 c^2 - 4E^2 v^2$$

$$v^4 m^2 c^2 + 4E^2 v^2 - 4E^2 c^2 = 0$$

$$\frac{D}{4} = (2E^2)^2 + m^2c^2 \cdot 4E^2c^2 = 4E^4 + 4E^2m^2c^4 = 4E^2(E^2+m^2c^4)$$

$$v^2 = \frac{-2E^2 + \sqrt{4E^2(E^2+m^2c^4)}}{m^2c^2} = \frac{2E\sqrt{E^2+m^2c^4} - 2E^2}{m^2c^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E\sqrt{E^2+m^2c^4} - 2E^2}{m^2c^2}} = \frac{\sqrt{2E\sqrt{E^2+m^2c^4} - 2E^2}}{mc}$$

$$R = v\tau_1 = \frac{v\tau_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = v\tau_0 : \frac{v^2 m}{2E} = \frac{2Ev\tau_0}{v^2 m} = \frac{2E\tau_0}{vm} = 2E\tau_0 : \frac{\sqrt{2E\sqrt{E^2+m^2c^4} - 2E^2}}{c} =$$

~~Ответ:~~ $\cancel{R = \frac{2E\tau_0}{vm}}$ ~~, где~~ $\cancel{v =}$

$$= \frac{2E\tau_0 c}{\sqrt{2E\sqrt{E^2+m^2c^4} - 2E^2}}$$

Ответ: $R = \dfrac{2E\tau_0 c}{\sqrt{2E\sqrt{E^2+m^2c^4} - 2E^2}}$

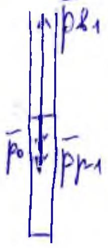
+

№3

Дано:
$2l$; T_0
$p_0 = l$ мм.рт.ст.

$T - ?$

Решение:



$p_0 = \rho g l$, ρ — плотность ртути

$p_{р1} = \rho g l$

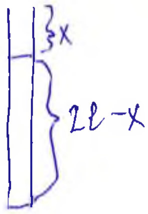
$p_{в1} = p_0 + p_{р1} = 2\rho g l$

S — площадь поперечного сечения трубки

$$V_{в1} = Sl$$

$$\nu R T_0 = p_{в1} V_{в1} = 2\rho g l \cdot Sl = 2\rho g S l^2$$

Минимальная температура, до которой надо нагреть газ, чтобы он вытеснил ртуть это максимальная температура газа при расширении от $V_{в1} = Sl$ до $V_{в2} = 2lS$ (объем всей трубки). Пусть в какой-то момент над воздухом находится столбик ртути высотой x.



Тогда $p_в = p_0 + p_р = \rho g l + \rho g x = \rho g(l+x)$

$V_в = S(2l-x)$

$\nu RT = p_в V_в = \rho g(l+x)\cdot S(2l-x) = \rho g S(2l^2+2lx-xl-x^2) =$

$= \rho g S(2l^2+lx-x^2)$

Значит наиб. знач. T при наиб. знач. $2l^2+lx-x^2$.

$y = -x^2+lx+2l^2$ – парабола, ветви вниз, наиб. знач. в вершине

$x_в = \frac{-l}{-2} = \frac{l}{2}$

$y_в = 2l^2 + l\cdot\frac{l}{2} - \left(\frac{l}{2}\right)^2 = 2l^2 + \frac{l^2}{4} = 2{,}25\,l^2$

$\nu RT = \rho g S\cdot 2{,}25\,l^2$

$\nu RT_0 = \rho g S\cdot 2l^2$

$\frac{T}{T_0} = \frac{2{,}25}{2}$

$T = \frac{2{,}25}{2}T_0 = 1{,}125\,T_0$

Ответ: $1{,}125\,T_0$.

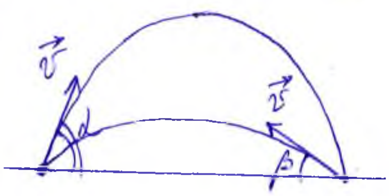
№2.

Дано:
S, l
$m_1 = m_2$
$E_1 = E_2$
v – ?

Решение:

$m_1 = m_2$, $E_1 = E_2$, значит $v_1 = v_2 = v$.

Время полета мячей разные, значит их бросили под разными углами.



t_1 – половина времени полета первого мяча, t_2 – второго.

$v\sin\alpha - gt_1 = 0$

$t_1 = \frac{v\sin\alpha}{g}$

$S = v\cos\alpha\cdot 2t_1 = \frac{v\cos\alpha\cdot 2v\sin\alpha}{g} = \frac{v^2\,2\sin\alpha\cos\alpha}{g} = \frac{v^2\sin 2\alpha}{g}$

$v\sin\beta - gt_2 = 0$

$t_2 = \frac{v\sin\beta}{g}$

$S = v\cos\beta\cdot 2t_2 = \frac{v\cos\beta\cdot 2v\sin\beta}{g} = \frac{v^2\sin 2\beta}{g}$

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

$$\frac{v^2 \sin 2\beta}{g} = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\sin 2\beta = \sin 2\alpha$$

$$\left[\begin{array}{l} 2\alpha = 2\beta + 2\pi n \\ 2\alpha = (\pi - 2\beta) + 2\pi n \end{array}\right. \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \alpha = \beta + \pi n \text{ — углы разные, не подходит} \\ \alpha = \frac{\pi}{2} - \beta + \pi n \end{array}\right.$$

$\alpha = \frac{\pi}{2} - \beta$, тогда $\sin\alpha = \sin(\frac{\pi}{2} - \beta) = \cos\beta$

Минимальное расстояние между мячиками будет в момент, когда векторы скоростей первого и второго мячика параллельны.

N1.

Из-за отрицательного потенциала атомы гелия ионизируются и появляется ток. При прохождении тока через гелий в атомарном состоянии он начинает светится.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МБОУ „СОШ №11"

Место проведения

XY 70-84

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Игнатьев

ИМЯ Михаил

ОТЧЕСТВО Сергеевич

Дата рождения 17.12.2000 **Класс:** 11

Предмет Физика **Этап:** Заключительный

Работа выполнена на 4. **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: ИМ

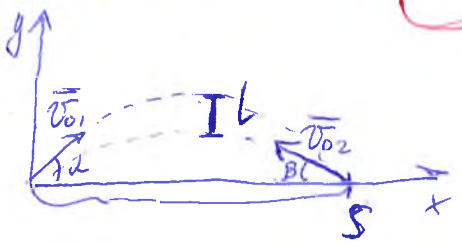
Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.

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

1. Так как на электрод подали потенциал, то на металлическом стержне из-за сопротивления стержня, он будет нагреваться. А так как вокруг него находиться гелий под малым давлением, то гелий тоже будет нагреваться и при этом его частицы вблизи электрода будут ~~двигаться быстрее и будет~~ наблюдаться свечение.

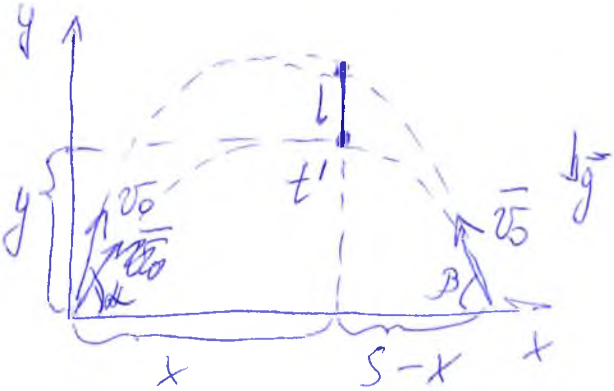
2. Дано: $S; L$ | $v_0 - ?$

Решение:



т.к. по условию кинет. энергии равны, то $\frac{m v_{01}^2}{2} = \frac{m v_{02}^2}{2}$

$v_{01} = v_{02} = v_0$



запишем на ось OX:

$x_0 = x_0 + v_{0x} + \frac{a_x t^2}{2}$

$\begin{cases} x_x = v_0 \cos\alpha\, t' \\ S - x = v_0 \cos\beta\, t' \end{cases}$ *1

x - расстояние полёта первого мяча при условии L минимально. аналогично S-x для второго мяча. t' - время при котором L минимальна

Запишем на ось OY: $y_y = y_{0y} + v_{0y} t + \frac{a_y t^2}{2}$

$\begin{cases} y + L = v_0 \sin\alpha\, t' - \frac{g t'^2}{2} \\ y = v_0 \sin\beta\, t' - \frac{g t'^2}{2} \end{cases}$ *2.

Сложим уравнения в *1. $S = v_0 t'(\cos\beta + \cos\alpha)$

~~Сложим~~ Вычтем уравнения в *2. $L = v_0 t'(\sin\alpha - \sin\beta)$ *3.

поделим #3. $\frac{S}{L} = \frac{\cos\beta+\cos\alpha}{\sin\alpha-\sin\beta} = \frac{2\cos\frac{\alpha+\beta}{2}\cos\frac{\alpha-\beta}{2}}{2\sin\frac{\alpha-\beta}{2}\cos\frac{\alpha+\beta}{2}} =$

$= \frac{\cos\frac{\alpha-\beta}{2}}{\sin\frac{\alpha-\beta}{2}} = \frac{2\cos^2(\alpha-\beta)-1}{\cancel{1-2\cos^2(\alpha-\beta)}} = \frac{1+\cos(\alpha-\beta)}{\sin(\alpha-\beta)}$

$S\sin(\alpha-\beta) = L + L\cos(\alpha-\beta)$.

$\sin(\alpha-\beta) = \frac{L(1+\cos(\alpha-\beta))}{S}$

$\sin\alpha\cos\beta - \sin\beta\cos\alpha = \frac{L(1+\cos\alpha\cos\beta+\sin\alpha\sin\beta)}{S}$

$S\sin\alpha\cos\beta - S\sin\beta\cos\alpha = L + L\cos\alpha\cos\beta + L\sin\alpha\sin\beta$.

$\sin\alpha(S\cos\beta - L\sin\beta) = \cos\alpha(L\cos\beta + S\sin\beta)$

$tg\alpha = \frac{L\cos\beta+S\sin\beta}{S\cos\beta-L\sin\beta}$ $\quad 1+tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha}$. $\cos\alpha = \sqrt{\frac{1}{1+tg^2\alpha}}$

$\cos\alpha = \sqrt{\frac{1}{1+\frac{(L\cos\beta+S\sin\beta)^2}{(S\cos\beta-L\sin\beta)^2}}}$ потом подставить в $S = v_0 t'(\cos\beta+\cos\alpha)$

по ЗСЭ. $\frac{mv_0^2}{2} = mg(y+L) + \frac{mv_1^2}{2}$ и $\frac{mv_0^2}{2} = mgy + \frac{mv_2^2}{2}$.

$mgL + \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_2^2}{2} = 0$ $\quad 2gL = v_2^2 - v_1^2$ $\quad v_2 = \sqrt{v_1^2+2gL}$

$-$

5.

Рассмотрим случай, когда для первого пучка под углом α. Тогда для второго $90-\alpha$.

т.к. если под углом $90°$ то E_1, запишем пропорцию. $\sin 90 - E_1$, $\sin\alpha - y$ где y – световая энергия падающая на стороны первого пучка, аналогично запишем пропорцию для второго пучка $\sin 90 - 2E_1$, $\sin(90-\alpha) - x$

$$y = \frac{\sin\alpha E_1}{\sin 90} \qquad x = \frac{2E_1(\sin 90-\alpha)}{\sin 90} = \frac{2E_1\cos\alpha}{\sin 90}$$

так как по условию $x+y$ должно быть наибольшим, то $\frac{2E_1\cos\alpha}{1} + \frac{\sin\alpha E_1}{1} = E_1(2\cos\alpha+\sin\alpha)$ должно быть наибольшим.

$$f' = (E_1(2\cos\alpha+\sin\alpha))' = E_1(-2\sin\alpha+\cos\alpha) = 0$$

$$2\sin\alpha = \cos\alpha$$
$$2tg\alpha = 1$$
$$tg\alpha = \frac{1}{2}$$

f': + | −
f: ↗ $tg\alpha=\frac{1}{2}$ ↘

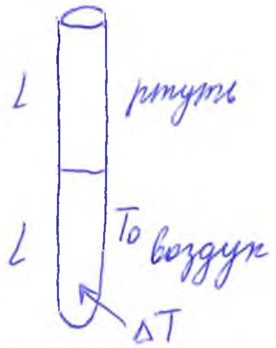
$\Rightarrow$ при $tg\alpha = \frac{1}{2}$ световая энергия будет максимальной.

$$\alpha = arctg\frac{1}{2}$$

Ответ: $\alpha = arctg\frac{1}{2}$

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

3.



$P = \frac{F}{S}$. $p_{атм} = L\rho g$ ρ – плотность ртути.

$A' = p\Delta V$

$V = SL$ а потом стал $2SL$.

$A' = p(2SL - SL) = pSL$.

$A = F\cdot S_{перем} = F\cdot L = pSL = SL^2\rho g$. т.к. $F = pS = SL\rho g$.

$Q = A' + \Delta U = pSL + \frac{i}{2}\nu R(T - T_0)$

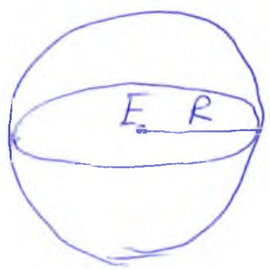
изменение кол-ва теплоты есть работа по перемещение ртути

$A = Q$ $\quad SL^2\rho g = pSL + \frac{i}{2}\nu R(T - T_0) = pSL + \frac{i}{2}\nu RT - \frac{i}{2}\nu RT_0$

$$T = \frac{SL^2\rho g - pSL + \frac{i}{2}\nu RT_0}{\frac{i}{2}\nu R}$$

Ответ: $T = \frac{SL^2\rho g - pSL + \frac{i}{2}\nu RT_0}{\frac{i}{2}\nu R}$.

4.



$E = mc^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_0^2}{c^2}}}$ $\quad E^2 = \frac{m_0^2c^4}{1 - \frac{v_0^2}{c^2}} =$

$= \frac{m_0^2c^6}{c^2 - v_0^2}$ $\quad c^2 - v_0^2 = \frac{m_0^2c^6}{E}$

$v_0^2 = c^2 - \frac{m_0^2c^6}{E} =$

$= \frac{Ec^2 - m_0^2c^6}{E}$ $\quad v_0 = c\sqrt{\frac{E - m_0^2c^4}{E}}$

~~$a = \frac{v_0^2}{R}$ $R = \frac{v_0^2}{a}$~~ $\quad R = v_0\tau_0 = c\sqrt{\frac{E - m_0^2c^4}{E}}\,\tau_0$

Ответ: $c\sqrt{\frac{E - m_0^2c^4}{E}}\,\tau_0$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ, Москва
Место проведения

NT 67-28
шифр

← Не заполнять
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27081

ФАМИЛИЯ Кармазин
ИМЯ Павел
ОТЧЕСТВО Александрович

Дата рождения 13.07.2003 **Класс:** 8

Предмет физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 04 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.18
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: ________

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

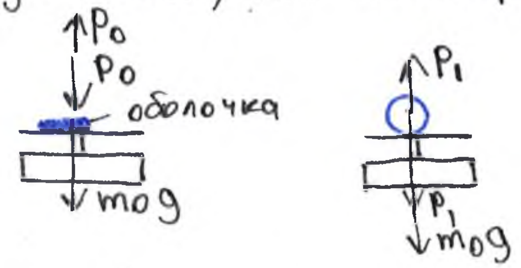
Вариант: 27081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ NT 67-28

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

Задача № 1.

1) Сначала кажется, что показания увеличатся, ведь в шарике воздух находится под большим давлением, чем атмосферное:



$P_0 < P_1$

2) Но, вспомнив закон Паскаля о давлении в газах и жидкостях, мы понимаем, что со стороны оболочки и весов действует такое же давление, а значит, показания весов не изменятся.

Задача №2.

1) Распишем ур. тепл. баланса для общей ситуации:

$m_{в.нач.} = x$

$m_{добавляемой} = y$

$\cancel{c}x(80-70) = \cancel{c}y(100-80)$

$10x = 20y$

$x = 2y$

⇓

доливать каждый раз нужно в 2р. меньше, чем уже налито.

2) Нарисуем таблицу:

Было, л	Налито, л	Стало, л
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{2} < 2$
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4} < 2$
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{9}{8} < 2$
$\frac{9}{8}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{27}{16} < 2$
$\frac{27}{16}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{81}{32} > 2$

max.V $\frac{27}{16}$ от 2л это $\frac{27}{32}$ сосуда

3) больше 2 ⇒ вода выльется, а max. $V = \frac{27}{16}$

4) Ответ: на $\frac{27}{32}$.

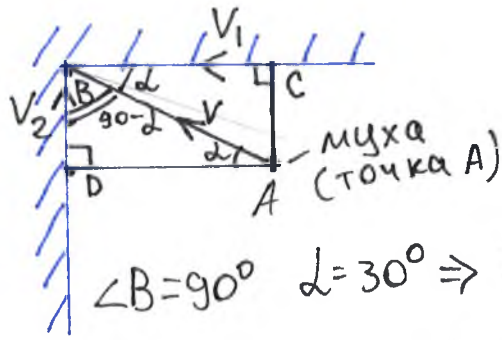
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27 081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ №Т 67-28

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

Задача №3.



$\alpha = 30^\circ$

1) ΔABC:

$\angle B = 90^\circ$ $\alpha = 30^\circ \Rightarrow AC = \frac{AB}{2}$

если $AC = x$, то $AB = 2x$, тогда:

$BC^2 + x^2 = (2x)^2$ (теорема Пифагора)

$BC^2 + x^2 = 4x^2$

$BC^2 = 3x^2$

$BC = \sqrt{3x^2}$

$BC = x\sqrt{3}$

(1) Время движения мухи по AB равно времени движения отражения по BC и BD:

$t_{AB} = t_{BC} = t_{BD}$

$t_{AB} = \frac{2x}{V}$

$t_{BC} = \frac{x\sqrt{3}}{V_1}$

$t_{BD} = \frac{BD}{V_2}$

$\frac{2x}{V} = \frac{x\sqrt{3}}{V_1}$

$\cancel{x}\sqrt{3} \cdot V = 2\cancel{x} V_1$

$V\sqrt{3} = 2V_1$

$\boxed{V_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} V}$

2) ΔABD:

$\angle DBA = 90 - \alpha = 60^\circ \Rightarrow \angle BAD = \alpha = 30^\circ$

$BD = \frac{AB}{2}$

если $BD = y$, то $AB = 2y$

По (1):

$\frac{y}{V_2} = \frac{2y}{V}$

$2V_2 y = yV$

$2V_2 = V$

$V_2 = \frac{V}{2}$

3) Поскольку зеркала перпендикулярны, муха не видит «отражения отражения» $\Rightarrow$ она видит только 2 отражения.

4) $V_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} V$

$V_2 = \frac{V}{2}$

Ответ: муха видит 2 отражения, их скорости равны $\frac{\sqrt{3}}{2} V$ и $\frac{V}{2}$.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

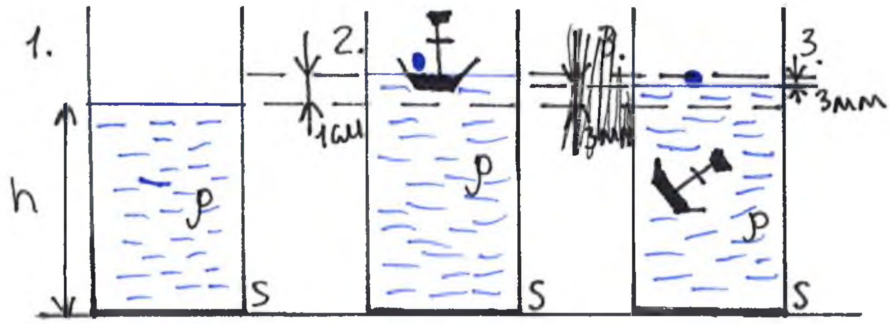
Вариант: 27081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ NT 67-28

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

Задача №4.

1)



$\frac{m_{кор.}}{m_e} = n = \frac{3}{2}$

2) усл. равновесия системы „2 сосуд":

$\rho h S = m_в.$

$(m_в. + m_e + m_к.)\cancel{g} = \rho \cancel{g} S(h + 0{,}01)$ 1см = 0,01м

$\cancel{\rho h S} + m_e + m_к. = \cancel{\rho h S} + 0{,}01\rho S$

① $m_e + m_к = 0{,}01\rho S$

3) усл. равновесия системы „3 сосуд": 7мм = 1см − 3мм = 0,007м

$(\rho h S + m_e + m_к)\cancel{g} = m_к \cdot \cancel{g} + \rho \cancel{g} S(h + 0{,}007)$

$\cancel{\rho h S} + m_e + \cancel{m_к} = \cancel{m_к} + \cancel{\rho h S} + 0{,}007\rho S$

② $m_e = 0{,}007\rho S$

4) Подставим ② в ①:

$0{,}007\rho S + m_к = 0{,}010\rho S$

$m_к. = 0{,}003\rho S$

5) $\frac{\rho_к}{\rho} = \frac{0{,}003\rho S}{\ldots} \approx 1{,}3$

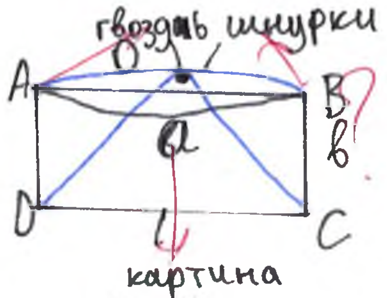
6) Ответ: примерно 1,3.

−

+

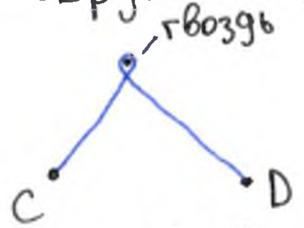
Задача №5.

1) Заметим, что по причине полного отсутствия трения между шнурком и гвоздем, необходим 2 шнурок. Точки его закрепления – C и D:



$L_{шнурков}$ – ?

Обязательно нужно обернуть 2 шнурок вокруг гвоздя:



Это поможет удержать картину: при ее „заваливании" вправо, от точки D будет действовать сила влево и наоборот.

Где сила?

$a = 3$ ф.
$в = 2$ ф.

2) Для минимальной длины шнурка гвоздь должен быть максимально близко к AB, т.е. длина 1 шнурка примерно a.

3) Обозначим гвоздь точкой O:
$DO = OC$, $AO = OB$, т.к. картина висит ровно.
По теореме Пифагора:
$AO^2 + AD^2 = DO^2$
$\left(\frac{a}{2}\right)^2 + в^2 = DO^2$
$\frac{a^2}{4} + в^2 = DO^2$
$\frac{3^2}{4} + 4 = DO^2$
$\frac{25}{4} = DO^2$
$DO = \frac{5}{2} = 2{,}5$ (ф.)

4) $L_{шнурков} = AB + 2 \cdot DO =$
$= a + 2 \cdot 2{,}5 =$
$= 3 + 5 = 8$ (ф.)

Ответ: ~~8 футов.~~

(—)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ВФ МЭИ

Место проведения

МЙ 32-41

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27091

ФАМИЛИЯ Коваленко

ИМЯ Марина

ОТЧЕСТВО Аркадьевна

Дата рождения 19.08.2002 **Класс:** 9

Предмет Физика **Этап:** Заключительный

Работа выполнена на 4 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

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

№3

Дано:
$m = 10$ кг
$\Delta T = 0,1$ К
$Q_{охл} = \frac{3}{4} Q$
$c = 4000 \frac{Дж}{К}$

Решение:

$E = mgh$

$h = \frac{E}{mg}$

$Q = cm\Delta T = 4000 \cdot 0,1 \cdot 10 = 4000$ Дж

$Q_{охл} = \frac{3}{4} Q = \frac{3}{4} \cdot 4000 = 3000$ Дж

$\Downarrow$

$E = Q - Q_{охл} = 4000 - 3000 = 1000$ Дж

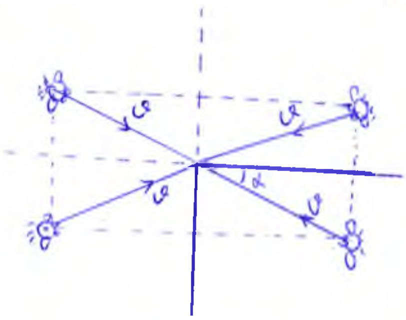
$h = \frac{E}{mg} = \frac{1000}{10 \cdot 10} = 10$ м

+

Ответ: 10 м

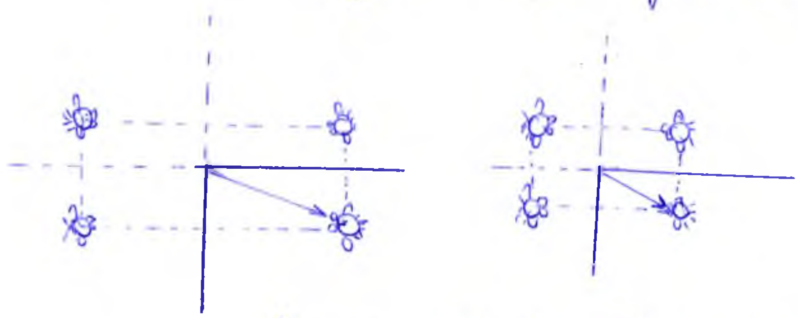
№2

Дано:
ϑ
$\alpha = 30°$

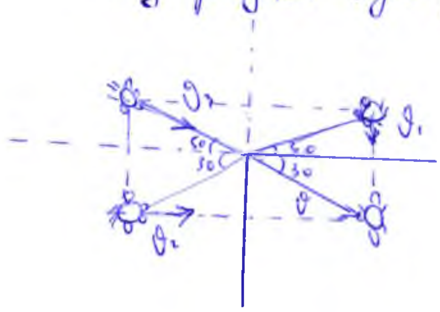


1) Муха видит 3 отражения.
2) т.к. муха летит к зеркалу со скоростью ϑ => все отражения летят к углу со скоростью ϑ

В С.О. мухи (зеркало движется на муху)



Из рисунков видно движение отражений:



Продолжение №2

Т.к. $\vec{\vartheta}_1$ лежит в прямоугольном треугольнике против угла в $30°$ $\Rightarrow$ $\vec{\vartheta}_1$ равен половине гипотенузы $\Rightarrow$

$\Rightarrow \vartheta_1 = \frac{\vartheta}{2}$

Рассмотрим ϑ^2 в прямоугольном треугольнике, тогда

$\vartheta_2^2 + \left(\frac{\vartheta}{2}\right)^2 = \vartheta^2$

т.к. лежит против угла в $30°$ в прямоуг. треуг.

$\vartheta_2^2 = \frac{3}{4}\vartheta^2$

$\vartheta_2 = \frac{\sqrt{3}\vartheta}{2}$

А ϑ_3 лежит на той же траектории, только теперь этому отражению надо преодолеть в 2 раза больше расстояние $\Rightarrow$

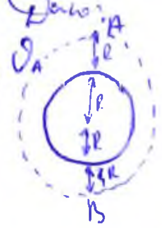
$\Rightarrow \vartheta_3 = 2\vartheta$.

Ответ: 1) муха видит 3 отражения, 2) $\vartheta_1 = \frac{\vartheta}{2}$; $\vartheta_2 = \frac{\sqrt{3}\vartheta}{2}$; $\vartheta_3 = 2\vartheta$.

+

№3

Дано: R, ϑ_A



Решение

1) Отрицательно заряженная частица сможет пройти по прямой через кольцо

2) Положительно заряженная частица будет отталкиваться от кольца $\Rightarrow$ пройдет по обходному кругу радиуса $2R$.

Тогда отриц. заряж. частица: $t_1 = \frac{4R}{\vartheta_A}$; полож. заряж. частица: $t_2 = \frac{2\pi \cdot 2R}{\vartheta_A}$

$$t_1 - t_2 = \frac{4R - 2R\cdot 2\pi}{\vartheta_A} = \frac{2R(2R-2\pi)}{\vartheta_A}$$

−

Ответ: $t_1 - t_2 = \frac{4R(R-\pi)}{\vartheta_A}$, Если $R > \pi \Rightarrow$

$\Rightarrow$ время увеличится, если $R < \pi$ – уменьшится

№4

Дано:

$\vec{p}_1 \perp \vec{p}_2$

$\vec{p}_1' = -\vec{p}_1$

$\vec{p}_2' = 5p_1$

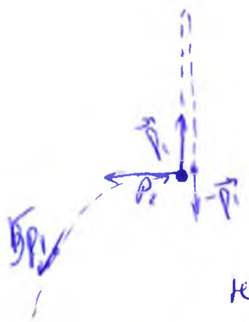
$m_1 = m$

$m_2 = 2m$

$p_1 : p_2 - ?$

Решение:

Т.к. в некоторый момент $\vec{p}_1' = -\vec{p}_1$ => можно понять, что 1-ое тело бросали вертикально вверх => 2-ое тело бросали горизонтально. Рассмотрим их движение:



Т.к. тело брошено вертикально вверх => => в момент, когда $\vec{p}_1' = -\vec{p}_1$ тело находилось на той же высоте, с которой его бросали.

Тогда $t_{под} = t_{спуск} = \frac{v - v_0}{g} = \frac{v_0}{g} \Rightarrow t = \frac{2v_0}{g}$,

где v_0 – начальная скорость, с которой было брошено 1-ое тело.

Тогда рас-м 2-ое тело: $t = \frac{V - V_0}{g}$, где V_0 – нач. скорость второго тела,

Т.к. $p_2' = 5p_1$ $\quad 2mV = 5mv_0 \Rightarrow V = 2{,}5v_0$

$$\frac{2v_0}{g} = \frac{2{,}5v_0 - V_0}{g} \Rightarrow V_0 = 0{,}5v_0 \text{. Тогда:}$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{mv_0}{2m \cdot 0{,}5v_0} = \frac{1}{1}$$

Ответ: $p_1 : p_2 = 1 : 1$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27091

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ МЙ 32-41

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

№5

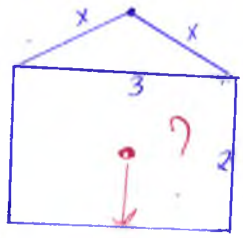
Дано:

$a = 3$ футa

$b = 2$ фута

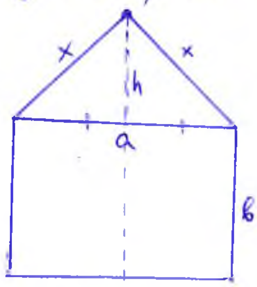
$l - ?$

Решение



введем x, где $l = 2x$

Чтобы картина держалась в равновесии, нужно, чтобы:



высота треугольника, стороны которого x, x и a, ~~тогда~~ равнялась высоте картины:

$h = b = 2$ фута.

~~Тогда x^2 =~~ Тогда, т.к. $\triangle$ — равнобедр (две его стороны равны x) $\Rightarrow$ медиана = высоте.

Тогда рассмотрим прямоуг. треуг., стороны которого: x, h, $\frac{a}{2}$. Тогда $x^2 = h^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2 = 2^2 + 1{,}5^2 = 4 + 2{,}25 = 6{,}25$

Тогда $x = \sqrt{6{,}25} = 2{,}5 \Rightarrow l = 2x = 2 \cdot 2{,}5 = 5$ футов

~~О.в~~ Ответ: ~~5 футов~~

(——)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Г. КРАСНОЯРСК

Место проведения

OL 77-40

шифр

← Не заполнять
Заполняется ответственным работником

Вариант № ________

ФАМИЛИЯ КОЗЛОВ

ИМЯ АНАТОЛИЙ

ОТЧЕСТВО ВАДИМОВИЧ

Дата рождения 06.02.2000 Класс: 11

Предмет ФИЗИКА Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 4 листах Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: ________

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

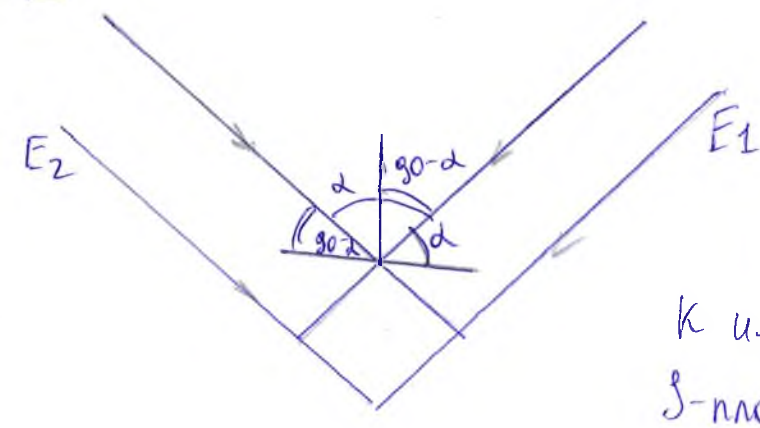
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ OL77-40

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

5.)



1) Введем величину потока световой энергии γ:

$\gamma = k S \cos\alpha$, где

k имеет размерность $\left[\frac{\text{свет. энерг.}}{м^2}\right]$

S - площадь площадки [$м^2$]

α - угол м/у нормалью к площадки и вектором E.

2) По условию для двух пучков имеем (когда площадка S $\perp$ каждому из пучков):

для $1^{ого}$ пучка

$$E_1 = \frac{\gamma_1}{\Delta t} = \frac{k_1 S \overset{=1}{\cos\alpha}}{\Delta t}$$

для $2^{ого}$:

$$E_2 = \frac{\gamma_2}{\Delta t} = \frac{k_2 S \overset{=1}{\cos\alpha}}{\Delta t}$$

(второй пучок проходит вскользь)

т. к. $E_2 = 2E_1 \Rightarrow k_2 = 2k_1$

(первый пучок проходит вскользь)

3) для произв-ого угла α м/у S и E_1 имеем:

$$E_\Sigma = E_1(\alpha) + E_2(\alpha) = \frac{k_1 S \cos(90-\alpha)}{\Delta t} + \frac{k_2 S \cos\alpha}{\Delta t} = \frac{k_1 S \sin\alpha}{\Delta t} + \frac{k_2 S \cos\alpha}{\Delta T} =$$

$$= \underbrace{\frac{k_1 S}{\Delta t}}_{const} \underbrace{(\sin\alpha + 2\cos\alpha)}_{\max\uparrow}$$

4) $f(\alpha) = \sin\alpha + 2\cos\alpha$, $f(\alpha)\uparrow\max \Rightarrow$

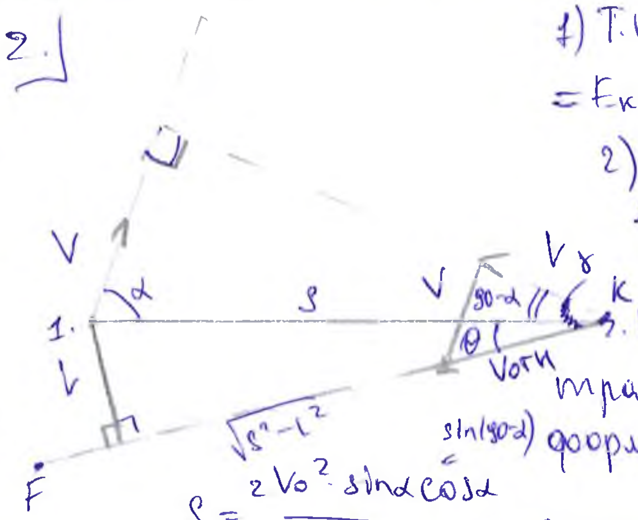
$f'(\alpha) = (\sin\alpha + 2\cos\alpha)' = \cos\alpha - 2\sin\alpha \Rightarrow \cos\alpha - 2\sin\alpha = 0$

$2\sin\alpha = \cos\alpha$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow$ угол, при котором достигается максимум.

Ответ: $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{2}$ или $\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{2}\right)$

2.



1) Т.к. по условию $m_1 = m_2$ и $E_{кин_1} = E_{кин_2}$, то $V_1 = V_2 = V$

2) Расстояние, пролетаемое шарами одинаковы, их нач. скорости одинаковы $\Longrightarrow$ это возможно при настильной и навесной траекториях, докажем это через формулу для дальности полета:

$$S = \frac{2V_0^2 \sin\alpha \overset{\sin(90-\alpha)}{\cos\alpha}}{g}$$

, отсюда видно, что одна и таже дальность достигается при двух разных углах α и $90-\alpha$, т.е. при таких траекториях сумма углов, под которыми бросают тела $= 90^\circ \Rightarrow V_1 \perp V_2$.

2) Перейдем в СО первого ~~головка~~ шара, тогда $V_{отн\,2^{ого}}$:

$$\vec{V_1} = \vec{V_0} + \vec{g}t_1, \quad \vec{V_2} = \vec{V_0} + \vec{g}t \Rightarrow \vec{V}_{отн} = \vec{V_0} + \cancel{\vec{g}t} - \vec{V_0} - \cancel{\vec{g}t} \Rightarrow$$ равномерное движение

FK - траектория движения $2^{ого}$ в СО $1^{ого}$.

L - мин. расстояние.

3) Т.к. $V_1 = V_2 = V$ и $V_1 \perp V_2$, то $\gamma = 90 - \alpha + \theta = 45^\circ \Rightarrow$

$$\alpha = 45 - \theta$$

4) Для дальности полета имеем:

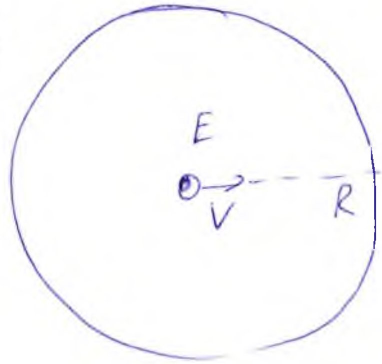
$$\frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} = S \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{S \cdot g}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{Sg}{\sin(90-2\theta)}} = \sqrt{\frac{Sg}{\cos 2\theta}} = \sqrt{\frac{Sg}{\cos^2\theta - \sin^2\theta}} =$$

$$\cos\theta = \frac{\sqrt{S^2-L^2}}{S}; \quad \sin\theta = \frac{L}{S} \Rightarrow \sqrt{\frac{Sg}{\frac{S^2-L^2-L^2}{S^2}}} = \sqrt{\frac{S^3 g}{S^2 - 2L^2}}$$

Ответ: $V = \sqrt{\dfrac{S^3 g}{S^2 - 2L^2}}$

±

4)



1) Энергия мюона складывается из его кинетической энергии =>

$E = E_k = \cancel{\frac{mV^2}{2}}$, отсюда скорость мюона: $V = \sqrt{\frac{2E}{m}}$

2) При максимальном значении R мюон только-только долетает до стены и перестает существовать =>

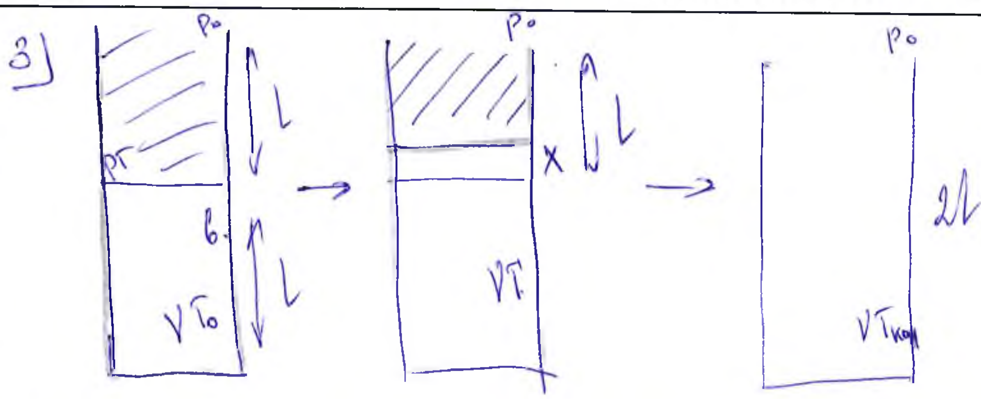
$R_{max} = V t_{жизни} = V\tau_0 = \sqrt{\frac{2E}{m}}\tau_0$

Ответ: $R_{max} = \sqrt{\frac{2E}{m}}\tau_0$

1. Если добавлять заряды на любой проводник, то его потенциал будет увеличиваться не до бесконечности, в какой-то критический момент происходит разрядка заряда в атмосферу – проскакивает искра; искра в обычных условиях проскакивает очень быстро, т.к. давление близко к атмосферному, ~~скоро~~ молекулы газа имеют довольно большие скорости; в этой же установке находится гелий под давлением много меньшим атмосферного т.е. скорость движения атомов гелия достаточно (относительно) малая, получается, что при столкновении с электронами, они не будут разлетаться на большие расстояния друг от друга, а значит электроны будут находится „кучкой" среди стержня, что и будет проявлять свечение. ?!

Как? Почему?!

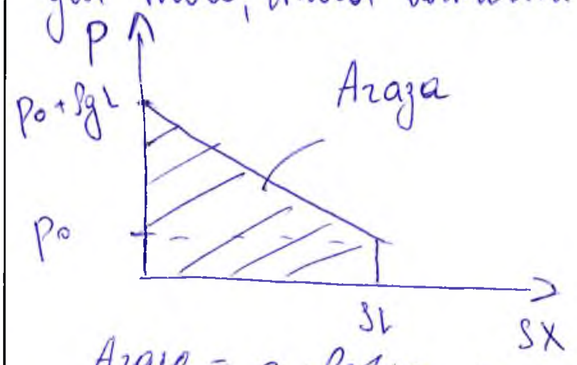
3)



1) Пусть воздух расширился на высоту x, тогда.
по 2ЗН:

$\rho g(L-x)+p_0=p_в$. => давление воздуха линейно зависит от величины x.

2) по 2ому началу термодинамики: $Q=\Delta U+A_г$, где $A_г$ — работа, которую должен совершить воздух для того, чтобы вытеснить ртуть



давление воздуха вначале:

$p_1=p_0+\rho g L$

давление воздуха в конце

$p_2=p_0$

$A_{газа}=\frac{p_0+\rho g L+p_0}{2}\cdot SL$

3) Имеем: $Q=\frac{5}{2}\nu R(T_к-T_0)+(p_0+\rho g\frac{L}{2})SL =$

$= Q=\frac{5}{2}\nu R(T_к-T_0)+(\frac{3}{2}\rho g L)SL$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ, Москва

Место проведения

TG 36-43

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ Кондауров

ИМЯ Леонид

ОТЧЕСТВО Романович

Дата рождения 23.04.2002 **Класс:** 10

Предмет Физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 3 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Конд

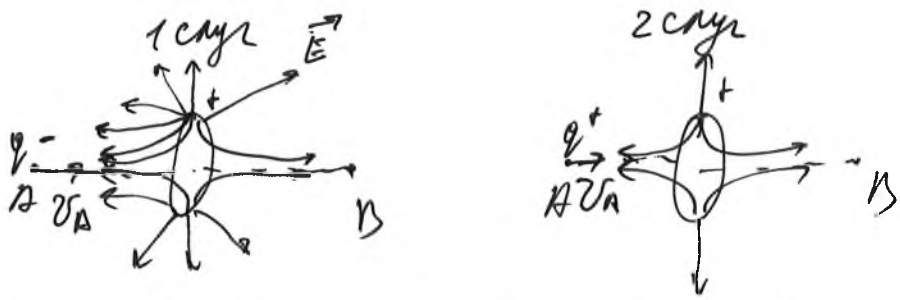
Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этап Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.

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

№1.

Дано: $R_1=R_2=R$
Q^+
q^-
q^+
v_A

Δt-?



1) в 1-м случае заряд частицы отрицателен, а значит до пересечения плоскости кольца он будет разгоняться под действием силы Кулона $F_{кл}=k\cdot\frac{|q|\cdot|Q|}{r^2}$, а затем тормозить.

F

2) во 2-м случае заряд положителен, => ~~ч~~ частица будет сначала тормозить, а затем разгоняться под действием той же самой силы Кулона по модулю.

3) т.к. $R_1=R_2$, то если поместить два заряда в эти точки, то $\varphi_A=\varphi_B$. а это значит, что при перемещении из точки A в точку B энергия не изменится.

~~но если время тор~~

=> время торможения равно времени разгона т.к. $F_{кл_1}=F_{кл_2}=F_{кл}$.
а это значит, что при изменении заряда время полета не изменится.

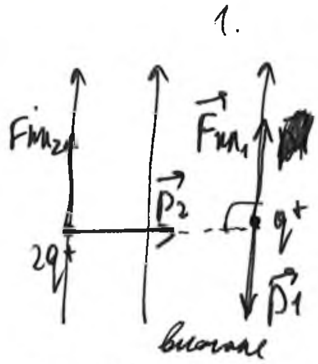
Ответ: не изменится.

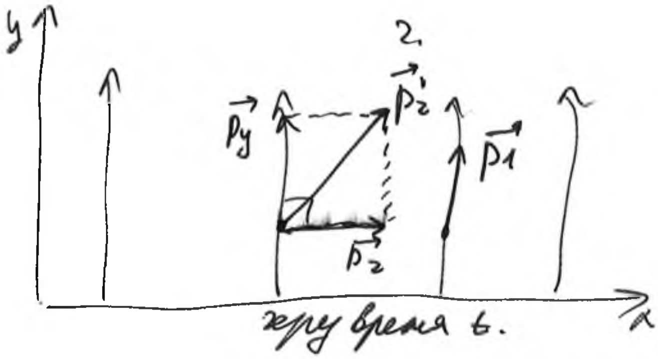
Задачи №2 - нет

№3.

Дано: $\vec{p_1}$; $\vec{p_2}$
$\vec{p_1}\perp\vec{p_2}$
$\vec{p_1}'=-\vec{p_1}$
$p_2'=5p_1$
$q_2=2q_1$
$p_2:p_1$-?

1) Пусть линии напряженности направлены в любую сторону, тогда:





Т.к. $q_2 = 2q_1 \Rightarrow$ не имеет значение знак заряда, пусть они положительны.

1) $F_{кл1} = k \cdot \dfrac{|Q| \cdot |q|}{l^2}$ $\quad F_{кл2} = k \dfrac{|Q||2q|}{l^2}$

$F_{кл2} = 2F_{кл1}$

2) $\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot t$ (по закону изм. имп.)

1.y: ~~$p_1 - p_1$~~

$p_1 - (-p_1) = F_1 t$

$2p_1 = F t$

$\Rightarrow \begin{cases} 2p_1 = F_1 t \\ p_y = F_2 t \end{cases}$ $\quad \dfrac{p_x}{2p_1} = 2$ $\quad p_y = 4p_1$

2.y: $p_y - 0 = F_2 \cdot t$

3) т.к. $\begin{cases} p_y^2 + p_2^2 = p_2'^2 \\ p_y = 4p_1 \\ p_2' = 5p_1 \end{cases}$ то. $16p_1^2 + p_2^2 = 25p_1^2$

$p_2^2 = 9p_1^2$

$\dfrac{p_2^2}{p_1^2} = 9$ $\quad \dfrac{p_2}{p_1} = 3$

Ответ: 3.

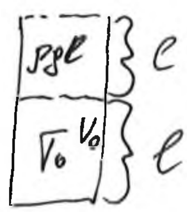
№4.

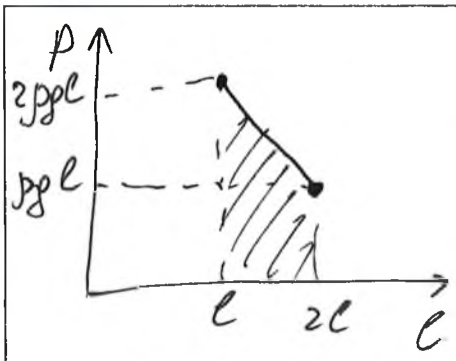
$p_0 = \rho g l$

Дано: $2l$
T_0 $l_1 = l_2 = l$
$p_0 = \rho g l$, где ρ - плотность ртути.

T_{min} - ?

1) Нарисуем график зависимости давления от высоты столба воздуха.





Тогда площадь под графиком это — $\frac{2\rho g l+\rho g l}{2}\cdot l = \frac{3}{2}\rho g l^2 \cdot S$. Домножим это на S, получим $\frac{3}{2}\cdot p_0\cdot V_0$, где V_0 — нач. объем.

$\frac{3}{2}p_0$ — давление газа, при котором воздух объем V_0 не вытеснит всю ртуть.

1) ~~Уравнение~~ Объединенный газовый закон:

$$\frac{p_0\cdot V_0}{T_0}=\frac{\frac{3}{2}\cdot p_0\cdot V_0}{T_1} \qquad \frac{1}{T_0}=\frac{3}{2T_1} \qquad 2T_1=3T_0 \qquad T_1=\frac{3}{2}T_0$$

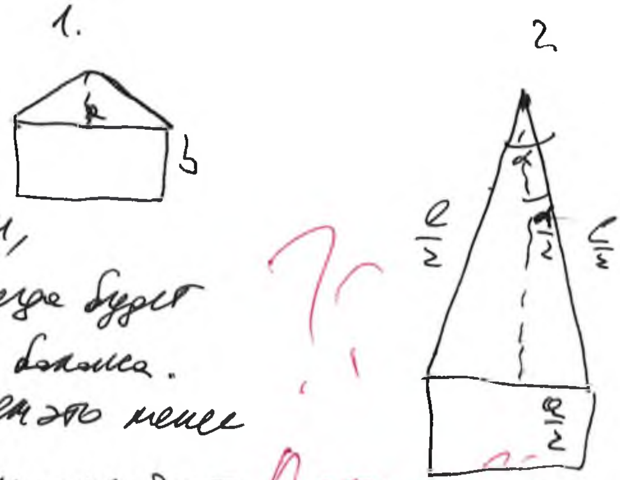
+

/если газ нагрели, а он еще не успел расшириться/

Ответ: $\frac{3}{2}T_0$

№5.

Дано: $a = 3$ ф
$b = 2$ ф
Найти: l



1). Т.к. $F_{тр}$ мы пренебрегаем, это значит что картина всегда будет наклоняться до уравновешивания баланса. Но чем длиннее нить, тем это менее заметно. а значит рассмотрим крайний момент, где нить разделена на $\frac{l}{2}$; $\frac{l}{2}$; а угол $\alpha \to 0$

? Почему?

$$\frac{l}{2}\cdot\sin\frac{\alpha}{2}=\frac{a}{2}$$

$$l\cdot\sin\frac{\alpha}{2}=a$$

$$l=\frac{a}{\sin\frac{\alpha}{2}}$$ т.к. $\frac{\alpha}{2}\to 0 \Rightarrow \sin\frac{\alpha}{2}\to 0 \Rightarrow l\to\infty$.

(—)

Ответ: ~~l должно быть бесконечно большим.~~

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ Г-200

Место проведения

6Г 68-52

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ КОПЫСОВ

ИМЯ АЛЕКСАНДР

ОТЧЕСТВО АНДРЕЕВИЧ

Дата рождения 08.03.2000

Класс: 11

Предмет ФИЗИКА

Этап: заключительный

Работа выполнена на 3-х **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Коп

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

III

№1.

Отрицательно заряженный электрод и заземленная металлическая камера создают напряженность $\vec{E}$, направленную от стенки камеры к электроду и увеличивающуюся по модулю при приближении к электроду. Почему?!

Т.к. помимо гелия в камере находятся свободные электроны ($\bar{e}$), Откуда? под действием $\vec{F}_э = \bar{e}\vec{E}$ они начинают ускоряться и на длине свободного пробега набирают достаточную кинетическую энергию ($E_к$), чтобы возбудить атомы гелия при столкновении с ними. Возбужденные атомы испускают фотоны, благодаря чему и светятся. Испустивший фотон атом возвращается в первоначальное состояние

Т.К. напряженность уменьшается при отдалении от электрода, электр?? уменьшается сила и следовательно ускорение. электроны после столкновения с атомом ~~гелием~~ не успевают набрать достаточной $E_к$ для возбуждения а третьего! другого, дальше расположенного атома.

−

№4.

Дано:
m
τ_0
E

$R = ?$

(1) $R = v \cdot t$

Т.к. мюон - элементарная частица и движется со скоростями сравнимыми со скоростью света (c), используем законы релятивистской механики.

(2) $t = \dfrac{\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ (3) $R = \dfrac{v\tau_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$

Рис?

(4) $E = \dfrac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ (7) $\dfrac{v^2}{c^2} = 1 - \dfrac{m_0^2 c^4}{E^2}$

(5) $\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}} = \dfrac{m_0 c^2}{E}$ (8) $v^2 = c^2\left(1 - \dfrac{m_0^2 c^4}{E^2}\right)$

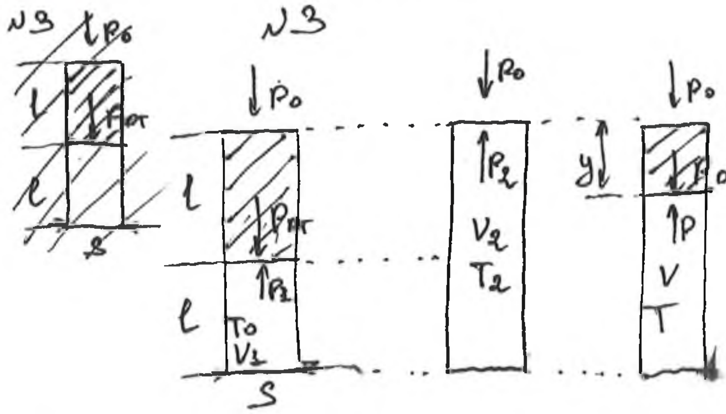
(6) $1 - \dfrac{v^2}{c^2} = \dfrac{m_0^2 c^4}{E^2}$ (9) $v = c\sqrt{1 - \dfrac{m_0^2 c^4}{E^2}}$

(5) → (3), (9) → (3): $R = \dfrac{c\sqrt{\dfrac{E^2 - m_0^2 c^4}{E^2}} \cdot \tau_0}{\dfrac{m_0 c^2}{E}} = \dfrac{c\tau_0 E}{m_0 c^2 E}\sqrt{E^2 - m_0^2 c^4}$

Ответ: $R = \dfrac{\tau_0}{m_0 c}\sqrt{E^2 - m_0^2 c^4}$ +

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

№3



$P_0 = l$ мм рт. ст.

$P_1 = P_{рт} + P_0 = l + l = 2l$ (мм.рт.ст.)

т.к. $\nu = const$ используем ур-ние Клапейрона

$\frac{P_1V_1}{T_0} = \frac{P_2V_2}{T_2}$ $\quad P_2 = P_0$

$\frac{2l\cdot l\cdot S}{T_0} = \frac{l\cdot 2l\cdot S}{T_2}$

$\frac{2l^2S}{T_0} = \frac{2l^2S}{T_2} \Rightarrow T_0 = T_2$ Вывод: газ, вытолкнув всю ртуть, охладится до начальной температуры

рассмотрим промежуточное положение

$\frac{P_1V_1}{T_0} = \frac{PV}{T}$ $\quad P = P_0 + P_{рт} = l+y$ (мм рт.ст.)

$V = (2l-y)S$

$\frac{2l\cdot l\cdot S}{T_0} = \frac{(l+y)(2l-y)S}{T}$

$\frac{2l^2}{T_0} = \frac{2l^2 - ly + 2ly - y^2}{T}$

$T = \frac{(2l^2 + ly - y^2)T_0}{2l^2}$ найдем такое T_{min}, при котором газ сможет вытолкнуть ртуть

$T'(y) = l - 2y$

$T'(y) = 0 \quad l - 2y = 0$

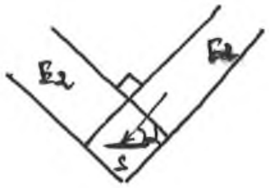
$y = l/2$

$T = \frac{\left(2l^2 + l^2/2 - (l/2)^2\right)T_0}{2l^2} = \frac{\left(2l^2 + l^2/2 - l^2/4\right)T_0}{2l^2} = \frac{(8+2-1)l^2T_0}{8l^2} = \frac{9}{8}T_0$

Ответ: $9/8\,T_0$

№5

$E_2 = 2E_1$

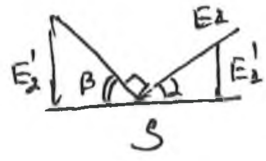


$E = E_1' + E_2'$

$E_1' = E_1 \cdot \sin\alpha$

$E_2' = E_2\cdot\sin\beta = E_2\sin(180-90-\alpha) = E_2\sin(90-\alpha) = E_2\cos\alpha.$

$E = E_1\sin\alpha + E_2\cos\alpha$



$E'(\alpha) = -E_1\cos\alpha + E_2\sin\alpha$

$E'(\alpha) = 0 \quad E_2\sin\alpha - E_1\cos\alpha = 0$

$2E_1\sin\alpha = E_1\cos\alpha \quad |: \cos\alpha,\ \cos\alpha \neq 0,\ \alpha \neq 90°$

$2\,tg\,\alpha = 1 \quad tg\,\alpha = \frac{1}{2} \quad \alpha = arctg\frac{1}{2}.$

Ответ: $arctg\frac{1}{2}$

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

№2

$E_{k1} = E_{k2}$

$\frac{m v_{01}^2}{2} = \frac{m v_{02}^2}{2}$

$\Rightarrow v_{01} = v_0^2$

$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ $S = \frac{2v_0^2 \sin\alpha\cos\alpha}{g}$

$t = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g}$.

т.к. $S_1 = S_2$, а $t_1 \neq t_2$

$\sin\alpha_1 \cos\alpha_1 = \sin\alpha_2 \cos\alpha_2$

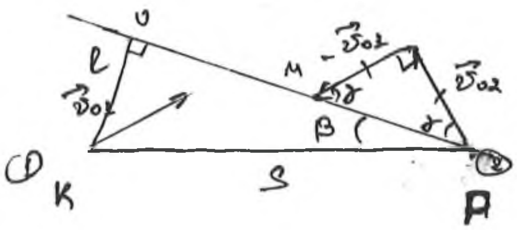
$\sin\alpha_1 \cos\alpha_1 = \cos(90-\alpha_1)\sin(90-\alpha_1)$

$\Rightarrow \alpha_1 + \alpha_2 = 90°$.

$\vec{r_1} = \vec{r_{01}} + \vec{v_{01}}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$

$\vec{r_2} = \vec{r_{02}} + \vec{v_{02}}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$

$\vec{r_2} - \vec{r_1} = \vec{r_{02}} - \vec{r_{01}} + (\vec{v_{02}} - \vec{v_{01}})t \Rightarrow$ траектория движения 2-го тела относительно первого – прямая линия



$\vec{PH} = \vec{v_{02}} - \vec{v_{01}}$

l_{min} когда $l \perp$ траектории, т.е. $KO \perp OP$.

$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha_2}{g}$

$\gamma + \gamma + 90° = 180°$

$\gamma = 45°$

$\sin\beta = \frac{l}{S}$

$\beta = \alpha_2 - 45°$ $\alpha_2 = \beta + 45°$.

$S = \frac{v_0^2 \sin(90+2\beta)}{g} = \frac{v_0^2 \cos 2\beta}{g} =$

$= \frac{v_0^2(1-2\sin^2\beta)}{g}$

$v_0 = \sqrt{\frac{S \cdot g}{1-2\sin^2\beta}} = \sqrt{\frac{S \cdot g}{1-\frac{2l^2}{S^2}}} = \sqrt{\frac{S^3 g}{S^2 - 2l^2}}$

?

1

Ответ: $v_0 = \sqrt{\frac{S^3 g}{S^2 - 2l^2}}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ВФ МЭИ

Место проведения

EV 92-25

шифр

← Не заполнять
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ Короткова

ИМЯ ЕЛИЗАВЕТА

ОТЧЕСТВО Андреевна

Дата рождения 18.09.2001

Класс: 10

Предмет физика

Этап: заключительный

Работа выполнена на 7 листах

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

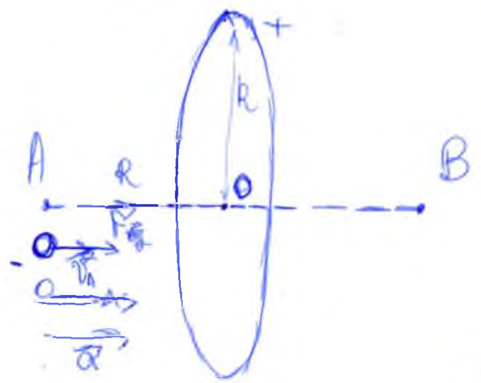
Подпись участника олимпиады: Акор

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

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

Задача – 1 ±

Рассмотрим движение частицы, когда она заряжена отрицательно:



Если у кольца заряд q_1, а у частицы – q_2, то по закону Кулона сила их взаимодействия равна $\frac{k|q_1|\cdot|q_2|}{\varepsilon R^2}$

Причем эта сила направляет частицу к кольцу, так как заряды разноименные.

Запишем 2 з. Ньютона для частицы на ось Ox:

масса частицы

$$ma = F = \frac{k|q_1|\cdot|q_2|}{\varepsilon R^2}$$

Тогда $a = \frac{k|q_1|\cdot|q_2|}{\varepsilon R^2 m}$

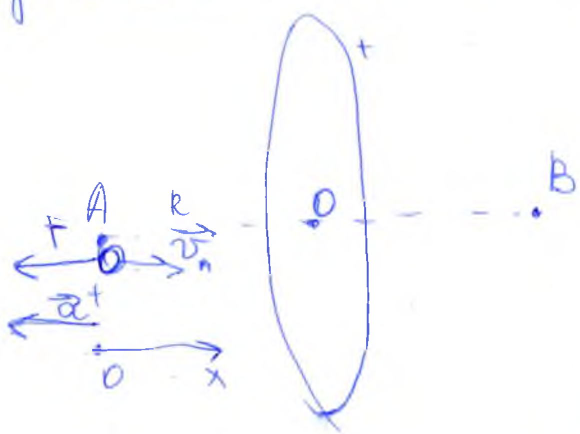
Это величина ускорения, с которым частица равноускоренно будет приближаться к центру кольца, а потом отдаляться равнозамедленно из-за разноименности зарядов.

И так как ускорения равны и отрезки $AO = OB = R$, то время, за которое проходит частица путь AO равно времени за которое проходит путь OB. Тогда, если $2t_1$ – это все время, то для отрезка AO записано следующее уравнение движения

№ 3 – нет

$\boxed{R = v_A t_1 + \frac{a t_1^2}{2}}$ (1)

Рассмотрим движение частицы, когда она заряжена положительно:



В данном случае сохраняется заряд кольца, но у частицы ~~от~~ меняется знак заряда. При этом сила взаимодействия не меняется по модулю, но меняется направление. И тогда ускорение из 2 З. Ньютона сонаправлено силе, а значит на участке АО - движение равнозамедленное и на ОВ – равноускоренное из-за одинакового знака зарядов. Пусть положительная частица проходит АВ за t_2, тогда для отрезка АО запишем следующее уравнение движения:

$R = v_A t_2 - \frac{a t_2^2}{2}$ (2) !?! $|\vec{a}| \neq const$!!

Приравняем 1 и 2 выражения и поделим на v_A:

$$t_1 + \frac{a t_1^2}{2 v_A} = t_2 - \frac{a t_2^2}{2 v_A}$$

Получаем, что $t_2 = t_1 + \frac{a(t_1^2 + t_2^2)}{2 v_A}$ ← всегда положительная величина

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

Значит, t_2 больше t_1 в любом случае.
Откуда выходит, что время движения после изменения заряда на положительный увеличится.
Ответ: увеличится.

Задача – 2

Дано:
S
L
$E_{k1}=E_{k2}$
$t_1 \neq t_2$
v_0 – ?

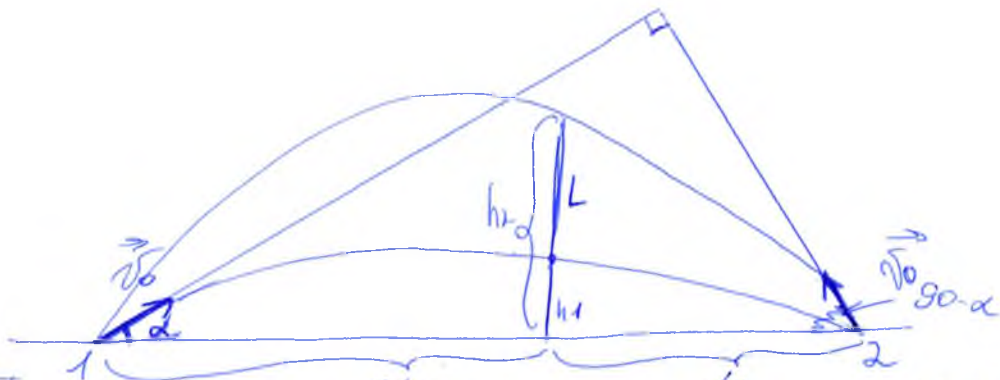
Решение:
Изобразим полет мячиков на уровне, где их кидают и ловят и тогда получим два траектории движение тела, брошенного под углом к горизонту.
При этом заметим, что по условию $E_{k1}=E_{k2} \Rightarrow$
$\frac{v_{01}^2 m}{2}=\frac{v_{02}^2 m}{2}$, откуда $v_{01}=v_{02}$, тогда пусть их кинули со скоростью v_0.
Но время полетов разное, а дальность одинаковая, значит они брошены под разными углами.
Найдем зависимость этих углов:
Дальность полета равняется $S=\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ для 1 мяча и для 2 – $\frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g}$, так как они равны, то $\sin 2\alpha = \sin 2\beta$, что возможно, если углы равны или $\alpha+\beta=90°$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

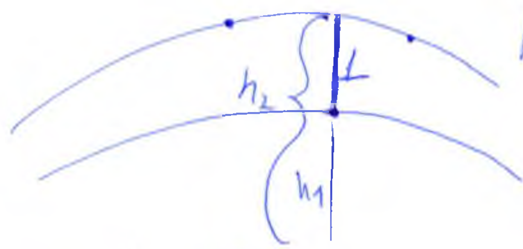
Вариант: 27101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ EV 92-28

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



Также по условию нам дано, что минимальное расстояние между мячами было — L, а минимальным расстояние бывает, когда высота 2 мяча равна в сумме L и высоте 1 мяча в данный момент времени. Причем такой момент бывает один раз, когда первая высота содержит вторую



Найдем v_0:

$h_1 = v_0 t \sin\alpha - \frac{gt^2}{2}$

$h_2 = v_0 t \underset{\sin(90-\alpha)}{\cos\alpha} - \frac{gt^2}{2}$ $\Rightarrow \{ v_0 t\cos\alpha = v_0 t\sin\alpha + L$ (1)

Также мы знаем, что $L_1 + L_2 = S$ в этот момент времени:

$L_1 = \cos\alpha\, v_0 t$

$L_2 = \sin\alpha\, v_0 t$ $\Rightarrow S = v_0 t(\cos\alpha + \sin\alpha)$ (2)

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

Изапишем дальность полёта для 1 мяча:

$$S=\frac{v_0^2\sin 2\alpha}{g}\quad(3)$$

Решим систему из 1, 2 и 3 выражения, что найти v_0:

$$\begin{cases} S=\dfrac{v_0^2\sin 2\alpha}{g} \\ S=v_0t(\cos\alpha+\sin\alpha) \\ L=v_0t(\cos\alpha-\sin\alpha) \end{cases}$$

$\frac{S}{L}=\frac{\cos\alpha+\sin\alpha}{\cos\alpha-\sin\alpha}$

$S\cos\alpha-S\sin\alpha=L\cos\alpha+L\sin\alpha$

$(S-L)(\cos\alpha=\sin\alpha(L+S)$

$\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}=\boxed{\frac{S-L}{L+S}}$; $(S-L)^2\cos^2\alpha=(L+S)^2-\cos^2\alpha(L+S)^2$

$\boxed{\cos^2\alpha=\frac{(L+S)^2}{2S^2+2L^2}}$

$\sin 2\alpha=2\cos\alpha\cdot\sin\alpha=2\frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}\cdot\cos^2\alpha=$

$=\left(\frac{S-L}{L+S}\right)\cdot\frac{(L+S)^2}{S^2+L^2}=\frac{S^2-L^2}{S^2+L^2}$

$$S=\frac{v_0^2(S^2-L^2)}{(S^2+L^2)\cdot g}$$

$$v_0=\sqrt{\frac{S(S^2+L^2)g}{S^2-L^2}}\Leftarrow$$

Ответ: $v_0=\sqrt{\frac{S(S^2+L^2)g}{S^2-L^2}}$

$\mp$

Задача – 4

Дано:

$a=3\varphi$

$b=2\varphi$

Решение:

Чем меньше длина, тем больше вероятность того, что он будет шататься, тогда получаем, что веревка должна быть длинной, причем угол, который будет между

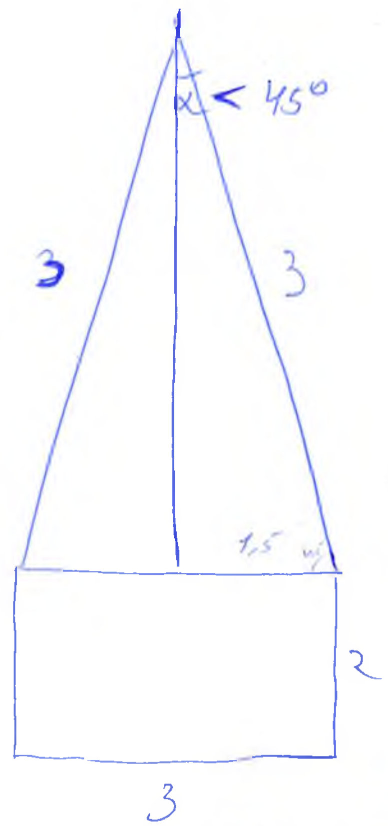
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ EV 92-25

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

обусловлено и одной частью веревки должен быть более 45°, а самый оптимальный вариант, когда 30°



Ответ: должна быть более ~~3√2~~

(—)

Задача 4

Дано:
$2L$
T_0
ℓ ниж рт
T_{min}

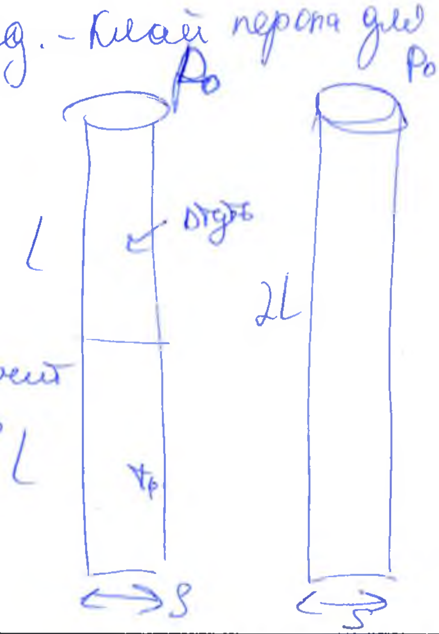
Решение:
Запишем У Менд.-Клап перона для 1 и 2 состояние:

$LS\cdot(2L\rho_{рт} g) = T_0 \nu R$

$2LS\cdot(L\rho_{рт} g) = T \nu R$

Видим, что $T_0 = T$ (значит остывает до T_0)

В этом равновесии когда дают теплоту Q, то она идет на изменение внутренней



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

энергии и на совершение работы
Работа идет на выталкивание ртути =>

$A = \frac{LS \cdot 3L}{2}$, тогда

$Q = \frac{i}{2} \nu R (T_{min} - T_0) + \frac{LS \cdot 3L}{2}$

$Q = (T_{min} - T) \cdot \nu C$

$\mp$

$\frac{LS \cdot 3L}{2} = \frac{3}{4} T_0 \nu R$ (из урав. Менделеева-Клайперона)

$(T_{min} - T)C = \frac{i}{2} R (T_{min} - T_0) + \frac{3}{4} T_0 R$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ

Место проведения

ЛП 32-47

шифр

← Не заполнять
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27071

ФАМИЛИЯ Котенко

ИМЯ Денис

ОТЧЕСТВО Андреевич

Дата рождения 16.03.2004

Класс: 7

Предмет физика

Этап: заключительный

Работа выполнена на 2 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Дк

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

N1

Зависит от газа каторым заполняют шарик.

−

N2

$v = 60$ км/ч
$u = 20$ км/ч
$t = 15$ мин

$\frac{1}{4}$ ч

$S_к$ за $\frac{1}{4}$ ч

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

$S_к = tu$

$S_к = 5$ (км)

$S_в$ до встречи с к.

$S_в = t \cdot v$

$S_в = 15$ (км)

$S_в - S_к = S_п$ (до встречи с к.)

$t_п = S_п : v$

$S_п = 15 - 5 = 10$ (км)

$t_п = \frac{10}{60}$

$t_п = \frac{1}{6}$ ч $= 10$ мин

t(выезда Васи) = 7.45 + $t_п$ = 7.55

+

Ответ: 7.55

N3

давление на брусок 4 давят бруски 6 и 5.

2

давление на брусок 1

$\frac{1}{2}$ давления кубиков 6,5,4 приходиться на брусок 2.

н4 – нет

1,5 + 1 = 2,5 б давят на 1

−
+

$\frac{2}{2,5} = \frac{1}{1,25}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

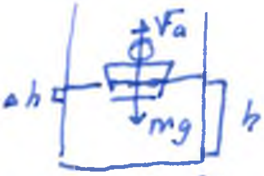
Вариант: 27071

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ 2b 32-47

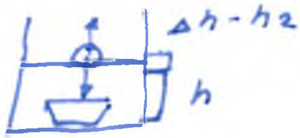
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

N5

I



II



$V = S_\Delta h$

I.

$F_a = V\rho_в g$

$mg = F_a$

$m_к = \frac{3}{2} m_e$

$m_e = \frac{2}{3} m_к$

$g \cdot 1\frac{2}{3} m_к = V \rho_в g$

$1\frac{2}{3} m_к = S \cdot \Delta h \cdot \rho_в$

$1\frac{2}{3} m_к = S \cdot 1 \cdot \rho_в$

$m_к = 1\frac{2}{3}(S \cdot \rho_в)$

$g \cdot \frac{2}{3} m_к = V g \rho_в$

$V = S(\Delta h - h_2) - V_{м.к}$

$\frac{2}{3} m_к = (S \cdot 0{,}7 - V_{мк}) \cdot \rho_в$

$m_к = \frac{2}{3}((S \cdot 0{,}7 - V_к) \cdot \rho_в)$

$1\frac{2}{3}(S \cdot \rho_в) = \frac{2}{3}((S \cdot 0{,}7 - V_к) \cdot \rho_в)$

$1\frac{2}{3} S \cdot 1\frac{2}{3} \rho_в = \frac{2 \cdot 7}{3 \cdot 10} S - \frac{2}{3} V_к \cdot \frac{2}{3} \rho_в$

$V_к = \rho_к \cdot m_к$

$1\frac{2}{3} S \cdot 1\frac{3}{3}\rho_в = \left(\frac{14}{30} S - \frac{2}{3} \rho_к m_к\right) \cdot \frac{2}{3} \rho_в$

$\frac{5S \cdot 5\rho_в}{\cancel{3}} = \frac{(1{,}4 S - 2\rho_к \cdot m_к) \cdot 2\rho_в}{\cancel{3}}$

$5S \cdot 5\cancel{\rho_в} = (1{,}4 S - 2\rho_к \cdot m_к) \cdot 2\cancel{\rho_в}$

$25 S = 1{,}4 S - 2\rho_к \cdot m_к$

$23{,}6 S = +2 V_к$

$11{,}8 S = V_к$

$\frac{2}{3} m_к = \frac{2}{3}(0{,}7 S - 11{,}8 S) \cdot \rho_в$

$\frac{2}{3} m_к = \frac{22{,}2}{3} S \cdot \rho_в$

$m_к = \frac{\cancel{22{,}2}^{11{,}1} S \cdot \rho_в \cancel{3}}{\cancel{3} \cdot \cancel{2}} = 11{,}1 S \cdot \rho_в$

$22{,}2 S \cdot \rho_в \cdot 3 = 5S \cdot 5\rho_в$

Ответ $\frac{\rho_в}{\rho_к} = \frac{3}{1}$

Т 6б

Лист 2 из 2

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МБОУ СОШ №11

Место проведения

VV 25 - 37

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27091

ФАМИЛИЯ Коханов

ИМЯ Алексей

ОТЧЕСТВО Валерьевич

Дата рождения 15.04.2002. **Класс:** 9

Предмет физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 3 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018.
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: ________

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

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

№3

Дано:

$m = 10$ кг

$\Delta T = 0{,}1$ K

$Q_{пт} = \frac{3}{4} Q$

$c = 4000 \frac{Дж}{К}$

$h - ?$

Решение

$$\eta = \frac{Q - Q_{пот}}{Q} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{Q}{4Q} \cdot 100\% = 25\%$$

$$\eta = \frac{A_п}{A_з} \cdot 100\% \Rightarrow \eta = \frac{mgh}{c\Delta T} \cdot 100\%$$

$A_з = Q$

$Q = c\Delta T$

$A_п = Fh$

$F = F_т$

$F_т = mg$

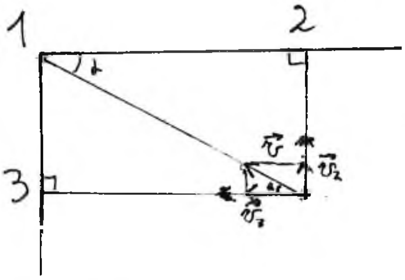
$$h = \frac{\eta c \Delta T}{mg \cdot 100\%}$$

$$h = \frac{25\% \cdot 4000 \frac{Дж}{К} \cdot 0{,}1 К}{10 кг \cdot 9{,}8 \frac{Н}{кг} \cdot 100\%} \approx 1 м.$$

Ответ: $h = 1$ м.

+

№2



$\alpha = 30°$

Муха будет видеть своё отражение, если её отраженное изображение попадёт в неё. Такое произойдёт в 3 случаях:

1) изображение, направленное в ребро
2) перпендикуляр к верхней оси
3) перпендикуляр к левому зеркалу

(1) В первом случае если муха со скоростью v приближается к ребру на x см, то изображение мухи тоже приближается к т. 1 на расстояние x, то есть скорость изображения относительно мухи: $v_{изобр1} = v + v = 2v$

(2) Во 2 случае муха приближается к зеркалу со скоростью $v_2 = v \sin\alpha$. Аналогично (1) скорость изображения отн. зеркала равна v_2, то есть

$v_{изобр2} = v\sin\alpha + v\sin\alpha = 2v\sin\alpha = v$

(3) В 3 случае муха приближается к зеркалу со скоростью $v_3 = v\cos\alpha$. Аналогично (1) скорость изображения отн. зеркала равна v_3. То есть

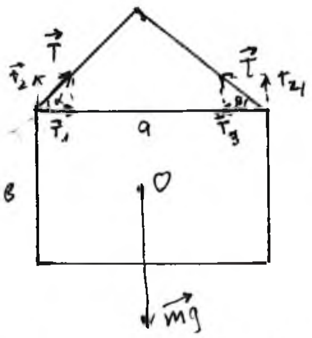
$v_{изобр3} = v_3 + v_3 = 2v\cos\alpha = \sqrt{3}v$

−
+

Ответ: 3 отражения; $2v$; v; $\sqrt{3}v$

№5

Изобразим картину и расставим силы, действующие на неё



Разложим силы T на составляющие

$T_1 = T\cos\alpha$

$T_2 = T\sin\alpha$

$T_3 = T\cos\beta$

$T_4 = T\sin\beta$

Запишем правило моментов относительно т. O:

$M_1 = M_2$

$T\sin\alpha\frac{a}{2} + T\cos\alpha\frac{b}{2} = T\sin\beta\frac{a}{2} + T\cos\beta\frac{b}{2}$??

$\sin\alpha\, a + \cos\alpha\, b = \sin\beta\, a + \cos\beta\, b$ (+)

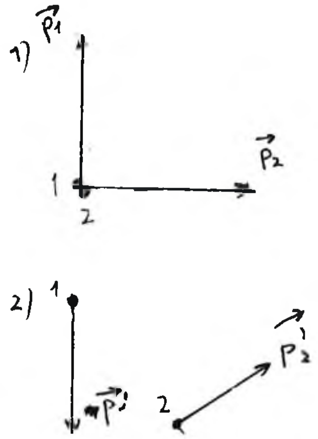
$a(\sin\alpha - \sin\beta) = b(\cos\beta - \cos\alpha)$

При $\alpha+\beta=90°$, получим: $a(\sin\alpha - \cos\alpha) = b(\sin\alpha - \cos\alpha) \Rightarrow \sin\alpha - \cos\alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 45°, \beta = 45°$

По теореме Пифагора: $(\frac{c}{2})^2 + (\frac{c}{2})^2 = a^2 \Rightarrow \frac{c^2}{2} = a^2 \Rightarrow c = \sqrt{2}\,a = 4{,}24$ (фт) ??

Ответ: 4,24 фт.

№4



ЗСИ: $\vec{p_1} + \vec{p_2} = \vec{p_2'} + \vec{p_1'}$

$\vec{p_1'} = -\vec{p_1}$

$\vec{p_1} + \vec{p_2} = \vec{p_2'} - \vec{p_1}$

$\vec{p_2'} = \vec{p_2} + 2\vec{p_1}$ $\Rightarrow (5p_1)^2 = p_2^2 + (2p_1)^2$

$p_2' = 5p_1$

$25p_1^2 = p_2^2 + 4p_1^2$

$p_2^2 = 21p_1^2$

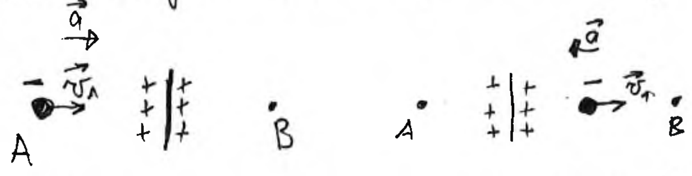
$p_2 = \sqrt{21}\,p_1$

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{\sqrt{21}} = \frac{\sqrt{21}}{21}$

Ответ: $\frac{\sqrt{21}}{21}$.

№1

Рассмотрим движение отрицательно заряженной частицы:

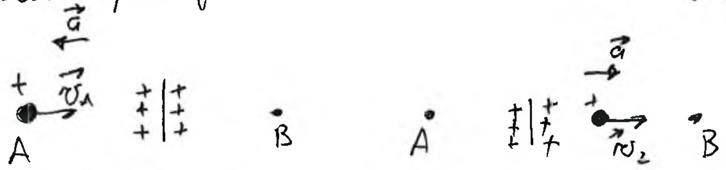


При сближение с кольцом, т.к. кольцо и частица имеют разноимённые заряды, они станут притягиваться => $v_1\uparrow$. После прохождения кольца частица и кольцо продолжат притягиваться, но уже $v\downarrow$ (будет ~~[illegible]~~ся).

Получаем среднюю скорость на участке до и после кольца:

$$v_{ср_1}=\frac{v+v+\Delta v}{2}=v+\frac{\Delta v}{2}$$

Рассмотрим движение положительно заряженной частицы



При сближение с кольцом, т.к. заряды одноимённы частица будет замедляться. После прохождения кольца из-за ~~[illegible]~~ одноимённости зарядов частица начнёт разгоняться.

Получаем среднюю скорость на участке до и после кольца:

$$v_{ср_2}=\frac{v+v-\Delta v}{2}=v-\frac{\Delta v}{2}$$

$v_{ср1}>v_{ср2}$ => время движения частицы увеличится.

Ответ: увеличится

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Москва, МЭИ

Место проведения

БГ 44-93

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ КРАВЦОВ

ИМЯ МИХАИЛ

ОТЧЕСТВО ВИКТОРОВИЧ

Дата рождения 22.02.2000

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 5 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.18
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ БГ 44-93

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

№4) E, m, τ_0

$R - ?$

Решение:

1) Рассмотрим перемещение частицы из точки „1" в т. „2": $S_{12} = R$. (0) Когда частица окажется в „2" она исчезнет.

2) Рассмотрим энергии частицы в начальном и конечном положениях:

$W_{нач} = W_1 = E$

$W_{кон} = W_2 = \frac{m\vartheta^2}{2}$

3) Т.к. $A_{неконс. сил} = 0$, то по закону сохранения энергии

$A_{неконс.} = W_1 - W_2 = 0$; $W_1 = W_2$; $E = \frac{m\vartheta^2}{2}$;

$\vartheta = \sqrt{\frac{2E}{m}}$ (1)

4) Распишем кинематические законы движения частицы:

$\vartheta = \cancel{\vartheta_0}^{0} + a\tau_0 = a\tau_0$; $a = \frac{\vartheta}{\tau_0}$ (2)

$S_{12} = \frac{\vartheta^2 + \cancel{\vartheta_0^2}^{0}}{2a} = \frac{\vartheta^2}{2a} \overset{(2)}{=} \frac{\vartheta^2 \cdot \tau_0}{2\vartheta} = \frac{1}{2}\vartheta\tau_0$ (3)

(1) → (3): $S_{12} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2E}{m}} \cdot \tau_0$ (4)

(0) → (4): $R = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2E}{m}}\,\tau_0$.

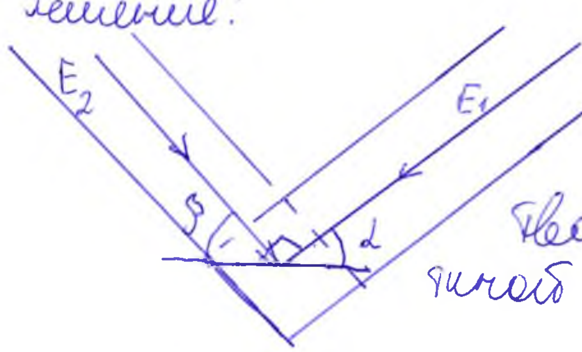
Ответ: $R = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2E}{m}} \cdot \tau_0$

№5.

Дано:
$E_2 = 2E_1$

$\alpha - ?$

Решение:



1) $\beta = 180 - 90 - \alpha = 90 - \alpha$.

2) Пусть E – количество получаемой пластиной S энергии.

3) Очевидно, что при повороте пластины с одного пучка будет проецироваться больше энергии, а с другого меньше. Найдём оптимальный угол, при котором пластина получает наибольшее кол-во энергии E_{max}

4) $E = E_2 \cos\beta + E_1 \cos\alpha = 2E_1 \cos(90-\alpha) + E_1 \cos\alpha =$

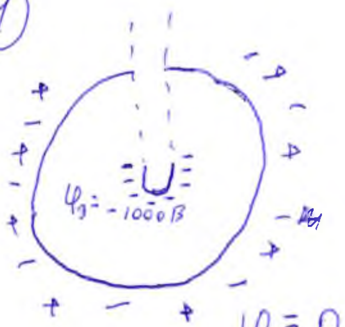
$= 2E_1 \sin\alpha + E_1 \cos\alpha \quad (1)$

5) E_{max}; $\dfrac{dE}{d\alpha} = 2E_1 \cos\alpha - E_1 \sin\alpha = 0$

$2\cancel{E_1}\cos\alpha = \cancel{E_1}\sin\alpha$; $2\cos\alpha = \sin\alpha \quad |:\cos\alpha$

$2 = tg\,\alpha$; $\alpha = arc\,tg\,2$. Ответ: $\alpha = arc\,tg\,2$.

1

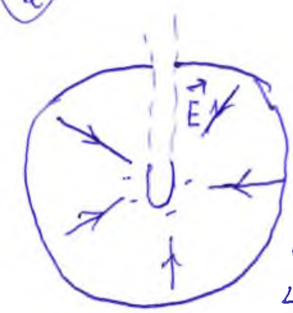


№ 1.

1) Так как камера заземлена, то потенциал камеры $= 0$. $\varphi_к = 0$.

2) После введения в камеру ~~отри-цательно заряж~~ электрода с отрицательным ~~зарядом~~ потенциалом, в камере начнется процесс ионизации гелия.

2



3) Частицы гелия теперь будут иметь заряд не равный нулю и начнут ориентироваться по линиям напряжённости, как показано на рисунке, около электрода.

4) Другими словами, электрод будет при-

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СГ 44-93

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

тягивать к себе частицы не

5) Так как теперь частицы гелия будут находится экстремально близко друг к другу газ уже нельзя считать идеальным. В области около электрода ~~нал~~ очень сильно возрастет давление и будет происходить взаимодействие между атомами гелия, вследствие чего будет выделятся энергия.

6) Часть выделившейся энергии пойдет на нагрев окружающей среды, а часть на образование света.

7) Тот факт, что мы видим свечение лишь в небольшой области объясняется малым количеством газа в начале эксперимента, ведь чем больше вещества взаимодействует, тем больше суммарная выделившаяся энергия.

№3

$2l$, T_0.

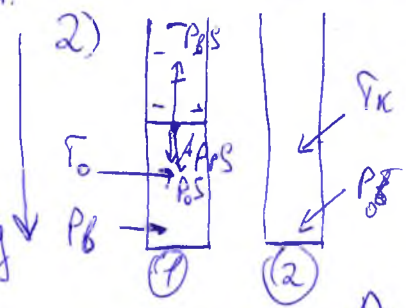
$P_0 = l$ мм. рт. ст.

T_x - ? ~~max~~ min

Решение:

1) Т.к. $P_0 = l$ мм рт. ст., $P_0 = \rho_р g l$.

2)



По 2 закону Ньютона для т. „A" до нагрева:

$y: -P_в S + P_р S + P_0 S = 0$

$P_в = P_р + P_0$, где

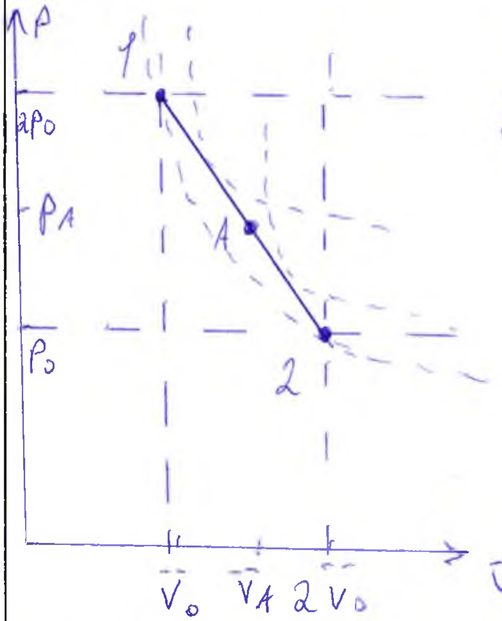
$P_р = \rho_р g l$.

Как видно, $P_р = P_0$, т.е.

$P_в = P_0 + P_0 = 2P_0$.

3) Начертим график изменения состояния газа в осях (PV).

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



Ур-ие Менделеева - Клапейрона:

до нагр: $P_6 V_0 = \nu R T_0$

$2P_0 \cdot 2V_0 = \nu R T_K$ } (:)

$\frac{T_K}{T_0} = \frac{P_6}{2P_0} = \frac{2P_0}{2P_0} = 1$

$T_0 = T_K$.

4) Как видно из графика, точки „1" и „2" лежат на одной изотерме, значит газ необходимо нагревать ~~на~~ до некоторого момента между этими точками.

5) Очевидно, что идя по графику от т. „1" к т. „2", сначала мы будем наблюдать повышение изотермы, а потом понижение изотермы.

6) Из соображений того, что ~~прямая~~ функция (1→2) – прямая, а значение функции состояния газа в начале и в конце одинаково и равно $2P_0V_0$, максимального значения ф-ия достигнет в т. „A". Причём A - середина отрезка (1;2)

7) т.к. „A" - середина, то проецируя ее на оси получим, что $V_A = \frac{2V_0 + V_0}{2} = \frac{3}{2}V_0$; $P_A = \frac{2P_0 + P_0}{2} = \frac{3}{2}P_0$.

8) Таким образом, ур-ие М-К:

A: $P_A V_A = \nu R T_{min}$; $\frac{3}{2}P_0 \cdot \frac{3}{2}V_0 = \nu R T_{min}$; $\frac{9}{4}P_0V_0 = \nu R T_{min}$

начало: $2P_0 \cdot V_0 = \nu R T_0$ (:)

$\frac{T_{min}}{T_0} = \frac{9 P_0 V_0}{4 \cdot 2 P_0 V_0} = \frac{9}{8}$

$T_{min} = \frac{9}{8} T_0$

Ответ: $T_{min} = \frac{9}{8} T_0$. +

№2.

Дано: s, l

ϑ_0 - ?

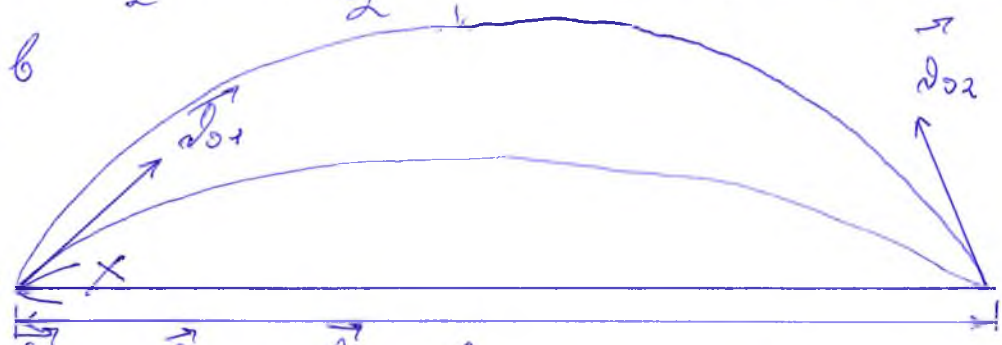
Решение:

1) Т.к. в условии сказано, что кинетические энергии в момент бросания одинаковы, ~~и~~ и массы одинаковы, то

$W_{кин_1} = W_{кин_2}$; $\frac{m\vartheta_{01}^2}{2} = m\frac{\vartheta_{02}^2}{2}$. $\vartheta_{01} = \vartheta_{02} = \vartheta_0$. (0)

2) Перейдём в СО первого шарика.

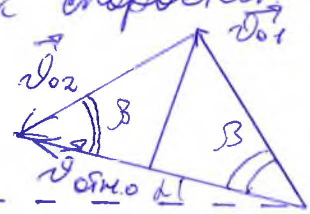
$\vec\vartheta_{абс} = \vec\vartheta_{отн} + \vec\vartheta_{пер}$,



где $\vec\vartheta_{абс} = \vec\vartheta_{01}$; $\vec\vartheta_{пер} = \vec\vartheta_{02}$ S

Изобразим векторный треугольник скоростей:

$\vec\vartheta_{пер} = \vec\vartheta_{отн} - \vec\vartheta_{абс}$

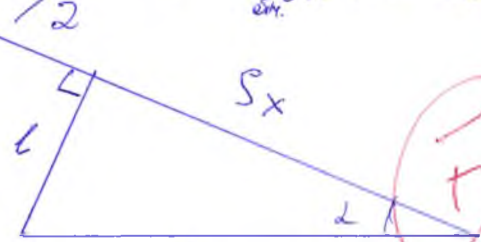


Теперь первый шарик покоится, а второй движется с нач. ск. $\vec\vartheta_{отн\,0}$ - - -

3) Найдём перемещение второго шарика, относительно первого:

$\vec S = \vec\vartheta_0\tau + \frac{\vec g\tau^2}{2}$ x: $S_x = \vartheta_{отн\,0x}\tau + \cancel{\frac{g_x\tau^2}{2}} = \vartheta_{отн\,0x}\tau = \vartheta_{отн\,0}\tau\cos\alpha$

Перпендикуляр опущенный на вектор перемещения и есть минимальное расстояние l.



$S\cdot\sin\alpha = l$; $l\cdot tg\alpha = S_x$; $l = \frac{S_x}{tg\alpha}$ } $l = \frac{\vartheta_{отн\,0}\tau\cos^2\alpha}{\sin\alpha}$

$S\sin\alpha = \frac{S_x}{tg\alpha} = \frac{\vartheta_{отн\,0}\tau\cos^2\alpha}{\sin\alpha}$

$S\cdot\sin^2\alpha = \vartheta_{отн\,0}\tau\cdot\cos^2\alpha$ |: $\cos^2\alpha$ $\vartheta_{отн\,0}\tau = \frac{l\sin\alpha}{\cos^2\alpha}$

$S\,tg^2\alpha = \vartheta_{отн\,0}\tau$; $tg\alpha = \sqrt{\frac{\vartheta_{отн\,0}\tau}{S}}$ → $\sin\alpha = \sqrt{\frac{l\sin\alpha}{S}}$; $\boxed{\sin\alpha = \frac{l}{S}}$

4) $\vartheta_{отн\,0} = 2\vartheta_0\sin\beta$ (из тригонометрии)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ВФ МЭИ

Место проведения

НZ 33-92

шифр

← Не заполнять
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27081

ФАМИЛИЯ Красильников

ИМЯ Константин

ОТЧЕСТВО Алексеевич

Дата рождения 30.04.2003

Класс: 8

Предмет физика

Этап: заключительный

Работа выполнена на 8 листах

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

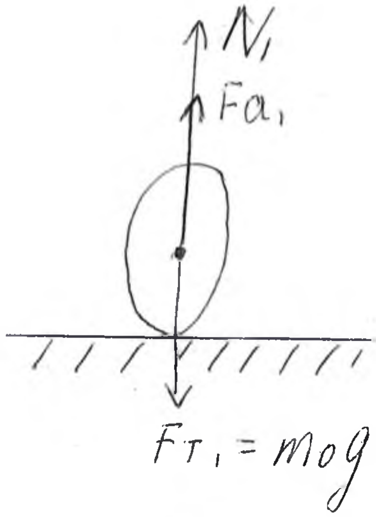
Подпись участника олимпиады:

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

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

Задача №1

1 случай:

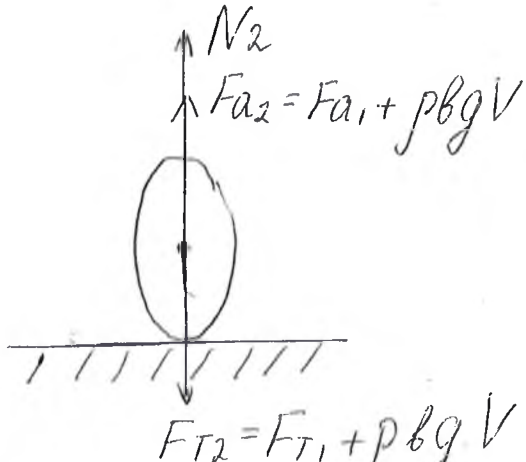


[Сила N_1 не учитывается при показании весов]

Тогда весы покажут:

$$m_1 = \frac{F_{T1} - Fa_1}{g}$$

2 случай:



[Сила N_2 не учитывается при показании весов]

Тогда весы покажут:

$$m_2 = \frac{F_{T2} - Fa_2}{g} = \frac{F_{T1} + \rho_в g V - Fa_1 - \rho_в g V}{g} =$$

$$= \frac{F_{T1} - Fa_1}{g}.$$ Т.е показания весов не изменятся

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 17081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ ⇨ 412 33-92

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

Ответ: показания весов не изменятся.

Задача №2. Сосуд может вмещать

~~(т)~~ массу $m=\rho_в V = 1\frac{кг}{л}\cdot 2\,л = 2\,кг$.

Пусть в сосуде находится вода при температуре 80°С массой m_1. Найдём массу воды при 100°С, которую нужно добавить (m_2)

Чтобы нагреть ~~(т)~~ воду, массой m_1 от 70°С до 80°С требуется энергия:

$$c_в m_1(80°С-70°С) = c_в m_2(100°С-80°С)$$

$$10c_в m_1 = 20c_в m_2$$

$$m_1 = 2m_2$$

$$m_2 = \frac{m_1}{2}$$

Изначально $m_1 = 1\frac{кг}{л}\cdot\frac{1}{3}\,л = \frac{1}{3}\,кг$

1) $\frac{1}{3}$ кг

2) Добавится при 100°С, $+\frac{1}{3}:2 = +\frac{1}{6}$ кг

3) $+\frac{\frac{1}{3}+\frac{1}{6}}{2} = +\frac{1}{4}$ кг

4) $+\frac{\frac{1}{2}+\frac{1}{4}}{2} = +\frac{3}{8}$ кг

5) $+\frac{\frac{3}{4}+\frac{3}{8}}{2} =$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ИZ 33-92

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

1) $\frac{1}{3}$ кг

2) Добавится горячей воды $+\frac{1}{3}:2=+\frac{1}{6}$ кг

3) $+\frac{\frac{1}{3}+\frac{1}{6}}{2}=+\frac{1}{4}$ кг

4) $+\frac{\frac{1}{3}+\frac{1}{6}+\frac{1}{4}}{2}=\frac{+\frac{3}{4}}{2}=+\frac{3}{8}$ кг

5) $+\frac{\frac{3}{4}+\frac{3}{8}}{2}=+\frac{9}{16}$ кг

$\frac{1}{3}+\frac{1}{6}+\frac{1}{4}+\frac{3}{8}+\frac{9}{16}=\frac{27}{16}$ кг

6) $+\frac{\frac{27}{16}}{2}=\frac{27}{32}$ кг, но $\frac{27}{32}+\frac{27}{16}=\frac{54+27}{32}$ кг $=$

$=\frac{81}{32}$ кг >2 кг.

Значит можно максимум налить в сосуд $\frac{27}{16}$ кг

Значит сосуд окажется заполнен на $\frac{\frac{27}{16}\text{кг}}{2\text{кг}}=\frac{27}{32}$ часть своего объёма

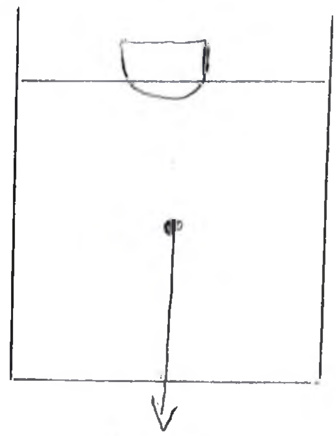
Ответ: на $\frac{27}{32}$.

+

+

Задача №4. Решим данную задачу при помощи метода расставления сил на дно и от дна сосуда.

1 случай: Кораблик с ежиком ~~не~~ плавает.



$F_{T_1} = m_e + m_k$

По сравнению с первоначальным случаем добавилась сила на дно F_{T_1}. Она стала компенсироваться изменением силы давления ~~на~~ от дна.

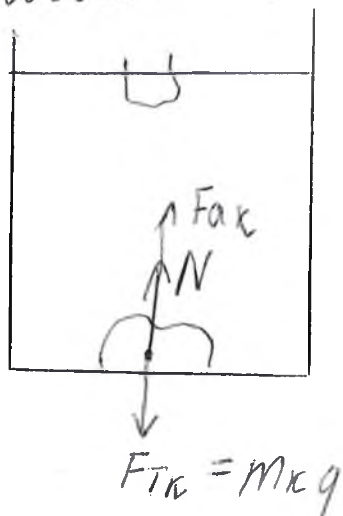
Т.е $(m_e + m_k)g = \rho_в g \Delta h_1 S$, где $h_1 = 1$см, а S – площадь сечения сосуда.

$(m_e + n m_e)g = \rho_в g \Delta h_1 S$

$m_e(n+1) = \rho_в \Delta h_1 S$

Откуда: $m_e = \dfrac{\rho_в \Delta h_1 S}{n+1}$

2 случай: коробка монет, ежик плавает



По сравнению с случаем №1 добавилась сила N. Она стала компенсироваться изменением силы давления на дно.

~~N=1)~~ Условие равновесия для кораблика: $N + F_{aк} = F_{тк}$

Откуда $N = F_{тк} - F_{aк} = m_к g - \rho_в g V_к =$

$= g(m_к - \rho_в V_к) = g\left(n m_e - \rho_в \cdot \frac{n m_e}{\rho_к}\right) =$

$= gn\left(m_e - \rho_в \frac{m_e}{\rho_к}\right) = g n m_e \left(1 - \frac{\rho_в}{\rho_к}\right) =$

$= gn \cdot \frac{\rho_в \Delta h_1 S}{n+1}\left(1 - \frac{\rho_в}{\rho_к}\right)$

$N = \rho_в g \Delta h_2 S$, где $\Delta h_2 = 3$ мм

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

$$g\, n\, \frac{\rho_в \Delta h_1 S}{n+1}\left(1-\frac{\rho_в}{\rho_к}\right)=\rho_в\, g\, \Delta h_2 S$$

$$n\,\frac{\Delta h_1}{n+1}\left(1-\frac{\rho_в}{\rho_к}\right)=\Delta h_2$$

$$1-\frac{\rho_в}{\rho_к}=\frac{\Delta h_2(n+1)}{n\,\Delta h_1}$$

$$\frac{\rho_в}{\rho_к}=1-\frac{\Delta h_2(n+1)}{n\,\Delta h_1}=$$

$$=\frac{n\,\Delta h_1-\Delta h_2(n+1)}{n\,\Delta h_1}$$

Тогда $\frac{\rho_к}{\rho_в}=\frac{n\,\Delta h_1}{n\,\Delta h_1-\Delta h_2(n+1)}=$

$$=\frac{\frac{3}{2}\cdot 1см}{\frac{3}{2}\cdot 1см-\frac{3}{10}см\left(\frac{3}{2}+1\right)}=2$$

$\rho_к$ - средняя плотность короб[л]я

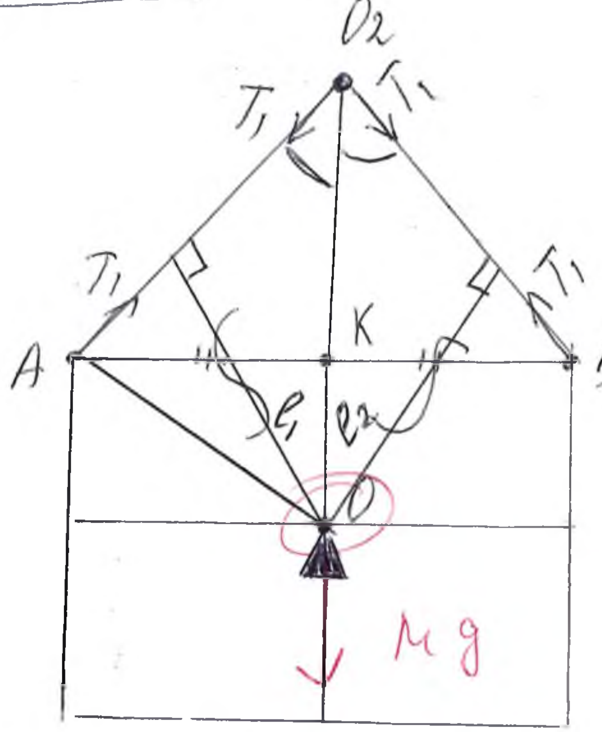
Ответ: $\frac{\rho_к}{\rho_в}=2$

$\frac{\rho_к}{\rho_в}=2$. (в 2 раза)

+10б

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

Задача №5.



~~Видно)~~ ~~Гвоздь~~ надо ставить так

?

1) Рассмотрим правило моментов ~~(отн.~~ т) относительно т. О: ??
т.к тело находится в равновесии, то

$T_1 l_1 = T_2 l_2 \Rightarrow l_1 = l_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow O_2O$ - биссектрисса $\triangle AO_2B$, а она и медиана $\Rightarrow \angle O_2AB = \angle O_2BA$

2) $AK = KB = \frac{a}{2}$

$O_2K = KO = \frac{b}{2}$

$\angle AKO_2 = \angle AKO$ (т.к $\angle O_2AB = \angle O_2BA$)

$\Rightarrow$

$\Sigma F = 0$?

$\Rightarrow \triangle AO_2K = \triangle AKO$ (по 2 катетам) $\Rightarrow$

$$\Rightarrow AO_2 = AO = O_2B = \sqrt{AK^2 + KO^2} =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{3}{2}\right)^2 + \left(\frac{2}{2}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{9}{4}ф^2 + 1ф^2} = \sqrt{\frac{13}{4}ф^2}$$

Тогда верёвка длины:

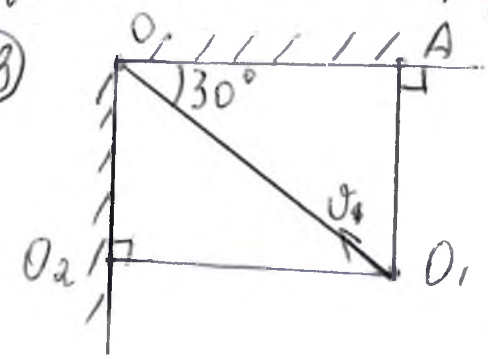
$$V = 2 \cdot \sqrt{\frac{13}{4}ф^2} = \sqrt{13}\,ф$$

Пересчитать!!!

+

Ответ: ~~√13 футов~~.

№3



Муха видит 2 отражения AO_1 и O_1O_2.

Скорость мухи в отражении $\cancel{\vartheta_2 = \frac{\vartheta}{2}} \neq$ $\vartheta_0 = \frac{\vartheta}{2}$ (напротив угла в 30° лежит катет равный половине гипотенузы)

Ответ: 2 отражения; $\vartheta_0 = \frac{\vartheta}{2}$.

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ВФ МЭИ

Место проведения

ИИZ 33-60

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 47081

ФАМИЛИЯ Кутейников

ИМЯ Сергей

ОТЧЕСТВО Дмитриевич

Дата рождения 04.12.2001

Класс: 8

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 5 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 17081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ ⇨ 072 33-60

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

1. Показания весов явно изменились. Если воздух в шарике имел большую плотность, чем плотность воздуха в комнате, то показания весов возможно незначительно, но увеличились. Если же шарик был надут тёплым воздухом (теплее чем в комнате), то ~~масс~~ показания весов или останутся прежними (компенсируется масса воздуха силой Архимеда) или уменьшатся.

2. Дано:

$V_ж = \frac{1}{3}$ л

$t_{кон} = 80°C$

$t_1 = 70°C$

$t_2 = 100°C$

Решение:

т.к. плотность воды 1 кг/л – то $m = \frac{1}{3}$ кг; т.к. ~~тут~~ при составлении уравнения тепл. баланса C – постоянно равно 4200 $\frac{Дж}{кг \cdot °C}$, то мы убираем его из уравнения:

$$\cancel{c\,m\,(80° - 70°) + m_2\,(80°C - 100°C}$$

$$m\,(t_{кон} - t_1) + m_2\,(t_{кон} - t_2) = 0$$

$$10 \cdot \frac{1}{3} - 20 m_2 = 0$$

$$2 m_2 - \frac{1}{3} = 0$$

$$m_2 = \frac{1}{6}\ (кг)$$

$$m_{в\,сос.} = m + m_2 = \frac{1}{3}\,кг + \frac{1}{6}\,кг = \frac{1}{2}\,кг$$

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

$m_{вос}(t_{кон.}-t_1)+m_3(t_{кон}-t_2)=0$

$\frac{1}{2}\cdot 10 + -20m_3=0$

$2m_3-\frac{1}{2}=0$

$m_3=\frac{1}{4}$

Можно заметить что доливают вдвое меньше чем было, значит можно просчитать сколько будут доливать на протяжении всего опыта:

$m_{вос_2}=\frac{1}{2}+\frac{1}{4}=\frac{3}{4}$ (кг)

$m_4=\frac{3}{4}\cdot\frac{1}{2}=\frac{3}{8}$ (кг)

$m_{вос_3}=\frac{3}{4}+\frac{3}{8}=\frac{9}{8}$ (кг)

$m_5=\frac{9}{8}\cdot\frac{1}{2}=\frac{9}{16}$ (кг)

$m_{вос_4}=\frac{9}{8}+\frac{9}{16}=\frac{18}{16}+\frac{9}{16}=$

$=\frac{27}{16}=\cancel{+1}$

$m_6=\frac{27}{16}\cdot\frac{1}{2}=\frac{27}{32}$ (кг)

$m_{вос_5}=\frac{27}{16}+\frac{27}{32}=\frac{54+27}{32}=\frac{81}{32}=2\frac{17}{32}$ -

больше чем может вместить

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

сосуд. Значит предыдущие кол-во максимально ($\frac{27}{16}$ кл / $1\frac{11}{16}$ кл), значит на $1\frac{11}{16}$ л - был заполнен сосуд, это $\frac{27}{32}$ - всего объёма.

Ответ: на $\frac{27}{32}$ - всего объёма.

4 Дано:

$m_к = 1{,}5 m_ё$

$l_1 = 1$ см

$l_2 = 0{,}7$ см

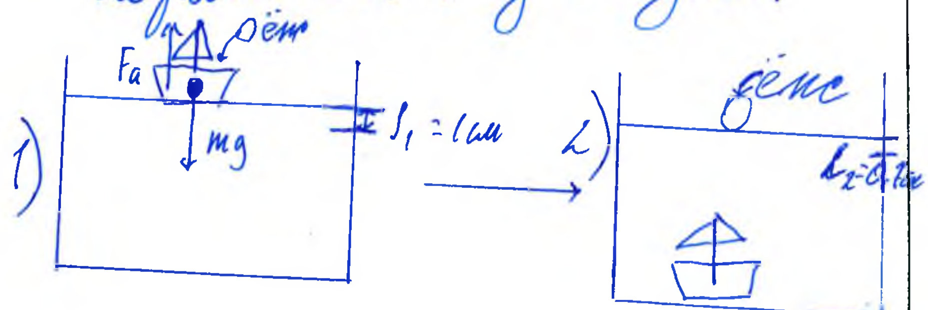
Найти:

$\frac{\rho_{м.к.}}{\rho_ж} = ?$

Решение:

~~Предположим, что ватерлиния корабля находилась почти у его борта~~, а ёжик, когда плавал, почти полностью был на поверхности.

Предположим, что ватерлиния корабля была у его дна:



$mg = F_a$

$2{,}5 m_ё = \rho_ж V_{т.п.}$

$2{,}5 V_к \rho_{м.к.} = \rho_ж V_{т.п}$

$\frac{\rho_{м.к.}}{\rho_ж} = \frac{2 V_{т.п}}{5 V_к}$

Т.к. когда кораблик пошёл на дно уровень воды ~~поднялся~~ опустился на

3 мл, значит объём всего корабля явно меньше, чем его погруженная в воду (на первом рисунке) часть.

$V_{м.к.} = \frac{10}{7} V_к$ ~~м.к. изм~~

? $\frac{\rho_{м.к.}}{\rho_ж} = \frac{2V_{м.к.}}{5V_к} = \frac{10}{7}V_к : 5V_к =$

$= \frac{20}{7}\cdot\frac{1}{5} = \frac{4}{7}$

Ответ: $\cancel{\frac{4}{4}}$ $\frac{\rho_{м.к.}}{\rho_ж} = \frac{4}{7}$

− 6б

+

3. Дано: $\alpha = 30^\circ$

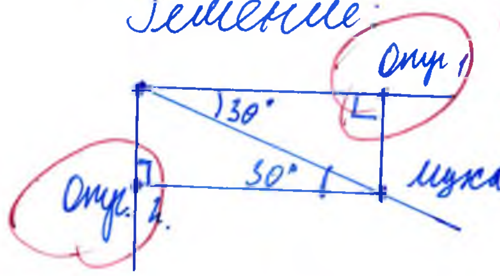
v - скор. мухи.

Найти:

$n_{опр} = ?$

$v_{опр} = ?$

Решение:



?

$n_{опр.} = 2$.

$S_{опр.1} = \sqrt{1-\frac{1}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{2}$

t - равно.

значит - $v_{опр_1} = \frac{\sqrt{3}}{2} v$

$S_{опр.2} = \sqrt{1}\ \frac{1}{2}$

t - равно.

значит - $v_{опр_2} = \frac{1}{2} v$

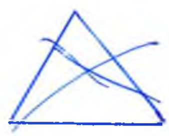
?

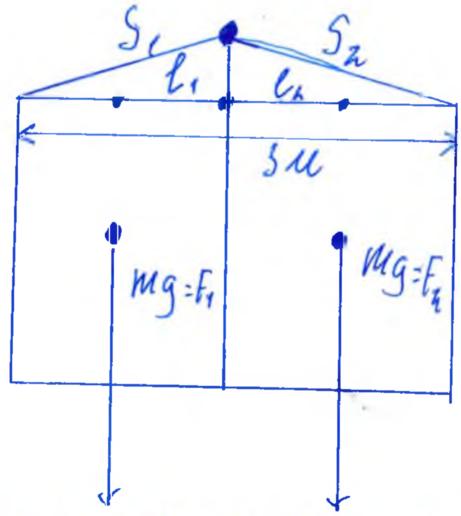
+

Ответ: $n_{опр} = 2$; $v_{опр_1} = \frac{\sqrt{3}}{2} v$; $v_{опр_2} = \frac{1}{2} v$

5. ~~За~~ В данном случае работает принцип рычага, чтобы равновесие соблюдалось. должно выполняться условие: $\frac{F_1}{F_2}=\frac{l_2}{l_1}$ →

$M=M.$





масса частей картины одинакова.

Но проще говоря, длина шнурка с одной стороны от гвоздя, должна быть равн. длине шнурка с другой стороны от гвоздя: $S_1=S_2$. Шнурок может ~~совпадать~~ совпадать с гранью картины и быть длиной 3м. Но я считаю что лучше всего будет закрепить ~~его~~ картину на 2м ниже гвоздя (чтобы было ~~то~~ легче повесить ровно), тогда длина шнурка должна быть равна.

~~$2\sqrt{1,5^2+2^2} = 2\cdot 2,5=5$ (м).~~

Ответ: ~~5м~~ от 3м до высоты, которую позволяет пол.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ССТ

Место проведения

ФЭП 17-47

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ КУЩ

ИМЯ АРТЁМ

ОТЧЕСТВО АЛЕКСАНДРОВИЧ

Дата рождения 01.03.2000

Класс: 11

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

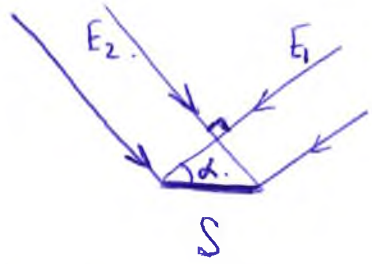
Работа выполнена на 5 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

№5. $E_2 = 2E_1$



1) Введём величину, показывающую, сколько энергии приходится на единицу площади за 1 сек.

$$\boxed{\Delta E = \frac{E}{S}}$$

2) Для E_1:

$S_1 = S\cdot\sin\alpha$

$\Delta E_1 = \frac{E_1}{S}$

−

$E_1^* = \Delta E_1 \cdot S_1 = \frac{E_1}{\cancel{S}}\cdot\cancel{S}\cdot\sin\alpha = E_1\cdot\sin\alpha$.

3) Для E_2:

$S_2 = S\cdot\cos\alpha$

$\Delta E_2 = \frac{E_2}{S}$

$E_2^* = \frac{E_2}{S}\cdot S\cdot\cos\alpha = E_2\cos\alpha$.

4) $E_{полн} = E_1^* + E_2^*$

$E_{полн} \longrightarrow макс$.

$\Downarrow$

$(E_{полн})' = 0 = (E_1^*)' + (E_2^*)^2$

$0 = (E_1\sin\alpha)' + (E_2\cos\alpha)'$

$0 = E_1\cos\alpha - E_2\sin\alpha$.

$E_1\cos\alpha = E_2\sin\alpha$.

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{E_1}{E_2}$

+

5) Заменим E_2:

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{E_1}{2E_1} = \frac{1}{2}$.

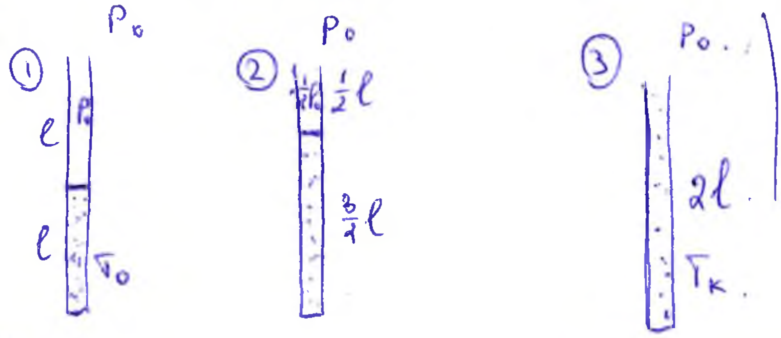
$\angle\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{2}\right)$.

Ответ: $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{2}$ или $\angle\alpha = \operatorname{arctg}\left(\frac{1}{2}\right)$.

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

№3.

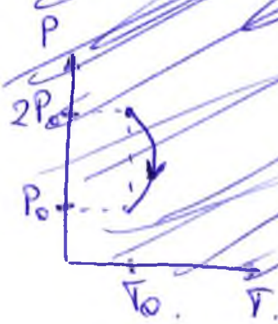
Дано:
$2l$
T_0
$l_{мм.рт.ст.}$



В случае ①
$P_{ртути} = P_0$
(исходя из дано, что $l_{мм.рт.ст.} = P_0$)

1) $PV = \nu RT$ (Клап.-Менд.).
Пусть $\nu R = \alpha$.
$T = \dfrac{PV}{\alpha}$.

2) ~~Составим график зависимость~~ $P(t)$ от T ~~в нижней части колбы.~~



~~(1)~~

2) Рассмотрим два состояния: ① и ③

(1) $\dfrac{P_0 \cdot 2 \cdot l \cdot S}{\alpha} = T_0$

(2) $\dfrac{P_0 \cdot l \cdot 2 \cdot S}{\alpha} = T_к$.

$T_0 = T_к$.

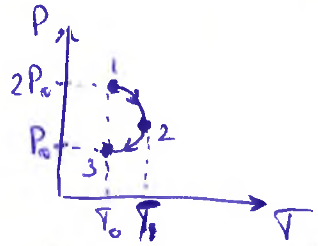
В таком случае ртуть вылилась бы сразу.

3) Значит температура изменяется по закону:

$T = \dfrac{P(t) \cdot V(t)}{\alpha} \longrightarrow$ макс

$T' = 0 = \left(\dfrac{P(t) \cdot V(t)}{\alpha}\right)'$

График зависимости P от T в воздухе в нижней части колбы:



$V = l \cdot S$

~~$P_в = k \cdot l \cdot S$~~

4) $P_в = P_{рт} + P_0$.
$P_{рт}$ изменяется линейно и зависит от l.
$P_в = k \cdot P_0 + P_0$
$l_в = 2l - k \cdot l$

5) $T_в = \dfrac{(kP_0 + P_0) \cdot (2l - kl) \cdot S}{\alpha}$.

$(T_в)' = 0 = \left(\dfrac{S}{\alpha} \cdot P_0(k+1) \cdot l(2-k)\right)'$

~~$\frac{S}{\alpha} \neq 0 \Rightarrow [0 = (P_0(k+1) \cdot l(2-k))']$~~

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

$$0=\left(\frac{(P_0 k+P_0)S}{\alpha}\cdot(2l-lk)\right)'$$

$$0=\left(\frac{P_0kS+P_0S}{\alpha}\right)'\cdot(2l-lk)+\left(\frac{P_0kS+P_0S}{\alpha}\right)\cdot(2l-lk)'$$

$$0=\left(\frac{P_0S}{\alpha}+0\right)\cdot(2l-lk)+\left(\frac{P_0kS+P_0S}{\alpha}\right)\cdot(-l).$$

$$l\cdot\frac{P_0kS+P_0S}{\alpha}=\frac{P_0S}{\alpha}(2l-lk).$$

$$\cancel{l\cdot P_0\cdot\frac{S}{\alpha}}(k+1)=\cancel{\frac{P_0S}{\alpha}\cdot l}(2-k).$$

$$k+1=2-k.$$

$$2k=1$$

$$\boxed{k=\frac{1}{2}.}$$

+

б) Когда высота ртути в колбе будет равна $\frac{1}{2}l$, $T_{воздуха}$ будет максимально:

$$\frac{PV}{\alpha}=T$$

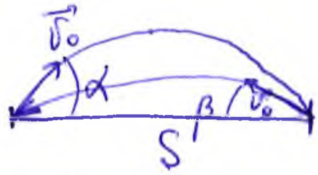
$$\cancel{(1)\ \frac{2P_0l\cdot S}{\alpha}=T_0 \quad (2)\ \frac{\frac{1}{2}P_0\cdot\frac{1}{2}l\cdot S}{\alpha}=T_в \Rightarrow T_в=\frac{1}{4}\frac{P_0l\cdot S}{\alpha}}$$

$$\begin{cases}(1)\ \dfrac{2P_0\cdot l\cdot S}{\alpha}=T_0\\ (2)\ \dfrac{\left(P_0+\frac{1}{2}P_0\right)\cdot\left(l+\frac{1}{2}l\right)\cdot S}{\alpha}=T_в.\end{cases} \Rightarrow T_в=\frac{9}{4}\frac{P_0l\cdot S}{\alpha}=\frac{9}{4}\cdot\frac{T_0}{2}=\frac{9}{8}T_0.$$

Ответ: $T_{макс}=\frac{9}{8}T_0$

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

№2.
Дано:
S
l



$E_{k_1} = E_{k_2} \Rightarrow v_{0_1} = v_{0_2} = v_0$

1) $x = v_x t$
$y = v_y t - \frac{gt^2}{2}$.

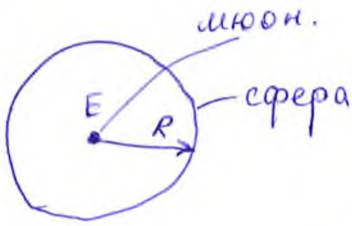
2) $x_1 = v_0 \cos\alpha t$ $\quad x_2 = v_0 \cos\beta t$.
$y_1 = v_0 \sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$. $\quad y_2 = v_0 \sin\beta t - \frac{gt^2}{2}$.

3) $(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 = l^2$ (по т. Пифаг.).
~~макс~~ l-мин.

$((x_1-x_2)^2 + (y_1-y_2)^2)' = (l^2)' = 0$.
$2(x_1-x_2)(x_1-x_2)' + 2(y_1-y_2)(y_1-y_2)' = 0$
$(v_0\cos\alpha t - v_0\cos\beta t)(v_0\cos\alpha - v_0\cos\beta) = -(v_0\sin\alpha t - v_0\sin\beta t)(\sin\alpha v_0 - \sin\beta v_0)$.
$\underbrace{\cos^2\alpha + \sin^2\alpha}_{1} + \underbrace{\cos^2\beta + \sin^2\beta}_{1} = 2\sin\alpha\sin\beta + 2\cos\alpha\cos\beta$.
$\sin\alpha\sin\beta + \cos\alpha\cos\beta = 1$.

Не дорешал.

№4.
Дано:
m, τ_0.
E
$R = ?$



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

1) $R = S = v_0 \cdot t$.
$R = v \cdot \tau_0$

2) $v = \sqrt{\frac{2E}{m}}$

3) $R = \sqrt{\frac{2E}{m}} \cdot \tau_0$.

Ответ: $R = \sqrt{\frac{2E}{m}} \cdot \tau_0$.

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

№1.

$P \ll P_0$

$P_0 = P_{атм}$.

Если камера сделана из стали (проводит эл. ток) и заземлена, то $\varphi_{кам} = 0$.

$\varphi_{электрод} = -1000$ В.

$\varphi_{кам} - \varphi_{электрод} = 1000$ В. (возникает разность потенциалов).

Исходя из фундаментальных законов физики, [каких?] ~~что~~ если есть разность потенциалов, то возникает электр. ток.

~~Атом~~ ~~Гел~~ Гелий касается стенки камеры, получает положительный заряд, затем начинает притягиваться к электроду, ~~отдаёт~~ ~~отрицат~~ подлетая к нему, происходит пробой ~~...~~ с выделением света и тепла. И так всё ~~по~~ повторяется.

(——)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МБОУ СОШ №11	XV 70-73	← **Не заполнять**
Место проведения	шифр	**Заполняется ответственным работником**

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Мартын

ИМЯ Андрей

ОТЧЕСТВО Дмитриевич

Дата рождения 22.03.2000 **Класс:** 11

Предмет Физика **Этап:** Заключительный

Работа выполнена на 3 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Мд

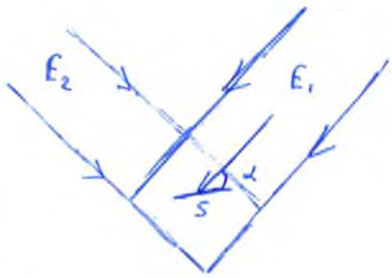
Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111 ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ XY 70-73

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

№5.



Найдём зависимость энергии, получаемой пластиной, от угла.

Для I пучка:

$E_1' = E_1 \sin\alpha$

Для II пучка:

$E_2' = E_2 \cos\alpha$

Составим функцию для общей энергии:

$f(\alpha) = E_1 \sin\alpha + E_2 \cos\alpha$

Для нахождения наибольшего значения найдём производную:

$f'(\alpha) = E_1 \cos\alpha - E_2 \sin\alpha$

При этом $E_2 = 2E_1$

$f'(\alpha) = E_1 \cos\alpha - 2E_1 \sin\alpha$

$f'(\alpha) = 0$:

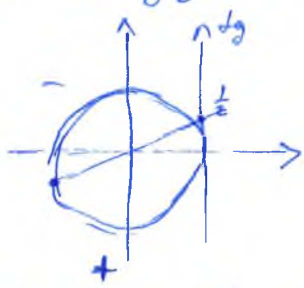
$E_1 \cos\alpha = 2E_1 \sin\alpha$

$\cos\alpha = 2\sin\alpha$

$1 = 2\,tg\,\alpha$

$tg\,\alpha = \frac{1}{2}$

$\alpha = arctg\frac{1}{2} + \pi n$



$\alpha_{max} = arctg\frac{1}{2}$, при этом α - острый

Ответ: максимальное значение достигается при $\alpha = arctg\frac{1}{2}$, где α - острый угол.

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

№4.

Согласно ~~зако~~ теории относительности:

$E = m_0 c^2$, где $m_0 = \frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$ и c – скорость света в вакууме.

Значит энергия равняется:

$$E = \sqrt{\frac{mc^2}{1-\frac{v^2}{c^2}}} \Rightarrow E^2 = \frac{m^2c^6}{c^2 - v^2}$$

Выразим v:

$$E^2c^2 - E^2v^2 = m^2c^6$$

$$v^2 = \frac{E^2c^2 - m^2c^6}{E^2}$$

$$v = \sqrt{\frac{E^2c^2 - m^2c^6}{E^2}} = \frac{c}{E}\sqrt{E^2 - m^2c^4}$$ – скорость мюона

Радиус равен расстоянию, которое пролетит мюон

$\Rightarrow R = S = v\tau_0$

Подставим v:

$$R = \frac{c\tau_0}{E}\sqrt{E^2 - m^2c^4}$$

+

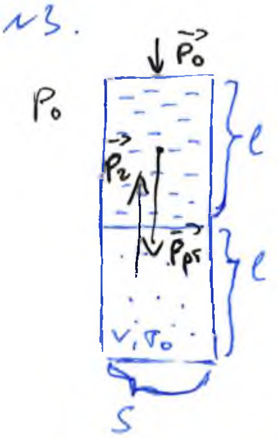
Ответ: $R = \frac{c\tau_0}{E}\sqrt{E^2 - m^2c^4}$

№1. При подаче на электрод отрицательного потенциала в 1000 В внутри камеры ~~и за се~~ создаётся электро-магнитное поле, которое ускоряет атомы He, которые также являются α-частицами. При их столкновении происходит ядерная реакция, во время которой выделяется теплота, что приводит к свечению в этой области.

При увеличении расстояния до частицы, э/м поле ослабевает, вследствие чего частицы ускоряются незначительно, что приводит к меньшему количеству столкновений, что приводит к меньшему выделившемуся количеству теплоты, ~~что~~ => меньшее свечение.

—

№3.



Т.к. система в равновесии, то

$p_2 = p_{рт} + p_0$, где

$\begin{cases} p_{рт} = \rho_{рт} g l \\ p_0 = \rho_{рт} g l \end{cases} \Rightarrow p_{рт} = p_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow p_2 = 2p_0$

По уравнению Клапейрона - Менделеева:

$p_2 V = \nu R T_0$

Согласно геометр. зак.:

$V = Sl$

$\Rightarrow p_2 S l = \nu R T_0$ (1)

I Закон Термодинамики:

$Q = A' + \Delta U$, при этом процесс вытеснения жидк. можно считать изобарным.

$A' = p\Delta V$, $\Delta V = S\Delta h = Sl$

$\Delta U = \frac{i}{2}\nu R \Delta T = \frac{i}{2}\nu R(T - T_0)$.

Т.к. газ одноатомный, то кол. ст. св., $i = 3$.

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T - T_0)$

По у-ию К-М:

$pSl = \nu R T_0$
$pS\cdot 2l = \nu R T$ $\Rightarrow \begin{cases} \Delta U = \frac{3}{2} pSl \\ A' = \nu R(T - T_0) \end{cases} \Rightarrow Q = \frac{5}{2} pSl = \frac{5}{2}\nu R(T - T_0)$

$\cancel{\frac{5}{2} pSl = \frac{5}{2}\nu R(T - T_0)}$

$\cancel{pSl = \nu R(T - T_0)}$

$\frac{pSl}{pS\cdot 2l} = \frac{\nu R T_0}{\nu R T} \Rightarrow T = 2T_0$

Ответ: До температуры $2T_0$.

№2. Их начальные скорости равны, т.к. $E_к$ одинакова, h одинакова, m одинаковы. $\upsilon_{нач.} = \sqrt{\frac{2E}{m}}$ Скорости меняются в след. момент времени за счёт сил притяжения к Земле и сопротивления воздуха. ~~О~~ Мячи приземлятся в разные моменты времени, потому что, возможно, оказались неодинаковые условия.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ (Москва)

Место проведения

СГ 44-57

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Мартысюк

ИМЯ Даниил

ОТЧЕСТВО Игоревич

Дата рождения 08.03.2001

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 3 **листах**

Дата выполнения работы: 11/02/18
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

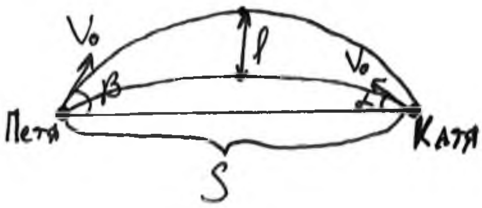
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1.

При подаче на электрод потенциала, с него начинают испускаться электроны с некоторой скоростью, и, соответственно, со своей энергией. Именно эту энергию забирает атом гелия, чтобы электрон перешел на другой, более высокий уровень (кол-во этой энергии постоянно, атом не может принять другое кол-во энергии). Т.к. происходит изменение энергии, выделяется излучение в виде свечения. Большинство электронов взаимодействуют с гелием в начале пути, а дальше не взаимодействуют или не хватает энергии.

−

№2.



Дано:

l, S, $E_{к1} = E_{к2}$, $m_1 = m_2$

Найти:

V_0 − ?

Решение

1. Минимальное расстояние между мячами будет, когда они будут находится в вершине своей траектории

2. Т.к. при одинаковой скорости (начальной) они пролетели одинаковое расстояние, то т.к. $\sin 2\alpha = \sin 2\beta$, $\alpha \neq \beta$ $\Rightarrow \alpha = 90 - \beta$

3. $h_б - h_м = l$

$$\frac{V_0^2}{g}(\sin^2\beta - \sin^2\alpha) = l$$

$$\sin^2\beta - \sin^2(90-\beta) = \frac{lg}{V_0^2}$$

$$\boxed{V_0^2 = -\frac{lg}{\cos 2\beta}}$$

Знак

4. $S = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g}$

$$\boxed{V_0^2 = \frac{Sg}{\sin 2\beta}}$$

$\Rightarrow$ 5. $\operatorname{tg} 2\beta = -\frac{S}{l}$

$$2\beta = \operatorname{arctg}\left(-\frac{S}{l}\right)$$

6. Подставляем в уравнение 3.

$$V_0 = \sqrt{\frac{-lg}{\cos(\operatorname{arctg}(-\frac{S}{l}))}}$$

Ответ: $\sqrt{\frac{-lg}{\cos(\operatorname{arctg}(-\frac{S}{l}))}}$?

Знак!

−

p_A №3.

Дано

$P_A = l$

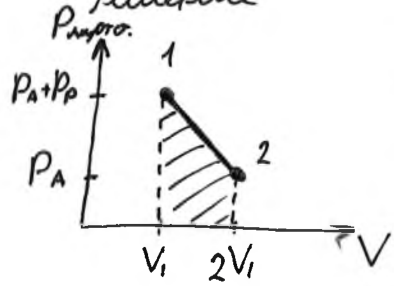
$l_{рт.} = l$

T_0

Найти

T_{min} -?

Решение



$P_P = P_{ртути}$

$P_A = P_{атмосферы}$

1. $A = \frac{P_A + P_A + P_P}{2}\cdot(2V_1 - V_1) = \frac{2P_A + P_P}{2} V$

С другой стороны $A = \nu R(T_2 - T_0) = \frac{\rho_{0б} V}{M}\cdot R(T_2 - T_0)$

$\Rightarrow \frac{\rho_{0б}}{M}\cdot R(T_2 - T_0) = \frac{2P_A + P_P}{2}$

2. Из нач. положения выразим $\frac{\rho_{0б}}{M}$; $PV = \nu R T_0$

$\frac{(P_A + P_P)}{R T_0} = \frac{\rho_{0б}}{M}$

3. $\frac{P_A + P_P}{\cancel{R} T_0}\cdot \cancel{R}(T_2 - T_0) = \frac{2P_A + P_P}{2}$

$T_2 = \frac{(2P_A + P_P)\cdot T_0}{2(P_A + P_P)} + T_0 = \frac{3 l T_0}{2\cdot 2l} + T_0 = \frac{7}{4} T_0$

Ответ: $\frac{7}{4} T_0$.

№4.

Дано

E, m, τ_0

Найти

R_{max} -?

Решение

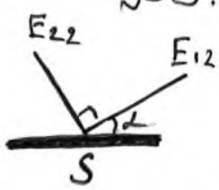
$E = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{2E}{m}}$

максимальный путь, равный максимальному радиусу излучения, иначе в случае иного пути время жизни закончится $\Rightarrow$

$\Rightarrow R_{max} = \tau_0\cdot\sqrt{\frac{2E}{m}}$

Ответ: $\tau_0\sqrt{\frac{2E}{m}}$

№5.



Дано

S; E_1; $E_2 = 2E_1$

Найти

α -?

Решение:

В первых двух представленных случаях:

$$\begin{cases} \delta S\cdot\sin 90^\circ + \varphi S\sin 0^\circ = E \\ \varphi S\sin 90^\circ + \delta S\cdot 0 = 2E \end{cases}$$

δ, φ, коэ-ты пропорциональности

$\Rightarrow \delta S\sin\alpha + \varphi S\cos\alpha = E_{max}$

~~[illegible]~~ $\frac{E}{S}\cdot S\sin\alpha + \frac{2E}{S}\cdot S\cos\alpha = E_{max}$

(Мы выразили δ и φ из первой системы уравнений и подставили во вторую)

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

$E\sin\alpha + 2E\cos\alpha = E_{max}$

$E(\sin\alpha + 2\cos\alpha) = E_{max}$

т.к. $E = const$, а E_{max} зависит только от угла, ищем производную от $(\sin\alpha + 2\cos\alpha)$

$(\sin\alpha + 2\cos\alpha)' = \cos\alpha - 2\sin\alpha = 0$

$tg\,\alpha = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow$ при $\alpha = arctg\,\frac{1}{2}$, световая энергия будет максимальна

Ответ: $arctg\,\frac{1}{2}$.

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ (г. Москва) Г-300

Место проведения

GГ 43-23

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27/11

ФАМИЛИЯ МИХАЙЛОВ

ИМЯ МИХАИЛ

ОТЧЕСТВО МИХАЙЛОВИЧ

Дата рождения 13.10.2000

Класс: 11

Предмет физика

Этап: заключительный

Работа выполнена на 4 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.18
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: [подпись]

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СГ 43-23

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

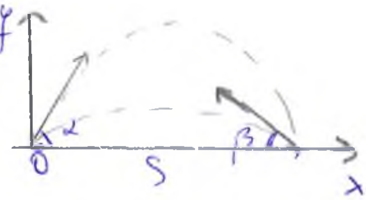
№2.

Дано: S; ℓ.

$v_0 = ?$

Решение:

Пусть дети бросали мяч под углами α и β.



I. Докажем, что $\alpha = 90^\circ - \beta$

Выразим S через v_0 и α. Кинематические уравнения на оси (см. рис.):

$Oy: 2v_0 \sin\alpha = g t$, где t - длительность полёта

$Ox: S = v_0 \cos\alpha\, t$ $\Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g} \Rightarrow S = \frac{2v_0^2 \sin\alpha \cos\alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$

Заметим, что у детей равные v_0 и S (по условию) $\Rightarrow \sin 2\alpha = \sin 2\beta \Rightarrow$

$\Rightarrow \left[\begin{array}{l} \alpha = \beta \text{, противоречит условию (длительность полёта была бы равна)} \\ \alpha = 180 - 2\beta \Rightarrow \alpha = 90 - \beta \end{array}\right.$

II. Запишем разность координат для мячиков на оси:

$\Delta x(t) = S - \{v_0 \cos\alpha\, t - v_0 \cos(90-\alpha)\}t = S - v_0 t(\cos\alpha + \sin\alpha)^*$

$\Delta y(t) = v_0 t \sin(90-\alpha) - v_0 t \sin\alpha = v_0 t(\cos\alpha - \sin\alpha)^*$

Очевидно:

$\ell^2(t) = \Delta x^2(t) + \Delta y^2(t) = S^2 - 2Sv_0 t(\cos\alpha + \sin\alpha) + v_0^2 t^2 (1+\sin 2\alpha)^* + v_0^2 t^2 (1 - \sin 2\alpha)^*$, где $\ell(t)$ - расстояние между мячами

$\ell^2(t) = 2v_0^2 t^2 - 2Sv_0 t(\cos\alpha + \sin\alpha) + S^2$ - ветви вверх $\Rightarrow \ell_{min} = \ell^2(t_{верш.})$

$t_{верш.} = \frac{S(\cos\alpha + \sin\alpha)}{2v_0} \Rightarrow \ell^2_{min} \overset{**}{=} \frac{-2Sv_0(\cos\alpha + \sin\alpha)}{2} \cdot \frac{S(\cos\alpha + \sin\alpha)}{2v_0} + S^2 = S^2 - \frac{S^2(1+\sin 2\alpha)}{2} =$

$= S^2\left(\frac{1 - \sin 2\alpha}{2}\right) \Rightarrow \begin{cases} \sin 2\alpha = 1\left(1 - 2\frac{\ell^2}{S^2}\right) \\ S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \end{cases} \Rightarrow v_0^2 = \frac{Sg}{1\left(1 - \frac{2\ell^2}{S^2}\right)} \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{Sg}{1\left(1 - \frac{2\ell^2}{S^2}\right)}}$

Ответ: $v_0 = \sqrt{\frac{Sg}{1\left(1 - \frac{2\ell^2}{S^2}\right)}} = \sqrt{\frac{S^3 g}{S^2 - 2\ell^2}}$

** $f(t) = ax^2 + bx + c \Rightarrow f(x_в) = \frac{b^2}{4a} - \frac{b^2}{2a} + c = -\frac{b^2}{4a} + c = \frac{b}{2}x_в + c$

Лист 01 из 04

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СТ 43-23

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

$\times.\ (\cos\alpha \pm \sin\alpha)^2 = \cos^2\alpha + \sin^2\alpha \pm 2\sin\alpha\cos\alpha = 1 \pm \sin 2\alpha$

№ 3.

Дано: l; T_0

$T_{max} = ?$

Решение:

Здесь и далее записываю равенство давлений вблизи границы раздела ртуть-воздух (в пробирке).

I. Из закона Менделеева-Клапейрона (з. М-К) для начального момента:

$$p_в = \frac{\nu R T_0}{V_0} = \frac{\nu R}{S}\cdot\frac{T_0}{l}$$, где ν - кол-во воздуха, S - площадь поп. сечения пробирки

Т.к. $p_в = p_{рт} + p_A$, $\frac{\nu R}{S}\frac{T_0}{l} = \rho_p g l + \rho_p g l \Rightarrow \frac{\nu R}{S} = \frac{2\rho_p g l^2}{T_0}$, где ρ_p - плотность ртути

II. Найдём максимальную температуру в равновесном состоянии в процессе. Пусть в этот момент воздух вытеснил ~~l~~ x столба ртути:

$$p_в = p_{рт} + p_A \Rightarrow \frac{\nu R T_{max}}{V} = \frac{\nu R T_{max}}{S(l+x)} = \rho_p g(l-x) + \rho_p g l \Rightarrow T_{max} = \frac{\rho_p g(2l^2 + lx - x^2)}{\frac{\nu R}{S}} =$$

$$* = T_0 \cdot \frac{2l^2 + lx - x^2}{2l^2}$$. Найдём макс. значение $f(x) = -x^2 + lx + 2l^2$; $x \in (0; l)$

парабола, ветви вниз $\Rightarrow f_{max} = f(x_в) = f\left(\frac{l}{2}\right) = -\frac{l^2}{4} + \frac{l^2}{2} + 2l^2 = \frac{9}{4}l^2 \Rightarrow$

$$\Rightarrow T_{max} = T_0 \cdot \frac{\frac{9}{4}l^2}{2l^2} = \frac{9}{8}T_0$$

Ответ: $\frac{9}{8}T_0$

$*$ ур-ние $T(x) = T_0 \cdot \frac{2l^2 + lx - x^2}{2l^2}$ верно для любого состояния в процессе, если он идёт медленно (нет „скачков"), иначе, при скачке температуры, последняя будет не меньше, чем в „медленном" процессе.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27/11

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СГ 43-23

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

№4.

Дано: $E;\ m;\ \tau_0$

$R_{max} = ?$

Решение:

Пусть энергия со временем уменьшается на $\alpha \cdot \Delta t$ ($\Delta E' = -\alpha$). Запишем полную энергию покоящегося мюона:

$E_п(t) = mc^2 - \alpha t$, отсюда $E_п(\tau_0) = 0$ (время жизни мюона кончается, когда кончается его энергия) $\Rightarrow 0 = mc^2 - \alpha\tau_0 \Rightarrow \alpha = \dfrac{mc^2}{\tau_0} \Rightarrow E_п(t) = mc^2\left(1 - \dfrac{t}{\tau_0}\right)$

Если мюон движется, часть его энергии покоя переходит в кинетическую.

$E_{дв}(t) = mc^2 - \dfrac{mv^2}{2} - \alpha t$, пусть $E_{дв}(\Delta t) = 0 \Rightarrow R = v\Delta t$.

$(\Delta t \in (0; \tau_0))$

$$0 = mc^2\left(1 - \frac{\Delta t}{\tau_0}\right) - \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = c\sqrt{2}\sqrt{1 - \frac{\Delta t}{\tau_0}} \Rightarrow R(\Delta t) = c\Delta t\sqrt{2}\sqrt{1 - \frac{\Delta t}{\tau_0}}$$

. Найдём

R_{max}: $$R'(\Delta t) = c\sqrt{2}\sqrt{1 - \frac{\Delta t}{\tau_0}} + c\Delta t\sqrt{2}\left(-\frac{1}{\tau_0}\right)\left(\frac{1}{2\sqrt{1 - \frac{\Delta t}{\tau_0}}}\right) = \frac{c\sqrt{2}}{\sqrt{\tau_0}}\sqrt{\tau_0 - \Delta t} - \frac{c\sqrt{2}}{\tau_0} \cdot \frac{\Delta t\sqrt{\tau_0}}{2\sqrt{\tau_0 - \Delta t}}$$

$R'(\Delta t) > 0$ при $\sqrt{\tau_0 - \Delta t} - \dfrac{\Delta t}{2\sqrt{\tau_0 - \Delta t}} > 0 \Rightarrow 4(\tau_0 - \Delta t)^2 > \Delta t^2 \Rightarrow 3\Delta t^2 - 8\tau_0\Delta t + 4\tau_0^2 > 0$

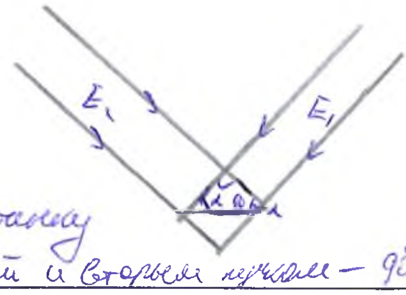
$D_1 = 16\tau_0^2 - 4\tau_0 \cdot 3\tau_0 = (2\tau_0)^2 \Rightarrow \Delta t = \dfrac{4\tau_0 \pm 2\tau_0}{3} \Rightarrow \left[\begin{array}{l}\Delta t = 2\tau_0 \text{ — нет, т.к. } \Delta t < \tau_0 \\ \Delta t = \frac{2}{3}\tau_0\end{array}\right.$ $\Rightarrow R(\Delta t) \nearrow$ при $\Delta t \in (0; \frac{2}{3}\tau_0)$ и $\searrow$ при $\Delta t \in (\frac{2}{3}\tau_0; \tau_0)$

$$\Rightarrow R_{max} = R\left(\frac{2}{3}\tau_0\right) = c \cdot \frac{2}{3}\tau_0\sqrt{2}\sqrt{1 - \frac{2}{3}} = c\tau_0 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{3}{2}}$$

Ответ: $R_{max} = c\tau_0 \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^{\frac{3}{2}}$, где c — скорость света в вакууме.

$\ominus$

№5



Дано: $E_2 = 2E_1$, E_1

$\alpha = ?$

Решение:

Заметим, что если расположить пластинку под α к первому лучу, то угол между ней и вторым лучом — $90° - \alpha$

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

Очевидно, что с первого пучка на пластину попадает энергия

$E_1 \sin\alpha$, со второго — $E_2 \cdot \sin(90-\alpha) = E_2 \cos\alpha$

$E_0 = E_1 \sin\alpha + E_2 \cos\alpha = E_1(\sin\alpha + 2\cos\alpha)$ — суммарная энергия

Пусть $f(x) = \sin x + 2\cos x$ $(x \in (0; \frac{\pi}{2}))$, найдём f_{max}:

$f'(x) = \cos x - 2\sin x \Rightarrow f'(x) > 0$ при $\cos x > 2\sin x \Rightarrow tg\, x < \frac{1}{2} \Rightarrow f(x) \nearrow$ при $x \in (0; arctg\frac{1}{2})$

$\searrow$ при $x \in (arctg\frac{1}{2}; \frac{\pi}{2})$

$f_{max} = f(arctg\frac{1}{2}) \Rightarrow \alpha = arctg\frac{1}{2}$. Найдём заодно и E_0:

$1 + tg^2\alpha = \frac{1}{\cos^2\alpha} \Rightarrow \cos^2\alpha = \frac{1}{1+\frac{1}{4}} = \frac{4}{5} \Rightarrow \sin^2\alpha = \frac{1}{5} \Rightarrow E_{0max} = E_1\left(\frac{1}{\sqrt5} + 2\cdot\frac{2}{\sqrt5}\right) = E_1\sqrt5$

Ответ: $\alpha = arctg\frac{1}{2}$; $E_0 = E_1\sqrt5$

+

№1.

??

Большой потенциал на стержне возбуждает электроны в атомах гелия, но при низком давлении те неспособны перейти на новый энергетический уровень, поэтому остаются возбуждёнными на своём, порождая свечение. (светится не стержень, а He около него).

Чем дальше находится атом He, тем слабее возбуждаются его $\bar{e} \Rightarrow$ и свечение вдали от стержня гораздо меньше, чем вблизи.

(—)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ Москва

Место проведения

CT 43-56

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Могриченко

ИМЯ Дмитрий

ОТЧЕСТВО Олегович

Дата рождения ~~11.02.18~~ 08.12.2000 **Класс:** 11.

Предмет физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 5 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.18
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ GT 43-56

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

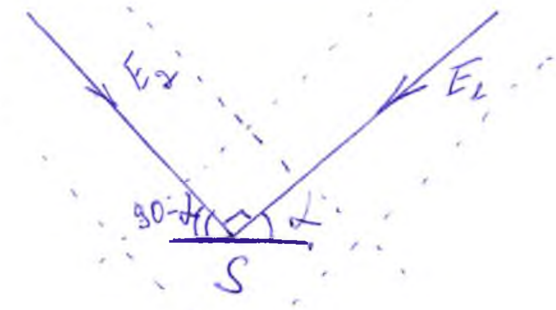
(5) Дано:

$E_2 = 2E_1$ ~~$\neq 2E_0$~~

$E' = max$

α – ?

Решение:



1) Когда пластина ⊥ 2-му пучку:

$E_2' = E_2 \cdot S \cdot \sin(90-\alpha) = E_2 \cdot S = 2E_1 S$

Когда пластина ⊥ 1-му пучку:

$E_1' = E_1 S \sin\alpha = E_1 S$

2) Общее кол-во светового эн.:

$E' = E_1' + E_2' = E_1 S \sin\alpha + \cancel{E_2 S \sin\alpha} + E_2 S \sin(90-\alpha)$

$E' = E_1 S \sin\alpha + 2E_1 S \sin(90-\alpha) = E_1 S \sin\alpha + 2E_1 S \cos\alpha.$

3) Пусть $E' = f(\alpha) = E_1 S \sin\alpha + 2E_1 S \cos\alpha$.

Тогда $f'(\alpha) = E_1 S \cos\alpha - 2 E_1 S \sin\alpha = E_1 S(\cos\alpha - 2\sin\alpha)$

Ф-ция $f(\alpha)$ принимает максим. или миним. знач. при $f'(\alpha)=0$:

$f'(\alpha) = 0$ при $\cos\alpha - 2\sin\alpha = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow tg\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = arctg\frac{1}{2}$

4) Т.к. $f(0) = 2E_1 S$, а $f(90°) = E_1 S$, то остается сравнить $f(0)$ и $f(arctg\frac{1}{2})$.

$f(arctg\frac{1}{2}) = E_1 S(\cos(arctg\frac{1}{2}) - 2\sin(arctg\frac{1}{2})) \approx$

$\approx E_1 S\, 2{,}7$. $E_1 S\, 2{,}7 > 2E_1 S \Rightarrow f(arctg\frac{1}{2}) > f(0) \Rightarrow$ при $\alpha = arctg\frac{1}{2}$ значение эн. будет максимальным.

+

Ответ: $arctg\frac{1}{2}$.

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

① При подаче на электрод отрицательного потенциала около 1000В вокруг стержня ~~возникает~~ наблюдается ~~...~~ увеличенная напряженность эл. поля. Вследствие этого вблизи стержня атомы гелия, находящегося при пониженном давлении, ионизируются Почему?, т.е. наблюдается эффект коронизации. В результате этого явления ~~атомы~~ ионы гелия начинают ~~...~~ „искриться". Наибольшее свечение наблюдается в области вблизи электрода, т.к. там наибольшее значение напряженности электрического поля. +

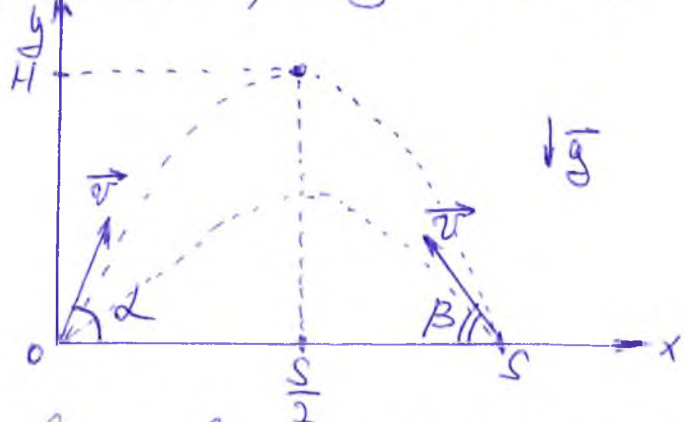
② Дано:

S, ℓ

v - ?

Решение:

1) СО - Зем, мод. - мат. (•)



2) Т.к. в условии сказано, что $E_{кин_1} = E_{кин_2}$, а $m_1 = m_2$, то

$$\frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_2 = v$$

3) Ур-ие коорд.:

$$\begin{cases} x_1 = v \cdot \cos\alpha \cdot t_1 = S \\ y_1 = v \cdot \sin\alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} \\ x_2 = v \cdot \cos\beta \cdot t_2 = S \\ y_2 = v \cdot \sin\beta \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cos\alpha \cdot t_1 = \cos\beta \cdot t_2$$

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

4) Пусть в момент времени τ между мячиками было минимальное расстояние и 1-й мячик находился в (·) A, а 2-й в (·) B. Тогда l - расстояние между (·) A и (·) B: $l=\sqrt{(x_A-x_B)^2+(y_A-y_B)^2}=$

$$=\sqrt{(v\cdot\cos\alpha\cdot\tau-v\cdot\cos\beta\cdot\tau)^2+\left(v\cdot\sin\alpha\cdot\tau-\frac{g\tau^2}{2}-v\cdot\sin\beta\cdot\tau+\frac{g\tau^2}{2}\right)^2}=$$

$$=v\cdot\tau\sqrt{(\cos\alpha-\cos\beta)^2+(\sin\alpha-\sin\beta)^2}=$$

$$=\sqrt{2-2\cdot\cos\alpha\cdot\cos\beta-2\cdot\sin\alpha\cdot\sin\beta}\cdot v\cdot\tau \quad (1)$$

5) З-н сохр. эн. для 1-го мячика, зная, что максимальную высоту H он достигает при $S'=\frac{S}{2}$:

$$\frac{mv^2}{2}=mgH+\frac{m\cdot v^2\cos^2\alpha}{2}$$

$$v^2=2gH+v^2\cos^2\alpha$$

$$v^2\cdot\sin^2\alpha=2gH \quad |:S$$

$$\frac{v^2\cdot\sin^2\alpha}{S}=g\cdot tg\alpha \Rightarrow v=\sqrt{\frac{gS}{\sin\alpha\cdot\cos\alpha}} \quad (3)$$

Аналогично для 2-го мячика:

$$v=\sqrt{\frac{g\cdot S}{\sin\beta\cdot\cos\beta}} \quad (2)$$

(3), (2) → (1):

$$l=\tau\sqrt{\frac{2g\cdot S}{\sin\alpha\cdot\cos\alpha}-\frac{2g\cdot S\cdot\cos\beta}{\sin\alpha}-\frac{2g\cdot S\cdot\sin\beta}{\cos\alpha}}=$$

$$=\tau\sqrt{\frac{2gS-2gS\cdot\cos\beta\cdot\cos\alpha-2gS\cdot\sin\beta\cdot\sin\alpha}{\sin\alpha\cdot\cos\alpha}} \quad (5)$$

6) Предположим, что в момент времени τ мячики находились на одном расстоянии от Пети, тогда если это расстояние равно Δx, а $k=\frac{\Delta x}{S}$, то.

$$\tau=\frac{S\cdot k}{v\cdot\cos\alpha}=\frac{S(1-k)}{v\cdot\cos\beta}\Rightarrow k=\frac{\cos\alpha}{\cos\alpha+\cos\beta}\Rightarrow$$

$$\Rightarrow\tau=\frac{S}{v(\cos\alpha+\cos\beta)} \quad (4)$$

7) (4) → (5): $l = \frac{S\sqrt{2gS}}{v(\cos\alpha+\cos\beta)}\sqrt{\frac{1-\cos\beta\cdot\cos\alpha-\sin\beta\cdot\sin\alpha}{\sin\alpha\cdot\cos\alpha}} \Rightarrow$

$\Rightarrow v = \frac{S\sqrt{2gS}}{l(\cos\alpha+\cos\beta)} = \frac{S\sqrt{2gS}}{l}\sqrt{\frac{1-\cos\beta\cdot\cos\alpha-\sin\beta\cdot\sin\alpha}{\sin\alpha\cdot\cos\alpha(\cos\alpha+\cos\beta)^2}} =$

$= \frac{\sqrt{2gS^3}}{l}$

Ответ: $\frac{\sqrt{2gS^3}}{l}$ м/с.

③ Дано:

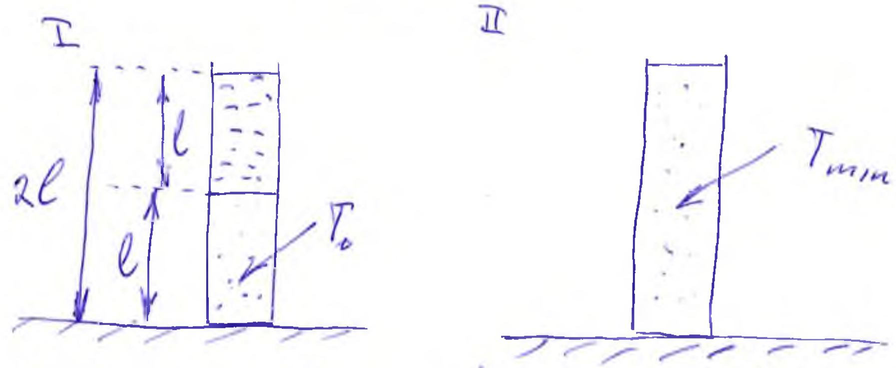
$2l$, l

T_0

l мм. рт. ст.

T_{min} — ?

Решение:



1) Ур-ие Менд.-Клап.: $pV = \nu RT \Rightarrow$

$\Rightarrow p = \frac{\nu RT}{V}$

2) Пусть p_0 — атмосф. давл., тогда:

$$\begin{cases} \text{I}: & p_0 + \rho_{рт} g l = \frac{\nu RT_0}{V_1} = \frac{\nu RT_0}{l\cdot S} \\ \text{II}: & p_0 = \frac{\nu RT_{min}}{V_2} = \frac{\nu RT_{min}}{2l\cdot S} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left.\begin{aligned} S &= \frac{\nu RT_0}{p_0 l + \rho_{рт} g l^2} \\ S &= \frac{\nu RT_{min}}{2l p_0} \end{aligned}\right\} \Rightarrow T_{min} = \frac{2lp_0T_0}{p_0 l + \rho_{рт} g l^2} =$$

$$= \frac{2p_0T_0}{p_0+\rho_{рт} g l} = T_0\frac{2p_0}{p_0+\rho_{рт} g\cdot l}$$

Подставляя значение l мм. рт. ст.,

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: ____________ ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ БГ 43-56

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

получаем $T_{min} = 2T_0$

Ответ: $2T_0$

④ Дано:

E, m, τ_0

R_{max} — ?

Решение:

I Если скорость мюона $\ll c$, то:

$$R = v \cdot \tau_0$$

$$E = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m}} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \sqrt{\frac{2E}{m}}\,\tau_0$$

II Если скор. мюона $< c$, то используя элементы СТО:

$$R = \sqrt{\frac{2E}{m'}}\,\tau_0', \quad m' = \frac{m}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}, \quad \tau_0' = \tau_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} \Rightarrow R = \sqrt{\frac{2E\cdot\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m}}\cdot\tau_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2E\cdot\sqrt{1-\frac{2E}{mc^2}}}{m}}\cdot\tau_0\sqrt{1-\frac{2E}{mc^2}} = \cancel{\sqrt{\frac{4E^2}{m^2}-\frac{2E}{mc^2}}\,\tau_0}$$

$$= \sqrt{\frac{2E\cdot\sqrt{mc^2-2E}}{mc\sqrt{m}}} \times \sqrt{\frac{mc^2-2E}{m}}\cdot\frac{\tau_0}{\cancel{m}c} = \frac{\tau_0}{cm}\sqrt{\frac{2E(mc^2-2E)}{c\sqrt{m}}}$$

Ответ: а) $R = \sqrt{\frac{2E}{m}}\,\tau_0$; б) $R = \frac{\tau_0}{cm}\sqrt{\frac{2E(mc^2-2E)}{c\sqrt{m}}}$.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МБОУ СОШ №11	XY 70-43
Место проведения	шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Муравьев

ИМЯ Руслан

ОТЧЕСТВО Александрович

Дата рождения 3 декабря 1999 **Класс:** 11

Предмет физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 4 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

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

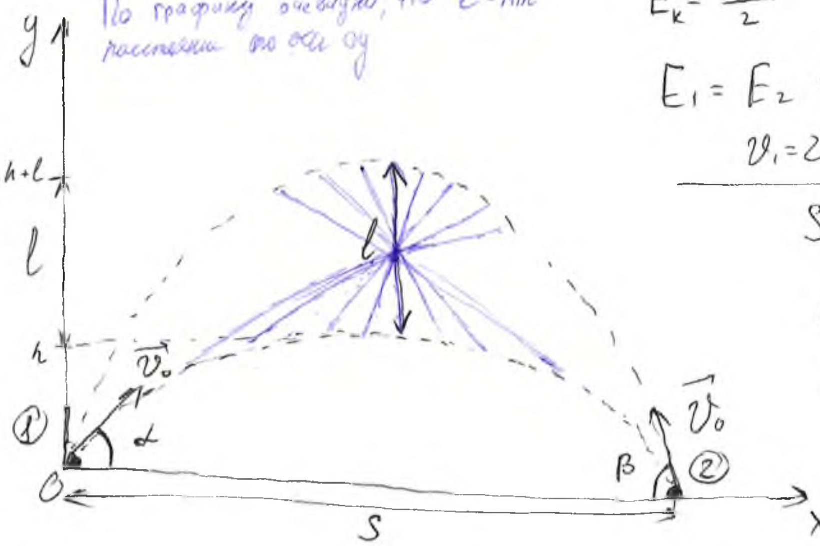
№2.

Дано:
$S; l;$
$m_1 = m_2 = m$
$E_1 = E_2 = E$

$v_0 - ?$

Решение:

По графику очевидно, что l - min расстояние по оси Oy



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

$$E_1 = E_2 = \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2} \Rightarrow v_1 = v_2 = v_0$$

$$S_x = v_x t + \frac{a_x t^2}{2}$$

$$S = v_0 \cancel{\sin\alpha} \cos\alpha \cdot t_1$$
$$\parallel$$
$$S = v_0 \cos\beta \cdot t_2$$

t_n - время полета n-ного шарика

Т.к. в середине полёта v по вертикали равно $0 \Rightarrow$

$$\frac{t_n}{2} = \frac{v_0 \sin_n}{g} \Rightarrow t_n = \frac{2v_0 \sin_n}{g} \Rightarrow \begin{cases} t_1 = \frac{2v_0\sin\alpha}{g} \\ t_2 = \frac{2v_0 \sin\beta}{g} \end{cases}$$

$$S = v_0\cos\alpha \cdot \frac{2v_0\sin\alpha}{g} = \frac{2v_0\sin\beta}{g}\cdot v_0\cos\beta \Rightarrow \cos\alpha\sin\alpha = \sin\beta\cos\beta$$

$\sin 2\alpha = \sin 2\beta$ (без 2) $\Rightarrow \left[\begin{array}{l} 2\alpha = 2\beta \text{ - очевидно не подходит (шары бы не встретились)} \\ 2\alpha = \pi - 2\beta \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} - \beta \end{array}\right.$

По закону сохранения энергии:

$$E_{k0} + E_{n0} = E_k + E_n \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} = mgH + \frac{m(v_0\cos_n)^2}{2}$$

$$v_0^2(\sin^2_n + \cos^2_n) = 2gH + v_0^2\cos^2_n \Rightarrow v_0^2\sin^2_n = 2gH$$

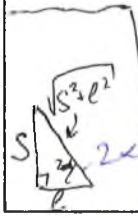
$$\Rightarrow \begin{cases} v_0^2\sin^2\alpha = 2gh \\ v_0^2\sin^2\beta = 2g(h+l) \end{cases} \Rightarrow \frac{\sin^2\alpha}{\sin^2\beta} = \frac{h}{h+l} \Rightarrow \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \sqrt{\frac{h}{h+l}}$$

$$\frac{\sin(\frac{\pi}{2}-\beta)}{\sin\beta} = \sqrt{\frac{h}{h+l}} = ctg\,\beta$$

$$\left.\begin{array}{l} h = v_0\sin\alpha \cdot \frac{t_1}{2} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g} \\ h+l = v_0\cancel{\cos\beta}\sin\beta \cdot \frac{t_2}{2} = \frac{v_0^2\sin^2\beta}{g} \end{array}\right\} \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{g} + l = \frac{v_0^2\sin^2\beta}{g}$$

$$v_0^2(\sin^2\alpha - \sin^2\beta) = -lg \Rightarrow v_0^2 = \frac{-lg}{\sin^2\alpha - \cos^2\alpha} = \frac{lg}{\cos 2\alpha}$$

$$S = v_0\cos\alpha \cdot \frac{2v_0\sin\alpha}{g} = \frac{2v_0^2\sin\alpha\cos\alpha}{g} = \frac{lg\sin 2\alpha}{\cos 2\alpha\, g} \Rightarrow \frac{S}{l} = tg\,2\alpha$$



$$S = v_0^2\sin 2\alpha : g = v_0^2 = \frac{gS}{\sin 2\alpha} = \frac{gS}{\frac{S}{\sqrt{S^2+l^2}}} = g\sqrt{S^2+l^2}$$

Ответ: $g\sqrt{S^2+l^2}$

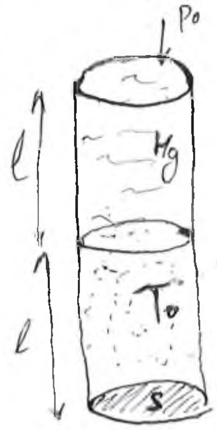
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№3.

Дано:
$l; T_0$
$p_0 = l$ мм.рт.ст.

$T - ?$

Решение:



По уравнению Клайперона-Менделеева:

$pV = \nu RT \Rightarrow T = \frac{pV}{\nu R} \Rightarrow T_{max}$ при pV-max

$V = S \cdot h$ h - высота газа в пробирке

Давление газа равно сумме давлений атмосферного и ртути:

В начале: $p_н = p_0 + p_{Hg} = 2p_0$ (т.к. $l_{Hg} = l$ -) соответствует T_0

конце: $p_к = p_0 + 0 = p_0$ (ртуть вытекла)

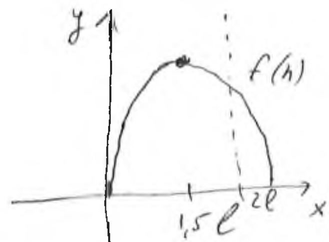
т.к. $p_{Hg} \sim 2l - h$ ($\Rightarrow p_{Hg}$ можно выразить как $p_0 \cdot \left(\frac{2l-h}{l}\right)$

p_{Hg} при $h = l$ соответствует p_0 $\Rightarrow p = p_0 + p_0 \cdot \frac{2l-h}{l} = p_0\left(\frac{3l-h}{l}\right)$

$T = \frac{p_0\left(\frac{3l-h}{l}\right) \cdot Sh}{\nu R}$ p_0, S, ν, R - const $\Rightarrow$ T_{max} если $\frac{3l-h}{l} \cdot h$ - max

$f(h) = \frac{(3l-h)h}{l} = \frac{1}{l}(3lh - h^2)$

$f'(h) = \frac{1}{l}(3l - 2h) = 0 \Rightarrow h = 1{,}5\, l$



(график - парабола с ветвями ↓ т.к. коэффициент при $h^2 < 0$)

$\Rightarrow T_{max} = T = \frac{p_0 \cdot \frac{1{,}5l}{l} \cdot S \cdot 1{,}5\, l}{\nu R} = \frac{2{,}25\, p_0 S l}{\nu R}$

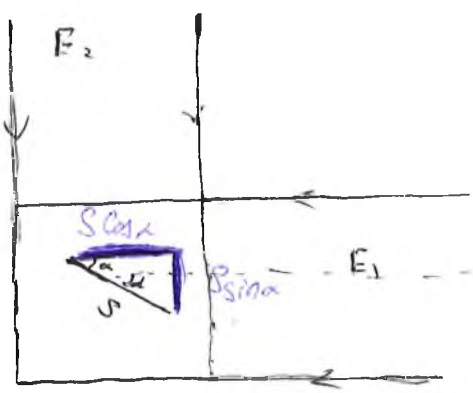
$T_0 = \frac{2p_0 \cdot S \cdot l}{\nu R}$

$\Rightarrow \frac{T_{max}}{T_0} = \frac{2{,}25}{2}$

$T = 1{,}125\, T_0$

Ответ: $1{,}125\, T_0$ 4 +

№5.



Дано: $E_2 = 2E_1$

Найти: α

Решение: Чем больше площадь „приема" светового пучков тем больше энергии пластинка получает от этого пучка $\Rightarrow$

энергия от первого пучка $= E_{1S}$ (обозначим)

2-ого пучка $= E_{2S}$

$E_{1S} \sim S \cdot \sin\alpha$; $E = E_{1S} + E_{2S}$

$E_{2S} \sim S \cdot \cos\alpha$

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

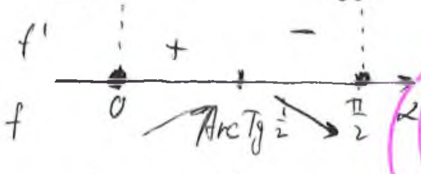
т.к. $E_2 = 2E_1 \Rightarrow E \sim S\cdot\sin\alpha + 2\,S\cdot\cos\alpha$

$\Rightarrow E$ - max если $f(\alpha) = S\sin\alpha + 2S\cos\alpha$ - max

$f(\alpha) = S(\sin\alpha + 2\cos\alpha) \Rightarrow f'(\alpha) = S(\cos\alpha - 2\sin\alpha) = 0$

$\cos\alpha - 2\sin\alpha = 0 \Rightarrow \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} = 2 \Rightarrow \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} = \frac{1}{2} \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{2}$

$\Rightarrow \alpha = \operatorname{Arc}\operatorname{tg}\frac{1}{2}$



$f'(\operatorname{ArcTg}1) = f'(45°) = S\left(\frac{\sqrt{2}}{2} - 2\cdot\frac{\sqrt{2}}{2}\right) < 0$

~~$f'(\operatorname{ArcTg}\frac{\sqrt{3}}{3}) = f'(30°) = S(\ldots \frac{\sqrt{3}}{2} \ldots)$~~

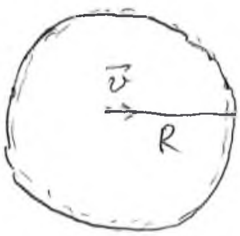
$f'(\operatorname{ArcTg}\frac{1}{4}) = S\left(\frac{4}{\sqrt{17}} - 2\cdot\frac{1}{\sqrt{17}}\right) > 0$

$\Rightarrow f(\operatorname{ArcTg}\frac{1}{2})$ - max $\Rightarrow \alpha = \operatorname{ArcTg}\frac{1}{2}$

Ответ: $\operatorname{ArcTg}\frac{1}{2}$.

№4.

(заменим m на m_0 для удобности)



Дано: E; m_0; τ_0 | R - ?

$E = mc^2$; $m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = \frac{m_0 c}{\sqrt{c^2 - v^2}}$ +

$E = \frac{m_0 c^3}{\sqrt{c^2 - v^2}} \Rightarrow \sqrt{c^2 - v^2}\, E = \frac{m_0 c^3}{1}$

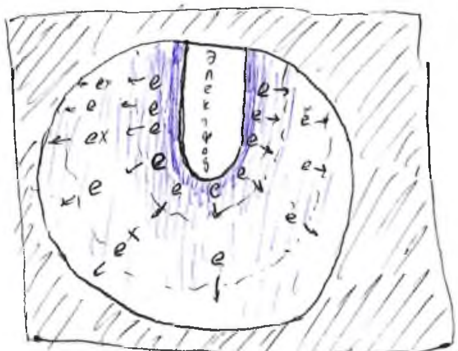
$\Rightarrow \sqrt{c^2 - v^2} = \frac{m_0 c^3}{E} \Rightarrow c^2 - v^2 = \frac{m_0^2 c^6}{E^2}$

$\Rightarrow v^2 = c^2 - \frac{m_0^2 c^6}{E^2} = \frac{c^2 E^2 - m_0^2 c^6}{E^2} = \frac{c^2}{E^2}\left(E^2 - m_0^2 c^4\right)$

$v = \frac{c}{E}\sqrt{E^2 - m_0^2 c^4}$; $R \leq v\tau_0 \Rightarrow R_{max} = \frac{c\tau_0}{E}\sqrt{E^2 - m_0^2 c^4}$

Ответ: $\frac{c\tau_0}{E}\sqrt{E^2 - m_0^2 c^4}$

№1.



При увеличении отрицательного потенциала электрода сила „отталкивания" отрицательно заряженных частиц(ē) увеличивалась а т.к. их масса сравнено мала ⇒ при очень большом отрицательном потенциале электрода эти ē начинают попадать в газ. Так как этот газ под малым давлением ⇒ его легко ионизировать, а ионизированный газ собственно и создаёт свечение.

(при зарядке электрода его количество электронов возрастает ⇒ приводит к увеличению электромагнитных сил, которые в статике ~~выражаю в~~ можно выразить через закон Кулона)

Свет находится в основном ближе к электроду т.к. электромагнитные силы при отдалении от электрода уменьшаются ⇒ они больше не отдаляются (кроме малого количества), ~~поэтому как газ~~ ⇒ ионизированный газ в основном вблизи электрода и степень ионизации выше при приближении к электроду.

При том, ~~если бы уже это~~ кроме этого если бы частицы продолжали двигаться ~~т.к.~~ свет в центре тоже бы был сильнее т.к. концентрация ē уменьшалась бы при отдалении от центра по геометрическим соображениям (см. рисунок

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МАОУ „Лицей №42"

Место проведения

ЭQ90-98

шифр

← **Не заполнять** **Заполняется ответственным работником**

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ МУФТАХОВА

ИМЯ ЛИЯ

ОТЧЕСТВО РУСТЕМОВНА

Дата рождения 28.01.2000

Класс: 11

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 3 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

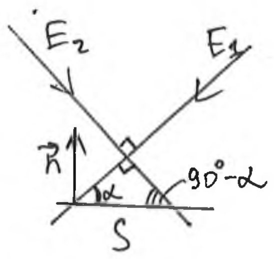
Подпись участника олимпиады:

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

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

№5

$E_2 = 2E_1$



$\vec{n}$ - нормаль к площадке

α - ?

Решение

$E(\varphi) = E_m \cos\varphi$ – функция зависимости световой энергии от угла φ

E_m – максимальная световая энергия попадающая на пластинку

$E(\varphi)$ – световая энергия, попадающая на пластинку под каким-то углом φ

$E(\varphi) = E_{max}$ если $\cos\varphi = 1$

φ - угол между нормалью к площадке S и световым пучком.

$E_1' = E_1 \cos(90° - \alpha)$ – световая энергия первого пучка, падающая на пластинку под углом α к пластинке

$E_2' = E_2 \cos(90° - 90° + \alpha) = E_2 \cos\alpha$ – световая энергия второго пучка, падающая на пластинку под углом $(90° - \alpha)$ (соответствует углу α первого пучка)

$E(\alpha) = E_1' + E_2' = E_1 \cos(90° - \alpha) +$

$+ E_2 \cos\alpha = E_1 \sin\alpha + 2E_1 \cos\alpha =$

$= E_1(\sin\alpha + 2\cos\alpha)$.

Чтобы найти максимальное значение $E(\alpha)$, найдем производную функции $f(\alpha) = 2\cos\alpha + \sin\alpha$

$f'(\alpha) = (2\cos\alpha + \sin\alpha)' = -2\sin\alpha + \cos\alpha$

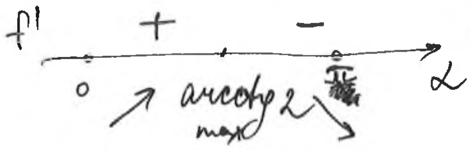
$f'(\alpha) = 0$ $\quad 2\sin\alpha = \cos\alpha$

$ctg\,\alpha = 2$, $\sin\alpha \neq 0$

$\alpha = arcctg\,2$

№4 нет

+



$f(arcctg\,2) = f_{max} \Rightarrow$

При $\alpha = arcctg\,2$ функция $f(\alpha)$ принимает максимальное значение. Тогда $E(\alpha) = E_{max}$.

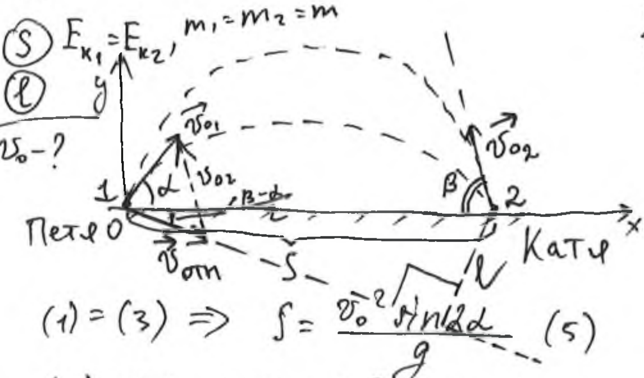
Ответ: $\alpha = arcctg\,2$.

№2

S $E_{k_1}=E_{k_2}$, $m_1=m_2=m$

ℓ

v_0 - ?



1) $E_{k_1}=E_{k_2}$

$$\frac{mv_{0_1}^2}{2}=\frac{mv_{02}^2}{2} \Rightarrow v_{0_1}=v_{02}=v_0$$

2) Ox:

$$\begin{cases} S=v_0\cos\alpha\,\tau_1 \Rightarrow \tau_1=\dfrac{S}{v_0\cos\alpha} & (1)\\ S=v_0\cos\beta\,\tau_2 \Rightarrow \tau_2=\dfrac{S}{v_0\cos\beta} & (2)\end{cases}$$

Oy:

$$\begin{cases} 0=v_0\sin\alpha\,\tau_1-\dfrac{g\tau_1^2}{2} & \dfrac{g\tau_1}{2}=v_0\sin\alpha\\ 0=v_0\sin\beta\,\tau_2-\dfrac{g\tau_2^2}{2} & \dfrac{g\tau_2}{2}=v_0\sin\beta\end{cases}$$

$$\tau_1=\frac{2v_0\sin\alpha}{g} \quad (3)$$

$$\tau_2=\frac{2v_0\sin\beta}{g} \quad (4)$$

$(1)=(3) \Rightarrow S=\dfrac{v_0^2\sin 2\alpha}{g}$ (5)

$(2)=(4) \Rightarrow S=\dfrac{v_0^2\sin 2\beta}{g}$ (6)

$(5)=(6)$ $\dfrac{v_0^2\sin 2\alpha}{g}=\dfrac{v_0^2\sin 2\beta}{g}$

$\sin 2\alpha=\sin 2\beta$

$2\alpha=2\beta$ не подх. под усл.

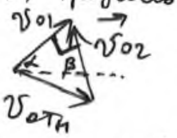
$2\alpha=\pi-2\beta$

~~$\alpha=\frac{\pi}{4}-\beta$~~ $\boxed{\alpha=\frac{\pi}{2}-\beta}$ (♥)

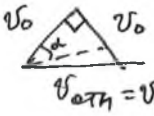
3) Перейдем в систему отсчета, связанную со вторым мячиком. $\vec{v}_{абс}=\vec{v}_{отн}+\vec{v}_{пер}$

$$\vec{v}_{0_1}=\vec{v}_{отн}+\vec{v}_{02}$$

↗ Треугольник скоростей!

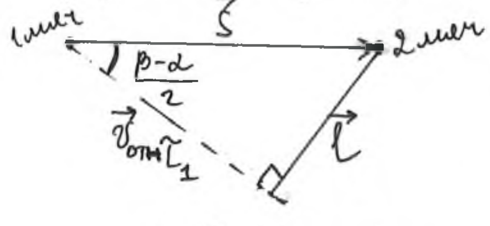


т.к. $\alpha=\frac{\pi}{2}-\beta$, то $\vec{v}_{0_1}\perp\vec{v}_{02}$



$v_{отн}=v_0\sqrt{2}$

Треугольник перемещений:



$v_{отн}\tau_1=\sqrt{S^2-\ell^2}$ ⟶

$$v_0\sqrt{2}\cdot\frac{S}{v_0\cos\alpha}=\frac{S\sqrt{2}}{\cos\alpha}=\sqrt{S^2-\ell^2} \quad (*)$$

~~$\dfrac{v_0\sqrt{2}}{S}=\cos\dfrac{\beta-\alpha}{2}$~~

$$(\vec{v}_0,\widehat{\ \vec{v}_{отн}})=\alpha+\frac{\beta-\alpha}{2}=\alpha+\frac{\frac{\pi}{2}-\alpha-\alpha}{2}=$$

$$=\alpha+\frac{\pi}{4}-\alpha=\frac{\pi}{4}$$

Из геометрии

Из (*) $\cos\alpha=$ ~~$\dfrac{\sqrt{S^2-\ell^2}}{S\sqrt{2}}$~~ $\dfrac{S\sqrt{2}}{\sqrt{S^2-\ell^2}}$ $\sin\alpha=\sqrt{1-\cos^2\alpha}=$

$$=\sqrt{1-\frac{2S^2}{S^2-\ell^2}}=\sqrt{\frac{S^2-\ell^2-2S^2}{S^2-\ell^2}}\ \dagger$$

(5) $S=\dfrac{v_0^2\sin 2\alpha}{g}$

$$= \sqrt{\frac{S^2 + \ell^2}{\ell^2 - S^2}}$$

$$\frac{\beta - \alpha}{2} = \frac{\frac{\pi}{2} - \alpha - \alpha}{2} = \frac{\frac{\pi}{2} - 2\alpha}{2} = \frac{\pi}{4} - \alpha$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right) = \cos\frac{\pi}{4}\cos\alpha + \sin\alpha \sin\frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}(\cos\alpha + \sin\alpha)$$

$$\cos\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right) = \frac{v_0\sqrt{2}\,\tau_1}{S}$$

$$v_{отн}\tau_1 = \sqrt{S^2 - \ell^2}$$

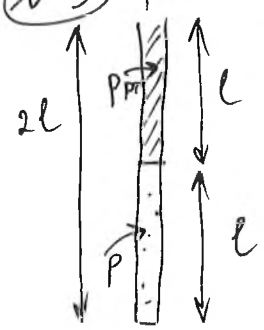
$$v_0\sqrt{2} \cdot \frac{2 v_0 \sin\alpha}{g} = \sqrt{S^2 - \ell^2}$$

$$\frac{2\sqrt{2}\, v_0^2 \sin\alpha}{g} = \sqrt{S^2 - \ell^2}$$

$$v_0^2 = \frac{\sqrt{S^2 - \ell^2}\, g}{2\sqrt{2}\sin\alpha}$$

∓

№ 3



S – поперечное сечение трубки

2ℓ T_0 $T - ?$

$p_0 = \ell$ мм рт. ст.

$\frac{9}{8}T_0$ – уже решала такую задачу, не помню вывод до конца

$p_{рт} + p_0 = p$

$p = \ell + \ell = 2\ell$ – начальное давление воздуха в трубке

~~З-н М~~ Уравнение Менделеева-Клапейрона

$pS\ell = \nu R T_0$ ν – кол-во вещ-ва воздуха

$2\ell S \ell = \nu R T_0$

$2S\ell^2 = \nu R T_0$

$\nu = \frac{2S\ell^2}{RT_0}$

Конечное состояние

$p_2 S 2\ell = \nu R T$

$p_2 = \frac{\ell T}{T_0}$ $T = \frac{p_2 T_0}{\ell}$

$p_2 = \frac{9}{8}\ell$

∓

$F'(x) = \left(\frac{mg}{S}\right)' = \left(\frac{\rho_{рт} S g x}{S}\right)' = \rho_{рт} g S$

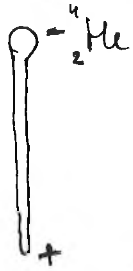
$m = \rho_{рт} V_{рт} = \rho_{рт} \cdot x \cdot S$

~~$\rho_{рт} = 13600\ \frac{кг}{м^3}$~~

$p = \frac{F}{S} = \frac{\rho_{рт}\, g\, S \cdot x}{S} = \rho_{рт}\, g\, x$

Ответ: $\frac{9}{8}T_0$

№ 1



При подаче на электрод отрицательного потенциала 1000 В гелий начал „оседать" на конце металлического стержня (были ~~из~~ одного из полюсов "–" или "+".

Электрод состоит из катода „+" и анода „–".

${}^4_2He$ – положительная α-частица притягивается к аноду („–").

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ЧРИД

Место проведения

VT 15-99

шифр

← **Не заполнять** Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Мясников

ИМЯ Максим

ОТЧЕСТВО Александрович

Дата рождения 16.07.2000 **Класс:** 11

Предмет Физика **Этап:** Заключительный

Работа выполнена на 3 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018 (число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ UT 15-99

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

№3 Дано: $2l$, T_0, l

$T - ?$

Решение:

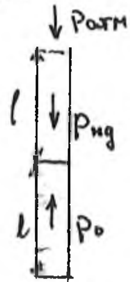


рис. 1

1) $p_0 = p_{рт} + p_{атм}$

$p_{атм} = \rho_{рт} \cdot g \cdot l$, $p_{рт} = \rho_{рт} \cdot g \cdot \frac{1}{2} \cdot 2l = \rho_{рт} \cdot g \cdot l \Rightarrow$

$\Rightarrow p_0 = 2\rho_{рт} \cdot g \cdot l$, при этом

$p_0 \cdot V_0 = \nu R T_0 \Rightarrow p_0 = \frac{\nu R T_0}{V_0}$, $V_0 = l \cdot S$, S - площадь трубки

2) $\Delta p \cdot \Delta V = \nu R \Delta T$

$\Delta p = p_0 - p_{рт} = p_{атм} = \rho_{рт} \cdot g \cdot l$

$\Delta V = \cancel{V} - V_0 = 2l \cdot S - l \cdot S = l \cdot S$

$\Delta T = T - T_0$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow \rho_{рт} \cdot g \cdot l \cdot l \cdot S = \nu R \cdot (T - T_0) = \nu R T - \nu R T_0 = \nu R T - p_0 V_0$

$\rho_{рт} \cdot g \cdot l = \frac{1}{2} p_0 \Rightarrow p_0 \cdot V_0 = \nu R T - p_0 V_0 \Rightarrow \nu R T = 2 p_0 V_0 = 2 \nu R T_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow T = 2T_0$

Ответ: $T = 2T_0$

№4 Дано: E, m, T_0

$R - ?$

Решение:

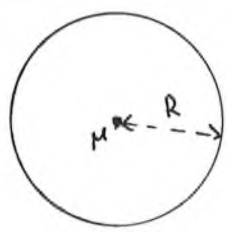


рис. 2

1) по преобразованию Лоренца:

$$t = \frac{t' + \frac{v x}{c^2}}{\gamma} = \frac{T_0 + \frac{v x}{c^2}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$$R = v \cdot t = \frac{T_0 \cdot v + \frac{v^2 \cdot R}{c^2}}{\sqrt{\frac{c^2 - v^2}{c^2}}}$$

$$\gamma R = T_0 \cdot v + \frac{v^2}{c^2} R \Rightarrow R\left(\gamma - \frac{v^2}{c^2}\right) = T_0 v \Rightarrow R = \frac{T_0 v}{\left(\gamma - \frac{v^2}{c^2}\right)}$$

?

2) $\cancel{E = mc^2 \Rightarrow \frac{mc^2}{\gamma} = \frac{E}{\gamma} = \frac{mv^2}{2}}$ $\cancel{E - \frac{mc^2}{\gamma} = \frac{mv^2}{2}} = mc^2 \Rightarrow$

$$E = \frac{\frac{m}{\gamma} v^2}{2} = \frac{m v^2}{2\gamma} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E\gamma}{m}} \Rightarrow$$

$$R = \frac{T_0 \cdot \sqrt{\frac{2E\gamma}{m}}}{\gamma - \frac{2E\gamma}{mc^2}} = \frac{T_0 \cdot \sqrt{\frac{2E\gamma}{m}}}{\gamma\left(1 - \frac{2E}{mc^2}\right)}$$

$\pm$

Ответ: $R = \frac{T_0 \sqrt{\frac{2E\gamma}{m}}}{\gamma\left(1 - \frac{2E}{mc^2}\right)}$, где γ - релятивистский корень.

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

№5 Дано: E_1, E_2, $E_2 = 2E_1$; α -?

Решение:

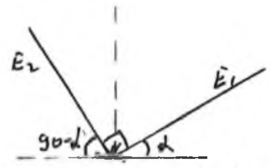


рис. 3

$\cancel{E_2}\,E_1 \quad E = J\cdot S\cdot t$

$E = J_1\cdot S\cdot t + J_2\cdot S\cdot t = (J_{01}\cdot\sin\alpha + J_{02}\cos\alpha)St$

$J_{01} = \dfrac{E_1}{St}$, $J_{02} = \dfrac{E_2}{St} \Rightarrow E = E_1\sin\alpha + E_2\cos\alpha = E_1\sin\alpha + 2E_1\cos\alpha$,

т.е. $E_\alpha = E_1\sin\alpha + 2E_1\cos\alpha$, то

$E_\alpha' = E_1\cos\alpha - 2E_1\sin\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 2\sin\alpha \Rightarrow \operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \operatorname{arctg}\frac{1}{2}$

E_α': $+$ $\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$ $-$ $\to \alpha \Rightarrow E_{max} = E(\operatorname{arctg}\frac{1}{2})$

Ответ: $\alpha = \operatorname{arctg}\frac{1}{2}$

(+)

№1. При подаче $\varphi \approx -1000$ В разряженной гелий расщепляется на ион-гелия He^+ и электрона, при этом He^+ притягивается к стержню. При этом происходит термоядерная реакция с преобразованием гелия в α-частицы, с выделением γ, T, что заставляет гелий, ~~как~~ сконцентрированный у стержня начать светиться.

(—)

№2 Дано: S, l; $E_{k_1} = E_{k_2}$, $T_1 \neq T_2$, $m_1 = m_2$; v -?

Решение:

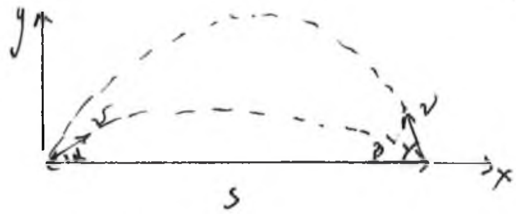


рис. 4

1) Т.к. оба мяча пролетели расстояние S и $E_{k_1} = E_{k_2}$, $m_1 = m_2$, т.е. $v_1 = v_2 = v$, то $\sin\alpha = \cos\beta$, $\cos\alpha = \sin\beta$

2) $x_1 = v\cos\alpha\cdot t$ $\quad \cancel{x_2 = S - v\cos\beta t} = v\sin\alpha t$

$y_1 = v\sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$x_2 = S - v\cos\beta t = S - v\sin\alpha t$; $y_2 = v\sin\beta t - \frac{gt^2}{2} = v\cos\alpha t - \frac{gt^2}{2}$

Найдем зависимость расстояния между мячами от времени L_t:

$L_t^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 = (S - v\sin\alpha t - v\cos\alpha t)^2 + (v\cos\alpha t - \frac{gt^2}{2} - v\sin\alpha t + \frac{gt^2}{2})^2 =$

$= S^2 + v^2t^2(1+\sin 2\alpha) - 2vSt(\sin\alpha + \cos\alpha) + v^2t^2(1 - \sin 2\alpha) =$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ UT 15-99

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

№2 (продолжение):

$L_t^2 = s^2 - 2vs(\sin\alpha + \cos\alpha)t + 2v^2t^2$, то

$(L_t^2)' = 4v^2t - 2vs(\sin\alpha+\cos\alpha) = 0 \Rightarrow t_0 = \frac{2vs(\sin\alpha+\cos\alpha)}{4v^2} = \frac{s(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2v}$, то

$L_t^2(t_0) = \ell^2 = s^2 - 2vs(\sin\alpha+\cos\alpha)\cdot\frac{s(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2v} + 2v^2\cdot\frac{s^2(1+\sin 2\alpha)}{4v^2} =$

$= s^2 - s^2(1+\sin 2\alpha) + \frac{s^2(1+\sin 2\alpha)}{2} = s^2 - \frac{s^2(1+\sin 2\alpha)}{2} = s^2\left(1 - \frac{1-\sin 2\alpha}{2}\right) =$

$= s^2\left(\frac{2-1-\sin 2\alpha}{2}\right) = s^2\cdot\frac{1-\sin 2\alpha}{2} = \ell^2 \Rightarrow 1-\sin 2\alpha = \frac{2\ell^2}{s^2} \Rightarrow$

$\sin 2\alpha = 1 - \frac{2\ell^2}{s^2} = \frac{s^2-2\ell^2}{s^2}$.

~~3) найдем $L_t(T) = S$ T для $L_t(T)=S$~~

~~$S^2 = S^2 - 2vS(\sin\alpha+\cos\alpha)T + 2v^2T^2$~~

~~$2v^2T^2 = 2vS(\sin\alpha+\cos\alpha)T \Rightarrow$~~

~~$T = \frac{S(\sin\alpha+\cos\alpha)}{v} = 2t_0$~~

~~$S = v\cos\alpha\, T = v\cos\alpha\cdot\frac{S(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2v}$~~

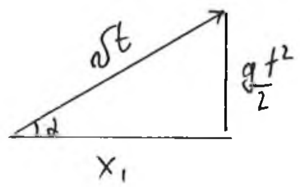
3) $S = v\cos\alpha\, t \Rightarrow$

$v = \frac{S}{\cos\alpha\, t}$

$\alpha = \frac{1}{2}\arcsin\left(1-\frac{2\ell^2}{s^2}\right)$

$x_1(t_0) = v\cos\alpha\cdot\frac{S(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2v} = \frac{S\cos\alpha(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2}$

$y_1 = v\sin\alpha\cdot\frac{s(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2v} - \frac{g\cdot s^2}{4v^2}(1+\sin 2\alpha)$



$v^2\cdot\frac{s^2}{4v^2}(1+\sin 2\alpha) = \frac{s^2\cos^2\alpha(1+\sin 2\alpha)}{4} + \frac{g^2\cdot s^4}{16v^4}(1+\sin^2 2\alpha + 2\sin 2\alpha)$

$\frac{s^2}{4}(1+\sin 2\alpha - \cos^2\alpha - \sin 2\alpha\cos^2\alpha) = \frac{g^2s^4}{16v^4}(1+\sin 2\alpha)^2$

$\sin^2\alpha + \sin 2\alpha(1-\cos^2\alpha) = \frac{g s^2}{4v^4}(1+\sin 2\alpha)^2$

$\sin^2\alpha(1+\sin 2\alpha) = \frac{gs^2}{4v^4}(1+\sin 2\alpha)^2 \Rightarrow \sin^2\alpha = \frac{gs^2}{4v^4}(1+\sin 2\alpha) \Rightarrow$

$v = \sqrt[4]{\frac{gs^2(1+\sin 2\alpha)}{4\sin^2\alpha}}$

Ответ: $v = \sqrt[4]{\frac{gs^2(1+\sin 2\alpha)}{4\sin^2\alpha}}$, при $\alpha = \frac{1}{2}\arcsin\left(1-\frac{2\ell^2}{s^2}\right)$

—

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ, Москва, Г-200

Место проведения

ОГ 99-47

шифр

← Не заполнять
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Назаров

ИМЯ Константин

ОТЧЕСТВО Олегович

Дата рождения 17.01.01.

Класс: 11

Предмет физика

Этап: заключительный

Работа выполнена на 4 листах

Дата выполнения работы: 11 ФЕВ. 2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27121

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ БТ 99-47

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

5) $E_{сум} = 2E_1\sin(90-\alpha) + E_1\sin\alpha = 2E_1\cos\alpha + E_1\sin\alpha =$
$= E_1(2\cos\alpha + \sin\alpha)$

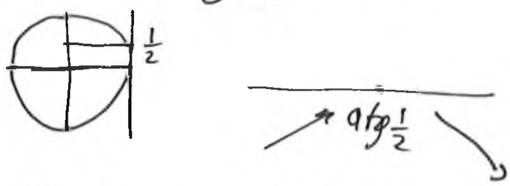
$E'_{сум} = E_1(\cos\alpha - 2\sin\alpha)$

$\cos\alpha - 2\sin\alpha = 0$

$\cos\alpha = 2\sin\alpha$

$tg\alpha = \frac{1}{2}$

$\alpha = arctg\frac{1}{2} + \pi k$



Ответ: суммарная свет. энергия будет макс. при $\alpha = arctg\frac{1}{2}$

4)

$E = mc^2 \Rightarrow c = \sqrt{\frac{E}{m}}$

$R_{max} = c\tau_0 = \sqrt{\frac{E}{m}}\cdot\tau_0$

Ответ: $\tau_0\sqrt{\frac{E}{m}}$

3) Запишем начальное равновесие.

По закону Менделеева-Клапейрона:

$pV = \nu RT \Rightarrow p_B = \frac{\nu R T_0}{l}$

Из равновесия системы следует, что

$\frac{\nu R T_0}{l} = p_A + \rho_р g l = 2\rho_р g l \Rightarrow T_0 = \frac{2\rho_р g l^2}{\nu R}$

Рассмотрим момент, когда вылилось Δl ртути:

$p'_B = \frac{\nu R T'}{l+\Delta l}$

$p'_A = p_A + \rho_р g(l-\Delta l) = \rho_р g(2l-\Delta l)$

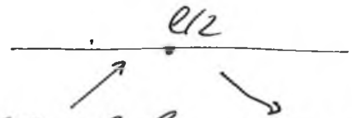
$T' = \frac{\rho_р g(2l-\Delta l)(l+\Delta l)}{\nu R}$

$$T' = \frac{\rho\rho g(2l^2 + l\Delta l - \Delta l^2)}{\nu R} = \frac{2\rho\rho g l^2 + \rho\rho g l\Delta l - \rho\rho g \Delta l^2}{\nu R}$$

$$(T')' = \frac{\rho\rho g l - 2\rho\rho g\Delta l}{\nu R} = 0$$

$$2\rho\rho g\Delta l = \rho\rho g l$$

$$\Delta l = \frac{l}{2}$$



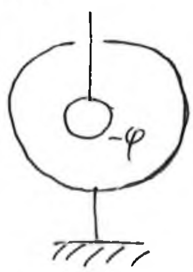
=> при $\Delta l = \frac{l}{2}$ T будет max.

Следовательно, при $\Delta l = \frac{l}{2}$ минимальная для протаскивания температура будет максимальной => до этой ~~состояния~~ температуры нужно изначально нагреть воздух. Подставив $\Delta l = \frac{l}{2}$ в выражение для температуры, получим T_{min}.

$$T_{min} = \frac{\rho g(2l - \Delta l)(l + \Delta l)}{\nu R} = \frac{9}{4}\frac{\rho g l^2}{\nu R} = \frac{9}{8}T_0$$

Ответ: $\frac{9}{8}T_0$.

1) Т.к. на изолированный проводник ~~подан~~ единовременно подали большое напряжение, то свечение могло появиться в результате двух событий:



1) в результате пробоя воздуха (появление искры). Этот вариант маловероятен, т.к. в условии сказано, что свечение наблюдалось, а не промелькнуло.

2) Свечение является следствием теплового излучения. Т.к. система заземлена и изолирована, то на стержне будет выделяться тепло. Свечение будет видно только вблизи, т.к. ~~оно бу~~ по своей природе, свет от теплового излучения рассеянный.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СТ 99-47

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

2)

Т.к. $E_{k1}=E_{k2}$, то $v_{01}=v_{02}=v_0$

$T_1=\frac{2v_0\sin\alpha}{g}$

$T_2=\frac{2v_0\sin\beta}{g}$

$S=v_0\cos\alpha\cdot\frac{2v_0\sin\alpha}{g}=v_0\cos\beta\cdot\frac{2v_0\sin\beta}{g}$

$\begin{cases}\sin\alpha\cos\alpha=\sin\beta\cos\beta\\ \sin\alpha\neq\sin\beta\end{cases}$

$\Rightarrow \beta=90-\alpha$

Следовательно, $T_1=\frac{2v_0\sin\alpha}{g}$; $T_2=\frac{2v_0\cos\alpha}{g}$

Найдём расстояние через Δt между шарами

Ox: $S'=S-v_0\cos\alpha\,\Delta t-v_0\cos(90-\alpha)\Delta t=$
$=S-v_0\Delta t(\cos\alpha+\sin\alpha)$

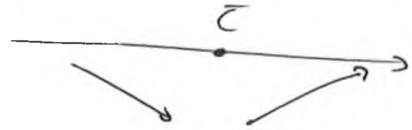
Oy: $|h_1-h_2|=|v_0\sin\alpha\,\Delta t-v_0\cos\alpha\,\Delta t|=|v_0\Delta t(\sin\alpha-\cos\alpha)|$

$r^2=Ox^2+Oy^2=(S-v_0\Delta t(\cos\alpha+\sin\alpha))^2+(v_0\Delta t(\sin\alpha-\cos\alpha))^2=$
$=S^2-2Sv_0\Delta t(\sin\alpha+\cos\alpha)+v_0^2\Delta t^2(1+\sin2\alpha)+v_0^2\Delta t^2(1-\sin2\alpha)=$
$=S^2-2Sv_0\Delta t(\sin\alpha+\cos\alpha)+2v_0^2\Delta t^2$

$(r^2)'=-2Sv_0(\sin\alpha+\cos\alpha)+2v_0^2\Delta t\cdot2$

$2\cdot2v_0^2\Delta t=2Sv_0(\sin\alpha+\cos\alpha)$

$\Delta t=\frac{S(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2v_0}=\tau$



При $\tau=\frac{S(\sin\alpha+\cos\alpha)}{2v_0}$ квадр. расстояния между шарами минимален и равен e^2

$\cancel{e^2=S^2-2Sv_0\tau(\sin\alpha+\cos\alpha)+2v_0^2\tau^2=}$
$\cancel{=S^2-2Sv_0}$

$e^2=S-2Sv_0\tau(\sin\alpha+\cos\alpha)+2v_0^2\tau^2=S^2-\frac{S^2(1+\sin2\alpha)}{2}$

$S^2(1+\sin2\alpha)=2S^2-2e^2$

$\sin2\alpha=2-\frac{2e^2}{S^2}-1=1-\frac{2e^2}{S^2}$

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

$$S = V_0 \cos\alpha \cdot 2\frac{V_0 \sin\alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{g \cdot S}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{g \cdot S^3}{S^2 - 2\ell^2}}$$

Ответ: $V_0 = \sqrt{\frac{g S^3}{S^2 - 2\ell^2}}$

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ - Москва

Место проведения

СГ 65-10

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Осова

ИМЯ Кристина

ОТЧЕСТВО Евгеньевна

Дата рождения 31.08.2000г

Класс: 11

Предмет физика

Этап: заключительный

Работа выполнена на 3 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.18г
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

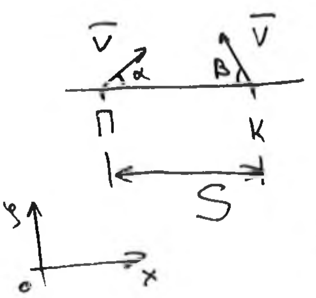
ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ БГ 68-10

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

№1

? Какого? Наблюдается эффект разряда. Он создается из-за того, что заряд накапливается на концах проводника (поэтому светятся вроде тог(о) больше энергии) молекулы начинают ускоряться, тем самым потенциальная их энергия переходит в кинетическую ⇒ у электронов появляется т.к. потенциал отрицателен, то ?? ?? ? электроны начинают смещаться с ~~вы~~ более высокого уровня на низкий, при этом излучая кванты света. +

№2



пренебрежем высотой с которой бросаются мячи иловятся, т.к. данное значение не влияет на решение задачи ⇒ тела совершают баллистическое движение.

$E_{k_1} = E_{k_2}$ - по усл

$\frac{mV_1^2}{2} = \frac{mV_2^2}{2}$ ⇒ скорости шаров одинаковы по величине, каждый из шаров прошел равное расстояние вдоль оси Ox, т.к. длительности полетов различны для шаров ⇒ углы к горизонту при бросании мячей различны.

Пусть Петя кинул мяч под углом α к горизонту, а Катя под углом β к горизонту.

Перейдем в СО, связ с мячом Кати, в ней мяч Кати неподвижен, а мяч Пети летит со скоростью $\bar{V}'$

$\bar{V} = \bar{V} + \bar{V}'$ ⇒ $\bar{V}'_{\text{Пети}} = \bar{V}_{\text{мяч}} - \bar{V}_{\text{мяч Кати}}$ −

Введем систему координат, начало отсчета мяч Кати, его координаты (0; 0), а оси сонаправлены с осями Ox и Oy, тогда координаты мяча Пети (~~$\bar{V}$~~ S'_x; S'_y)

$S'_x = V'_x T = -(V\cos\alpha - V\cos\beta)T + S$

$S'_y = V'_y T - \frac{gT^2}{2} = (V\sin\alpha - V\sin\beta)T - \frac{gT^2}{2}$

~~$l = \sqrt{(S'_x - 0)^2 + (S'_y - 0)^2} = \sqrt{S'^2_x + S'^2_y} = \sqrt{V^2T^2(\cos^2\alpha + \cos^2\beta - 2\cos\alpha\cos\beta)}$~~

~~$+T^2(V^2\sin^2\alpha + V^2\sin^2\beta - 2V^2\sin\alpha\sin\beta) + \frac{g^2T^4}{4}$~~ ~~$+((V\sin\alpha - V\sin\beta)T - \frac{gT^2}{2})^2$~~

~~$V^2T^2(\cos\alpha - \cos\beta)^2 + V^2T^2(\sin\alpha - \sin\beta)^2 - gT^3V(\sin\alpha - \sin\beta) + \frac{g^2T^4}{4} = l^2$~~

$l = \sqrt{S^2 - 2SVT(\cos\alpha - \cos\beta) + 2V^2T^2\cos(\alpha+\beta) - gVT^3(\sin\alpha - \sin\beta) + \frac{g^2T^4}{4}}$, т.к. l_{min}

значение, то ~~$l'(T) = 0$, т.к. $l' = 0$, и $l'' = 0$, и $l''' = 0$~~

Лист 01 из 03

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ГТ 65-10

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

т.к. у них другие тела преодолели равные пути то $V\cos\alpha T_1 = V\cos\beta T_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow V\cos\alpha = \frac{V\cos\beta T_2}{T_1}$

S3

$P=\frac{F}{S}=\frac{mg}{S}+l=\frac{\rho Vg}{S}+l=\frac{lS\rho g}{S}+l=l'\rho g+l$

давл. на воздух $\rho=\frac{m}{V}\Rightarrow m=\rho V$

$V=l'S$

Внутри нижней половины сосуда

$PV=\nu RT_0 \Rightarrow \nu R=\frac{PV}{T_0}=\frac{Pl'S}{T_0}=\frac{(l'\rho g+l)l'S}{T_0}$

при выдавливании всей ртути

$P_н 2V=\nu RT \Rightarrow \nu R=\frac{P_н\cdot 2l'S}{T}$

$P_н=l$

$\Rightarrow$ приравняем $\frac{(l'\rho g+l)l'S}{T_0}=\frac{l'\cdot l\cdot 2S}{T}\Rightarrow T=\frac{\cancel{l'}l2\cancel{S}T_0}{\cancel{l'S}(\rho g l'+l)}=$

$=\frac{2lT_0}{\rho g l'+l}$ - давл. перевод из мм.рт.ст в Па

плотность ртути; длина половины сосуда

Ответ: $T=\frac{2lT_0}{\rho g l'+l}$

S4

шарик имеет энергию $W_к=\frac{mV^2}{2}=\frac{m\left(\frac{R}{T_0}\right)^2}{2}$

$V=\frac{S}{T}$

при этом его потенциальная энергия и переходит в кинетическую

$W_п=-E_x\cdot xq$ + const, но считаем 0 в центре шара $\Rightarrow$ $W_п=+ERq$

$W_к=W_п$ $\quad \frac{mR^2}{T_0^2\cdot 2}=E\cancel{R}q$ $\quad R=0$ - не макс. знач.

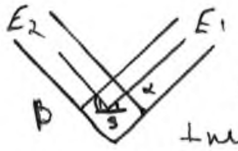
$\frac{mR}{T_0^2\cdot 2}=Eq \Rightarrow R=\frac{Eq\cdot T_0^2\cdot 2}{m}$ вн. заряд

Ответ: $R_{max}=\frac{EqT_0^2 2}{m}$

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

№5

$E_2 = 2E_1 \qquad \beta = 90° - \alpha$

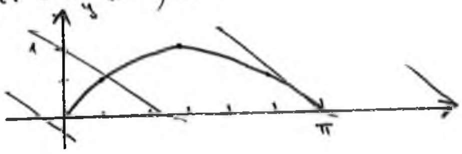


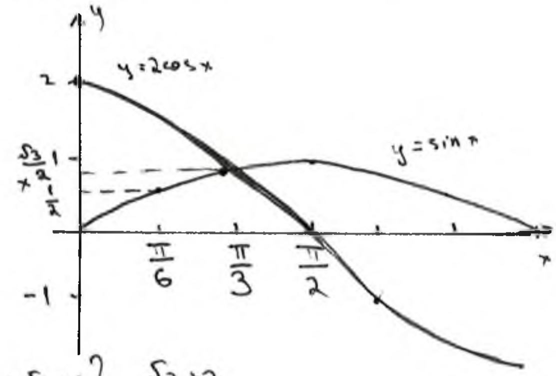
при попадании света ⊥-но пластине световая энергия максимальна ⇒ на интенсивность влияет вертикальная составляющая света, т.е. та, которая ⊥-на пластине

$\Rightarrow E_\Sigma = E_1 \sin\alpha + E_2 \sin\beta = E_1 \sin\alpha + E_2 \sin(90° - \alpha) = E_1 \sin\alpha + E_2 \cos\alpha =$

$= E_1 \sin\alpha + 2E_1 \cos\alpha = E_1(\sin\alpha + \cos\alpha \cdot 2) \Rightarrow E_{max}$ при $\sin\alpha + 2\cos\alpha = max$

построим графики: $\alpha \in [0; \frac{\pi}{2}]$





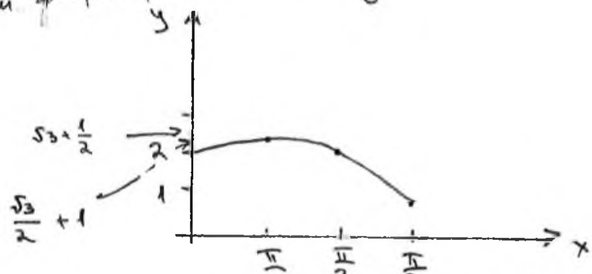
$\frac{2\sqrt3+1}{2} \,?\, \frac{\sqrt3+2}{2}$

$2\sqrt3+1 \,?\, \sqrt3+2$

$\sqrt3 \,?\, 1$

$\frac{2\sqrt3+1}{2} > \frac{\sqrt3+2}{2}$

рассм. график, равный их сумме



~~⇒ max при x = π/6~~ ~~док-во~~ $y' = (\sin\alpha + 2\cos\alpha)' = \cos\alpha - 2\sin\alpha$

y' - max при $y' = 0$ $\quad \cancel{\cos\alpha = 2\sin\alpha}$ т.к. $\alpha \in [0; \frac{\pi}{2}]$ $\cancel{\Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha}}$

$\cancel{1-\sin^2\alpha = 4\sin^2\alpha \Rightarrow \sin^2\alpha = \frac13 \Rightarrow \sin\alpha = \frac{\sqrt3}{3}}$

$\cos\alpha - 2\sin\alpha = 0$

$\sqrt5\left(\frac{\sqrt5}{5}\cos\alpha - \frac{2\sqrt5}{5}\sin\alpha\right) = 0$

$\begin{cases} \sin(\varphi - \alpha) = 0 \\ \sin\varphi = \frac{\sqrt5}{5} \\ \cos\varphi = \frac{2\sqrt5}{5} \end{cases}$

$\Rightarrow \varphi - \alpha = \pi n,$

$\alpha = \varphi - \pi n$

$\alpha \in [0; \frac{\pi}{2}] \Rightarrow n = 0$ т.к. $\sin\varphi > 0; \cos\varphi > 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow \varphi \in$ I четв.

$\Rightarrow \alpha = \varphi \Rightarrow \sin\alpha = \frac{\sqrt5}{5}$

$\cos\alpha = \frac{2\sqrt5}{5}$

Ответ: α: $\sin\alpha = \frac{\sqrt5}{5}$

$\cos\alpha = \frac{2\sqrt5}{5}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МБОУ СОШ №2
г. Гусь Хрустальный

Место проведения

EP34-50

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 29031

ФАМИЛИЯ Печников

ИМЯ Дмитрий

ОТЧЕСТВО Викторович

Дата рождения 27.03.2003

Класс: 9

Предмет Физика

Этап: заключительный

Работа выполнена на 2 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: ____________

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27031

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ EP34-50

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

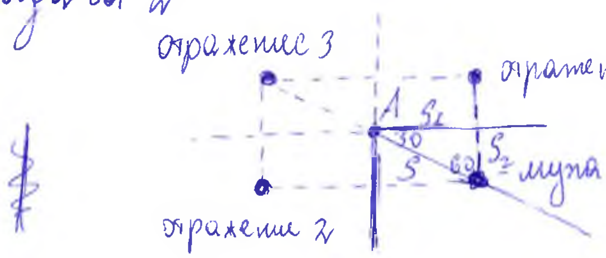
Задача 1

В первом случае из-за того что заряды кольца и частицы разные она сначала разгонится а потом проходя затормозит. Во втором случае сначала затормозится (из-за отталкивания) а потом разгонится. Поэтому время частицы не изменится (−)

Задача 2

~~Нет задачи~~

№3



отражение 1 движется со скоростью $\frac{\cancel{\cos}30°}{\cancel{S}}$ = в $\cos 30°$ ~~больше~~ меньше так как чем меньше расстояние за одно время тем меньше скорость а $\frac{S}{S_1} = \cos 30°$

отражение 2 в $\sin 30°$ меньше $\frac{S}{S_2} = \sin 30°$ (−)

отражение 3 движется со скоростью мухи

Задача 3

$E = mgh$ $Q = cm\Delta t$ $\frac{Q}{E} = \eta$

по этим формулам считаем

1) $Q = 4000 \cdot 10 \cdot 0{,}1 = 4000$ Дж

2) $\frac{E}{Q} = 1 - \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$. $E = Q \cdot \frac{1}{4} = \frac{4000}{4} = 1000$ Дж.

$E = mgh \Rightarrow h = \frac{E}{mg} = \frac{1000 \text{ Дж}}{10 \text{ кг} \cdot 10} = 10$ м (+)

Ответ: 10м

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27031

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ EP34-50

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

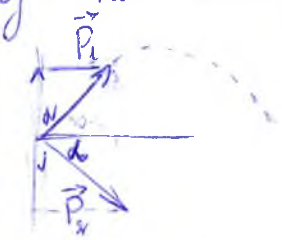
Задача 5

Так как трение в нити отсутствует, то если взять длину нити длиной с рамку то из за натяжения и силы реакции опоры гвоздь притянется к рамке и трение будет большое, что даст хорошую фиксацию картины.

Ответ: ~~3 гвоздя.~~

Задача 4

Так как импульс одного тела спустя некоторое время приобрел отрицательный показатель то тело было направлено вверх, а другое вниз так как заметно увеличило импульс.



$p = m g \upsilon$

Пусть угол наклона полетов наших тел α. Тогда проекция второго импульса $\sin\alpha \cdot \vec{P_2}$.

Время полета двух тел равно t или рассматривая полет первого тела. ~~$P_1 = m_1 g \upsilon_1 \Rightarrow \upsilon_1 = \vec{P_1} m_1 g$~~ $\vec{P}'' = \cos\alpha \vec{P_1}$

$m_1 g \upsilon'' = \cos\alpha\, m_1 g \upsilon_1$

$\upsilon'' = \cos\alpha\, \upsilon_1$

$t = \frac{\upsilon''}{g} = \frac{\cos\alpha\, \upsilon_1}{g}$

Второе ~~Первое~~ тело приобрело импульс за t $\sin\alpha \cdot \vec{P_2} + 2m_1 g t \cdot g$ или $5\vec{P_1}$

$\sin\alpha \vec{P_2} + 2m_1 g \frac{g^2 \cos\alpha \upsilon_1}{g} = 5\vec{P_1}$

$\sin\alpha \vec{P_2} + 2m_1 g \cos\alpha \upsilon_1 = 5\vec{P_1}$

$\sin\alpha \vec{P_2} + 2\cos\alpha \vec{P_1} = 5\vec{P_1}$

$\sin\alpha \vec{P_2} = (5 - 2\cos\alpha)\vec{P_1}$

$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\sin\alpha}{5 - 2\cos\alpha}$

Ответ: $\frac{\sin\alpha}{5-2\cos\alpha}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ИГЭУ

Место проведения

YV 57-72

шифр

← Не заполнять
Заполняется ответственным работником

Вариант № 2711

ФАМИЛИЯ ПЯТКИН

ИМЯ СТАНИСЛАВ

ОТЧЕСТВО СЕРГЕЕВИЧ

Дата рождения 18.05.2000

Класс: 11

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 4 **листах**

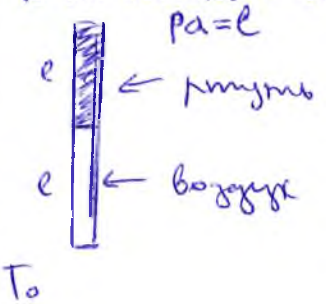
Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

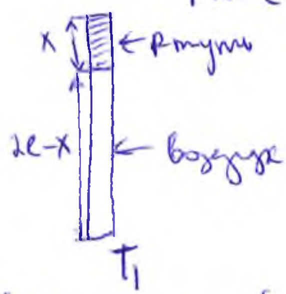
Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.

№3.

В начальный момент: $p_a = l$



В некоторый момент времени: $p_a = l$



x – длина столба ртути.

Будем измерять давление в мм рт. ст.

Тогда P_0 – нач. давление газа, $P_0 = l + p_a = 2l$.

P_1 – давление в некотор. момент, $P_1 = x + p_a = x + l$.

V_0, V_1 – объемы газа в соотв. моменты времени.

$V_0 = l \cdot S$, $V_1 = (2l - x) \cdot S$, где S – сечение трубки.

По закону Менделеева-~~Клапейрона~~Клапейрона:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1},$$

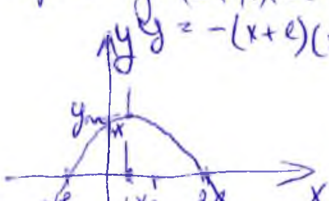
$$\frac{P_0 l}{T_0} = \frac{P_1 (2l - x)}{T_1},$$

$$\frac{2l^2}{T_0} = \frac{(l+x)(2l-x)}{T_1}, \Rightarrow \frac{T_1}{T_0} = \frac{(l+x)(2l-x)}{2l^2}$$

$T_1 \max$ при $\frac{(l+x)(2l-x)}{2l^2}$ – максимальном

$\Rightarrow$ при $y = (l+x)(2l-x)$ max.

$y = -(x+l)(x-2l)$



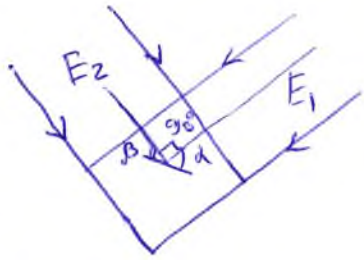
$$y_{max} = y(x_в) = y\left(\frac{2l + (-l)}{2}\right) = y\left(\tfrac{1}{2}l\right) \Rightarrow$$

$$T_{max} = \frac{\left(l + \frac{1}{2}l\right)\left(2l - \frac{1}{2}l\right)}{2l^2} \cdot T_0 = \frac{\frac{9}{4}l^2}{2l^2} T_0 = \frac{9}{8} T_0.$$

Ответ: до температуры $\frac{9}{8} T_0$ нужно нагреть воздух в трубке, чтобы он вытеснил всю ртуть.

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

№5



Пусть β – угол между пластиной и лучами светового пучка E_2.

Тогда, т.к. первый и второй пучки ⊥, то $\alpha + \beta = 90°$.

E_1' и E_2' – энергия, которую получает пластинка от первого и второго луча при данном расположении соотв.

$E_1' = E_1 \cdot \sin\alpha$

$E_2' = E_2 \cdot \sin\beta = E_2 \cdot \cos\alpha = 2E_1 \cdot \cos\alpha$.

$E_{общ} = E_1' + E_2' = E_1(\sin\alpha + 2\cos\alpha)$.

$E_{общ}$ принимает макс. значение при max значении $(\sin\alpha + 2\cos\alpha)$

$y(x) = \sin x + 2\cos x$

$y'(x) = \cos x - 2\sin x$

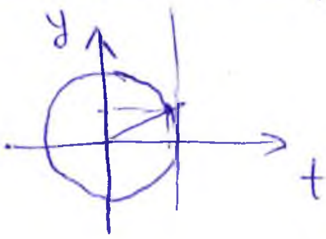
$y'(x) = 0$

$\cos x - 2\sin x = 0 \quad |:\cos x$ (~~при~~ $\cos x = 0$ – не решение данного ур-ния)

$\operatorname{tg} x = \frac{1}{2}$.

$x = \operatorname{arctg}\frac{1}{2} + \pi n, n \in Z$.

Легко заметить, что $x = \operatorname{arctg}\frac{1}{2}$ – один из максимумов функции.



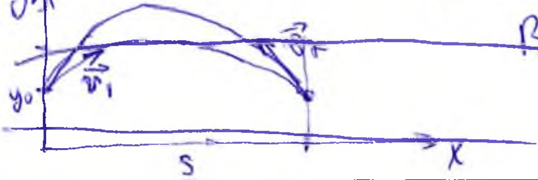
(+)

⇓

$E_{общ}$ максимально при $\alpha = \operatorname{arctg}\frac{1}{2}$.

Ответ: $\operatorname{arctg}\frac{1}{2}$.

№3



~~Введем систему координат.~~

№3

Введем систему координат:

Напишем уравнения, которые задают движение мячей вдоль осей. $v_{1x}, v_{1y}, v_{2x}, v_{2y}$ – проекции скоростей v_1, v_2 на оси Ox, Oy.

Ox:

1) $x = v_{1x} \cdot t$

2) $x = S - v_{2x} \cdot t$

Oy:

1) $y_1 = y_0 + v_{1y} \cdot t - \frac{gt^2}{2}$.

2) $y = y_0 + v_{2y}t - \frac{gt^2}{2}$.

В некоторый момент времени t.

$\Delta x = S - t(v_{1x} + v_{2x})$

$\Delta y = t(v_{1y} - v_{2y})$

$\ell^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2$.

$f(t) = \Delta x^2 + \Delta y^2 = (S - t(v_{1x} + v_{2x}))^2 + t^2(v_{1y} - v_{2y})^2 = t^2((v_{1y} - v_{2y})^2 + (v_{1x} + v_{2x})^2) - 2St(v_{1x} + v_{2x}) + S^2$.

$f(t)$ минимальна при $f(t_{верш})$

$t_{верш} = \frac{-b}{2a} = \frac{S(v_{1x} + v_{2x})}{((v_{1y} - v_{2y})^2 + (v_{1x} + v_{2x})^2)}$

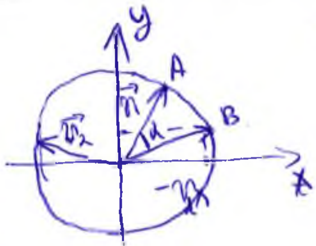
$\ell^2 = f(t_{верш}) = \frac{-S^2(v_{1x} + v_{2x})^2}{((v_{1y} - v_{2y})^2 + (v_{1x} + v_{2x})^2)} + S^2 = \frac{S^2(v_{1y} - v_{2y})^2}{((v_{1y} - v_{2y})^2 + (v_{1x} + v_{2x})^2)}$

$\ell^2((v_{1y} - v_{2y})^2 + (v_{1x} + v_{2x})^2) = S^2(v_{1y} - v_{2y})^2$.

$\ell^2(v_{1x} + v_{2x})^2 = (S^2 - \ell^2)(v_{1y} - v_{2y})^2$.

Пусть $(v_{1x} + v_{2x}) = x_1$, $(v_{1y} - v_{2y}) = y_1$.

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



$\vec{a}(x_1; y_1)$ – это разности координат векторов $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_3$ – симметричного $\vec{v}_2$ относ. Oy
$\Rightarrow$ $\vec{a}(x_1; y_1)$ – разность векторов $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_3$
Пусть n – длина вектора $\vec{a}$, p – длина векторов $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3$..

Пусть α – угол между $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_3$.
Пусть $A(x; y)$, тогда $B(x-x_1; y+y_1)$
По теореме косинусов:

$$n^2 = p^2 + p^2 - 2\cos\alpha \cdot p^2$$

$$n^2 = 2p^2(1-\cos\alpha)$$

$$x_1^2 + y_1^2 = 2p^2(1-\cos\alpha)$$

$$\cos\alpha = \cos(\angle AOX - \angle BOX) = \frac{(x-x_1)x + (y-y_1)y}{p^2} =$$

$$= \frac{x^2+y^2 - x_1x + y_1y}{p^2} = \frac{p^2 - xx_1 + yy_1}{p^2}$$

$$p^2 = (x-x_1)^2 + (y+y_1)^2 = x^2+y^2$$

$$x_1^2 + y_1^2 = 2(xx_1 - yy_1)$$

$$n^2 = 2(x_1x - yy_1)$$

$$\Rightarrow \cos\alpha = \frac{p^2-n^2}{p^2}$$

~~$n^2 = 2p^2\left(1 - \frac{p^2-n^2}{p^2}\right)$~~

№1

Свечение возникает, т.к. электроны возбуждаются электр. полем и излучают электроволны.

+

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ, Москва

Место проведения

GT 54-23

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27091

ФАМИЛИЯ Розанова

ИМЯ Анна

ОТЧЕСТВО Михайловна

Дата рождения 23.01.2003

Класс: 9

Предмет Физика

Этап: заключительный

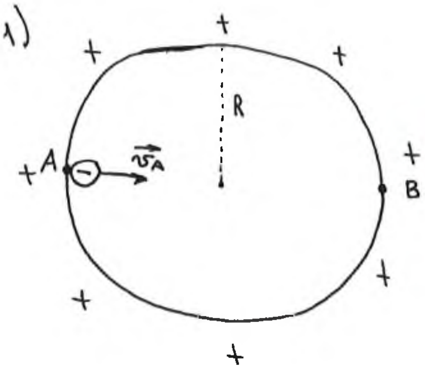
Работа выполнена на 4 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Розанова

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

1. 1)



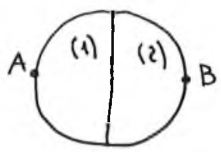
?

Смотрите условие!

−

∓

1) Рассмотрим первый случай (когда частица отрицательно заряжена:

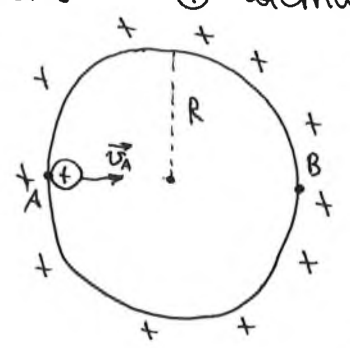


- В секторе круга (1) отрицательной частице (про которую идет речь) надо преодолевать притяжение со стороны положительно заряженных частиц металлического кольца (т.к. противоположно заряженные частицы притягиваются) ⇒

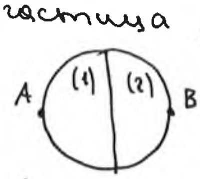
⇒ её скорость уменьшится на некоторое кол-во единиц, предположим на X единиц.

- В секторе круга (2) отрицательно заряженная частица будет притягиваться положительными частицами, но уже с другой стороны ⇒ её скорость увеличится, причем также на X единиц, т.к. её заряд остается прежним, а сила действия на неё других ⊕ частиц не изменяется по модулю.

2)



1) Рассмотрим теперь случай, когда частица заряжена положительно:

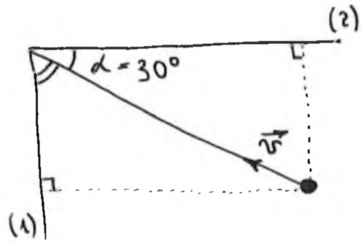


- В секторе круга (1) частица будет двигаться быстрее из-за отталкивания других положительных частиц (т.к. частицы одного знака отталкиваются), причем скорость её увеличится причем также на X единиц (т.к. сила притяжения разноименных (разные знаки) зарядов равна по модулю силе, с которой они отталкиваются.
- В секторе круга (2) из за отталкивания со стороны других частиц, скорость частицы уменьшится на X ед. (т.к. заряд остался прежним, а сила действия других ⊕ частиц не изменилась по модулю)

3) В первом случае с отрицательной частицей скорость сначала уменьшилась на X единиц, а затем увеличилась тоже на X единиц, а во втором случае сначала увеличилась, а затем увеличилась на X ед. (в обоих случаях).

Получается, что в обоих случаях $v_{ср.}$ была одинаковая $\Rightarrow$ $t_{\oplus} = t_{\ominus}$ (т.к. $S = v_{ср.} t$, $S = S$, $v_{ср.} = v_{ср.}$) Получается время движения не изменится.

Ответ: не изменится.

2. 

Дано:
$\alpha = 30°$,
v.

Найти:
1) кол-во отражений
2) v движения отражений

Решение:

1) Найдем кол-во отражений:

Т.к. угол падения равен углу отражения, а муха отражается от одного и другого зеркала под углом $90° \Rightarrow$ отраженный от (1) и (2) зеркал свет попадает на сетчатку глаза мухи, но не отражается еще раз от второго зеркала (т.к. линия отражения от одного зеркала $\parallel$ другому зеркалу) $\Rightarrow$ муха увидит столько отражений, сколько зеркал $\Rightarrow$ 2 отражения.

2) Отражения будут двигаться со скоростями, равными проекциям скорости $\vec{v}$ на зеркала (т.к. Δ прямоугольные)

Отражение (2):

$v_{(2)} = v \cdot \cos 30° = v \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{v\sqrt{3}}{2}$

Отражение (1):

$v_{(1)} = v \cdot \sin 30° = v \cdot \frac{1}{2} = \frac{v}{2}$.

Ответ: 2 отражения; $\frac{v\sqrt{3}}{2}$, $\frac{v}{2}$.

+

3. Дано:
$m = 10$ кг
$\Delta T = 0,1$ К
$Q_{ср.} = \frac{3}{4} Q$
$C = 4000 \frac{Дж}{К}$

Найти:
$h = ?$

Решение:

1) Найдем кол-во теплоты, отданое телом:
$Q = mc\Delta T = 10 \cdot 4000 \cdot 0,1 = 4000$ (Дж)

2) Из них тепло, которое пошло на подъем груза:
$Q = Q - Q \cdot \frac{3}{4} = 4000 - 4000 \cdot \frac{3}{4} = 1000$ (Дж)

3) Т.к. $Q = A$, а $A = Fh \Rightarrow$
$h = \frac{A}{F} = \frac{Q}{F} = \frac{1000}{100} = 10$ (м), где $F = mg = 10 \cdot 10 = 100$ (Н).

Ответ: $h = 10$ м.

+

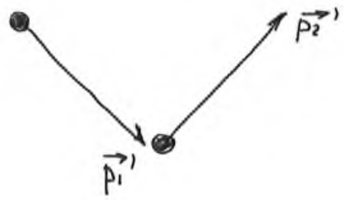
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

4. Сначала:

$m_2 = 2m_1$

Найти: $\frac{p_1}{p_2} = ?$

Потом:



$\vec{p_1}' = -\vec{p_1}$

$|\vec{p_2}| = |5\vec{p_1}|$

Решение:

1) Найдем Δp для первого мяча:

$\Delta \vec{p_1} = \vec{p_1}' - (-\vec{p_1}) = 2\vec{p_1} \Rightarrow$ по модулю это: $2 \cdot p_1 = 2 \cdot m_1 v_1 = m_2 v_1$

2) Найдем Δp для второго мяча:

$\Delta \vec{p_2} = \vec{p_2}' - \vec{p_2} \Rightarrow$ по модулю это: $-m_2 v_2 + m_2' v_1' = -m_2 v_2 + 5 \cdot m_1 v_1 =$

$= 2m_1(-v_2 + 2{,}5 v_1) = m_2(-v_2 + 2{,}5 v_1)$

3) $\frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} = \frac{2p_1}{p_2' - p_2} \Rightarrow \frac{\Delta p_1}{\Delta p_2} = \frac{2p_1}{m_2(v_2 - 2{,}5v_1)} = \frac{v_1}{-v_2 + 2{,}5 v_1} = \frac{\frac{p_1}{m_1}}{\frac{2{,}5 \cdot p_1}{m_1} - \frac{p_2}{2m_1}} =$

[redacted]

$= \frac{\frac{p_1}{m_1}}{\frac{5p_1 - p_2}{2m_1}} = \frac{p_1 \cdot 2\cancel{m_1}}{\cancel{m_1} \cdot (5p_1 - p_2)} = \frac{2p_1}{5p_1 - p_2}.$

[redacted] т.к. $p_2' = 5p_1$, $p_2 = p_2' - \Delta p_2 \Rightarrow$

$\Rightarrow p_1 = \frac{p_2'}{5} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{\frac{p_2'}{5}}{p_2' - \Delta p_2} = \frac{p_2'}{5(p_2' - \Delta p_2)}$

Ответ: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{p_2'}{5(p_2' - \Delta p_2)}$.

−

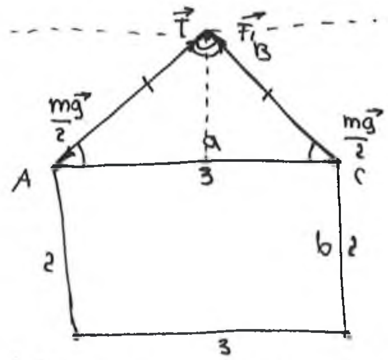
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27091

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ GT 54-23

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

5



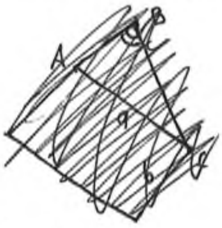
Дано:
$F_{тр.} = 0$
$a = 3$ фута
$b = 2$ фута

Найти:
$L_{шнура} = ?$ (нити)

Решение:

1) Т.к. картина должна висеть ровно ⇒ ∆ABC должен быть равнобедренным т.е. ∠A = ∠C.

~~2) Рассмотрим случай, когда картина скатывается на бок: тогда один угол ∠A или ∠C увеличивается ровно на столько, на сколько уменьшается другой, при этом угол ∠B остается неизменным.~~



2) Рассмотрим случай, когда картина полностью сместилась на один бок:

Тогда ∠B равен 180°, но тогда длинна нити была бы равна стороне a, т.е. 3 фута.
Т.к. сила трения равна нулю ⇒ при такой длине нити это бы (смещение) произошло легче всего.

3) Можно сделать вывод, что чем длиннее будет нить, то тем сложнее будет происходить смещение.

4) Найдем минимальную длину нити, чтобы смещение не происходило: $a \cdot b = 3 \cdot 2 = 6$ (футов) (чтобы уровновесить и одну и другую сторону)

5) Но т.к. нить чем длиннее, тем меньше шанс смещения ⇒ длина нити должна быть:

$L_{нити} \geq 6$ (футов)

Ответ: $L_{нити} \geq 6$ футов.

?

(—)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ Москва

Место проведения

ЕГ 43-70

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ САВКИН

ИМЯ ЕГОР

ОТЧЕСТВО АЛЕКСАНДРОВИЧ

Дата рождения 27.06.2000 **Класс:** 11

Предмет ФИЗИКА **Этап:** ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 03 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: [подпись]

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 24111

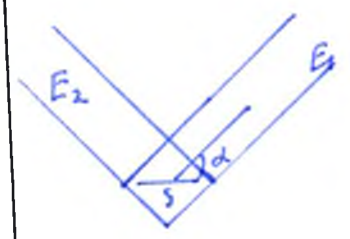
ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ БГ 43-70

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

№1

При большом потенциале электрода (около 1000 В) он начинает испускать электроны в камеру. Почему? Эти электроны попадают (соударяются) с атомами гелия, находящегося в камере. Так как электроны очень малы по сравнению с атомами, то при соударении атом гелия на время принимает электрон, в результате ~~него~~ чего выделяется ~~он~~ световая энергия. Но так как в камере находится очень большое количество ~~молекул~~ атомов гелия, то электроны имеют малую вероятность пролететь далеко от электрода, не ударившись с атомами. Также из-за большого отрицательного потенциала вокруг электрода концентрируются атомы с положительным зарядом (без одного или более электронов). Поэтому свечение наблюдается в основном около электрода.

+



Дано:

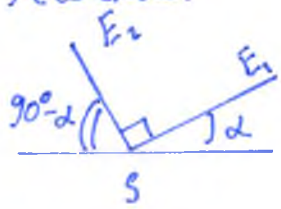
$\vec{E_1} \perp \vec{E_2}$;

$E_2 = 2E_1 = E$

α - ?

№5

Решение.



Т.к. с увеличением угла α количество получаемой от ~~и~~ E_1 энергии увеличивается, то функция, описывающая количество принимаемой энергии от E_1 задаётся $f_1(\alpha) = E\sin\alpha$

Из аналогичных соображений и из угла между S и E_2 => $f_2(\alpha) = 2E\cos\alpha$;

Тогда суммарное количество энергии $f(\alpha) = E(2\cos\alpha + \sin\alpha)$

Найдём точки максимума функции:

$f'(\alpha) = E(-2\sin\alpha + \cos\alpha)$; $E(-2\sin\alpha + \cos\alpha) = 0$

$\cos\alpha = 2\sin\alpha$

$\left[\begin{array}{l} tg\alpha = \frac{1}{2} \\ ctg\alpha = \frac{1}{2} \end{array}\right.$?

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СТ 43-70

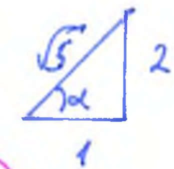
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

$f(\operatorname{arcctg}\frac{1}{2}) = E(2\cdot\frac{2}{\sqrt5} + \frac{1}{\sqrt5}) = \frac{5}{\sqrt5}E = \sqrt5\cdot E$

$f(\operatorname{arcctg}\frac{1}{2}) = E(2\cdot\frac{1}{\sqrt5} + \frac{2}{\sqrt5}) = \frac{4}{\sqrt5}E; = \frac{4}{5}\sqrt5 E$

$f(0°) = 2E\cdot 1 = 2E$

$f(90°) = E$



$\Rightarrow \alpha = \operatorname{arcctg} 2 = \operatorname{arcctg}\frac{1}{2}$ - искомый угол.

Ответ: $\alpha = \operatorname{arctg} 2$

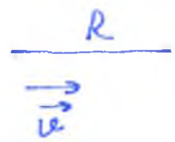
+

?

№4

Дано:
$E, m,$
τ_0
R - ?

Решение.



Пусть мюон полетел к стенке со скоростью ϑ, причём вся энергия мюона перешла в кинетическую. Тогда из з-на сохранения и превращения энергии $\Rightarrow$

$\Rightarrow E = \frac{m\vartheta^2}{2} \Rightarrow \vartheta = \sqrt{\frac{2E}{m}};$

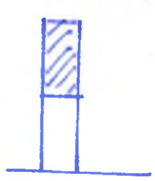
Откуда $R = \vartheta\tau_0 = \tau_0\cdot\sqrt{\frac{2E}{m}}.$

Ответ: $R = \tau_0\cdot\sqrt{\frac{2E}{m}}.$

№3

Дано:
$l,$
$T_0, 2l_a$
T - ?

Решение.



Запишем начальные условия давления и объёма:

$p_0 = l + \frac{2l}{2} = 2l;$

$V_0 = l$

±

Пусть k, $\min(k) = 1$ - длина столбика воздуха, тогда зависимость объёма и давления: $V = kl$, $p = l(3-k)$.

Из уравнения состояния идеального газа $\Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{pV}{T} = const; \Rightarrow T \sim pV \Rightarrow T = kl\cdot l(3-k)$.

$T = l^2(3k-k^2)$. Для того, чтобы воздух вытеснил всю ртуть, $T \geq \max(l^2(3k-k^2))$.

$T = \max(l^2(3k-k^2))$; $(3k-k^2)' = 3-2k \Rightarrow k = 1.5$

Лист 02 из 03

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

$\Rightarrow T = l^2 \cdot (3 \cdot 1{,}5 - 1{,}5^2) = l^2 \cdot 2{,}25;$

~~Пр~~ Из уравнения состояния идеального газа $\Rightarrow$

$\Rightarrow T_0 = 2l^2;$

$\Rightarrow T = \dfrac{l^2 \cdot 2{,}25}{2l^2} \cdot T_0 = 1{,}125\, T_0;$

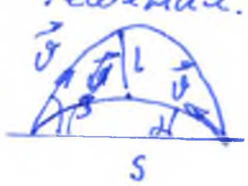
Ответ: $T = 1{,}125 T_0;$

№2

Дано: $S, L, E_1 = E_2$

$\vartheta - ?$

Решение.



Запишем уравнения движения 1-й мячик:

$y_1(t) = \vartheta \sin\alpha\, t - \frac{g}{2} t^2;$

$x(t) = \vartheta \cos\alpha \cdot t.$

$S = \dfrac{\vartheta^2 \sin 2\alpha}{g};$

2-й мячик: $y_1(t) = \vartheta \sin\beta\, t - \frac{g}{2} t^2;\ x_1(t) = \vartheta \cos\alpha \cdot t;$

$\Rightarrow \sin 2\alpha = \sin 2\beta \Rightarrow \beta = 90^\circ - \alpha \Rightarrow \sin\beta = \cos\alpha;\ \cos\beta = \sin\alpha;$

$\Rightarrow$ Запишем ~~в~~ ф-ю расстояния м/у двумя мячиками

$f(t) = \sqrt{(\vartheta \sin\alpha t - s + \vartheta \cos\alpha t)^2 + (\vartheta \sin\alpha t - \vartheta \cos\alpha t)^2} =$

$= \sqrt{2\vartheta^2 t^2 (1 - \sin 2\alpha) - 2\vartheta t |\sin\alpha - \cos\alpha| s + s^2};$

Найдём минимальное значение подкоренного выражения:

$f'(t) = 4 t \vartheta^2 (1 - \sin 2\alpha) - 2\vartheta s |\sin\alpha - \cos\alpha|$

$f'(t) = 0 \Rightarrow t = \dfrac{s}{2\vartheta |\sin\alpha - \cos\alpha|}; \Rightarrow l = \sqrt{\dfrac{s(1 - \sin 2\alpha)}{2(1 - \sin 2\alpha)} - s + s^2} = \sqrt{s^2 - \frac{s}{2}};\ l^2 = s^2 - \frac{s}{2}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ Москва Г-300

Место проведения

GГ 65-54

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Свиридкин

ИМЯ Дмитрий

ОТЧЕСТВО Андреевич

Дата рождения 06.06.2000 **Класс:** 11

Предмет Физика **Этап:** Заключительный

Работа выполнена на 4 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Двир

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

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

№1

Т.к. есть $\Delta\varphi$ (разность потенциалов) => возникает электрическое поле $\vec{E}$ => $m\vec{a} = e\vec{E}$?!

В $\vec{F_э} = e\vec{E}$

Откуда?!

e начинает разгоняться => энергия e возрастает. При столкновении с Атомом, Атом получает энергию от e и переходит в возбужденное состояние, и при возвращении в обратное, начинает испускать фотоны (начинает светиться). Свечение происходит вблизи электрода, потому что на большем расстоянии от него $\vec{E}$ электрического поля меньше и оно не может разогнать e до высокой энергии.

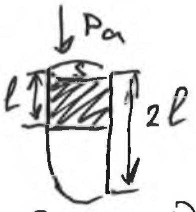
Почему?!

±

№3

Дано:
$2l$
T_0
$\rho_{рт.}$
$P_a = l_{мм.рт.ст.}$

$T_1 - ?$



$P_a = l_{мм рт.ст.} = \rho_{рт.} g l$

$PV = \nu RT$

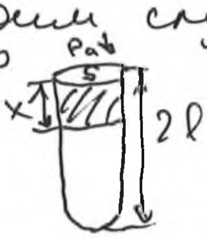
① $P_0V_0 = \nu RT_0$

$P_0 = P_a + \rho_{рт.} g \cdot l = 2\rho g l$

$V_0 = l \cdot S$

$2\rho g l \cdot lS = \nu RT_0$

Рассмотрим случай когда ртуть вытекла не полностью



②

$V_1 = (2l - x)S$

$P_1 = P_a + \rho g x = \rho g(l + x)$

$P_1V_1 = \nu RT_1$

$$\rho g(l+x)(2l-x)S = \nu R T_1$$

$$\frac{\cancel{\rho g}(l+x)(2l-x)\cancel{S}}{2\cancel{\rho g}l\cdot l\cdot \cancel{S}} = \frac{\cancel{\nu R}T_1}{\cancel{\nu R}T_2}$$

$$\frac{(l+x)(2l-x)}{2l^2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$T_1 = \frac{T_0}{2l^2}(l+x)(2l-x)$$

T_1 – min, когда $T_1' = 0$

$$T_1' = \frac{T_0}{2l^2}\left[(2l-x)(l+x)' + (l+x)(2l-x)'\right] = 0$$

$$\frac{T_0}{2l^2}\left[1(2l-x) - 1(l+x)\right] = 0$$

$$2l - x - l - x = 0$$

$$-2x = -l$$

$$x = \frac{l}{2}$$

$$\Downarrow$$

$$T_1 = \frac{T_0}{2l^2}\left(l+\frac{l}{2}\right)\left(2l-\frac{l}{2}\right) = \frac{T_0}{2l^2}\cdot\frac{9l^2}{4} =$$

$$= \frac{9T_0}{8}$$

+−

Ответ: ~~min~~ min температура $= \frac{9T_0}{8}$

№4

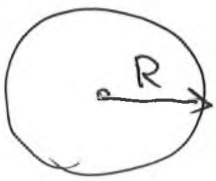
Дано:

E

m_0

T_0

R - ?



$$E_0 = m_0 c^2 \qquad t = \frac{T_0}{\sqrt{1-\left(\frac{\vartheta}{c}\right)^2}}$$

$$E = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1-\left(\frac{\vartheta}{c}\right)^2}}$$

$$R \le l = \cancel{\vartheta}\vartheta\cdot t = \vartheta\cdot\frac{T_0}{\sqrt{1-\left(\frac{\vartheta}{c}\right)^2}}$$

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

$$\sqrt{1-\frac{\vartheta^2}{c^2}} = \frac{m_0c^2}{E} \Rightarrow 1-\frac{\vartheta^2}{c^2} = \frac{m_0^2c^4}{E^2}$$

$$\vartheta^2 = c^2\left(1-\frac{m_0^2c^4}{\cancel{4}E^4}\right) \Rightarrow \vartheta = c\sqrt{\left(1-\frac{m_0^2c^4}{E^2}\right)}$$

$$l = c\sqrt{1-\frac{m_0^2c^4}{E^4}} \cdot \frac{T_0}{\sqrt{1-\frac{c^2\left(1-\frac{m_0^2c^4}{E^2}\right)}{c^2}}} = c\sqrt{1-\frac{m_0^2c^4}{E^2}} \cdot$$

$$\cdot \frac{T_0}{\sqrt{\frac{m_0^2c^2}{E^2}}} = c\sqrt{\left(1-\frac{m_0^2c^4}{E^4}\right)\cdot\frac{T_0^2E^2}{m_0^2c^4}} =$$

$$= c\sqrt{\frac{T_0^2-E^2}{m_0^2c^4} - \frac{m_0^2c^4T_0^2\cancel{E^2}}{m_0^2c^4\cancel{E^2}}} = cT_0\cdot\sqrt{\left(\frac{E^2}{m_0^2c^4}-1\right)}$$

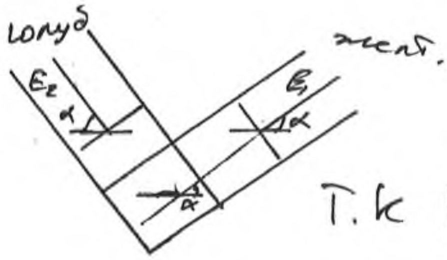
Ответ: $R = cT_0\sqrt{\frac{E^2}{m_0^2c^4}-1}$

⊕

№5

Дано:
$E_2 = 2E_1$

$\alpha - ?$



$$E = E_1\sin\alpha + E_2\cos\alpha$$

Т.к E - max $\Rightarrow E' = 0$

$$(E_1\sin\alpha)' + (2E_1\cos\alpha)' = 0$$

$$E_1(\cos\alpha - 2\sin\alpha) = 0 \;|:\cos\alpha \quad \cos\alpha \neq 0$$

$$1 - 2tg\,\alpha = 0$$

$$tg\,\alpha = \frac{1}{2}$$

⊕

$$\alpha = arctg\left(\frac{1}{2}\right)$$

Ответ: $\alpha = arctg\left(\frac{1}{2}\right)$

№2

Дано:
S
ℓ
ϑ_0?

$\vec{r} = \vec{r_0} + \vec{\vartheta_0}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$ на $Ox: x = \vartheta_0\cos\alpha t$

$y = 0 \quad \vartheta_0\sin = \frac{gt}{2}$ на $Oy: y = \vartheta_0\sin\alpha t - \frac{gt^2}{2}$

$t = \frac{2\vartheta_0\sin\alpha}{g}$

$$S = \frac{\vartheta_0\cos\alpha\cdot 2\vartheta_0\sin\alpha}{g} = \frac{\vartheta_0^2\sin 2\alpha}{g}$$

$\ell = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$

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

$$\Delta y = y_2 - y_1 = \vartheta_0 \sin\beta t - \cancel{\frac{gt^2}{2}} - \vartheta_0 \sin\alpha t + \cancel{\frac{gt^2}{2}}$$

$$\Delta x = S - t(\vartheta_0 \cos\beta - \vartheta_0 \cos\alpha)$$

$$\alpha \neq \beta \qquad \cos\alpha = \sin\beta$$

$$\alpha + \beta = 90 \qquad \sin\alpha = \cos\beta$$

$$\vartheta_0 = \frac{x}{\cos\alpha t} = \frac{x_2}{\sin\alpha t}$$

$$l = \sqrt{(S - t(\vartheta_0\cos\beta - \vartheta_0\cos\alpha))^2 + \vartheta_0^2 t^2(\sin\beta - \sin\alpha)^2}$$

$$l = \sqrt{S^2 - 2tS(\vartheta_0\cos\beta - \vartheta_0\cos\alpha) + \vartheta_0^2(\cos\beta - \cos\alpha)^2 + \vartheta_0^2 t^2(\sin\beta - \sin\alpha)^2}$$

$$l = \sqrt{S^2 - 2tS\vartheta_0(\cancel{\cos}\sin\alpha - \cos\alpha)^2 + \vartheta_0^2 t^2((\sin\alpha - \cos\alpha^2) + (\cos\alpha - \sin\alpha)^2}$$

$$\sin^2\alpha - 2\sin\alpha\cos\alpha + \cos^2\alpha + \cos^2\alpha - 2\sin\alpha\cos\alpha + \sin^2\alpha = $$

$$= 1 - 2\sin 2\alpha$$

$$(\sin\alpha - \cos\alpha)^2 = 1 - \sin 2\alpha$$

$$\sqrt{\frac{\vartheta_0^4\sin^2 2\alpha}{g^2} - \vartheta_0\frac{2\vartheta_0\sin\alpha}{g}\left(2S - \vartheta_0\frac{2\vartheta_0\sin\alpha}{g}\right) + 2\vartheta_0\frac{2\vartheta_0\sin\alpha}{g}\cdot\sin 2\alpha\cdot\left(S - \vartheta_0\frac{2\vartheta_0\sin\alpha}{g}\right)}$$

$$\sqrt{\frac{\vartheta_0^4\sin^2 2\alpha}{g^2} - \frac{4\vartheta_0^2\sin\alpha}{g}\left(8\frac{\vartheta_0^2\sin^2 2\alpha - \vartheta_0^2\sin\alpha}{g}\right) + \frac{4\vartheta_0^2\sin\alpha}{g}\cdot}$$

$$\cdot\sin 2\alpha\cdot\left(\frac{\vartheta_0^2\sin 2\alpha - 2\vartheta_0^2\sin\alpha}{g}\right)$$

$$l' = 0$$

$\frac{-}{+}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

VTЭУ	HN 29-72	← **Не заполнять** Заполняется ответственным работником
Место проведения	шифр	

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ Сергеев

ИМЯ Богдан

ОТЧЕСТВО Евгеньевич

Дата рождения 17.03.2001 **Класс:** 10

Предмет Физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 5 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Сер

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ HN 29-72

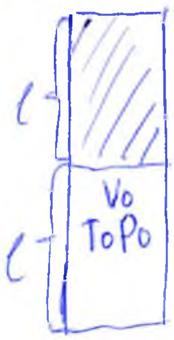
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

Задача №4

Дано:
$2l$ - длина
$P_{атм} = J$
T_0

T_1 - ?

Решение



① $P_{атм} + \rho_{рт} g l = P_0$ - равенство статичности давлений, $\rho_{рт}$ - плотность ртути, до нагрева

② $P_{атм} = P_1$ - после нагрева

$$P_1 = P_0 - \rho_{рт} g l$$

Запишем ур-е состояния воздуха до и после нагрева

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1}, \quad V_1 = 2V_0$$ (т.к. половина ртути была) $V_0 = l \cdot S$ $V_1 = 2l \cdot S$

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{2P_1 V_0}{T_1} = \frac{2(P_0 - 2\rho_{рт} g l)V_0}{T_1}$$ +

$$T_1 = \frac{2(P_0 - \rho_{рт} g l)V_0 T_0}{P_0 V_0} = \frac{2(P_0 - \rho_{рт} g l)T_0}{P_0} =$$

$$= \frac{2P_{атм} T_0}{P_{атм} + \rho_{рт} g l} = \frac{2JT_0}{J + \rho_{рт} g l} =$$

Расчитаем $\rho_{рт}$:
760 мм рт ст → [illegible] J
0,76 м рт ст → [illegible] J
$\rho_{рт} \cdot g \cdot 0{,}76 = $ [illegible] J
$\rho_{рт} = \frac{J}{0{,}76 g}$

$$= \frac{2JT_0}{J + \frac{Jl}{0{,}76}}$$

?

Ответ: $T = \frac{2JT_0}{J + \frac{Jl}{0{,}76}}$

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

Задача №2

Дано: S, ℓ

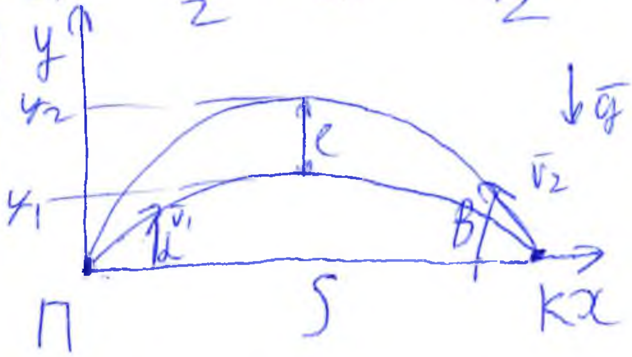
$\mathcal{E}_1 = \mathcal{E}_2$

$V_1 - ?$

$V_2 - ?$

Решение:

$$\mathcal{E}_1 = \frac{mV_1^2}{2} = \mathcal{E}_2 = \frac{mV_2^2}{2} \rightarrow V_1 = V_2$$



Тип движения – бросок под углом к гор-у. α и β – углы

Минимальное расстояние будет достигнуто в вершине парабол

Пусть t_1 и t_2 – время полетов шариков

$\rightarrow y_2 - y_1 = \ell$

$$\begin{cases} t_1 = \dfrac{2V_1 \sin\alpha}{g} \\ t_2 = \dfrac{2V\sin\beta}{g} \\ y_2 - y_1 = \ell \\ V_1 \cos\alpha\, t_1 = S \\ V\cos\beta\, t_2 = S \end{cases}$$

$$\rightarrow \frac{V\sin\beta\, t_2}{2} - \frac{g t_2^2}{8} - \frac{V_1 \sin\alpha\, t_1}{2} + \frac{g t_1^2}{8} = \ell$$

$$\frac{V^2\sin^2\beta}{g} - \frac{V^2\sin^2\beta}{2g} - \frac{V^2\sin^2\alpha}{g} + \frac{V^2\sin^2\alpha}{2g}$$

$$\frac{V^2\sin^2\beta}{2g} - \frac{V^2\sin^2\alpha}{2g} = \ell$$

$$V = \frac{S}{\cos\alpha\, t_1} = \frac{S}{\cos\beta\, t_2}$$

$$\begin{cases} V^2 = \dfrac{2g\ell}{\sin^2\beta - \sin^2\alpha} = \dfrac{S}{\cos^2\alpha\, t_1^2} = \dfrac{S^2}{\cos^2\beta\, t_2^2} \\ V^2 = \dfrac{S^2 g^2}{\cos^2\alpha \cdot 4V^2\sin^2\alpha} = \dfrac{S^2 g^2}{\cos^2\beta \cdot 4V^2 \sin^2\beta} \ \dots \end{cases}$$

(–)

Задача №3

Дано:

$\bar{p}_1 \perp \bar{p}_2$

$\bar{p}_1' = -\bar{p}_1$

$p_2' = 5p_1$

$q_2 = 2q_1$

$\frac{p_1}{p_2}$ - ?

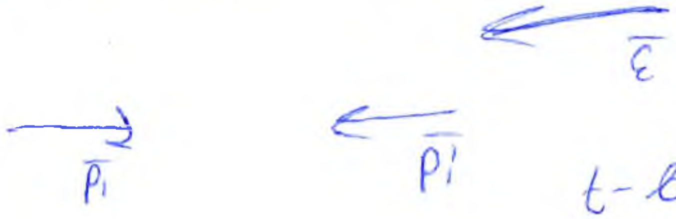
Решение:

$\bar{F} = q\bar{E}$ — сила на частицу в поле

$\bar{E} = const$ т.к. поле однородно

Закон изменения импульса:

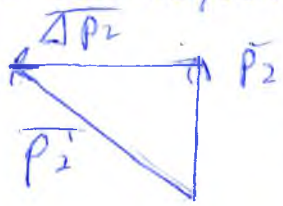
$\Delta p_1 = 2p_1 = q_1 E t$ — для 1 частицы



t - время

$\bar{F} \parallel \bar{E} \parallel \overline{\Delta p_1}$

для второй частицы



$\Delta p_2 = q_2 E t = 2q_1 E t$

по Т Пифагора:

$p_2'^2 - \Delta p_2^2 = p_2^2$

$$\begin{cases} (5p_1)^2 - (2q_1Et)^2 = (p_2)^2 \\ 2p_1 = q_1 E t \end{cases}$$

+

$25p_1^2 - 16p_1^2 = p_2^2$

$9p_1^2 = p_2^2$

$\frac{p_1^2}{p_2^2} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \sqrt{\frac{1}{9}} = \frac{1}{3}$

Ответ: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{3}$

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

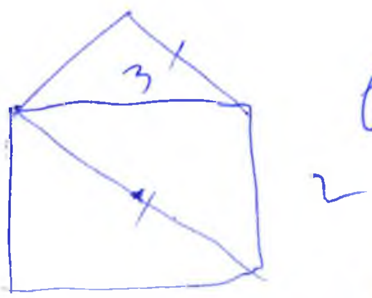
Задача №5

Для того, чтобы равновесие было устойчивым направление нити должно под большим углом или равным к вертикали как диагональ

~~из усл~~

$F\sin\alpha + F\sin\beta = mg$??

a? ? $\Sigma M_i = 0$?



$l = l_{диагонали} =$ (по т. П)

$l=\sqrt{2^2+3^2}=\sqrt{13}$

Ответ: $l=\sqrt{13}$

(—)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27101

ШИФР НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ НN 29-72

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

Задача №1

Когда разноимённые заряды — быстрее.

Рассмотрим силы на заряд:

при разноимённых зарядах — вначале будет набор скорости ⇒

$W_p = \frac{kqq_0}{r}$ — п. э. вз-я

скорость (кин эн) увеличится на потенциальную эн-ю вз-я

а при одноимённых — уменьшится, а потом разгонится ⇒ закончит с меньшей ост. энергией ⇒ скорость меньше

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

г. Екатеринбург

Место проведения

XV 46-79

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27071

ФАМИЛИЯ Смирнов

ИМЯ Алексей

ОТЧЕСТВО Петрович

Дата рождения 14. 10. 2004 **Класс:** 7

Предмет Физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 4 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Смирнов

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

Выдан 1 доп. лист

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27071

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ XV 46-79

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

Задача №1

Весы показали меньшее значение, чем при взвешивании пустой оболочки шара, так как воздух выталкивает надутый шар сильнее.

Это можно объяснить так:

$F_{\text{выталкивания газа}} = \rho_{\text{газа}} \cdot g \cdot V_{\text{тела}}$

$V_{\text{тела}}$, то есть объём шара, после надувания стал больше, а значит и сила выталкивания стала больше.

—

Задача №2

15 минут $= \frac{1}{4}$ часа 60 км/ч = 1 км/мин.

Сначала найдём расстояние между Васей и Катей во время звонка. Это расстояние также равно расстоянию между Васей и Петей на момент звонка, так как Вася и Катя были рядом на момент звонка.

Это расстояние можно найти так:

$S = V_{\text{встр.}} \cdot t_{\text{встр.}}$

$V_{\text{встр.}} = V_{\text{авт.}} - V_{\text{кати}} = 60$ км/ч. $- 20$ км/ч.

$V_{\text{встр.}} = 40$ км/ч.

$t_{\text{встр.}} = 15$ мин. $= \frac{1}{4}$ часа (по условию)

$S = 40$ км/ч $\cdot \frac{1}{4}$ часа $= 10$ км.

Расстояние между Петей и Васей равно 10 км. Теперь надо узнать насколько позже выехал Вася

см. следующий лист →

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27071

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ XV 46-79

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

продолжение задачи №2

$t_{розн.} = S : V_{авт.} = 10км. : 1км./мин. = 10$ минут

Итак, Вася выехал позже Пети на 10 мин. Если Петя выехал в 7:45, то Вася выехал позже на 10 минут и соответственно Вася выехал в 7:55

±

Ответ: Вася выехал в 7:55 95

Задача №3

$\frac{a}{b} = \frac{1}{2} \quad \frac{a}{c} = \frac{1}{4} \Rightarrow b = 2a \quad c = 4a$

Давление бруска 5 на брусок 4 равно:

$p_5 = \frac{F}{S} = \frac{2P}{b \cdot c} = \frac{2P}{2a \cdot 4a} = \frac{2P}{8a^2}$, где P — это вес 1-го бруска. В числителе стоит $2P$, так как на брусок 4 давят два бруска — брусок 5 и брусок 6

Теперь найдём давление бруска 1 на землю.

$p_1 = \frac{3P : 2 + 2P}{a \cdot c} = \frac{3,5P}{a \cdot 4a} = \frac{3,5P}{4a^2}$

В числителе стоит $3P : 2$, так как бруски 4,5,6 давят на ~~опору~~ две опоры одинаковой площади. Также на землю давят бруски 1 и 2, поэтому в числителе есть слагаемое $2P$

см. следующий лист

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

Продолжение задачи №3

Осталось найти отношение P_5 к P_1:

$$\frac{P_5}{P_1} = \frac{2P}{8a^2} : \frac{3,5P}{4a^2} = \frac{2P \cdot 4a^2}{8a^2 \cdot 3,5P} =$$

$$= \frac{2 \cdot 4}{8 \cdot 3,5} = \frac{8}{28} = \frac{4}{14}$$

Ответ: отношение давлений бруска 5 на брусок 4 к давлению бруска 1 на землю равно $\frac{4}{14}$ 10Б +

задача №4

~~пусть~~ Назовём малый поршень 1-го пресса поршнем z

Назовём больший поршень 1-го пресса поршнем y

Назовём малый поршень 2-го пресса поршнем a

Назовём больший поршень 2-го пресса поршнем b

$S_{кр.} = pr^2$

$r_b = 1,2\, r_y$ (по усл.)

$r_a = 0,8\, r_z$ (по усл.)

$S_a = \pi(0,8 r_z)^2 = \pi \cdot 0,64 r^2$

$\cancel{S_b} = S_z = \pi r_z^2$

$\Rightarrow S_a = 0,64 S_z$

→ см. следующий лист

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

продолжение задачи №4:

$$\left.\begin{array}{l} S_b = \pi(1{,}2r_y)^2 = \pi\,1{,}44\,r_y^2 \\ S_y = \pi r_y^2 \end{array}\right] \Rightarrow S_b = 1{,}44 S_y$$

$$\frac{S_z}{S_y} = \frac{F_1}{F_2} \qquad \frac{S_a}{S_b} = \frac{F_2}{F_3}$$

$$\frac{S_z}{S_y} = \frac{F_1}{F_2} \qquad \frac{0{,}64 S_z}{1{,}44 S_y} = \frac{F_2}{F_3}$$

$$\frac{S_z}{S_y} = \frac{F_1}{F_2} \qquad \frac{\frac{4}{9} S_z}{S_y} = \frac{F_2}{F_3}$$

$$\frac{S_z}{S_y} = \frac{F_1}{F_2} \qquad \frac{4}{9} \cdot \frac{S_z}{S_y} = \frac{F_2}{F_3} = \frac{F_1}{F_2} \cdot \frac{4}{9}$$

$$\frac{F_2}{F_3} = \frac{4F_1}{9F_2} \qquad 9F_2^2 = 4F_3 \cdot F_1$$

$$9F_2^2 = 72000H$$

$$F_2^2 = 8000H.$$

$F_2 \approx 89H.$ Ответ: $F_2 \approx 89H.$

Задача №5

$$V_к. + \frac{\frac{2}{3}m_к.}{\rho_{ёж}} = S_{осн.} \cdot (10мм - 3мм)$$

$$V_к. + \frac{\frac{2}{3}m_к.}{\rho_{ёж.}} = S_{осн.} \cdot 7мм.$$

$$m_к. = (S_{осн.} \cdot 7мм. - V_к)\,\tfrac{3}{2}\,\rho_{ёж.}$$

$$V_к. = \cancel{\frac{\frac{2}{3}m_к}{\rho_{ёж}}}\ S_{осн.} \cdot 7мм. - \frac{\frac{2}{3}m_к.}{\rho_{ёж}}$$

$$\frac{\rho_к.}{\rho_в} = \frac{m_к.}{V_к.} : \frac{1г.}{1см^3} = \frac{(S_{осн.} \cdot 7мм. - V_к.)\,\frac{3}{2}\,\rho_{ёж.} \cdot 1см^3}{\left(S_{осн} \cdot 7мм. - \frac{\frac{2}{3}m_к.}{\rho_{ёж}}\right) \cdot 1г.}$$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ССТ

Место проведения

FY 25-17

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27091

ФАМИЛИЯ Смирнов

ИМЯ Владислав

ОТЧЕСТВО Юрьевич

Дата рождения 30.06.2002 г.

Класс: 9

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 3 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: [подпись]

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

№ 3

Дано: $m_1 = 10$ кг.

$\Delta t^\circ = 0{,}1$ К

$C = 4000$ Дж/К

3/4 теплоты уходит $\Rightarrow$ к.п.д $= \frac{1}{4} = 25\%$

$Q = m \cdot C \cdot \Delta t^\circ$

$\eta = \frac{A_{полезн}}{A_{затр}} \cdot 100\%$

~~$Q_1 = Q_2 \Rightarrow$~~ $E_1 = E_2 \Rightarrow Q = A$

$A = Q$

$|\vec{F}_m| \cdot |\vec{S}| \cdot \cos\alpha = m \cdot C \Delta t^\circ \cdot \eta$ т.к $\angle\alpha = 0^\circ$, можно не учитывать $\cos\alpha$.

~~т.к $\alpha = 0^\circ \Rightarrow \cos\alpha = 1$~~

~~$m \cdot g \cdot S = m \cdot C \cdot \Delta t^\circ \quad m \cdot g$~~

~~10 м/с$^2 \cdot S = 4000$ Дж/К $\cdot 0{,}1$ кг~~

~~$S = 400$ Дж/кг~~

$S = \frac{m \cdot C \cdot \Delta t^\circ \cdot \eta}{m \cdot g} = \frac{4000 \cdot 0{,}1 \cdot \frac{1}{4}}{10} = 10$ м. $= \frac{4000 \text{ Дж/К} \cdot 0{,}1 \text{ К} \cdot \frac{1}{4}}{10 \text{ кг}} = 10$ м

Ответ: На высоту 10 м.

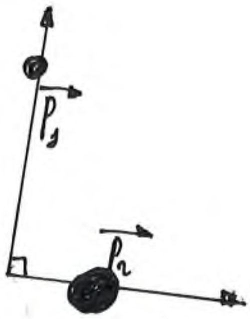
+

№ 4.

Дано: $m_2 = 2m_1$.

$\begin{cases} \vec{p}_1' = -\vec{p}_1 \\ p_2' = 5p_1 \end{cases}$

$\vec{P} = m \cdot \vec{v}$



$\begin{cases} m_1 v_2 = -(m_1 v_1) \\ m_2 v_3 = 5(m_1 v_1) \end{cases}$

$\begin{cases} v_2 = -v_1 \\ 2m_1 v_3 = 5m_1 v_1 \end{cases}$ $\Rightarrow$ тело 1 брошено вверх и начало ~~пд~~ падать

$\begin{cases} v_2 = -v_1 \\ v_3 = 2{,}5 v_1 \end{cases}$ т.к тело 1 брошено вверх, то тело 2 брошено параллельно поверхности и $\angle v$ по оси x не менялась $\Rightarrow v_{x1} = v_{x2}$

$v_1 - g\Delta t = -v_1$

$g\Delta t = 2v_1 = v_y$

~~$\times 5\Delta t = v_1$~~

~~$v_3 = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_x^2 + (2v_1)^2}$~~

~~$2{,}5 v_1 = \sqrt{v_x^2 + (2v_1)^2} \Rightarrow 6{,}25 v_1^2 = v_x^2 + 4v_1^2$~~

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

~~$v_{x1} = v_{x2}$~~

$v_3 = \sqrt{v_{x_2}^2 + v_y^2}$ (по теореме Пифагора).

$2{,}5 v_1 = \sqrt{v_{x1}^2 + (2v_y)^2}$

$(2{,}5v_2)^2 = \sqrt{v_{x1}^2 + (2v_y)^2}^2$

$6{,}25 v_1^2 = v_{x_1}^2 + 4 v_1^2$

$v_{x1}^2 = 2{,}25 v_1^2$

$v_{x_1} = \sqrt{2{,}25 v_1^2} = 1{,}5 v_2 = v_2$ (т.к начальная $v_{по\ y}$ была 0.)

$$\frac{|\vec{P_2}|}{|\vec{P_1}|} = \frac{|m_2 \vec{v_2}|}{|m_1 \vec{v_1}|} = \frac{2m_1 \cdot 1{,}5 v_1}{m_1 v_1} = \frac{3 v_1 m_1}{v_1 m_1} = 3.$$

Ответ: модуль начального импульса 2го тела в 3 раза больше модуля начального импульса 1-го тела.

(+)

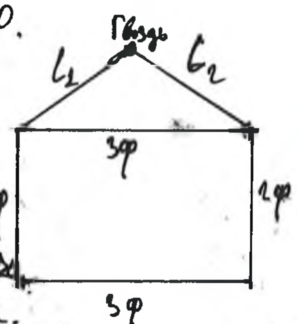
N5

Дано: $a = 3$ фута.

$b = 2$ фута

$F_{тр} \approx 0$.

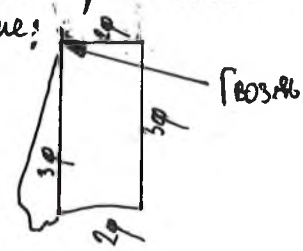
1. Способ:



Необходимо, чтобы l_1 было равно l_2, и ~~l_1+l_2~~ $l_1 + l_2 > 3$ фута.

?

Недостаток ~~спо~~ способа — из-за очень малой силы трения при любом воздействии на картину она примет такое положение:



К сожалению, других ~~способов~~ способов не найдено

(—)

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

№1

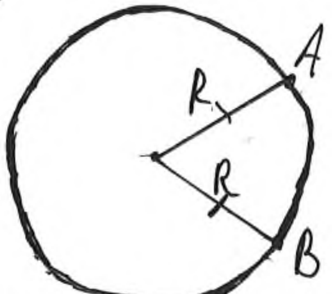
Дано: $R_1 = R_2 = R$

$q_1 > 0$

$q_2 = -q$

v_a - скорость

$T = \frac{S}{v}$ $S = 2\pi R$



$T_1 = \frac{S_1}{v_a} = \frac{\overset{\frown}{AB}}{v_a}$

$T_2 = \frac{S_2}{v_a} = \frac{2\pi R - \overset{\frown}{AB}}{v_a}$ Т.к. $q_2 = -q$, направление движения частицы изменится на противоположное.

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi R - \overset{\frown}{AB}}{v_a} : \frac{\overset{\frown}{AB}}{v_a} = \frac{2\pi R - \overset{\frown}{AB}}{v_a} \cdot \frac{v_a}{\overset{\frown}{AB}} = \frac{2\pi R - \overset{\frown}{AB}}{\overset{\frown}{AB}} \approx \frac{6{,}28R - \overset{\frown}{AB}}{\overset{\frown}{AB}}$$

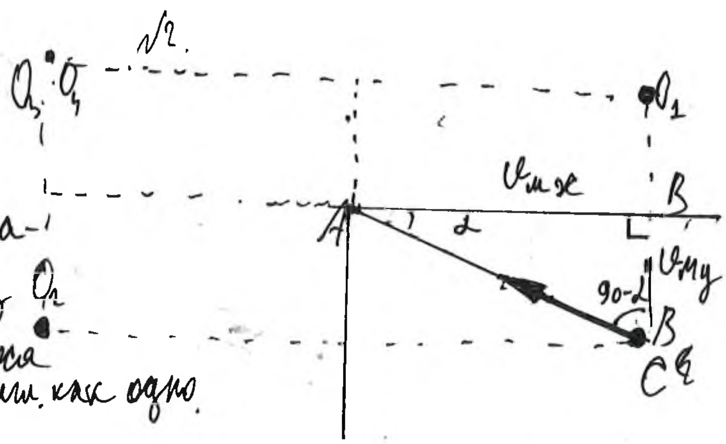
Ответ: Время изменится в $\frac{6{,}28R - \overset{\frown}{AB}}{\overset{\frown}{AB}}$ раз.

№2

Дано: $\alpha = 30°$

~~Обозначения~~

Муха видит 4 отражения, причём 2 из них (O_3 и O_4) находятся в одной точке, и вид. как одно.



$\angle B = 90° - \alpha = 60°$

$\frac{AB}{\sin B} = \frac{BC}{\sin \alpha} = \frac{AC}{\sin \angle B}$

$\frac{AB}{\sin 60°} = 2BC = AC \Rightarrow AC = 2BC$

$AB : \frac{\sqrt{3}}{2} = AC$

$\frac{2AB}{\sqrt{3}} = AC$

$v_{O1} = 2v_{my}$ (сближение по оси y)

$v_{O2} = 2v_{mx}$ (сближение по оси x)

$v_{O3} = v_{O4} = 2v_m$ (движение друг на друга)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

В Ф М Э И	МИ 32-29
Место проведения	шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27091

ФАМИЛИЯ Султанов

ИМЯ Шуршмансурхон

ОТЧЕСТВО Максудович

Дата рождения 28.06.2003 **Класс:** 9

Предмет Физика **Этап:** Заключительный

Работа выполнена на 3 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Шур

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27091

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ МИ 32-29

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

№1. Между одноимёнными зарядами действует сила отталкивания, а между разноимёнными - притяжения.

Т. к. в первом случае рассматриваются разноимённые заряды (отрицательно заряженная частица и положительно заряженное кольцо), то здесь присутствует сила притяжения, а во втором случае ~~соответственно~~ - отталкивания.

В первом случае, добираясь от А до центра кольца, частицу будет притягивать кольцо и тем самым, замедляя его; двигаясь же от центра кольца до В, сила притяжения его будет ускорять.

Во втором же случае, тело сначала ускоряется под действием силы отталкивания, а потом замедляется.

Т. к. $F_{отталкивания} = F_{притяжения}$, то $\vartheta_{ср}$ в первом случае равняется $\vartheta_{ср}$ во втором случае. Также $S_1 = S_2 = 2R = AB$.

$$\left.\begin{array}{l} t_1 = \frac{S_1}{\vartheta_{ср}} \\ t_2 = \frac{S_2}{\vartheta_{ср}} \end{array}\right| \Rightarrow t_1 = t_2$$

+

Ответ. не изменится.

№2. Двигаясь муха, будет видеть два отражения с обеих зеркал. Отражения в зеркалах будут двигаться со ~~скоростью~~ равной со скоростью мухи

−

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

№3. Дано

$m = 10$ кг

$\Delta t = 0{,}1 K$

$\eta = 1 - \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$

$c = 4000 \frac{Дж}{K}$

$h - ?$

Решение.

$A_{затр.} = Q = cm\Delta t$

$A_{пол} = F \cdot h = mgh$

$\eta = \frac{A_{пол}}{A_{затр}} = \frac{mgh}{cm\Delta t}$

$h = \frac{\eta \cdot cm\Delta t}{mg} = \frac{\eta \cdot c\Delta t}{g}$

$h = \frac{1 \cdot 4000 \frac{Дж}{K} \cdot 0{,}1K \cdot кг}{4 \cdot 10 \, Н/кг} = 10$ м.

±

Ответ. 10 м.

№4. Дано.

$\vec{p_1} \perp \vec{p_2}$

$\vec{p_1}' = -\vec{p_1}$

$\vec{p_2}' = 5\vec{p_1}$

$\frac{m_2}{m_1} = 2$

$\frac{p_2}{p_1} - ?$

Решение.

$\vec{p_1}' + \vec{p_2}' = \vec{p_1} + \vec{p_2}$

$-\vec{p_1} + 5\vec{p_1} = \vec{p_1} + \vec{p_2}$

рисунок?

$3\vec{p_1} = \vec{p_2}$

$\frac{\vec{p_2}}{\vec{p_1}} = 3$

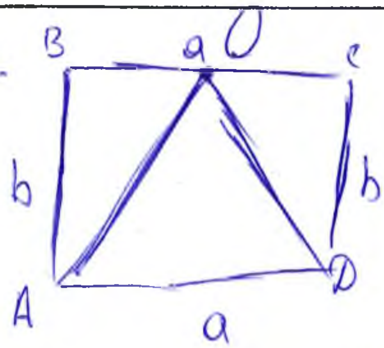
$\frac{p_2}{p_1} = \left|\frac{\vec{p_2}}{\vec{p_1}}\right| = 3$

∓

Ответ. 3.

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

№5.



Для того чтобы картина ~~скатывалась~~ сползала не ~~сползала~~ надо ~~веревку~~ шнур от гвоздя провести ко всем вершинам. ~~То~~ ?

Дано. $a = 3$ фута, ~~B~~ $b = 2$ фута. Найти $BC + AO + OD$.

Решение.

$AO = \sqrt{AB^2 + OB^2} = \sqrt{(2{,}25+4)ф^2} = \sqrt{6{,}25ф^2} = 2{,}5$ фута (по т. Пифагора)

$AO = OD = 2{,}5$ фута.

$BC + AO + OD = 3$ фута $+ 2{,}5$ фута $+ 2{,}5$ фута $= 8$ футов.

Ответ: ~~8 футов.~~

(—)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

г. Красноярск

Место проведения

VL 35-37

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 24091

ФАМИЛИЯ Трофимов

ИМЯ Иван

ОТЧЕСТВО Сергеевич

Дата рождения 07.03.2002

Класс: 9

Предмет Физика

Этап: Заключительный

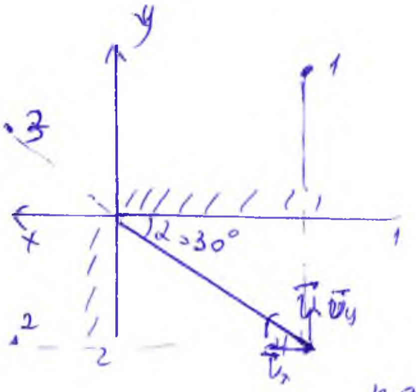
Работа выполнена на 5 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.~~18~~2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: И. Тр

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

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



Так как зеркала перпендикулярны, то у мухи будут 3 изображения. (1,2,3) - см. рис.

Направим оси координат так, как показано на рисунке; скорости мухи по осям x и y будут равны скоростям изображений в зеркале 1 и 2 соответственно.

$v_1 = v\cos\alpha = v\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}$

$v_2 = v\sin\alpha = \frac{v}{2}$

а скорость изображения 3 равна скорости мухи в силу симметрии задачи.

Ответ: 3 изображения; скорость изображения в зеркале 1: $v_1 = \frac{v\sqrt{3}}{2}$; в зеркале 2: $v_2 = \frac{v}{2}$; скорость изображения 3: $v_3 = v$.

±

№ 3.

Энергия, получаемая от нагревателя: $Q = C\Delta T = 4000 \cdot 0{,}1 = 400$ Дж.

$\frac{3}{4}$ идет в окружающую среду $\Rightarrow$ следовательно, $\frac{1}{4}$ идет на подъем тела (КПД $= \frac{1}{4}$) $\eta = \frac{1}{4}$

Энергия, необходимая для подъема груза на высоту h:

$\Delta E_п = mgh$

по закону сохранения энергии:

$\eta C \Delta T = mgh$ *

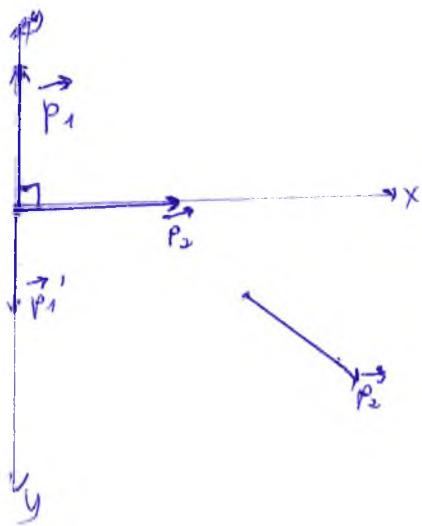
$$h = \frac{\eta C\Delta T}{mg} = \frac{\frac{1}{\cancel{4}} \cdot \overset{100}{\cancel{400}}\text{ Дж}}{10 \text{ кг} \cdot 10 \frac{м}{с^2}} = 1 \text{ м.}$$

* $g = 10 \frac{м}{с^2}$

+

Ответ: 1 м.

№ 4



Так как $\vec{p}_1{}' = -\vec{p}_1$, то первое тело бросают, очевидно, вертикально вверх.
(в любом другом случае $\vec{p}_1{}' \neq -\vec{p}_1$ за любое время)

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

Пусть V_1 и V_2 - начальные скорости 1 и 2 мячика соответственно, а m_1 и m_2 - их массы

$P_1 = m_1 V_1$; $V_1 = \frac{P_1}{m_1}$

Время полета: $t = \frac{2V_1}{g} = \frac{2 \cdot P_1}{m_1 g}$

импульс ~~скорость~~ 2 мячика складывается из импульса по оси x и y:

$P_{2x} = P_2 = const$;

$P_{2y} = m_2 \cdot g t$, где t - время, прошедшее с момента броска;

$P_2 = \sqrt{P_{2x}^2 + P_{2y}^2} = \sqrt{P_2^2 + m_2^2 g^2 t^2} = 5 P_1$, подставив $t = \frac{2 P_1}{m_1 g}$,

найдем:

$\sqrt{P_2^2 + \frac{m_2^2}{m_1^2} \cdot 4 P_1^2} = 5 P_1$

$P_2^2 + \frac{m_2^2}{m_1^2} \cdot 4 P_1^2 = 25 P_1^2$, $\frac{m_2}{m_1} = 2 \Rightarrow \frac{m_2^2}{m_1^2} = 4$

$P_2^2 + 16 P_1^2 = 25 P_1^2$

$9 P_1^2 = P_2^2$

$\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2 = 9$

$\frac{P_2}{P_1} = 3.$

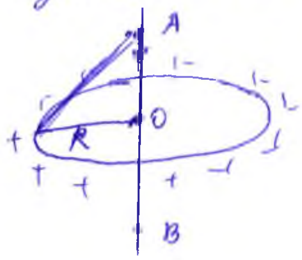
+

Ответ: $\frac{P_2}{P_1} = 3$

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

№1

Сделаем схематический чертеж



Мы знаем, что сила взаимодействия ~~мед~~ между зарядами обратно пропорциональна квадрату расстояния между этими телами: $F \sim \frac{1}{d^2}$, d - расстояние

Пусть ε - некая постоянная, характеризующее взаимодействие между зарядами: $\varepsilon = const$

Найдем, чему равна сила притяжения в точке A.

Выделим малый участок и найдем силу его взаимодействия с телом:

$F_0 = \frac{\varepsilon_0}{2R^2}$, где ε_0 - постоянная, характеризующая взаимодействие с этим участком.

просуммировав это выражение, получим искомую силу

$$F = \sum \frac{\varepsilon_0}{2R^2} = \frac{1}{2R^2} \sum \varepsilon_0 = \frac{\varepsilon}{2R^2} \quad (1)$$

на участке AO ~~тело дв~~ частица движется, постоянно увеличивая свое ускорение; на участке OB - уменьшая;

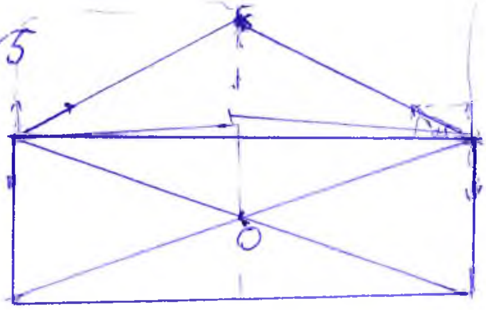
при замене знака у частицы на участке OA - ее ускорение будет уменьшаться, а на OB - увеличиваться;

Из ф-лы (1) следует, что ускорения в точке будут иметь одинаковый модуль, но разное направление

∓

Ответ: время не изменится, однако возможно, что при малой скорости v_A ~~но~~ частица не достигнет точки B.

№5



Чтобы картина висела ровно, необходимо, чтобы гвоздь был на одной линии с центром тяжести картины. Центр. тяжести картины лежит на пересечении его диагоналей в точке O (см. рис).

Минимальные размеры ~~картин~~ шнура – когда угол, образующий им с картиной мал, тогда $L \approx a = 3$ фута.

Ответ: ~~(3; +∞)~~ футов, при условии, что гвоздь находится на одной линии с точкой пере~~се~~сечения диагоналей, т.е. на одной линии с ц. тяжести картины.

(——)

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ Г-200

Место проведения

СГ 99-98

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ ФЕНЕЛОНОВ

ИМЯ ДАНИИЛ

ОТЧЕСТВО ИГОРЕВИЧ

Дата рождения 10. 8. 2000

Класс: 11

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 4 **листах**

Дата выполнения работы: 11. 02. 2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Фенелонов

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111   ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СГ 99-98

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

Задача 1.

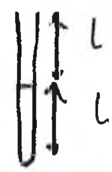
?? Почему?

При малом давлении гелий является проводящей средой. При подаче отрицательного отрицательного потенциала электроны, находившиеся на электроде начали упорядоченное движение в заземленную ?? область, т.е. к стенкам камеры. Начали они это движение по радиусу, т.е. свечению. Из-за того, что гелий - газ энергетические потери крайне велики, отсюда и свечение. Почему? Из-за энергетических потерь заряд не успевает дойти до стенок камеры, а рекомбинирует рядом с электродом ??, поэтому мы наблюдаем свечение лишь вблизи к электроду

Задача 3.

Решение:

1) Начальное состояние:



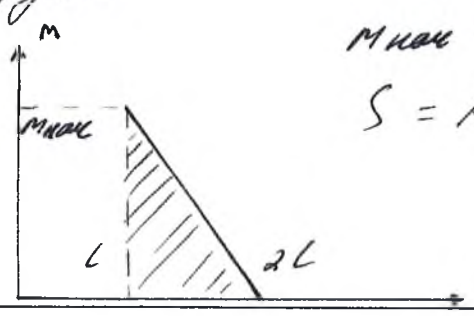
S - площадь поперечного сечения трубки

$(p_0 + \rho_{рт} g h) l S = \nu R T_0$

$2 \rho_{рт} g l^2 S = \nu R T_0$

2) Газ постепенно выталкивает ртуть из трубки

Построим график зависимости массы ртути в трубке



$m_{нач} = \rho_{рт} l S$

$S = A_{газа} = \frac{(2l - l)(\rho_{рт} l S g - 0)}{2} = \frac{\rho_{рт} l^2 S g}{2}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 24111 ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СТ 99-98

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

3) $Q = \Delta U + A$

$Q = 0 \Rightarrow A = -\Delta U$

$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R(T - T_0) \Rightarrow A = \frac{3}{2}\nu R(T_0 - T)$

из п 1): $2\rho_{PT} g l^2 S = \nu R T_0 \Rightarrow \nu R = \frac{2\rho_{PT} g l^2 S}{T_0}$

$\frac{\rho_{PT} l^2 S g}{2} = \frac{3}{2}\frac{2\rho_{PT} g l^2 S}{T_0}(T_0 - T)$

$1 = \frac{6}{T_0}(T_0 - T)$

$1 = 6 - \frac{6T}{T_0}$

$\frac{6T}{T_0} = 5$

$T = \frac{5}{6}T_0$

Ответ: $T = \frac{5}{6}T_0$

+

Задача 4.

Решение:

1) Предполагаю, что скорость мюона близка к скорости света, поэтому в системе отсчёта, связанной с ним время движение закону $\tau(t) = \frac{t}{1+\frac{V}{c}}$, где V - скорость мюона, t - время относительно неподвижной СО

2) Т.к. движение ~~проис~~ходит в вакууме, то сопротивления нет

$E = \frac{mV^2}{2} + mgh \quad (h=0)$ —

$V = \sqrt{\frac{2E}{m}}$

$R = V\tau$ мюон существует τ_0 с в неподвижной СО $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ ~~$V/\frac{\tau_0}{1+\frac{V}{c}}$~~ $\tau_0 = \frac{t}{1+\frac{V}{c}} \Rightarrow t = \tau_0(1 + \frac{V}{c})$

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

$$R = V\tau_0\left(1+\frac{V}{c}\right) = \sqrt{\frac{2E}{m}}\,\tau_0\left(1+\frac{V}{c}\right) = \sqrt{\frac{2E}{m}}\,\tau_0\left(1+\sqrt{\frac{2E}{m}}\cdot\frac{1}{c}\right)$$

Ответ: $R = \sqrt{\frac{2E}{m}}\,\tau_0\left(1+\sqrt{\frac{2E}{m}}\,\frac{1}{c}\right)$

−

Задача 5.

Решение:

1) $E = E_0 \sin\alpha$ (E_0 – энергия при падении под углом 90°)

α – угол падения, $E_{общ}$ – общая энергия 2-ух пучков

$E_{общ} = E_1\sin\alpha + E_2\sin(90-\alpha) = E_1\sin\alpha + E_2\cos\alpha$

$E_1(\sin\alpha + 2\cos\alpha) = E_{общ}$

$E'_{общ} = (\cos\alpha - 2\sin\alpha)E_1 = 0$ (при $E'_{общ}=0$: $E_{общ}$ – макс)

$\cos\alpha = 2\sin\alpha$

~~$\alpha \le 90 \Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-\sin\alpha}$~~

$2\,tg\,\alpha = 1$

$tg\,\alpha = \frac{1}{2}$

$\alpha = arctg\,\frac{1}{2}$

Ответ: под углом $\alpha = arctg\,\frac{1}{2}$

+

Задача 2.

Решение:

1) Составим ф-ию зависимости расстояния шариков от времени $l(t) = \sqrt{(S - Vt\cos\alpha - Vt\cos\alpha_1)^2 + (Vt(\sin\alpha+\sin\alpha_1) - g t^2)^2}$

2) Из условия: α – угол к горизонту, под которым был брошен 1 шарик, α_1 – второй шарик

$V\sin\alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$ $\qquad (E_1 = E_2 \Rightarrow V_1 = V_2 = V)$

$V\sin\alpha_1 t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 0$

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

$t\left(V\sin\alpha - g\frac{t}{2}\right) = 0 \qquad t = \frac{2V\sin\alpha}{g}$

$t_1\left(V\sin\alpha_1 - g\frac{t_1}{2}\right) = 0 \implies t_1 = \frac{2V\sin\alpha_1}{g}$

3) Из условия: $V\cos\alpha\, t = V\cos\alpha_1 t_1$

$\frac{2\sin\alpha\cos\alpha\, t\, V}{g} = \frac{2V\sin\alpha_1}{g}\cos\alpha_1 t_1$

$\cancel{2\sin\alpha =}\ \sin 2\alpha = \sin 2\alpha_1 \implies$ либо $\alpha_1 = \alpha_2$,

либо $\alpha_1 = \frac{\pi}{6}$, $\alpha_2 = \frac{\pi}{3}$. Т.к. траектории не пересекаются, то $\alpha_1 = \frac{\pi}{6}$, $\alpha_2 = \frac{\pi}{3}$

4) $l(t) = \sqrt{\left(S - Vt\left(\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)^2 + \left(Vt\left(\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right) - gt^2\right)^2}$

$l'(t) = \frac{1\left(2\left(S - Vt\left(\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right)\left(-V\left(\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right)\right) + 2\left(Vt\left(\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right) - gt^2\right)\left(V\left(\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right) - 2gt\right)\right)}{2\sqrt{\ldots}}$

$l'(t) = 0$

$\frac{V}{2}(1+\sqrt{3})\left(S - \frac{Vt}{2}(1+\sqrt{3})\right) = \left(Vt(1+\sqrt{3}) - 2gt^2\right)\left(\frac{V}{2}(1+\sqrt{3}) - 2g^2t\right)$

$V(1+\sqrt{3})S - \frac{V^2t}{2}(1+\sqrt{3})^2 = \frac{V^2t(1+\sqrt{3})^2}{2} + 4g^3t^3 - gt^2V(1+\sqrt{3}) - 2g^2t^2V(1+\sqrt{3})$

$V(1+\sqrt{3})S = V^2t(1+\sqrt{3})^2 - gt^2V(1+\sqrt{3}) - 2g^2t^2V(1+\sqrt{3}) + 4g^3t^3$

$Vt\left(\frac{1}{2}+\frac{\sqrt{3}}{2}\right) = a$

$l'(t) = \frac{1\left(2(S-a)\left(-\frac{a}{t}\right) + 2(a-gt^2)(a-gt)(g)t\right)}{2\sqrt{\ldots}}$

$-2\frac{Sa}{t} + \frac{2a^2}{t}\ \cancel{-2a^2gt - 2g^3t^4} = 2gt(a-gt^2)(a-gt) =$

$= (2gta - 2g^2t^3)(a-gt) = 2gta^2 - 2g^2t^2a - 2g^2t^3a + 2g^3t^4$

$t = \ldots \implies$ найдем из условия $l_{мин} = l$ V, она будет при найденном t

⊖

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

СОШ 11

Место проведения

BL 17-48

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27081

ФАМИЛИЯ Филиппов

ИМЯ Тимофей

ОТЧЕСТВО Алексеевич

Дата рождения 23.09.2003

Класс: 8Б

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 2 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

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

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27081

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ВЛ 17-48

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

№1

Обозначим массу ~~шарик~~ сдутого шарика m_1, плотность воздуха в комнате ρ_1, а плотность воздуха в надутом шарике ρ_2, объём надутого шарика V, а масса надутого шарика: m_2

В надутом шарике происходит следующее явление: Оболочка шарика стремится вернуться в первоначальную форму (сила упругости) и сжимает воздух, который находится внутри шарика. Из-за этого $\rho_2 > \rho_1$.

$$m_2 = m_1 + \rho_2 \cdot V - \rho_1 \cdot V$$

т.к. $\rho_1 < \rho_2$, то $\rho_2 \cdot V > \rho_1 \cdot V$, из этого следует, что $\rho_2 \cdot V - \rho_1 \cdot V > 0$, тогда $m_2 > m_1$

+

Ответ: масса шарика увеличилась

№2

В условии сказано: ~~теплота~~ вода остывает на 10°С (80 − 70 = 10), это Δt_1, добавляется кипяток, который остывает на 20°С (100°С − 80°С = 20°С), это Δt_2. Изначально налили $\frac{1}{3}$ л воды, весом $\frac{1}{3}$ кг (1 л = 1 дм³ = 1 кг). Удельная теплоёмкость воды = 4200 $\frac{Дж}{кг \cdot °С}$ = c. V – переменная, означающая ~~объём~~ массу остывшей воды.
X – переменная, означающая ~~объём~~ массу долитой воды.

$$\Delta t_2 = 2\Delta t_1 \quad (20:10=2)$$

Запишем ~~формулу~~ уравнение:

$$V \cdot c \cdot \Delta t_1 = X \cdot c \cdot 2 \cdot \Delta t_1$$

$$V \cdot \cancel{c} = X \cdot c \cdot 2 \cdot \Delta t_1 : \Delta t_1 : c$$

$$V \cdot \cancel{c} = 2X$$

$$V = 2X$$

$V = \frac{1}{3} = 2X$ $\quad$ $V_{стало} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$ кг.

$x = \frac{1}{6}$

$\frac{1}{2} = 2X$ $\quad$ $V_{стало} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = \frac{3}{4}$ кг.

$x = \frac{1}{4}$ кг.

$\frac{3}{4} = 2X$

$X = \frac{3}{8}$ $\quad$ $V_{стало} = \frac{3}{4} + \frac{3}{8} = \frac{9}{8}$

$\frac{9}{8} = 2X$

$X = \frac{9}{16}$ $\quad$ $V_{стало} = \frac{9}{8} + \frac{9}{16} = \frac{27}{16} = 1\frac{11}{16}$

№ 4 – нет

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ШИФР НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ ВL 17-48

$\frac{27}{16}=2x$

$x=\frac{27}{32}$ V стало: $\frac{27}{16}+\frac{27}{32}=\frac{81}{32}=2\frac{17}{32}$ – невозможно т.к объём сосуда 2л.

$\frac{27}{16}:2=\frac{27}{32}$

Ответ: сосуд в конце был заполнен на $\frac{27}{32}$

№3

Муха видит 2 отражения

к одной из сторон прямого угла муха летит под углом 30°, эту сторону обозначим а.

саму муху обозначим М

ребро обозначим через О, а 2 сторону угла обозначим в.

Точку пересечения перпендикуляра из М к а обозначим С, а точку пересечения перпендикуляра из М к в обозначим D

муха видит своё отражение в точках С и D.

рассмотрим 2 треугольника – △МОС и △МОD, в них ∠МОС = 30°, а ∠МОD = 90 - 30 = 60°, а ∠ОСМ = ∠ОDМ = 90°.

∠ОМD = 90 - 60 = 30°, а ∠ОМС = 90 - 30 = 60

т.к ∠ОМD = 30°, а △ОМD – прямоугольный, то $OD=\frac{1}{2}OM$

МС обозначим через х, т.к ∠МОС = 30°, а △МОС – прямоугольный, то

МО = 2х, тогда $OC=\sqrt{(2x)^2-x^2}=\sqrt{4x^2-x^2}=\sqrt{3x^2}=x\cdot\sqrt{3}$

$\frac{2x}{\sqrt{3}\cdot x}=\frac{2}{\sqrt{3}}$

Отн. скорости изобр.?

Ответ: на стороне а отражение движется в $\frac{2}{\sqrt{3}}$ раза медленнее и на в в 2 раза медленнее

№5

Верёвка должна быть такой длины, чтобы оба нижних угла картины касались пола. Тогда картина крениться не будет.

рис?

(—)

Лист 02 из 02

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

МЭИ А-400

Место проведения

ГГ 44-45

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27111

ФАМИЛИЯ Шмыголь

ИМЯ Дмитрий

ОТЧЕСТВО Ильич

Дата рождения 06.06.2000

Класс: 11

Предмет Физика

Этап: Заключительный

Работа выполнена на 5 **листах**

Дата выполнения работы: 11.02.2018
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады: Шмыголь

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

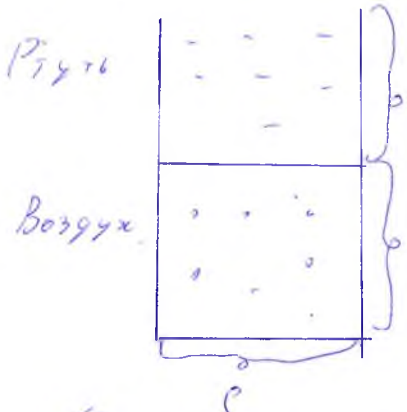
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27111

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ СГ 44-45

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

№ 3



Запишем ур-ние Менделеева - Клапейрона для воздуха в начальный момент времени:

$$P_0 V_0 = R T_0 \nu$$

где $V_0 = S \cdot l$, где S площадь основания

На воздух давят ртуть и атмосфера =>

$P_0 = \rho g l + \rho g l = 2\rho g l$, где ρ - плотность ртути

Тогда

$$2\rho g l \cdot l S = R T_0 \nu \Rightarrow T_0 = \frac{2\rho g l^2 S}{R\nu} = \frac{P_0 l S}{R\nu}$$

Процесс в котором с увеличением температура будет увеличиваться объём - изобарный. Наш процесс будет изобарном. Тогда запишем з-н Менделеева - Клапейрона для случая когда вся ртуть вытечет

$P_1 V_1 = R T_1 \nu$, $P_1 = P_0$ (изобарный), $V_1 = 2lS$.

$\frac{P_0 2 l S}{R\nu} = T_1$, но $T_0 = \frac{P_0 l S}{R\nu} \Rightarrow T_1 = 2T_0$.

Ответ: $2T_0$

№ 4

$E = \frac{p^2}{m} \Rightarrow p = \sqrt{Em}$ т.к. скорость элементарной частицы гораздо больше привычных нам скоростей

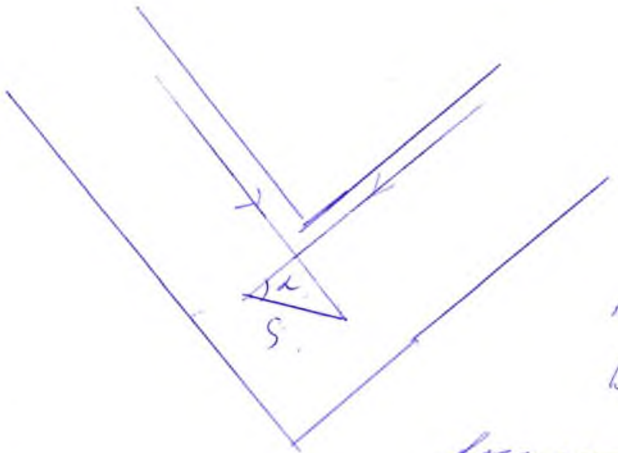
$p = m v \Rightarrow v = \frac{p}{m} = \sqrt{\frac{E}{m}}$

$R = v \cdot \tau_0 \Rightarrow R = \sqrt{\frac{E}{m}}\,\tau_0$

Ответ: $\sqrt{\frac{E}{m}}\,\tau_0$

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

№5.



Если от жёлтого света на пластинку попадает E_1 энергии при $\alpha = 90$, то при $\alpha = \alpha$ на пластинку попадает:

$$E_ж = \frac{E_1}{S} \cdot S \sin\alpha = E_1 \sin\alpha$$

Аналогично от голубого света попадает: $E_г = \frac{E_2}{S} \cdot S\cos\alpha$

Суммарное кол-во энергии за секунду:

$E = E_г + E_ж = E_1 \sin\alpha + E_2 \cos\alpha$, по условию

$E_2 = 2E_1 \Rightarrow E = E_1 \sin\alpha + E_1 \cos\alpha \cdot 2$.

Найдём максимальное E:

$E' = E_1(\sin\alpha + 2\cos\alpha)' = E_1(\cos\alpha - 2\sin\alpha) = 0$

$ctg\,\alpha = 2 \Rightarrow tg\,\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = arctg\frac{1}{2}$

Следовательно под таким углом будет наибольшее кол-во энергии

Ответ: $arctg\frac{1}{2}$

+

№1

При подаче напряжения на электрод отрицательного потенциала на электроды металл из которого ~~сделан~~ электрод будет действовать электрическая сила, пытающаяся их вырвать, а потом разогнать. Эти электроны, которые оторвались, под действием эл поля будут разгоняться и, сталкиваясь с атомами газа, передавать ему импульс, а следовательно – энергию

Заметим что свечение именно у электрода объясняется тем, что наибольшая концентрация вылетевших из электрода электронов именно около него. Теми получив энергию испускают фотоны света. Сначала электрон перескакивает на 2 энергетический уровень, а через 10^{-8} с на первый и выпускает фотон с частотой ультрафиолетового света (это связано с тем что у гелия только два электрона оба из которых находятся на I уровне ⇒ нельзя их удерживать на втором).

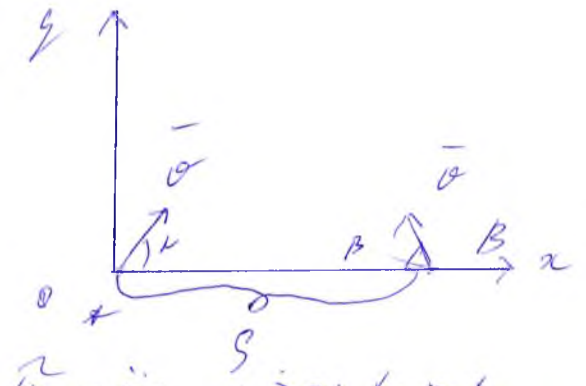
Фотон, вылетев, попадает в стенки кварца, где отдаёт кварцу свою энергию. Но в кварце электроны, перескакивая, возвращаются не на I, а на II энергетический ур-нь ⇒ испускают видимое излучение. Поэтому видно свечение.

№2

Из того, что у мячиков одинаковые начальная кинетическая энергия и масса следует, что их начальные скорости равны.

Если их начальные скорости равны и „точка броска „своего" мячика совпадает с точкой броска чужого", то углы бросания связаны как $\alpha+\beta=\frac{\pi}{2}$

Докажем это:



$$\begin{cases} v\cos\alpha\, t_1 = S \\ v\cos\beta\, t_2 = S \\ v\sin\alpha = g t_1 \\ v\sin\beta = g t_2 \end{cases}\qquad \frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{t_2}{t_1}\qquad \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} = \frac{t_1}{t_2}$$

$$\frac{\cos\alpha}{\cos\beta} = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha} \Rightarrow \sin 2\alpha = \sin 2\beta$$

$2\alpha = 2\beta$ — не подх.

$$2\alpha = \pi - 2\beta \Rightarrow \alpha + \beta = \frac{\pi}{2}$$

Пусть $\alpha > \beta$; $t_1 > t_2$.

Запишем уравнения на оси

$$x_a = v\cos\alpha\, t$$

$$x_b = S - v\cos\beta\, t$$

$$y_a = v\sin\alpha\, t - \frac{g t^2}{2}$$

$$y_b = v\sin\beta\, t - \frac{g t^2}{2}$$

$$L^2 = (x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2$$ где L расстояние между точками

$$L^2 = (v\cos\alpha\, t - S + v\cos\beta\, t)^2 + \left(v\sin\alpha\, t - \frac{g t^2}{2} - v\sin\beta\, t + \frac{g t^2}{2}\right)^2$$

$$L^2 = (v t(\cos\alpha + \cos\beta) - S)^2 + (v t(\sin\alpha - \sin\beta))^2$$

$$L^2 = (v t(\cos\alpha + \sin\alpha) - S)^2 + (v t(\sin\alpha - \cos\alpha))^2$$

$$(L^2)' = 2(v t(\cos\alpha + \sin\alpha) - S)\cdot v(\cos\alpha + \sin\alpha) + 2(v t(\sin\alpha - \cos\alpha))\cdot v(\sin\alpha - \cos\alpha) = 0$$

$$(v t\cos\alpha + v t\sin\alpha - S)(\cos\alpha + \sin\alpha) + v t(\sin\alpha - \cos\alpha)\cdot(\sin\alpha - \cos\alpha) = 0$$

$$v t\cos^2\alpha + v t\sin\alpha\cos\alpha - S\cos\alpha + v t\cos\alpha\sin\alpha + v t\sin^2\alpha - S\sin\alpha + v t\sin^2\alpha - 2 v t\sin\alpha\cos\alpha + v t\cos^2\alpha = 0$$

$$2vt - S(\cos\alpha + \sin\alpha) = 0 \Rightarrow t_{min} = \frac{S(\cos\alpha + \sin\alpha)}{2v}$$

$$\Delta x = S - v\cos\alpha\, t_{min} - v\sin\alpha\, t_{min}$$

$$\Delta x = S - v\frac{S}{2v}(\cos\alpha + \sin\alpha)^2 = S\left(1 - \frac{1}{2}(\cos\alpha + \sin\alpha)^2\right)$$

$$\Delta x = S\left(1 - \frac{1}{2} - \sin\alpha\cos\alpha\right) = S\left(\frac{1}{2} - \sin\alpha\cos\alpha\right) = S\,\frac{1 - \sin 2\alpha}{2}$$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: ____________ ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ GГ44-45

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

$\Delta y = v\sin\alpha\, t_{min} - v\cos\alpha\, t_{min} = \frac{v S(\cos\alpha + \sin\alpha)}{2v}$.

$\sin\alpha - \cos\alpha \quad = \frac{S}{2}(\sin^2\alpha - \cos^2\alpha) = -\frac{S}{2}\cos 2\alpha$

$l^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2$

$l^2 = \frac{S^2}{4}(1-\sin 2\alpha)^2 + \frac{S^2}{4}\cos^2 2\alpha$

$l^2 = \frac{S^2}{4}(1 - 2\sin 2\alpha + \sin^2 2\alpha + \cos^2 2\alpha) = \cancel{\frac{S^2}{4}(-(2\sin 2\alpha))}$

$= \frac{S^2}{4}(2 + 2\sin 2\alpha) = \frac{S^2}{2}(1 + \sin 2\alpha)$

$\frac{2l^2}{S^2} - 1 = \sin 2\alpha \Rightarrow \sin 2\alpha = \frac{2l^2 - S^2}{S^2}$.

А теперь зная угол найдём v.

$$\begin{cases} v\cos\alpha\, t = S \\ v\sin\alpha = \frac{gt}{2} \Rightarrow t = \frac{2v\sin\alpha}{g} \end{cases}$$

$\frac{v^2 2\sin\alpha\cos\alpha}{g} = S$.

$\frac{v^2\sin 2\alpha}{g} = S$.

$v^2 = \frac{Sg}{\sin 2\alpha} = \frac{Sg}{\frac{2l^2-S^2}{S^2}} = \frac{Sg}{2l^2-S^2}\cdot S^2 = \frac{S^3 g}{2l^2-S^2}$.

$v = S\sqrt{\frac{Sg}{2l^2-S^2}}$ $\left(м\cdot\sqrt{\frac{м\cdot м}{м^2\cdot c^2}} = \frac{м}{c}\right)$

±

Ответ: $v = S\sqrt{\frac{Sg}{2l^2-S^2}}$

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ВФ МЭИ	EV 92-67
Место проведения	шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ Юрова

ИМЯ Полина

ОТЧЕСТВО Михайловна

Дата рождения 16.05.2001 **Класс:** 10

Предмет физика **Этап:** заключительный

Работа выполнена на 5 **листах** **Дата выполнения работы:** 11.02.2018
(число, месяц, год)

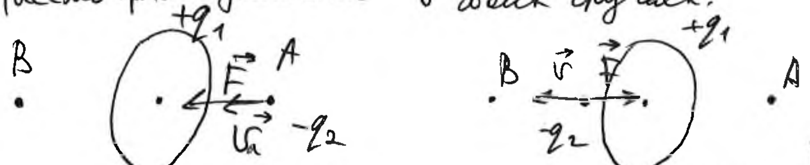
Подпись участника олимпиады: Юр

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

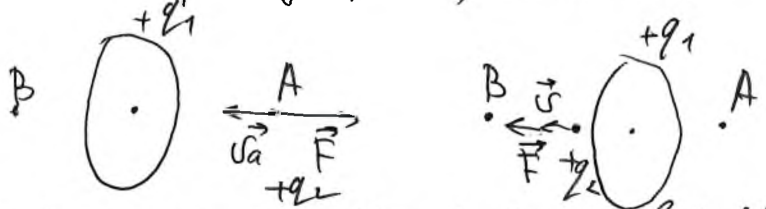
ВНИМАНИЕ! Проверяется только то, что записано с этой стороны листа в рамке справа

№1.

Рассмотрим движение в обоих случаях.



В 1 случае, т.к. заряд у частицы и кольца ~~разный~~ разноимённый, частица будет притягиваться к кольцу. Поэтому до прохождения через кольцо она будет двигаться равноускоренно, а после прохождение – равнозамедленно.



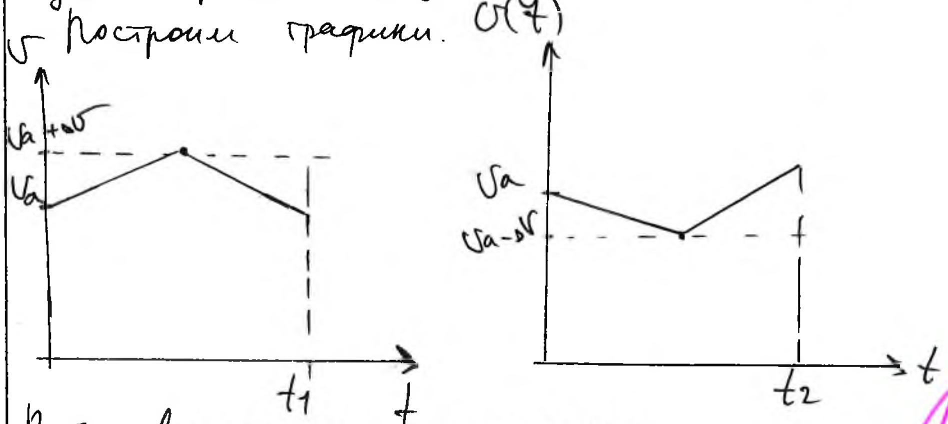
Во 2 случае, т.к. заряды с одинаковым знаком, то частица будет отталкиваться от кольца ⇒ сначала будет двигаться равнозамедленно, а после прохождения через кольцо – равноускоренно.

По 2 закону Ньютона

$\vec F = m\vec a$. Во всех случаях, $F_{c\phi} = \dfrac{k\cdot q_1\cdot q_2}{2R^2} \Rightarrow a_1 = a_2 = a_3 = a_4$.

Пусть скорость частицы изменилась с v_a на какое-то Δv.

Построим графики. $v(t)$



Путь равен площади под графиком

В 1 случае:

$S_1 = 2\dfrac{(v_a + v_a + \Delta v)\cdot t_1}{2} = t_1(2v_a + \Delta v)$

Во 2 случае:

$S_2 = 2\dfrac{(v_a + v_a - \Delta v)\cdot t_2}{2} = t_2(2v_a - \Delta v)$

Но $S_1 = S_2 \Rightarrow t_1(2v_a + \Delta v) = t_2(2v_a - \Delta v) \Rightarrow t_2 > t_1 \Rightarrow$ время увеличится

Ответ: увеличится

№2.

Дано: S, $L - L_{min}$	Решение:
$v_0 = ?$	Пусть Пете кидает под углом α, а Кате – под углом β к горизонту.

Тогда. $t_1 = \frac{2v_0 \sin\alpha}{g}$

$t_2 = \frac{2v_0 \sin\beta}{g}$

$t_1 \neq t_2 \Rightarrow \sin\alpha \neq \sin\beta$.

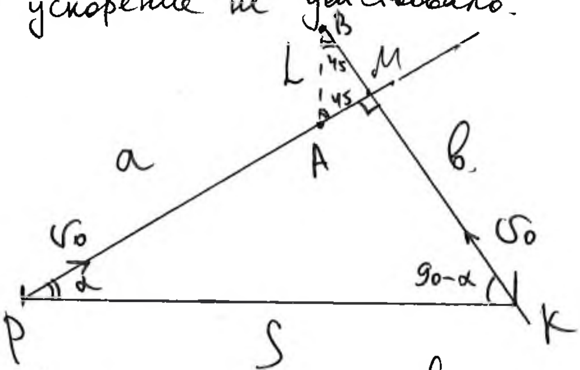
$S_1 = S_2 = S \Rightarrow S = \frac{2v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$, $S = \frac{2v_0^2 \sin 2\beta}{g} \Rightarrow \sin 2\alpha = \sin 2\beta$.

$2\sin\alpha\cos\alpha = 2\sin\beta\cos\beta$.

$\sin\alpha \neq \sin\beta \Rightarrow \sin\alpha = \cos\beta$, $\sin\beta = \cos\alpha \Rightarrow \beta = 90^\circ - \alpha$.

$\Rightarrow$ Они бросают мячи под углами, сумма которых равна 90°.

Рассмотрим перемещение в системе отсчёта $\vec{g}$, т.е., если бы ускорение не действовало.



P - Петя, K - Катя, M - точка пересечения траекторий.

Мячи пересекутся в точке M только когда $\alpha = 45^\circ$, но $\sin\alpha \neq \sin\beta \Rightarrow \alpha \neq 45$.

Тогда наименьшее L будет тогда, когда $\triangle MAB$ - равнобедренный $\Rightarrow$ $MA = MB = X$, углы по 45°

Пусть $PM = a$, $MK = b$. Тогда $a - x = b + x$ (т.к. $v_{01}t = v_{02}t$)

$\Rightarrow x = \frac{a-b}{2}$. $AB = L = \left(\frac{a-b}{2}\right)\sqrt{2}$ (из $\triangle ABM$)

Т.к. треугольник прямоугольный, то $S^2 = a^2 + b^2$.

Треугольник скоростей подобен треугольнику перемещений $\Rightarrow$

Решаем систему уравнений:

$a = x v_0 \cos\alpha$, $b = x v_0 \cos\beta = x v_0 \sin\alpha$ (x - коэффициент подобия)

$$\begin{cases} S^2 = x^2 v_0^2 \cos^2\alpha + x^2 v_0^2 \cos^2\beta \\ L = \frac{(v_0 x\cos\alpha - v_0 x\cos\beta)\sqrt{2}}{2} \end{cases} \qquad \begin{cases} S^2 = v_0^2(\cos^2\alpha + \sin^2\alpha)\cdot x^2 \\ L = \frac{v_0 x(\cos\alpha - \sin\alpha)\sqrt{2}}{2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} S^2 = x^2 v_0^2 \\ L^2 = \frac{v_0^2 x^2 (\cos\alpha - \sin\alpha)^2 \cdot 2}{4} \end{cases}$$

Сократив одно на другое, получаем $\frac{S^2}{L^2} = \sin 2\alpha$

Тогда $S = \frac{2v_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{2v_0^2 S^2}{L^2 g} \Rightarrow v_0^2 = \frac{L^2 g}{2S} \Rightarrow v_0 = \frac{L}{\cancel{S}}\sqrt{\frac{g}{S^2}}$

Ответ: $v_0 = \cancel{\frac{L}{S}\sqrt{\frac{g}{2}}}$ $\boxed{L\sqrt{\frac{g}{2S}}}$

№3.

Дано:
$\vec{p_1}$, $\vec{p_2}$
$\vec{p_1}' = -\vec{p_1}$
$p_2' = 5p_1'$

$\frac{p_2}{p_1} = ?$

Решение:

Пусть после взаимодействия, вторая частица летит под углом α.

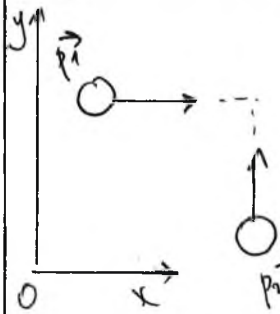
Тогда:

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ EV 92-67

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



$OX: \; p_1 = 5p_1\cos\alpha - p_1 \quad (1)$

$OY: \; p_2 = 5p_1 \sin\alpha \quad (2)$

Решим систему уравнений.

$2p_1 = 5p_1\cos\alpha \Rightarrow \cos\alpha = \frac{2}{5}$. из (1)

Из (2): $\frac{p_2}{p_1} = 5\sin\alpha$.

$\cos\alpha = \frac{2}{5} \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1-\cos^2\alpha} = \sqrt{1-\frac{4}{25}} = \sqrt{\frac{21}{25}} = \frac{\sqrt{21}}{5}$.

$\frac{p_2}{p_1} = 5\sin\alpha = \frac{5\sqrt{21}}{5} = \sqrt{21}$.

Ответ: $\sqrt{21}$.

№4.

Дано:
$2L$, T_0
$p_a = L$ мм.рт.ст.
$T_2 = ?$

Решение:

Изначально:
Вниз действует сила тяжести ртути и атмосферное давление, вверх – сила давления воздуха.

$p \cdot S = mg + p_a \cdot S$

$p \cdot S = \rho \cdot LSg + L \cdot g\rho S \Rightarrow$

$p = 2\rho g L \quad (1)$

(2) $pV = \nu R T_0$ – уравнение Менделеева – Клапейрона

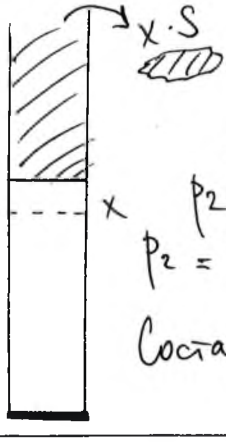
$\Rightarrow p = \nu\frac{RT_0}{V} = \frac{\nu RT_0}{S \cdot L}. \quad (2)$

Подставим (2) в (1)

$\frac{\nu RT_0}{S \cdot L} = 2\rho g L.$

Пусть ~~вв~~ температура изменилась и стала T_2, столб воздуха поднялся на x, и часть ртути вытекла. Тогда:

$p_a \cdot S + \rho S(h-x)g = p_2 S$



$p_a + \rho g(h-x) = p_2$

$\rho g h + \rho g(h-x) = p_2 \Rightarrow p_2 = \rho g(2h-x). \quad (1)$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$

$p_2 = \frac{\nu RT_2}{V_2} = \frac{\nu RT_2}{S(h+x)}. \quad (2).$

Составим и решим систему уравнений.

$$\begin{cases} \rho g 2L = \dfrac{\nu R T_0}{SL} - p_0 \\ \rho g (2L-x) = \dfrac{\nu R T_2}{S(L+x)} - p_2 \end{cases}$$

Разделив одно уравнение на другое, получим:

$$\frac{2L}{2L-x} = \frac{T_0(L+x)}{T_2 \cdot L} \Rightarrow T_2 = \frac{T_0(L+x)(2L-x)}{2L^2}$$

При $x=L$, $T_2 = T_0 \cdot \frac{2L \cdot L}{2L^2} = T_0$. Но такое получается не во всех случаях. Например, при $x = \frac{L}{2}$;

$$T_2 = \frac{T_0\left(\frac{3L}{2}\right)\cdot\frac{3L}{2}}{2L^2} = \frac{T_0 \cdot 9L^2}{4 \cdot 2L^2} = \frac{9T_0}{8} > T_0,$$

А если x не пройдёт величину $x = \frac{L}{2}$, то не дойдёт и до $x = L$. Тогда нужно найти максимальное $T_2 = \frac{T_0(L+x)(2L-x)}{2L^2}$

Заметим, что $T_0 = const$, $L = const$ $\Rightarrow$ зависит только от X.

При этом $(L+x)+(2L-x) = 3L = const$.

Произведение двух чисел с постоянной суммой максимально тогда, когда эти числа равны.

Например. $1+5=2+4=3+3=6$. Но $1\cdot5=5$, $2\cdot4=8$, $3\cdot3=9$.

$\Rightarrow T_2$ – максимальное, при $L+x = 2L-x$.

$2x = L \Rightarrow x = \frac{L}{2}$.

При $\frac{L}{2}$, как мы уже нашли, $T_2 = T_0 \cdot \frac{3L}{2} \cdot \frac{3L}{2} \cdot 2L^2 = \frac{9T_0}{8}$.

Ответ: $\frac{9T_0}{8}$

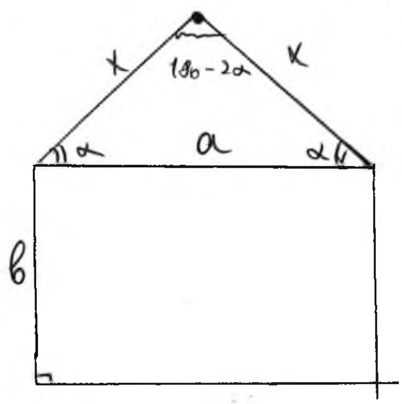
+

№5.

Дано:
$a = 3$ фута
$b = 2$ фута

$L = ?$

Решение:



В положении равновесия две половины шнурка и верхняя грань картины образуют равнобедренный треугольник. ?

Пусть длина шнурка – $2x$.

Тогда равные стороны треугольника – $x = \frac{\ell}{2}$?

Пусть угол – α, тогда угол напротив основания – $(180-2\alpha)$

по теореме синусов.

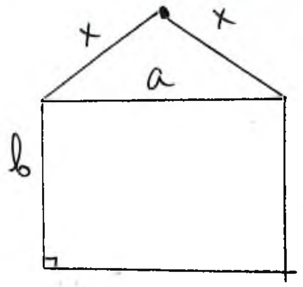
$\frac{x}{\sin\alpha} = \frac{a}{\sin(180-2\alpha)}$, $\quad \sin(180-2\alpha) = \sin 2\alpha \Rightarrow$

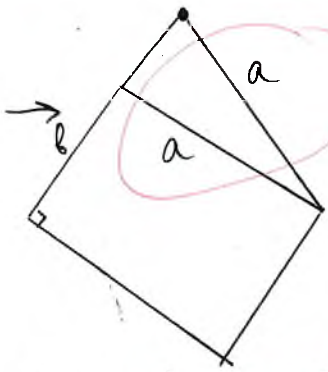
$\frac{x}{\sin\alpha} = \frac{a}{\sin 2\alpha} \Rightarrow a\cdot\sin\alpha = x\sin 2\alpha$

$a\sin\alpha = 2x\sin\alpha\cos\alpha \Rightarrow x = \frac{a}{2\cos\alpha}$.

$L = 2x = \frac{2a}{2\cos\alpha} = \frac{a}{\cos\alpha}$.

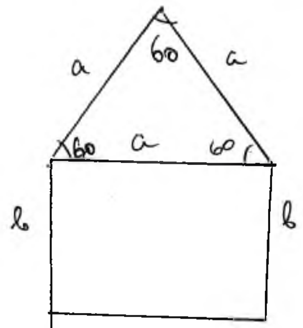
Найдём, при каком α будет выполняться условие равновесие. Заметим, что система стремится повернуться в такое состояние, чтобы равнобедренным стал другой треугольник: Дальше этого состояния картина опуститься не сможет.





Поэтому нужно взять шнур такой длины, чтобы у треугольника были равны все стороны, т.к. тогда сдвинуться он не сможет.

Почему?



Значит, ~~$L = 2a = 2\cdot 3 = 6$ футов~~.

Ответ: 6 футов.

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

ВФ МЭИ

Место проведения

EV 92-82

шифр

← **Не заполнять**
Заполняется ответственным работником

Вариант № 27101

ФАМИЛИЯ ЯСАФОВ

ИМЯ АЛЕКСАНДР

ОТЧЕСТВО ВЛАДИМИРОВИЧ

Дата рождения 06.09.2001

Класс: 10

Предмет ФИЗИКА

Этап: ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ

Работа выполнена на 6 **листах**

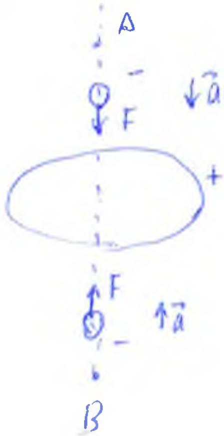
Дата выполнения работы: 11.09.2017
(число, месяц, год)

Подпись участника олимпиады:

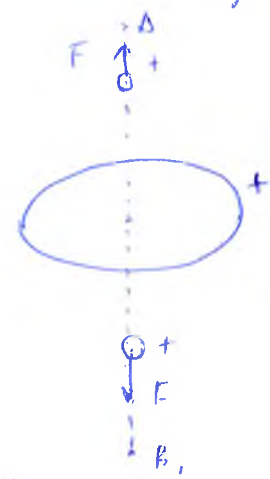
Впишите свою фамилию имя и отчество печатными буквами, дату рождения, класс, название предмета, этапа Олимпиады, общее количество листов, на которых выполнена работа и дату выполнения работы.

№1 Т.к вначале частица была отриц. заряжена, а кольцо положительно, то вначале тело стало ускоряться (т.к. сила взаимод. направлена к кольцу; а после прохождения кольца стало притягиваться к нему, то есть замедляться, т.к сила направлена к кольцу.

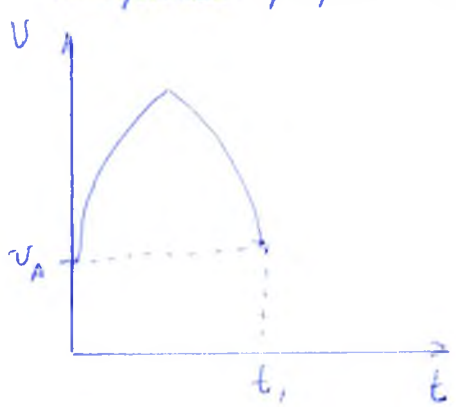
1)



Во второй раз частица было заряжена положительно и отталкивалась от кольца, значит сначала замедлялась, а потом замедлялась.



Начертим графики V(t) для обоих случаев



Т.к тело ~~[illegible]~~ до и после движения находилось на одинаковом расстоянии от кольца, то его пот. энергия взаимодействия не изм. значит скорость тела в т.А и т.В одинакова.

Пройденое расстояние - это площадь под графиком. Из графиков видно, что скорость тела в 1) случае всегда была больше или равна V_A, а во 2) случае меньше или равна V_A, значит в 1) случае время движения меньше

Ответ: увеличится

Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 27101 ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ! ⇨ EV 92-82

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

№2 Пусть масса ~~шар~~ мячика I = m_1 а скорость V_1
масса II мячика m_2, а скорость V_2
По условию $m_1 = m_2$ и $\frac{m_1 V_1^2}{2} = \frac{m_2 V_2^2}{2}$

$V_1^2 = V_2^2 \Downarrow V_1 = V_2$ (т.к скорости всегда положительны)

Т.к шарики летели разное время, то их траектории различны.
Выразим пройденное расстояние S мячиками через начальную скорость и время полета

Найдем время подъема $V_0 \cdot \sin\alpha - gt = 0$ (т.к в верхней точке скорость тела по оси OY равна 0.)

$t_н = \frac{V_0 \sin\alpha}{g}$

т.к траектория ~~[illegible]~~ движения мячика симметрична, то общее время $t_о = 2t_н = \frac{2V_0 \sin\alpha}{g}$

$S = V_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$ (т.к ускорение по оси OX = 0, то скорость не измен.)

(1) $S = \frac{V_0 \cdot \cos\alpha \cdot 2 V_0 \sin\alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ Начальные скорости мячиков равны и пройденное расстояние равно ⇒

$\sin 2\alpha_1 = \sin 2\alpha_2$ (α_1 - угол броска I мяча, α_2 - угол броска II мяча.)

$\Downarrow$

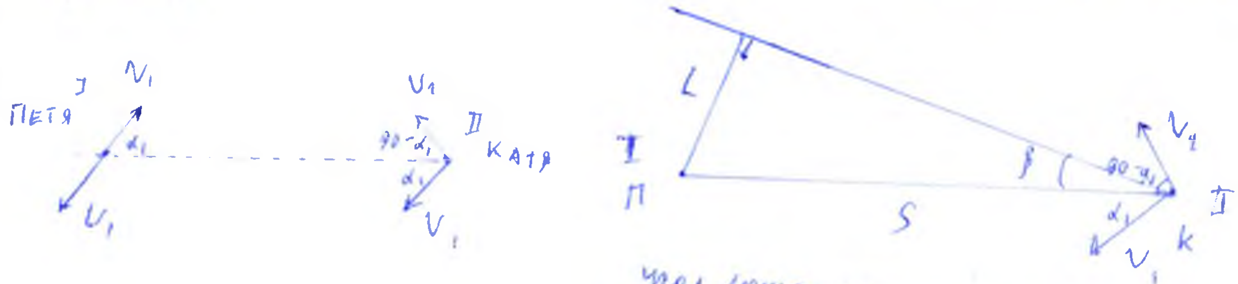
$2\alpha_1 = 180 - 2\alpha_2$ ($\alpha_1 \neq \alpha_2$ т.к время полета разное.)

$\alpha_1 = 90 - \alpha_2$

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

Т-м полёт мячиков. Перейдем в систему отсчёта I мячика.

В таком случае I мячик неподвижен ~~ты~~, а второй движется с постоянной скоростью



угол между скоростями $90-\alpha_1+\alpha_1=90$

$V_1=V_2$ => II мячик будет лететь по биссектрисе угла образованного векторами скоростей V_1 и V_2

Это угол $\beta = 45-\alpha_1$

Перпендикуляр из точки П на биссектрису угла - это минимальное расстояние между мячиками

$$\sin\beta = \frac{L}{S}$$

Из формулы (1) $V_1=V_2=\sqrt{\frac{S\cdot g}{\sin 2\alpha_1}}$ (2)

$$\sin(45-\alpha_1)=\sin 45\cdot\cos\alpha_1-\cos 45\cdot\sin\alpha_1=\frac{\sqrt{2}}{2}(\cos\alpha_1-\sin\alpha_1)=\frac{L}{S}$$

$\cos\alpha_1-\sin\alpha_1=\frac{2L}{\sqrt{2}S}$ возведём обе части в квадрат

$$\underbrace{\cos^2\alpha_1+\sin^2\alpha_1}_{=1}-2\sin\alpha_1\cdot\cos\alpha_1=\frac{4L^2}{2S^2}$$

$$2\sin\alpha_1\cdot\cos\alpha_1=1-\frac{2L^2}{S^2}$$

$\sin 2\alpha=1-\frac{2L^2}{S^2}$ - подставим в (2)

$$V_1=V_2=\sqrt{\frac{S\cdot g}{1-\frac{2L^2}{S^2}}}$$

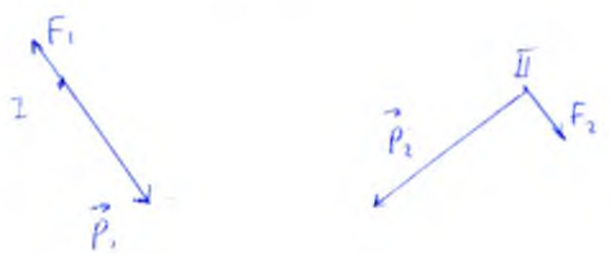
Ответ: $\sqrt{\frac{S\cdot g}{1-\frac{2L^2}{S^2}}}$

$\pm$

3) Пусть напряженность поля $\vec{E}$, заряд I част $= q$, а II $= -2q$

$\vec{F} = \vec{E} \cdot q$.

т.к импульс I тела лежит на той же прямой что и в начале ($т.к\ \vec{P}_1' = -\vec{P}_1$), то вектор $\vec{E}$ сонаправлен с вектором $\vec{P}_1$, т.к. сила $\vec{F}$ сонаправлена с $\vec{E}$. и $\vec{E}$ направлен в противоположную от $\vec{P}_1$ сторону.)



Т.к заряды разноименные, то сила F_2 - направлена в противоположную сторону от F_1

$\vec{F}_2 \perp \vec{P}_2$

Через время τ

Т.к $\vec{F}_2 \perp \vec{P}_2$, то импульс $\vec{P}_2$ у II част не изменился, но появился перпендикулярный ему $\vec{P}_x$. По т. Пифагора

$\vec{P}_2^{\,2} + \vec{P}_x^{\,2} = (5P_1)^2$

$P_x = \sqrt{25P_1^2 - P_2^2}$

$F_1 = \vec{E} q$; $\vec{F}_2 = \vec{E} \cdot 2q \Rightarrow |F_1| = \frac{1}{2}|F_2|$

+

По 2 з. Ньютона

$\vec{F}_1 \tau = \Delta p = 2\vec{P}_1 \qquad \vec{F}_2 \tau = \vec{P}_x$

(1) $|F_1|\tau = |2\vec{P}_1|$ (2) $|2F_1|\cdot\tau = |\sqrt{25P_1^2 - P_2^2}|$

Возведем всё в квадрат

$F_1^2\tau^2 = 4P_1^2 \qquad 4F_1^2 \cdot \tau^2 = 25P_1^2 - P_2^2 \Rightarrow 16P_1^2 = 25P_1^2 - P_2^2$

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

$9P_1^2 = P_2^2$

$3|P_1| = |P_2|$

$\frac{|P_2|}{|P_1|} = 3$

Ответ: 3.

№4

Пусть площадь дна трубки $= S$

В нач. момент времени P воздуха $= 2L$ мм рт. ст (т.к это сумма давления ртути в трубке и атмосферного, V воздуха $= S \cdot L$, а температура $= T_0$

по закону Менделеева - Клайперона

$PV = \nu RT$

$2L \cdot S \cdot L = \nu R \cdot T_0$ (1)

Из закона Мен-Клайперона можно увидеть, что максимальная температура необходима тогда, когда $P \cdot V$ - максимально.

Пусть в какой-то момент уровень воздуха поднялся на x, тогда

$P_1 = L + (L - x)$, а $V_1 = S \cdot (L + x)$ $P \cdot V = S(L+x)(2L-x) = S(2L^2 - Lx + 2Lx - x^2) =$

$= 2L^2 S + Lx \cdot S - x^2 S$. Взяв производную по x и приравняв её к 0 мы найдем максимальное знач, т.к это парабола с ветвями вниз.

$(2L^2 \cdot S + Lx \cdot S - x^2 \cdot S)' = L \cdot S - 2x \cdot S = 0$

$2x = L$ $x = \frac{L}{2}$ - когда $x = \frac{L}{2}$ температура должна быть максимальной. Найдем её.

По закону Мен-Клай.

$(2L - \frac{1}{2}L) \cdot S \cdot (1{,}5L) = \nu RT$

$\frac{9}{4} L^2 S = \nu RT$

(1) $2L^2 \cdot S = \nu RT_0$ - разделим одно на другое $\frac{9}{4} \cdot \frac{1}{2} = \frac{T}{T_0}$ $T = T_0 \cdot \frac{9}{8}$

Ответ: $\frac{9}{8} T_0$

+

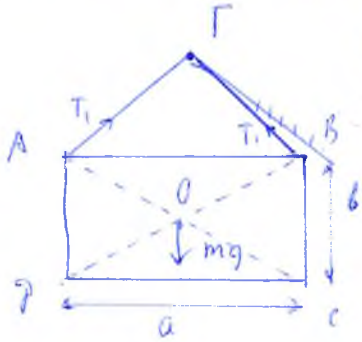
Олимпиада школьников «Надежда энергетики»

Вариант: 23101

ШИФР, НЕ ЗАПОЛНЯТЬ ⇨ EV 92-82

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

№5 Т-к силы, которые действуют на картину.



Т.к. нить невесома, что сила её натяжения везде равна.

Т-к силы действующие на веревку.

? ?

Равновесия картина достигнет тогда, когда $AГ = OB$ и $AO = AГ$?

⇓

L - длина веревки равна диагонали картины

$L^2 = a^2 + b^2$ - по т. Пифагора

$L = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{13}$ футов

Почему? нет!

Ответ: ~~√13 футов.~~

(—)