Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО
«Будущее Сибири»
2 этап (заключительный)

Письменная работа

на олимпиаде по ФИЗИКЕ

Сведения об участнике олимпиады

Фамилия: БОБЫЛЕВ

Имя: ПАВЕЛ

Отчество: АЛЕКСАНДРОВИЧ

Учащийся 11 класса школы № 4

городА Гусиноозёрска, Селенгинского района
(города/села, района)

(области)

Дата рождения 07.02.1998

Контактная информация – телефон(ы) : +79149819552
830145 42758

E- mail: element.99.11@gmail.com

Пункт проведения этапа г. Гусиноозерск, школа n 7

Дата проведения этапа 15.02.2015

Даю согласие на обработку моих персональных данных и информирование меня посредством sms и е – mail о моих результатах и всех дальнейших мероприятиях, связанных с олимпиадой

Личная подпись

Шифр

Открытая межвузовская олимпиада школьников СФО «Будущее Сибири»

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
		10+6+7+8+1 = 38	Мортенкова

Чистовик 1

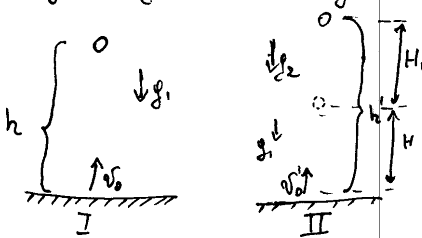
Задача 1

Дано:
$H = 10м$
$g_1 = g$
$g_2 = \frac{1}{2} g$
$h = 20м$

$h' - ?$

СИ:

Решение: ① Для начала начертим рисунки для обоих случаях (в первом ускорение свободного падение на всём пути постоянно, а во втором - нет)



② Запишем уравнение для нахождения высоты в первом случае (где g - const на всём промежутке) и выразим из него начальную скорость V_0:

$h = \frac{\cancel{V}^2 - V_0^2}{-2g_1}$, где V - конечная скорость, равная 0.

получаем: $-2g_1 h = -V_0^2$

$V_0^2 = 2gh$

$\boxed{V_0 = \sqrt{2gh}}$

③ В обоих случаях Незнайка кидает мячик с одинаковой первоначальной скоростью, то есть $V_0 = V_{01}$;

. Затем рассмотрим уравнение g высоты на первом промежутке второго случая (где $g_1 = g$)

$H = \frac{V_к^2 - V_{01}^2}{-2g_1}$

$-2g_1 H = V_к^2 - 2g_1 h$

$\boxed{V_к = \sqrt{2g(h-H)}}$

④ Затем рассмотрим второй промежуток (где $g_2 = \frac{1}{2} g$)

$H_1 = \frac{V_к'^2 - V_{02}^2}{-2g_2}$, где $V_к' = 0$ и $V_{02} = V_к$

$\boxed{H_1 = \frac{-V_к^2}{-g}}$

④ В итоге высота h', на которую поднимется шар, представляет собой сумму высот H и H_1.

$h' = H + H_1 = \frac{V_к^2 - V_{01}^2}{-2g} - \frac{V_к^2}{-g} = \frac{V_к^2 - V_{01}^2 - 2V_к^2}{-2g} = \frac{-V_к^2 - V_{01}^2}{-2g} = \frac{-(2g(h-H) + 2gH)}{-2g} = \frac{-\cancel{2g}(h - H + H)}{-\cancel{2g}}$

$= 2h - H$

$\boxed{h' = 2h - H}$ $h' = 2 \cdot 20 - 10 = 30м$ + 10

~~Ответ: 30м~~

Ответ: 30м

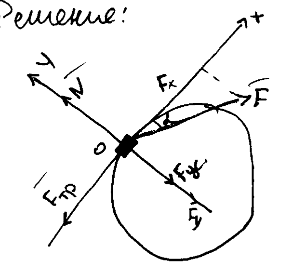
Чистовик 2

Задача 3

Дано: R, m, F, α, $\mu(\mu < ctg\,\alpha)$

v - ?

СИ: | Решение:



① Начертим оси координат (x и y)
· Центростремительная сила в данном случае является суммой всех сил:
$\vec{F}_{цс} = \vec{F}_x + \vec{N} + \vec{F}_y + \vec{F}_{тр}$.

② Возьмем проекции всех сил на ось x и на ось y, получим

$$\begin{cases} Ox: F\cdot\cos\alpha = F_{тр} \\ Oy: -F_{цс} = N - F\sin\alpha \Rightarrow F_{цс} = F\sin\alpha - N. \end{cases}$$

③ На ось Ox:
$F_{тр} = F\cdot\cos\alpha$ (где $F_{тр} = \mu N$)

$\mu N = F\cdot\cos\alpha$, выразим ~~коэффициент трения~~ силу нормального давления

$$\boxed{N = \frac{F\cos\alpha}{\mu}}$$ 2

④ На ось Oy:
$F_{цс} = F\sin\alpha - N$, где $F_{цс} = \frac{mv^2}{R}$ +

$$\frac{mv^2}{R} = F\sin\alpha - \frac{F\cos\alpha}{\mu}$$

$$\frac{mv^2}{R} = F(\sin\alpha - \frac{\cos\alpha}{\mu})$$

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{RF}{m}(\sin\alpha - \frac{\cos\alpha}{\mu})}}$$ < 0

6

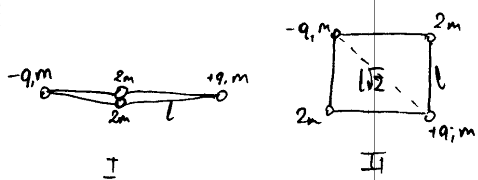
Ответ: $\boxed{v = \sqrt{\frac{RF}{m}(\sin\alpha - \frac{\cos\alpha}{\mu})}}$ —

Задача 2

Дано: l, q, $-q$, m, $2m$

v - ?

СИ: | Решение:



① С одной стороны, работа определяется как разность кинетических энергий $W_к$ и с другой стороны, как разность потенциальных энергий $W_п$:

$A = \Delta W_к = \Delta W_п$.

② Сначала найдем значение работы A через разность потенциальных энергий:

$A = \Delta W_п = W_{п2} - W_{п1} = \frac{kq\cdot q}{\varepsilon r_2} - \frac{kqq}{\varepsilon r_1}$; где относительная диэлектрическая проницаемость = 1 (т.к в задаче ничего не сказано, я принял ε за 1 - воздух)

$$A = \frac{kq^2}{l\sqrt{2}} - \frac{kq^2}{2l} = kq^2\left(\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2}\right) = kq^2\left(\frac{\sqrt{2}-1}{2}\right)$$

знаки $r_2 = l\sqrt{2}$ и $r_1 = 2l$

$$\boxed{A = \frac{kq^2}{2}(\sqrt{2}-1)}$$

③ Затем определяем работу A через $\Delta W_к$:

$A = W_{к2} - W_{к1}$ (где $W_{к1} = 0$, поскольку все шарики находились в состоянии покоя),

$\boxed{A = W_{к2}}$, где $W_{к2}$ определяется как сумма кинетических энергий каждого шарика.

Теперь равны ли скорости каждого шарика?

АДМИНИСТРАЦИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "СЕЛЕНГИНСКИЙ РАЙОН" МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ОСНОВНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 7 г.ГУСИНООЗЕРСКА
"___" ______________ 20___ г.
№ ______________
г.Гусиноозерск

Чистовик 3

Задача 2 (продолжение).

В то время, как два противоположных шарика массами m, сближаясь, проходят каждый расстояние, равное l, в это же время шарики, находящиеся вплотную друг к другу (массами 2m), начинают удалятся от друг друга на расстояние, тоже равное l. Итак, средние скорости всех шариков равны.

неполное (недостаточное) пояснение

$$A = W_{k_2} = \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{m\vartheta^2}{2} + \frac{2m\vartheta^2}{2} + \frac{2m\vartheta^2}{2} = 3m\vartheta^2$$

$$\frac{kq^2(\sqrt{2}-1)}{2} = 3m\vartheta^2$$

$$kq^2(\sqrt{2}-1) = 6m\vartheta^2$$

$$\vartheta = \sqrt{\frac{kq^2(\sqrt{2}-1)}{6m}} = q\sqrt{\frac{k(\sqrt{2}-1)}{6m}}$$

7

Ответ: $\vartheta = q\sqrt{\frac{k(\sqrt{2}-1)}{6m}}$ +

Задача 5

? почему

① Для решения данной задачи воспользуемся уравнением Менделеева-Клайперона: $\boxed{PV = \frac{m}{M}RT}$ Мне известно, что при улучшении погоды атмосферное давление увеличивается примерно на 10-20 мм.рт.ст.; пусть первоначальное давление составляет порядка 740 мм.рт.ст., тогда установившееся давление равно 755 мм.рт.ст.; разность составляет (755-740) 15 мм.рт.ст.

$$(P_2 - P_1)V = \frac{\Delta m RT}{M}$$

$$\boxed{\Delta m = \frac{MV(P_2 - P_1)}{RT}}$$

② 760 мм.рт.ст - 10^5 Па
15 мм.рт.ст - x Па, отсюда $x = \frac{15 \text{мм}}{760 \text{мм}} \cdot 10^5$ Па ≈ 2000 Па $= 2 \cdot 10^3$ Па.

Молярная масса воздуха $= 29 \cdot 10^{-3}$ кг/м³

$R = 8{,}31$

$T = t + 273$°К.; Условимся на том, что комнатная температура остается постоянной и равна 20°С, тогда $T = 20°C + 273 = 293$°К.

- Пусть наша комната имеет следующие размеры: длина $a = 6{,}5$ м; ширина $b = 3$ м и высота $c = 2{,}5$ м, тогда $\boxed{V = abc}$

③ Подставляем наши значения в ур-ние:

$$\Delta m = \frac{MV\Delta P}{RT} = \frac{abc \cdot M \Delta P}{TR} = \frac{6.5\text{м} \cdot 3\text{м} \cdot 2{,}5\text{м} \cdot 29 \cdot 10^{-3}\text{кг/м}^3 \cdot 2 \cdot 10^3 \text{Па}}{293\text{К} \cdot 8{,}31} = 1{,}16 \text{ кг}$$ +

8

Ответ: $\Delta m = 1{,}16$ кг

Чистовик 4

Задание 4

Дано:
R
B_0
T
$B(t) = B_0(1 - t^2/T^2)$
$t = T/2$
T_0

$a - ?$

СИ:

Решение:

рис. 1

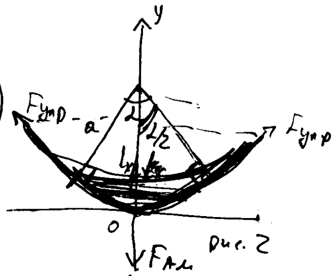


рис. 2

① Угол между нормалью и вектором магнитной индукции равен $0°$, а $\cos 0 = 1$, поэтому в следующем я не буду его писать. Площадь кольца определяется по формуле $S = \pi a^2$. На проводник с током в магнитном поле действует сила Ампера, равная: $F_A = BIl$ (1)

откуда?

② Значение силы тока I можно определить исходя из закона Ома: $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R}$; где $\mathcal{E}_i$ можно найти через производную, т.к изменяется не по линейному закону $\mathcal{E}_i = -(BS)' = -S(B)' = -S\left(B_0(1 - t^2/T^2)\right)' =$

$= -S\left(B_0 - \frac{B_0 t^2}{T^2}\right)' = -S\left(-\frac{2B_0 t}{T^2}\right) = \frac{2B_0 t S}{T^2} = \frac{2B_0 t \cdot \pi a^2}{T^2} = \frac{2\pi a^2 B_0 t}{T^2}$

отсюда $I = \frac{2\pi a^2 B_0 t}{RT^2}$ (2)

③ Найдем значение силы тока во время $t = T/2$: ~~$I = \frac{2\pi a^2 t (B_0(1 - \frac{T^2}{4T^2}))}{RT^2}$ $2\pi a^2 t \cdot \frac{3}{4} B_0$~~

$I = \frac{2\pi a^2 B_0 T}{2RT^2}$; $\boxed{I = \frac{\pi a^2 B_0}{RT}}$

Найдем значение магнитной индукции в момент времени $t = T/2$:

$B(t) = B_0(1 - t^2/T^2) = B_0(1 - \frac{T^2}{4T^2}) = \frac{3}{4}B_0$.

④ Возьмем отдельный участок проводника l_x, тогда мы имеем: $\boxed{F_A = BIl_x}$

$l_x = a \cdot \sin\alpha$, поскольку α - малый угол, можно принять $\sin\alpha$ за α!

$l_x = a \cdot \alpha$, тогда сила Ампера равна: $F_A = \frac{3}{4}B_0 \cdot \frac{\pi a^2 B_0}{RT} \cdot a \cdot \alpha = \frac{3\pi a^3 B_0^2 \alpha}{4RT}$

⑤ Возьмем на рис.2 проекцию на ось Оу:

$-F_A + 2F_{упр_y} = 0$

$2F_{упр_y} = F_A$, отсюда $F_{упр_y} = \frac{F_A}{2}$; опять же т.к $\alpha/2$ - малый угол можно принять значение $\sin\alpha/2$ за $\alpha/2$

$F_{упр} = \frac{F_A}{2\sin\alpha/2} = \frac{F_A}{2 \cdot \alpha/2} = \frac{F_A}{\alpha}$

Подставим значение F_A:

$F_{упр} = \frac{3\pi a^3 \alpha B_0^2}{4RT \cdot \alpha} = \frac{3\pi a^3 B_0^2}{4RT}$, т.к по условию задачи $F_{упр} = T_0$ имеем:

$3\pi a^3 B_0^2 = 4RTT_0$, выразим a

$a = \sqrt[3]{\frac{4RTT_0}{3\pi B^2}}$

Ответ: $a = \sqrt[3]{\frac{4RTT_0}{3\pi B_0^2}}$ +

7