Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

. В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 960$ Дж теплоты. 'емпература смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 48$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество 'еплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 30$ К.

1. Найдите работу А смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость C_V смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_Г}{N_К}$ числа атомов гелия к числу молекул кислорода в смеси.

Указание: внутренняя энергия двухатомного газа кислорода $U = \frac{5}{2}PV$.

5. Частица с удельным зарядом $\gamma = \frac{q}{m} > 0$ движется между обкладками плоского конденсатора. Конденсатор заряжен, расстояние между обкладками d. В некоторый момент частица движется со скоростью V_0 параллельно обкладкам на расстоянии $d/8$ от положительно заряженной обкладки. Радиус кривизны траектории в этот момент времени равен R.

1. Найдите напряжение U на конденсаторе.

Через некоторое время посл е вылета из конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

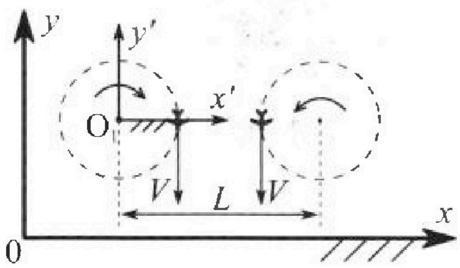
2. С какой по величине скоростью V движется в этот момент частица?

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Во время выполнения пилотажного упражнения два самолёта летят в горизонтальной плоскости с одинаковыми по модулю скоростями $V = 60$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса R=360 м. Ускорение свободного падения g =10 м/с^2.

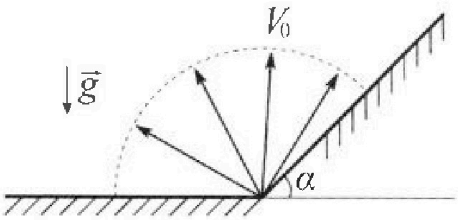


1. На сколько δ процентов сила тяжести, действующая на каждого летчика, меньше его веса?

В некоторый момент времени с амолеты оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей L=1,8 км. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

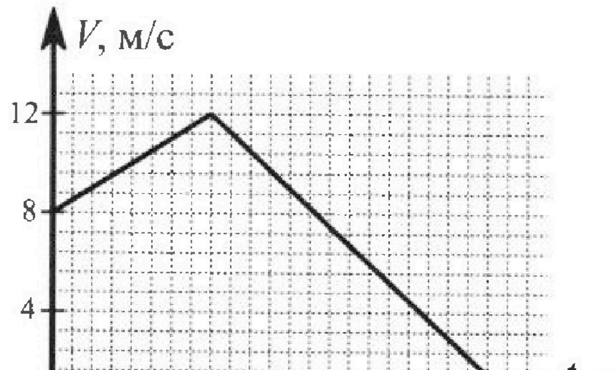
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

2. Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол α такой, что $\sin\alpha = 0{,}8$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая высота полета одного из осколков $H = 45$ м. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



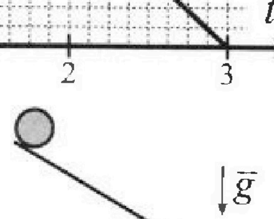
1. Найдите начальную скорость V_0 осколков.
2. На каком максимальном расстоянии S от точки старта упадет осколок на склон?

3. *В первом опыте* на шероховатую наклонную плоскость кладут шайбу и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по плоскости, сталкивается с упором, отскакивает от него и продолжает движение по плоскости. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Движение шайбы происходит вдоль одной и той же прямой. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.



1. Найдите $\sin\alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость образует с горизонтом.

Во втором опыте с той же наклонной плоскости скатывается без проскальзывания тонкостенная однородная цилиндрическая бочка, полностью заполненная водой. Начальная скорость нулевая. Масса воды в $n = 3$ раза больше массы бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.



2. С какой по величине скоростью V движется бочка в тот момент, когда горизонтальное перемещение бочки равно $S = 1$ м?
3. Найдите ускорение a, с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента μ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

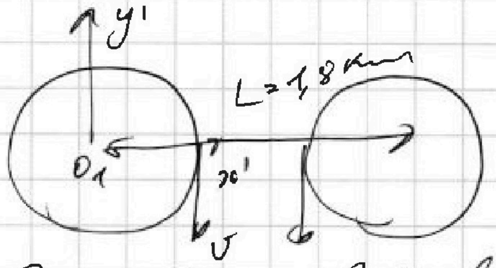
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 [x] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ] 6 [ ] 7 [ ]

СТРАНИЦА 2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

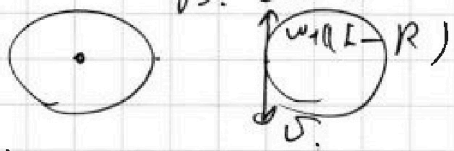
2.



В СО левого всё вращается ~~в~~ ~~около~~ вокруг окружности 1, с $\omega_1 = \frac{\upsilon}{R}$ - угловая скорость вращения, при переходе в СО 1;

Добавочная скорость $= \omega_1 (L-R)$, т.к. самолёт находится на расстоянии $L-R$ от окр. 1.

В. СО.



$u = \upsilon - \frac{\upsilon}{R}(L-R)$

$u = 2\upsilon - 5\upsilon = -3\upsilon$ — в проекция ↓

$u = 180$ м/с.

Направление: ↓ ↑ $\vec{u}$ — параллельно $\vec{g}$ и противоположно направлена ей

Ответ: 180 м/с; $\vec{g}$ ↓

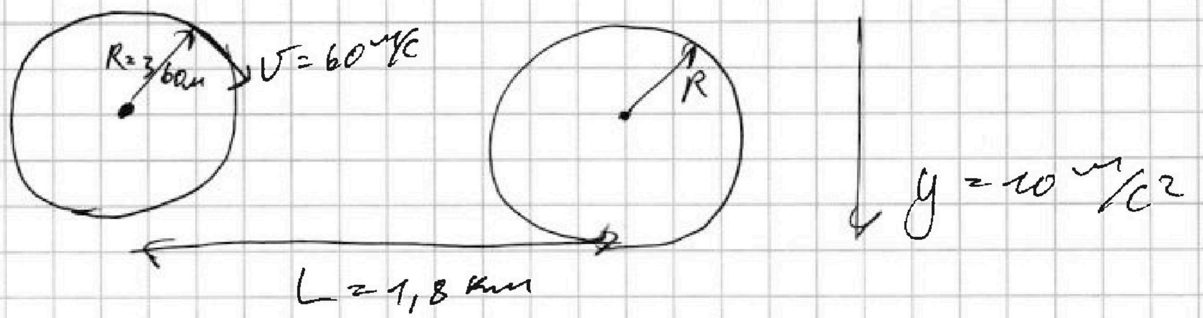
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 1 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

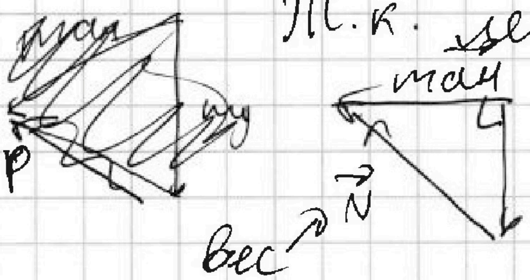
№1.



Вес — сила с которой лётчик действует на объект.

Т.к движется по окр. с пост. скоростью, то тангенциальная компонента уск =0, а нормальная $a_н = \frac{v^2}{R} = 10 \frac{м}{с^2}$, и направлена к центру.

Т.к. летят в гор. плоскости



⇐ II з.Н. в векторной форме

$m\vec{a}_н = m\vec{g} + \vec{N}$

=> по т. Пифагора $N = m\sqrt{a_н^2+g^2}$

=> $\frac{N}{mg} = \sqrt{\frac{a_н^2}{g^2}+1} = \sqrt{2} \approx 1,41.$

$\frac{mg}{N} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ $\quad \frac{\delta}{100} = 1 - \frac{mg}{N} = \frac{N-mg}{N} = \cancel{\frac{1}{2}}$

$\frac{\delta}{100} = \frac{(\sqrt{2}-1)}{\sqrt{2}} mg = \frac{2-\sqrt{2}}{2} \approx 0,3$

$\delta \approx 30\%$

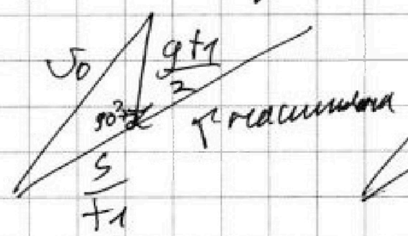
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

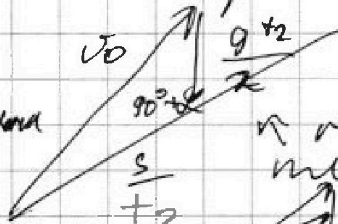
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

Рассмотрим 2 траектории





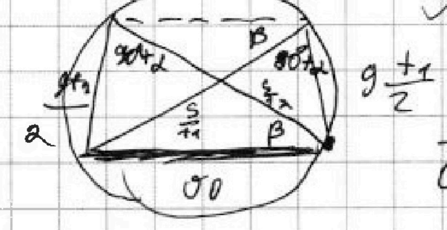
Впишем эти Δ

при вписании в окружн. площадь треуг.:

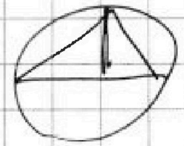
$$\boxed{S_0 = \frac{1}{2}Lg = \frac{1}{2}gS\cos\alpha}$$

максимум этой площади, при максимальной высоте => Δ должен быть р/б, чтобы была макс. высоты

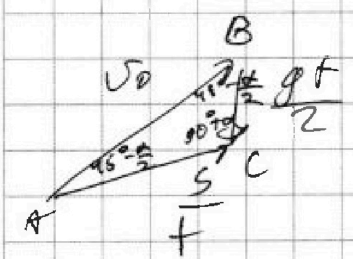
$S_0 \uparrow$ S_p.



$g\frac{t_1}{2}$



$$=> \boxed{\frac{S}{t} = \frac{gt}{2}}$$



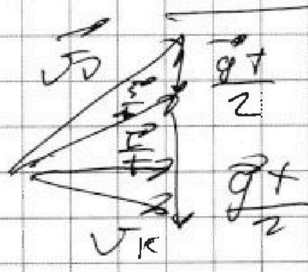
ΔABC:

$$\frac{v_0}{\cos(45°-\frac{\alpha}{2})} = \frac{2S}{t} = gt$$

$$=> t = \frac{v_0}{g\cos(45°-\frac{\alpha}{2})} => S = \frac{v_0^2}{2g(\cos^2(45°-\frac{\alpha}{2}))}$$

$$=> S = \frac{v_0^2}{g(1+\sin\alpha)} = 50м.$$

Ответ: 50 м



$$S_0 = \frac{Lg}{2} = \frac{gS\cos\alpha}{2\cancel{\cos\alpha}}$$

=> чем больше площадь, тем больше перемещен.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

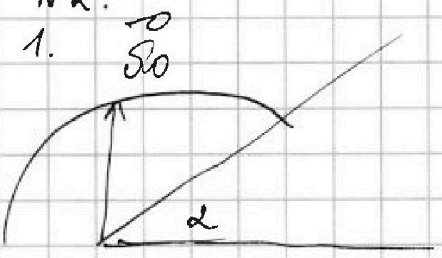
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА 1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

№2.

1.



$\vec{g}$ $\sin(\alpha) = 0,8$

$H = 45$ м.

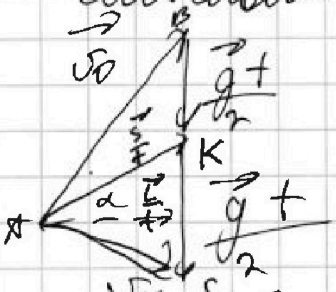
1) Найдём υ_0. максимальное H достигается при вертикальном броске, т.к. иначе проекция скорости на вертикаль $\upsilon_y = \upsilon_0 \sin(\beta)$

υ_0, β — угол между скоростью и горизонтом.

горизонтали $\sin(\beta)_{макс} = 1 \Rightarrow$ вертикально

ЗСЭ: $\dfrac{m\upsilon_0^2}{2} = mgH \Rightarrow \upsilon_0 = \sqrt{2gH} = \boxed{30\ м/с}$

2. Составим треугольник скоростей.



1) $\vec{S} = \vec{\upsilon}_0 t + \dfrac{\vec{g}t^2}{2}$ — равноуск. движение

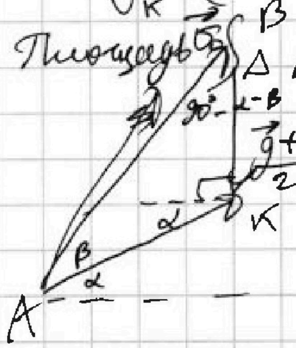
$\dfrac{\vec{S}}{t} = \vec{\upsilon}_0 + \dfrac{\vec{g}t^2}{2}$

$\vec{\upsilon}_K = \vec{\upsilon}_0 + \vec{g}t \Rightarrow$ вектор перемещения — медиана в Δ.

скорость в какой то момент времени

Площадь $\Delta ABC = Lg = 2S_{ABK}$ т.к. AK — медиана (делит пополам)

перемещение по горизонтали



б из Т. синусов.

$$S_{ABK} = \frac{1}{2}\upsilon_0^2\,\frac{\sin(\beta)\sin(90°-\alpha-\beta)}{\sin(90°+\alpha)}$$

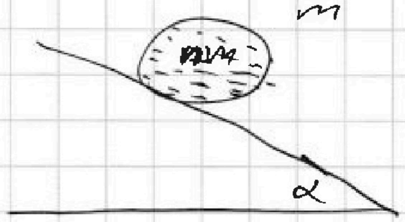
$\dfrac{\upsilon_0}{\sin(90°+\alpha)} = \dfrac{BK}{\sin(\beta)}$, а высота из точки $K = BK\sin(90°-\alpha-\beta)$

$$S_{ABK} = \frac{1}{2}\upsilon_0^2\,\frac{\sin(\beta)\cos(\alpha+\beta)}{\cos(\alpha)}$$

$$S_{ABK} = \frac{1}{2}\upsilon_0^2\,\frac{\sin(\beta)(\cos(\alpha)\cos(\beta) - \sin(\alpha)\sin(\beta))}{\cos(\alpha)}$$

масса бочки – m

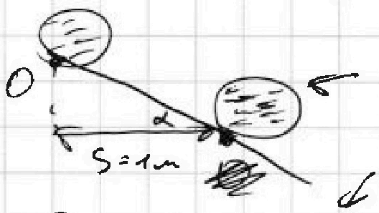
m   масса воды – ~~m~~ nm



Т.к. жидкость идеальная, то каждый объём жидкости движется так как и его центр масс.

~~Т.к. нет кин. связей~~

1) ← начало

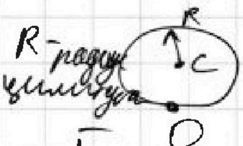


Т.к. бочка движется без проскальзывания, то работа силы трения = 0.

← изменение пот. энергии

ЗСЭ: $m(n+1)g\,tg(\alpha)S = K$ ← кин энергия.

Посчитаем момент инерции для точки O, однородного тонкостенного цилиндра.



c – центр цилиндра.

$I_c = mR^2$

По теореме Гюйгенса Штейнера:

$I_O = I_C + mR^2 = 2mR^2$

$v = \omega R$, т.к. без проск.

$\Rightarrow K = \frac{nmv^2}{2} + \frac{I_c\omega^2}{2}$

$K = \frac{nmv^2}{2} + mv^2$

$\Rightarrow$ подставим в ЗСЭ:

$(n+1)g\,tg(\alpha)S = \frac{nv^2}{2} + v^2$

$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{(n+1)g + tg(\alpha)S}{\frac{n}{2}+1}} \approx \sqrt{\frac{40\sqrt{3}}{7,5}} \approx \sqrt{101}$

$\approx \sqrt{\frac{69}{7,5}} \approx \sqrt{\frac{680}{75}} \approx \sqrt{9} \approx 3$ м/с

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

3) Чтобы найти ускорение продифференцируем ЗСЭ:

$$(n+1)g\,tg\alpha\,\frac{dS}{dt} = 2va\left(\frac{n}{2}+1\right).$$

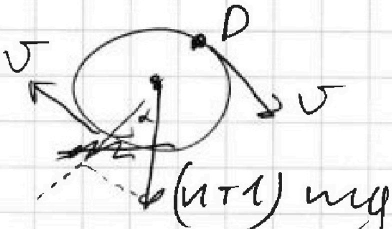
$$(n+1)g\sin(\alpha)\,v = 2va\left(\frac{n}{2}+1\right)$$

$$\Rightarrow a = \frac{\sin\alpha\, g(n+1)}{n+2}$$

$$a = \frac{5\cdot 4\ м/с^2}{5} = \boxed{4\ м/с^2}$$

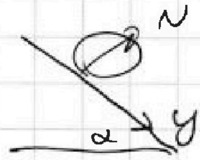
4) В СО центра масс бочки.

Запишем правило мом отн. точки D.



В крит случае на бочку действует сила трения скольжения

$F_{тр} = \mu (n+1)mg\cos(\alpha)$ ← сила реакции = проекция силы тяжести



$N = (n+1)mg\cos\alpha$ $\quad F_{тy} = (n+1)mg\sin\alpha$

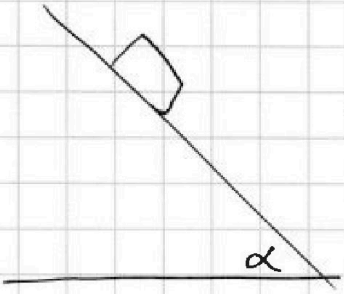
Пр. мом:

$$(n+1)mg\sin\alpha\, R = 2\mu_{кр}(n+1)mg\cos\alpha\, R$$ ← радиус цилиндра

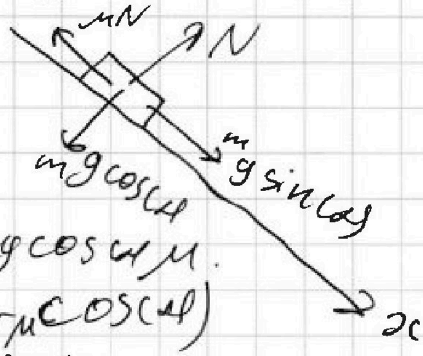
$$\Rightarrow \mu_{кр} = \frac{tg\alpha}{2} = \frac{\sqrt{3}}{6} \approx 0,28$$

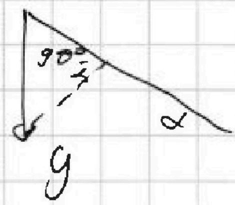
$$\Rightarrow \mu > 0,28$$

Ответ: $\sin\alpha = \frac{1}{2}$; $v \approx 3$ м/с, $a \approx 4$ м/с^2; $\mu > 0,28$



1) Рассмотрим силы действ. на шайбу движ. вниз.





II З.Н. на ось y:

$ma = mg\sin\alpha - mg\cos\alpha\,\mu$

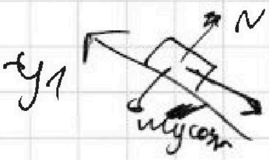
$\Rightarrow a_1 = g(\sin\alpha - \mu\cos(\alpha))$

Зависимость скорости

$v = v_0 + a_1 t \Rightarrow$ угловой коэф. графика

2) При движении вверх

$\Rightarrow$ ~~$v = v_0$~~



II. З.Н. на ось y1:

$ma_2 = -(mg\sin\alpha + mg\mu\cos\alpha)$

$v = v_0 + a_2 t$ ← аналогично a – угловой коэф. граф.

2) В точке излома шайба ударилась об упор

$K_1 = 4\ м/с^2$ ↑ движении вверх

$K_2 = -6\ м/с^2$ ↑ движение вниз

$K_1 = a_1 = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$K_2 = -g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$

$\Rightarrow K_1 - K_2 = 2g\sin\alpha$

$\Rightarrow \sin\alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \boxed{\alpha = 30^\circ}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

$$\boxed{\nu_0} = \left(\frac{Q}{\Delta T_1} - C_{V1}\nu_H\right)\frac{1}{C_{V2}}$$

$$\nu_0 = \left(20 - \frac{3}{2}\cdot 10\right)\frac{2}{5R}$$

$$\nu_0 \approx \frac{2}{8{,}31} \text{ моль} = 0{,}24 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{N_2}{N_K} = \frac{\nu_H}{\nu_0} = \frac{10}{2} = 5}$$

2) I ЗТ для изобары. $\boxed{A = \int P\,dV = P\Delta V = \nu R\Delta T}$

$$Q = \Delta U + A, \quad \boxed{A = \Delta T_2 R(\nu_1 + \nu_0)} - 3СЭ;$$

$$\boxed{A = 30 \cdot 12 = 360 \text{ Дж}}$$

3) Для изохорического процесса

$$Q = C_V\Delta T_1 - 3СЭ.$$

$$\Rightarrow C_V = \frac{960}{48}\frac{\text{Дж}}{\text{К}} = \boxed{20\frac{\text{Дж}}{\text{К}}}$$

Ответ: 1) $A = 360$ Дж. 2) $C_V = 20\frac{\text{Дж}}{\text{К}}$

3) $\frac{N_2}{N_K} = 5$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 1 из 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

$Q = 960$ Дж — смесь гелия и кислорода.

$\Delta T_1 = 48$ К $\Delta T_2 = 30$ К

изохорного   изобарного.

$C_{V1} = \frac{3}{2}R$ $C_{p1} = \frac{5}{2}R$

$C_{V2} = \frac{5}{2}R$ $C_{p2} = \frac{7}{2}R$

1) He — гелий. Пусть гелия — ν_H моль, кислорода — ν_O молей

I З Т для изохорического процесса.

1. $Q = (C_{V1}\nu_H + C_{V2}\nu_O)\Delta T_1$.

I З.Т для изобары:

2. $Q = (C_{p1}\nu_H + C_{p2}\nu_O)\Delta T_2$.

Из 1. $\nu_O = \left(\frac{Q}{\Delta T_1} - C_{V1}\nu_H\right)\frac{1}{C_{V2}}$

2: $\frac{Q}{\Delta T_2} = C_{p1}\nu_H + \frac{C_{p2}}{C_{V2}}\left(\frac{Q}{\Delta T_1}\right) - \frac{C_{p2}}{C_{V2}}\nu_H C_{V1}$.

$\frac{Q}{\Delta T_2} - \frac{C_{p2}}{C_{V2}}\frac{Q}{\Delta T_1} = \nu_H\left(C_{p1} - \frac{C_{p2}}{C_{V2}}C_{V1}\right)$

$\Rightarrow$ $\nu_H = \dfrac{Q\left(\frac{1}{\Delta T_2} - \frac{C_{p2}}{C_{V2}\Delta T_1}\right)}{C_{p1} - \frac{C_{p2}}{C_{V2}}C_{V1}}$

$\nu_H = \dfrac{960\left(\frac{1}{30} - \frac{7}{48\cdot 5}\right)}{\left(\frac{5}{2} - \frac{7}{5}\cdot\frac{3}{2}\right)\cdot 8,31}$ моль

$\nu_H = \dfrac{960\left(\frac{1}{30} - \frac{7}{240}\right)\cdot 2}{\left(5 - \frac{21}{5}\right)8,31}$

$\nu_H = \dfrac{(32-28)\cdot 2\cdot 5}{4\cdot 8,31} = \dfrac{10}{8,31}$ моль $\approx 1,2$ моль

$\begin{array}{r|l} 1000 & 831 \\ -831 & 1,2 \\ 1690 & \end{array}$

$\left(10\cdot\frac{3}{2} + 2\cdot\frac{5}{2}\right)48$

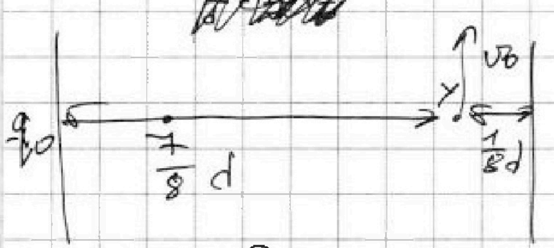
$20\cdot 48$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 2 ИЗ 2

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



3.К: $F = \frac{Kqq_0}{r^2}$ заряд

II ЗН: расстояние между

q_0 ~~план~~ $= K q_0 \left(\frac{1}{(\frac{7}{8}d)^2} + \frac{1}{(\frac{1}{8}d)^2}\right)$

q — заряду самой частицы.

$$\Rightarrow \quad (1)\ \frac{v_0^2}{R} = \frac{\gamma K q_0}{d^2} 8^2 \left(1+\frac{1}{7^2}\right)$$

Работа которую нужно совершить = изменение пот. энергии.

$$dA = \frac{Kqq_0}{r^2}dr = -Kqq_0\, d\frac{1}{r}$$

$\Rightarrow A = 2Kqq_0\left(\frac{1}{d}\right)$, т.к. две ~~обкладки~~.

$U = \frac{A}{q} = \frac{2Kq_0}{d}$ из (1) $q_0 = \frac{v_0^2}{R}\frac{d^2}{\gamma K 8^2(1+\frac{1}{7^2})}$

$$\Rightarrow U = \frac{2 v_0^2 d}{R\gamma\left(8^2+\frac{8^2}{7^2}\right)} \approx \frac{v_0^2}{32R}\frac{d}{\gamma} = \frac{v_0^2}{32R}\frac{d}{\gamma}0{,}98$$

2) ЗСЭ:

$$\frac{m}{2}(v^2-v_0^2) = Kqq_0\left(\frac{8}{d} - \frac{2}{d}\right) + \frac{Kqq_0}{d}\left(2-\frac{8}{7}\right)$$

$$\frac{m}{2}(v^2-v_0^2) = \frac{Kqq_0}{d}\left(\frac{48}{7}\right)$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{96}{7}\frac{v_0^2 d}{R\, 8^2\left(1+\frac{1}{7^2}\right)}}$$

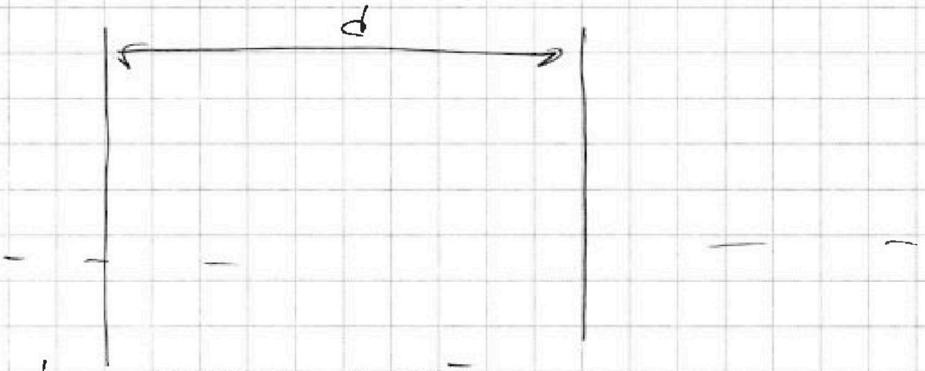
$$v = v_0\sqrt{1+\frac{12d}{R\cdot 8\left(7+\frac{1}{7}\right)}}$$

$$v = v_0\sqrt{1+\frac{21d}{R\,100}}$$

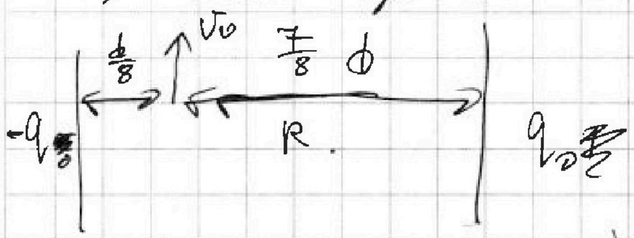
$$\boxed{v = v_0\sqrt{1+0{,}21\frac{d}{R}}}$$

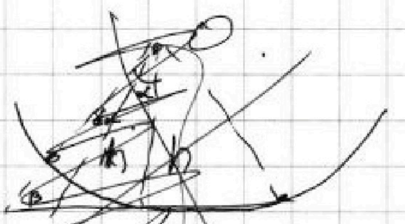
Ответ: $U \approx \frac{v_0^2 d}{32R\gamma}$; $v = v_0\sqrt{1+0{,}21\frac{d}{R}}$

$\gamma = \frac{q}{m} > 0$



В некоторый момент





=> ~~напряжённость~~ $dE = \frac{k\lambda d\alpha}{h}$ от окр.

от палочки

в точке

O такая же

как и у кольца

с ~~радиусом~~, равным рас. до палочки

и ~~углом центральным углом~~

$dE = k \frac{\lambda d + g(\alpha) h}{(h/\cos(\alpha))^2} = \frac{k\lambda d\alpha}{h}$ от пал.

~~огани, что радиусы приходят на концы палочки:~~

Нормальное ускорение:

$$\boxed{a_n = \frac{v_0^2}{R}}$$

$U = \varphi_1 - \varphi_2$ – разность потенциалов на конденсаторе.

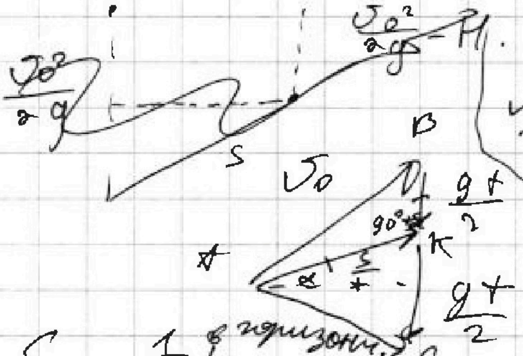
$U = \frac{A_{работы}}{q}$ ~~Найдём напряж~~

заряд частицы

~~Т.к. у конд~~ ~~размеры конд~~, длина обкладок << d =>

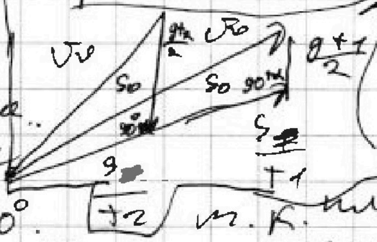
1) Уровень ~~полной~~ механической энергии — директрисса параболы

Максимальное удаление — когда можно бросить только по одной траектории (нет навесной)



$$\boxed{\frac{S}{t} = \frac{gt}{2}}$$

т.к. если угол, сторона и площадь 2 тр. равны то и Δ равны



$S_\Delta = \frac{1}{2} Lg$ — перемещение, ↙ горизонт. она максимальна при угле $\angle BAC = 90°$.

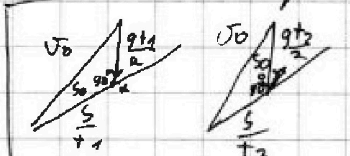
т.к. площадь

$S = \frac{v_H v_K}{2} \sin$

=> медиана = половине стороны к которой проведена

$\Rightarrow \frac{S}{t} = \frac{gt}{2}$

$\Rightarrow \triangle ABK$ — р/б.



треуг. равны по площ. углу и стороне.

$\angle KAB = \angle KBA = 45° - \frac{\alpha}{2}$

$$\Rightarrow \frac{v_0}{\cos(45° - \frac{\alpha}{2})} = \frac{2S}{t} = gt.$$

$$\Rightarrow t = \frac{v_0}{g\cos(45° - \frac{\alpha}{2})} \Rightarrow S = \frac{v_0^2}{2\cos^2(45° - \frac{\alpha}{2})\, g}$$

$$S = \frac{v_0^2}{g}\left(\frac{1}{(\cos(\frac{\alpha}{2}) + \sin(\frac{\alpha}{2}))^2}\right)$$

$$S = \frac{v_0^2}{g} \cdot \frac{1}{1 + \sin\alpha} = \frac{v_0^2}{g(1+\sin\alpha)} = \boxed{50\text{ м}}$$

ответ: $\boxed{S = 50\text{ м}}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА __ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

$S_{ABK}=\frac{1}{2} v_0^2\left(\frac{\sin(2\beta)}{2} - tg\alpha \sin^2(\beta)\right)$

Возьмём производную.

$\frac{dS_{ABK}}{d\beta} = \frac{1}{2} v_0^2\left(\cos(2\beta) - 2tg\alpha\cos(\beta)\right) = 0$, т.к. ищем экстремум.

$2tg\alpha\cos(\beta) = \cancel{\cos^2(\beta)}\ 2\cos^2(\beta)-1$

$2\cos^2(\beta) - 2tg(\alpha)\cos(\beta) - 1 = 0$

$\cos(\beta) = \frac{2tg\alpha \pm \sqrt{4tg^2\alpha + 8}}{4}$

$\cos(\beta) = \frac{tg\alpha}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{tg(\alpha)}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}}$

$\cos(\beta) = \frac{2}{3} \pm \sqrt{\frac{4}{9} + \frac{1}{2}}$

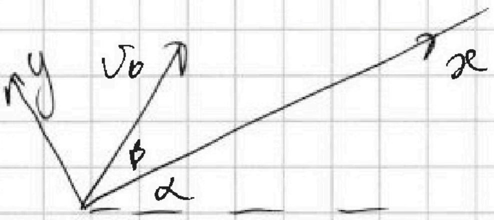
$\cos(\beta) = \frac{2}{3} \pm \sqrt{\frac{17}{18}}$ максим

$\sin\alpha = 0,8$

$\cos^2\alpha + \sin^2\alpha = 1$

$\Rightarrow \cos\alpha = 0,6.$

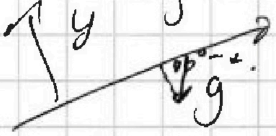
$\Rightarrow tg\alpha = \frac{4}{3}$



проекция со скорости:

$v_x = v_0\cos(\beta)$

$v_y = v_0\sin(\beta)$



проекции уск.:

$a_x = -g\sin\alpha$

$a_y = -g\cos\alpha.$

Упадёт на склон

Когда ~~проекция v_x~~ перемещение по $y = 0$.

Ур. равноуск. движ: на y.

1) $v_y t + \frac{a_y t^2}{2} = 0 \Rightarrow v_y = \frac{g\cos\alpha\, t}{2}$

$\Rightarrow t = \frac{2v_0\sin(\beta)}{g\cos\alpha}$

2) Ур. равноуск. движения на ось x.

$v_x t + \frac{a_x t^2}{2} = S$. $S = \frac{2v_0^2\cos(\beta)\sin(\beta)}{g\cos(\alpha)} - \frac{g\sin\alpha}{2}\left(\frac{2v_0\sin(\beta)}{g\cos\alpha}\right)^2$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА __ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

$S = \frac{2v_0^2\cos(\beta)\sin(\beta)}{g\cos(\alpha)} - \frac{2\,tg(\alpha)\,v_0^2\sin^2(\beta)}{g\cos(\alpha)}$

$S = \frac{2v_0^2}{g\cos(\alpha)}\left(\cos(\beta)\sin(\beta) - tg(\alpha)\sin^2(\beta)\right)$

$\cancel{\beta < 90^\circ} - \alpha$

$\frac{v_0^2}{g} \cdot S\ (\cdot 1{,}8)$

$S = \frac{90}{1{,}8} = 50м$

$S = \frac{2v_0^2}{g\cos(\alpha)}\left(\frac{\sin(2\beta)}{2} - tg(\alpha)\sin^2(\beta)\right)$

1) $\beta < 90^\circ - \alpha$, т.к. иначе улетим не на склон, также $\alpha > 45^\circ$, т.к. $\sin\alpha = 0{,}8 > 0{,}7$;
$\beta < 45^\circ \Rightarrow$ ~~S(β) — возрастающая функция на~~ $\sin(2\beta)$, $\sin(\beta)$ — возрастают.

$\frac{dS}{d\beta} = \frac{2v_0^2}{g\cos(\alpha)}\left(\cos(2\beta) - 2tg(\alpha)\cos(\beta)\right)$

$\frac{dS}{d\beta} = \frac{2v_0^2}{g\cos(\alpha)}\left(\cos^2(\beta) - 2tg(\alpha)\cos(\beta) - \sin^2(\beta)\right) = 0$

$\frac{dS}{d\beta} = 2\cos^2(\beta) - 2tg(\alpha)\cos(\beta) - 1 = 0.$

$\cos(\beta) = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{2}{3}\right)^2 + \frac{1}{2}}$

~~cos(β)~~

~~Дугректриса парабол~~ ← максимум.

$\cancel{\cos(\beta) = \sqrt{\frac{17}{18}} - \frac{1}{2}}$

~~По свой~~