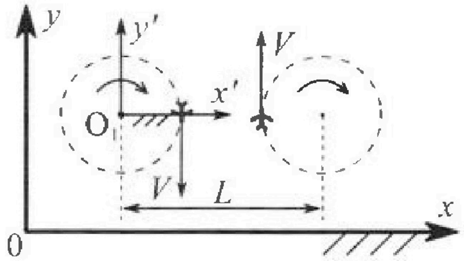
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-01

*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 $V = 80$ м/с (см. рис.) по окружностям одинакового радиуса $R$=800 м. Ускорение свободного падения $g$ =10 м/с$^2$.

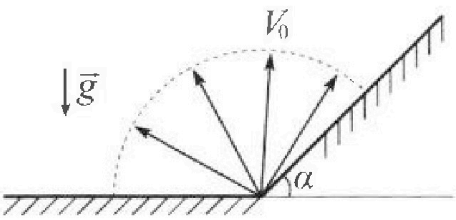



1. На сколько $\delta$ процентов вес каждого летчика больше силы тяжести, действующей на летчика?

В некоторый момент времени самолет ы оказались на прямой, проходящей через центры окружностей, в положении максимального сближения. Расстояние между центрами окружностей $L$=2 км. Вектор скорости каждого самолета показан на рисунке.

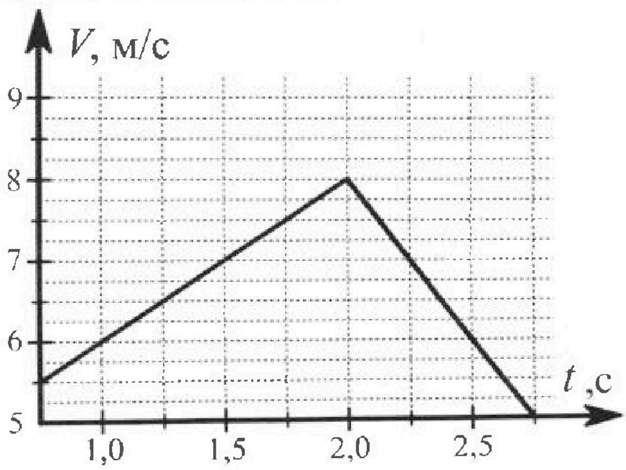
2. Найдите в этот момент скорость $\vec{U}$ второго (правого на рис.) самолёта во вращающейся системе отсчёта $x'O_1y'$, связанной с первым (левым на рис.) самолётом. В ответе укажите модуль и направление вектора $\vec{U}$.

**2.** Плоская поверхность склона образует с горизонтом угол $\alpha = 30^0$. У подножья склона разрывается фейерверк. Осколки летят во всевозможных направлениях с одинаковыми по модулю скоростями. Наибольшая продолжительность полета одного из осколков $T = 9$ с. Ускорение свободного падения $g$ =10 м/с$^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.



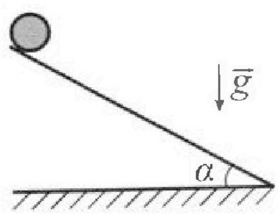

1. Найдите начальную скорость $V_0$ осколков.
2. На каком максимальном расстоянии $S$ от точки старта упадет осколок на склон?

**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 $\alpha$ – 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 равна массе бочки. Упор удален с наклонной плоскости. Воду считайте идеальной жидкостью. Масса торцов бочки пренебрежимо мала.




2. С какой по величине скоростью $V$ движется бочка после перемещения по вертикали на $h$=0,3 м?
3. Найдите ускорение $a$, с которым движется бочка.
4. При каких величинах коэффициента $\mu$ трения скольжения бочка катится без проскальзывания?

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 10-01

*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

**4.** В изохорическом процессе к смеси идеальных газов гелия и кислорода подводят $Q = 600$ Дж теплоты. Температура смеси увеличивается на $\Delta T_1 = 15$ К. Если к той же смеси подвести то же самое количество теплоты в изобарическом процессе, то температура смеси повысится на $\Delta T_2 = 10$ К.

1. Найдите работу А смеси газов в изобарическом процессе.
2. Найдите теплоемкость $C_V$ смеси в изохорическом процессе.
3. Найдите отношение $\frac{N_\Gamma}{N_К}$ 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. Заряды обкладок конденсатора $Q > 0$ и $-Q$, ёмкость конденсатора $C$, расстояние между обкладками $d$. В некоторый момент частица движется параллельно обкладкам со скоростью $V_0$ на расстоянии $d/4$ от положительно заряженной обкладки.

1.Найдите радиус $R$ кривизны траектории в этот момент времени.

Через некоторое время после вылета и з конденсатора частица пересекает серединную плоскость конденсатора (плоскость, равноудаленную от обкладок).

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

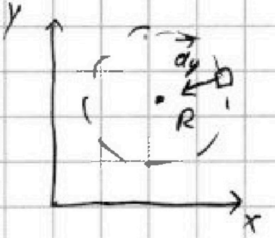
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

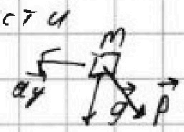
СТРАНИЦА 1 ИЗ 1

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) Рассмотрим за счёт чего возрастает вес: у лётчика появляется центростремительное ускорение. (у них одинаковые условия




чтобы было понятней перерисуем в вертикальной плоскости и $a_y = V^2/R$;




вес лётчика

Запишем II з.н $\vec{a_y} m = \vec{P} - m\vec{g}$

$\vec{P} = m\vec{g} + m\vec{a_y}$;

$\vec{g} \perp \vec{a_y}$;

Т.О. имеем $P = m\sqrt{a_y^2 + g^2} = m\sqrt{\frac{V_0^4}{R^2} + g^2}$ т.к. $100\% = 1$.

$F_T = mg$; Тогда $\frac{\delta}{100\%} = \frac{P}{F_T} - 1 = \frac{\sqrt{\frac{V_0^4}{R^2} + g^2}}{g} - 1 = \sqrt{\frac{V_0^4}{g^2R^2} + 1} - 1$

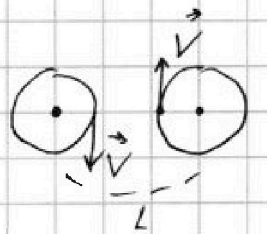
сила тяжести

$\frac{\delta}{100\%} = \sqrt{\frac{80^4}{(800)^2 \cdot 10^2} + 1} - 1 = \sqrt{\frac{800 \cdot 800 \cdot 8 \cdot 8}{(800)^2 \cdot 10^2} + 1} - 1 = \sqrt{\frac{64}{100} + 1} - 1 = \sqrt{\frac{164}{100}} - 1 =$

$\delta = \frac{2\sqrt{41} - 10}{10} \cdot 100\% = (20\sqrt{41} - 100)\%$

Ответ: $\delta = \left(\sqrt{\frac{V_0^4}{g^2R^2} + 1} - 1\right) \cdot 100\% = (20\sqrt{41} - 100)\%$.

2)




Найдём $\omega = \frac{V}{R}$ — угловая скорость при движении по окружности самолётом

Переходя во вращающуюся систему отсчёта для скорости получаем $V_0 = \vec{V} + \vec{\omega} \times \vec{r} = V + \omega \cdot r =$

относительная скорость; $\vec{r} \times \vec{\omega}$; учёт напр $\vec{\omega}$; радиус вектор (расстояние до центра окр 1 самолёта до 2 самолёта).

$= V + \omega \cdot (L - R) = V + V \cdot \frac{L-R}{R} = V \cdot \frac{L}{R}$

$r = L - R$.

$|U| = |V_0|$ $U = V \cdot \frac{L}{R}$; $\vec{U} = \vec{V} + \vec{r}\vec{\omega}$. ($\vec{V}$ и $\vec{r} \times \vec{\omega}$ коллинеарны и сонаправлены тогда и коллинеарен им. а поскольку они сонаправлены, $\vec{U}$ сонаправлен $\vec{V}$.)

(переобозначение) вект произв, поскольку $\vec{V}$ и $\vec{r} \cdot \vec{\omega}$ коллинеарны направление: $\vec{U}$ сонаправлен с $\vec{V}$.

$\vec{U}$ (сонаправлен) $\uparrow\uparrow \vec{V}$; Ответ: $\vec{U} \uparrow\uparrow \vec{V}$, $U = V \cdot \frac{L}{R} = 200$ м/с

$U =$

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!

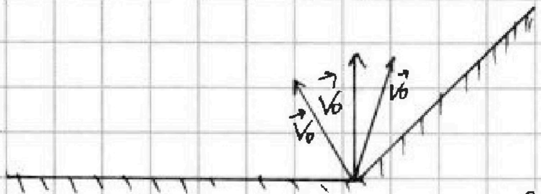
Получив $tg(2\beta) = -\sqrt{3}$; $tg(\alpha') = -\sqrt{3} \Leftrightarrow \alpha' = 120^\circ$; $\beta = \frac{\alpha'}{2} = 60^\circ$.

вычислим $S = \frac{2V_0^2}{g\cos\alpha} \cdot \frac{\cancel{1}}{2}\left(\cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{2}\right) = \frac{V_0^2}{g\cos\alpha} \cdot \left(\frac{3-1}{2\sqrt{3}}\right) = \frac{V_0^2}{g \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$

$= \frac{V_0^2}{g} \cdot \frac{2}{3} = \frac{(gT)^2}{\cancel{4} \cdot g} \cdot \frac{2}{3} = \frac{gT^2}{6} = \frac{10 \cdot 9^2}{6} = 135 м$

Ответ: $S = \frac{2V_0^2}{3g} = 135 м$

1)




заметим, что при падении на ровную поверхность осколки летят время ← угол с горизонтом

$t = \frac{2V_0 \sin\alpha}{g}$ ← $g = 10 м/с^2$

Очевидно, что для осколков вылетающих под равными углами в сторону плоскости время полёта будет больше, чем у тех, которые вылетели в сторону горки. (Т.к. добавляется высота горки)


$t_1 \geq t_2$ при любом $\alpha$ (ну просто, потому что полёт к горке лишь част от полёта к ровной поверхности (по рисунку)

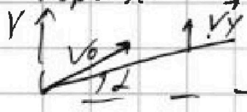
„полёт к ровной поверхности" „полёт к горке"

значит делаем вывод: чтобы найти максимальное время нужно максимизировать $t = \frac{2V_0 \sin\alpha}{g}$; $t_{max} = \frac{2V_0}{g} = T$.

$V_0 = \frac{gT}{2} = 45 м/с$

Ответ: $V_0 = \frac{gT}{2} = 45 м/с$.

2) Перейдем с СО движущуюся с ускорением $\vec{g}$ вниз.

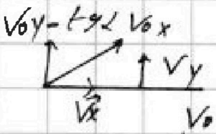


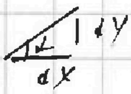

у плоскости появляется $V_y = gt$, $y_n = \frac{gt^2}{2}$ ← координата плоскости в СО.

→ $Y = V_{0y} \cdot t$

↑ проекция $V_0$ на ось Y и ось X.

заметим, что у нас есть наклон плоскости и $V_{0x}$. Они увеличивают расстояние между ними. Тогда это движение эквивалентно




$dY = tg\alpha \cdot dX$;

$V_y = tg\alpha V_x$

↑ увеличение скорости сбл.

$V_{0y} = V_0 \sin\beta$

$V_{0x} = V_0 \cos\beta$  β – угол с гор.

в момент встречи

$\frac{gt^2}{2} = (V_{0y} - tg\alpha V_{0x})t$

$t = \frac{2V_0(\sin\beta - tg\alpha\cos\beta)}{g}$

Найдём максимум расстояния как:

$S = \sqrt{x^2+y^2} = \sqrt{(tV_0\cos\beta)^2 + (tg\alpha \cdot V_0 \cos\beta\, t)^2} = \frac{tV_0\cos\beta}{\cos\alpha} = V_0 \cdot \frac{2V_0}{g\cos\alpha} \cdot \cos\beta \cdot (\sin\beta - tg\alpha\cos\beta) =$

$= \frac{2V_0^2}{g\cos\alpha}\left(\frac{\sin(2\beta)}{2} - tg\alpha \cdot \frac{1+\cos(2\beta)}{2}\right)$  $S'$ ← производная $= \frac{2V_0^2}{g\cos\alpha}\left(\frac{\cos(2\beta)}{2} \cdot 2 - tg\alpha \cdot \sin(2\beta)\right) = 0$

$\cos(2\beta) + tg\alpha \cdot \sin(2\beta) = 0$; $ctg(2\beta) = -tg(\alpha)$; $tg(2\beta) = -\sqrt{3}$;

$\beta = 60°$. (это не мин. т.к. min $S = 0$;)

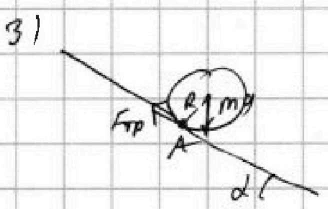
На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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)




Запишем закон изменения момента импульса относительно точки A.

$$I_A = \frac{MR^2}{2} + MR^2 + 2MR^2 = \frac{7}{2}MR^2$$

сплошной цилиндр воды; МТ; Теорема Гюйгенса-Штейнера

момент силы тяжести

$$I_A \cdot \beta = 2Mg\sin\alpha \cdot R$$

$$\beta = \frac{a}{R}$$

$$\frac{7}{2}MR^2 \cdot \frac{a}{R} = 2Mg\sin\alpha R$$

$$a = \frac{4}{7} \cdot g\sin\alpha = \frac{2 \cdot 2}{7} \cdot \frac{9}{10} \cdot g = \frac{6}{35} \cdot g = \frac{6 \cdot 2}{7}\ м/с^2$$

Ответ: $a = \frac{6}{35} \cdot g = \frac{12}{7}\ м/с^2$.

4) бочка катится без проскальзывания покуда $F_{тр} \leq \mu mg\cos\alpha$

тогда запишем ЗИМИ и ЗИИ

Закон изм. момента импульса
закон сохр. импульса

$$2Ma = 2Mg\sin\alpha - F_{тр}$$

$$\frac{7}{2}Ma = 2M \cdot g \cdot \sin\alpha$$

$$F_{тр} = 2Mg\sin\alpha - 2M \cdot \frac{2}{7}g\sin\alpha = \frac{3}{7}Mg\sin\alpha$$

$$F_{тр} < \mu mg\cos\alpha$$

$$\frac{3}{7}\sin\alpha < \mu\cos\alpha$$

$$\frac{9}{70} < \mu \cdot \sqrt{1 - \frac{9}{100}}$$

$$\mu > \frac{9}{70 \cdot \frac{\sqrt{91}}{10}}$$

$$\mu > \frac{9}{7\sqrt{91}}$$

Ответ: $\mu > \frac{9}{7\sqrt{91}}$

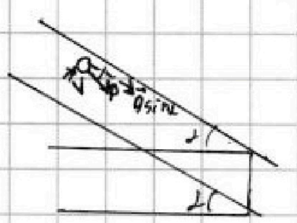
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ☐ | ☐ | ☒ | ☐ | ☐ | ☐ | ☐ |



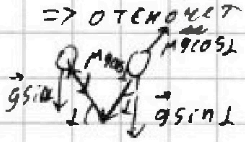
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

1) Заметим сразу, что $tg\alpha > \mu$ и хоте бы скольжение не было.



Пусть угол между направлением скорости(и у силы трения) и проэкцией ускорения $g\sin\alpha$ будет $\beta$.

=> отскочет шайба также по этим углом



Пусть $F_{тр} = \mu m g \cos\alpha$

$a_{тр} = \frac{F_{тр}}{m} = \mu g \cos\alpha$

$\vec{a_1} = \vec{g}\sin\alpha - \mu g\cos\alpha \cdot \frac{\vec{V}}{|V|}$ на 1 участке

$\vec{a_2} = \vec{g}\sin\alpha + \mu g\cos\alpha \frac{\vec{V}}{|V|}$ на 2 участке

Предположим что сила трения смогла погасить „горизонтальную" составляющую скорости тогда $\vec{a_1} \parallel \vec{a_2}$, $\vec{V} \parallel \vec{g}$; $\beta = 0$;

$a_1 = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$; $a_2 = g\sin\alpha + \mu g\cos\alpha$ (в прот. сторону)

График соответствует.

$a_1 = \frac{8-6 м/с}{1 с} = 2 м/с^2$; $a_2 = \frac{2 м/с}{0,5 с} = 4 м/с^2$;

$a_1 + a_2 = 2g\sin\alpha$; $\sin\alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{6 м/с^2}{20 м/с^2} = \frac{3}{10}$

Ответ: $\sin\alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{3}{10}$.

2) Поскольку сила трения не совершает работу можем записать ЗСЭ: $\frac{(\underset{\text{масса воды}}{M} + \underset{\text{масса бочки}}{M})V^2}{2} + E_{вр} = 2M \cdot g \cdot h$; $V = \sqrt{2gh}$

$I = \underbrace{\frac{MR^2}{2}}_{вода} + \underbrace{MR^2}_{ободок}$

$E_{вр} = I \cdot \frac{\omega^2}{2} = I \cdot \frac{V^2}{2R^2} = \frac{3}{2}M \cdot \frac{V^2}{2}$

$\frac{3}{4}MV^2 + V^2M = 2Mgh$

$V = \sqrt{\frac{8}{7} \cdot gh} = \sqrt{\frac{8}{7} \cdot 10 \cdot 0,3} м/с = 2\sqrt{\frac{6}{7}} м/с$

Ответ: $V = \sqrt{\frac{8}{7}gh} = 2\sqrt{\frac{6}{7}} м/с$

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 ☐

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!

4) $C_V = c_V \cdot (\nu_1 + \nu_2)$; т.о. имеем

$$C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = 40\ \frac{Дж}{К}$$

$$C_P = \frac{Q}{\Delta T_2} = 60\ \frac{Дж}{К}$$

$$C_P - C_V = (\nu_1 + \nu_2) \cdot R$$

$$\nu_1 + \nu_2 = \frac{C_P - C_V}{R} = \frac{\frac{Q}{\Delta T_2} - \frac{Q}{\Delta T_1}}{R} = \frac{20\ \frac{Дж}{К}}{8{,}314\ \frac{Дж}{моль\cdot К}} = \nu;$$

т.о. решим уравнение учтя $(c_1)_V = \frac{3}{2}R$ как ид. одноатомный газ, $(c_2)_V = \frac{5}{2}R$ как идеальный многоатомный.

Пусть $\nu_2 = \nu - \nu_1$,

$$\nu_1 \cdot \frac{3}{2}R + (\nu - \nu_1)\frac{5}{2}R = 40\ \frac{Дж}{К}$$

$$\varepsilon = \frac{\nu_1}{\nu}; \quad \varepsilon \cdot \frac{3}{2}R + (1-\varepsilon)\cdot\frac{5}{2}R = \frac{\frac{Q}{\Delta T_1}}{\frac{Q}{\Delta T_2} - \frac{Q}{\Delta T_1}} \cdot R = \frac{\frac{1}{\Delta T_1}}{\frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1 \Delta T_2}} = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1 - \Delta T_2}$$

$$2 \cdot 2 = \varepsilon \cdot 3 + 5 - 5\varepsilon$$

$$4 = 5 - 2\varepsilon$$

$$\varepsilon = \frac{1}{2};$$

т.о. имеем: $\frac{\nu_1}{\nu} = \frac{1}{2}$; $\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\nu_1}{\nu - \nu_1} = 1$

из химии $\frac{\nu_1 \cdot N_A}{\nu_2 \cdot N_A} = \frac{1}{1} \cdot \frac{1}{1} = \frac{N_Г}{N_К} = \frac{1}{1}$.

Ответ: $\frac{N_Г}{N_К} = \frac{1}{1} = 1$.

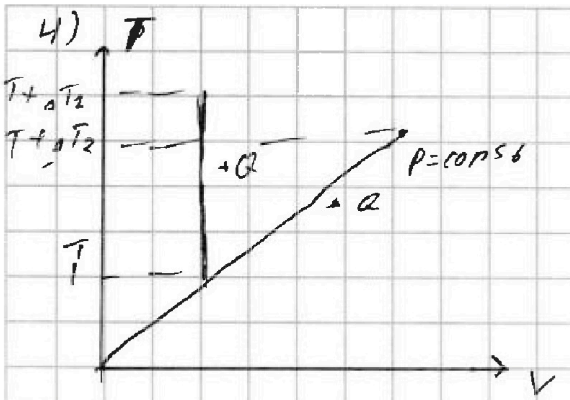
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

4)




Распишем I начало термодинамики

работа при V=const

$Q = \nu_1 \cdot (C_1)_V \Delta T_1 + \nu_2 (C_2)_V \cdot \Delta T_1 + 0$

$(X)_V \to X$ при постоянном $V=const$

$C_1 - He$; $C_2 - O_2$;

$Q = \nu_1 \cdot (C_1)_V \Delta T_1 + \nu_2 (C_2)_V \cdot \Delta T_1 = (\nu_1+\nu_2) \cdot C_V \cdot \Delta T_1$

$Q = \nu_1 \cdot ((C_1)_V + R) \Delta T_2 + \nu_2 ((C_2)_V + R) \cdot \Delta T_2 =$ ~~...~~ $(\nu_1+\nu_2)(C_V+R)\Delta T_2$.

По формуле Майера $(C_1)_p = (C_1)_V + R$.

$A = R \cdot (\nu_1+\nu_2) \Delta T_2$

$A \cdot \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} + (\nu_1+\nu_2)C_V \cdot \Delta T_1 = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} Q$

$(\nu_1+\nu_2) C_V \cdot \Delta T_1 = Q$

$A \cdot \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} = Q \left( \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_2} \right)$

$A = Q \cdot \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} = \frac{5 к}{15 к} \cdot Q = 200 Дж$

Ответ: $A = Q \cdot \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\Delta T_1} = 200 Дж$

2) По обозначению $\nu_1 (C_1)_V + \nu_2 \cdot (C_2)_V = (\nu_1+\nu_2) \cdot C_V$

По закону Дальтона: $P = p_{He} + p_{O_2} = \frac{\nu_1 RT}{V} + \frac{\nu_2 RT}{V}$

парц. давления газов

$Q \ne A$

$A = p\Delta V = \frac{(\nu_1+\nu_2)RT}{V}\Delta V = R(\nu_1+\nu_2)\Delta T_2$ $\quad C_V = \frac{Q}{\Delta T_2} = 40 Дж$

т.к. $C_V = (\nu_1+\nu_2) \cdot C_V$

$U_{He} = \frac{3}{2} pV$; $U_{O_2} = \frac{5}{2} p_2 V$ )

Ответ: $C_V = \frac{Q}{\Delta T_1} = 40 Дж/К$

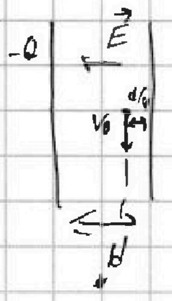
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 1 ИЗ 1

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)




$Q = U \cdot C$, $E = \frac{U}{d} = \frac{Q}{Cd}$

т.к. $V$ за $dt$ очень мало, $\frac{dt^2}{2} \to 0$

распишем $R_к = \frac{dl}{dL}$; $R_к = \frac{V_0 dt}{\frac{dL}{V_0}} = \frac{V_0^2}{E\gamma}$

$dL = \frac{a\,\frac{dt^2}{2}}{V_0 dt} = \frac{\frac{Eq}{m} \cdot \frac{dt^2}{2}}{\frac{V_0 dt}{2}}$ ← ср. раст.

$dl = V_0\, dt$

$R_к = \frac{dl}{dL} = \frac{V_0^2 (dt)^2}{\frac{Eq}{m} \cdot \frac{(dt)^2}{2} \cdot 2} = \frac{V_0^2}{E\gamma}$ ← можно получить расписав $\frac{V_0^2}{R_к} = E\gamma$ по II з.Н. + ЗСЭ т.к. $U \cdot q = const$, $V_0 = const$.

$R_к = \frac{V_0^2}{\frac{Q\gamma}{Cd}} = \frac{Cd\,V_0^2}{Q\gamma}$

Ответ: $R_к = \frac{Cd\,V_0^2}{Q\gamma}$.

2) Запишем закон сохранения энергии (потенциальная энергия в конденсаторе выше)

$\frac{mV^2}{2} = \frac{mV_0^2}{2} + \frac{3Uq}{4}$ (т.к. $\frac{d}{4}$ - расстояние до обкладки) $\frac{3d}{4}$ - до обкладки -

$mV^2 = mV_0^2 + \frac{3Uq}{2}$ т.к. за обкладками $U = 0$.

$V^2 = V_0^2 + \frac{3Qq}{2C \cdot m}$;

$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{3Qq}{2Cm}} = \sqrt{V_0^2 + \frac{3Q\gamma}{2C}}$

Ответ: $V = \sqrt{V_0^2 + \frac{3Q\gamma}{2C}}$

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!

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!