



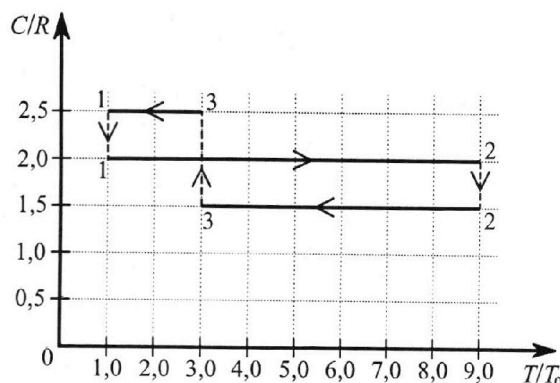
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 3$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 270$ К.

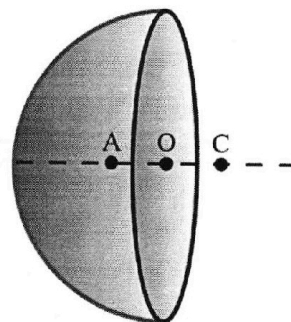


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250$ кг за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой электрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . Частица движется по прямой АС и на большем по сравнению с R расстоянии от точки О скорость частицы равна V . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы в точке С.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



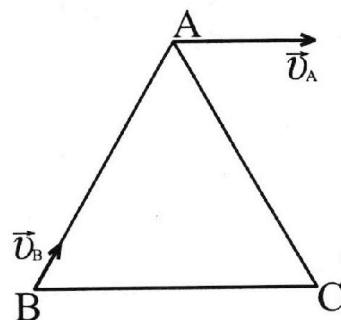
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t=0$ оказалось, что скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,8$ м/с, а скорость $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA . Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_B скорости вершины B .
2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит четыре оборота?

Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C .

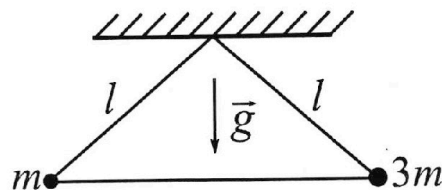
3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 11,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 4$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 16$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 80$ г и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_2$ ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



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 3

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!

Получаем

$$\vec{V}_A' = \vec{V}_A - \vec{V}_{с.м.}$$

$$|\vec{V}_A'| = |\vec{V}_A| - |\vec{V}_{с.м.}| = |\vec{V}_A| - |\vec{V}_B| =$$

$$= |\vec{V}_A| - |\vec{V}_B|$$

$$|\vec{V}_B| = |\vec{V}_A| - |\vec{V}_B|$$

$$2|\vec{V}_B| = |\vec{V}_A|$$

$$V_B = \frac{V_A}{2} = 0,4 \text{ м/с}$$

Ответ: $V_B = 0,4 \text{ м/с}$

2. $T = 4T$ (T - период обращения планеты в С.О.ц.м.)

$$T = \frac{2\pi R}{V^*}$$

$R = \frac{2}{3}a$, где a - радиус нашей орбиты

$$m = \sqrt{a^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{a^2 - \frac{a^2}{4}} = a\sqrt{\frac{3}{4}} = a\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$R = \frac{2}{3}a = \frac{2}{3} \cdot a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot \frac{a}{\sqrt{3}}}{0,4} = \frac{5\pi a}{\sqrt{3}} = \frac{5\pi \cdot 0,4}{\sqrt{3}} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}}$$

$$T = 4T = \frac{8\pi}{\sqrt{3}}$$

Ответ: $T = \frac{8\pi a}{\sqrt{3}}$ или $\frac{8}{\sqrt{3}} \pi \text{ с}$



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.



СТРАНИЦА

1 из 3

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

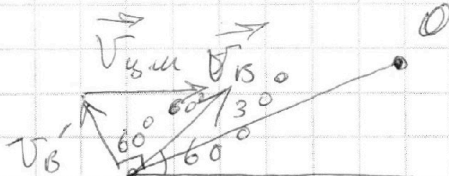
1. Чтобы машину не разорвало ~~взрывом~~ скоростью в т. А в со ш. и. $\vec{v}_A'$ должна быть перпендикулярна прямой, проходящей через точку А и ш. и.

Аналогичное условие и для $\vec{v}_B'$.

Из этого мы можем взять, что $\vec{v}_{ш.и.}$ в этом месте перпендикулярна стороне ВС.

Составим векторный треугольник для т. В.

т. О — центр масс треугольника



Из геометрии видно, что данный векторный

треугольник равнобедренный. Еще $|\vec{v}_B'| = |\vec{v}_A'|$ (чтобы машину не разорвало).



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.

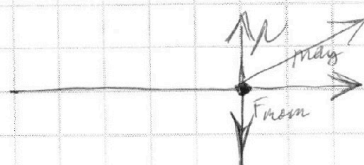
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

3 из 3

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. Точечная масса не получает никакого ускорения
Поверхность $T \ll m \ll M$
действует на массу



с силой реакции опоры N , равной по модулю F_{gm} (апп. уменьшил ве-
села).

$$R = \sqrt{F_{gm}^2 + N^2} = \sqrt{F_{gm}^2 + (ma_y)^2}$$

$$F_{gm} = mg$$

$$a_y = \frac{v_{B1}^2}{R} = \frac{\sqrt{3}v_{B1}^2}{a}$$

$$R = \sqrt{(mg)^2 + \left(m \frac{\sqrt{3}v_{B1}^2}{a}\right)^2} = m \sqrt{g^2 + \frac{3v_{B1}^4}{a^2}}$$

Подставляем значения, данные в условии

$$R = 6 \cdot 10^{-5} \sqrt{g^2 + 3 \cdot 0,16} = 6 \cdot 10^{-5} \sqrt{g^2 + 0,48}$$

$$\text{Ответ: } R = m \sqrt{g^2 + \frac{3v_{B1}^4}{16a^2}}$$



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
2 из 3

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!

$$0 = H + V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} \quad \text{для первого случая}$$

$$X_0 = V_0 \cos \alpha \cdot t_0$$

(решаемые по оси Ox, время первое)

$$0 = H - V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

для второго

$$X_1 = V_0 \cos \alpha \cdot t, \quad (\text{аналогично})$$

$$L = X_1 + X_0 =$$

$$= V_0 \cos \alpha \cdot t_0 + V_0 \cos \alpha \cdot t_1 =$$

$$= V_0 \cos \alpha (t_0 + t_1)$$

$$t_0 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$t_1 = \frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} - V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = V_0 \cos \alpha \left(\frac{2\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \right)$$

Для нахождения минимального
возможного пролета, получаем:

$$\frac{2V_0 \sin \alpha \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} = \frac{2V_0 \cos^2 \alpha \cdot V_0 \sin \alpha}{g \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}$$

$$V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH = V_0^2 \cos^2 \alpha (1 + V_0^2 \cos^2 \alpha)$$

$$V_0^2 + 2gH = 2V_0^2 \cos^2 \alpha$$



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
3 ИЗ 3

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!

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}} \\ L_{\max} &= v_0 \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}} \left(\frac{2 \sqrt{v_0^2 \left(\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2} \right) + 2gH}}{g} \right) = \\ &= v_0 \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{gH}{v_0^2}} \left(\frac{2 \sqrt{\frac{v_0^2}{2} + gH}}{g} \right) = \frac{2}{g} \cdot \left(\frac{v_0^2}{2} + gH \right) = \\ &= 2H + \frac{v_0^2}{g} \\ \text{Ответ: } L_{\max} &= 2H + \frac{v_0^2}{g} \text{ или } 49,6 \text{ м.} \end{aligned}$$



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 3

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!

SP. Запишем ЗСЭ:

$$mgh + \frac{mv^2}{2} = mgk$$

, откуда

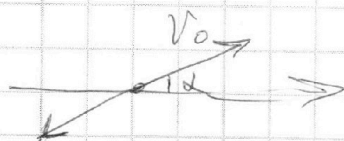
$$k = \frac{mgh + \frac{mv^2}{2}}{mg} = h + \frac{v^2}{2g}$$

Подставим значения

$$k = 11,2 + \frac{4^2}{2 \cdot 10} = 12 \text{ м}$$

Ответ: $k = h + \frac{v^2}{2g}$ или 12 м.

2.



по формуле ЗСУ на ось OX, направленную

вдоль направления

горизонтальной скорости равны

по модулю, но противоположны

по направлению, аналогично для

вертикали. В общем виде

$$0 = \vec{v}_0 \cos \alpha + \vec{v}_1 \sin \alpha$$

откуда $v_1 = -v_0$

Пусть α - угол между $\vec{v}_0$ и горизонтом, тогда



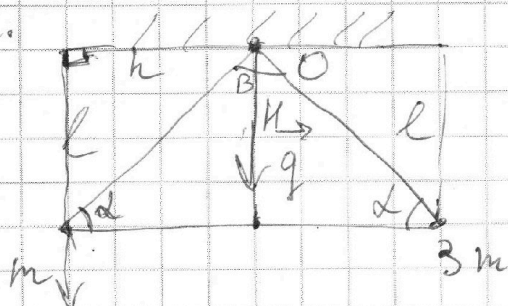
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

З. 2.



пусть м.о -
точка вращения
шпиль с помощью

Запишем моменты сил относительно
ко оси проходящей через м.о и перпенди-
кулярной плоскости:

$$mgh - 3mgh + HT - HT =$$

$$= (3ml^2 + ml^2) \epsilon$$

где ϵ - угловое ускорение.

$$-2mgh = 4ml^2 \cdot \epsilon$$

$$\epsilon = -\frac{gh}{2l^2}$$

$$h = \frac{1}{2}L = 0,6l$$

$$\epsilon = -\frac{g \cdot 0,6}{l}$$

$$a = \epsilon l = -0,6g$$

Ответ: $|a| = 0,6 \text{ мкс}^2$ или $0,6g$

1. Система находится относительно
м.о. Поэтому ускорение перпендикулярно



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.

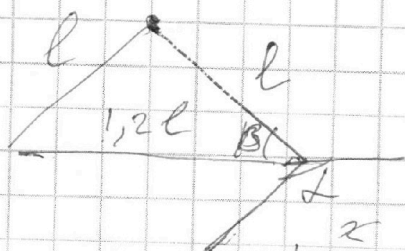
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

машинкам, а из предыдущих пунктов
2 видно, что оно направлено
по часовой стрелке.



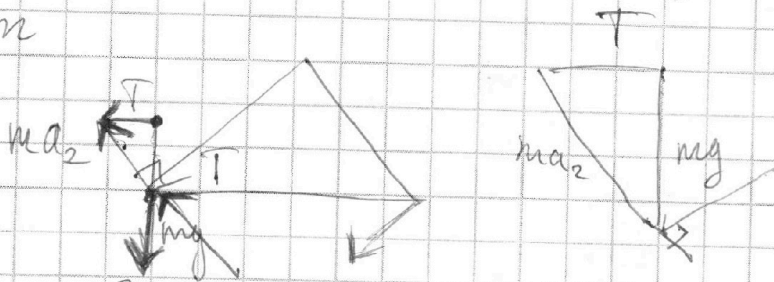
$$\sin \alpha = \cos B$$

$$l^2 = l^2 + 1,2^2 l^2 - 2 \cdot 1,2 l \cos B$$

$$\cos B = \frac{1,2 \cdot l^2}{2 \cdot 1,2 \cdot l^2} = 0,6$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,6$ или $\frac{3}{5}$ и $\frac{L}{2l}$

3. Тросовый аппарат между машин
m



$$T^2 = ma_2^2 + m^2 g^2 - 2 m^2 a_2 g \cos B$$

$$T^2 = m^2 g^2 (0,6^2 + 1 - 2 \cdot 0,6)$$

$$T = \sqrt{1 - 0,6^2} mg = 0,8 mg$$

Ответ: $T = 0,8 mg$ или $0,64 \text{ Н}$

Климова



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
5 ИЗ 5

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!

$$A_1 = 2VRT_0$$

$$H = \frac{2VRT_0 \cdot N}{2 \cdot Mg}$$

Подставим значения:

$$H = \frac{2VRT_0 \cdot N}{2 \cdot Mg} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 240 \cdot 15}{2 \cdot 250 \cdot 10} =$$

$$40,3866 \text{ м.}$$

Ответ:

$$H = \frac{VRT_0 \cdot N}{Mg} \text{ или } 40,3866 \text{ м.}$$



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
3 из 5

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!

Теперь мы знаем положение всех
соответствий на графике и вида процессов

$3 \rightarrow 1$ и $1 \rightarrow 2$.

Теперь рассмотрим процесс $2 \rightarrow 3$

$$\kappa_{2 \rightarrow 3} = \frac{C_{2 \rightarrow 3} - C_p}{C_{2 \rightarrow 3} - C_v} = \frac{1,5 - \frac{5}{2}}{1,5 - 1,5}$$

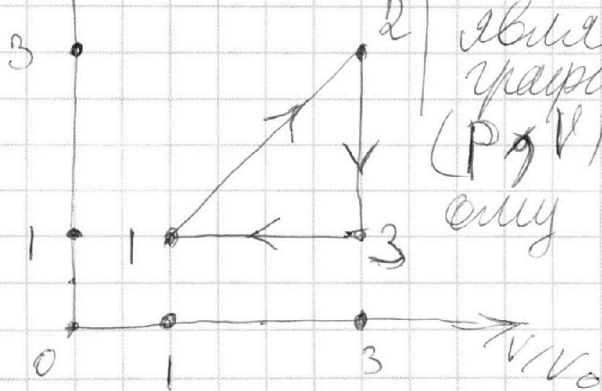
денный показатель отрицательный,
а по величине модуль стремиться к
бесконечности. Сам по себе показатель
поширота можно представить в виде

$$\kappa = - \frac{V dp}{p dV}$$

если κ стремиться к бесконечности, значит
 $dV = 0$ и процесс изокорический.

Построим график цикла в координатах
($P/P_0, V/V_0$)

Р/Р₀ Ответ:



2. Задачей граф газа
является площадь под
графиком в координатах
(P, V), при переходе к коорди-
нату из ($P/P_0, V/V_0$) форма не
меняется.



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
4 ИЗ 5

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!

поэтому $A_1 = \frac{1}{2} \Delta V_{21} \Delta p_{21} =$
 $= \frac{1}{2} (2V_0 - V_0) \cdot (3p_0 - p_0) = \frac{1}{2} \cdot 4p_0 V_0 =$
 $= 2p_0 V_0$

$p_0 V_0$ найдем из уравнения состояния газа

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$A_1 = 2p_0 V_0 = 2\nu R T_0$$

Подставим известные значения

$$A_1 = 2\nu R T_0 = 2 \cdot 3 \cdot R \cdot 240 = 1620R$$

Ответ: $A_1 = 2\nu R T_0$ или $1620R$

3. Заменим ЗСЭ ~~формулу~~:

$$10 + \frac{A_{15}}{2} \text{ Мдж Н, } (A_{15} \text{ — суммарная работа газа за 15 циклов})$$

откуда

$$H = \frac{A_{15}}{2 \text{ Мдж}}$$

$$A_{15} = A_1 \cdot N$$

$$H = \frac{A_1 \cdot N}{2 \text{ Мдж}}$$

Используя полученный формулу и результат



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 5

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!

$$1^{\circ} p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$2^{\circ} p_2 V_2 = \nu R T_2$$

, отсюда

$$p_2 V_2 = \frac{p_0 V_0}{T_0} \cdot T_2$$

Подставим полученное ранее выражение для p_2

$$\frac{p_0 V_2^2}{V_0} = \frac{p_0 V_0}{T_0} \cdot T_2$$

$$\frac{V_2}{V_0} = \sqrt{\frac{T_2}{T_0}} = \sqrt{9} = 3$$

$$\frac{p_2}{p_0} = \frac{V_2}{V_0} = 3$$

Теперь рассмотрим процесс $3 \rightarrow 1$

$$\kappa_{3 \rightarrow 1} = \frac{C_{3 \rightarrow 1} - C_p}{C_{3 \rightarrow 1} - C_v} = \frac{2,5 - 2,5}{2,5 - \frac{3}{2}} = 0$$

$p = \text{const}$ (процесс изобарический)

$$p_3 = p_0$$

Запишем уравнение состояния 1 и 3

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$p_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$p_3 V_3 = \frac{p_0 V_0}{T_0} T_3, \text{ подставим } p_3$$

$$p_0 V_3 = \frac{p_0 V_0}{T_0} T_3$$

$$\frac{V_3}{V_0} = \frac{T_3}{T_0} = 3$$



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 5

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!

54. Пусть p_i, V_i, T_i — характеристики в состоянии i (за исключением состояния 1), а $n_{i \rightarrow j}$ — показатель политропы при процессе перехода газа из состояния i в j , $c_{1 \rightarrow 2}$ — аналогично, но молярная теплоёмкость.

c_v и c_p — молярные теплоёмкости газа при постоянном объёме и давлении соответственно.

Теперь рассмотрим процесс $1 \rightarrow 2$:

$$n_{1 \rightarrow 2} = \frac{c_{1 \rightarrow 2} - c_p}{c_{1 \rightarrow 2} - c_v} = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = -1 \quad (c_v = \frac{3}{2}R, c_p = \frac{5}{2}R,$$

т.к. газ одноатомный)

$$pV^{n_{1 \rightarrow 2}} = \text{const.}$$

$$pV^{n_{1 \rightarrow 2}} = p_0 V_0^{n_{1 \rightarrow 2}}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{V_0^{n_{1 \rightarrow 2}}}{V^{n_{1 \rightarrow 2}}}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0} \quad \text{— (видно, что зависимость прямо-}$$

пропорциональная) $\frac{p_2}{p_0}$ и $\frac{V_2}{V_0}$, зная, что $p_2 = \frac{p_0 V_2}{V_0}$

Запишем уравнения состояния 1 и 2

для газа:



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!

155.
1. Пусть на бесконечном удалении от сферы потенциал равен 0.

Тогда энергия частицы в н.м. равна $\frac{mv^2}{2}$.

Потенциал в м. 0 равен $\frac{kQ}{R}$

Запишем ЗСЭ:

$$\frac{kQq}{R} + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{kQq}{mR}}$$

2. Потенциал в м. A

равен $\frac{mv^2}{2}$ (по ЗСЭ)

$$\frac{mv^2}{2} + W_c = -\frac{mv^2}{2} + \frac{kQ}{R} = \frac{kQ}{R} - \frac{mv^2}{2}$$

ЗСЭ:

$$2 \frac{kQq}{R} - \frac{mv^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v_0 = \sqrt{2v^2 - \frac{kQq}{mR}}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{2v^2 - \frac{kQq}{mR}}$$



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!

$$E_0 = \frac{kQ^2}{4\pi R^2}$$

$$2E_0$$

$$E_0 = 2\pi \cdot k \cdot \frac{Q}{2\pi R^2} = \frac{kQ}{R^2}$$

$$\frac{kQ}{2\pi R} - \frac{2kQ}{R^2} - \Omega' k \frac{Q}{2\pi R} =$$

$$= \Omega' k \frac{Q}{2\pi R} + \frac{mv^2}{2}$$

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

$$\frac{mv^2}{2q}$$



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!

Handwritten solution for a physics problem involving a particle on a curved surface and a pendulum.

Diagram 1 (Top): A particle of mass m moves from point A to point B on a curved surface. The height difference is a . The velocity at A is v_A and at B is v_B . The angle of the surface is α . The forces shown are gravity mg and normal force N .

Diagram 2 (Middle): A pendulum of length l is shown in two positions. The forces shown are tension T and gravity mg .

Diagram 3 (Bottom): A particle of mass m is shown in a vertical position. The forces shown are tension T and gravity mg .

Equations:

$$\frac{mv^2}{2} + mg = \frac{mv^2}{2}$$

$$-v_0 \sin \alpha \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha + 4gh}{g} +$$

$$+ v_0 \cos \alpha \frac{1}{g \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + gh}} \cdot 2v_0^2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$a^2 - \frac{a^2}{4} = \frac{3a^2}{4}$$

$$a \sqrt{\frac{3}{4}} = \frac{a}{\sqrt{12}}$$

$$v_A' = v_B' = \frac{v_A}{2}$$

$$v_A - v_B' = v_B' \Rightarrow 24 + 25,6$$

$$0 = -\frac{g}{2} + v_0 \sin \alpha t + H$$

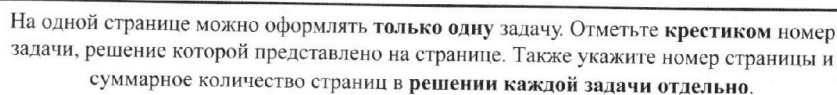
$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha + 4H \frac{g}{2}$$

$$t_0 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 4H \frac{g}{2}}}{-g}$$

$$v_0$$

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

$$1 - \frac{1}{2} - \frac{gH}{v^2}$$



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!

$$0 = \cancel{H} - v \sin \theta - \frac{gt^2}{2}$$



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!

Рассмотрим процесс $1 \rightarrow 2$.

показатель политропы

число n - показатель политропы, тогда

$$n_2 = \frac{c - c_p}{c - c_v} = \frac{c_{pR} - c_{pR}}{c_{vR} - c_{vR}} = \frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = -1$$

$$pV^n = \text{const}$$

$$pV^{-1} = \text{const}$$

$$pV^{-1} = p_0 V_0^{-1}$$

$$\frac{p}{p_0} = \frac{V_0^{-1}}{V^{-1}} = \frac{V}{V_0}$$

зависимость прямопропорциональная

Найти значение $\frac{p_2}{p_0}$ и $\frac{V_2}{V_0}$ для состояния 2.

Запишем уравнение состояния газа

$$p_0 V_0 = \nu R T_0 \quad (1)$$

$$p_2 V_2 = \nu R T_2 \quad (2)$$

откуда:

$$p_2 V_2 = \frac{p_0 V_0}{T_0} \cdot T_2$$

$$p_2 = \frac{p_0 \cdot V_2}{V_0}$$

$$\frac{p_0 \cdot V_2}{V_0} = p_0 \frac{T_2}{T_0}$$

$$\frac{V_2}{V_0} = \sqrt{\frac{T_2}{T_0}} = \sqrt{9} = 3$$

Рассмотрим процесс $1 \rightarrow 3$.



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!

486

~~$C/R = \frac{3}{2} \frac{R}{T} + \frac{p \Delta V}{R \Delta T}$~~

$C = \frac{5Q}{\sqrt{\Delta T}}$

$1620 \cdot 8,31 = 15^3$
 $\frac{1620 \cdot 8,31}{250 \cdot 10} = 50$

$\frac{3}{2} R \Delta T + p \Delta V$
 $\frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$

1620

$\frac{p \Delta V + V \Delta p}{R}$
 $\frac{1620 \cdot 8,31 \cdot 3}{250} = 486$

$\frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$

~~$\frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$~~

$3 \cdot 8,31 \cdot 240 \cdot 3$

$\frac{3}{2} R + \frac{R \cdot p \Delta V}{p \Delta V + V \Delta p}$

$\frac{3}{2} R + \frac{R}{1 + \frac{V \Delta p}{p \Delta V}}$

$\frac{1620 \cdot 6}{12} = 1270$
 $\frac{42}{42} \times 486$

~~$\frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$~~

$\frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$

$\frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$

$\frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$

$\frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$

$\frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$

$\frac{3}{2} R + \frac{p \Delta V}{\Delta T}$

$C = C_v + \frac{R}{1 + \frac{V \Delta p}{p \Delta V}}$

$C = \frac{5Q}{\sqrt{\Delta T}}$

$\frac{C}{R} = \frac{C_v}{R} + \frac{1}{1 + \frac{V \Delta p}{p \Delta V}}$

$C = \frac{p \Delta V}{\Delta T}$

$A = \frac{1}{2} (V_2 - V_0) \cdot (p_2 - p_0)$

$\frac{C}{R} = \frac{1}{1 + \frac{V \Delta p}{p \Delta V}}$

~~$\frac{C}{R} = \frac{1}{1 + \frac{V \Delta p}{p \Delta V}}$~~

$A = \frac{1}{2} \cdot 2 V_0$

$\times \frac{831}{32}$

$1 \rightarrow 1'$
 $T = \text{const}$

$pV = \text{const}$

$3 \cdot 8,31 \cdot 240 \cdot 15$
 $\frac{250 \cdot 8}{3^5 \cdot 8,31}$

$\frac{3 \cdot 3 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 8,31}{250 \cdot 50}$



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!

1 → 1 $T = \text{const}$ $p_1 = \frac{p_0 V_0}{V_1} \cdot \frac{T_1}{T_0}$

~~$pV = \text{const}$~~

~~$1 \rightarrow 2$~~

$1 \rightarrow 2$

$C/R = 2$

$C/R = \frac{C_v}{R} + \frac{1}{1-\eta}$

$2,5 - \frac{5}{2}$
 $2,5 - \frac{3}{2}$

$\frac{C - C_v}{R} \pm \frac{1}{1-\eta}$

$pV = \nu R T$

$p_0 V_0 = \nu R T_0$

$p_3 V_3 = \nu R T_3$

$p_0 V_0 = \nu R T_0$

$p_3 V_3 = \frac{p_0 V_0 T_3}{T_0}$

$\frac{C - C_v}{R} - 1 = -\eta$

$\eta = \frac{1}{V_3/V_0} = \frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = -1$

$\frac{R - C + C_v}{C - C_v} = -\eta$

$\frac{C - C_p}{C - C_v} = \eta$

$\frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R}$

$pV = \text{const}$

$V_3 = V_0 \cdot \frac{T_3}{T_0}$

$\frac{V_3}{V_0} = \frac{T_3}{T_0}$

$pV^{-1} = p_0 \cdot V_0^{-1}$

1 → 2: $\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0}$

$1,5R = \frac{3}{2}R + \frac{R}{1+\alpha}$

$\frac{3}{2}R = \frac{3}{2}R + \frac{R}{1+\alpha}$
 $11,2 + \frac{8}{\alpha}$

2 → 3:

3 → 1:

