



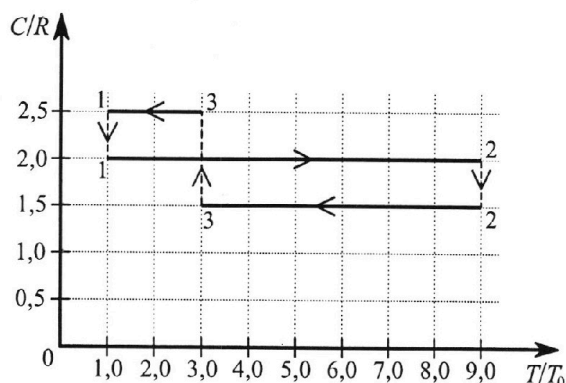
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 5$ моль одноатомного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300$ К.

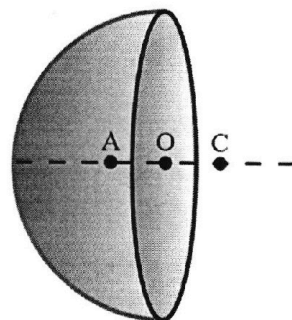


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400$ кг за $N = 20$ 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 диэлектрической 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 большом по сравнению с R расстоянии от точки О кинетическая энергия частицы равна К.



1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Электрическая постоянная

ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C частицы в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

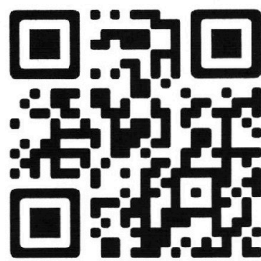
Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



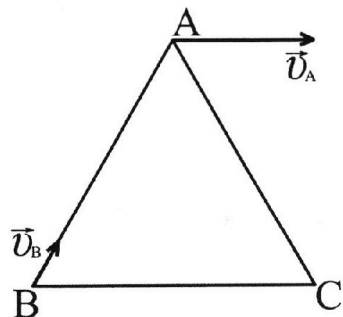
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-04

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 $\vec{v}_B$ вершины B направлена вдоль стороны BA и по величине равна $v_B = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC. Длины сторон треугольника $a = 0,4$ м.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит один оборот?

Пчела массой $m = 120$ 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.

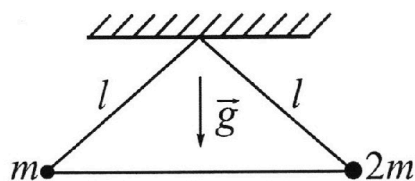
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 6$ 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 $V_0 = 20$ 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 $m = 90$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. 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 $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ 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
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!

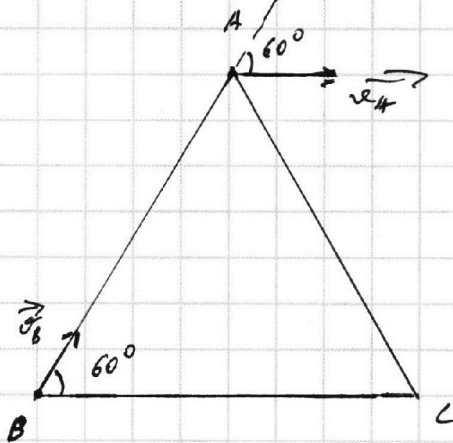
1.

1. П.р. машина математическая, можно считать, что в процессе движения она не деформируется. Поэтому проекции $\vec{v}_A$ на сторону BC должна быть равна проекции $\vec{v}_B$ на эту сторону.

$$v_B = v_A \cdot \cos \angle ABC = v_A \cdot \cos 60^\circ$$

$$v_B = \frac{1}{2} v_A$$

$$v_A = 2 v_B = 2 \cdot 0,4 \frac{м}{с} = 0,8 \frac{м}{с}$$



2. П.р. машина не деформируется, скорость её

может изменяться только так, чтобы была направлена только перпендикулярно траектории, связывающей точку C и точку A . Эти скорости v_C и v_A не могут изменяться.

~~Получим скорость центра масс~~
~~проекции~~ Получим мгновенный центр вращения M . П.р. все точки относительно него вращаются, он



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!

направител на пересечении перпендику-
ляров к сторонам масс тела.

Найдем AO :

$\triangle OBA$ — тупоуг.

$\angle BAO = 10^\circ$, т.е. AE — высота

$$AO = \frac{AB}{\cos 10^\circ} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$$

Масса M (угловая скорость

имеет направление 0)

$$\omega_0 = \frac{v_A}{AO}$$

В т.е. симметричный центр масс находится
в центре описанной окружности.

Найдем HF (радиус описанной окр.)

$$\frac{1}{2AF} = \frac{\sin 60^\circ}{a} ; \quad \frac{1}{2HF} = \frac{\sqrt{3}}{2a} ; \quad \frac{1}{AF} = \frac{\sqrt{3}}{a} ; \quad AF = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega_0 = \frac{v_A}{AO} = \frac{v_F}{FO} \quad (\leftarrow \text{момент центра масс})$$

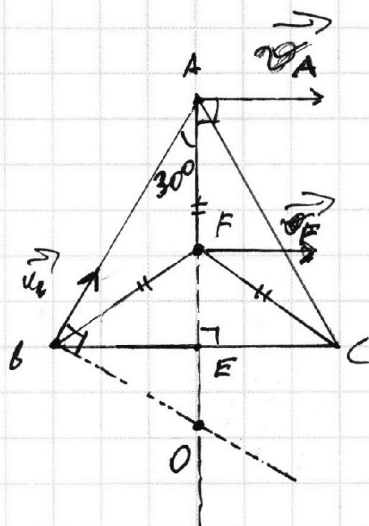
$$\frac{v_A}{AO} = \frac{v_F}{AO - HF} ; \quad v_F = \frac{AO - HF}{AO} \cdot v_A = \left(1 - \frac{AF}{AO}\right) \cdot v_A =$$

$$= \left(1 - \frac{\frac{a}{\sqrt{3}}}{\frac{2a}{\sqrt{3}}}\right) v_A = \left(1 - \frac{1}{2}\right) v_A = \frac{v_A}{2}$$

Менее напорный скорости массы M равно.

$$F \neq \vec{v}_{\text{ком}} = \vec{v}_A - \vec{v}_F ; \quad v_{\text{ком}} = v_A - v_F = v_A - \frac{v_A}{2} = \frac{v_A}{2}$$

Масса симметричная угловая скорость $\omega_{\text{ком}}$:





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!

$$\omega_{\text{амп}} = \frac{v_{\text{амп}}}{AF} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi \cdot AF}{v_{\text{амп}}} = \frac{2\pi \cdot a}{v_{\text{амп}} \cdot \sqrt{3}} =$$

$$= \frac{2\pi \cdot a}{\frac{v_A}{2} \cdot \sqrt{3}} = \frac{4\pi \cdot a}{v_A \cdot \sqrt{3}} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \text{ м}}{0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{3}} = \frac{4 \cdot 3,14}{2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{2 \cdot 3,14}{\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 3,14 \sqrt{3}}{3} = \frac{6,28 \sqrt{3}}{3} = \frac{2}{3} \pi \sqrt{3} \text{ с}$$

3. Если можно считать массу пружины пренебрежимо малой, то можно считать, что масса не оказывает никакого влияния на движение. По второму закону Ньютона

$\vec{R} = m\vec{a}$. Это значит, что нам нужно найти ускорение точки C и умножить его на массу.

Нормального движения, это ускорение точки C центростремительное. Его можно найти в системе отсчета, связанной с F, к. е. F равномерно.

$$a_{nc} = \omega_{\text{амп}}^2 \cdot FC = (\omega_{\text{амп}})^2 \cdot AF = \left(\frac{v_{\text{амп}}}{AF} \right)^2 \cdot AF =$$

$$= \frac{\left(\frac{1}{2} v_A \right)^2}{AF} = \frac{\sqrt{3} v_A^2}{a} \quad R = m \cdot a_{nc} = m \cdot \frac{\sqrt{3} v_A^2}{a}$$

$$= \frac{m v_A^2 \sqrt{3}}{a} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot (0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \sqrt{3}}{0,4 \text{ м}} = \frac{0,12 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{3}}{1} =$$

$$= \frac{12}{100} \cdot \frac{4}{10} \cdot \sqrt{3} = \frac{48}{1000} \sqrt{3} = 0,048 \sqrt{3} \text{ Н}$$

Ответ: $v_A = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $T = \frac{2}{3} \pi \sqrt{3} \text{ с}$; $R = 0,048 \sqrt{3} \text{ Н}$



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 4

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

7. Будем считать, что фрейсверка направляется на максимальной высоте. Тогда будем считать, что фрейсверка летит вертикально вверх (это "перпендикулярно" направлению "траектории" "командирской" "мощности"), итак не будем заботиться в том случае в верхней точке скорости фрейсверка равна нулю. Запишем $3L7$:

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

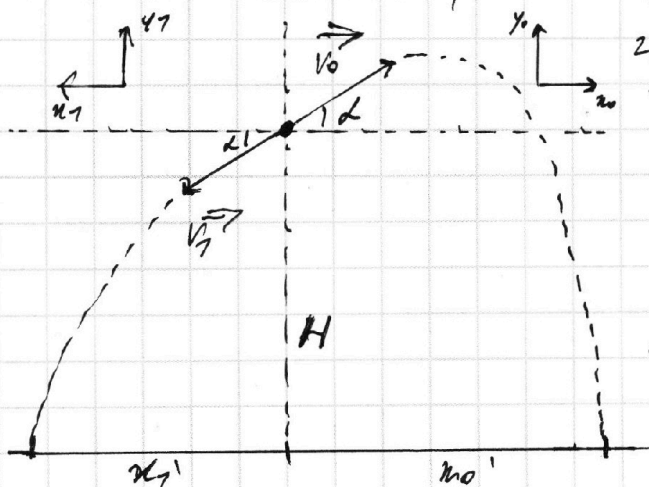
$$\frac{v^2}{2g} + h = H$$

$$H = h + \frac{v^2}{2g} = 24,2 \text{ м} + \frac{(6 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 24,2 + \frac{36}{20} = 24,2 + 1,8 = 26 \text{ м}$$

В-к. фрейсверка летит вертикально, скорости в верхней точке равна нулю;

2.

В данной задаче важно понять фрейсверка относительно прямо. Поэтому это скорости снарядов $\vec{v}_0$ и $\vec{v}_1$ равны по модулю и противоположны по направлению, т.е.: 1) снаряды равны 2) скорости фрейсверка в момент взрыва равны нулю.



$$L_{\text{max}} = x_1 + x_0$$

Максимальная скорость снаряда



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 4

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!

Приравниваем вторую вариацию к нулю:

$$V_0 \sin 2L - 2pH \sin 2L = 0$$

$$\begin{cases} \sin 2L = 0 \\ V_0^2 \cos 2L - 2pH = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} \sin 2L = 0 \\ \cos 2L = \frac{2pH}{V_0^2} \end{cases} \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{нулю} \\ \text{привелим} \\ \text{оба выражения} \end{array}$$

$$\sin 2L = 0 \Rightarrow L = 0^\circ$$

$$\Rightarrow L_{\max} = \frac{2V_0}{p} \sqrt{\frac{V_0^2 \cdot 0^2}{4} + 2pH \cdot 7} = \frac{2V_0}{p} \sqrt{0 + 2pH} = \frac{2V_0}{p}$$

$$\sqrt{2pH} = 2V_0 \cdot \sqrt{\frac{2p}{p}} = 2 \cdot 20^{\frac{4}{2}} \cdot \sqrt{2 \cdot \frac{764}{10^4}} = 40\sqrt{2}$$

$$\cos 2L = \frac{2pH}{V_0^2}; \quad \cos 2L = \cos^2 L - \sin^2 L = \cos^2 L - (1 - \cos^2 L) =$$

$$2\cos^2 L - 1; \quad 2\cos^2 L = 1 + \cos 2L; \quad \cos^2 L = \frac{1 + \cos 2L}{2} =$$

$$= \frac{1 + \frac{2pH}{V_0^2}}{2} = \frac{1}{2} + \frac{pH}{V_0^2}$$

$$\sin^2 L = 1 - \cos^2 L = 1 - \left(\frac{1}{2} + \frac{pH}{V_0^2} \right) = 1 - \frac{4p^2H^2}{V_0^4} = \frac{V_0^4 - 4p^2H^2}{V_0^4}$$

$$L_{\max} = \frac{2V_0}{p} \sqrt{\frac{V_0^2 \cdot \frac{V_0^4 - 4p^2H^2}{V_0^4}}{4}} + 2pH \left(\frac{1}{2} + \frac{pH}{V_0^2} \right) =$$

$$= \frac{2V_0}{p} \sqrt{\frac{V_0^4 - 4p^2H^2}{4V_0^2}} + pH + \frac{2p^2H^2}{V_0^2} = \frac{2V_0}{p} \sqrt{\frac{V_0^2}{4} - \frac{p^2H^2}{V_0^2}} + pH +$$

$$+ \frac{2p^2H^2}{V_0^2} = \frac{2V_0}{p} \sqrt{\frac{V_0^2}{4} + \frac{p^2H^2}{V_0^2}} + pH = \frac{2 \cdot 20^4}{20^4} \sqrt{\left(\frac{20^4}{2} \right)^2 +$$

$$+ \left(\frac{20^4 \cdot 764}{20^4} \right)^2} + 20^4 \cdot 764 = 4 \sqrt{10^2 + 2^2 + 760} =$$

$$= 4 \sqrt{100 + 64 + 760} = 4 \sqrt{924} = 4 \cdot 78 = 724$$



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 4

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!

$$x_0 = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$y_0 = H + v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{\rho t^2}{2}$$

$$0 = H + v_0 \sin \alpha \cdot t_0' - \frac{\rho t_0'^2}{2}$$

$$\frac{\rho t_0'^2}{2} - v_0 \sin \alpha \cdot t_0' - H = 0$$

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

$$= v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \rho H$$

$$t_0' = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \rho H}}{\rho}$$

$$x_0' = v_0 \cos \alpha \cdot t_0'$$

$$x_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$y_1 = H - v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{\rho t^2}{2}$$

$$0 = \frac{\rho H}{2} + v_0 \sin \alpha \cdot t_1' - H$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot t_1' + 2 \rho H$$

$$t_1' = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \rho H}}{\rho}$$

$$x_1' = v_0 \cos \alpha \cdot t_1'$$

$$L_{\max} = x_0' + x_1' = v_0 \cos \alpha (t_0' + t_1') =$$

$$= v_0 \left(\frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \rho H}}{\rho} + \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \rho H}}{\rho} \right) \cos \alpha =$$

$$= v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \rho H}}{\rho} = \frac{2 v_0}{\rho} \cos \alpha \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2 \rho H} =$$

$$= \frac{2 v_0}{\rho} \sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{4} + 2 \rho H \cdot \cos^2 \alpha}$$

Продифференцируем $\left(\frac{v_0^2}{4} \sin^2 \alpha + 2 \rho H \cos^2 \alpha \right)$ по α

$$f'(\alpha) = \frac{v_0^2}{4} (\sin^2 \alpha)' + 2 \rho H (\cos^2 \alpha)' = \frac{v_0^2}{4} \cdot 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot 2 +$$

$$+ 2 \rho H \cdot 2 \cos \alpha (-\sin \alpha) = v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha - 4 \rho H \cos \alpha \sin \alpha =$$

$$= v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha - 2 \rho H \sin 2\alpha$$



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
4 ИЗ 4

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!

Пленка вертикальная и находится в горизонтальном положении L_{max} при $L = 0$

$$L_{max} = \frac{2V_0}{g} \cdot \sqrt{2gH} = 2 \cdot \frac{20 \frac{m}{s}}{10 \frac{m}{s^2}} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 16m} = 4 \cdot \sqrt{320} m$$

$$4 \sqrt{324} > 4 \sqrt{320} \Rightarrow L_{max} = 4 \sqrt{324} = 72m$$

Ответ: $H = 16m$; $L_{max} = 72m$



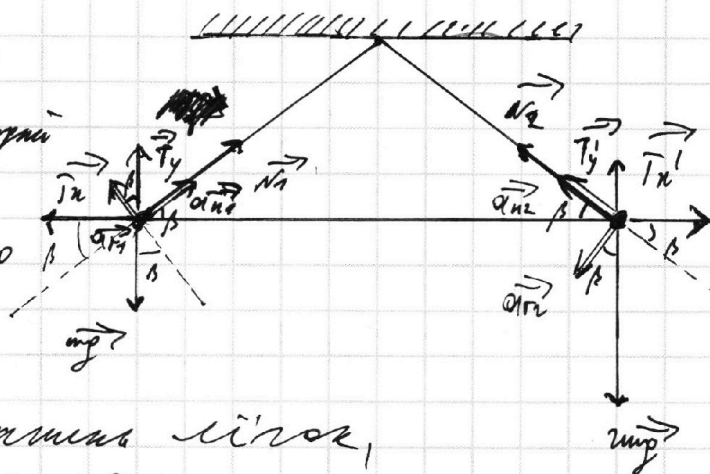
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

3. Очевидно, что при
равнении векторов
матрикс будет изменен
экстремум функции Лагранжа
точки равна.



Помогает, что матрикс не
поворотом упрощается:

$$1. T_x = T_x'$$

$$2. T_y = 0; T_y' = 0$$

В момент времени матрикс равен нулю
и закончим упрощением, что не требуется.

$$2m a_{n2} = N_2 - 2mg \sin \beta - T_x \cos \beta$$

$$2m a_{t2} = 2mg \cos \beta - T_x \sin \beta$$

$$m a_{n1} = N_1 - mg \sin \beta - T_x \cos \beta$$

$$m a_{t1} = T_x \sin \beta - mg \cos \beta$$

$a_{n2} = a_{n1}$, так матрикс не
а матрикс одинаковые ($\omega_{l2} = \omega_{l1}$; $l = l$)

$a_{t2} = a_{t1}$ по той же причине.

$$\begin{cases} 2m a_n = N_2 - 2mg \sin \beta - T_x \cos \beta \\ 2m a_t = 2mg \cos \beta - T_x \sin \beta \\ m a_n = N_1 - mg \sin \beta - T_x \cos \beta \\ m a_t = T_x \sin \beta - mg \cos \beta \end{cases}$$



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.

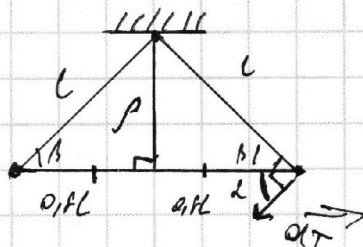
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$a_{n2} = a_{n1} = 0$, т.к. изгибающий момент равен нулю

$$\begin{cases} 0 = 2\mu l - 2\mu x \sin \beta - T_n \cos \beta \\ 2\mu x \sin \beta = 2\mu x \cos \beta - T_n \sin \beta \\ 0 = \mu l - \mu x \sin \beta - T_n \cos \beta \\ \mu x \sin \beta = T_n \sin \beta - \mu x \cos \beta \end{cases}$$



$$L = 90^\circ - \beta$$

$$\sin L = \sin(90^\circ - \beta) = \cos \beta$$

$\cos \beta$ найдем, используя
свойства / формулы на подобии
равнобедренного
треугольника

$$\cos \beta = \frac{\frac{1}{2}L}{l} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 1,6l}{l} = 0,8$$

$$2(T_n \sin \beta - \mu x \cos \beta) = 2\mu x \cos \beta - T_n \sin \beta$$

$$2T_n \sin \beta - 2\mu x \cos \beta = 2\mu x \cos \beta - T_n \sin \beta$$

$$3 T_n \sin \beta = 4 \mu x \cos \beta$$

$$T_n = \frac{4 \mu x \cos \beta}{3 \sin \beta}$$

$$\mu x \sin \beta = \frac{4 \mu x \cos \beta}{3 \sin \beta} \cdot \sin \beta - \mu x \cos \beta$$

$$\mu x \sin \beta = \frac{4}{3} \mu x \cos \beta - \mu x \cos \beta$$

$$a_1 = \frac{1}{3} g \cos \beta$$

$$a_1 = a_2 = \frac{1}{3} \cdot 10 \frac{m}{s^2} \cdot 0,8 = \frac{8}{3} = \frac{8}{3} \frac{m}{s^2}$$

$$T_n = T = \frac{4 \mu x}{3 + \mu x} ; \mu x = \frac{\rho}{0,1l} = \frac{\sqrt{l^2 - (0,8l)^2}}{0,1l} = \frac{\sqrt{1 - 0,64} \cdot l}{0,1l} =$$

$$= \frac{\sqrt{1 - 0,64}}{0,1} = \frac{\sqrt{1 - 0,64}}{0,1} = \frac{\sqrt{0,36}}{0,1} = \frac{0,6}{0,1} = \frac{6}{1} = \frac{3}{0,1}$$

$$T_n = \frac{4 \mu x}{3 + \frac{3}{0,1}} = \left(\frac{4}{3}\right) \mu x = \frac{16}{9} \cdot 0,09 \frac{m}{s^2} \cdot 10 \frac{m}{s^2} = \frac{16}{9} \cdot 0,9 = \frac{16}{9} \cdot \frac{9}{10} = 1,6 \text{ H}$$

$$\text{Ответ: } \sin L = 0,8 ; a_2 = \frac{8}{3} \frac{m}{s^2} ; T = 1,6 \text{ H}$$



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 ☐

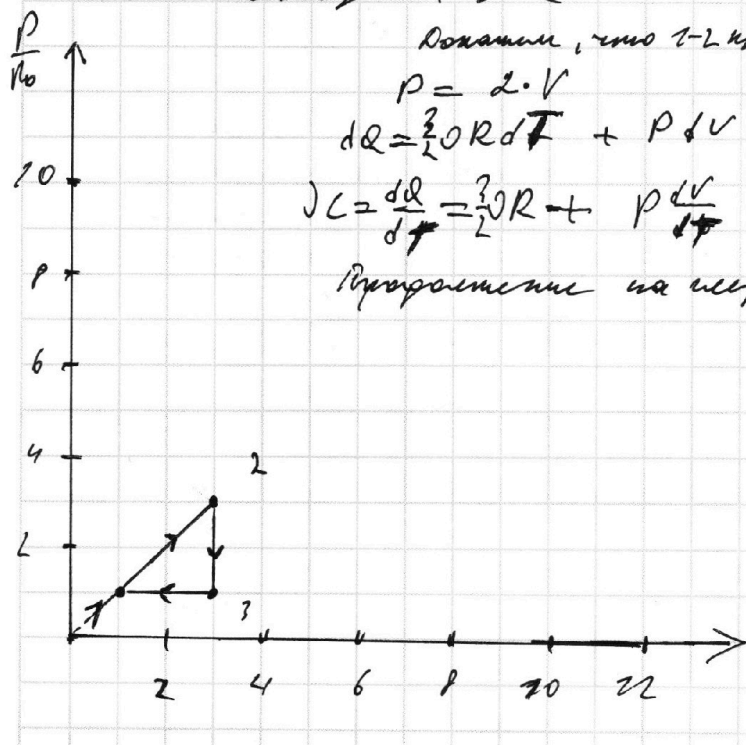
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

4.

1. Молекулы имеют массу m ,
то $2,5R$ — это молярная тепло-
емкость при постоянном, а $7,5R$ — при
изменении объема.
переводим, 2-3 — изохора, а
3-1 — изобара.

А теперь вычисляем эквивалент, тогда
соответствует $2R$



Докажем, что 1-2 изохора:

$$P = 2 \cdot V$$

$$dQ = \frac{3}{2} R dT + P dV$$

$$dC = \frac{dQ}{dT} = \frac{3}{2} R + P \frac{dV}{dT}$$

Выражение на изох. лин.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 3V_0$$

$$\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}$$

$$P_2 = \frac{T_2}{T_1} \cdot P_1 =$$

$$= P_0 \cdot \frac{3T_0}{T_0} = 3P_0$$

$$\begin{array}{r} \times 8370 \\ 3 \\ \hline 24930 \end{array}$$

2. Как известно, работа газа равна
площади ~~под графиком~~; ограниченной графиком
цикла

$$A_1 = \frac{1}{2} (P_2 - P_3) (V_3 - V_1) = \frac{1}{2} (3P_0 - P_0) (3V_0 - V_0) = \frac{1}{2} \cdot P_0 \cdot 2 \cdot V_0 \cdot 2$$

$$= 2 P_0 V_0 = 2 \cdot R T_0 = 2 \cdot 5 \text{ моль} \cdot 8,37 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 300 \text{ К} =$$

$$= 10 \cdot 8,37 \cdot 300 = 24930 \text{ Дж}$$



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!

$$dC = \frac{3}{2} vR + p \frac{dv}{\sqrt{r}}; \quad p = 2v; \quad pv = 2RT;$$

$$2v \cdot v = 2RT; \quad v^2 = \frac{2R}{2} \cdot T; \quad v = \sqrt{\frac{2R}{2}} = \sqrt{T}$$

$$\frac{dv}{\sqrt{r}} = \sqrt{\frac{2R}{2}} \cdot \frac{d(T^{\frac{1}{2}})}{dT} = \sqrt{\frac{2R}{2}} \cdot \frac{1}{2} \cdot T^{-\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{2R}{2}} \cdot \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{T}}$$

$$dC = \frac{3}{2} vR + p \cdot \sqrt{\frac{2R}{2}} \cdot \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{T}} = \frac{3}{2} vR + 2 \cdot v \sqrt{\frac{2R}{2}} \cdot \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{T}} =$$

$$= \frac{3}{2} vR + 2 \cdot \sqrt{\frac{2R}{2}} \cdot \sqrt{T} \cdot \sqrt{\frac{2R}{2}} \cdot \frac{1}{2} \frac{1}{\sqrt{T}} =$$

$$= \frac{3}{2} vR + 2 \cdot \frac{2R}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{2} vR + \frac{1}{2} vR = 2vR$$

$$C = 2R$$

$$3. \quad \eta = kT/\Delta; \quad \eta = \frac{1}{2};$$

$$A \cdot \eta = A_{\text{полезная}}$$

$$A_1 \cdot N \cdot \frac{1}{2} = Mg \cdot H$$

$$H = \frac{A_1 N}{2Mg} = \frac{24950 \text{ Дж} \cdot 20}{2 \cdot 400 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = \frac{24950 \cdot 20}{20 \cdot 400} = \frac{24950}{400} =$$

$$= \frac{24950}{400} = \frac{1}{10} \cdot \frac{24950}{4} = \frac{1}{10} \cdot 6237,5 =$$

$$= 623,75 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} 24950 \\ - 24000 \\ \hline 950 \\ - 800 \\ \hline 150 \\ - 120 \\ \hline 30 \\ - 20 \\ \hline 10 \\ - 10 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\text{Ответ: } A_1 = 24950 \text{ Дж}; H = 623,75 \text{ м}$$

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
☒

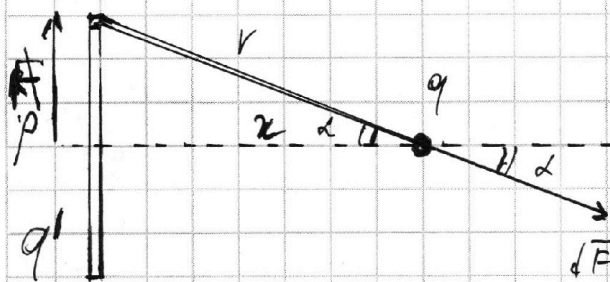
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
1 из 4

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!

5. Определить силу взаимодружественного заряда с полусферой. Полусферу можно представить в виде большого числа тонких колец. Найти взаимодружественного заряда скаляр.



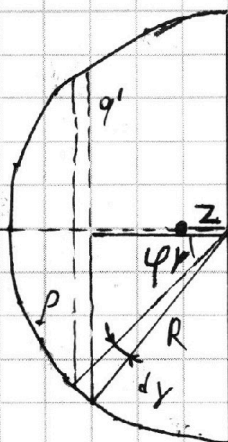
$$F = \int dF_y$$

$$dF_y = dF \cdot \cos \alpha =$$

$$d\vec{F} = kq \cdot \frac{dq'}{r^2} \cos \alpha =$$

$$= kq \cdot \frac{dq'}{r^2} \cdot \frac{x}{r} = \frac{kq dq' x}{(x^2 + p^2)^{\frac{3}{2}}}; \quad F = \frac{kq q' x}{(x^2 + p^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\sigma = \frac{Q}{4\pi R^2}$$



$$q' = \sigma \cdot dS = \sigma \cdot R \cdot dy \cdot 2\pi R$$

$$q' = 2\pi \sigma R p dy$$

$$p = \sqrt{R^2 - \varphi^2}$$

$$dF = kq \cdot q' \cdot \frac{x}{(x^2 + p^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$x = \varphi - z$$

$$\varphi = R \cos \gamma$$

$$p = R \sin \gamma$$

~~$$dF = kq \cdot 2\pi \sigma \cdot R \cdot p \cdot dy$$~~

$$dF = kq \cdot 2\pi \sigma R p dy \cdot \frac{(x-z)}{(x-z)^2 + p^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$dF = k \cdot q \cdot 2\pi \frac{Q}{4\pi R^2} \cdot R \cdot p dy \cdot \frac{(x-z)}{((x-z)^2 + p^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$dF = \frac{kqQ}{R} \cdot R \cdot \sin \gamma \cdot dy \cdot \frac{(x-z)}{((x-z)^2 + p^2)^{\frac{3}{2}}}$$



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.

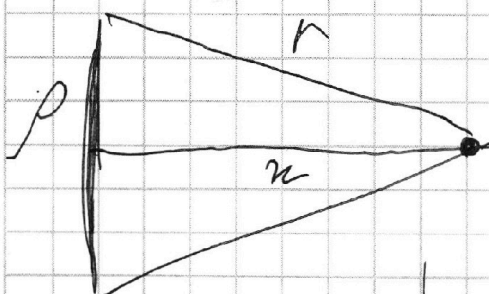
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

2 из 4

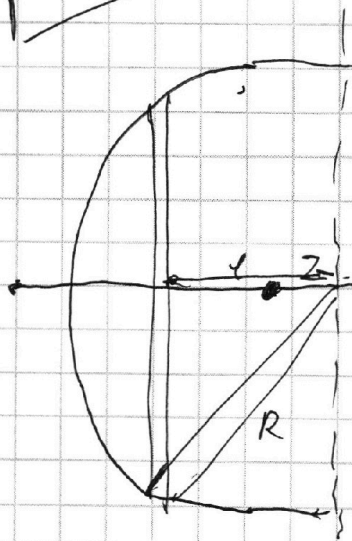
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned}
 dF &= kqQ \cdot dy \sin \gamma \frac{(R \cos \gamma - z)}{(R^2 \cos^2 \gamma - 2Rz \cos \gamma + z^2)^{\frac{3}{2}}} = \\
 &= kqQ \cdot dy \cdot \sin \gamma \frac{(R \cos \gamma - z)}{(R^2 \cos^2 \gamma + z^2 - 2Rz \cos \gamma)^{\frac{3}{2}}} = \\
 &= kqQ \cdot dy \cdot \sin \gamma \frac{(R \cos \gamma - z)}{(R^2 + z^2 - 2Rz \cos \gamma)^{\frac{3}{2}}} = \\
 &= kqQ \left(\frac{R \sin \gamma \cos \gamma}{(R^2 + z^2 - 2Rz \cos \gamma)^{\frac{3}{2}}} - \frac{z \sin \gamma}{(R^2 + z^2 - 2Rz \cos \gamma)^{\frac{3}{2}}} \right) = \\
 &= \text{ничего не получается}
 \end{aligned}$$



$$dW = kq \frac{dq}{r}$$

$$W = kq \frac{Q}{\sqrt{z^2 + R^2}}$$



$$\begin{aligned}
 dq &= \sigma \cdot R \cdot d\gamma \cdot 2\pi R = \\
 &= \frac{Q}{\pi R} R \cdot d\gamma \cdot 2\pi R =
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{Q}{R} d\gamma \cdot R = \frac{Q}{R} R \sin \gamma d\gamma = \\
 &= Q \sin \gamma d\gamma
 \end{aligned}$$



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
3 из 4

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!

$$dV = kq \frac{q'}{\sqrt{(r-z)^2 + \rho^2}} = kq \frac{Q \sin r dr}{\sqrt{(r \cos r - z)^2 + (r \sin r)^2}}$$

$$= kq \frac{Q \sin r dr}{\sqrt{r^2 \cos^2 r - 2r \cos r z + z^2 + r^2 \sin^2 r}} = kq \frac{Q \sin r dr}{\sqrt{r^2 - 2rz \cos r}}$$

$$\frac{d \cos r}{dr} = -\sin r \quad | \quad dr = -\frac{d \cos r}{\sin r}$$

$$dV = kqQ \frac{\sin r}{\sqrt{r^2 - 2rz \cos r}} \cdot (-1) \frac{d \cos r}{\sin r} = -kqQ \frac{d \cos r}{\sqrt{r^2 - 2rz \cos r}}$$

$$\frac{d(r^2 - 2rz \cos r)}{d \cos r} = 0 + r - 2r$$

$$d \cos r = \frac{d(r^2 - 2rz \cos r)}{-2r}$$

$$dV = -kqQ \frac{d(r^2 - 2rz \cos r)}{\sqrt{r^2 - 2rz \cos r}} \cdot \frac{1}{(-2r)} =$$

$$= \frac{kqQ}{2r} (r^2 - 2rz \cos r)^{-\frac{1}{2}} d(r^2 - 2rz \cos r)$$

$$V = \frac{kqQ}{2r} \frac{\sqrt{r^2 - 2rz \cos 90^\circ} - \sqrt{r^2 - 2rz \cos 0^\circ}}{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{kqQ}{2r} (\sqrt{r^2 - 2rz} - |r - z|)$$



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 4

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!

Задача 367

$$W_A = k; \quad W_A = W_0 + \frac{m v_0^2}{2}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = W_A - W_0; \quad v_0 = \sqrt{\frac{2}{m} (W_A - W_0)} =$$

$$= \sqrt{\frac{2}{m} \left(k - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} (\sqrt{R^2 + 0^2} + (R - 0)) \right)} =$$

$$= \sqrt{\frac{2}{m} \left(k - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \cdot 2R \right)} =$$



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!

