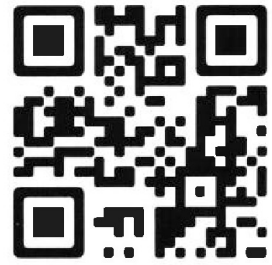




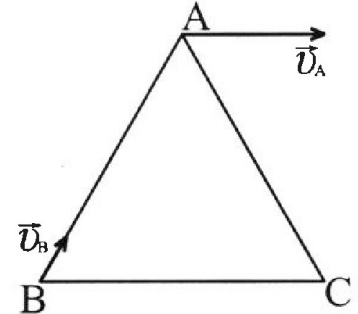
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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.

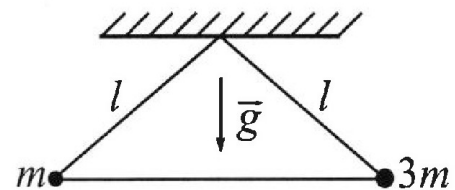
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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 разбивается 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. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся 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.



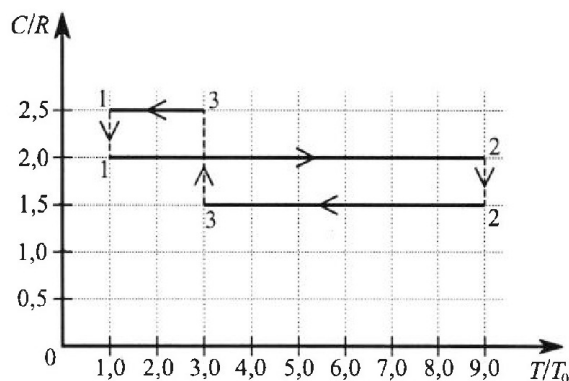
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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, $T_0 = 270 \text{ K}$.

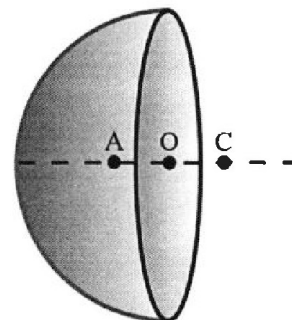


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250 \text{ кг}$ за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. 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 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.



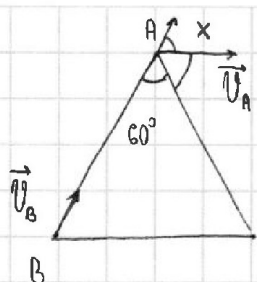
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА

1 ИЗ 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. Так как металл несжимаемый:

$$v_{Bx} = v_{Ax}$$

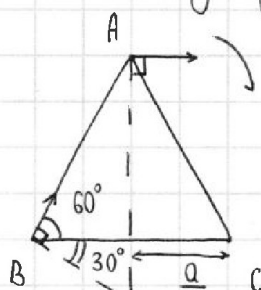
$$v_B = v_A \cos 60^\circ \Rightarrow$$

$$v_B = \frac{v_A}{2} = 0,4 \frac{m}{s}$$

2. Поверхность гладкая $\Rightarrow$ внешних сил нет $\Rightarrow$ центр масс движется поступательно, равномерно, значит угловая скорость вращения системы в СИ будет такой же как в СИ земли.

Найдем мгновенный центр вращения:

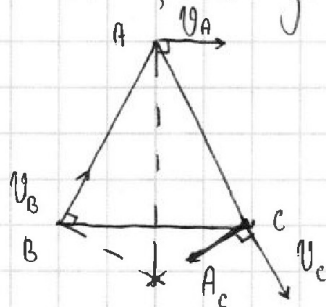
(-) 0 - мгновенный центр вращения



$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{v_A}{\frac{a}{2 \cos 30^\circ}} = \frac{2 v_A \cos 30^\circ}{a} = \frac{\sqrt{3} v_A}{a}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot 4}{\omega} = \frac{8\pi}{v_A \sqrt{3}} a = \frac{8\pi}{\sqrt{3}} \frac{a}{v_A} = \frac{8\pi}{\sqrt{3}} \frac{1}{2} = \frac{4\pi}{\sqrt{3}} s$$

3. Так как масса плиты пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины, можно пренебречь изменением импульса пластины и скажем, что она продолжает двигаться как до посадки мухи.



$$\omega = \frac{v_A}{\frac{a}{2 \cos 30^\circ}} = \frac{v_C}{\frac{a}{2 \cos 30^\circ}} \Rightarrow v_A = v_C$$

$$A_c = \frac{v_C^2}{\frac{a}{2 \cos 30^\circ}} = \frac{v_A^2 2 \cos 30^\circ}{a} = \frac{\sqrt{3} v_A^2}{a}$$

$$R = m A_c = \frac{\sqrt{3} m v_A^2}{a} = 96\sqrt{3} \cdot 10^{-6} N$$



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

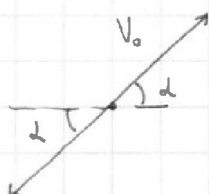
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. 3C3:

$$mgh + \frac{mV^2}{2} = mgH \Rightarrow H = \frac{V^2}{2g} + h = 12 \text{ м}$$

2. В наивысшей точке H $V=0 \Rightarrow$ импульс $= 0 \Rightarrow$

$$\frac{m}{2} \vec{V}_0 + \frac{m}{2} \vec{V}_1 = 0 \Rightarrow \vec{V}_1 = -\vec{V}_0$$



$$\frac{mV_0^2 \sin^2 \alpha}{2 \cdot 2} = \frac{m}{2} gh \Rightarrow h = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$H + h = \frac{gt_2^2}{2} \Rightarrow \frac{2}{g} H + \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = t_2^2$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g} + \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2}}$$

$$H = V_0 \sin \alpha t_1 + \frac{gt_1^2}{2} \Rightarrow$$

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

Из симметрии, очевидно, что $L_{\max}$ при $\alpha = 0$

$$L_{\max} = V_0 \cos \alpha (t_2 + t_1) = V_0 \left(\sqrt{\frac{2H}{g}} + \sqrt{\frac{2H}{g}} \right) = 2V_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} \oplus$$

$$\oplus 2 \cdot 16 \cdot \sqrt{\frac{24}{g \cdot 10}} \oplus$$

$$\oplus 64 \sqrt{\frac{3}{10}} \text{ м}$$

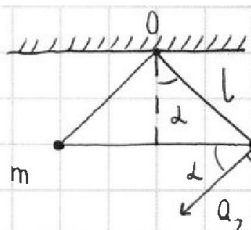


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



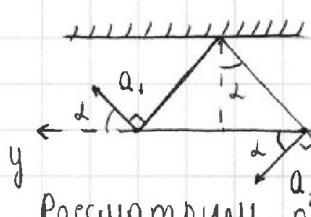
1. В начальный момент движения мы можем сказать, что проекции ускорения всех точек нити на ось x равны, тк нить нерастяжимая

(-) 0: $a_{Ox} = 0 \Rightarrow a_{Ox} = a_{Ax} = 0$, значит ускорение шарика a_2 направлено перпендикулярно нити.

Очевидно, что оно направлено вниз, тк шарик с большой массой набраться не может

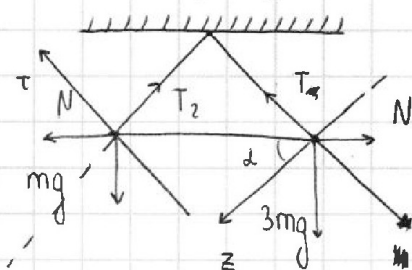
$$\sin \alpha = \frac{1,2l}{2l} = 0,6$$

2.



Аналогичными рассуждениями для второй нити можно показать, что ускорение шарика m тоже перпендикулярно нити, однако направлена вверх

Рассмотрим проекции ускорений на Oy, тк стержень жесткий, то $a_{2y} = a_{1y} \Rightarrow a_2 \cos \alpha = a_1 \cos \alpha \Rightarrow a_2 = a_1$



Тк стержень невесомый $\vec{R} = 0 \Rightarrow$

Из закн Ньютона: $N_1 = N_2 = N$

$$\text{ОЗ: } 3mg \sin \alpha - N \cos \alpha = 3ma_2$$

$$\text{ОТ: } N \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma_2$$

$$2mg \sin \alpha = 4ma_2 \Rightarrow$$

$$a_2 = g \frac{\sin \alpha}{2} = 10 \cdot \frac{0,6}{2} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$3 \text{ ОТ: } T - N \sin \alpha - 3mg \sin \alpha = 0$$

$$N = \frac{3m(g \sin \alpha - a_2)}{\cos \alpha} = \frac{3m}{\cos \alpha} \frac{g \sin \alpha}{2}$$

$$\frac{3}{5} \quad 1 + \frac{3}{8} = \frac{11}{8}$$

$$T = 3mg \sin \alpha + 3mg \sin \alpha \frac{\tan \alpha}{2} = 3mg \sin \alpha \left(1 + \frac{\tan \alpha}{2} \right)$$

$$\tan \alpha = \frac{0,6l}{\sqrt{1-0,6^2}l} = \frac{0,6}{\sqrt{1-0,36}} = \frac{0,6}{\sqrt{0,64}} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$$

$$T = \frac{99}{40} mg = 1,98 \cdot 10^{-2} \text{ Н}$$



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 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!

$$c_v = \frac{i}{2} R = \frac{3}{2} R - \text{при изохорном процессе}$$

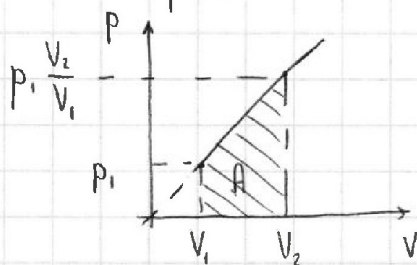
$$c_p = \frac{i+2}{2} R = \frac{5}{2} R - \text{при изобарном процессе}$$

Смотря на график можно сделать вывод, что

2 → 3 - изохорный процесс

3 → 1 - изобарный процесс

Рассмотрим линейный процесс; где $P = 2V$



$$Q = \Delta U + A$$

$$c_p \Delta T = \frac{3}{2} R \Delta T + A$$

$$A = \frac{P_1 + P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{P_1}{2} \frac{V_2}{V_1} (V_2 - V_1) = \frac{P_1}{2} \frac{V_2}{V_1} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} R \Delta T = \frac{3}{2} (P_2 \frac{V_2}{V_1} - P_1 V_1) = \frac{3}{2} \frac{P_1}{V_1} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$Q = c_p \Delta T = \frac{c_p}{R} (P_2 \frac{V_2}{V_1} - P_1 V_1) = \frac{c_p}{R} \frac{P_1}{V_1} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$\frac{c_p}{R} \frac{P_1}{V_1} (V_2^2 - V_1^2) = \frac{3}{2} \frac{P_1}{V_1} (V_2^2 - V_1^2) + \frac{P_1}{2V_1} (V_2^2 - V_1^2)$$

$$c_p = 2R$$

Смотря на график можно сделать вывод, что процесс 1 → 2: $P = 2V$, где $2 = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow P = \frac{P_2}{V_2} V$

$$1 \rightarrow 2: P = \frac{P_2}{V_2} V \Rightarrow \frac{P}{P_2} = \frac{V}{V_2}$$

$$2 \rightarrow 3: P_2 V_2 = 2RT_2 \quad \frac{P_2 (V_2/V_1)}{P_0 (V_0/V_1)} = \frac{2RT_2}{T_0 2R}$$

$$\frac{V_2}{V_0} = \frac{T_2}{T_0} \frac{P_2}{P_0} \quad P_2 = \frac{V_2}{V_0} P_0$$

$$\frac{V_2}{V_0} = \frac{T_2}{T_0} \frac{P_0 V_0}{V_2 P_0} \Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_0} \right)^2 = \frac{T_2}{T_0}$$

$$\frac{V_2}{V_0} = \left(\frac{T_2}{T_0} \right)^{1/2} = 3 \leftarrow \text{из графика} \quad \frac{P_2}{P_0} = \frac{V_2}{V_0} = 3$$

$$3 \rightarrow 1: P_3 = P_0 \Rightarrow \frac{P_3}{P_0} = 1$$

$$\frac{P_3}{P_0} = \frac{T_3}{T_0} \frac{V_3}{V_0} = 1 \Rightarrow \frac{T_3}{T_0} = \frac{V_0}{V_3}$$

$$\frac{P_3}{P_0} = \frac{T_3}{T_0} \frac{V_3}{V_0} = 1 \Rightarrow \frac{T_3}{T_0} = \frac{V_0}{V_3}$$

$$\frac{P_3}{P_0} = \frac{T_3}{T_0} \frac{V_3}{V_0} = 1 \Rightarrow \frac{T_3}{T_0} = \frac{V_0}{V_3}$$



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
☒

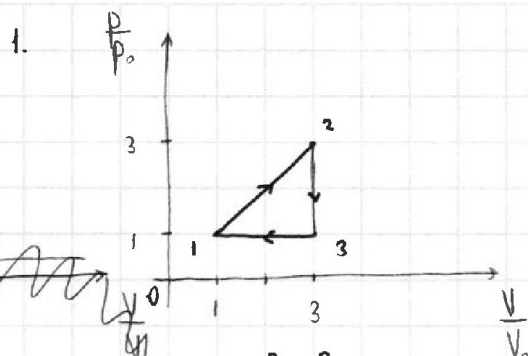
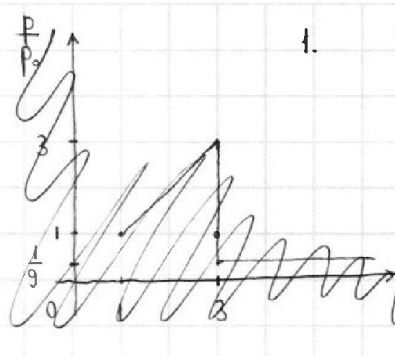
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
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. $A_1 = \frac{p_2 - p_0}{2} (V_2 - V_0) \quad | : p_0 V_0$

$$\frac{A_1}{p_0 V_0} = \frac{\frac{p_2}{p_0} - 1}{2} \left(\frac{V_2}{V_0} - 1 \right) = 2$$

$$A_1 = 2 p_0 V_0 = 2 \cdot 3 \cdot 270 \cdot 8,31 = 14,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

3. $MgH = \frac{NA_1}{2} \Rightarrow$

$$H = \frac{NA_1}{2Mg} = \frac{N \cdot 2 p_0 V_0}{2Mg} = \frac{N p_0 V_0}{Mg} \approx 40,2 \cdot 10^5 \text{ м}$$

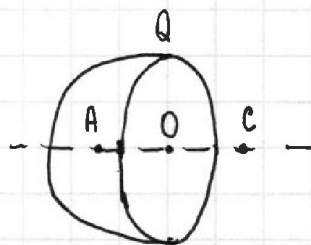


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

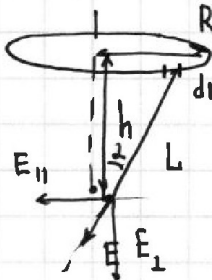
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!



Рассмотрим взаимодействие заряженного кольца на точечный заряд

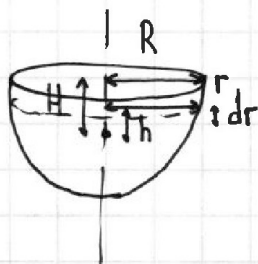


$$\begin{aligned} \sum E_{\parallel} &= 0 \\ \sum E_{\perp} &= E \\ dE_{\perp} &= \frac{k dq}{L^2} \cos \alpha = \frac{k dq}{L^3} h \end{aligned}$$

$$dq = dr \frac{Q}{2\pi R}$$

$$E = \frac{kQ}{2\pi} \frac{h}{L^3}$$

Разобьем нашу полусферу на тонкие кольца:



$$dE = \frac{k dQ}{2\pi} \frac{h}{L^3} = \frac{k dQ}{2\pi} \frac{h}{(h^2 + r^2)^{3/2}}$$

$$\frac{h}{r} = \frac{H}{R} \Rightarrow$$

$$r = \frac{R}{H} h \quad dE = \frac{k dQ}{2\pi} = \frac{h}{h^3 (1 + (\frac{R}{H})^2)^{3/2}} \ominus$$

$$\sigma = \frac{Q}{4\pi R^2} = \frac{Q}{2\pi R^2} \text{ - поверхность, плотность заряда}$$

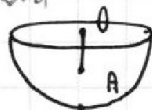
$$\ominus \frac{k dQ}{2\pi} \frac{1}{h^2} \frac{1}{(1 + (\frac{R}{H})^2)^{3/2}}$$

$$dQ = \sigma 2\pi r dh = \sigma 2\pi \left(\frac{R}{H}\right) h \cdot \frac{R}{H} dh \ominus$$

$$\ominus \frac{Q R^3}{R^2 H^2} \frac{1}{h^2} \frac{1}{(1 + (\frac{R}{H})^2)^{3/2}} dh$$

$$\ominus \frac{Q}{R^2} \frac{R}{H} dh \cdot \frac{R}{H} = \frac{Q}{H} dh$$

$$\int dE = \frac{kQ}{2\pi H} \frac{1}{(1 + (\frac{R}{H})^2)^{3/2}} \int \frac{dh}{h^2}$$



$$E_A - \frac{kQ}{R^2} = \frac{kQ}{2\pi H} \frac{1}{(1 + (\frac{R}{H})^2)^{3/2}} (-1) \frac{1}{(R - 0)^3}$$

$$E_A = \frac{kQ}{R^2} - \frac{kQ}{2\pi H (1 + (\frac{R}{H})^2)^{3/2}} \frac{1}{(R - 0)^3}$$

3С3:

$$\varphi_A = \varphi_0 + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\varphi_C + \frac{mV_C^2}{2} = \varphi_A$$



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 __

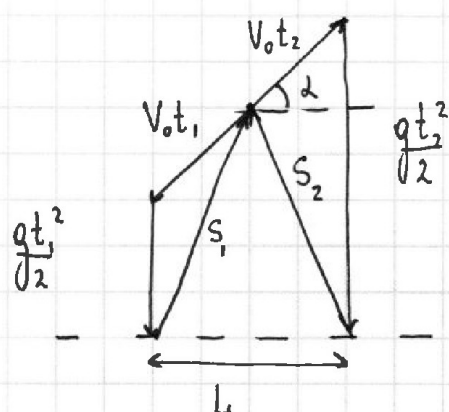
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. ЗСЭ:

$$mgh + \frac{mV^2}{2} = mgH \Rightarrow H = \frac{V^2}{2g} + h = \frac{16}{20} + 11,2 = \frac{4}{5} + 11,2 = 0,8 + 11,2 \equiv 12 \text{ м}$$

2. $F_{\text{шк}}$ высота максимальная, то скорость куска в данной точке $\equiv 12 \text{ м}$
 $0 \Rightarrow$ импульс куска 0

$$0 = \frac{m}{2} \vec{V}_0 + \frac{m}{2} \vec{V}_1 \Rightarrow \vec{V}_0 = -\vec{V}_1$$



$$(V_0 t_2 + V_0 t_1) \cos \alpha = L$$

$$(V_0 t_2 + V_0 t_1) \sin \alpha = \frac{g}{2} (t_2^2 - t_1^2)$$

$$t_2 = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

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

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

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

$$\frac{dL}{d\alpha} = \frac{V_0}{g} \cos \alpha \frac{1}{2} \frac{2 \sin \alpha \cos \alpha V_0^2}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}} +$$

$$+ \frac{V_0}{g} \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} (-\sin \alpha) = 0$$

$$L_{\max} \text{ при } \alpha = 0 \quad t_1 = \frac{V_0}{g}$$

$$L_{\max} =$$

$$\frac{270 \cdot 8,31}{50} \cdot 3 = \frac{270 \cdot 24,93}{50} = \frac{6737,1}{50} = 134,742$$

$$\begin{array}{r} 2336 \\ 22437 \\ 9 \\ \hline 201933 \end{array} \quad \begin{array}{r} 201933 \\ -20 \\ \hline 19 \\ 8133 \end{array}$$

$$6 \cdot 270 \cdot 8,31$$

$$\begin{array}{r} 270 \\ 8,31 \\ 27 \\ 81 \\ 216 \\ \hline 2243,71 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1224 \\ 2243,7 \\ 6 \\ \hline 14462,2 \end{array}$$



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**.

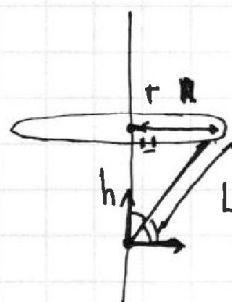
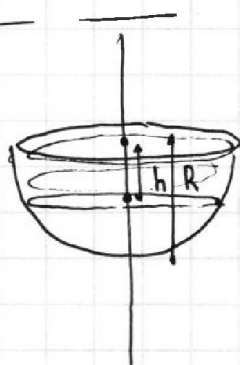
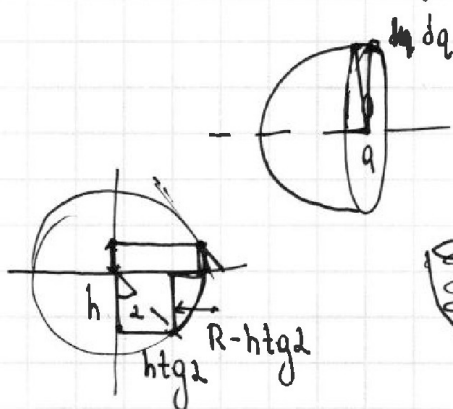
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

~~$c_v = \frac{1}{2}R = \frac{3}{2}R$ при изохорном процессе~~
 ~~$c_p = \frac{1+2}{2}R = \frac{5}{2}R$ при изобарном процессе~~

~~$c = c_v + \frac{R}{1 + \frac{dp/p_2}{dV/V_0}}$~~



~~$k dq$~~

$\frac{k dq}{L} \cos \varphi = \frac{k dq h}{L}$

$k dq \frac{h}{h^2 + r^2}$
 $dq = d$

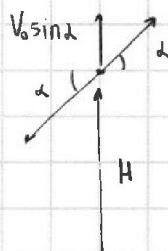


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\frac{m(V_0 \sin \alpha)^2}{2} = mgh \Rightarrow$$

$$8 \cdot 16 = 12 \cdot 20$$

$$80 + 48 = 240$$

$$128 = 240$$

$$-\frac{V_0^2}{2g} \frac{2}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{V_0^2}{2} - 2gH} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{V_0^2}{g} \sqrt{\frac{V_0^2}{2} - 2gH}$$

$$\frac{4-3}{1,7} = \frac{12}{1,7}$$

$$H = V_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\frac{2V_0^2}{g} + 0 = 0$$

$$D = V_0^2 \sin^2 \alpha + \frac{4g}{20} H = V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

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

$$16 \cos \alpha (3,2 \sin \alpha +$$

$$\frac{16^2}{2} - 2g \cdot 12$$

$$8 \frac{4^2 \cdot 4^2}{7} \quad 8 \cdot 16 - 2g \cdot 12$$

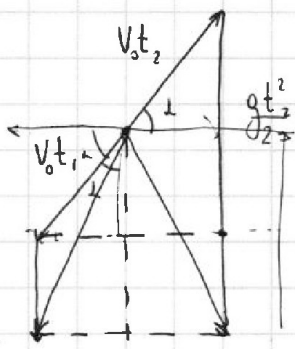
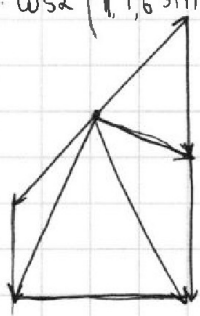
$$L_{\max} = 16 \cdot \cos \alpha \left(1,6 \sin \alpha + \frac{\sqrt{16^2 \sin^2 \alpha + 240 + 16 \sin \alpha}}{10} \right)$$

$$L = V_0 \sin \alpha$$

$$L_2 = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} + \frac{V_0 \cos \alpha \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH}}{g}$$

$$\frac{4^2 \cdot 4^2 \sin^2 \alpha + 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 3}{4^2}$$

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



$$\frac{dL}{d\alpha} = \frac{2V_0^2 (-\cos 2\alpha)}{g} + \frac{V_0 \cos \alpha}{g^2} \frac{V_0^2 2 \sin \alpha (-\cos \alpha)}{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH}} + \frac{V_0 \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha - 2gH}}{g} \sin \alpha = 0$$

$$x^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} x^{-\frac{1}{2}}$$

$$32 \cdot 2 \sqrt{\frac{3}{10}}$$

18 con

$$L_{\max} = V_0 t_1 \cos \alpha + V_0 t_2 \cos \alpha$$

$$L_{\max} = V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2)$$

$$16 \cos \alpha \left(3,2 \sin \alpha + 0,4 \sqrt{16 \sin^2 \alpha + 15} \right)$$

$$\frac{16 \cdot 3,2}{2} \sin 2\alpha + 0,4 \cdot 16 \cos \alpha \sqrt{16 \sin^2 \alpha + 15} = \frac{g}{2} (t_2^2 - t_1^2)$$

$$V_0 t_1 \sin \alpha + \frac{gt_1^2}{2} = H$$

$$V_0 \sin \alpha + \frac{gt_1}{2} = \frac{H}{t_2 - 2V_0 \sin \alpha}$$

$$2 \cdot 8 \cdot 3,2 \cos \alpha + 0,4 \cdot 16 \sin \alpha \sqrt{16 \sin^2 \alpha + 15} = \frac{g}{2} (t_2 - t_1)$$

$$+ 0,4 \cdot 16 \cos \alpha \frac{16 \cdot 2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{16 \sin^2 \alpha + 15}} \sin \alpha = \frac{g}{20} (t_2 - t_1) \Rightarrow t_1 = t_2 - \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$



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
__ 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!

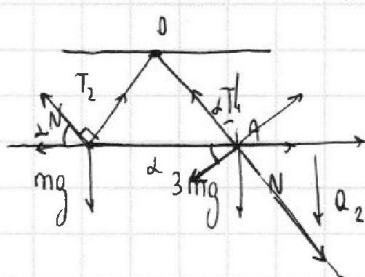
$$16 \cdot 3,2 \cos 22 + \frac{12 \cdot 16 \cdot 0,4}{2} \frac{\sin 22 \cos 2}{\sqrt{16 \sin^2 2 + 15}} - \frac{\sqrt{16 \sin^2 2 + 15} \cdot 16 \sin 2}{2} = 0$$

$$16 \cdot 3,2$$

$$80 + 16$$

$$96 \cdot 10^{-6}$$

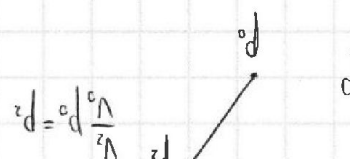
$$\alpha = 0^\circ$$



$$\sin \alpha =$$

$$12 \cdot 8$$

$$12 \cdot 8$$



$$\frac{40}{99}$$

$$\frac{8 \cdot 5}{3 \cdot 3}$$

$$\frac{198 \cdot 10^{-2}}{3 \cdot 3}$$

$$\frac{180 + 18}{99}$$

$$3mg - T_1 \cos \alpha = a_2 \sin 3m$$

$$T_1 \sin \alpha - N = a_2 \cos 3m$$

$$T_2 \sin \alpha - mg = m \sin \alpha a_2$$

$$T_2 \cos \alpha = m \cos \alpha a_2$$

$$T_2 - N - T_2 \cos \alpha = m a_2 \cos \alpha$$

$$T_2 - mg$$

$$3 \cdot 18 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 270$$

$$\frac{2}{(V_2 - V_1)} \left(\frac{P_1 (1 + \frac{V_1}{V_2})}{V_1} \right)$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

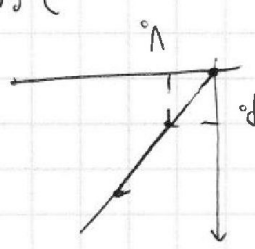
$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$

$$\frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2}$$



$$1620 \cdot 8,31$$

$$1200 + 420$$

$$270 \cdot 6$$