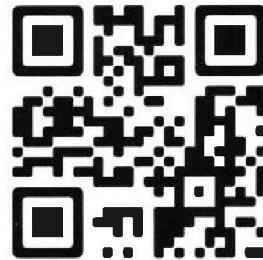


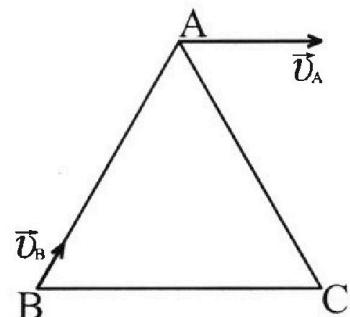


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**
Вариант 10-02



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 $v_A = 0,8 \text{ м/с}$, а скорость \vec{v}_B вершины B направлена вдоль стороны BA. Длины сторон треугольника $a = 0,4 \text{ м}$.



- Найдите модуль v_B скорости вершины B.
- За какое время τ пластина в системе центра масс совершил четыре оборота?

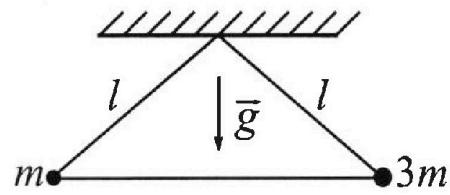
Пчела массой $m = 60 \text{ мг}$ прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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

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

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

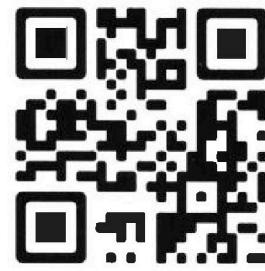
- Найдите максимальное расстояние L_{\max} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.
- Два шарика с массами $m = 80 \text{ г}$ и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Системудерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.
- 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

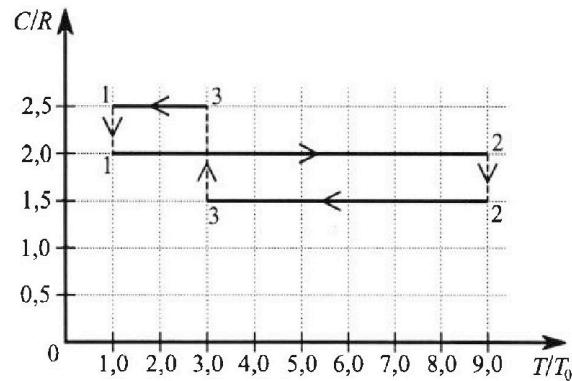
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 3$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 270\text{ K}$.

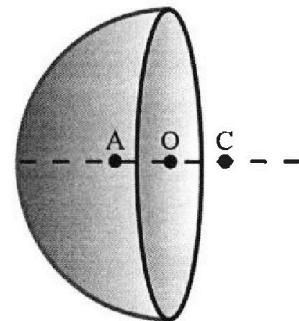
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, где P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250\text{ kg}$ за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10\text{ m/s}^2$, 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 большом 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.

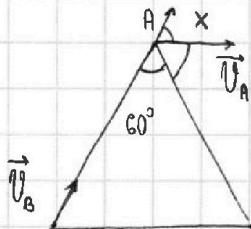
Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



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.

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. Так же как и несжимаемый:

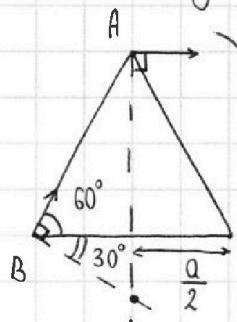
$$Ox \quad V_{B_x} = V_{A_x}$$

$$V_B = V_A \cos 60^\circ \Rightarrow V_B = \frac{V_A}{2} = 0,4 \frac{m}{s}$$

2. Геометрическая связь \Rightarrow внешних сил нет \Rightarrow с центром масс движется поступательно, равномерно, значит угловая скорость вращения системы в си ф.м будем такой же как в си земли

Найдем мгновенный центр вращения:

(-) 0 - мгновенный центр вращения

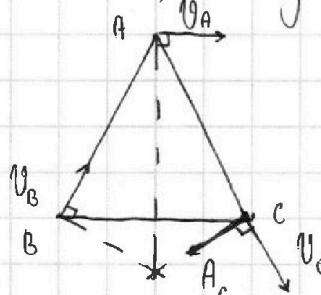


$$\omega = \frac{V}{R} = \frac{V_A}{\frac{a}{2}} = \frac{2V_A \cos 30^\circ}{a} = \frac{\sqrt{3} V_A}{a}$$

$$T = \frac{2\pi \cdot 4}{\omega} = \frac{8\pi}{V_A \sqrt{3}} a = \frac{8\pi}{\sqrt{3} V_A} \frac{a}{2} = \frac{4\pi}{\sqrt{3}} \frac{a}{2} = \frac{4\pi}{\sqrt{3}} c$$

по сравнению с пластинкой, можно пренебречь изменением массы пластины и скажем, что она продолжает движение, как будто мухи не были на ней

3. Так же как и несжимаемый:



$$\omega = \frac{V_A}{\frac{a}{2} \cos 30^\circ} = \frac{V_C}{\frac{a}{2} \cos 30^\circ} \Rightarrow V_A = V_C$$

$$A_c = \frac{V_c^2}{\frac{a}{2} \cos 30^\circ} = \frac{V_A^2 \cos 30^\circ}{a} = \frac{\sqrt{3} V_A^2}{a}$$

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

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

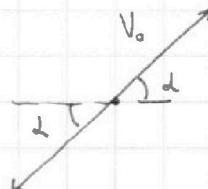
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. Задача:

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

2. В наибольшей точке H $v = 0 \Rightarrow$ импульс $= 0 \Rightarrow$

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



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

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

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

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

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

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

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

$$\approx 2 \cdot 16 \cdot \sqrt{\frac{24}{9.810}} \approx$$

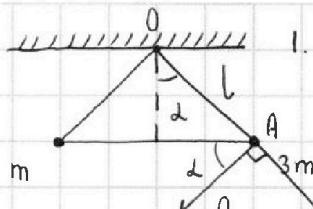
$$\approx 64 \sqrt{\frac{3}{10}} \text{ м}$$



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 7СТРАНИЦА
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 движение мы можем сказать, что проекции ускорения всех тел на ось равны нулю, т.к. они есть нерастяжимые.

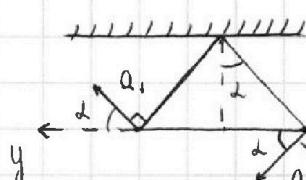
$$(+) \text{O: } a_{0x} = 0 \Rightarrow a_{0x} = a_{Ax} = 0, \text{ значит ускорение шарика } a_2 \text{ направлено}$$

перпендикулярно нити.

Однако, что оно направлено вниз, т.к. шарик с большим массой вверх подлететь не может.

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

2.



Аналогичными рассуждениями для второй нити можно сказать, что ускорение шарика в трёх разах перпендикулярно нити, однако направлена вверх.

Рассмотрим проекции ускорений на ось, т.к. стержень одесктый, то $a_{2y} = a_{1y} \Rightarrow a_2 \cos \angle = a_1 \cos \angle \Rightarrow a_2 = a_1$

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

II ЗКН Ньютона: $N_1 = N_2 = N$

$$0Z: 3mg \sin \angle - N \cos \angle = 3ma_2$$

$$0T: N \cos \angle - mg \sin \angle = ma_2$$

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

$$a_2 = g \frac{\sin \angle}{2} = 10 \cdot \frac{0,6}{2} = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$3 OT: T - N \sin \angle - 3mg \sin \angle = 0$$

$$N = \frac{3m(g \sin \angle - a_2)}{\cos \angle} = \frac{3m}{\cos \angle} g \sin \angle \quad \frac{3}{5} \quad 1 + \frac{3}{8} = \frac{11}{8}$$

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

$$\tan \angle = \frac{0,6l}{\sqrt{l^2 - 0,6^2}} = \frac{0,6}{\sqrt{1 - 0,36}} = \frac{0,6}{\sqrt{0,64}} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} \quad T = \frac{99}{40} mg = 1,98 \cdot 10^2 N$$

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input checked="" type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 7 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

СТРАНИЦА
1 из 2

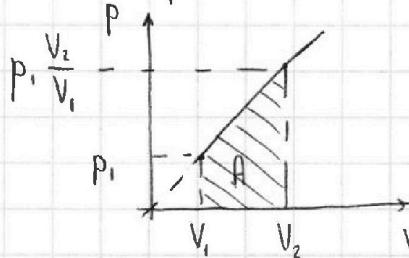
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

$$C_P = \frac{i+2}{2} R = \frac{5}{2} R \text{ - при изодарном процессе}$$

Смотря на график можно сделать вывод, что
 $2 \rightarrow 3$ - изохорный процесс
 $3 \rightarrow 1$ - изодарный процесс

Рассмотрим минимальный процесс; где $P = \lambda V$



$$Q = \Delta U + A$$

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

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

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

$$Q = C \Delta T = \frac{C}{R} \left(P_1 \frac{V_2}{V_1} V_2 - P_1 V_1 \right) = \frac{C}{R} \frac{P_1}{V_1} (V_2^2 - V_1^2)$$

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

$$C = 2R$$

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

$$1 \rightarrow 2: P = \frac{P_2}{V_2} V \Rightarrow \frac{P}{P_0} = \frac{V}{V_0}$$

$$2 \rightarrow 3: \cancel{P_2 V_2 = \lambda R T_2} \quad \frac{P_2}{P_0} \frac{V_2}{V_0} = \frac{\lambda R T_2}{T_0 \lambda R}$$

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

$$P_2 = \frac{V_2}{V_0} P_0$$

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

$$3 \rightarrow 1: P_3 = P_0 \Rightarrow \frac{P_3}{P_0} = 1 \quad \frac{V_2}{V_0} = \left(\frac{T_2}{T_0} \right)^{\frac{1}{2}} = 3 \leftarrow \text{из графика. } \frac{P_2}{P_0} = \frac{V_2}{V_0} = 3$$

$$\cancel{P_3 = \frac{P_0}{V_2} V_2} \quad \cancel{P_3 = \frac{P_0}{V_2} \lambda R T_2} \quad \cancel{P_3 = \frac{P_0}{V_2} \frac{V_2}{V_0} P_0} \quad \cancel{P_3 = \frac{V_2}{V_0} \frac{V_2}{V_0} P_0} = \frac{T_2}{T_0} = \frac{1}{3}$$

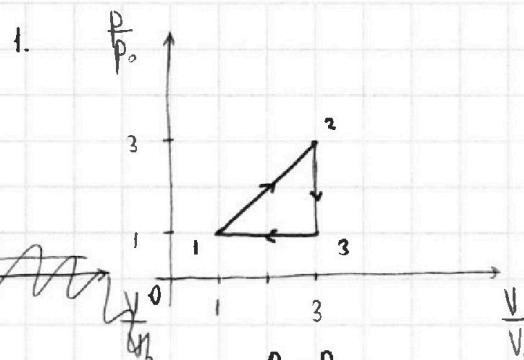
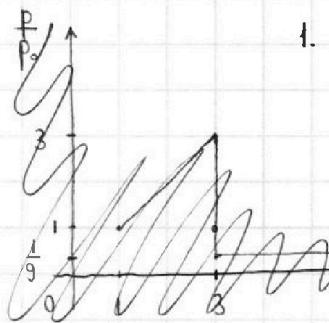


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

- 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!



$$2. \quad A_1 = \frac{P_2 - P_1}{2} (V_2 - V_1) \quad | : p_1 V_1$$

$$\frac{A_1}{p_1 V_1} = \frac{\frac{P_2 - P_1}{2} = \frac{3-1}{2}}{\frac{P_1}{2}} \left(\frac{V_2}{V_1} - 1 \right) = 2$$

$$3. \quad M g H = \frac{N A_1}{2} \Rightarrow H = \frac{N A_1}{2 M g} = \boxed{\frac{N \cancel{2} R T_1}{M g} = 2 \cdot 3 \cdot 270 \cdot 8,31 = 14,5 \cdot 10^3 \text{ Дж}}$$

$$\boxed{\frac{N \cancel{2} R T_1}{M g} \approx 40,2 \cdot 10^5 \mu}$$

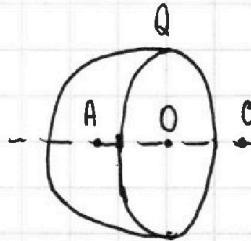


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input checked="" type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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

$$\sum E_{\parallel} = 0$$

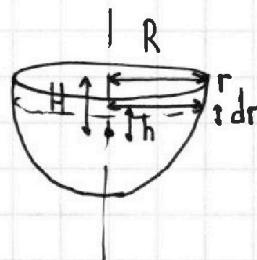
$$\sum E_{\perp} = E$$

$$dE_{\perp} = \frac{k dq}{L^2} \cos \alpha = \frac{k dq}{L^3} h$$

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

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

Разобьем нашу полусферу на тонкие кольца:



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

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

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

$$\text{②} \frac{k dq}{2\pi} \frac{1}{h^2} \frac{1}{(1 + (\frac{R}{H})^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$dq = \sigma 2\pi r dr = \sigma 2\pi \left(\frac{R}{H}\right) h \frac{R}{H} dh \quad \text{③}$$

~~$$\int dq = \sigma 2\pi \int r dr = \sigma 2\pi \int \frac{R}{H} h \frac{R}{H} dh$$~~

$$\text{④} \frac{Q}{R^2} \frac{R}{H} \int dh \cdot \frac{R}{H} = \frac{Q}{H} \int dh$$

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



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

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

Задача:

$$\Psi_A = \Psi_0 + \frac{mV_0^2}{2}$$

$$\Psi_C = \frac{mV_0^2}{2} = \Psi_A$$



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 _

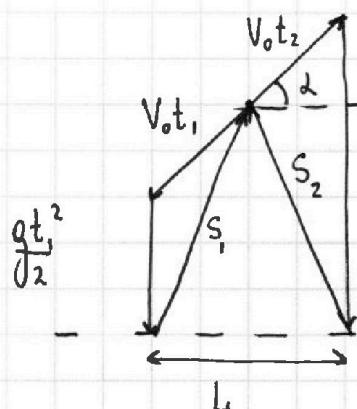
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

1. Задача:

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

2. Если высота максимальная, то скорость куска в данной точке $0 \Rightarrow$ импульс куска 0

$$0 = \frac{m}{2} \vec{V}_o + \frac{m}{2} \vec{V}_i \Rightarrow \vec{V}_o = -\vec{V}_i$$



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

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

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

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

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

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

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

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

L_{\max} при $\alpha = 0$

$$t_1 = \frac{V_o}{g}$$

$$L_{\max} =$$

3

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

5

$$\begin{array}{r} 270 \cdot 8,31 \\ \hline 250 \quad 15 \cdot 3 \\ \hline 50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 270 \\ 8,31 \quad 1224 \\ \hline 27 \quad 2243,7 \\ 81 \quad 6 \\ \hline 1446,22 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2336 \\ 22437 \\ \hline 9 \end{array} \quad \begin{array}{r} 201933 \\ -20 \quad 19 \\ \hline 19 \end{array} \quad \begin{array}{r} 50 \\ 4020030 \\ \hline 224370 \end{array} \quad \begin{array}{r} 216 \\ 224370 \\ \hline 144622 \end{array}$$

$$201933 \quad 8133$$



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.

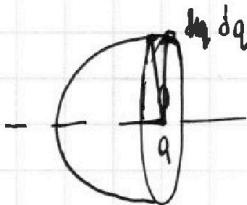
 1 2 3 4 5 6 7СТРАНИЦА
ИЗ

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!

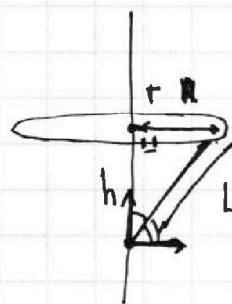
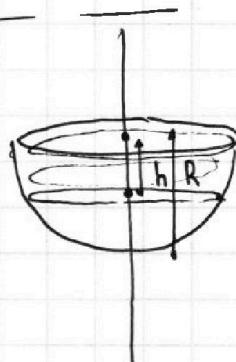
$$\ell_v = \frac{l}{2} R = \frac{3}{2} R \text{ при шоковом процессе}$$

$$\ell_p = \frac{l+2}{2} R = \frac{5}{2} R \text{ при ударном процессе}$$

$$\ell = \ell_v + \frac{R}{\frac{\partial P_2}{\partial V}}$$



$$h = \sqrt{R^2 - (R - R \operatorname{tg} \varphi)^2}$$



$$k dq$$

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

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

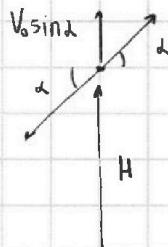
$$dq = d$$

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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!



$$\frac{m(V_0 \sin \alpha)^2}{2} = mgh \Rightarrow 80 + 48 - 240 = 128 - 240 \quad \text{---} \quad \frac{V_0 \chi}{2g} \sqrt{\frac{V_0^2}{2} - 2gH} = \frac{1}{2} \frac{V_0}{g} \sqrt{\frac{V_0^2}{2} - 2gH}$$

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

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

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

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

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

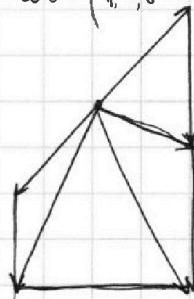
$$t = \frac{\sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} + V_0 \sin \alpha$$

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

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

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

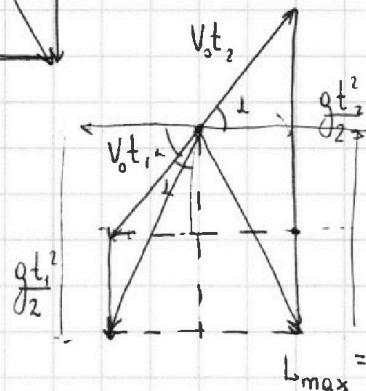
$$L_{\max} = 16 \cdot \cos 2 \left(1,16 \sin \alpha + \frac{\sqrt{16^2 \sin^2 \alpha + 240 + 16 \sin \alpha}}{10} \right)$$



$$4^2 \cdot 4^2 \sin^2 \alpha + \frac{2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 3}{4^2}$$

$$\frac{V_0^2 \sin 2 \alpha}{2g}$$

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



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

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

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

16 cos

$$L_{\max} = V_0 \cos 2 \underbrace{(t_1 + t_2)}_{\max} \quad L_{\max} = V_0 \cos 2 \underbrace{(t_1 + t_2)}_{\max}$$

$$16 \cos 2 \left(3,2 \sin \alpha + 0,4 \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 15} \right)$$

8

$$\frac{16 \cdot 3,2}{7} \sin 2 \alpha + 0,4 \cdot 16 \cos 2 \frac{V_0(t_1 + t_2) \sin \alpha}{\sqrt{16 \sin^2 \alpha + 15}} = \frac{g}{2} (t_2^2 - t_1^2)$$

$$2 \cdot 8 \cdot 3,2 \cos 2 \alpha + 0,4 \cdot 16 \sin 2 \alpha \sqrt{16 \sin^2 \alpha + 15} +$$

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

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

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



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.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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!

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

16 · 3,2

91 + 08

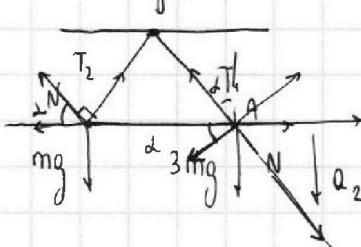
$\alpha = 0^\circ$

~~9 - 01 · 96~~ 35

12 · 8

~~50~~
~~180~~

~~180~~



$$\sin \alpha = \frac{8,0 \cdot 2 \cdot 0,8}{3,6 \cdot 6,0 \cdot 10 \cdot 0,8}$$

$$3mg - T_2 \sin \alpha = ma_2 \sin \alpha m$$

$$T_2 \sin \alpha - mg = ma_2 \sin \alpha m$$

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

$$N - T_2 \cos \alpha = ma_2 \cos \alpha m$$

162
8,31

1620
8,31

$$T_2 = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$3,6 \cdot 8,31 \cdot 2 \pi R$$

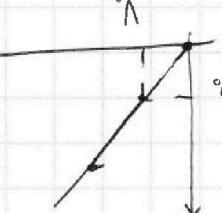
$$\left(\frac{V_2}{V_1} + 1 \right)$$

$$\frac{P_1 V_1}{P_2 V_2} = \frac{1}{2}$$

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

$$\frac{T_2}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\Delta CAT = \frac{R}{V_2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + f$$



$$1620 \cdot 8,31 = P_1 (V_2^2 - V_1^2)$$

$$1200 + 420 = P_1 (V_2^2 - V_1^2)$$

$$270 \cdot 6 = P_1 (V_2^2 - V_1^2)$$

$$C = 2R \frac{dp}{dv}$$

$$C = \frac{2}{3} R + \frac{1}{3}$$

$$(P_2 V_2 - P_1 V_1) = P_1 (V_2^2 - V_1^2)$$

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

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

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