



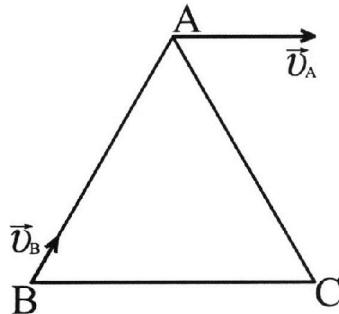
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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



1. Найдите модуль v_A скорости вершины А.

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

Пчела массой $m = 120$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины С.

3. Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.

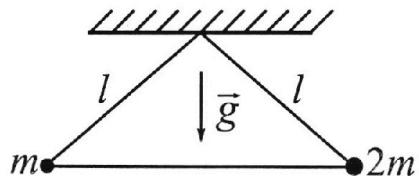
- 2.** Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

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. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Системудерживают так, что шарики находятся 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.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025



Вариант 10-04

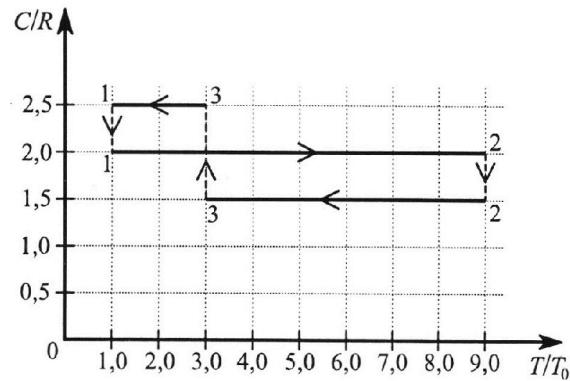
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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

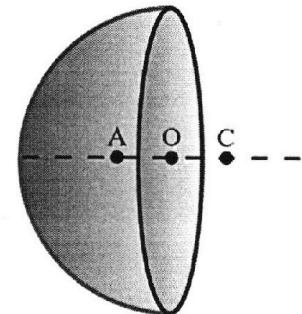
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, где P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400 \text{ кг}$ за $N = 20$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль·К)}$. 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 K .



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.

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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

СТРАНИЦА
1 из 2

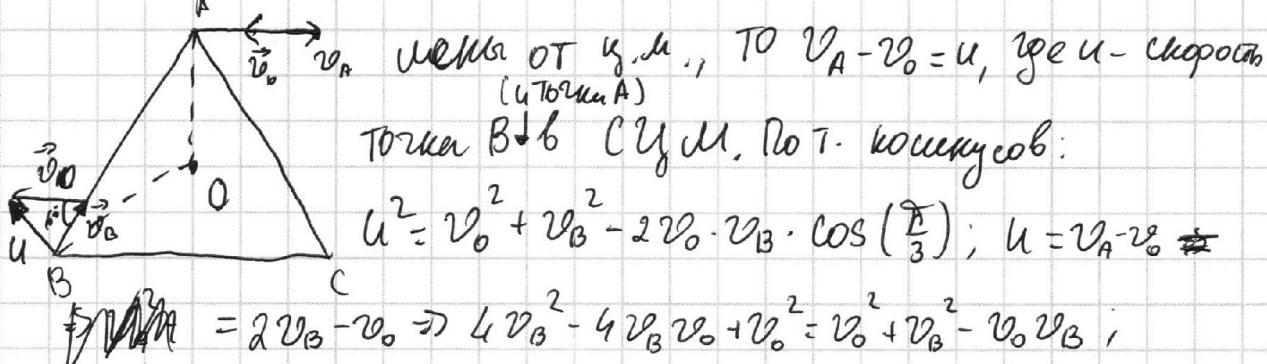
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются **отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

1. В системе нерастяжимой струны AB пластика, какая точка движется вдоль стороны AB с одинаковой скоростью. Тогда

$$v_B = v_A \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) = \frac{v_A}{2} \Rightarrow v_A = 2v_B = 0,8 \text{ м/с.}$$

2. В СЧМ должно происходить вращение относительно

ц.м., т.е. ц.м. - МУС в СЧМ. Т.к. точки A и B равноудалены



$$3v_B^2 = 3v_B \cdot v_0 \Rightarrow v_0 = v_B \Rightarrow u = 2v_B - v_B = v_B. Значит, в СЧМ$$

пластинка вращается относительно ц.м. с угловой скоростью

$$\omega = \frac{v_B}{BO} = \frac{v_B}{\frac{2}{3}a\sqrt{3}} = \frac{v_B \sqrt{3}}{a}. Одн. оборот - 2\pi радиан \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega \gamma = 2\pi; \boxed{\gamma = \frac{2\pi a}{v_B \sqrt{3}}};$$

$$\text{Более } \gamma \approx \frac{2 \cdot 3,14}{1,7} \text{ с} \approx 3,7 \text{ с.}$$

3. Так система отсчета, связанная с пластинкой - инерциальная,

то центр масс этой точки в СЧМ будет ускоряться в НСО. Реша линиями \Rightarrow

$$\text{она погиб никак не придет на движущуюся пластинку} \Rightarrow R = \frac{m \cdot v_B^2}{a \sqrt{3}}$$



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 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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!

$$\textcircled{2} \quad \frac{m v_0^2 \sqrt{3}}{a} = \frac{120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,4 \cdot 0,4 \sqrt{3}}{0,4} H \approx 81,6 \text{ мкН.} \quad (\text{Если } \sqrt{3} \approx 1,7).$$

Ответ: 1. $v_A = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2. $\tau = 3,7 \text{ с}$; 3. $R = 81,6 \text{ мкН.}$

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"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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. По ЗС7: $\frac{mv^2}{2} + mgh = mgH$, где m - масса фризеберка.

$$H = \frac{v^2}{2g} + h = 14,2 \text{ м} + \frac{36}{20} \text{ м} = 16 \text{ м}$$

2. Так как массы склонов равны, то по ЗСЧ они волчат в противоположные стороны с одинаковыми скоростями.

Если нарисовать траектории ~~одинаковых~~ склонов, то можно заметить, что они дополняют друг друга в точке разрыва скорости одинакова и направления ~~одинаковой~~ координатной.

До наработки, Тогда максимальное расстояние равно

$L_{\max} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$, при $\alpha = 45^\circ$, где α - угол наклона склонов на горизонтальную поверхность, v_0 - скорость склонов непосредственно до удара об поверхность. По ЗС7: $\frac{m}{2} \cdot \frac{v_0^2}{2} +$

$$+ \frac{m}{2} \cdot gh = \frac{m}{2} \cdot \frac{v_0^2}{2} \Rightarrow v_0^2 = v_0^2 + 2gh = (400 + 320) \frac{m^2}{s^2} = 720 \left(\frac{m}{s}\right)^2.$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2 + 2g \cdot \left(\frac{v_0^2}{2g} + h\right)}{g} = \frac{720}{10} \text{ м} = 72 \text{ м}$$

~~Однако максимальное расстояние~~

Ответ: 1) $H = 16 \text{ м}$; 2) $L_{\max} = 72 \text{ м}$.

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. Т.к. в начальной момент времени скорости тел равны нулю, то ~~то они не делают сила, создающая ускорение~~ будет тангенциальное, не будет нормальной проекции. Ускорение шарика массой 2кг направлено кривой рельсовой линии, под углом $\alpha = 90^\circ - \beta$, где β - угол между силами и стержнем. $\cos \beta = \frac{L}{2l} = 0,8 \Rightarrow \sin \beta = \cos \beta = 0,8$

2. Запишем основное дифференциальное уравнение ~~движения~~^{момент} относительно точки крепления: $2mg \cdot 0,8l - mg \cdot 0,8l = \frac{d\omega}{dt} \cdot 3ml^2$; $0,8gl = 3l \cdot \frac{d\omega}{dt} \Rightarrow \frac{d\omega}{dt} = \frac{0,8g}{3l}$; ~~на~~ $\frac{d\omega}{dt}$ - угловое ускорение ~~такого~~^{момент} момента.

$$\omega_2 = \frac{d\omega}{dt} \cdot l = \frac{0,8g}{3} = \frac{4}{15}g \approx 0,27g \approx 2,7 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$$

3. Т.к. угловое ускорение шариков должно быть равно, то равны должны быть и тангенциальные ускорения, т.е. радиусы вращения одинаковы. Отсюда ~~из условия~~ $R \cdot g \cdot \sin \beta = m \cdot \alpha \cdot R$

на оси, перпендикулярные к траектории, получаем: $\frac{R \cdot g \cdot \sin \beta - mg \cos \beta}{m} =$

$$= \frac{2mg \cos \beta - R \cdot g \sin \beta}{2m}; \cos \beta = \sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \sin \beta = 0,6;$$

$$0,8 \cdot 2mg - R \cdot 0,6 = 2R \cdot 0,6 - 2mg \cdot 0,8; 3R \cdot 0,6 = 4mg \cdot 0,8; R = \frac{4mg}{3 \cdot 0,8} = \frac{16}{3} \frac{mg}{g} = 16 \text{ см}. \text{ В соответствии с обозначениями в условии } T = R \Rightarrow$$

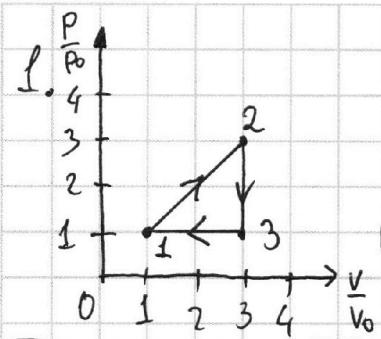
$$T = \frac{16}{3}mg = 1,6 \text{ кН}. \text{ Ответ: } 1. \alpha = 0,8; 2. \omega_2 \approx 2,7 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}; 3. T = 1,6 \text{ кН}.$$

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"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!



В Т.1 давление p_0 и объем $V_0 \Rightarrow$

\Rightarrow её координата - $(1; 1)$

Процесс 1-2 - политропический.

Уравнение политропы: $pV^n = \text{const}$, где

$n = \frac{C - C_p}{C - C_v}$, где $C_v = \frac{3}{2}R$, т.к. газ однодатомичный $C_p = \frac{5}{2}R$. Тогда

$$n = \frac{\frac{2R}{2R} - \frac{5}{2}R}{\frac{2R}{2R} - \frac{3}{2}R} = -\frac{1 \cdot 2}{2 \cdot 1} = -1 \Rightarrow pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow p \propto V. \text{ В состоянии}$$

(2) давление равно p_0 , а объем - kV_0 , где k - некоторый коэффициент, а температура - gT_0 . Тогда $k^2 \cdot p_0 V_0 = g^2 R T_0$, $g^2 R T_0 = p_0 V_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow k = 3 \Rightarrow$ состояние (2) - точка (3; 3).

Процесс 2-3 также политропический с теплоёмкостью $C = C_v = \frac{3}{2}R \Rightarrow$

\Rightarrow процесс 2-3 - изобарико-изохорический, идёт до температуры $3T_0$.

Тогда если в состоянии (3) давление равно p_3 , то $p_3 \cdot 3V_0 = 3^2 R T_0 \Rightarrow$

$\Rightarrow p_3 = p_0$. Тогда Т.3 имеет координаты (3; 1). Процесс 3-1 - изобарико-изотермический, и ведёт в точку (1; 1). График представлен в левом углу.

2. Работа - проходит под графиком $P(V) \Rightarrow A_1 = \frac{2p_0 \cdot 2V_0}{2} = 2p_0 V_0 = 2g^2 R T_0 = 24930 \text{ Дж.}$

3. Из условия следует, что полная работа, совершенная некоторым рабочим $A = \frac{V \cdot A_1}{2} = 249300 \text{ Дж.}$ Тогда, т.к. $A = MgH$, то $H = \frac{A}{Mg} \quad \text{?}$

(Если барометр и груз обозначены в одинаковом масштабе, то $H = \frac{V \cdot 2g R T_0}{2 \cdot Mg} = \frac{N \cdot 2g R T_0}{Mg} = \frac{N \cdot 2g R T_0}{N g} = 2g R T_0$)



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

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

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!

$$\textcircled{2} \quad \frac{249300 \text{Дж} \cdot \text{к}^2}{400 \text{к}^2 \cdot 10 \text{Н}} = \cancel{14925 \text{д.}} \quad 62,325 \text{ д.}$$

Ответ: 2) $A_1 = 24930 \text{ Дж}$; 3) $H = 62,325 \text{ д.}$



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!

1. Рассмотрим потенциал в точке A равен φ_A , а в точке C - φ_C . Потенциал в точке O равен $\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R}$, т.к. все точки полусфера равноделены от ц.о. По ЗЧ: $q \cdot \varphi_A = k \Rightarrow \varphi_A = \frac{k}{q}$. Так же по ЗЧ:

$$\cancel{K = \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} + \frac{mV_0^2}{2}} \Rightarrow V_0^2 = \frac{2K}{m} - \frac{qQ}{2m\pi\epsilon_0 R} \Rightarrow \\ \Rightarrow V_0 = \boxed{\sqrt{\frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{2m\pi\epsilon_0 R}}}$$

2. Рассмотрим сферу, заряженную с такой же концентрической плотностью, что и данная нам полусфера. Т.к. точки A и C равноделены от центра сферы, а потенциал в центре равен потенциальному любой точке внутри сферы, то применим суперпозицию: $\frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R} = \varphi_C + \varphi_A \Rightarrow \varphi_C = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 R} - \frac{k}{q}$.

$$\text{По ЗЧ: } K = q\varphi_C + \frac{mV_c^2}{2}; K = \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R} - k + \frac{mV_c^2}{2};$$

$$\frac{mV_c^2}{2} = 2K - \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}; V_c^2 = \frac{1}{m} \cdot \left(4K - \frac{qQ}{\pi\epsilon_0 R} \right) = \frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{2m\pi\epsilon_0 R};$$

$$V_c = \boxed{\sqrt{\frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{2m\pi\epsilon_0 R}}}$$

$$\text{Объем: } 1. V_0 = \boxed{\sqrt{\frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{2m\pi\epsilon_0 R}}}; \quad \cancel{\boxed{\sqrt{\frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{2m\pi\epsilon_0 R}}}}$$

$$2. V_c = \boxed{\sqrt{\frac{4K\pi\epsilon_0 R - qQ}{2m\pi\epsilon_0 R}}}$$



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

6

7

СТРАНИЦА
— ИЗ —

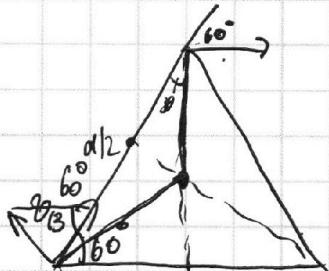
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



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

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!



$$V_A \cdot \cos 60^\circ = V_B ; \frac{V_A}{2} = V_B ; V_B = 2 V_0 = 0,8 \text{ m/s.}$$

$$\vec{V}_c = \frac{\sum m_i \vec{v}_i}{\sum m_i}$$

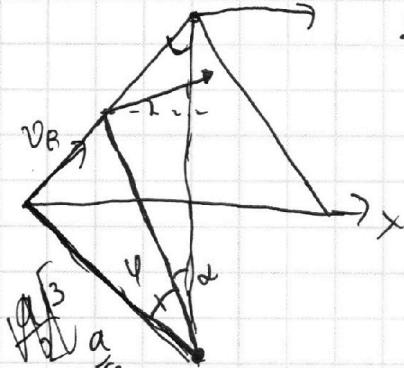
$$V_x = \frac{\sum m_i V_{x,i}}{\sum m_i} = \sin 30^\circ = \frac{a}{2x} =$$

$$\frac{U_{13}}{x} = \frac{w_B}{g} \Rightarrow \frac{\sum m_i}{\frac{g}{x}} = ?$$

$x = \frac{g}{2 \cdot f_3} = \frac{g}{f_3}$

$\overbrace{\quad\quad\quad}^{2720 - 72} = 72$

$$2v_B - v_c = v_B .$$



~~11~~
1160^o

$$w = \frac{v_3 \sqrt{3}}{a}$$

$$\gamma = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\pi a}{v_0 \sqrt{3}} \approx$$

$$= \frac{2 \cdot 3 \cdot 0.1}{0.1 \cdot \sqrt{3}} \approx 2\sqrt{3} =$$

$$= 3,4 \text{c.}$$

$$4v_B^2 - 4v_B v_c + v_c^2 = v_{Bc}^2 + v_c^2 - 2v_B v_c \cdot \frac{1}{2}$$

$$3v_B^2 = 3v_B \cdot v_c \Rightarrow v_c = v_B$$

$$3V_B^2 = 3V_B \cdot V_C \Rightarrow V_C = V_B$$

$$R = \frac{m v_B^2 \sqrt{3}}{a} = 120 \text{ kN} \cdot \frac{0,12 \cdot 0,16 \cdot \sqrt{3}}{0,4 \cdot 0,4} = \frac{6}{1,20} \text{ kN} = 5$$

$$= 0,048 \sqrt{3} \approx \frac{2 \cdot 3,14}{1,7} = 0,048$$

$$\frac{1}{1,7} \quad 6,25 \quad 3,6172$$

$$\begin{array}{r} 336 \\ - 68 \\ \hline 540 \end{array}$$

$$0,08 \cdot 1,6 \text{ } \mu\text{H} = 81,6 \text{ } \mu\text{H}.$$

$$\begin{array}{r} -1020 \\ \hline 1620 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40 \\ -30 \\ \hline 100 \\ -50 \\ \hline 50 \end{array} \quad \left| \begin{array}{r} 15 \\ 0,25 \end{array} \right.$$

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!

$$T_1 = 300 \text{ K}$$

$$C = 2R$$

$$pV^{\gamma} = \text{const} \Leftrightarrow$$

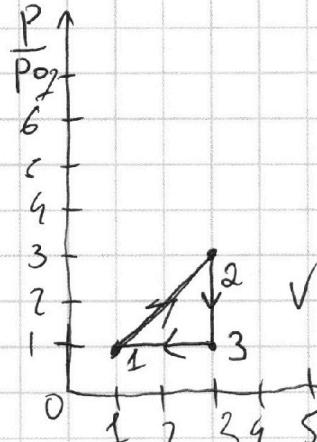
\Rightarrow

$$\frac{\Delta p}{2R - \frac{3}{2}R} =$$

$$= \frac{1^2}{2-1} = 1 \Rightarrow p \sim V$$

$$p_0 V_0 = \gamma R T_0$$

$$p_0 V_0 = \gamma R T_0 \Rightarrow \gamma = 3$$



831

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 30 \\ \hline 24930 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24930 \\ -2 \\ \hline 4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 12465 \\ -2 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 12465 \\ -4 \\ \hline 8 \end{array} \quad \begin{array}{r} 13 \\ -12 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$3 p_0 V_0$$

$$p_0 V_0 = \gamma R T_0$$

$$p \cdot 3 V_0 = \gamma R \cdot 3 T_0$$

$$p = p_0$$

$$A_1 = \frac{2 p_0 \cdot 2 V_0}{2} = 2 p_0 V_0 = 2 \gamma R T_0 = 10 \cdot 831 \cdot 300 = 24930 \text{ Dk.}$$

$$A = N \cdot \frac{A_1}{2} = 124650 \text{ Dk.}$$

$$A = M g H \Rightarrow H = \frac{A}{Mg} = \frac{124650}{400 \cdot 10} = \begin{array}{r} 12465 \\ -1200 \\ \hline 465 \end{array} \quad \begin{array}{r} 400 \\ -31,1625 \\ \hline 1625 \\ -1625 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24930 \\ -240 \\ \hline 62,325 \\ -93 \\ \hline 80 \\ -130 \\ \hline 120 \\ -100 \\ \hline 80 \\ -200 \end{array}$$

$$H + \sqrt{\quad}$$

$$\begin{array}{r} 12465 \\ -1200 \\ \hline 465 \\ -400 \\ \hline 65 \\ -60 \\ \hline 50 \\ -50 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 2500 \\ -2400 \\ \hline 1000 \\ -800 \\ \hline 2000 \\ -2000 \\ \hline 0 \end{array} \quad \begin{array}{r} 6 \\ 0 \end{array}$$



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**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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

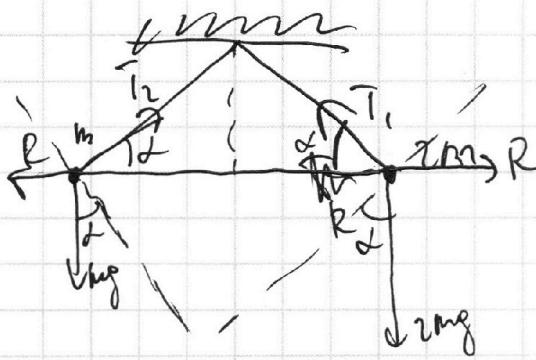
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!

$$L_1 = \frac{fg\alpha \pm \sqrt{\frac{3}{8}g^2 + \frac{4}{3}\alpha^2}}{f^2\sqrt{1-\alpha^2}}, \omega_0 = \omega_0 \cdot \frac{f\alpha \pm \sqrt{g + g^2\alpha^2 + 4}}{\sqrt{5} \cdot (f\alpha^2 + 4)}; \frac{\omega_0}{\sqrt{5}} \cdot \left(\frac{1 + \sqrt{g + \frac{4\omega_0^2}{f^2\alpha^2}}}{f\alpha^2 + 4} \right)$$

$$f\alpha = \beta$$

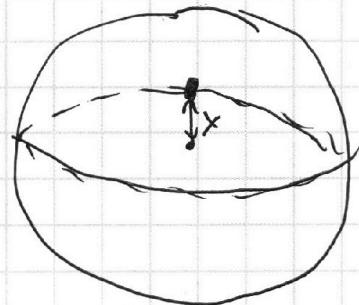
$$\text{тогда } \frac{\beta + \sqrt{g\beta^2 + 4}}{\beta^2 + 1}$$

$$\frac{\beta\sqrt{g\beta^2 + 4}}{g} = \frac{100}{10}$$



$$\frac{2mg\cos\alpha + R\sin\alpha}{2m} = R\cdot\sin\alpha - mg$$

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R}; \quad \frac{kQ}{R} \neq R$$



$$\frac{kQ}{R} = \varphi_A + \varphi_c \quad q_A = k.$$

$$\frac{kQ}{R} = \varphi_A + \varphi_c$$

$$\frac{16kQ}{9\pi R^2 \epsilon_0} = \frac{k}{r} + \varphi_c$$

$$q_A = \frac{kQ}{R} + mV_0^2$$

$$L_1 = \frac{\omega_0}{\sqrt{5}} \cdot \left(\dots \right)$$

$$\frac{16 \cdot \frac{9k}{\pi} \cdot \frac{60^3}{10^3}}{1000 \cdot 9} = 1,6 \text{ H}$$

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**.

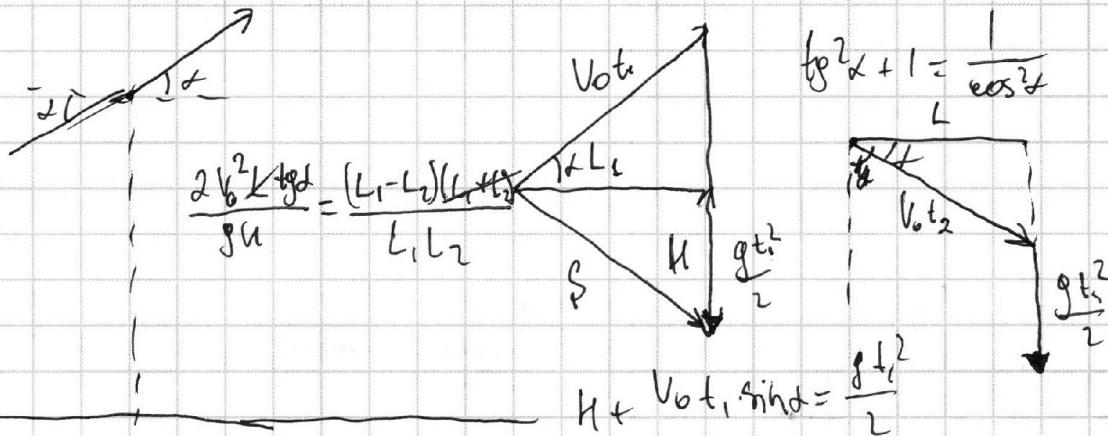


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$Mgh_0 + \frac{MV^2}{2} = Mgh \Rightarrow h = h_0 + \frac{V^2}{2g} = 14,2 + \frac{\frac{gL_1^2}{2V_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha + 1)}{2 \cdot 10} = 14,2 + 1,8 = 16 \text{ м}$$



$$h + L_1 \operatorname{tg}\alpha = \frac{g \cdot L_1^2}{2 V_0^2} (\operatorname{tg}^2\alpha + 1).$$

$$L_1 \operatorname{tg}\alpha = \frac{g L_1 h}{2 V_0^2 \cdot L_2} - h.$$

$$\frac{L_1 - L_2}{L_2} = \frac{2 V_0^2}{g h} \cdot \left(\frac{g L_1 h}{2 V_0^2 \cdot L_2} - h \right)$$

$$h + L_1 \operatorname{tg}\alpha = \frac{g L_1^2}{2 V_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha + 1)$$

$$L_2 \operatorname{tg}\alpha + \frac{g L_1^2}{2 V_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha + 1) = h.$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{L_1^2 \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha + 1) - h}{h - L_2^2 \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha + 1)}$$

$$h \cdot (L_1 + L_2) = L_2 L_1 \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha + 1) \cdot [L_1 + L_2]$$

$$\operatorname{tg}^2\alpha + 1 = \frac{h}{L_2 L_1}$$

$$\operatorname{tg}^2\alpha = \frac{h - L_1 L_2}{L_1 L_2}$$

$$(L_1 + L_2) \operatorname{tg}\alpha = \frac{g h}{2 V_0^2} \cdot \left(\frac{L_1}{L_2} - \frac{L_2}{L_1} \right)$$

$$V_0 t_1 \cdot \cos\alpha = L_1$$

$$V_0 t_2 \cdot \cos\alpha = L_2$$

$$V_0 t_2 \cdot \sin\alpha + \frac{g t_2^2}{2} = h$$

$$L_2 \operatorname{tg}\alpha = \frac{g L_2^2}{2 V_0^2} (\operatorname{tg}^2\alpha + 1) = h.$$

$$\frac{2 V_0^2 L_1}{g} \cdot \operatorname{tg}\alpha = L_1^2 \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha + 1) - h$$

$$\frac{2 V_0^2 L_2}{g} \cdot \operatorname{tg}\alpha = -L_2^2 \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha + 1) + h.$$

$$L_1 = \frac{\operatorname{tg}\alpha \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2\alpha + \frac{4}{5} g^2 + \frac{4}{5}}}{2 \cdot \frac{g}{V_0^2}}$$

$$h L_1 - L_2 L_1 \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha + 1) = L_2 L_1 \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha + 1) - L_2 h.$$

$$\frac{L_1 - L_2}{L_2} = L_1 - \frac{2 V_0^2 h}{g}$$

I-



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!

$$gL_1(L_2 - L_1) = \frac{2V_0^2 H}{fg^2 + s} ; gL_1^2 - gL_1 \cdot L + \frac{2V_0^2 H}{fg^2 + s} = 0.$$

$$L_1 = L_1^2 - L_1 \cdot L + \frac{2V_0^2 H}{g \cdot (fg^2 + s)} = 0$$

$$L_1 = L \pm \sqrt{L^2 - \frac{2V_0^2 H}{g(fg^2 + s)}}$$

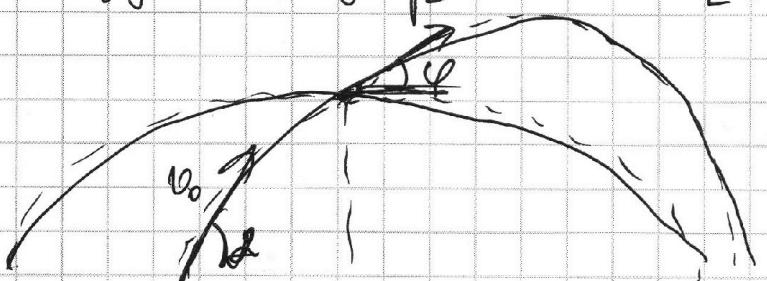
$$\frac{8 \cdot 1000 \cdot 16}{10 \cdot (fg^2 + s)} = \frac{60}{30} \text{ (3)}$$

$$\frac{V_0}{x} = \frac{V_A}{g} \Rightarrow V_A = V_B.$$

$$L + \sqrt{L^2 - \frac{8V_0^2 H}{g(fg^2 + s)}} = L + fg + 2H + \frac{L^2 fg^2 + 4HL \cdot (fg + s) H^2}{fg^2} = 1,6$$

$$fg + L + fg \cdot \sqrt{L^2 -}$$

$$L = \frac{V_0 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$



$$\begin{aligned} & 1 \\ & 2 \\ & 3 \\ & 4 \\ & 5 \\ & 6 \\ & 7 \end{aligned}$$

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

$$m \cdot \frac{m \cdot V_0^2}{2} + mgh = \frac{m \cdot V_0^2}{2}, V_0^2 = V_0^2 + 2gh = 100 + 320 = 720 \left(\frac{m}{s}\right)^2$$

$$V_0 \cdot L_{max} = \frac{720}{10} = 72 \text{ м.}$$

$$\frac{V_0 \sin 2\alpha}{g} = \frac{720}{10} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 72 \cdot \cos \varphi; \cos \varphi = \frac{720 \cdot 2}{400 \cdot 4} = \sqrt{\frac{1440}{1600}} = \frac{\sqrt{1440}}{40}$$

$$\begin{array}{r} 6281170 \\ -510369 \\ \hline 1180 \\ -1020 \\ \hline 1600 \\ -1530 \\ \hline 90 \end{array}$$

$$\begin{aligned} & 1 \\ & 2 \\ & 3 \\ & 4 \\ & 5 \\ & 6 \\ & 7 \end{aligned}$$

$$\frac{V_0 \sin 2\alpha}{g} = V_0 \sin \alpha - \frac{s}{2}$$

$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$81,6 \cdot 10^{-6} \text{ с.}$$

I-

I-

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"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

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!

$$U + L_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{g L_1^2}{2 V_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) \quad (1)$$

$$L_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{g L_2^2}{2 V_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = U. \quad (2)$$

$$\frac{2 V_0^2 L_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha}{g} = g L_1^2 \cdot (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) - \frac{2 V_0^2 U}{g} \quad L_1, L_2, \operatorname{tg} \alpha.$$

$$\frac{L_1}{L_2} = \frac{g L_1^2 \cdot (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) - 2 V_0^2 U}{2 V_0^2 U - g L_2^2 \cdot (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)}$$

$$2 V_0^2 U L_1 - g L_2^2 L_1 (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) = g L_2 L_1^2 \cdot (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) - 2 V_0^2 U L_2$$

$$2 V_0^2 U \cdot (L_1 + L_2) = g L_1 L_2 \cdot (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) [L_1 + L_2]$$

$$\operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = \frac{2 V_0^2 U}{g L_1 L_2} ; \quad U + L_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha = \frac{L_1 U}{L_2} \quad (L_1 \neq 0)$$

$$U \in \mathbb{R} \quad L_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + \frac{L_1}{L_2} U = U.$$

$$U \in \mathbb{R} \quad L_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha = U \cdot \left(\frac{L_1 - L_2}{L_2} \right) \quad L = L_1 + L_2$$

$$(L - L_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha = U \cdot \left(\frac{L - 2 L_2}{L_2} \right) \quad L_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha = U \cdot \left(\frac{L - L_1}{L - L_1} \right)$$

$$L L_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha - L_1^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha = 2 U L_1 - L U.$$

$$L_1^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha - (L \cdot \operatorname{tg} \alpha - 2 U) \cdot L_1 - L U = 0.$$

$$L_1 = \frac{L \cdot \operatorname{tg} \alpha - 2 U + \sqrt{L^2 \operatorname{tg}^2 \alpha - 4 U L \cdot \operatorname{tg} \alpha + 4 U^2 + 4 U L}}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha}.$$