



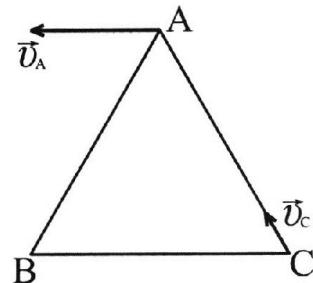
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025**



**Вариант 10-01**

*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  $v_A = 0,4$  м/с, а скорость  $\vec{v}_C$  вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника  $a = 0,2$  м.



1. Найдите модуль  $v_C$  скорости вершины C.
2. За какое время  $\tau$  пластина в системе центра масс совершил три оборота?

Пчела массой  $m = 100$  мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

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

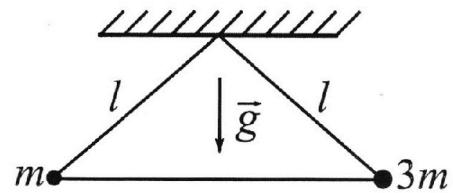
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 8$  м фейерверк находился через  $\tau = 0,8$  с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

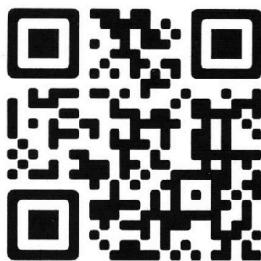
На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью  $V_0 = 20$  м/с. Направление вектора  $\vec{V}_0$  скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

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

3. Два шарика с массами  $m = 0,1$  кг и  $3m$  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  $\alpha$  с горизонтом образует вектор  $\vec{a}_1$  ускорения шарика массой  $m$  сразу после освобождения системы? В ответе укажите  $\sin \alpha$ .
2. Найдите модуль  $a_1$  ускорения шарика массой  $m$  сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.
3. Найдите модуль  $T$  упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

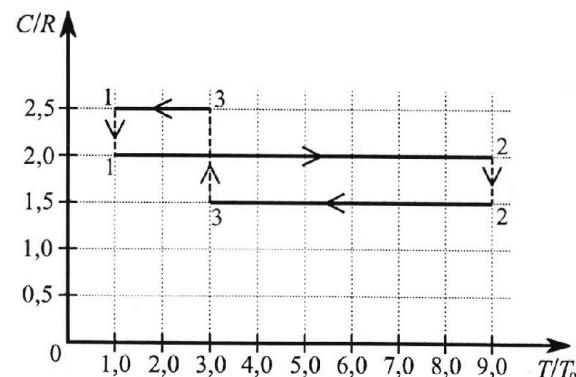
## Вариант 10-01



*В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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

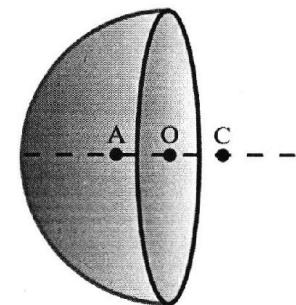
- Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.



- Какое количество  $Q_1$  теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?
- На какую высоту  $H$  подъемник медленно переместит груз массой  $M = 150 \text{ кг}$  за  $N = 10$  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 полусфера 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  $q$ . В точке О частица движется со скоростью  $V_o$ .



- С какой скоростью  $V$  частица движется на большом по сравнению с  $R$  расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
- Найдите скорость  $V_c$ , с которой частица движется 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.



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

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!

Задача 1

Дано:

$$\omega_A = 0,4 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

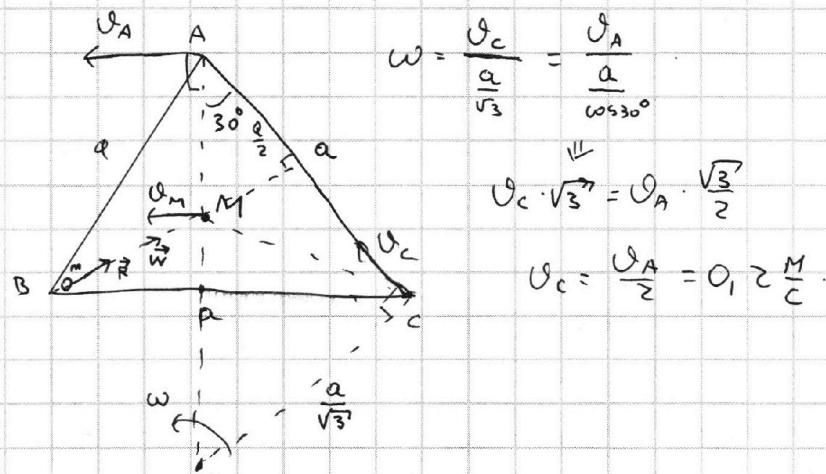
$$a = 0,2 \text{ м}$$

$$m = 0,1 \text{ кг} \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$\omega_c - ?$$

$$T - ?$$

$$R - ?$$



$$\omega = \frac{\omega_c}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\omega_A}{\frac{a}{\sqrt{3}}}$$

$$\omega_c \cdot \sqrt{3} = \omega_A \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\omega_c = \frac{\omega_A}{2} = 0,2 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

мгновенный центр скоростей

точка М - центр масс треугольника, находящаяся в  
центре равностороннего треугольника ABC.

$$\text{Из геометрии: } AM = \frac{a}{2} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$OM = AO \cdot AM = \frac{a}{\sqrt{3}} \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{a \cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{\omega_m}{OM} = \frac{\omega_c}{\frac{a}{\sqrt{3}}} \Rightarrow \omega_m = \omega_c \cdot \frac{OM}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\omega_c}{\frac{a}{\sqrt{3}}} \cdot \omega_c = \omega_c$$

Перейдем в CO центра масс:

В реи, т.к. на центр масс не действуют  
внешние силы, пластинка будет вращаться  
вокруг точки M, и у всех точек в ней CO

будут равные скорости.

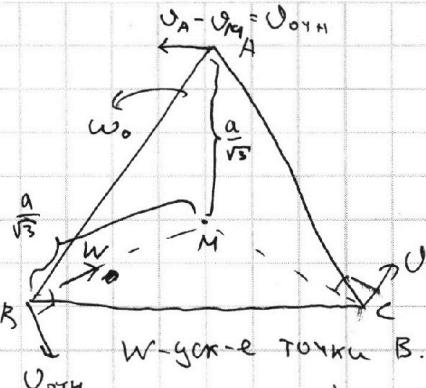


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" 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  
2 ИЗ 3

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



$$\omega_0 = \frac{U_{\text{отн}}}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3} U_{\text{отн}}}{a}$$

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{3}(U_A - U_M)}{a}$$

$$T = 3T, T - \text{период вращения}$$

плоскости в CO центра масс.

$$T = 3 \cdot \frac{2\pi}{\omega_0} = \frac{6\pi}{\omega_0} = \frac{6\pi \cdot a}{\sqrt{3}(U_A - U_M)} =$$

T.k.  $U_M = U_C$ , что мы доказали ранее,

$$T = \frac{6\pi a}{\sqrt{3}(U_A - U_C)} = \frac{6\pi \cdot 0,2m}{\sqrt{3}(0,4 - 0,2)m} (c) =$$

$$= \frac{6\pi \cdot 0,2}{\sqrt{3} \cdot 0,2} (c) = \frac{6\pi}{\sqrt{3}} (c) = \frac{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} \cdot 2\pi}{\sqrt{3}} (c) = 2\sqrt{3}\pi (c)$$

$$T = 2 \cdot 1,73\pi (c) = 3,46\pi (c) \approx 10,86 \text{ c}$$

T.k. CO центра масс изолирована, то движение

если мы найдем чистое движение B в CO,

то таким же оно и будет в 1CO.

$$W = \frac{U_{\text{отн}}^2}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3} U_{\text{отн}}^2}{a}$$

т.к. на центр масс нет внешних сил в процессе



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

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!

По II з-ку Квотока,  $\vec{R} = m\omega \vec{m}\vec{\omega}$

$$R = m\omega = m \frac{\sqrt{3} \omega_0 r_{\text{ин}}}{a} = \frac{m\sqrt{3} (\omega_A - \omega_M)^2}{Q}$$

$$R = \frac{m\sqrt{3} (0,4 - 0,2)^2}{0,2} \quad \text{(H)} \quad \cancel{\text{100}}$$

$$R = \frac{m\omega_0 \frac{0,1 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,2^2}{0,2 \cdot 10^3}}{10^3} \text{ (H)} = \frac{0,1 \cdot 0,2 \cdot \sqrt{3}}{10^3} \approx 1,73 \cdot 0,1 \cdot 0,2 \text{ (H)} =$$

$$= 1,73 \cdot \frac{1}{10^4} \cdot 0,2 \text{ (H)} = \frac{1,73 \cdot 0,2}{10^3} \text{ (н-H)} = \frac{173 \cdot 2}{10^4} \text{ (н-H)}$$

$$R = \frac{346}{10^4} \text{ (н-H)} = 34,6 \text{ н-H} = \cancel{34,6 \cdot 10^{-8}} \quad 34,6 \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

Ответ:  $\omega_c = 0,2 \text{ rad/s}$ ;  $T \approx 10,86 \text{ с} = \cancel{R \approx 34,6 \cdot 10^{-8} \text{ A}}$

$$R \approx 34,6 \cdot 10^{-6} \text{ H}$$

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**.








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!

### Задача 2

Дано:

$$h = 8 \text{ м}$$

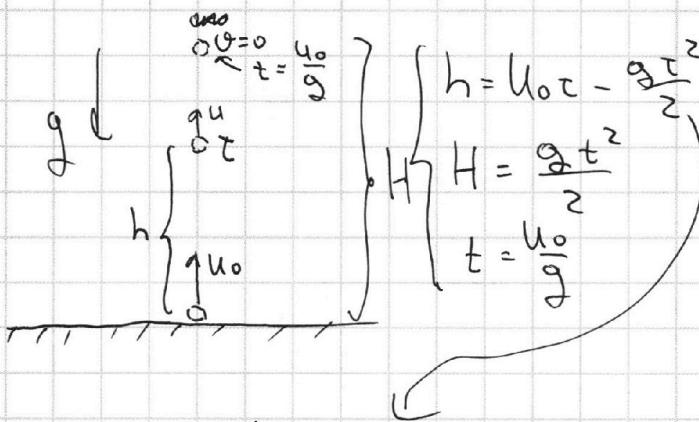
$$t = 0,8 \text{ с}$$

~~$V_0 = 20 \text{ м/с}$~~

~~$\frac{V_0}{g} = \frac{20}{10} = 2 \text{ м/с}^2$~~

$L_{\max}$  - ?

$H$  - ?



Дано:  $U_0 t = h + \frac{g t^2}{2}$

$$U_0 = \frac{h}{t} + \frac{g t}{2} = \frac{8}{0,8} + \frac{10 \cdot 0,8}{2} = 10 + 4 = 14 \text{ м/с}$$

$$t = \frac{U_0}{g} = \frac{14}{10} = 1,4 \text{ с}$$

$$H = \frac{g t^2}{2} = \frac{10 \cdot 1,4^2}{2} = 5 \cdot \left(\frac{14}{10}\right)^2 = \frac{5 \cdot 196}{100} = 9,8 \text{ м}$$

~~$H = \frac{5 \cdot 196}{100} = \frac{196}{20} = \frac{98}{10} = 9,8 \text{ м}$~~

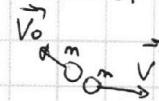
\*~~Но высота точки траектории~~

Высшая точка траектории:

до взрыва:



после взрыва:



$$\text{Знач: } 0 = m V_0 + m V_1 \Rightarrow V_0 = -V_1$$

$$V_1 = V_0$$

~~Разбрасывание~~  $\Rightarrow$  осколки разлетаются с одинаковыми расстояниями скоростями.



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

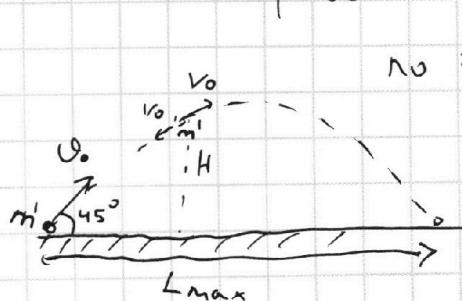
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

Потому, приведем аналогично, как будто бы мы бросаем мячик с ~~горизонтальной~~ горизонтальной поверхности, и он летит по параболе (из-за доказательного равенства в теор. ск-тий)  
 (осколков, их траектории можно „спинуть“ в одну параболу, будто бросок происходит с горизонтальной поверхности)

Тогда, т.к. расстояние  $L_{\max}$  должно быть максимальным, то парабола должна быть такой, будто бы мы бросаем под углом  $45^\circ$  ( $L = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \rightarrow \max, \text{ когда } \alpha = 45^\circ$ ,  $L_{\max} = \frac{V_0^2}{g}$ )

$V_0$  - скорость, которая была бы при физической гравитации на конец параболы.



$$\text{по ЗС: } m \frac{\frac{1}{2} V_0^2}{2} = m \frac{\frac{1}{2} V_0^2}{2} + m g H$$

$$V_0^2 = V_0^2 + 2gH = 20^2 + 2 \cdot 10 \cdot 9,8 = \\ = 400 + 196 = 596 \frac{m^2}{s^2}$$

$$V_0 = \sqrt{596} \frac{m}{s}$$

$$L_{\max} = \frac{V_0^2}{g} = \frac{596}{10} = 59,6 \text{ м} . \quad \text{Ответ: } H=9,8 \text{ м; } L_{\max}=59,6 \text{ м}$$



- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input checked="" type="checkbox"/> 3 | <input 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!

Задача 3.

Дано:

$$M = 0,1 \text{ кг}$$

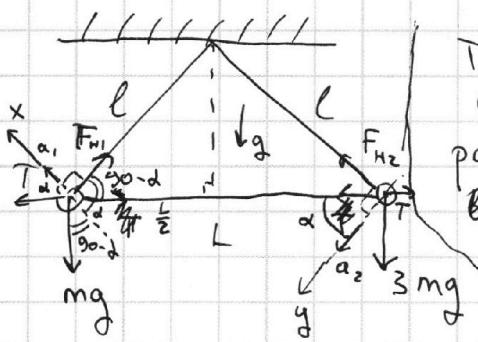
$$L = 1,6l$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\frac{d \rightarrow}{\sin \alpha - ?}$$

$$a_1 - ?$$

$$T - ?$$



т.к. касательная

скорость шариков равна нулю, то

всегда сразу после отпускания системы, то нормальный компонент

ускорения будет отсутствовать, т.к. ота завязана на скорость ( $a_n = \frac{\omega^2}{R_{\text{кр}}} \cdot r$ ).

Значит, будет только касательный компонент, которая направлена перпендикулярно нити, т.к. ота прикреплена и шарик движется

по окружности в горизонтальном направлении вокруг точки

крепления нити (нить нерастяжима).

$$\text{Из рисунка: } \cos(90^\circ - \alpha) = \frac{l}{2r} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{l}{2r} = \frac{1,6l}{2l} = 0,8$$

Аналогично и уск-е второго шарика направлено

перпендикулярно нити.

т.к. в касательной молоть угол  $\alpha$  не меняется, то проекции ускорений шариков

на стержень равны.  $\Rightarrow a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \alpha \Rightarrow a_1 = a_2 = a$



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

II 3-я Ньютона:

$$Ox: \left. \begin{array}{l} ma = T \cos \alpha - mg \sin \alpha \\ 3ma = 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha \end{array} \right\} \quad (1)$$

⊕

$$Oy: \left. \begin{array}{l} 3mg \cos \alpha = 3mg \cos \alpha - T \sin \alpha \end{array} \right\} \quad (2)$$

$$4ma = T \cos \alpha - mg \sin \alpha + 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha$$

$$4ma = 2mg \sin \alpha \Rightarrow 2a = g \sin \alpha$$

$$a = \frac{g \sin \alpha}{2} = a_1.$$

$$a_1 = \frac{10 \cdot 8}{10 \cdot 2} = 4 \text{ м/с}^2$$

$$(1): ma = T \cos \alpha - mg \sin \alpha \Rightarrow T \cos \alpha = ma + mg \sin \alpha$$

$$T = \frac{ma}{\cos \alpha} + mg \tan \alpha$$

$$T = m \left( \frac{a}{\cos \alpha} + g \tan \alpha \right) = m \left( \frac{g \sin \alpha}{2 \cos \alpha} + g \tan \alpha \right)$$

$$T = m \left( \frac{g}{2} + g \tan \alpha \right) = mg \tan \alpha \cdot \frac{3}{2} = \frac{3}{2} mg \tan \alpha.$$

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \stackrel{\text{no OTT}}{=} 0,6 \quad (\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha})$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{8}{10 \cdot 6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}.$$

$$T = \frac{3}{2} mg \tan \alpha = \frac{3}{2} \cdot 0,1 \cdot 10 \cdot \frac{4}{3} = 2 \cdot 0,1 \cdot 10 = 20 \cdot 0,1 = 2 \text{ H}$$

Ответ:  $\sin \alpha = 0,8$ ;  $a_1 = 4 \text{ м/с}^2$ ;  $T = 2 \text{ H}$

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

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!

Задача 4.

Дано:

$$V = 2 \text{ моль}$$

$$T_0 = 300 \text{ К}$$

$$M = 150 \text{ кг}$$

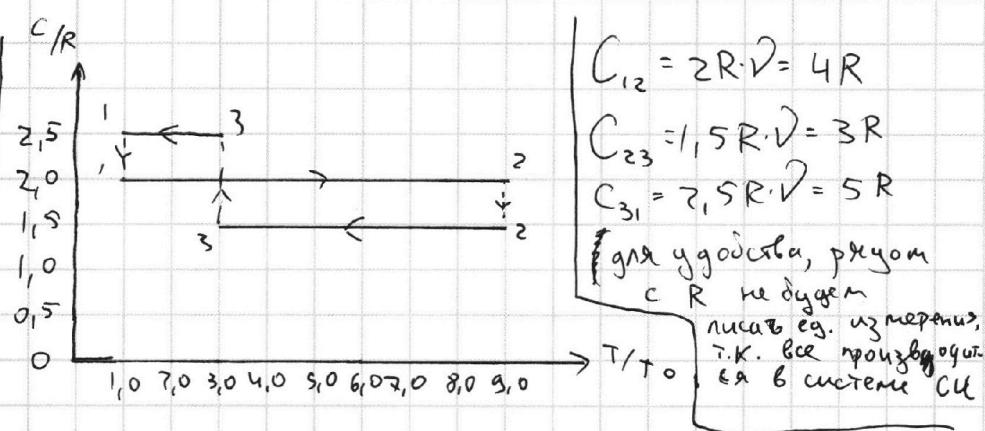
$$N = 10$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} ; g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

График?

$$Q_1 - ?$$

$$H - ?$$



Воспользуемся формулой для процесса с постоянной теплоемкостью.

$$PV^{\frac{C_v - C_p}{C_v + C_p}} = \text{const.}$$

$$C_v = \frac{3}{2}\sqrt{2}R ; C_p = C_v + R = \frac{5}{2}\sqrt{2}R$$

~~Допуск 1-2~~

$$C_{12} = 2R\sqrt{2} = 4R$$

$$C_{23} = 1.5R\sqrt{2} = 3R$$

$$C_{31} = 2.5R\sqrt{2} = 5R$$

C (большое C) –  
теплоемкость газа  
в процессах (с маленькой  
моллярной теплоемкостью).

$$C_v = \frac{3}{2} \cdot 2R = 3R$$

$$C_p = \frac{5}{2} \cdot 2R = 5R.$$

~~Допуск 4-2~~

$$PV^{\frac{4-2}{4-1.5}} = \text{const.}$$

1-2:

$$PV^{\frac{(4-5)R}{(4-3)R}} = \text{const} \Rightarrow PV^{-1} = \text{const} \Rightarrow \frac{P}{V} = \text{const.}$$



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  
Σ 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!

$$\text{Z-3: } \frac{3-5/R}{(3-3)R} \geq pV^{\gamma} = \text{const} ; n \rightarrow \infty ; n = \frac{(3-5)R}{(3-3)R}$$

$pV$  процесс изохорический,  $V = \text{const}$ .

3-1:

$$pV^{\frac{5-5/R}{(3-3)R}} \Rightarrow pV^0 = \text{const} \Rightarrow p = \text{const.}$$

процесс изодартический

В состоянии „1“ давление и объем  $p_0, V_0$ .

Torga:

$$p_0 V_0 = \mathcal{D}RT_1.$$

$$p_2 V_2 = \mathcal{D}RT_2$$

$$p_3 V_3 = \mathcal{D}RT_3$$

Dn 1-2: из ур-й состояния.

$$\frac{p_0 V_0}{p_2 V_2} = \frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{3} \Rightarrow p_2 V_2 = 3p_0 V_0$$

T.k.  $\frac{P}{V} = \text{const}$ ,  $P = \lambda V$  Torga  $\frac{P_0}{V_0} = \frac{P_2}{V_2}$ .

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

$$P_2 V_2 = 3p_0 V_0 \Rightarrow P_0 \cdot \frac{V_2}{V_0} \cdot V_2 = 3p_0 V_0$$

$$V_2^2 = 3V_0^2 \Rightarrow V_2 = 3V_0.$$

$$P_2 = P_0 \frac{V_2}{V_0} = P_0 \cdot \frac{3V_0}{V_0} = 3P_0.$$



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  
3 из 4

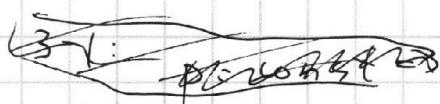
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по **каждой из задач** нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2-3:

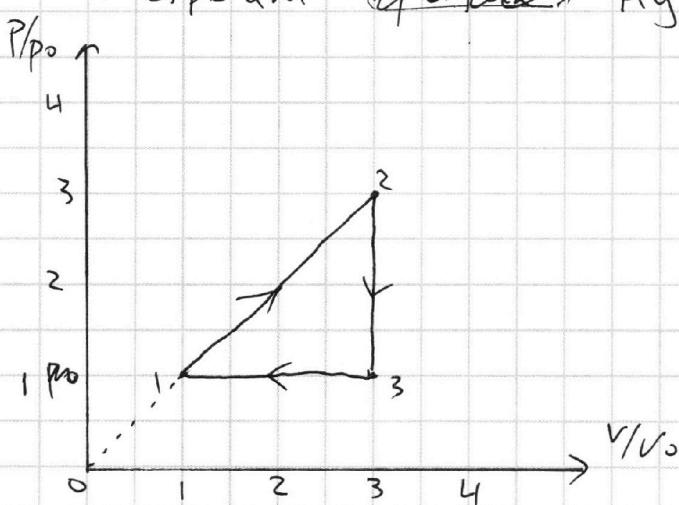
$$V = \text{const} \Rightarrow V_3 = V_2 = 3V_0.$$

Для изохорного процесса:

$$\frac{P_3}{P_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{3T_0}{T_0} = \frac{1}{3} \Rightarrow P_3 = \frac{P_2}{3} = P_0.$$



Построим ~~график~~ нужный исконый график:



$Q_1 = -Q_{12}$  (только в 1-2 раз расширяется).

$$Q_{12} = A_{12} + A_{12} = Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 4\pi R \cdot 2R \cdot V \cdot 8T_0 = 16\pi R T_0.$$

$$Q_{12} = Q_1 = 16 \cdot \pi \cdot 8,31 \cdot 300 = 32 \cdot 8,31 \cdot 3 \cdot 100 = 32 \cdot 25 \cdot 100$$

$$Q_1 = 3200 \cdot 25 = 3200 \cdot \frac{100}{4} = 80000 \text{ Дж} = 80 \text{ кДж}$$



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  
Ч ИЗ Ч

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!

$$\frac{1}{2} \cdot h = \frac{\text{Аполезное}}{\text{АЗитрическое}} = \frac{MgH}{10 \cdot Q_{\text{нагревателя}}} \\ \text{кН} \cdot \text{мкм}$$

$$2MgH = 10Q_{\text{нагр}} \cdot h \Rightarrow H = \frac{10Q_{\text{нагр}} \cdot h}{2Mg} = \frac{5Q_{\text{нагр}} \cdot h}{Mg}$$

$$h = \frac{A_{\text{цикла}}}{1Q_{\text{нагр}}} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 2V_0}{16VRT_0} = \frac{P_0 V_0}{8VRT_0} = \frac{VR T_0}{8VRT_0} = \frac{1}{8}$$

~~$$H = \frac{16 \cdot 10 \cdot 80 \text{ кДж}}{8 \cdot 150}$$~~

т.к. по условию только лодовика работает.

Газа за цикл идет на подъем груза,  
то эффективный КПД машины уменьшится  
в 2 раза, т.к. на работу по подъему идет  
лишь лодовика энергии.

$$H = \frac{5Q_{\text{нагр}} \cdot h}{Mg} = \frac{5 \cdot 80000 \cdot 1}{8 \cdot 150 \cdot 10} = \frac{50000}{1500} = \frac{500}{15} = \frac{5 \cdot 100}{15} = \frac{100}{3} \text{ Н}$$

$$H \approx 33,3 \text{ м.}$$

Ответ: ~~1780 кДж~~  $Q_{\text{нагр}} \approx 80 \text{ кДж} \therefore H \approx 33,3 \text{ м}$



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.

- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 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!

Задача 5

Дано:

Q

R

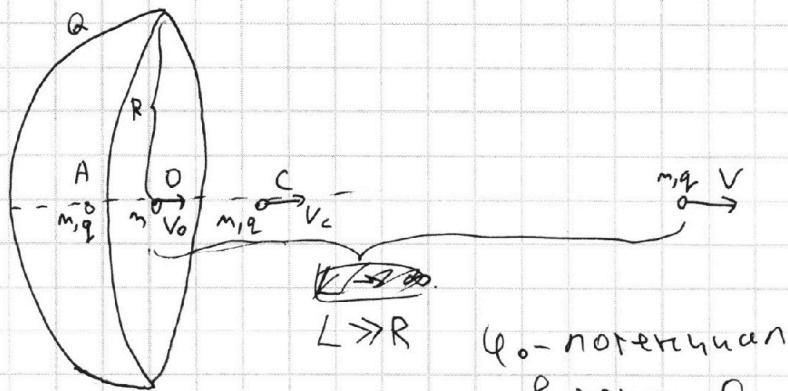
m, q

V<sub>0</sub>

k

V - ?

V<sub>c</sub> - ?



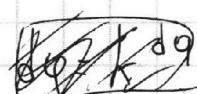
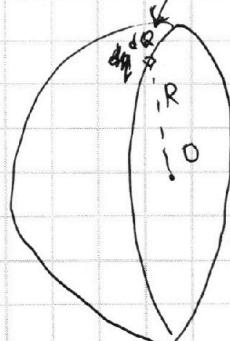
Задача:

$$\frac{mv_0^2}{2} + q\varphi_0\varphi_0 = \frac{mv^2}{2} + 0. \quad | \cdot 2$$

$$mv_0^2 + 2q\varphi_0\varphi_0 = V \cdot m \Rightarrow V^2 = V_0^2 + \frac{2q\varphi_0}{m}$$

Найдем потенциал в точке О:

малый заряд на полусфере.



$$d\varphi_0 = k \frac{dQ}{R} \Rightarrow \varphi_0 = \sum d\varphi_0$$

$\frac{k}{R} = \text{const} +$   
 т.к. в точке  
 полусфера  
 равнозаданы  
 от 0.  
 равнозаданы  
 от 0.

$$\varphi_0 = \sum k \frac{dQ}{R} = \frac{k}{R} \sum dQ = \frac{kQ}{R}$$

$$\text{Тогда: } V^2 = V_0^2 + \frac{2q}{m} \cdot \frac{kQ}{R} \Rightarrow V^2 = V_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}$$

$$V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

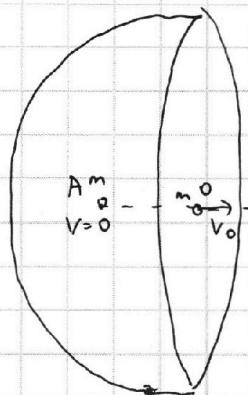
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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

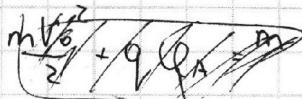
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 3

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



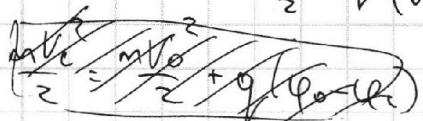
$$\frac{q}{V_0} = \frac{\rho_s V}{V_0} = \frac{\rho_s R^3}{3\pi R^2} = \frac{\rho_s R}{3\pi}$$

3 сж:



$$0 + q\varphi_A = \frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_0$$

$$\frac{mV_0^2}{2} + q\varphi_0 = \frac{mV_c^2}{2} + q\varphi_c$$



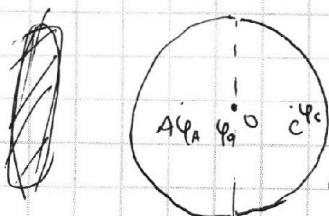
$$\begin{cases} q(\varphi_A - \varphi_0) = \frac{mV_0^2}{2} \\ q(\varphi_0 - \varphi_c) = \frac{m}{2}(V_c^2 - V_0^2) \end{cases} \quad \therefore \quad \frac{V_0^2}{V_c^2 - V_0^2} = \frac{\varphi_A - \varphi_0}{\varphi_0 - \varphi_c}$$

$$\frac{V_c^2 - V_0^2}{V_0^2} = \frac{\varphi_0 - \varphi_c}{\varphi_A - \varphi_0} \Rightarrow \frac{V_c^2}{V_0^2} - 1 = \frac{\varphi_0 - \varphi_c}{\varphi_A - \varphi_0}$$

Обозначим  $\frac{\varphi_0 - \varphi_c}{\varphi_A - \varphi_0} = \lambda$ . Тогда  $\frac{V_c^2}{V_0^2} = \lambda + 1$

$$V_c^2 = V_0^2(\lambda + 1) \Rightarrow V_c = V_0\sqrt{\lambda + 1}$$

Дополним ~~дополнив~~ наше полусфера до сферы:



т.к. внутри сферы заряженной сферы <sup>заряженной</sup> в <sup>все</sup> точках там будет равный потенциал  $\Rightarrow$



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

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!



потенциал  
в точке A, создаваемый левой полуспиралью



$$\varphi_0 + \varphi_0 = \varphi_A + \varphi_C$$

↑                      ↓

потенциал,  
создаваемый  
левой полуспиралью

потенциал,  
создаваемый  
правой полуспиралью

потенциал в точке A,  
создаваемый правой полуспиралью,

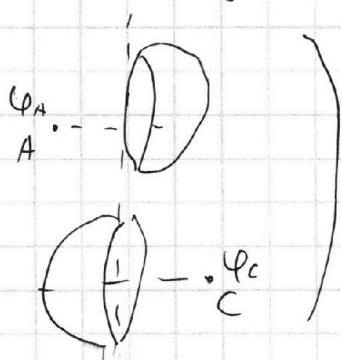
который из-за симметрии,  
будет равен потенциальному  
в точке C, создаваемому  
левой полуспиралью:

Тогда

$$2\varphi_0 = \varphi_A + \varphi_C$$

$$\varphi_0 - \varphi_C = \varphi_A - \varphi_0$$

$$\frac{\varphi_0 - \varphi_C}{\varphi_A - \varphi_0} = 1 \Rightarrow \alpha = 1.$$



из-за симметрии.

$$\text{Тогда: } V_c = V_0 \sqrt{2+1} = V_0 \sqrt{3}$$

$$V_c = V_0 \sqrt{2}.$$

$$\text{Ответ: } V = \sqrt{V_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}} ; V_c = V_0 \sqrt{2}.$$

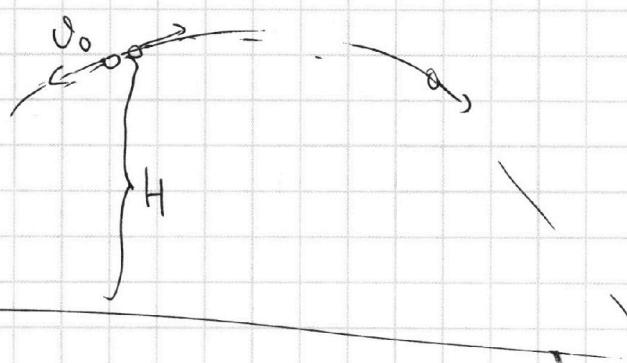


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

СТРАНИЦА  
ИЗ

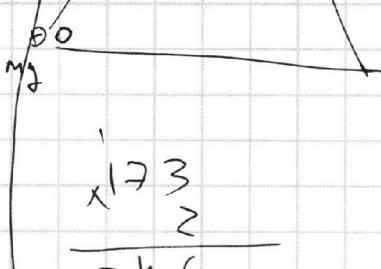
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач **нумеруются отдельно**. Порча QR-кода недопустима!



$$\begin{array}{r} 200 \\ \times 98 \\ \hline 1600 \\ 1800 \\ \hline 19600 \end{array}$$

Задачи:

- 1 ✓
- 2 ✓
- 3 ✓
- 4 ✓
- 5 ✓



$$\begin{array}{r} 173 \\ \times 2 \\ \hline 346 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 576 \end{array} \quad \begin{array}{r} 346 \\ \times 314 \\ \hline 1384 \\ 346 \\ \hline 1038 \\ 576 \\ \hline 108644 \end{array}$$

$$173 \times 2 = 346$$

$$\begin{array}{r} 173 \\ \times 2 \\ \hline 346 \end{array} \quad \begin{array}{r} 346 \\ \times 314 \\ \hline 1384 \\ 346 \\ \hline 1038 \\ 576 \\ \hline 108644 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 346 \\ \times 314 \\ \hline 1384 \\ 346 \\ \hline 1038 \\ 576 \\ \hline 108644 \end{array}$$



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

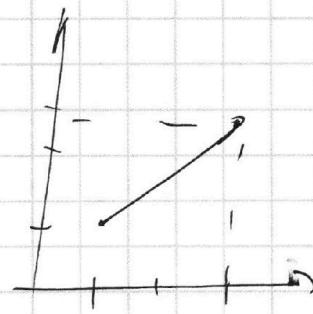
СТРАНИЦА  
\_ ИЗ \_

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!

Моделирование:

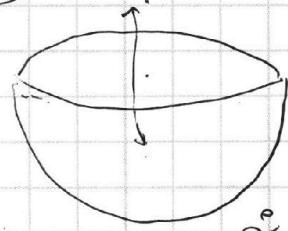
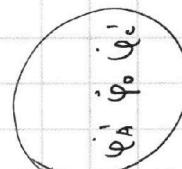
c

$$\varphi_0 - \varphi_c = \varphi_A - \varphi_0$$

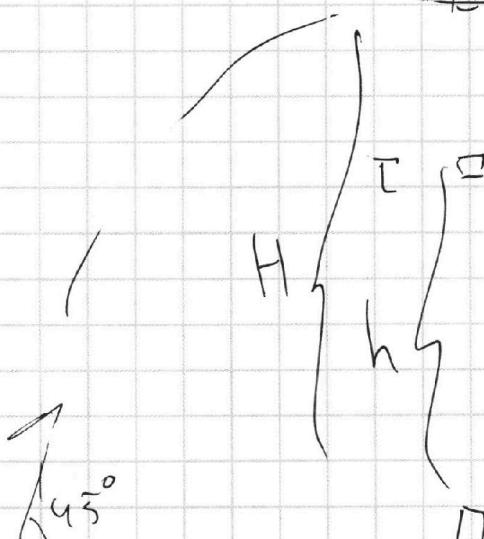


$$\varphi_c = \varphi_A - \varphi_0$$

$$5 \cdot \frac{8}{10} = 4$$



$$\varphi_0 - \varphi_c = \varphi_A - \varphi_0$$



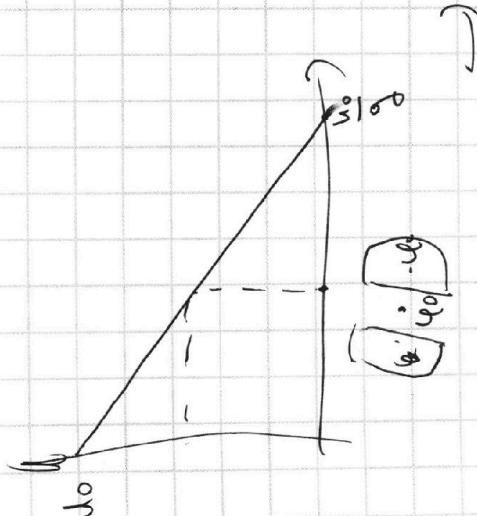
$$45^\circ$$

$$2\varphi_0 = \varphi_A - \varphi_0 = \varphi_0 - \varphi_c$$

$$\varphi_A - \varphi_c = \varphi_0 - \varphi_0$$



$\angle_{max}$



может исчезнуть.



$$\varphi_0 + \varphi_0 = \varphi_c + \varphi_A$$

