

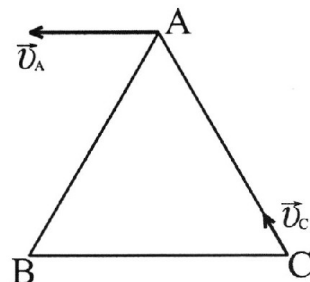
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 τ пластина в системе центра масс совершит 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.

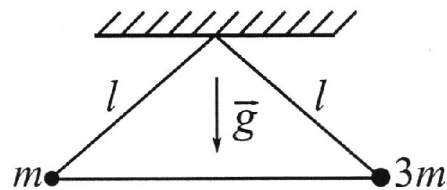
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ 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/с².
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



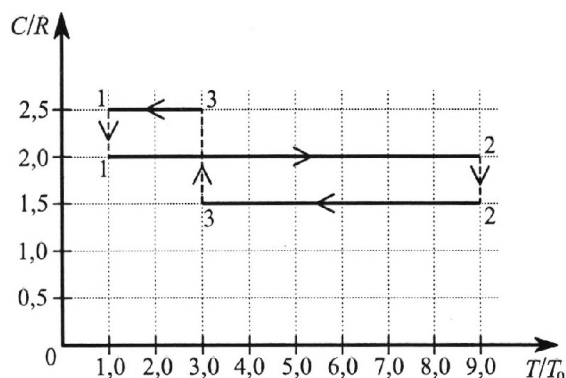
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



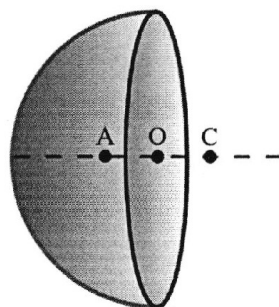
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. 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 закрепленной 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 . В точке О частица движется со скоростью V_O .



1. 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.

2. 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.



2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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

Решо:

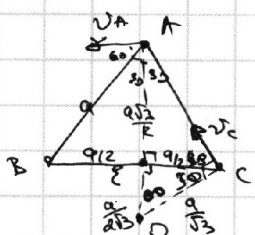
$$v_A = 0,4 \frac{m}{c}$$

$$a = 0,2 \frac{m}{s^2}$$

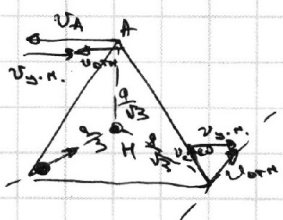
$$v_C = ?$$

$$v_C = ?$$

$$R = ?$$



N1



Рассмотрим время $t=0$:

в этот момент пойдём где находим мгновенный центр скоростей O, для этого проведём перпендикуляры к скоростям (или директрисы они направлены). Из геометрии: $AO = \frac{a\sqrt{3}}{2}$.

$$\varphi = \varphi_C \cdot \tan(60^\circ) = \frac{a}{2\sqrt{3}}, \quad OC = \frac{a}{\sqrt{3}}, \quad \text{пусть } \omega - \text{угл. ср-ть вращ.}$$

$\triangle ABC$, тогда, т.к. O - мгновен. ц. ср-ть $\Rightarrow$:

$$v_A = \omega \cdot AO = \omega \left(\frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2\sqrt{3}} \right) = a\omega \frac{4}{2\sqrt{3}} = \frac{2a\omega}{\sqrt{3}} \quad (1)$$

$$v_C = \omega \cdot OC = \omega \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{a\omega}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

$$\frac{(1)}{(2)}: \frac{v_A}{v_C} = 2 \Rightarrow v_C = \frac{v_A}{2} = 0,2 \frac{m}{c}$$

В проекции на любую ось лежащую в пл-ти треугольника, равнодействующая всех сил равна нулю (пл-ть идеальна) $\Rightarrow$ по теореме о движении ц.м.

$a_C = 0$ (ус-во ц.м. на любую ось в пл-ти треугольника $= 0$). $\Rightarrow \vec{v}_C = \vec{v}_{cm} \leftarrow$ ср-ть центра масс.

Пересечём в со ц.м. - она инерциальна). В этой ц.м. неподвижен (она находится в пересеч. жс-с, высот, медиан), все другие точки вращ. вокруг него с пост. угл. ср-тью ω . Отн. ср-ть т.А напр. перпенд. $AK \Rightarrow$ она ~~равна~~ со ср-тью v_A , следовательно $v_{ц.м.} \parallel v_A$ (но ~~прямая~~ ~~кратная~~ ~~к~~ ~~3-му~~ ~~слож.~~ ~~3-м~~ ~~слож.~~ ~~ср-ть~~ ~~и~~ ~~дано~~ ~~т.с~~ ~~в~~ ~~ам.~~ ~~рис.~~ ~~и~~ ~~вот~~ ~~т.с~~).

По теореме косинусов:

$$v_{cm}^2 = v_C^2 + v_{ц.м.}^2 - 2v_C v_{ц.м.} \cos(60^\circ) \quad (4)$$

$$\text{подставим: } v_A = 2v_{cm} \quad (3) \text{ и } (4)!$$

$$\begin{cases} v_{cm} = 2v_C - v_{ц.м.} \\ v_{cm}^2 = v_C^2 + v_{ц.м.}^2 - 2v_C v_{ц.м.} \end{cases}$$

$$(2v_C - v_{ц.м.})^2 = v_C^2 + v_{ц.м.}^2 - 2v_C v_{ц.м.} \Rightarrow 4v_C^2 + v_{ц.м.}^2 - 4v_C v_{ц.м.} = v_C^2 + v_{ц.м.}^2 - 2v_C v_{ц.м.} \Rightarrow 3v_C^2 = 3v_C v_{ц.м.} \Rightarrow v_C = v_{ц.м.}$$



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

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!

$$v_{\text{отн}} = v_A - v_{\text{ц.п.}} = 2v_c - v_c = v_c.$$

$$\omega = \frac{v_{\text{отн}}}{\frac{q}{\sqrt{3}}} = \frac{v_c \cdot \sqrt{3}}{q}, \quad \omega = \frac{6\pi}{\tau} \Rightarrow \frac{6\pi}{\tau} = \frac{v_c \sqrt{3}}{q} \Rightarrow \tau = \frac{6\pi q}{v_c \sqrt{3}}$$

$$\tau = \frac{6 \cdot 3,14 \cdot 0,2}{0,2 \cdot \sqrt{3}} \text{ с} = 2\sqrt{3} \cdot 3,14 \text{ с} = \sqrt{3} \cdot 6,28 \text{ с}$$

т.к. $m \ll m_{\text{ягосмама}} \Rightarrow$ муха ~~маленькая~~ не повлечет на яг-но ~~маленькая~~

$\Rightarrow$ яг-но ~~маленькая~~ муха ~~маленькая~~ $\Rightarrow$ яг-но ~~маленькая~~ $\Rightarrow$ $a = \omega^2 \cdot \frac{q}{\sqrt{3}}$

$$R = a_{\text{мух}} \cdot m = \omega^2 \cdot \frac{q}{\sqrt{3}} \cdot m = \frac{v_c^2 \cdot 3}{q^2} \cdot \frac{q}{\sqrt{3}} m = \frac{v_c^2 m}{q} \cdot \sqrt{3} =$$

$$= \frac{0,04 \cdot 100 \cdot 10^{-3}}{0,2} \cdot \sqrt{3} \text{ Н} = \frac{4 \cdot 100 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{3}}{20} \text{ Н} =$$

$$= 20 \cdot 10^{-3} \sqrt{3} \text{ Н} = 2 \cdot 10^{-2} \sqrt{3} \text{ Н}$$

$$= 20 \cdot \sqrt{3} \text{ мН}$$

Ответ: $v_c = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $\tau = \sqrt{3} \cdot 6,28 \text{ с}$; $R = 20\sqrt{3} \text{ мН}$



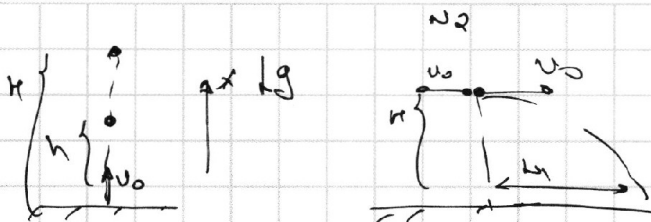
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Дано:
 $h = 8 \text{ м}$
 $t = 0,18 \text{ с}$
 $v_0 = 20 \text{ м/с}$
 $H = ?$
 $L_{\text{max}} = ?$



во-вторых, с в-т
рейберга

Р-на кинематич. руг для рейберга (он летит ~~по прямой~~ $\vec{g}$).
ня Ox :

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow v_0 = \frac{h + \frac{gt^2}{2}}{t} = \frac{8 + 5 \cdot 0,18}{0,18} \frac{\text{м}}{\text{с}} = (10 + 5 \cdot 0,18) \frac{\text{м}}{\text{с}} = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{14^2}{20} \text{ м} = \frac{196}{20} \text{ м} = \frac{98}{10} \text{ м} = 9,8 \text{ м}.$$

Решение
Решение

Рассмотрим сист. из 2-х осколков
в момент разрыва нет внеш. сил, ко-е бы-
ли со-соб-ны с у-р-нием $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ равнод-ст. сил. не эту сист. $\Rightarrow$ $\Rightarrow$ верен ЗСЧ $\Rightarrow$ т.е. м-р. ч-н-
ис был равен $\Rightarrow$ 2 равнод-ст. $\Rightarrow$
(после разрыва) $\Rightarrow$
 $\Rightarrow$ т.е. м-р. осколков равен
 $\Rightarrow$ ос-ки осколков равны
и противополож. направ-
лены.

Очевидно, что максимальная р-с-но будет
в-т g ~~в-т~~ $\vec{g}$ - будет м-р. горизонт.
г-н-но $\Rightarrow$.

Р-на кин-:

$$L_1 = v_0 \cdot t_1 = v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

в-е пол-та
ка-вей

$$H = \frac{gt_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$L_{\text{max}} = 2L_1 = 2v_0 \sqrt{\frac{2H}{g}} = 2 \cdot 20 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8}{10}} \text{ м} = 40 \sqrt{\frac{9,8}{5}} \text{ м} =$$

$$\text{Ответ: } H = 9,8 \text{ м}; L_{\text{max}} = 56 \text{ м}.$$



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

4 ИЗ 2

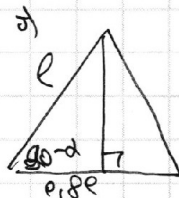
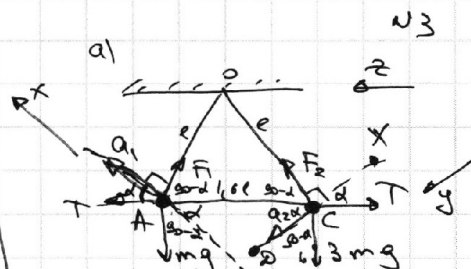
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$\rho_{\text{ж}} = 1$
 $m = 0,1 \text{ кг}$
 $L = 1,6 \text{ м}$

$\sin \alpha = ?$

$a_1 = ?$

$T = ?$



В задаче момент как только освободили систему от-ти шариков
 дадим нулю $\Rightarrow$ т.р. $a_n = \frac{v^2}{R}$, то в центростремитель. составляющей
 ускор-ий у шариков нет, а есть только тангенциальная, кот.
 направ. направ. направлены вдоль ск-ти (ск-ти от шарика, но они есть
 шарика будут трещ. отн. т.о $\Rightarrow$ ~~ск-ти~~ шарика
 ск-ти шариков перпендикулярны нити $\Rightarrow$ и ускор-ий
 в нити перпенд. нити. т.р. стержень невесом и он
 свободно в двух точках, то в силу статич. равновесия
 сил на него и отсутствие момента сил силы на
 стержень направлены по нити $\Rightarrow$ по 3-му закону Ньютона
 силы от него равны и направлены в противополоп.
 направлениях, предположим от него (если это не
 так получим $T < 0$). Построим силы из шар.
 F_1, F_2 - силы упругости (напр. по нити).

$\angle CAF = \alpha$ ($\angle OFC = 90^\circ$)

$\angle XCT = \alpha$

$\angle LCP = 90 - \alpha$

из геометрии $\angle OAC = 90 - \alpha$.

$\angle OCA = 90 - \alpha$ ($\alpha - \text{н/д}$) $\Rightarrow \angle ACO = \alpha$.
 проведём высоту (см. рис. б)!

$\cos(90 - \alpha) = 0,8 = \sin \alpha$

23H где m на Ox : $\frac{(\cos \alpha = 0,8)}{(\text{по ом. трис. } \text{рис. б})}$
 $ma_1 = T \cos \alpha - mg \sin \alpha$ (2)

23H где $3m$ на Oy :

$3ma_2 = 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha$ (3)

т.р. стержень невесомый $\Rightarrow$!

$v_{1z} = v_{2z}$

$(v_{1z})' = (v_{2z})'$

$a_{1z} = a_{2z}$

$a_1 \cos \alpha = a_2 \cos \alpha \Rightarrow a_1 = a_2$ (1)
 с учётом (1) перепишем (2) и (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.

☐☐☒☐☐☐☐

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!

$$\left\{ \begin{array}{l} ma_1 = T \cos \alpha - mg \sin \alpha \\ 3ma_1 = 3mg \sin \alpha - T \cos \alpha \end{array} \right. \Rightarrow T = \frac{ma_1 + mg \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$4ma_1 = 2mg \sin \alpha \Rightarrow a_1 = \frac{g \sin \alpha}{2}$$

$$a_1 = 0,4g = 4 \frac{m}{s^2}$$

~~$$T = m \cdot 0,4g + mg \cdot 0,8$$~~

$$T = \frac{m \cdot 0,4g + mg \cdot 0,8}{0,6} = \frac{1,2mg}{0,6} = 2mg$$

$$T = 2 \cdot 0,1 \cdot 10 \text{ Н}$$

$$T = 2 \text{ Н}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,8$; $a_1 = 4 \frac{m}{s^2}$, $T = 2 \text{ Н}$



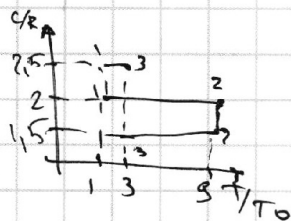
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

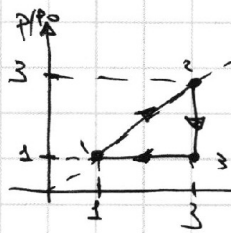
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

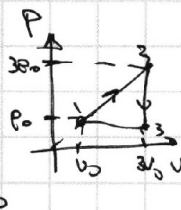
Дано:
 $n = 150R$, U_{T0}
 $V = 2 \text{ моля}$
 $T_0 = 300K$
 $p(V) = ?$
 $Q_1 = ?$
 $\eta = ?$



НЧ
а)



б)



1) Рассмотрим процесс 1-2! В нём $C = 2R$
это политропический процесс, воспользуемся уравн.
политропы: $pV^{\frac{C-p}{C-V}} = \text{const}$, где $\frac{C-p}{C-V}$ — показатель.

$$C_p = \frac{5}{2}R, C_v = \frac{3}{2}R$$

$$pV^{\frac{2R - 2.5R}{2R - 1.5R}} = \text{const}$$

$$pV^{-1} = \text{const} \Rightarrow \frac{p}{V} = \text{const} \Rightarrow p \text{ — прямо-} \\ \text{пропорц. объёму.}$$

рассмотрим процесс 2-3!

$C_2 = 1.5R$, $C_2 = C_v$ — политропический процесс
при постоянном объёме.

рассмотрим процесс 3-1!

$C_3 = 2.5R$, $C_3 = C_p$ — политр. проц. при
пост. давлении.

в проц. 1-2 $T \uparrow \Rightarrow$ кинет. энергия молекул увеличивается (температура повышается).

в проц. 2-3: $T \downarrow \Rightarrow p \downarrow$ (по уравнению состояния)

3-1 — цикл должен замкнуться $\Rightarrow V \downarrow$

Начиная процесс с учётом начального
уравнения состояния — получим для T_1 :

$$p_0 V_0 = \nu R T_0, (1)$$

пусть $p_2 = p_3$, тогда $T \cdot V = \text{const}$

$$\Rightarrow \frac{p_0 V_0}{V_2} = \frac{p_0}{V_0} \Rightarrow V_2 = 3V_0$$

уравнение состояния для T_2 !

$$p_2 V_2 = 3 \nu R T_0$$

$$k^2 p_0 V_0 = 3 \nu R T_0$$

подставим (1):

$$k^2 p_0 V_0 = 3 p_0 V_0 \Rightarrow k = 3$$

($k > 0$) — мы полностью
замкнули цикл.



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!

Перечисляет заряд в координ. $p(u)$ (см. рис. 5).

из 2-го: 2-го расширяется в процессе 1-2 $\Rightarrow Q_1 = C_1 \cdot (U_0 - U_0) =$

$$Q_1 = 16 R T_0 U$$

$$\leftarrow = 8 \cdot 2 R \cdot T_0 U \quad (\text{процесс, поперек.})$$

$$Q_1 = 16 \cdot 8,31 \cdot 2 \cdot 300 \text{ Дж} = 79776 \text{ Дж}$$

работает 2-го 3-го цикл. - площадь внутри 2-го $p(u)$ цикла.

$$A_{\Sigma} = \frac{1}{2} \cdot 2 p_0 \cdot 2 U_0 = 2 p_0 U_0 = 2 \nu R T_0$$

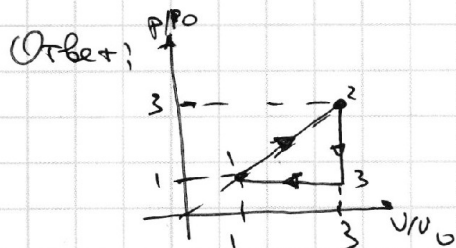
3-го N циклов работа 2-го равна $N A_{\Sigma}$, но площадь этой работы пойдет на поднятие груза $\Rightarrow$

3-й цикл. рх. см-ши;

$$\frac{N}{2} \cdot A_{\Sigma} = M g H$$

$$5 \cdot 2 \nu R T_0 = M g H \Rightarrow H = \frac{10 \nu R T_0}{M g}$$

$$H = \frac{10 \cdot 2 \cdot 8,31 \cdot 300}{150 \cdot 10} = \frac{831 \cdot 5}{25} = \frac{831}{5} = 166,2 \text{ м}$$



$$; Q_1 = 79776 \text{ Дж}; H = 33,24 \text{ м}$$



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.

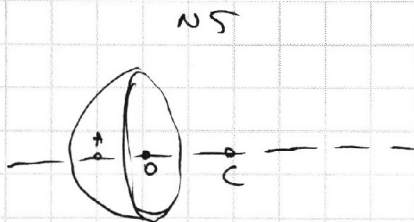
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
4 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!

Дано;
 Q, R, v_0, m, q, k

 $v = ?$
 $v_c = ?$



положим потенциал в $\pi 0$;

$$\varphi_0 = \sum \varphi_i = \sum \frac{k \cdot \Delta Q}{R} = \frac{k}{R} \sum \Delta Q = \frac{kQ}{R}$$

(по принципу суперпозиции)

$\varphi_\infty = 0$ (потенциал на бес-ти),

$$A_1 = (\varphi_0 - \varphi_\infty)q \leftarrow \varphi_0 - \varphi_\infty = \frac{A_1}{q}, \quad A_1 - \text{работа Кул. сил по перемещению заряда из } \pi 0 \text{ в бес-ть.}$$
$$A_1 = \frac{kQq}{R}$$

3-ий закон. изм. кин. энергии.

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = A_1$$

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = k \frac{Qq}{R}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kQq}{Rm}}$$



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
☐

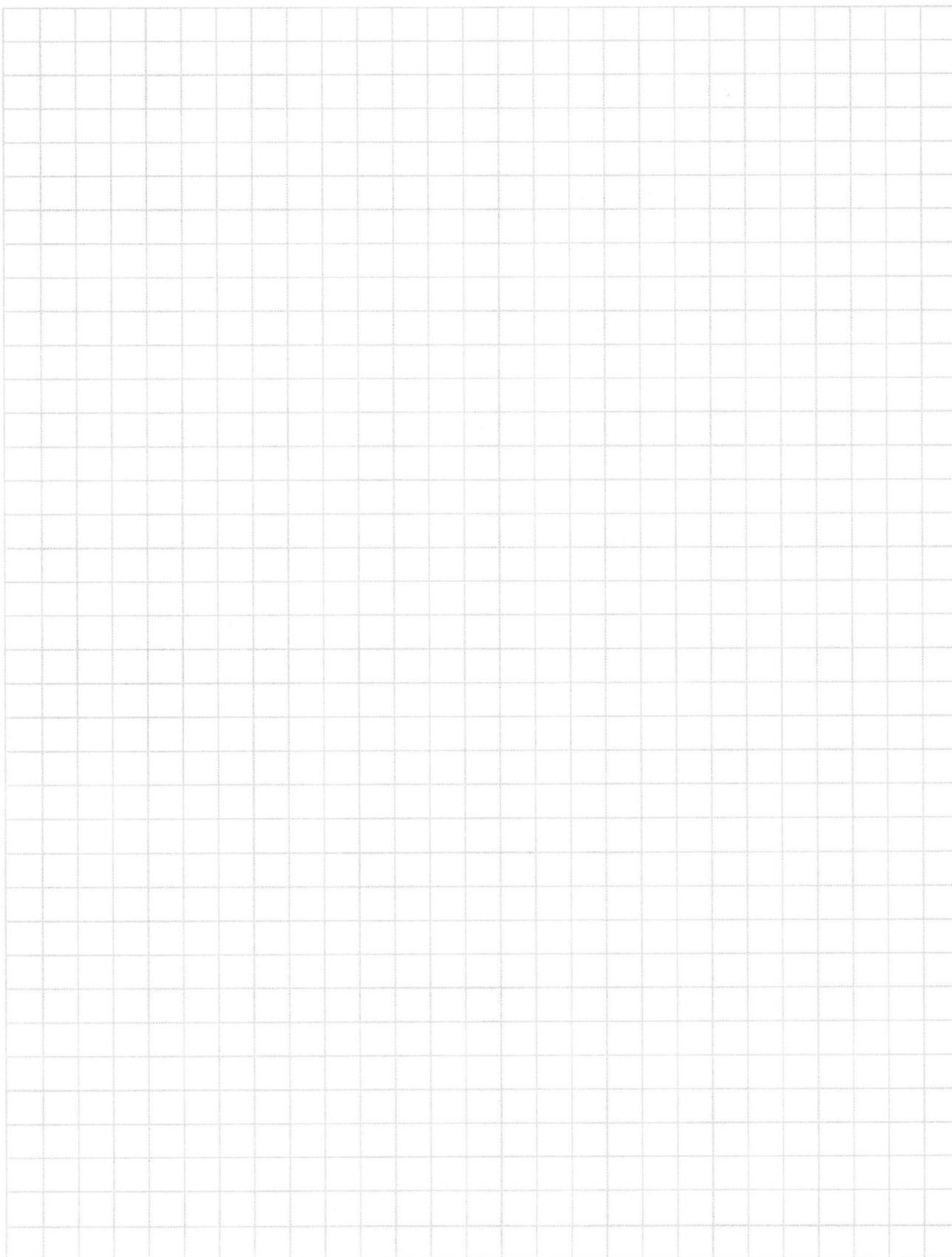
5
☐

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!



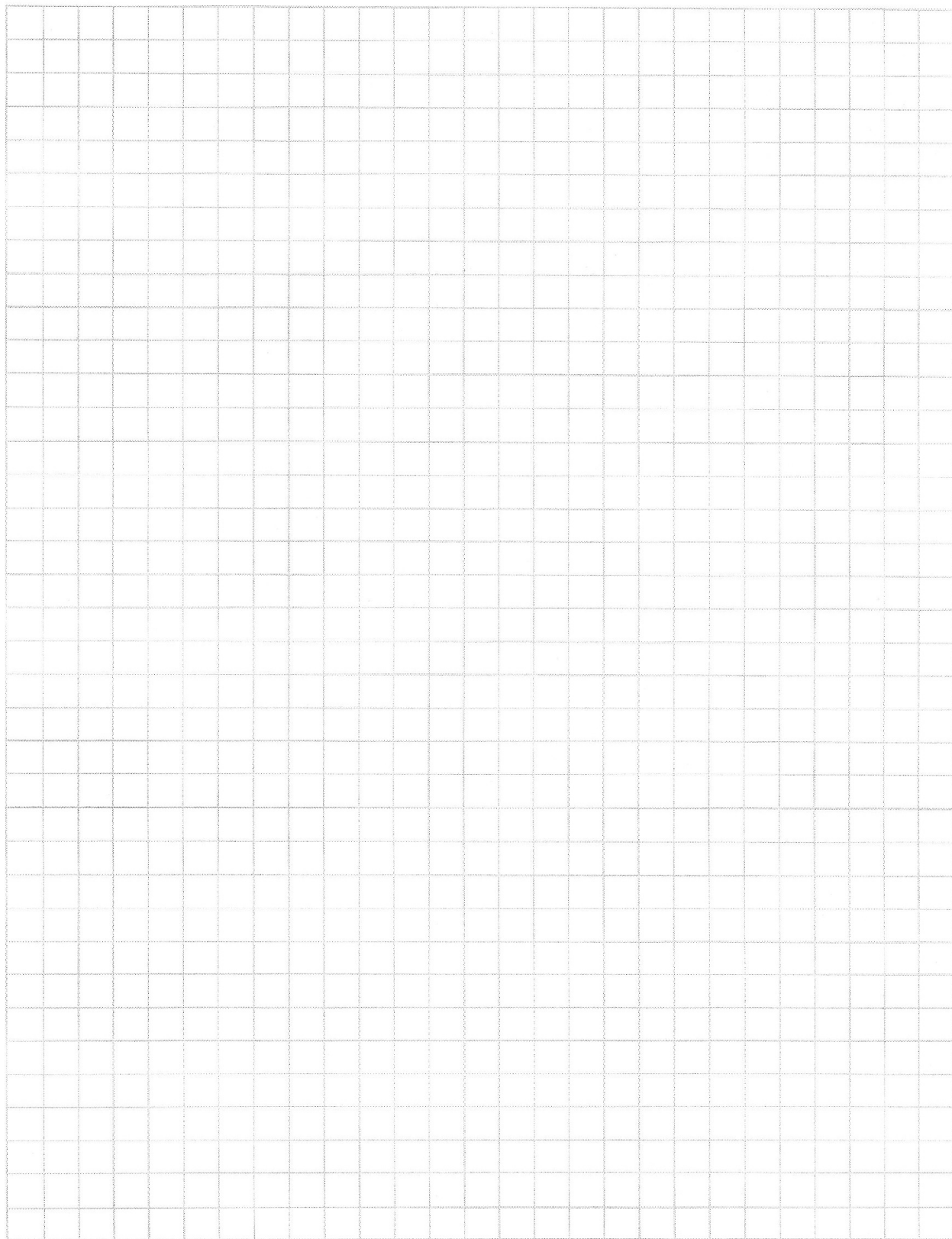


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!





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**.

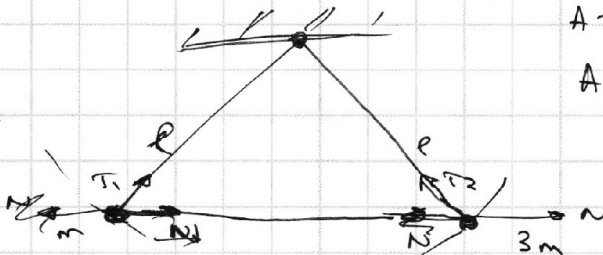
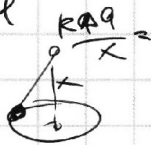
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

$$m = 0,1 \text{ кг}$$

$$L = 1,16 \text{ ф}$$



$$A = (\psi_c - \psi_0) \cdot q$$

$$A = \frac{mv_c^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

$$E = \sum \frac{k \cdot q}{R^2}$$

AZ

$$\frac{A_1}{q} = \psi_c - \psi_0 \Rightarrow A_1 = (\psi_c - \psi_0) q$$

$$A_1 = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_c^2}{2}$$

$$\frac{A_2}{q} = \psi_0 - \psi_c$$

$$A_2 = (\psi_0 - \psi_c) q$$

$$A_2 = \frac{mv_c^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$$

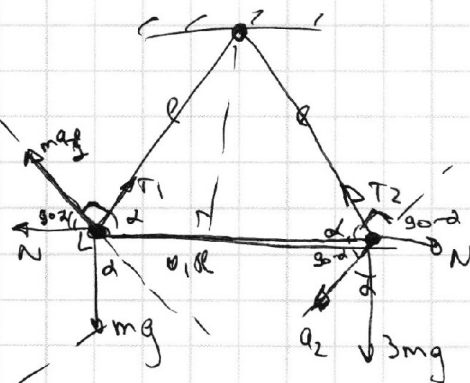
$$\psi = \tau$$

$$\psi_c = \sum A_i$$

$$= \sum \frac{k \cdot q \cdot Q}{r}$$

$$= \sum \frac{k \cdot \Delta x \cdot \lambda}{r}$$

$$R \Delta x =$$



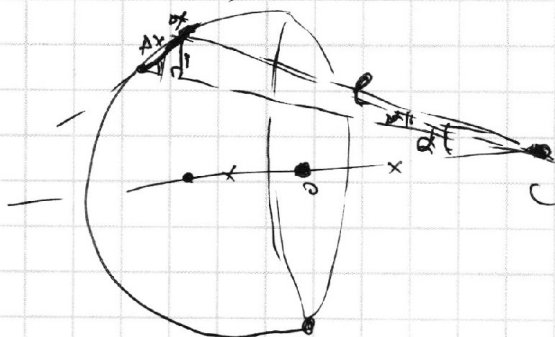
$$mg = N \sin \alpha - mg \cos \alpha$$

$$q_1 = q_2$$

$$3mg = 3mg \cos \alpha - N \sin \alpha$$

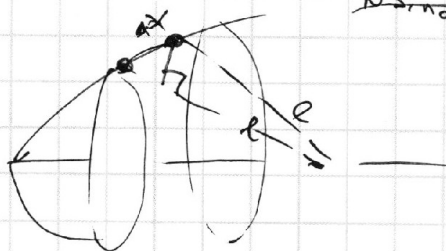
$$4mg = 2mg \cos \alpha$$

$$\alpha = \frac{\varphi \cos \alpha}{2}$$



$$\frac{mg \cos \alpha}{2} = N \sin \alpha - mg \cos \alpha$$

$$N \sin \alpha = \frac{3}{2} mg \cos \alpha$$





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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

Handwritten solution on grid paper for a physics problem involving a sphere and a point charge.

Diagram 1: A sphere of radius R with a point charge q at the center. A point A is on the surface. A horizontal line passes through A and the center O . A point C is on this line. A vector v_0 is shown at A .

Diagram 2: A sphere of radius R with a point charge q at the center. A point A is on the surface. A vector v_0 is shown at A . A vector v is shown at A . A vector v_c is shown at C .

Diagram 3: A sphere of radius R with a point charge q at the center. A point A is on the surface. A vector v_0 is shown at A . A vector v is shown at A . A vector v_c is shown at C .

Equations:

$$\frac{mv_0^2}{2} + F_{\text{ext}} = \frac{mv^2}{2} + F_{\text{int}}$$
$$F_{\text{int}} = \frac{k \cdot q \cdot Q}{R} + \dots$$
$$F_{\text{int}} = F_{\text{ext}}$$
$$\frac{mv_0^2}{2} + \frac{kqQ}{R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2kqQ}{mR}}$$

Diagram 4: A sphere of radius R with a point charge q at the center. A point A is on the surface. A vector v_0 is shown at A . A vector v is shown at A . A vector v_c is shown at C .

Equations:

$$\frac{1}{2} v_0 v \cdot \sin(\alpha + \beta) = \frac{1}{2} (v_0 \cdot g t)$$
$$S = \frac{v_0 g t \sin(\alpha + \beta)}{g}$$
$$S = \max, \alpha + \beta = 90^\circ$$
$$\Delta\varphi = k \cdot \frac{\Delta q}{R}$$
$$\Delta t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$
$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha$$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ 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!

$p(v) = ?$

$h = 8.4$
 $\alpha = 0.8$

$h = v_0 \tau - \frac{g \tau^2}{2} \Rightarrow v_0 = \frac{h + \frac{g \tau^2}{2}}{\tau}$

$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{(h + \frac{g \tau^2}{2})^2}{2g \tau^2}$

$\gamma = 2.4 \text{ m/s}$
 $T_0 = 300 \text{ K}$
 $q_1 = ?$

$p v \frac{e^{-C_p}}{T - C_p} = \text{const}$

$C_p = \frac{2.25}{2.15} - \frac{0.5}{2.15} \cdot \frac{1.4}{5.6}$

$H = \frac{g \tau^2}{2}$

$Q = \frac{5}{2} v R A \tau$

$8 + 5 \cdot 0.164$

$0.8 =$

$h = -v_0 \sin \alpha \cdot t + \frac{g t^2}{2}$

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

$t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$

$h = -v_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cos \alpha} + \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$

$\frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} =$

$\frac{196}{18} \cdot \frac{12}{98}$

$= 10 + 5 \cdot 0.18 =$

$v_0 \cos \alpha = v \cos \beta \Rightarrow \cos \alpha = \frac{v}{v_0} \cos \beta$

$t = \frac{v \sin \beta + v_0 \sin \alpha}{g}$

$Q = 2 \frac{1}{2} R A \tau = \frac{3}{2} v R A \tau + A$

$A = \frac{1}{2} v R A \tau$

$p A v = \frac{1}{2} v R A \tau$

$\frac{p v}{v} = \frac{1}{2} \cdot \frac{R \tau}{1}$

$\frac{p v}{p} = \frac{p v}{v} \Rightarrow \frac{p v}{p} = \frac{p}{v}$

$\frac{p v}{p} + \frac{p v}{v} = \frac{p \tau}{1}$

$\frac{p v}{p} = \frac{p \tau}{1} - \frac{p v}{v} = \frac{p \tau}{1} \cdot \frac{1}{2}$

$32 - 3 \cdot 831$

86

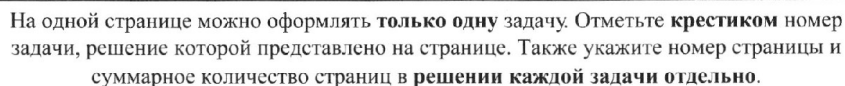
1

831

86

7479

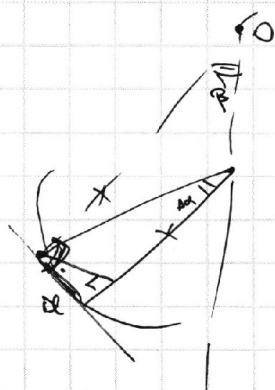
776



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!

$2v^2 + v_c^2 - 4vv_c = v^2 + v_c^2 - 2vv_c \sqrt{3}$
 $3v - 4v_c = 2v_c \sqrt{3}$
 $v_c = v \cdot \frac{3}{4 - \sqrt{3}}$
 $v_{\text{cm}} = v \left(2 - \frac{3}{4 - \sqrt{3}} \right)$
 $v_{\text{cm}} = v \cdot \frac{5 - 2\sqrt{3}}{4 - \sqrt{3}}$
 $v_{\text{cm}}^2 = v^2 + v_c^2 - 2vv_c \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $\omega = \frac{v}{R} = \frac{2 \cdot (5 - 2\sqrt{3}) \sqrt{3}}{(4 - \sqrt{3}) \cdot 9}$
 $\omega = \frac{v}{9} \cdot \frac{5\sqrt{3} - 6}{4 - \sqrt{3}}$
 $5v_c = 3v$
 $v_c = \frac{3}{5}v$
 $v_{\text{cm}} = \frac{7}{5}v$
 $v_c = \omega \cdot \frac{9}{2\sqrt{3}}$
 $\frac{3}{5}v = \omega \cdot \frac{9}{2\sqrt{3}}$
 $\omega = \frac{2v}{9\sqrt{3}}$
 $v = \frac{9}{\sqrt{3}} \cdot \frac{2v}{9\sqrt{3}} = \frac{2}{3}v$
 $R = m\omega^2 R$
 $\omega = \frac{v\sqrt{3}}{9}$
 $\omega = \frac{2v\sqrt{3}}{9}$
 $v_{\text{cm}}^2 = v^2 + v_c^2 - 2vv_c \cdot \frac{1}{2}$
 $v_{\text{cm}} = 2v - v_c$
 $3v^2 + v_c^2 - 4vv_c = v^2 + v_c^2 - 2vv_c$
 $v_c = v$



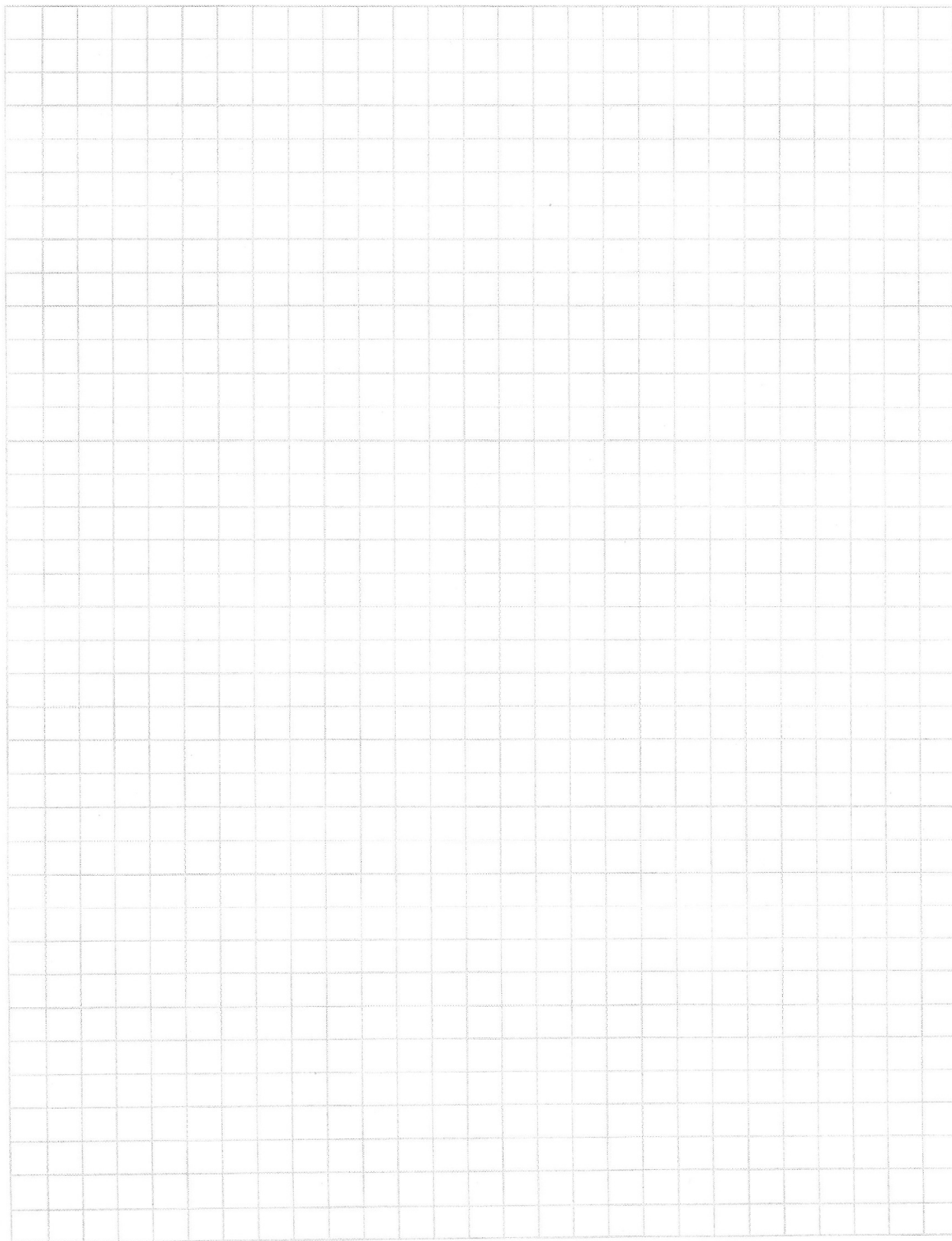


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



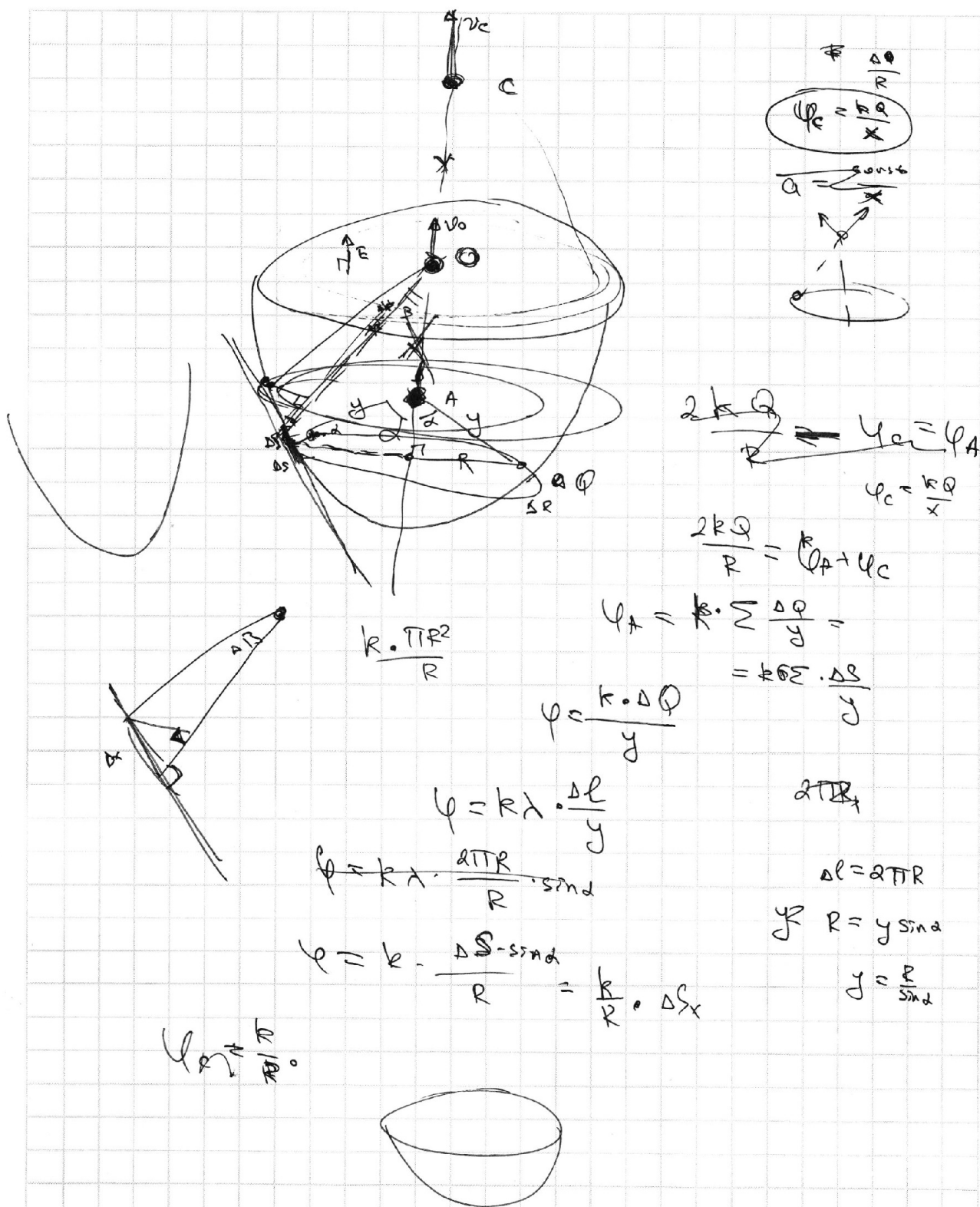


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



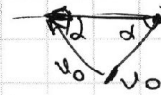
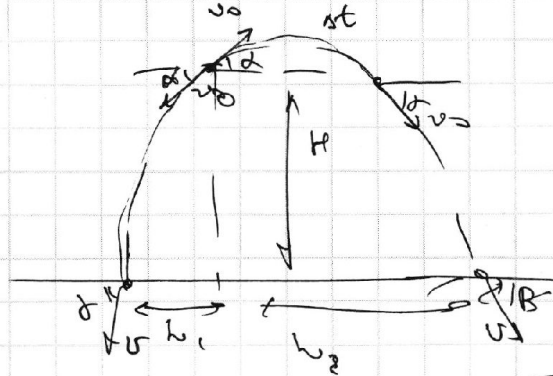


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$k \sum \Delta q$$

$$k \sum \frac{\Delta q}{R^2}$$

$$L = 2l_1 + \Delta l$$

$$\Delta t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$\Delta l = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

КР

$$L = \frac{v_0^2}{g} \sin^2 \alpha + 2v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$L = v_0 \sin^2 \alpha + v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$\frac{L}{v_0} = \sin^2 \alpha + \cos \alpha \cdot t$$

$$H = \frac{v_0 \sin^2 \alpha + v \sin \alpha}{2} \cdot t$$

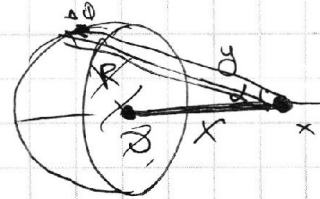
$$l_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

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

$$g, 8 = 20 \sin^2 \alpha - 5t^2$$

$$5t^2 - 20 \sin^2 \alpha + g, 8 = 0$$

$$t = \frac{20 \sin^2 \alpha \pm \sqrt{400 \sin^4 \alpha - 4 \cdot 5 \cdot g, 8}}{10}$$



$$\frac{\varphi_A - \varphi_C}{q} = \frac{A_2}{q}$$

$$A_2 = (\varphi_A - \varphi_C) q$$

$$A_2 = \frac{mv^2}{2}$$

$$\varphi_x = \sum \Delta \varphi_x = \sum k \frac{\Delta q}{r}$$

$$= k \sum \sigma \cdot \frac{\Delta q}{r}$$

$$= k \sigma \cdot \sum \frac{\Delta q \cos \alpha}{r^2 \cos \alpha}$$