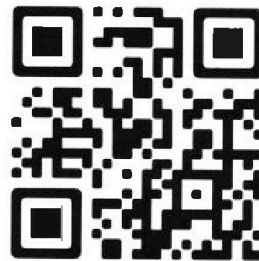


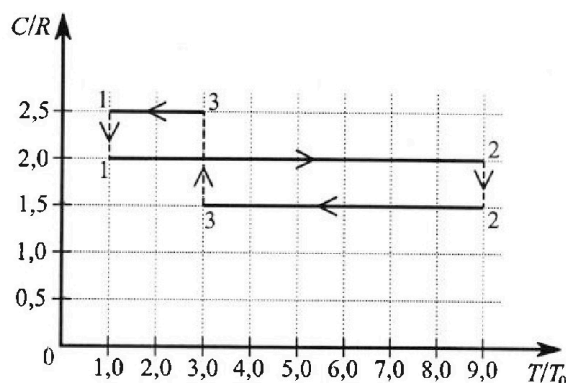
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

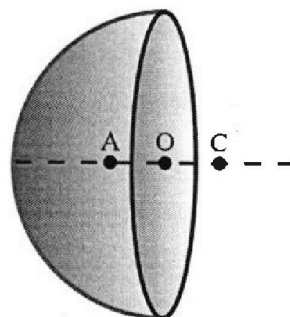


1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 400$ кг за $N = 20$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ 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.



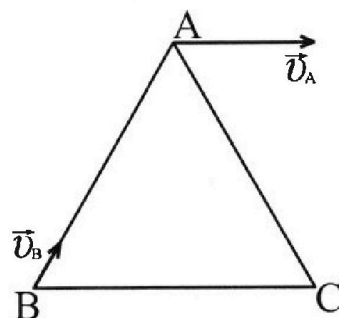
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

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



1. Найдите модуль v_A скорости вершины A.

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

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

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

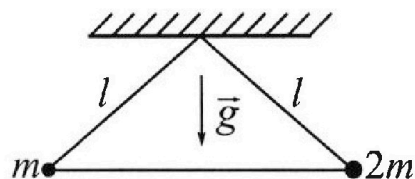
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2$ 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. Шарик массы m скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик массы m находится 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.



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

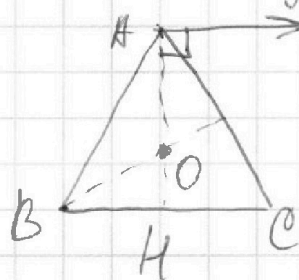
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача №1

1. М.к. $z(A; B) = \text{const}$, то $\vec{v}_A$ в проекции на АВ равен $\vec{v}_B$ в проекции на АВ. Таким образом

$$v_B = v_A \cos(60^\circ) \Rightarrow v_A = 2v_B = 0,8 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$$

2. Возьмем ЗСММ: $\Delta \vec{L} = \sum \vec{M} \cdot \Delta t$, так как к металлу металла не приложено никаких сил, то $\sum \vec{M} = 0 \Rightarrow \vec{L} = \text{const}$. Угловая скорость относительно центра масс постоянная. Найдем её.



$$AO = \frac{2}{3} AH = \frac{2}{3} \sqrt{AB^2 - BH^2} = \frac{2}{3} \sqrt{a^2 - \frac{a^2}{4}} = \frac{\sqrt{3}}{3} a = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{v_A}{AO} = \frac{\sqrt{3} v_A}{a}$$

За время t_2 пластина совершит оборот:

$$\omega t = 2\pi \Rightarrow t = \frac{2\pi a}{\sqrt{3} v_A} \approx \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4}{1,73 \cdot 0,8} \approx 1,8 (\text{с})$$

3. По закону Ньютона: $\vec{R} = m\vec{a}$

$$\vec{a}_{\text{плоты}} = \vec{a}_c, a_c = \omega^2 \cdot r = \omega^2 \cdot OC = \omega^2 \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$R = m \frac{\omega^2 a}{\sqrt{3}} = \frac{m 3 v_A^2 a}{\sqrt{3} a^2} = \frac{\sqrt{3} m v_A^2}{a} = \frac{1,73 \cdot 120 \cdot 10^{-6} \cdot 0,8^2}{0,4} \approx$$

$$\approx 0,3 (\text{мН})$$

Ответ: $v_A = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $t = 1,8 \text{ с}$; $R = 0,3 \text{ мН}$.



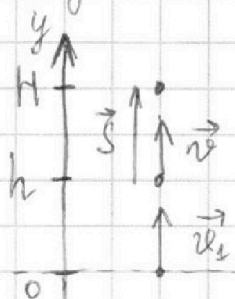
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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 №2.



1. Введем ось y , направленную против вектора ускорения свободного падения $\vec{g}$. Установим координатную ноль в соответствии с уровнем Земли. Соответственно в момент, когда скорость дреберверка v , его координата $y = h$, а в момент максимальной высоты координата $y = H$, а скорость равна нулю. Дреберверк под действием силы тяжести движется равномерно с постоянным ускорением $a_y = -g$ вдоль оси y . Запишем закон равнопеременного движения без времени:

$$s_y = \frac{v_y^2 - v_{y0}^2}{2a_y}$$

$$H - h = \frac{0 - (-v)^2}{2(-g)} \Rightarrow H = h + \frac{v^2}{2g} \quad [H] = \text{м} + \frac{\text{м}^2 \text{с}^{-2}}{\text{с}^2 \text{м}^{-1}} = \text{м}$$

$$H = 14,2 + \frac{6^2}{2 \cdot 10} = 16 \text{ (м)}$$

2. Назовем осколок, движущийся со скоростью $\vec{v}_0$, первым. Соответственно второй осколок будет вторым и двигаться со скоростью $\vec{v}_2$. Запишем ЗСИ для разрыва:

$$\Delta \vec{p} = \sum \vec{F} \cdot \Delta t \quad (\text{т.е. } \Delta t \ll t_c, \text{ то } \Delta \vec{p} = 0)$$

$$\vec{p}_{\text{начальный}} = \vec{p}_{\text{конечный}}$$

$$p_0 = m_1 \vec{v}_0 + m_2 \vec{v}_2 \Rightarrow \vec{v}_2 = -\vec{v}_0$$

$$m_1 = m_2$$

Таким образом скорость второго осколка равна по модулю v_0 , и противоположна вектору $\vec{v}_0$.



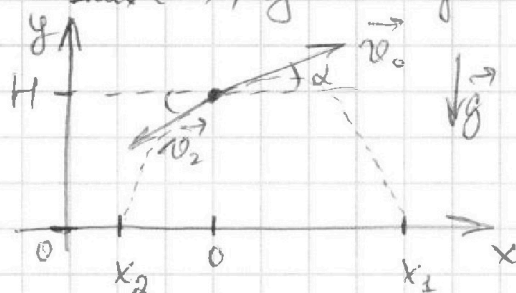
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Рассмотрим задачу кинематики. 2 осколка стартуют из одной точки в одно время. Рассмотрим зависимость $L_{\max}(\alpha)$, где α - угол между горизонтальной и вектором $\vec{v}_0$.



$$L_{\max} = x_1 + x_2$$

$$s_x = v_x \cdot t$$

$$x_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1$$

$$x_2 = -v_0 \cos \alpha \cdot t_2$$

Поскольку тела движутся под действием силы тяжести, то их ускорения равны g , и для них справедлив закон равнопеременного движения.

$$y = y_0 + v_{y0} t + \frac{a_y t^2}{2}$$

$$0 = H + v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg$$

$$t_1 = \frac{-v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}}{-g}, \text{ т.к. } t_1 > 0, \text{ то } t_1 = \frac{1}{g} (v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg})$$

аналогично для второго осколка

$$0 = H - v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg$$

$$t_2 = \frac{+v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}}{-g}, \text{ т.к. } t_2 > 0$$

$$t_2 = \frac{1}{g} (-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg})$$



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
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!

$$L^2(\alpha) = v_0^2 \cos^2 \alpha (t_1 + t_2)^2 = \\ = \frac{4v_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2} (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg)$$

$$(L^2(\alpha))' = 0 \text{ при } L = L_{\max}$$

$$\frac{4v_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2} (2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha) - \frac{4v_0^2 \cos^2 \alpha \sin \alpha}{g^2} (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg) = \\ = 0$$

$$2v_0^2 \cos^3 \alpha \sin \alpha - v_0^2 \cos \alpha \sin^3 \alpha + 2Hg \cos \alpha \sin \alpha = 0$$

$$2v_0^2 \cos^2 \alpha - v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg = 0$$

$$2v_0^2 \cos^2 \alpha - v_0^2 + v_0^2 \cos^2 \alpha + 2Hg = 0$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{v_0^2 - 2Hg}{3v_0^2}} = \sqrt{\frac{1}{3} - \frac{2}{3} \frac{Hg}{v_0^2}} = \sqrt{\frac{0.2}{3}}$$

$$L_{\max}^2 = \frac{4v_0^2 \cos^2 \alpha}{g^2} (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg) = \frac{6656}{g}$$

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{6656}{g}} \approx 27.2 \text{ (м)}$$

$$\text{Ответ: } H = 16 \text{ м; } L_{\max} \approx 27.2 \text{ м.}$$



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.

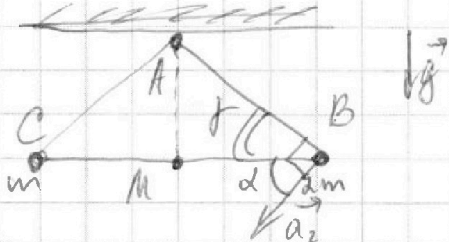
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 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

1.

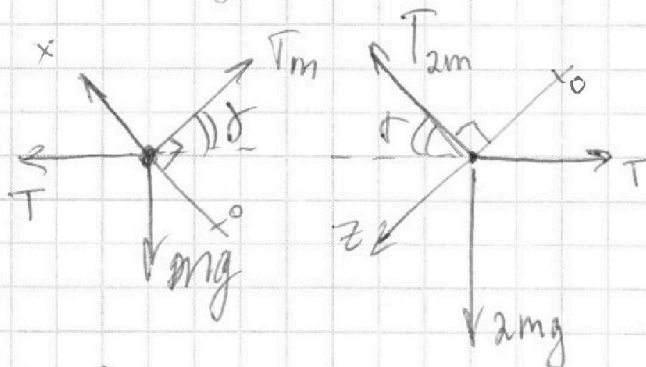


П.к. второй шарик больше по массе чем первый, то после того как систему освободят, он будет стремиться вниз. Из нерастяжимости веревки и

быстрого перераспределения сил в нити следует, что в направлении нити все шары скользят по нити, а значит вдоль нити шары не ускоряются. Следовательно нитиное ускорение $a_2 \perp AB$. Из геометрии:

$$\alpha + \gamma = 90^\circ; \cos \gamma = \frac{0.8l}{l} = 0.8 \Rightarrow \sin \alpha = 0.8$$

2. Рассмотрим силы, действующие на шарики в ИСО, связанной с Землей.



Для первого груза рассмотрение по направлению a_1 аксиоматично. Направим ox вдоль a_1 и oz вдоль a_2

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$ox: T \sin \gamma - mg \cos \gamma = m a_1$$

$$oz: 2mg \cos \gamma - T \sin \gamma = 2m a_2$$



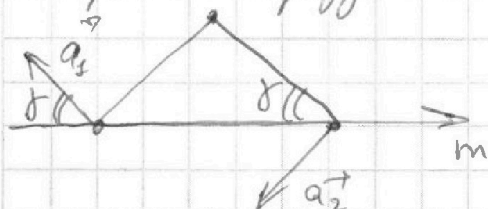
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

П.к. стержень нерастяжимый, то у проекции ускорений грузов на его ось равен



$$\text{от: } -a_1 \cos \alpha = -a_2 \sin \alpha$$

$$a_1 = a_2 \tan \alpha$$

$$-(ma_1 + mg \cos \alpha) + 2mg \cos \alpha = 2ma_2$$

$$2a_2 + a_2 \tan \alpha = 3g \cos \alpha$$

$$a_2 = \frac{3g \cos \alpha}{2 + \tan \alpha} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0.8}{2 + \frac{0.6}{0.8}} = \frac{32 \cdot 3}{11} \approx 8.7 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right)$$

$$3. \quad 2mg \cos \alpha - T \sin \alpha = 2ma_2$$

$$T = \frac{2mg \cos \alpha}{\sin \alpha} - \frac{2m \cdot 3g \cos \alpha}{\sin \alpha (2 + \tan \alpha)} =$$

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

$$= 2 \cdot 0.09 \cdot 10 \left(\frac{0.8}{0.6} - \frac{3 \cdot 0.8}{0.6 \cdot 2.75} \right) =$$

$$= 2 \cdot 0.9 \left(\frac{4}{3} - \frac{16}{11} \right) = 2.4 - \frac{4 \cdot 2 \cdot 0.9}{33} = 0.22 \text{ (Н)}$$

следовательно T направлен в обратную сторону

$$T = 0.22 \text{ (Н)}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0.8$, $T = 0.22 \text{ Н}$; $a_2 = 8.7 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$



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.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☒

5
☐

6
☐

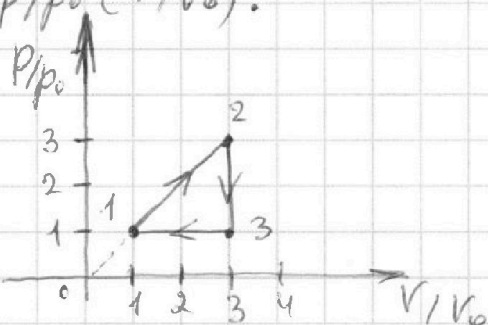
7
☐

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!

Задача №4

1. Рассмотрим график. Процесс $1 \rightarrow 2$ $C = 2R \Rightarrow$ это процесс $p \sim V$. Процесс $2 \rightarrow 3$ $C = 1.5R \Rightarrow$ это изохорный процесс $V = \text{const}$. Процесс $3 \rightarrow 1$ $C = 2.5R \Rightarrow$ это изобарный процесс $p = \text{const}$. Построим в координатах $p/p_0 (V/V_0)$.



т.к. $p \sim V$, то $\frac{p}{p_0} = \frac{V}{V_0}$, таким образом из закон Клапейрона Менделеева $pV = \nu RT$, следовательно T соответствует $3p_0, 3V_0$.

2. Запишем первое начало термодинамики в интегральном виде.

$$Q = \Delta U + A, \text{ так как } \Delta U = 0, \text{ т.к. } \Delta U \sim \Delta T.$$

Найдем Q из графика $C/R (T/T_0)$ как площадь под графиком, умноженную на $\nu R T_0$.

$$Q = (2 \cdot 8 - 1.5 \cdot 6 - 2.5 \cdot 2) \nu R T_0 = (16 - 9 - 5) \nu R T_0 = 2 \nu R T_0$$

т.к. $Q = A_1$, то $A_1 = 2 \nu R T_0 = 2 \cdot 5 \cdot 8.31 \cdot 300 = 24,93 \text{ (кДж)}$

3. $\Delta E_{\text{пот}} = \frac{1}{2} N \cdot A_1 = MgH$

$$H = \frac{\nu R T_0 N}{Mg} = \frac{5 \cdot 8.31 \cdot 300 \cdot 20^2}{400 \cdot 10} \approx 6,23 \text{ (м)}$$

Ответ: $A_1 = 24,93 \text{ кДж}$, $H = 6,23 \text{ м}$.



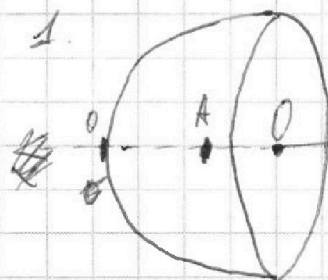
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 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 N5



Для т. Введем ось x , по которой будем отсчитывать потенциал

$$\varphi = \sum \varphi_i$$

т.к. в т. А $v = 0$,

то ЗСЭ будет равняться макс: $\varphi(A)$

$$\varphi(A) = \varphi(+\infty) + K, \text{ где } \varphi(+\infty) \ll K$$

$\varphi(+\infty) \approx 0$

$$\varphi(A) = K = \varphi(O) + \frac{mv_0^2}{2} = \varphi(C) + \frac{mv_c^2}{2}$$

$$\varphi(O) = \sum \varphi_i = \sum \frac{kq dQ}{R} = \frac{kqQ}{R}$$

$$\frac{kqQ}{R} + \frac{mv_0^2}{2} = K$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K - \frac{kqQ}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$

2.

$$\varphi(A) = \varphi(O) + \frac{mv_0^2}{2} = \varphi(C) + \frac{mv_c^2}{2}$$

$$\varphi(A) - \varphi(O) = \varphi(C) - \varphi(O)$$

$$\varphi(A) - \varphi(O) = \varphi(O) - \varphi(C)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{kqQ}{R} + \frac{mv_c^2}{2} - K$$



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!

$$K - \frac{kqQ}{R} = \frac{kqQ}{R} + \frac{mv_c^2}{2} - K$$

$$\frac{mv_c^2}{2} = 2K - 2 \frac{kqQ}{R}$$

$$v_c^2 = 2 \sqrt{\frac{K}{m} - \frac{kqQ}{R}}$$

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

Ответ:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$

$$v_c = 2 \sqrt{\frac{1}{m} \left(K - \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$

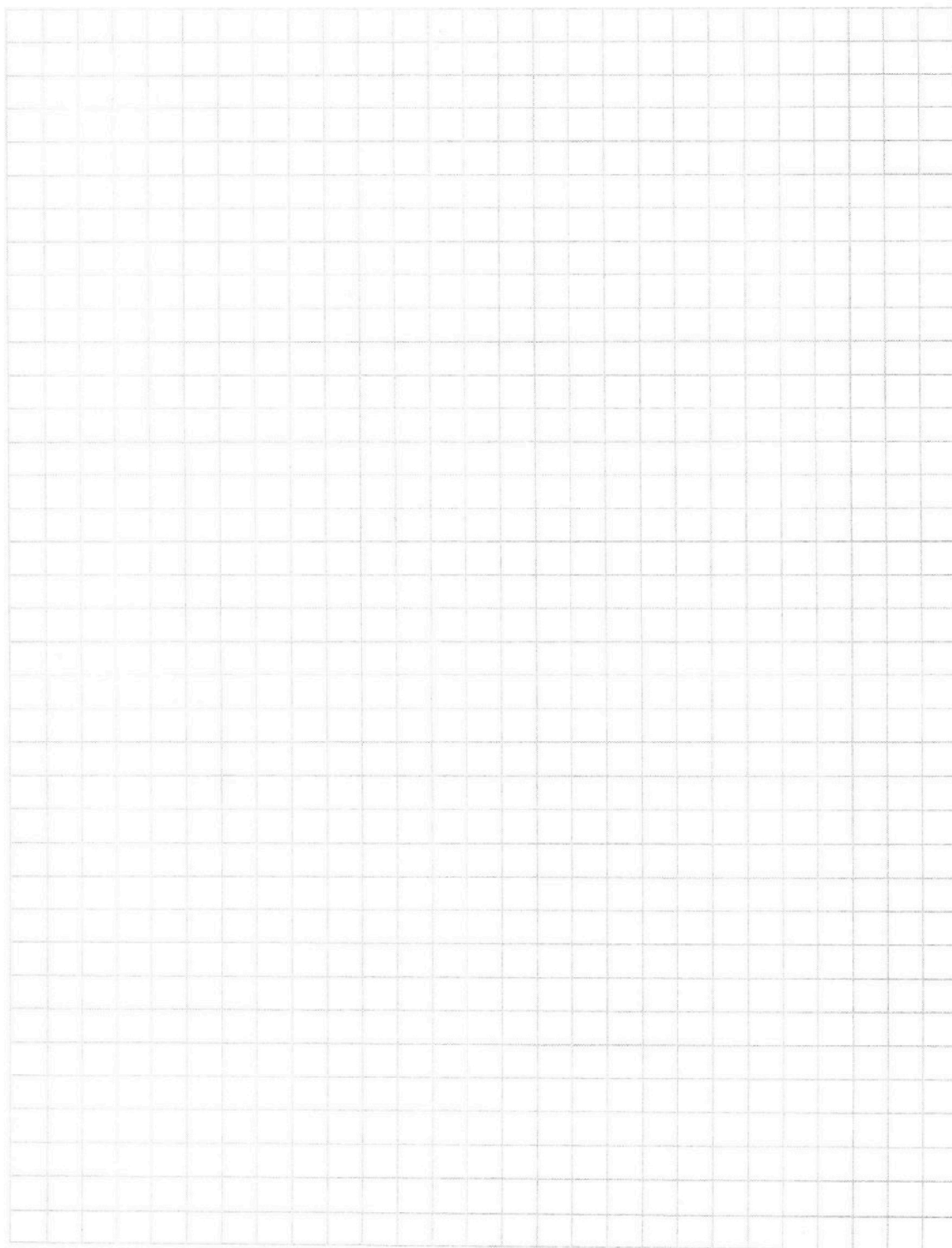


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

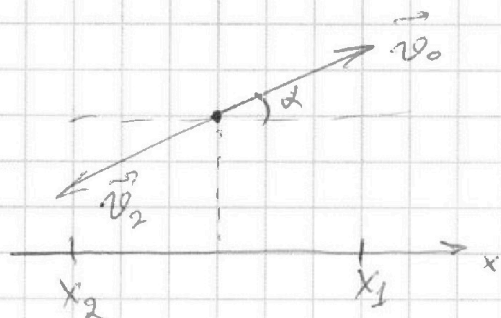




На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$x_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1$$

$$x_2 = v_0 \cos \alpha \cdot t_2$$

$$-H = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$-H = -v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$0 = 2v_0 \sin \alpha \cdot t$$

$$x_1 = v_0 \cos \alpha \cdot t_1$$

$$x_2 = v_0 \cos \alpha \cdot t_2$$

$$-H = v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$-H = -v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

24930

$$\begin{array}{r} 24,93 | 4 \\ \underline{24} \\ 09 \end{array} \quad \begin{array}{r} 162325 \\ \underline{162325} \\ 0 \end{array}$$

$$g t_1^2 - 2v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - 2H = 0 \quad t_1 = \frac{2v_0 \sin \alpha + \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 8Hg}}{2g}$$

$$g t_2^2 + 2v_0 \sin \alpha \cdot t_2 - 2H = 0 \quad t_2 = \frac{-2v_0 \sin \alpha + \sqrt{4v_0^2 \sin^2 \alpha + 8Hg}}{2g}$$

$$x_1 = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \left(v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg} \right)$$

$$x_2 = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \left(-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg} \right)$$

$$x_1 - x_2 = L_{\max} = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \left(2v_0 \sin \alpha \right) = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

$\frac{m}{c} \quad c \quad \frac{m}{c} \cdot \frac{m}{c}$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

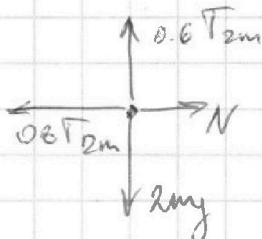
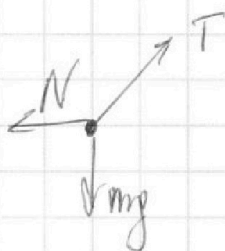
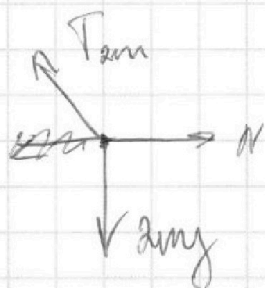
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$-\frac{2v_0}{g} \sin \alpha \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Ky} + \frac{2v_0 \cos \alpha}{2g} \left(\frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Ky}} \right) = 0$$

$$-\sin \alpha (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Ky) + v_0^2 \cos^2 \alpha \sin \alpha = 0$$

$$v_0^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) = 2Ky$$

$$\cos(2\alpha) = \frac{2Ky}{v_0^2}$$



$$0.6 T_{2m} = 2mg ; 0.6 T_m = mg$$

$$0.8 T_{2m} - N = 2ma = 2 \left(0.8 T_m - N \right)$$

$$\frac{4}{3} 2mg$$

$$\frac{4}{3} mg$$



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
☐

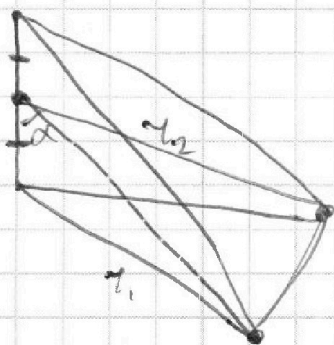
5
☐

6
☐

7
☐

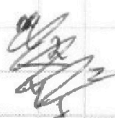
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!



$$r_1^2 = a^2 + R^2 - 2aR \cos \alpha$$

$$r_2^2 = a^2 + R^2 + 2aR \cos \alpha$$



~~$$a^2 - 2aR \cos \alpha$$~~

$$\cos \alpha = \frac{r_1^2 - a^2 - R^2}{2aR}$$

$$r_2^2 = a^2 + R^2 - r_1^2 + a^2 + R^2$$

$$r_1^2 + r_2^2 = 2(a^2 + R^2)$$

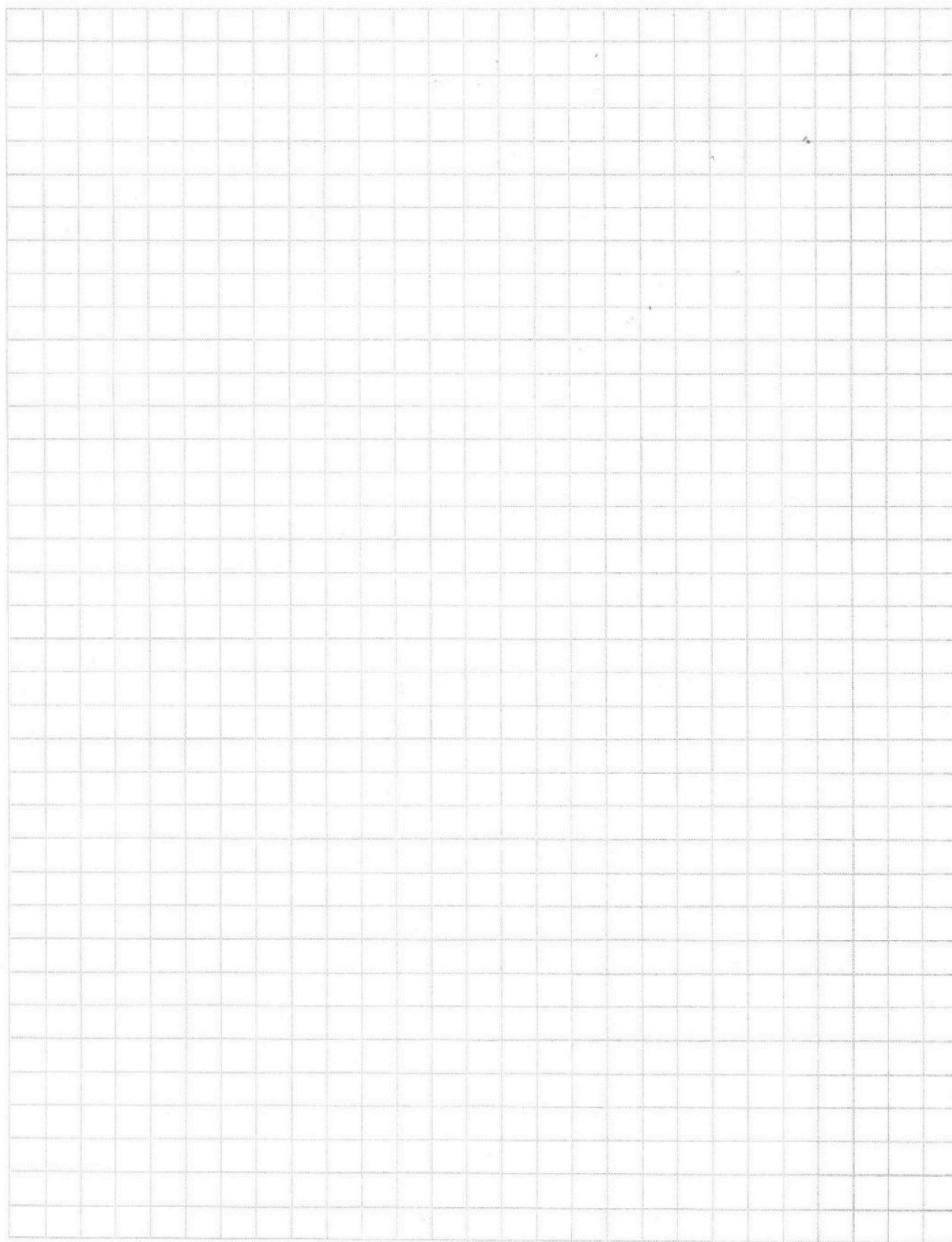


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!





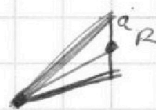
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой задачи отдельно**.

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!

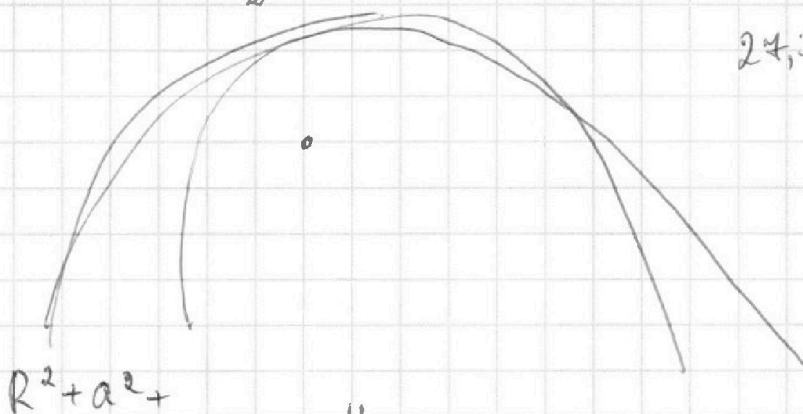
$$\left(\frac{v_0^2}{g} \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 2R \cos^2 \alpha \right)' = 0$$



$$\frac{v_0^2}{g} 2 \sin \alpha \cos \alpha + \frac{v_0^2}{g} 2 \cos \alpha \sin \alpha$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{832} \\ 164 \\ 656 \\ \hline 6724 \end{array}$$

8
27,3



$$\begin{array}{r} 6656 \overline{) 9} \\ 36 \overline{) 73955} \\ 86 \\ 50 \end{array}$$

80

$$\begin{array}{r} 160 \\ 4000 \\ 10 \end{array}$$

$$\frac{1}{3} - \frac{0.8}{3} \sqrt{\frac{0.2}{3}}$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{128} \\ 28 \\ 1024 \\ 256 \\ 3584 \\ + 3072 \\ \hline 6656 \end{array}$$

$$\frac{4 \cdot 20 \cdot \frac{0.2}{3}}{10^2} \left(20^2 \frac{2.6}{3} + 2 \cdot 16 \cdot 10 \right)$$

$$\frac{3.2 \cdot 2.6}{3} + \frac{3.2 \cdot 2 \cdot 16 \cdot 10}{3}$$



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

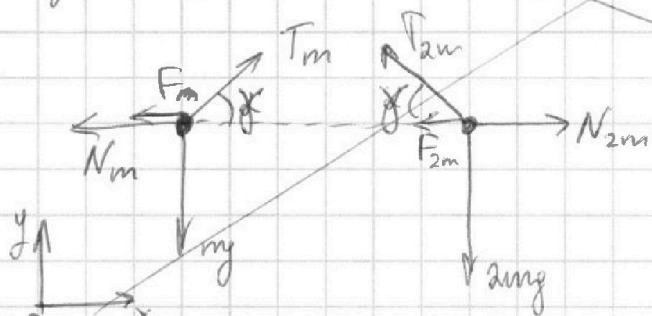
1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

СТРАНИЦА
__ 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!

Задача №3

Выберем ИСО, связанное с Землей. Рассмотрим силы, действующие на шарик.



Закон Ньютона: $\sum \vec{F} = m\vec{a}$

по: $T_m \sin \alpha = mg$

$$T_m \sin \alpha = 2mg \quad \frac{882}{81} = \frac{294}{81}$$

$$x_1 = v_0 \cos \alpha t_1$$

$$x_2 = -v_0 \cos \alpha t_2$$

$$0 = H + v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$0 = H - v_0 \sin \alpha t_2 - \frac{g t_2^2}{2}$$

$$t_{12} = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L = x_1 - x_2 = v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2)$$

$$L = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}$$

$$L = \sqrt{\frac{v_0^4}{g^2} \sin^2 \alpha + \frac{8H}{g} v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{g} + 2H \cos^2 \alpha$$

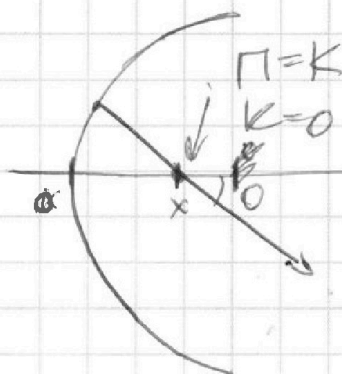


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



$$\frac{k \cdot u^3}{c^2 \cdot u^2}$$

$$\pi = 0$$
$$K = 0$$

$$\begin{array}{r} \sqrt{1.73} \\ \times 1.73 \\ \hline 519 \\ 1211 \\ \hline 173 \end{array}$$

$$\frac{q}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\frac{Q}{4\pi R^2}$$

$$E = \frac{q}{x^2 + R^2 + 2xR \cos \alpha}$$



$$E = \frac{kQ}{2} \int \frac{d\alpha}{x^2 + R^2 + 2xR \cos \alpha}$$

$$E = \frac{kQ}{2} \int \frac{d\alpha}{x^2 + R^2 + 2xR \cos \alpha}$$

$$0.4^2 - 0.2^2$$

$$\frac{8^2 \cdot 10^{-8}}{4 \cdot 10^{-1}}$$

$$12 \cdot 16 \cdot 10^{-6}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 12 \\ \hline 32 \\ 16 \\ \hline 192 \\ \times 173 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 314 \\ 173 \\ \hline 1410 \\ 1384 \\ \hline 260 \\ 173 \\ \hline 870 \end{array}$$

3.

$$\begin{array}{r} 2 \\ 192 \\ \times 173 \\ \hline 576 \\ 1344 \\ 192 \\ \hline 33216 \end{array}$$



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

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

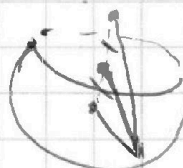
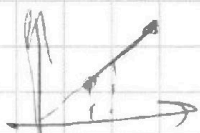
СТРАНИЦА
 _ ИЗ _

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

$$L(\alpha) = v_0 \cos \alpha t_1 + v_0 \cos \alpha t_2$$

$$L^* = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \quad L(\alpha) = \frac{v_0 \cos \alpha}{g} \cdot 2 \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2Hg}$$

pr V



$$dQ = dU + dA$$

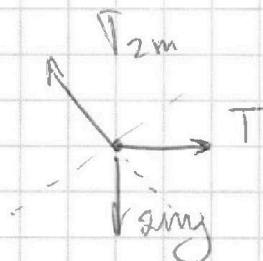
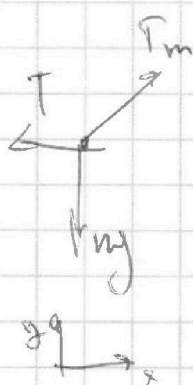
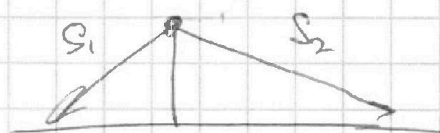
$$\frac{dQ}{dT} = \frac{0}{2} R + \frac{p}{2} R$$

$$p dV + V dp = \gamma R dT$$

$$V = dp$$

$$dp = \frac{dV}{\alpha}$$

$$\frac{p dV}{\gamma R dT} = - \frac{V dp}{\gamma R dT}$$



$$T_{2m} \cos \alpha - T =$$

$$= 2(T - T_m \cos \alpha)$$

$$T_{2m} \cos \alpha + 2 T_m \cos \alpha = 3T$$

$$T_{2m} + 2 T_m = \frac{3T}{\cos \alpha} \quad (3)$$