



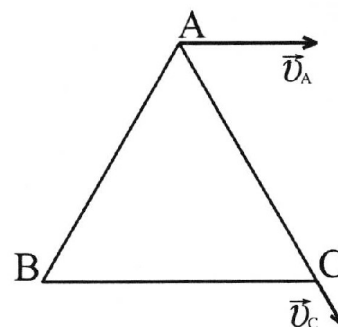
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03

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 $v_A = 0,6$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит восемь оборотов?

Пчела массой $m = 60$ 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.

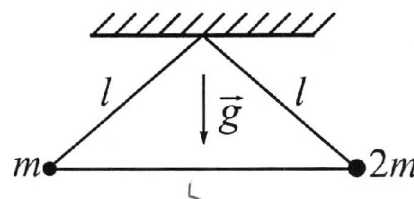
4. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

5. 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 $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

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

7. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарiki скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарiki находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



8. Какой угол α с горизонтом образует вектор $\vec{a}_1$ ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

9. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

10. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



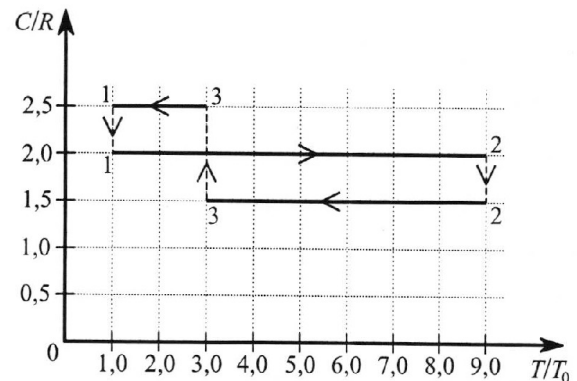
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 1$ моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200$ К.

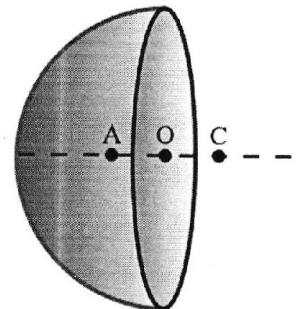


2. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 — давление и объем газа в состоянии 1.

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

4. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415$ кг за $N = 25$ 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 . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .



6. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

7. 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.



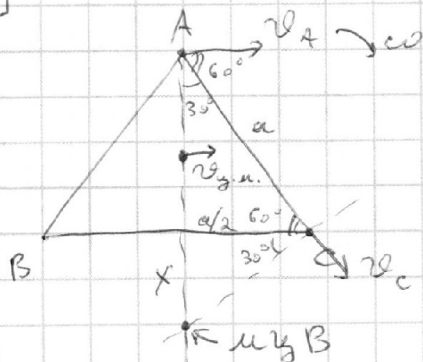
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

11



1. Условие плоскостности:

$$v_A \cos 60^\circ = v_C$$

$$v_C = \frac{1}{2} v_A = \frac{1}{2} \cdot 0,6 = 0,3 \text{ м/с}$$

$$2. \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{\sqrt{3}}{3} a = l$$

$$\frac{\sqrt{3}}{6} a$$

$$v_A = \omega \left(x + \frac{\sqrt{3}}{2} a \right)$$

$$v_{B.м.} = \omega \left(x + \frac{\sqrt{3}}{6} a \right)$$

$$\tan 30^\circ = \frac{x}{a/2} = \frac{2x}{a} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\Rightarrow x = \frac{a}{2\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}a}{6}$$

$$v_A = \omega \left(\frac{\sqrt{3}a}{6} + \frac{\sqrt{3}}{2} a \right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \omega a \left(\frac{1}{3} + 1 \right) = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{4}{3} \omega a = \frac{2\sqrt{3}}{3} \omega a$$

$$v_{B.м.} = \omega \left(\frac{\sqrt{3}a}{6} + \frac{\sqrt{3}a}{6} \right) = \frac{\sqrt{3}}{3} \omega a = \frac{1}{2} v_A = 0,3 \text{ м/с}$$

$$\omega_{\text{отн.}} = \frac{v_A - v_{B.м.}}{\frac{\sqrt{3}}{3} a} = \frac{v_A - \frac{1}{2} v_A}{\frac{\sqrt{3}}{3} a} = \frac{1}{2} v_A \cdot \frac{\sqrt{3}}{a} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{v_A}{a}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega_{\text{отн.}}} \cdot 8 = \frac{16\pi}{\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{v_A}{a}} = \frac{32\pi a}{\sqrt{3} v_A} = \frac{32\pi}{\sqrt{3}} \cdot \frac{2,3^1}{2 \cdot 0,2} = \frac{16}{\sqrt{3}} \pi \text{ с} = \frac{16\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$$

3. Отмечаем, что $\omega_{\text{отн.}}$ по мере вращения не меняется, т.к. нет касательной и нет сил, $\omega_{\text{отн.}}$ постоянен.

Из этого также следует, что в с.о. ц.м. у т.в. есть только нормальное ускорение, а т.к. внеш. сил нет горизонтальное ускорение т.в. в л.с.о. и с.о. ц.м. совпадают.



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.

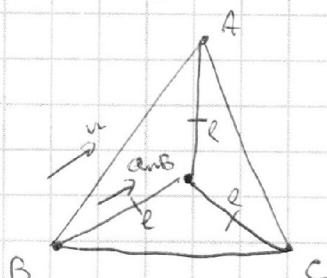
1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

с.о.у.м.:



$$v_B^{\text{отн}} = v_A^{\text{отн}} = \omega l$$

$$\rightarrow v_B^{\text{отн}} = v_A - v_{\text{г.м.}} = \frac{1}{2} v_A$$

$$a_{\text{нБ}} = \frac{\left(\frac{1}{2} v_A\right)^2}{l} = \frac{v_A^2}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{a} = \frac{\sqrt{3} v_A^2}{4a}$$

II ЗН на точку на ось u:

$$\begin{aligned} [R] &= m a_{\text{нБ}} = m \frac{\sqrt{3} v_A^2}{4a} = \frac{\sqrt{3} m v_A^2}{4a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot (0,6)^2}{4 \cdot 0,3} = \\ &= \frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 36 \cdot 10^{-2}}{1,2 \cdot 10^{-1}} = \sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-4} \cdot 3 = \sqrt{3} \cdot 18 \cdot 10^{-3} \text{ Н} = \end{aligned}$$

$$= 18\sqrt{3} \text{ мН}$$

Ответ: 1. $v_c = \frac{1}{2} v_A = 0,3 \text{ м/с}$

2. $T = \frac{32\pi a}{\sqrt{3} v_A} = \frac{16\sqrt{3}}{3} \pi \text{ с}$

3. $R = \frac{\sqrt{3} m v_A^2}{4a} = 18\sqrt{3} \text{ мН}$



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 ☐

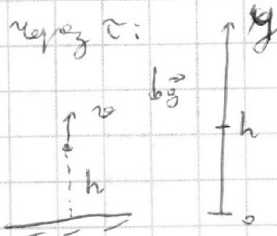
СТРАНИЦА

1 ИЗ 2

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

1. 2

Средняя скорость движения:

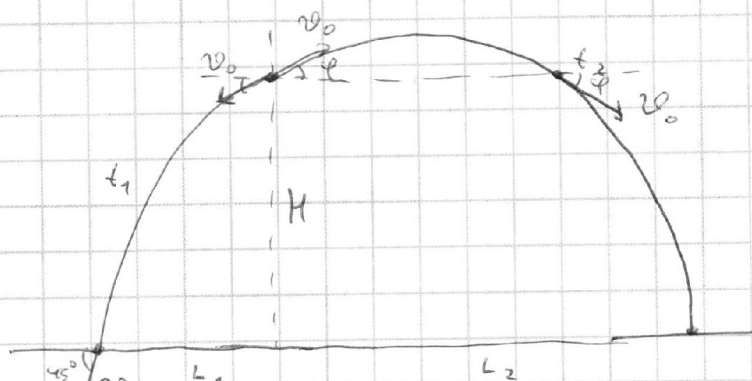


Упр-е движ. Равномерно: $y(t) = v_H t - \frac{gt^2}{2}$

$$h = v_H t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow v_H = \frac{h + \frac{gt^2}{2}}{t} = \frac{15 + \frac{10 \cdot 3^2}{2}}{3} = 20 \text{ м/с}$$

$$H = \frac{v_H^2 - 0^2}{2g} = \frac{v_H^2}{2g} = \frac{1}{2g} \left(\frac{h + \frac{gt^2}{2}}{t} \right)^2 = \frac{1}{2 \cdot 10} \cdot 20 \cdot 30 = 20 \text{ м}$$

2. Из ЗСН на ос $\vec{v}_0$, скорости второго осколка (т.к. они одинаков. массы) ~~также~~ равна $-\vec{v}_0$. (а первый в т.у-н неподвижен)



$$L = L_1 + L_2$$

$v_0 \cos \varphi t_1 = L_1$	Упр-е движ.	$v_0 \cos \varphi t_2 = L_2$	Упр-е движ.
$v_0 \sin \varphi t_1 + \frac{gt_1^2}{2} = H$	1	$v_0 \sin \varphi t_2 - \frac{gt_2^2}{2} + H = 0$	2

~~$v_0 \cos \varphi (t_1 + t_2) = L_1 + L_2 = L$~~
 ~~$v_0 \sin \varphi t_1 + \frac{gt_1^2}{2} + v_0 \sin \varphi t_2 - \frac{gt_2^2}{2} + H = 0$~~

~~Вывод: траектория движения является параболой, поэтому для нахождения ее начальной и конечной скорости, достаточно, если известны время полета, угол и~~



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!

Из симметричности движения становится ясно,
что $L_{\max}$ при падении под 45° к полу (если это возможно)

ЗСЭ:

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{mv_k^2}{2} \Rightarrow v_k = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

$$L_{\max} = \frac{v_k^2}{g} = \frac{v_0^2 + 2gh}{g} = \frac{900 + 2 \cdot 10 \cdot 20}{10} = 90 + 2 \cdot 20 = 130 \text{ м}$$

дальность полета при броске под 45° к гориз.

$$\text{Ответ: } 1. H = \frac{1}{2g} \left(\frac{v_0^2}{2} \right)^2 = 20 \text{ м}$$

$$2. L_{\max} = \frac{v_0^2 + 2gh}{g} = 130 \text{ м.}$$



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
__ 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!

$$F = mg \cdot \frac{4}{5} + T \cdot \frac{3}{5}$$

$$T \cdot \frac{3}{5} - mg \cdot \frac{3}{5} = ma_1$$

$$F = \frac{3}{5}T + 2mg \cdot \frac{4}{5}$$

$$2mg \cdot \frac{3}{5} - T \cdot \frac{4}{5} = 2ma_1$$

$\Rightarrow$

$$5F = 4mg + 3T$$

$$4T - 3mg = 5ma_1$$

$$5F = 3T + 8mg$$

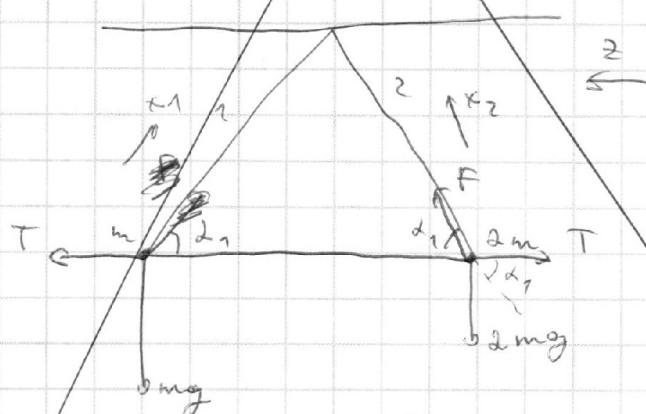
$$6mg - 4T = 10ma_1$$

$\Rightarrow$

$$\Rightarrow \begin{cases} 3T + 8mg = 4mg + 3T \\ 4T - 3mg = 5ma_1 \\ 6mg - 4T = 10ma_1 \end{cases} \rightarrow \text{противоречие}$$

нельзя провиснет
 $\rightarrow$ Нельзя писать кин. связ на 1 ускорений нитке.

Перерешиваем задачу по-новой, то нить провиснет.



Кин. связ:
 $a_{12} = a_{22}$

II закон ньютона на θz :

$$T - F \cos \alpha_1 = ma_{12}$$

$$F \cos \alpha_1 - T = 2ma_{22}$$

III закон ньютона на θx_2 :

$$F = T \cos \alpha_1 + 2mg \sin \alpha_1$$

$\Rightarrow$

$$\begin{cases} T = ma_{12} \\ \frac{3}{5}F - T = 2ma_{12} \\ F = \frac{3}{5}T + 2mg \cdot \frac{4}{5} \end{cases} \Rightarrow$$



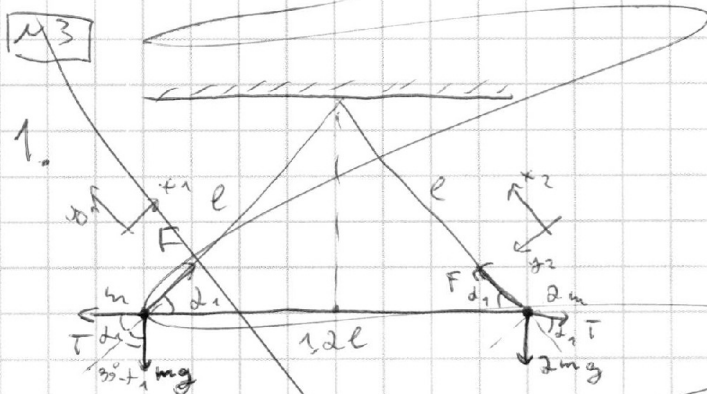
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

13



Т.к. стержень
идеальный, T вдоль него
(значит не вытесн. упр-ем),
а F равны по модулю
(из 3-го)

Кин. связь: $v_k = 0 \Rightarrow a_1 \perp$ нити;

проекции a_1 на стержень равны-
ус. темп.

ИЗН. нити:

$$\text{для } m: F = mg \sin \alpha_1 + T \cos \alpha_1$$

$$\text{для } 2m: T \sin \alpha_1 - mg \cos \alpha_1 = 2ma_2$$

из кин. связи:

$$\text{для } m: F = T \cos \alpha_1 + 2mg \sin \alpha_1$$

$$\text{для } 2m: 2mg \cos \alpha_1 - T \sin \alpha_1 = 2ma_2$$

из кин. связи:

$$\sin \alpha_1 = \frac{\sqrt{25-9}}{25} = \frac{4}{5}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{0.6e}{e} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5}$$

$$\sin \alpha = \sin(90^\circ - \alpha_1) =$$

$$= \cos \alpha_1 = \frac{3}{5}$$

ноль (не перпендикуляр, см.
задание)

$$2. a_1 \cos(90^\circ - \alpha_1) = a_2 \cos(90^\circ - \alpha_1)$$

$$a_1 = a_2 - \text{кин. связь}$$



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.

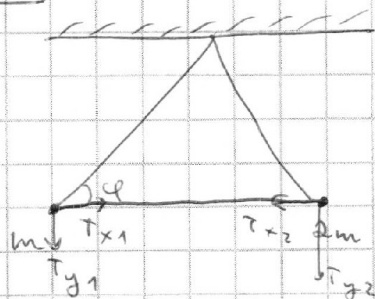
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

13



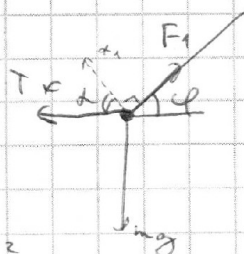
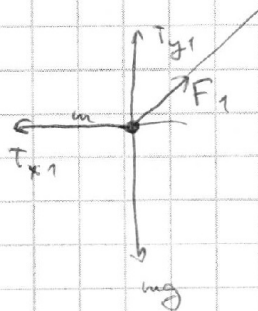
по y-ю осм. на

см. $T_{y1} = T_{y2} = 0$

по x-ю осм. $T_{x1} = T_{x2} = T_x$

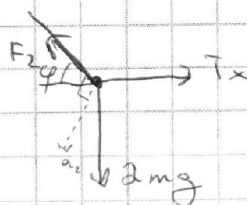
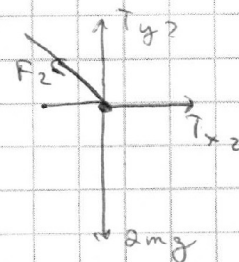
по x-ю осм. на

связи: $a_{1x} = a_{2x} = a_1 = a_2$



$$\cos \varphi = \frac{0.6}{1} = \frac{3}{5}$$

$$\sin \varphi = \frac{4}{5}$$



$$2. T_x - F_1 \cos \varphi = F_2 \cos \varphi - T_x \Rightarrow 2T_x = (F_1 + F_2) \cos \varphi$$

по x-ю осм. на

$$\begin{cases} T_x - F_1 \cdot \frac{3}{5} = m a_1 \cdot \frac{4}{5} \\ F_2 \cdot \frac{4}{5} - mg = m a_1 \cdot \frac{3}{5} \\ F_2 \cdot \frac{3}{5} - T_x = 2m a_1 \cdot \frac{4}{5} \\ 2mg - F_2 \cdot \frac{4}{5} = 2m a_1 \cdot \frac{3}{5} \end{cases} \Rightarrow$$

=>

$$\begin{cases} 5T_x - 3F_1 = 4ma_1 \\ 4F_2 - 5mg = 3ma_1 \\ 3F_2 - 5T_x = 8ma_1 \\ 10mg - 4F_2 = 6ma_1 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 20T_x - 12F_1 = 16ma_1 \\ 12F_2 - 15mg = 9ma_1 \\ 12F_2 - 20T_x = 32ma_1 \\ 30mg - 12F_2 = 18ma_1 \end{cases}$$



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!

$$20T_x - 25mg = 25ma_1$$

$$30mg - 20T_x = 50ma_1$$

$$45m \cdot 15mg = 75ma_1 \Rightarrow a_1 = \frac{1}{5}g$$

$$20T_x = 15mg + 25m \cdot \frac{1}{5}g = 15mg + 5mg = 20mg$$

3. $T_x = mg$

$$12F_1 = 20T_x - 16m \cdot \frac{1}{5}g = 20mg - \frac{16}{5}mg > 0 \text{ не проверяется.}$$

$$12F_2 = 20T_x + 32ma_1 = 20mg + 32m \cdot \frac{1}{5}g > 0 \text{ не проверяется.}$$

1. $\sin \alpha = \sin(90^\circ - \varphi) = \cos \varphi = \frac{3}{5}$

Окончание: 1. $\sin \alpha = \frac{3}{5}$

2. $a_1 = \frac{1}{5}g = 2 \text{ м/с}^2$

3. $T = T_x = mg = 2 \text{ Н}$



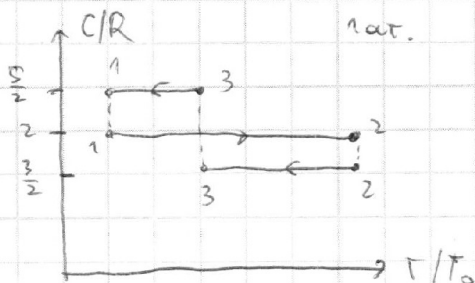
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 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!

14



$$2-3 \quad C_{23} = \frac{3}{2}R \Rightarrow V = \text{const}$$

$$3-1 \quad C_{31} = \frac{5}{2}R \Rightarrow p = \text{const}$$

$$1-2 \quad p \uparrow, V \uparrow \quad Q = \frac{3}{2} \cdot p_1 V_1 + p_1 V_1$$

$$C_{12} = \frac{12AT}{25T} = 2R$$

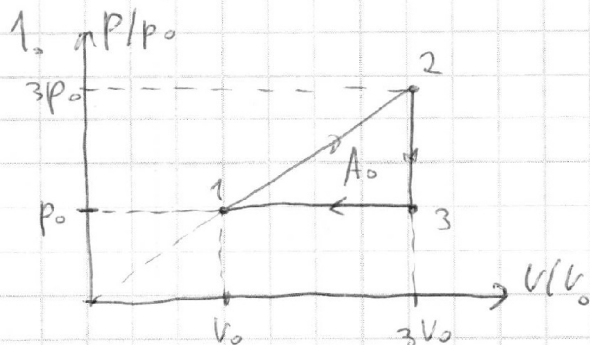
$$1-2 \Rightarrow p \sim V$$

зр. м. к:

$$p_0 V_0 = 2AT_0$$

$$p_2 V_2 = 2R \cdot 5T_0 = 10 p_0 V_0$$

$$\Rightarrow 2 = 5$$



$$2. \quad Q_{12} = Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = \frac{p_0 + 3p_0}{2} \cdot 2V_0 + \frac{3}{2}(3p_0 V_0 - p_0 V_0) =$$

$$= 4p_0 V_0 + \frac{3}{2} \cdot 8p_0 V_0 = 4p_0 V_0 + 12p_0 V_0 = 16p_0 V_0 = 16 \cdot 2AT_0 =$$

$$= 16 \cdot 1.831 \cdot 200 = 32.831 = \boxed{26592 \text{ Дж}}$$

$$3. \quad A_0 = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0 = 2p_0 V_0 \Rightarrow A_{\text{пол}} = p_0 V_0 = 2AT_0$$

Зср:

$$N A_{\text{пол}} = M g H \Rightarrow H = \frac{N A_{\text{пол}}}{M g} = \frac{25 \cdot 1.831 \cdot 200}{415 \cdot 10} =$$

$$= \frac{25 \cdot 831 \cdot 2}{415 \cdot 10} \approx 10 \text{ м}$$

Ответ: 1. см. выше

$$2. \quad Q_1 = 16 \cdot 2AT_0 = 26592 \text{ Дж}$$

$$3. \quad H = \frac{N \cdot 2AT_0}{M g} \approx 10 \text{ м}$$



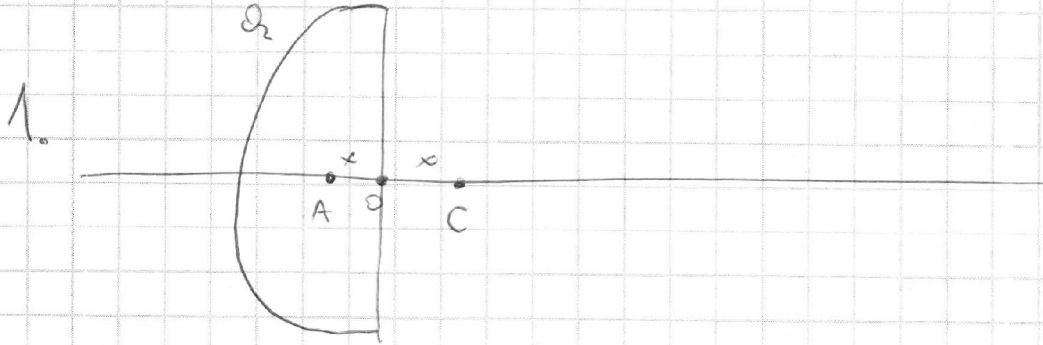
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 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!

15



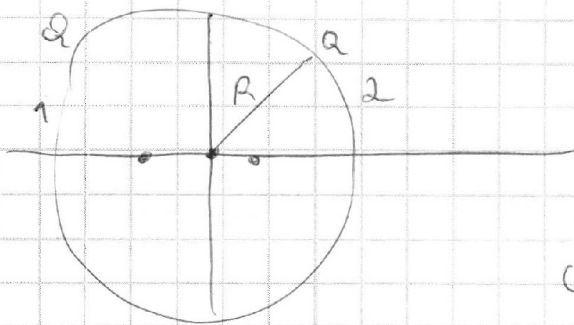
ЗСЭ:

$$K + q \cdot \sum \frac{F \Delta Q_i}{R} = \frac{mv^2}{2}$$

$$K + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$

2. Построим полусферу до сферы зарядом $2Q$:



Ясно, что потенциал в сфере постоянен и равен $\phi_{сф} = \frac{k \cdot 2Q}{R}$

С другой стороны, $\phi_{сф}$ создан 1 и 2 полусферами, т.е. $\phi_{сф} = \phi_1 + \phi_2$



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.

☐☐☐☐☒☐☐

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!

Зсодом A и B:

$$\varphi_1 q = k + \frac{q Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

Зсодом B и C:

$$\varphi_2 q + \frac{mv_c^2}{2} = k + \frac{q Q}{4\pi\epsilon_0 R}$$

$$q(\varphi_1 + \varphi_2) + \frac{mv_c^2}{2} = 2k + \frac{q Q}{2\pi\epsilon_0 R}$$

$$q \cdot \frac{2kQ}{R} + \frac{mv_c^2}{2} = 2k + \frac{q Q}{2\pi\epsilon_0 R}$$

$$\frac{mv_c^2}{2} = 2k + \frac{q Q}{2\pi\epsilon_0 R} - \frac{2q Q}{4\pi\epsilon_0 R} = 2k$$

$$mv_c^2 = 4k \Rightarrow v_c = \sqrt{\frac{4k}{m}}$$

$$\text{Ответ: 1. } v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(k + \frac{q Q}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$$

$$2. v_c = \sqrt{\frac{4k}{m}} = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$$



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
☐

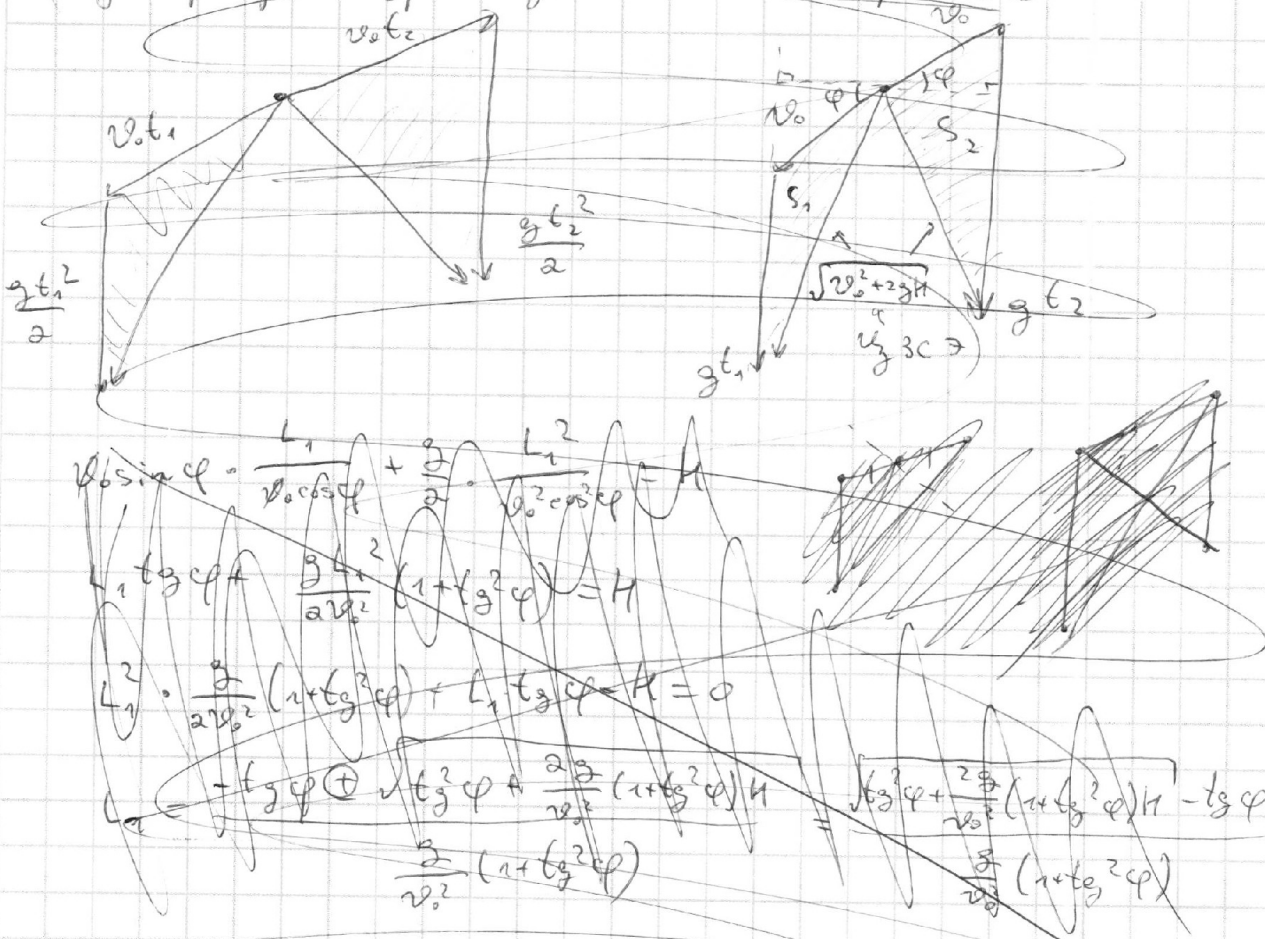
7
☐

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!

Для этого условие можно переформулировать. Это можно изобразить на рисунке.

Изобразим ур. и дгм. в векторном Δ :



$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot v_0 \cos \varphi \cdot g t_1 = \frac{1}{2} g L_1$$
$$S_2 = \frac{1}{2} \cdot v_0 \cos \varphi \cdot g t_2 = \frac{1}{2} g L_2$$
$$\Rightarrow S_1 + S_2 = \frac{1}{2} g (L_1 + L_2)$$

Значит, надо максимизировать сумму сторон Δ .



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
☐

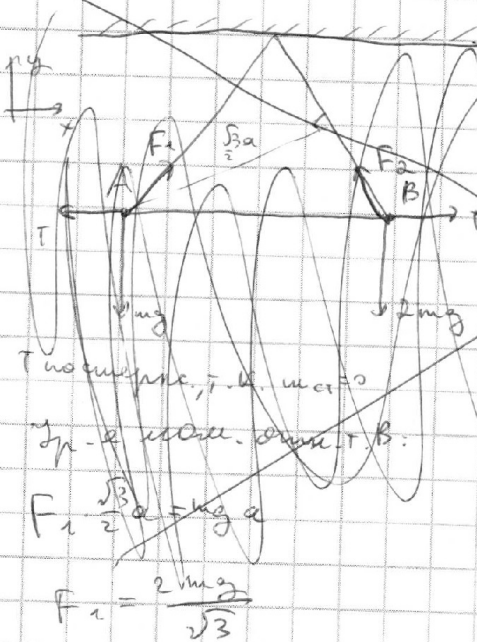
6
☐

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!

3



II Вн. на шариком:
 $F_1 + F_2 = 3mg$
 y_n - e макс. см. т. A:
 $F_2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = 2mg a$
 $F_2 = \frac{4mg}{\sqrt{3}}$
 $F_1 = 3mg - \frac{4mg}{\sqrt{3}} = mg \left(\frac{3\sqrt{3} - 4}{\sqrt{3}} \right)$
 $\frac{3\sqrt{3} - 4}{\sqrt{3}}$



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

☐☐☐☒☒☐☐

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!

Вспомогательная формула:

$$K + \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{m v_c^2}{2} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R}$$

Задача на нахождение минимального радиуса орбиты электрона, что возможно от каждого из электронов в 2 раза $\Rightarrow \varphi_1 = 2\varphi_2$

$$\varphi_1 = 2\varphi_2 \Rightarrow \frac{2}{3}\varphi_1$$

$$K + \frac{2}{3}\varphi_1 q = \frac{m v_c^2}{2} + \frac{4}{3}\varphi_1 q$$

$$\frac{m v_c^2}{2} = K + \frac{1}{3}\varphi_1 q = K + \frac{1}{3}q \cdot \frac{2Kq}{R}$$

$$v_c = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{2Kq^2}{3R} \right)}$$

Ответ: 1. $v = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 R} \right)}$

2. $v_c = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{q^2}{6\pi\epsilon_0 R} \right)}$

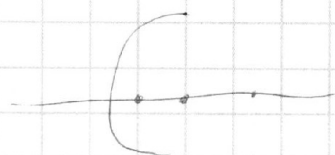


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

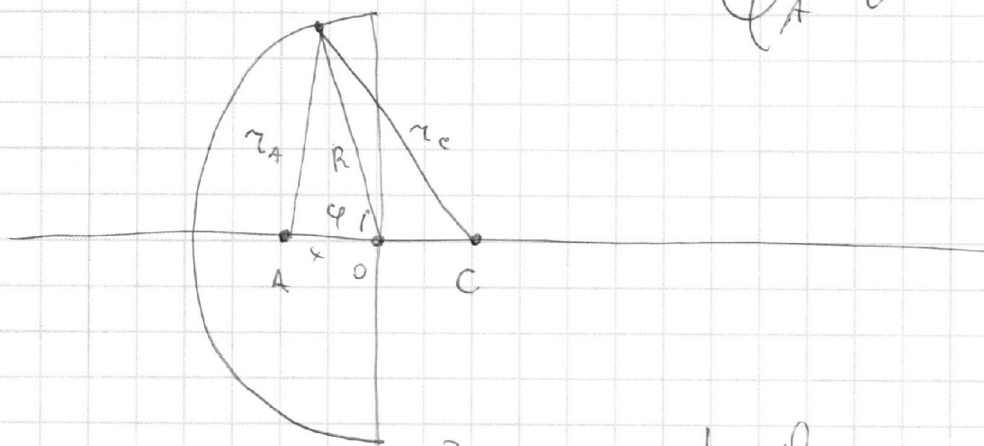
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!



φ_A и φ_C



$$\varphi_1 q + \varphi_2 q + \frac{mv_c^2}{2} = 2K + \frac{kqQ}{R}$$

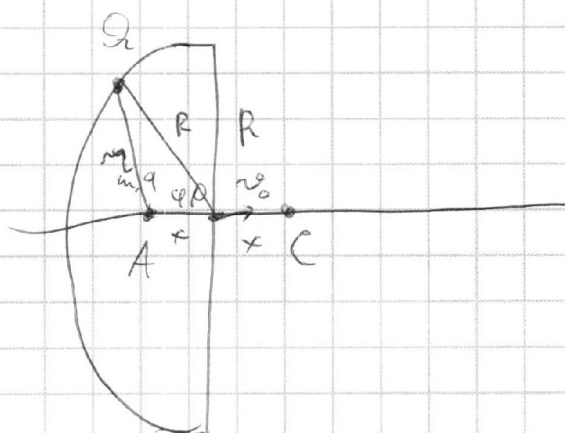


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



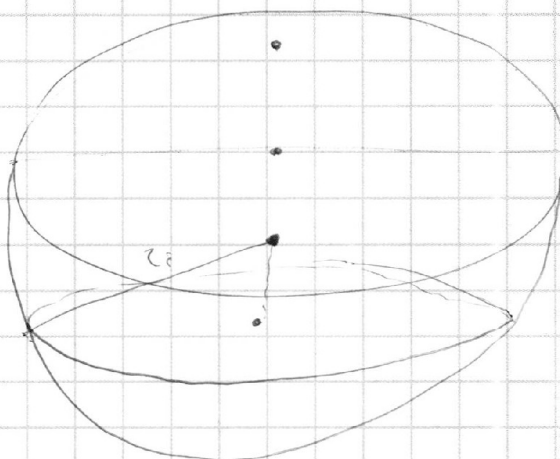
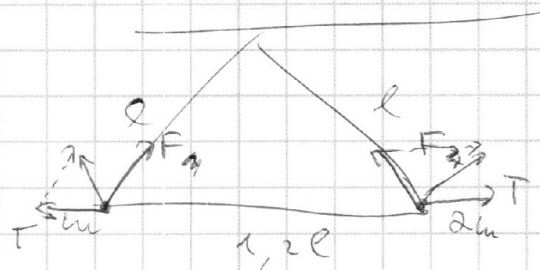
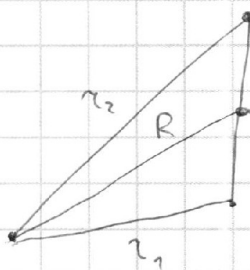
$$1. \frac{m v_0^2}{2} = k$$

$$\frac{m v_0^2}{2} + \frac{k q Q}{R} = \frac{m v^2}{2}$$

$$2. \varphi_A = \int \frac{k dq}{r_A} = \int \frac{k R d\varphi}{r_A}$$

$$\varphi_A = \int \frac{k R d\varphi \sigma}{\sqrt{x^2 + R^2 - 2xR \cos \varphi}}$$

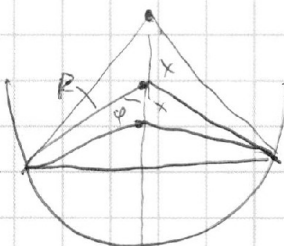
$$\varphi_C = \int \frac{k R d\varphi \sigma}{\sqrt{x^2 + R^2 + 2xR \cos \varphi}}$$



$$\int \frac{k dq}{r_i}$$

$$\varphi_1 = \frac{k dq}{\sqrt{x^2 + R^2 - 2xR \cos \varphi}}$$

$$\varphi_2 = \frac{k dq}{\sqrt{x^2 + R^2 + 2xR \cos \varphi}}$$





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!

$$\Rightarrow \begin{cases} T = m a_{12} \\ \frac{3}{5} F - T = 2 m a_{12} \\ F = \frac{3}{5} T + \frac{8}{5} m g \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} T = m a_{12} \\ 3 F - 5 T = 10 m a_{12} \\ 5 F = 3 T + 8 m g \end{cases}$$

$$\begin{cases} 3 F = 10 m a_{12} \\ 5 F = 3 m a_{12} + 8 m g \end{cases}$$

$$5 \cdot 5 m a_{12} = 3 m a_{12} + 8 m g \Rightarrow 22 a_{12} = 8 g \Rightarrow a_{12} = \frac{8}{22} g = \frac{4}{11} g$$

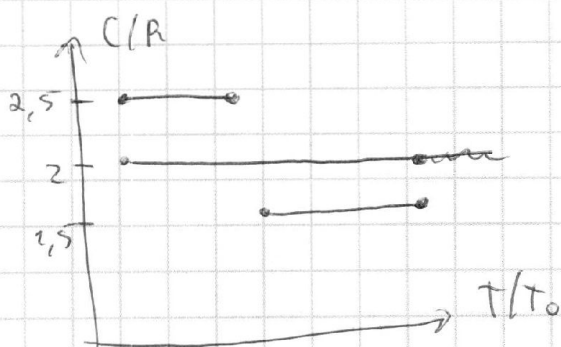


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

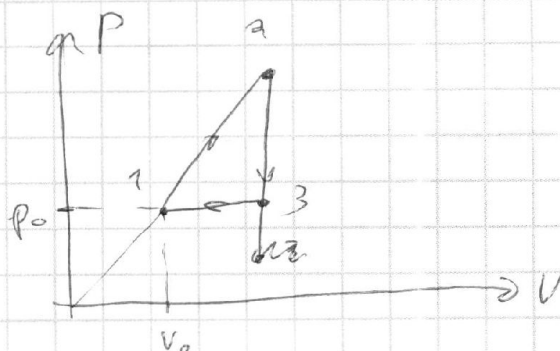
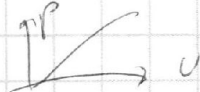
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



$$C_1 = \frac{3}{2}R \quad V = \text{const}$$

$$C_2 = 2R$$

$$C_3 = \frac{5}{2}R \quad p = \text{const}$$



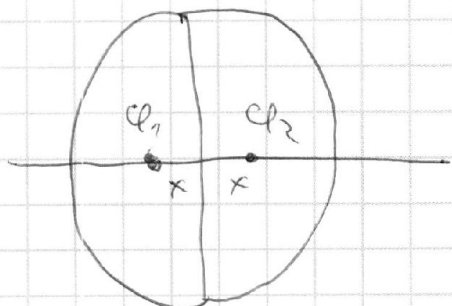
$$62 \quad + \quad 831$$

$$\quad \quad + \quad 32$$

$$\quad \quad + 1662$$

$$\quad \quad 2493$$

$$\quad \quad \hline 26592$$



$$\varphi_1 + \varphi_2 = \frac{k \cdot 2Q}{R}$$