

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 09-02

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Шайба массой $m=0,4$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right)$, где \vec{V}_0 – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 2$ м/с, постоянная $T = 4$ с.

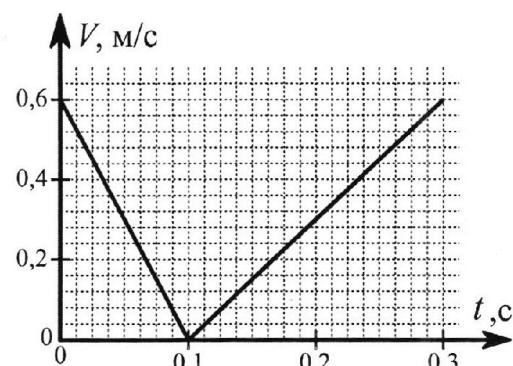
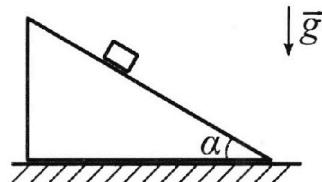
- Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 3T$.
- Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
- Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

2. Камень брошен под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. За первые $T = 2$ с полета модуль скорости камня уменьшился в два раза. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

- Найдите вертикальное перемещение H камня за первые $T = 2$ с полета.
- Найдите модуль $|\vec{r}(T)|$ перемещения камня за первые $T = 2$ с полета.
- Найдите радиус R кривизны траектории камня в момент времени $T = 2$ с.

3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы $m = 0,4$ кг, масса клина $1,5m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

- Найдите $\sin \alpha$, где α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
- Найдите модуль N силы нормальной реакции, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,1$ с.
- При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2025



Вариант 09-02

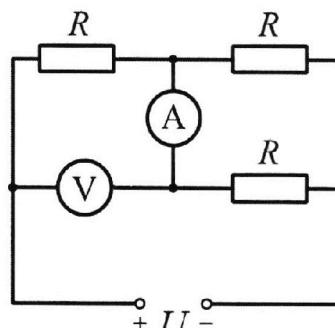
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 200 \text{ Ом}$. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 120 \text{ В}$. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .

1 Найдите силу I тока, текущего через источник.

2 Найдите показание I_A амперметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?



5. В калориметр, содержащий воду при неизвестной температуре $t_1 \text{ }^{\circ}\text{C}$, помещают лед, температура которого $t_2 = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы воды к массе льда $n = 11/9$.

1. Найдите долю δ массы льда, превратившейся в воду.

2. Найдите начальную температуру t_1 воды калориметре.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_L = 2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$, удельная теплоёмкость воды $c_B = 4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot {^{\circ}}\text{C})$, удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$, температура плавления льда $t_0 = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.



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

СТРАНИЦА
1 из 3

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

Задача №1

Закон зависимости скорости от времени:

$\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \cdot \left(\frac{t}{T} - 1\right)$, заметим, что тк \vec{V}_0 умножается на число, то $\vec{V} \parallel \vec{V}_0$ (те скорости лежат на направлении).

Тогда закон можно записать в виде:

$V(t) = V_0 \cdot \left(\frac{t}{T} - 1\right)$, подставив известные значения (T и V_0)

$V(t) = 2 \frac{m}{c} \cdot \left(\frac{t}{4c} - 1\right) = \frac{2t}{4} \frac{m}{c^2} - 2 \frac{m}{c} = 0,5 \frac{m}{c^2} \cdot t - 2 \frac{m}{c}$. Заметим, что исходя из последней формулы, машина будет двигаться равноускоренно, с ускорением $0,5 \frac{m}{c^2}$, напр. точка оси,

с начальной скоростью $-2 \frac{m}{c}$ (тк $2 \frac{m}{c}$ против направления).

Тогда воспользовавшись формулой пути при РУР:

$S(t) = V_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$ Тогда ~~если бы имелась~~ \vec{V}_0 — скорость она может зависеть от времени (издир).

Тогда найдём путь в момент времени $t = \beta T = 12c$

$$S(12c) = |V_0| \cdot 12c + \frac{\alpha (12c)^2}{2} = |V_0| \cdot 12c + 1,5 \frac{m}{c}$$

При этом нарисуем график зависимости скорости от времени

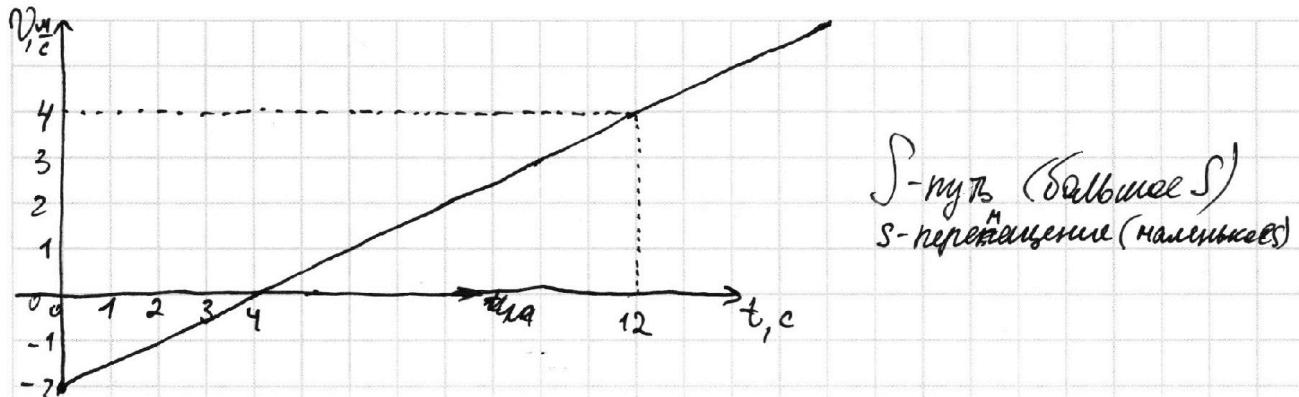


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
2 из 3

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



Как известно, путь на телесе за время это площадь под графиком (когда $V \geq 0$) или площадь над графиком (когда $V \leq 0$)

Найдем эту площадь. Скорость в $t=0$ равна $V_0 = -2 \frac{m}{s}$, в $t=12$

$$V = -2 \frac{m}{s} + 0,5 \frac{m}{s^2} \cdot t^2 = (6-2) \frac{m}{s} = 4 \frac{m}{s}. \text{ Скорость равна } 0 \text{ м/с}$$

$$V=0 = -2 \frac{m}{s} + 0,5 \frac{m}{s^2} \cdot t \Rightarrow t=4 \text{ с. Тогда найдем путь:}$$

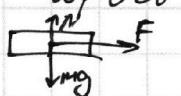
$$S_{0-4} = \frac{1}{2} \left(-2 \frac{m}{s} \right) \cdot 4 \text{ с} = 4 \text{ м} \quad S_{4-12} = \frac{4 \frac{m}{s} \cdot (12 \text{ с} - 4 \text{ с})}{2} = 16 \text{ м.}$$

Тогда путь проийденный шайбой за время от $t=0$ до $t=3t=12$ с

$$\text{равен } S = S_{0-4} + S_{4-12} = 4 \text{ м} + 16 \text{ м} = 20 \text{ м.}$$

Запишем 2-й закон Ньютона для шайбы в проекции на

вертикаль:



$$F + N \cdot \cos 90^\circ + mg \cdot \cos 20^\circ = F = ma, \text{ т.е. } F = ma, \text{ где } a$$

\overrightarrow{a} — ось нормали. Как мы учтем что $a = 0,5 \frac{m}{s^2}$?

$$F = ma = 0,4 \text{ кг} \cdot 0,5 \frac{m}{s^2} = 0,2 \text{ Н.}$$

Давле на шайбу действует сила F : $A = \vec{F} \cdot \vec{s}$, где \vec{s} — перемещение. На приведенное $t=0$ до $t=4 \text{ с}$, шайба движалась с постоянной скоростью ($4 \frac{m}{s}$).



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!

Могут перемещение равно пути со знаком (-).

тогда $S_{\text{путь}} = -S_{\text{осн.}} = -4 \text{ м}$. проекции на ось ОХ.

Сила F направлена вправо вдоль оси \Rightarrow ~~работа~~ Серьгина сужается

$$\text{Тогда } A = F \cdot S = 0,2 \text{ Н} \cdot (-4 \text{ м}) = -0,8 \text{ дж} = -0,8 \text{ АДН.}$$

Ответ: ~~Путь пройденный шайбой~~ ~~за время~~ ~~0,90135~~ равен 20 м, модуль силы F равен 0,2 Н, работа силы F за время $t = 1 \text{ с}$ равна $-0,8 \text{ АДН.}$

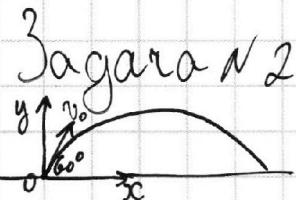


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
1 из 3

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



Пуем начальную скорость равна V_0 .

Тогда запишем закон изм. коор. по оси ОY от времени:

$$y(t) = y_0 + V_{0,y} t + \frac{a t^2}{2}, \text{ при } y_0 = 0, \text{ так же известно что } a = -g,$$

$$\text{ и } V_{0,y} = V_0 \cdot \sin 60^\circ = \frac{V_0 \cdot \sqrt{3}}{2}.$$

$$\text{Тогда } y(t) = 0 + V_0 \frac{\sqrt{3}}{2} t - \frac{gt^2}{2}$$

Запишем закон изм. скорости по оси ОY от времени:

$$V_y(t) = V_{0,y} + at = V_{0,y} - gt, \text{ подставим значение } t = T = 2c.$$

$$V_y(2c) = V_{0,y} - 10 \frac{m}{c^2} \cdot 2c = V_{0,y} - 20 \frac{m}{c} = V_0 \frac{\sqrt{3}}{2} - 20 \frac{m}{c}.$$

Тогда также запишем, что $V_x(t) = V_{0,x}$.

Тогда $V(t) = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ и находим $V(0)$ и $V(2c)$ и заметим, что

$$V(0) = 2 \cdot V(2c), V(6c) = \sqrt{V_{0,x}^2 + (V_{0,y} - 20 \frac{m}{c})^2} = \cancel{V(0)}$$

$$V(2c) \leq \sqrt{(V_{0,x})^2 + (V_{0,y} - 20 \frac{m}{c})^2} = \sqrt{(V_0 \cdot \cos 60^\circ)^2 + (V_0 \sin 60^\circ)^2 + 400 \frac{m^2}{c^2} - V_0 \cdot \sin 60^\circ \cdot 20 \frac{m}{c} \cdot 2} =$$

$$= \sqrt{\frac{V_0^2}{4} + \frac{V_0^2 \cdot 3}{4} + 400 \frac{m^2}{c^2} - V_0 \cdot \sqrt{3} \cdot 20 \frac{m}{c}}. \text{ Из } \cancel{V(0)}: V_0 = \sqrt{V_0^2 + 3V_0^2 + 1600 \frac{m^2}{c^2} - V_0 \cdot \sqrt{3} \cdot 80 \frac{m}{c}}$$

$$= \sqrt{4V_0^2 + 1600 \frac{m^2}{c^2} - V_0 \cdot \sqrt{3} \cdot 80 \frac{m}{c}} \quad \text{Значит } V_0^2 = 4V_0^2 + 1600 \frac{m^2}{c^2} - V_0 \cdot \sqrt{3} \cdot 80 \frac{m}{c}$$



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.

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

СТРАНИЦА
2 из 3

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

$$\text{Тогда } 3V_0^2 - V_0 \cdot \sqrt{3} \cdot 80 \frac{m}{c} + 1600 \frac{m^2}{c^2} = 0 \Rightarrow \\ = (\sqrt{3}V_0 - 40 \frac{m}{c})^2 = 0 \Rightarrow \sqrt{3}V_0 - 40 \frac{m}{c} = 0 \Rightarrow V_0 = \frac{40}{\sqrt{3}} \frac{m}{c}.$$

$$\text{Тогда } \cancel{\text{Задача } 2} \quad y(2c) = 0m + V_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2c - \frac{10 \frac{m}{c} \cdot 4c^2}{2} = \\ F_{\text{тек}} = 40m - 20m = 20m \quad (2c = T).$$

Т.е. перемещение H за первые $2c$ равно

$$H = y(2c) - y(0c) = 20m - 0m = 20m = H$$

$$\text{Тогда найдем } |\vec{r}(T)| : \quad |\vec{r}(T)| = \sqrt{|\vec{r}_x(T)|^2 + |\vec{r}_y(T)|^2} = \sqrt{(x(T))^2 + (y(T))^2}$$

$$x(t) = V_{0x} t = V_0 \cdot \cos 60^\circ \cdot t \Rightarrow x(T) = x(2c) = \frac{40}{\sqrt{3}} \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{2} \cdot 2c = \frac{40}{\sqrt{3}} m.$$

$$\text{Тогда } \cancel{y(T)} = H = 20m.$$

$$\text{Тогда } |\vec{r}(T)| = \sqrt{\left(\frac{40}{\sqrt{3}} m\right)^2 + (20m)^2} = \sqrt{\frac{1600}{3} m^2 + 400 m^2} = \sqrt{\frac{2800}{3} m^2} = 20\sqrt{\frac{7}{3}} m.$$

$$\text{Заметим, что } y_y(2c) = V_{0y} - gt = V_0 \frac{\sqrt{3}}{2} - 10 \frac{m}{c} \cdot 2c = 0 \frac{m}{c}.$$

Каждый из этих горизонтальных находится в окружности траектории. Т.е. ^{рассмотрим} радиус-вектор и центростремительное ускорение было

(первая скорость), значит это центростремительное ускорение

$$\text{равно } g \cdot \alpha_c = g, \text{ но также } a = \frac{V^2}{R}, \text{ т.е. } g = \frac{V^2}{R}.$$

$$r - радиус окр. траектории, мы знаем V . $V(2c) = V_x(2c) \Rightarrow V_y(2c) = 0 \frac{m}{c} \Rightarrow$$$

$$\Rightarrow V(2c) = V_x(2c) = V_{0x} = \frac{40}{\sqrt{3}} \frac{m}{c} \cdot \cos 60^\circ = \frac{20}{\sqrt{3}} \frac{m}{c} \quad \text{Тогда } g = a = 10 \frac{m}{c^2} = \frac{\left(\frac{20}{\sqrt{3}} \frac{m}{c}\right)^2}{R} =$$



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
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!

$$= \frac{\frac{400}{3} \frac{m^2}{s^2}}{R} = a = g = 10 \frac{m}{s^2} \Rightarrow 400 \frac{m^2}{s^2} = 3R \cdot 10 \frac{m}{s^2} \Rightarrow R = \frac{40}{3} m \approx 13,3 m$$

Очевидно: $H = 20 m$; $|r(T)| = 20\sqrt{\frac{2}{3}} m$; радиус кривизны $R = 13,3 m$.

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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

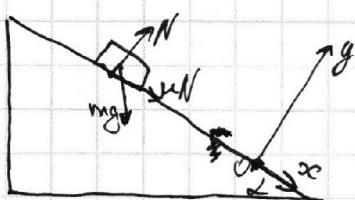
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



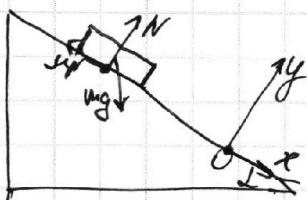
Задача №3

Заметил из графика скорости, что машина в начале движущейся линии остановилась, а потом снова начала движение, укажите упомянутая скорость была разрушена сверху по ходу. Тогда расчет был снят до остановки и после (действия машины)

До:



После:



$N\perp$ -тк она скользит.

Следовательно все силы на оси ОХ и ОY.

И машина не движется по оси ОY (если пренебречь всеми силами кроме)

$\text{т.е. } N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$, тогда $\mu N = \mu mg \cos \alpha$.

Далее расчет заменил 2-ий закон Ньютона в проекции на ось ОX получаем:

До: $\mu N + mg \sin \alpha = ma_1 \Rightarrow m \cdot \frac{\mu N}{m} + m \cdot \frac{mg \sin \alpha}{m} = m \cdot a_1$

$a_1 = \mu g - g \sin \alpha$ - будет из графика. (ускорение вдоль оси ОX будет скользящим)

После:

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

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

СТРАНИЦА
2 из 3

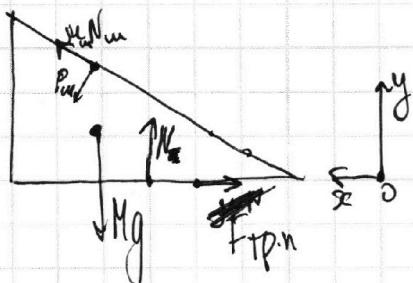
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$mg \sin \alpha - \mu N = ma_2 = m \frac{\Delta V}{\Delta t} = m \cdot \frac{0,6 \frac{m}{s}}{0,2 s} \Rightarrow m \cdot 3 \frac{m}{s^2}$$

Тогда решив получим $\sin \alpha = 4,5 \frac{m}{s^2} \cdot m$ и $\mu N = m \cdot 1,5 \frac{m}{s^2}$.

$$\text{Тогда } \sin \alpha \cdot g = 4,5 \frac{m}{s^2} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{4,5}{10} = \frac{9}{20} = 0,45$$

Рассставим силы действующие на кинетическую структуру от 0 до 0,1с:



$$P_{\parallel} = N_{\parallel} = mg \cos \alpha \quad M = 1,5 \text{ м} \\ M_{\perp} N_{\perp} = mg \cos \alpha \cdot \rho_{\text{кин}} \quad (\text{Масса кинетика}) \\ (\text{С этой частью решения я не согласен}).$$

Найдем сущность сил в проекции на ОВ ОY, заметим что синус и косинус \Rightarrow она равна 0:

$$N - Mg + \sin \alpha \cdot \rho_{\text{кин}} N_{\parallel} - P_{\parallel} \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = Mg + P_{\parallel} \cos \alpha - \sin \alpha \rho_{\text{кин}} N_{\parallel} = 1,5mg + mg \cos^2 \alpha - \rho_{\text{кин}} N_{\parallel} \sin^2 \alpha = 1,5mg + mg \cdot 1 - \left(\frac{9}{20}\right)^2 - m \cdot 1,5 \frac{m}{s^2} \cdot \frac{3}{20} = 6H + 4H \cdot \frac{319}{400} - 0,6H \cdot \frac{9}{20} = 6H + 3,19H - 0,27H = 8,92H$$

Учебник пишет находиться в движении, потому что боялся



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

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

СТРАНИЦА
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!

Пытаясь съезжать с горы, Бенни боится ~~больше~~ трения скольжения μN ($N = 8,92 \text{ Н}$).

Та сила равна (стремимся снять с неё съёмку):

$$\begin{aligned} \mu_m N_m \cdot \cos \alpha + P_m \cdot \sin \alpha &= \mu_m N_m \cdot \cancel{\cos \alpha} \sqrt{\frac{319}{400}} + mg \cos \alpha \cdot \cancel{c} / \cancel{h} \alpha = \\ &= 1,61 \text{ м. } 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \sqrt{\frac{319}{400}} + mg \text{ м. } 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \sqrt{\frac{319}{400}} = \\ &= \sqrt{\frac{319}{400}} \cdot m \left(1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} + 4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) = \sqrt{\frac{319}{400}} \cdot 2,4 \text{ м} \end{aligned}$$

$$\text{т.е. } \sqrt{\frac{319}{400}} \cdot 2,4 \text{ Н} \leq \mu N = \mu \cdot 8,92 \text{ Н} \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \frac{\sqrt{319} \cdot 0,12}{8,92} \leq \mu.$$

По 2-ой супер задаче эта сила будет равна

$$P_m \cdot \sin \alpha - \mu_m N_m \cos \alpha = \sqrt{\frac{319}{400}} \cdot m \cdot \left(4,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} - 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \right) =$$

$$= \sqrt{\frac{319}{400}} \cdot 1,2 \text{ Н.}$$

$$\sqrt{\frac{319}{400}} \cdot 1,2 \text{ Н} \leq \sqrt{\frac{319}{400}} \cdot 2,4 \text{ Н} \leq \mu N \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{319}{400}} \cdot 1,2 \text{ Н} \leq \mu N \text{ - значит если } \cancel{\text{заскользел бы с горы}}$$

тогда и со 2-ой то же.

Ответ: $\sin \alpha \geq \frac{9}{20} = 0,45$; $N = 8,92 \text{ Н}$; $\mu \geq \frac{\sqrt{319} \cdot 0,12}{8,92}$



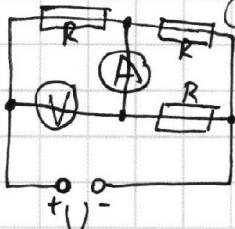
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

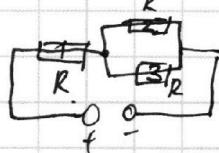
СТРАНИЦА
1 из 2

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 №4



В задане указано, что сопротивление амперметра пренебрежимо мало, а сопротивление ваттметра велико, тогда пренебрежимо считать, что ток через ваттметр не течет. Тогда эту схему можно изобразить:



Тогда показанием амперметра будет ток через резистор R. Посчитав для задачи весь ток в цепи. Их зная напряжение батареи, тогда нужно найти общее сопротивление:

$$R_{\text{вс}} = R + \frac{R \cdot R}{R+R} = 1,5 \cdot 200 \Omega = 300 \Omega.$$

Тогда весь ток в цепи будет равен $I_{\text{вс}} = \frac{U}{R_{\text{вс}}} = \frac{120 \text{ В}}{300 \Omega} = 0,4 \text{ А.}$

Найдем ток через амперметр, для этого надо вычесть ток через третий резистор, он равен падающему току цепи (7.к.).

2ый и 3ий к. Согласно параллельных сопротивлений (3 и 4 к. поделить)

~~7.к.~~ $I_{A, R_3} = I_A = 0,2 \text{ А.}$



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!

Начинаем считать рассеиваемую мощность:

Для этого начинать можно с транзисторов

$$U_1 \cdot I_1 = I_1^2 \cdot R = I^2 R = 0,16 A^2 \cdot 200 \Omega = 32 \text{ Вт}.$$

$$P_2 = I_2^2 \cdot R = I_3^2 \cdot R = I_A^2 R = 0,04 A^2 \cdot 200 \Omega = 8 \text{ Вт}.$$

Тогда всякая сумма рассеивается мощность $P = 32 \text{ Вт} + 8 \text{ Вт} \cdot 2 = 48 \text{ Вт}$.

Ответ: $I = 0,4 \text{ А}$, $I_A = 2 \text{ А}$, $P = 48 \text{ Вт}$.



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 15

Пусть после установления теплового баланса температура воды равна $t_{3,2} = 11^\circ\text{C}$.

Tогда $\Delta t = \frac{m_{3,2}}{m_{1,2}} = \frac{11^\circ\text{C}}{9^\circ\text{C}} = \frac{11\text{ m}}{9\text{ m}}$, значит $m_{1,2} = 9\text{ m}$ (после уст.

теплобаланса). Тогда общая масса воды и кипоритета равна $11\text{ m} + 9\text{ m} = 20\text{ m}$, что изначально было. Масса воды также не изменилась (в процессе теплобаланса масса не меняется)

то и изначально было 10 м кипоритета и 10 м воды (поскольку они одинаково по массе), значит изначально было 10 м воды и 10 м кипоритета. Тогда в воду превратилось $10\text{ m} - 9\text{ m} = 1\text{ m}$ воды. Это дало от изначальной массы воды $\Delta t = \frac{1\text{ m}}{10\text{ m}} = \frac{1}{10} = 0.1$.

Тогда запишем уравнение теплового баланса. Поймем, что раз в конце кипоритета осталась и лед и вода при 0°C . Температура оказалась равна 0°C . И масса расплавившегося льда, как выяснили выше равна m .

Tогда: $Q_{019.6} = C_v \cdot m_v \cdot (t_v - t_{0,0}) = C_v \cdot m_v (t_{0,0} - t_n) + m_{\text{распл.}} \cdot Q_{\text{воды}}$



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

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

СТРАНИЦА
2 из 2

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

Найдем температуру:

$$4200 \frac{\text{Дж}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \cdot 10 \text{ m} \cdot (t, \text{°C} - 0^\circ\text{C}) = 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} \cdot 10 \text{ m} \cdot (0^\circ\text{C} + 20^\circ\text{C}) +$$

$$+ \text{m} \cdot 336000 \frac{\text{Дж}}{\text{kg}}. \quad \text{Сократим выражение: (как и на } 2100 \frac{\text{Дж}}{\text{kg}})$$

$$\frac{2}{\text{°C}} \cdot 10 \cdot t, \text{°C} = \frac{1}{\text{°C}} \cdot 10 \cdot 20^\circ\text{C} + 160 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 20t, = 200 + 160 \Rightarrow t, = \frac{360}{20} = 18.$$

Ответ: $\delta = 0,1 \frac{1}{10}$, т. е. Температура воды начали
была равна $+18^\circ\text{C}$.



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 _

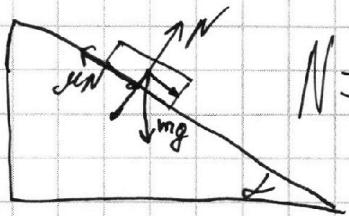
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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



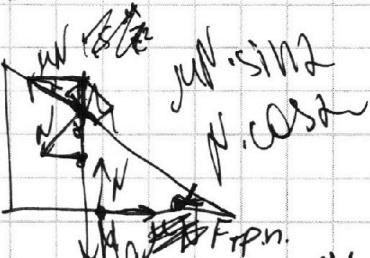
$$N = mg \cdot \cos \alpha$$

$$mg = 48 \text{ N}$$

$$\mu N = \mu mg \cos \alpha = m \cdot 1,5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 50,6 \text{ N}$$

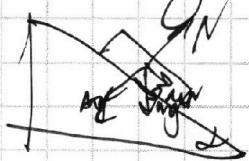
$$-\mu N + mg \cdot \sin \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = \\ = ma = 0,4 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{-0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,1 \text{ s}} = -6 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$



$$6,92 \cdot \mu \geq \mu mg \cos \alpha \cdot \cos \alpha + mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha. \quad 0,6 \cdot 0,6 \text{ m/s}^2$$

$$mg \sin \alpha \cdot \frac{0,6 \cdot 0,6}{20} \cdot N = mg \cos \alpha = 48 \cdot \cos \alpha = \frac{48 \cdot \sqrt{319}}{5} \text{ N}$$



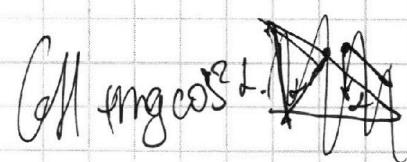
$$N = mg \cos \alpha$$

$$\sqrt{319}$$

$$\mu N = \mu mg \cos \alpha. \quad \sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{319}} = \frac{2}{\sqrt{100}} = \frac{1}{5}$$

$$\mu N = \mu mg \cos \alpha = \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha$$

$$= ma = m \cdot \frac{0,6}{\cos^2 \alpha}$$



$$\frac{319}{100} \cdot 0,6 \cdot \cos^2 \alpha + mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha = 31,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$3,19 \text{ N}$$

$$0,6 \cdot \cos^2 \alpha = 0,36 \cdot \frac{1}{319} = 0,0114 \text{ m}$$

$$\sin \left(\frac{9}{20} \right)$$

$$0,6 \cdot 0,36 \cdot \frac{1}{319} + 9,8 \cdot \frac{1}{319} = 0,0114 + 0,0308 = 0,0422 \text{ m}$$

$$0,6 \cdot 0,36 \cdot \frac{1}{319} + 9,8 \cdot \frac{1}{319} = 0,0114 + 0,0308 = 0,0422 \text{ m}$$

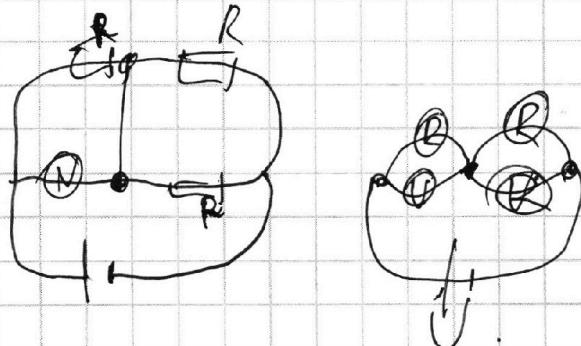


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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



$$\frac{KR \cdot R}{KR+r} \rightarrow \frac{KR \cdot R}{KR+r} + 0.5R$$

$$\frac{K \cdot R}{K+1}$$



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

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

Diagram of a parabolic curve starting from the origin O . The equation is given as $y = \frac{40}{\sqrt{3}} \sin(\frac{\pi}{3}x)$.

Diagram of a rotating wheel with radius R and angular velocity ω . A point on the circumference has a velocity of ωR .

Equation: $\frac{40}{\sqrt{3}} \sin(\frac{\pi}{3}t) - \frac{40}{\sqrt{3}} \cos(\frac{\pi}{3}t)^2 = \frac{80}{\sqrt{3}} \sin(\frac{\pi}{3}t)$

Equation: $\omega R = \frac{20}{\sqrt{3}} \cdot \frac{20}{\sqrt{3}} = \frac{400}{3}$

Equation: $\sqrt{(-1)^2 + (\frac{1600}{3})^2 + 800^2 + 400^2 - 2 \cdot 80 \cdot 20} = \sqrt{\frac{1600}{3} + \frac{6400}{3} + \frac{40000}{3} - \frac{32000}{3}}$

Equation: $\sqrt{\frac{1600}{3}} = \frac{40}{\sqrt{3}} = \frac{40}{3}\sqrt{3} = 10\sqrt{\frac{4}{3}}$

Diagram of a circuit with two resistors R and a current source $0.2A$.

Equation: $\frac{m_B}{m_n} = \frac{11m}{9m}$

Equation: $20m \cdot 16m = 320m^2$

Equation: $200 + \frac{200 \cdot 200}{100} = 300$

Equation: $120B = 1 \cdot 30000A = \frac{100}{300} = \frac{1}{3} \cdot 0.4A$

Equation: $P = U \cdot I = 120B \cdot 0.4A = 48B \cdot 0.2A$

Equation: $336000 \cdot 0.2 \cdot 0.8 \cdot 0.16 \cdot 10 = 102400$

Equation: $29,2 BT$

Equation: $0.24 \cdot 0.04 \cdot 10 = 0.096$

Equation: $5 \cdot 0.096 \cdot 10 \cdot 20^{\circ}C + 20^{\circ}C = 100^{\circ}C$

Equation: $2 \cdot 10 \cdot t = 1 \cdot 10 \cdot 20 + 100^{\circ}C$

Equation: $216 = 126$

Equation: $0.096 \cdot 10 = 0.96$

Equation: $26^{\circ}C$

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**.

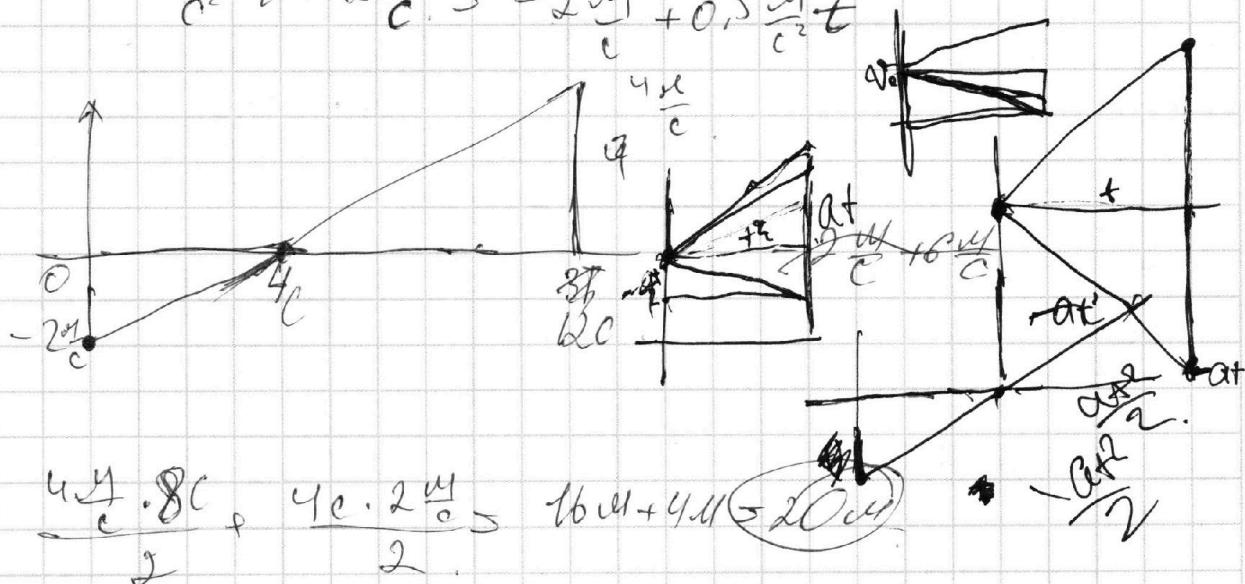
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$V(t) = V_0 \left(\frac{t}{T} - 1 \right) = 2 \frac{M}{C} \left(\frac{t}{T} - 1 \right) \Rightarrow \frac{2 \frac{M}{C} t}{T} - \frac{2 \frac{M}{C}}{T}$$

$$\Rightarrow 0,5 \frac{M}{C^2} t - \frac{2 \frac{M}{C}}{T} = -\frac{2 \frac{M}{C}}{T} + 0,5 \frac{M}{C^2} t$$



$$F = ma \Rightarrow 0,4m \cdot 0,5 \frac{M}{C^2} = 0,4m \cdot 0,5H \Rightarrow 0,2H$$

$$A = F \cdot S \Rightarrow 0,2H \cdot 10 \cdot 4 = 2,4H$$



$$V_0 \cdot \cos 60^\circ = \frac{V_0}{2} \sqrt{3}$$

$$V_y = V_0 \sin 60^\circ - g \cdot t = V_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 20 \frac{M}{C} \cdot t$$

$$\sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{(V_0 \cos 60^\circ)^2 + (V_0 \sin 60^\circ - 20 \frac{M}{C} t)^2} \cdot 2t \leq \sqrt{(V_0 \cos 60^\circ)^2 + (V_0 \sin 60^\circ)^2} \cdot 2t$$

$$\frac{V_0^2}{4} + \frac{V_0^2 \cdot 3}{4} + 400 \frac{M^2}{C^2} \cdot 4 = V_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 20 \frac{M}{C} \cdot 4$$

$$V_0 = \frac{40}{\sqrt{3}} \frac{M}{C}$$

$$V_0^2 + V_0^2 \cdot 3 + 1600 \frac{M^2}{C^2} - V_0 \cdot \sqrt{3} \cdot 20 \frac{M}{C} \cdot 4 = V_0^2 + \frac{V_0^2 \cdot 3}{4} = V_0^2$$

$$2V_0^2 + 1600 \frac{M^2}{C^2} - 4(V_0 \sin 60^\circ - 20 \frac{M}{C})^2 = 0 \Rightarrow V_0 \sin 60^\circ = 20 \frac{M}{C} \quad V_0 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 20 \frac{M}{C}$$