



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

**Вариант 09-04**



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

1. Два автомобиля движутся равноускорено в положительном направлении оси  $OX$ . В момент времени  $t = 0$  второй автомобиль обгоняет первый. В этот момент в системе отсчета, связанной со первым автомобилем, второй движется со скоростью  $U = 10$  м/с. Через некоторое время  $T$  первый автомобиль догоняет второй.

1. Найдите  $T$ , если известно, что при  $0 < t < T$  максимальное расстояние между автомобилями  $L_{MAX} = 15$  м.

2. Найдите расстояние  $S$  между автомобилями за три секунды до того, как второй автомобиль обогнал первый.

2. На плоском склоне бросают мяч вверх по склону. Вектор начальной скорости мяча направлен под углом  $\alpha = 45^\circ$  к горизонту. Точка старта находится на поверхности склона. Горизонтальное перемещение мяча за время полета  $S = 10$  м. Перед соударением со склоном мяч движется горизонтально. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Какой угол  $\beta$  плоский склон образует с горизонтальной плоскостью? В ответе укажите  $\tg \beta$  или  $\cos \beta$ .

2. Найдите модуль  $V_1$  скорости мяча перед соударением со склоном.

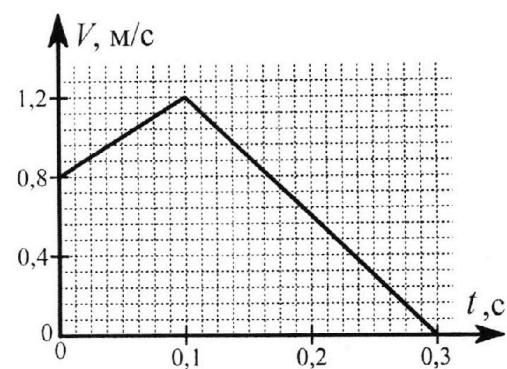
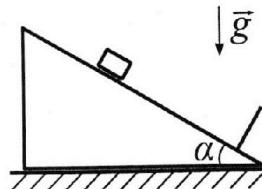
3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории мяча в тот момент, когда мяч движется параллельно склону.

3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется вниз по покоящемуся клину, упруго сталкивается со стенкой, перпендикулярной наклонной плоскости клина, и после соударения движется вверх по покоящемуся клину. Поступательное движение шайбы по клину до и после соударения происходит по одной и той же прямой. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Масса шайбы  $m = 0,2$  кг, масса клина  $1,5m$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Найдите  $\sin \alpha$ , здесь  $\alpha$  – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.

2. 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.

3. При каких значениях коэффициента  $\mu$  трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при  $0 < t < 0,1$  с?





# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## Вариант 09-04



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

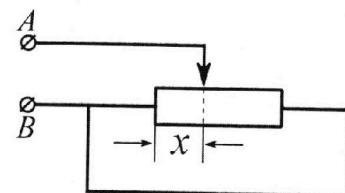
4. Для нагревания водопроводной воды объемом  $V = 20$  л применили электрический нагреватель, подключенный к сети постоянного тока  $I = 10$  А. За время  $\tau = 2 \cdot 10^3$  с температура воды увеличилась на  $\Delta t = 80$   $^{\circ}\text{C}$ .

1. Найдите сопротивление  $R_1$  нагревателя. КПД нагревателя  $\eta = 67,2\%$ . Удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг $\cdot$  $^{\circ}\text{C}$ ), плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м $^3$ .

Электрическая схема нагревателя представлена на рисунке к задаче. Сопротивление обмотки  $R = 225$  Ом, длина обмотки  $L = 45$  см.

2. На каком наибольшем расстоянии  $x$  от левого на рисунке края обмотки находится подвижный контакт при нагревании воды?

Перемещая подвижный контакт, находят такое его положение, при котором мощность тепловыделения на нагревателе становится максимальной.



3. Найдите эту максимальную мощность  $P_{MAX}$ .

5. Искусственный спутник Земли запущен с экваториального космодрома и движется по окружности в плоскости земного экватора. Период обращения спутника  $T = 8450$  с.

1. На какой наибольшей широте  $\varphi$  в северном полушарии возможен прием электромагнитных волн со спутника? Ускорение свободного падения у поверхности планеты  $g = 10$  м/с $^2$ . Радиус Земли  $R = 6400$  км. Распространение электромагнитных волн прямолинейное.

2. Какой промежуток  $\Delta t$  времени разделяет два последовательных прохода спутника над космодромом старта? Спутник движется по орбите в направлении противоположном суточному вращению Земли. Длительность земных суток  $T_3 = 24$  ч.



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 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!

Д<sub>20</sub> и Д<sub>10</sub> - скорости 2<sup>го</sup> и 1<sup>го</sup> автомобилей  
в момент времени  $t=0$   
 $\Delta v = v_{20} - v_{10} = u$

$a_2$  и  $a_1$  - ускорения 2<sup>го</sup> и 1<sup>го</sup> автомобилей  
 $\Rightarrow a_2 - a_1 = \frac{a_2 + a_1}{2} = \Delta a$

$$\Delta L = (v_{20} - v_{10}) \cdot t' + \frac{(a_2 + a_1) t'^2}{2}$$

- зависимость расстояния между  
такими (положительно если 2<sup>й</sup> спереди)  
от времени с момента ( $t=0$ )  
отрицательно если 1<sup>й</sup> спереди)

$$\Delta L = ut' - \Delta at'^2$$

$\Delta a = a_2 - a_1 > 0$  т.к. начальная скорость 2<sup>го</sup>

больше 1<sup>го</sup>, а затем  
наоборот  $\Rightarrow$  первый догнал второго  
 $\Rightarrow a_1 > a_2$

$\Rightarrow \Delta L = ut' - \Delta at'^2$   
- парабола, ветви вниз, максимум в  
вершине  $t_0 = \frac{-u}{-2\Delta a} = \frac{u}{2\Delta a}$

$$\Rightarrow L_{\max} = L(t_0) = ut_0 - \Delta at_0^2 = \frac{u^2}{2\Delta a} - \frac{u^2}{4\Delta a} = \frac{u^2}{4\Delta a}$$

$$\Rightarrow \Delta a = \frac{u^2}{4L_{\max}}$$

Первый догоняет второго  $\Rightarrow \Delta t = 0$

$$\Delta L = ut'^2 - \Delta at'^2 \Rightarrow ut'^2 - \Delta at'^2 = 0$$

$$\Delta L = 0$$

$$t' (u - \Delta at') = 0$$

$$\begin{cases} t' = 0 & (\text{момент } t=0) \\ t' = \frac{u}{\Delta a} \end{cases}$$

I-



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!

$$\Rightarrow T = \frac{\omega}{\alpha} = \frac{\omega \cdot 4L_{max}}{\omega^2} = \frac{4L_{max}}{\omega} = \frac{4 \cdot 15 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 6 \text{ с}$$

2)  $t_2 = -30 \text{ с}$

$$\begin{aligned} S &= |\Delta L(t_2)| = |ut_2 - \frac{1}{2}\alpha t_2^2| = \\ &= \left| u t_2 - \frac{4L_{max} \cdot \frac{\omega^2}{4L_{max}} t_2^2}{4L_{max}} \right| \\ &= \left| 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot (-30) - \frac{(10 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot 9 \text{ с}^2}{4 \cdot 15 \text{ м}} \right| = |-45 \text{ м}| \\ &\Rightarrow S = 45 \text{ м} \end{aligned}$$

Ответ:  $T = 6 \text{ с}$   
 $S = 45 \text{ м}$

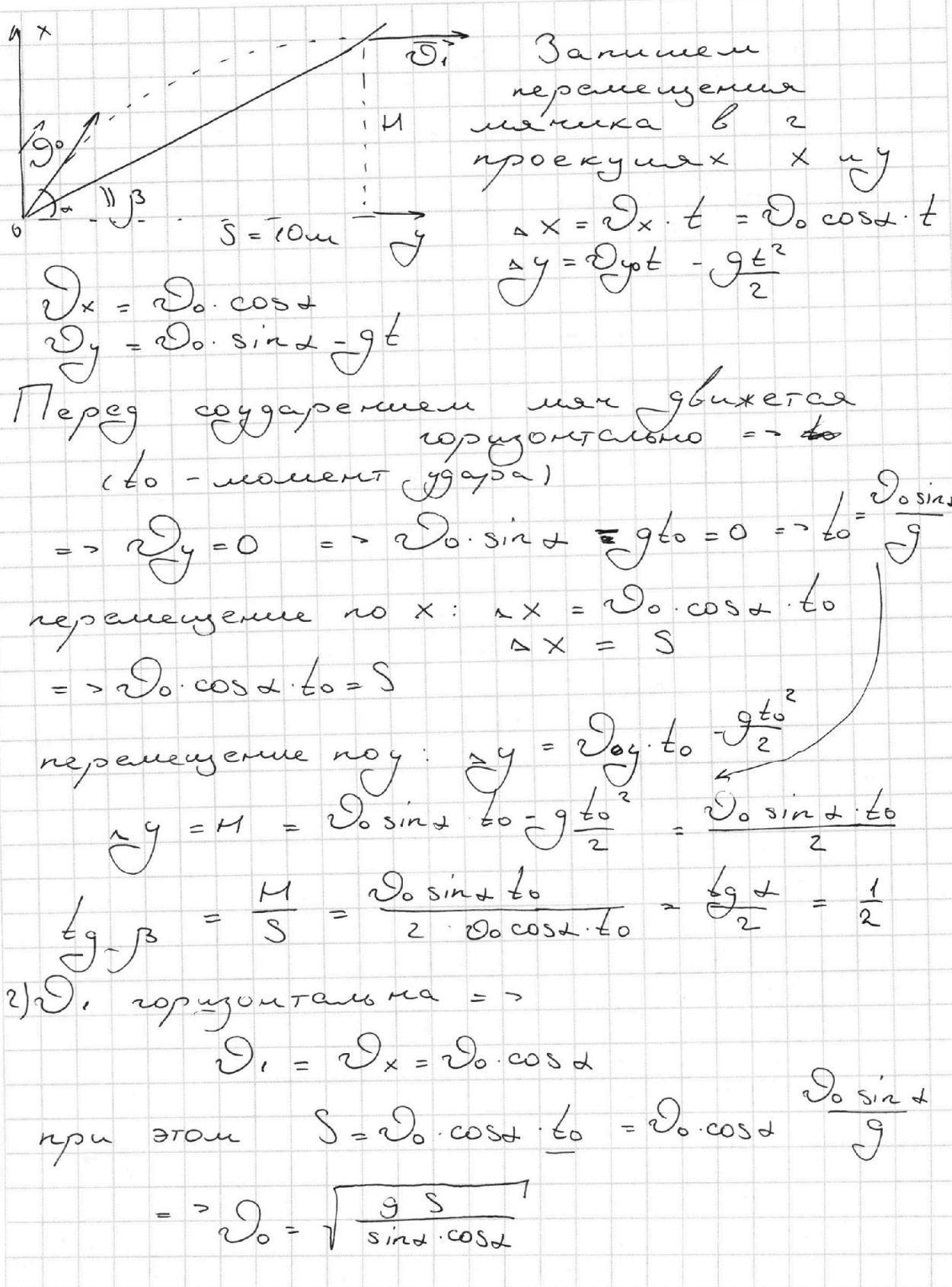


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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





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

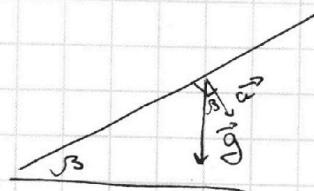
СТРАНИЦА  
2 из 2

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!

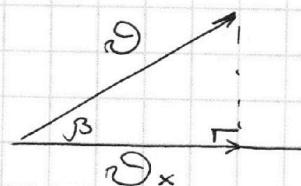
$$\Rightarrow \vartheta_1 = \vartheta_0 \cdot \cos \alpha = \sqrt{\frac{g s}{\sin \alpha \cos \alpha}} \cdot \cos \alpha \\ = \sqrt{\frac{g s \cos \alpha}{\sin \alpha}} = \sqrt{\frac{g s}{\tan \alpha}} \\ = \sqrt{\omega \frac{\frac{m}{c^2} \cdot \cos \alpha}{1}} = \omega \frac{m}{c}$$

3) В момент когда скорость параллельна склону:

$$\Rightarrow a = g \cdot \cos \beta$$



Скорость мяча параллельна склону  $\Rightarrow$



$$\Rightarrow \vartheta_x = \vartheta_0 \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow \vartheta = \frac{\vartheta_0 \cdot \cos \alpha}{\cos \beta}$$

$\vartheta^2 = R a$  кривизна траектории  $\Rightarrow$

$$R = \frac{\vartheta_0^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \beta \cdot a} = \frac{\vartheta_0^2 \cos^2 \alpha}{g \cdot \cos^3 \beta} = \frac{\vartheta_1^2}{g \cdot \cos^3 \beta}$$

$$1 + \frac{1}{\cos^2 \beta} = \frac{1}{\cos^2 \beta} \Rightarrow \cos \beta = \sqrt{\frac{1}{1 + \frac{1}{\cos^2 \beta}}} = \sqrt{\frac{1}{1 + 0,5^2}}$$

$$\Rightarrow R = \frac{(\omega \frac{m}{c})^2 \cdot 5\sqrt{5}}{\omega \frac{m}{c^2} \cdot 8} = \frac{50\sqrt{5}}{8} m = \frac{25\sqrt{5}}{4} m = \frac{r}{\sqrt{5}}$$

Ответ:  $\cos \beta = 0,5$ ;  $\vartheta_1 = \omega \frac{m}{c}$ ,  $R = \frac{25\sqrt{5}}{4} m$

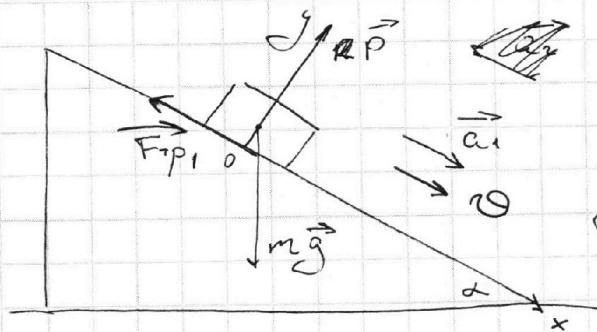


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 4

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



Запишем 2<sup>й</sup> закон  
Ньютона для  
массы при  
движении вверх  
с  $\vec{a}_1$  и вниз  
с  $\vec{a}_1$  с ускорением

$\vec{P}$  - сила реакции кинка на плоскость  
 $F_{Tp1}$  - сила трения при движении  
вниз и вверх

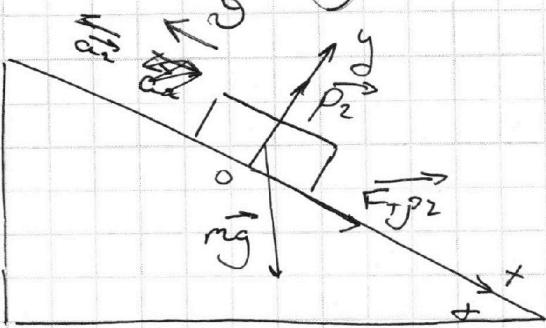
$$Oy: R \cdot P - mg \cdot \cos \alpha_1 = 0$$

$$mg \cdot \sin \alpha_1 - F_{Tp1} = m \cdot a_1$$

$$F_{Tp1} = \mu \cdot P = \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha_1$$

$$\Rightarrow mg \cdot \sin \alpha_1 - \mu mg \cos \alpha_1 = m a_1$$

$$a_1 = g(\sin \alpha_1 - \mu \cos \alpha_1) \quad a_1 > 0$$



$$Oy: P_2 = mg \cdot \cos \alpha_2$$

$$mg \cdot \sin \alpha_2 + F_{Tp2} = -m a_2$$

$$F_{Tp2} = \mu \cdot P_2 = \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha_2$$

$$\Rightarrow P = P_2$$

$$mg \sin \alpha_2 + \mu mg \cos \alpha_2 = -m a_2 \quad a_2 < 0$$

$$a_2 = -g(\sin \alpha_2 + \mu \cos \alpha_2)$$

$\Rightarrow$  ускорение меняется при сменении  
направления движения массы



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 4

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

найдем из графика

$$a_1 > 0 \Rightarrow a_1 = \frac{\Delta V_1}{\Delta t_1} = \frac{1,2 \frac{m}{s} - 0,8 \frac{m}{s}}{0,1s - 0s} = 4 \frac{m}{s^2}$$

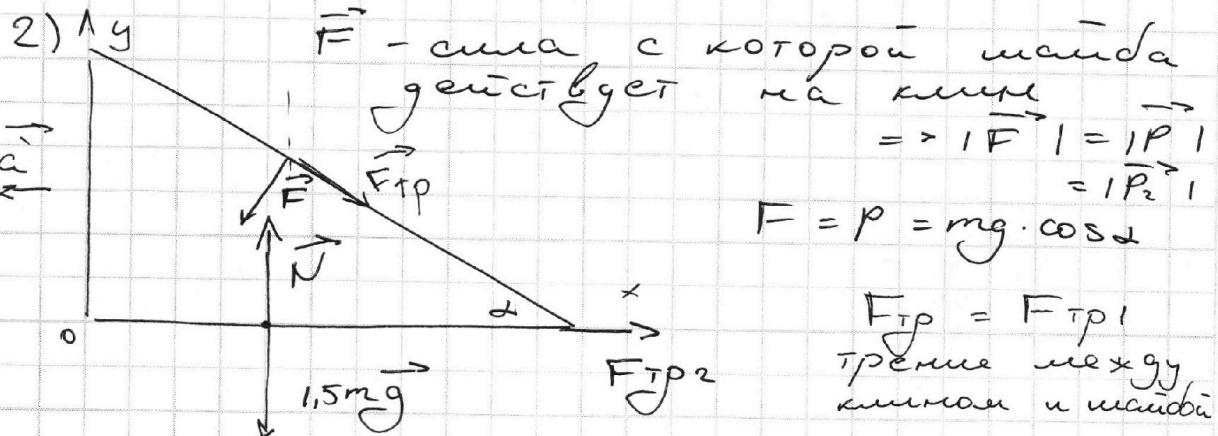
$$a_2 < 0 \Rightarrow a_2 = \frac{\Delta V_2}{\Delta t_2} = \frac{0 \frac{m}{s} - 1,2 \frac{m}{s}}{0,3s - 0,1s} = -6 \frac{m}{s^2}$$

$$a_1 - a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) + g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$a_1 - a_2 = 2g \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{a_1 - a_2}{2g} = \frac{4 \frac{m}{s^2} + 6 \frac{m}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \alpha = 30^\circ$$



$$\text{по } \vec{y}: F \cos \alpha + 1,5mg - N = 0$$

$$mg \cos^2 \alpha + 1,5mg = N$$

$$\Rightarrow N = mg (1,5 + 1 - \sin \alpha)$$

$$= mg (2,5 - \sin \alpha) = 2,25mg$$

$$= 2,25 \cdot 0,2kg \cdot 10 \frac{m}{s^2} = 4,5N$$

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  
3 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!

$$3) \text{ кинетическое } \Rightarrow \ddot{\alpha} = 0$$

$$F \cdot \sin \alpha - F_{T\beta} = ma$$

$$F \cdot \sin \alpha - F_{T\beta} = 0$$

$$F_{T\beta} = F \sin \alpha$$

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

$$\mu = \frac{mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha}{2,25mg} = \frac{\cos \alpha \cdot \sin \alpha}{2,25}$$

$$\mu = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 2 \cdot 2,25} = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 2,25} = \frac{1}{1}$$

$$\text{no } \text{g: } F \cdot \cos \alpha + 1,5mg + F_{T\beta} \cdot \sin \alpha - N \neq 0$$

$$N = mg \cos^2 \alpha + 1,5mg$$

$$\ddot{\alpha}_1 + \ddot{\alpha}_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) - g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$g \mu \cos \alpha = -\frac{\ddot{\alpha}_1 + \ddot{\alpha}_2}{2} = 1 \frac{\mu}{c^2}$$

$$\Rightarrow F_{T\beta} = F_{T\beta 1} = \mu mg \cos \alpha = 0,2M$$

no  $\text{g:}$  (кинет.)

$$-N + F \cdot \cos \alpha + 1,5mg + F_{T\beta} \cdot \sin \alpha = 0$$

$$N = mg \cos^2 \alpha + 1,5mg + \mu mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

$$N = mg (2,5 - \sin^2 \alpha) + \mu g \cos \alpha \cdot m \sin \alpha$$



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.

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

СТРАНИЦА  
4 из 9

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!

$$N = 0,2 \text{ кН} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2,25 + 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ кН} \cdot \frac{1}{2}$$

$$= 4,6 \text{ Н}$$

3) кинем в локое  $\Rightarrow a' = 0$

$$F \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр2}} - F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha = m \ddot{a}'$$

$$F_{\text{тр2}} = \underline{F \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha}$$

$$F_{\text{тр2}} = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha - \mu mg \cos^2 \alpha$$

$$\mu \cdot N F_{\text{тр2}} = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha - \mu mg \cos^2 \alpha$$

$$\mu = \underline{mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha - \mu mg \cos^2 \alpha} / N$$

$$\mu = \frac{0,2 \text{ кН} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{1}{2} - 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ кН} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{4,6 \text{ Н}}$$

$$\mu = \frac{4\sqrt{3}}{46} \cancel{\mu} = \frac{2\sqrt{3}}{23}$$

$$\text{посл } \mu \geq \frac{2\sqrt{3}}{23}$$

$$\text{Одобр: } \sin \alpha = \frac{1}{2}$$

$$N = 4,6 \text{ Н}$$

$$\mu \geq \frac{2\sqrt{3}}{23}$$



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

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

СТРАНИЦА  
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!

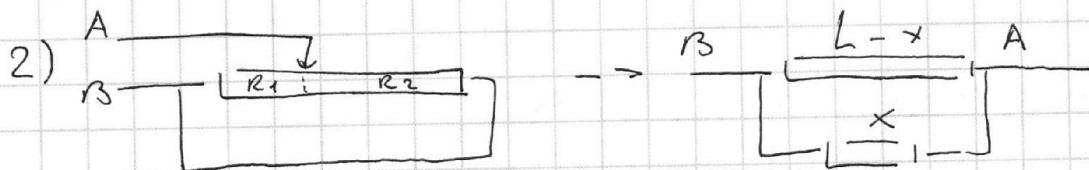
$$1) A_{\text{полезное}} = C \cdot m \cdot \Delta t = C \rho V \Delta t$$

$$A_{\text{затр.}} = P \cdot T = I^2 \cdot R' \cdot T$$

$$\frac{A_{\text{полезное}}}{A_{\text{затр.}}} = \gamma \Rightarrow C \rho V \Delta t = \gamma I^2 R' T$$

$$\Rightarrow R' = \frac{C \rho V \Delta t}{\gamma I^2 T} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{А}\cdot\text{К}\cdot\text{с}} \cdot 1000 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3} \cdot 0,02 \text{м}^3 \cdot 800}{0,672 \cdot (10 \text{А})^2 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot \text{с}}$$

$$= 50 \Omega$$



Сопротивление проводника пропорционально его длине  $\Rightarrow$

$$R_1 = R \frac{x}{L} \quad R_2 = R \frac{L-x}{L}$$

параллельное соединение

$$\Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{и} \quad R = R'$$

$$R' = \frac{R^2 \times (L-x)}{L^2 \cdot (R \frac{x}{L} + R \frac{L-x}{L})} = \frac{R \times (L-x)}{L^2}$$

$$\frac{R' L^2}{R} = x \cdot L - x^2$$

$$x^2 - x \cdot L + \frac{R' L^2}{R} = 0$$

$$P = b^2 - \text{час}$$

$$P = L^2 \left( 1 - \frac{4R'}{R} \right)$$



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  
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!

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$x_{1,2} = L \pm \frac{L \sqrt{1 - \frac{4R^2}{L^2}}}{2}$$

$$x_1 = \frac{L + L \sqrt{1 - \frac{4R^2}{L^2}}}{2} = \frac{45\text{ см} + 45\text{ см} \sqrt{1 - \frac{4 \cdot 50\Omega}{2250\Omega}}}{2}$$

$$= \frac{45\text{ см} + 45\text{ см} \cdot \frac{1}{3}}{2} = 30\text{ см}$$

$$x_2 = \frac{L - L \sqrt{1 - \frac{4R^2}{L^2}}}{2} = \frac{45\text{ см} - 15\text{ см}}{2} = 15\text{ см}$$

$$\Rightarrow x_{\max} = x_1 = 30\text{ см}$$

$$3) P_{\max} = I^2 R' = \frac{I^2 R \times (L-x)}{L^2}$$

$$P = \frac{I^2 R}{L^2} (xL - x^2)$$

найдем, для какого  $x$  значение

$\Rightarrow$  максимум

близкое к

$$x_0 = \frac{L}{2} = \frac{L}{2}$$

$P_{\max}$  при  $(xL - x^2)_{\max}$

$$\Rightarrow P_{\max} = \frac{I^2 R}{L^2} \left( \frac{L}{2} \cdot L - \frac{L^2}{4} \right)$$

$$= \frac{I^2 R}{L^2} \cdot \frac{L^2}{4} = \frac{I^2 R}{4} = \frac{(\omega A)^2 \cdot 225\Omega}{4} = 5625\text{ Вт}$$

Ответ:  $R = 50\Omega$   
 $x = 30\text{ см}$   
 $P = 5625\text{ Вт}$



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.

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

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 5

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!

Лунет спутник удался от земли

на спутник действует  $F = \frac{GM \cdot m}{L^2} = mag.c$

$G$  - гравит. постоянная

$M$  - масса Земли

$m$  - масса спутника

(из закона  
Ньютона)

$ay.c$  - ускорение спутника у.с.

$$\Rightarrow ay.c = \frac{GM}{L^2}$$

то же самое где тело на поверхности

$$F' = \frac{GMm}{R^2} = m \cdot g$$

$$\Rightarrow g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\Rightarrow \frac{ay.c}{g} = \frac{R^2}{L^2} \Rightarrow ay.c = g \frac{R^2}{L^2}$$

$$ay.c = \omega^2 \cdot L$$

знач. скорость спутника

$$\Rightarrow \omega^2 L = \frac{g R^2}{L^2}$$

$$\omega = \frac{R}{L} \sqrt{\frac{g}{L}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi L}{R} \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$\omega^2 = \frac{g R^2}{L^3}$$



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.

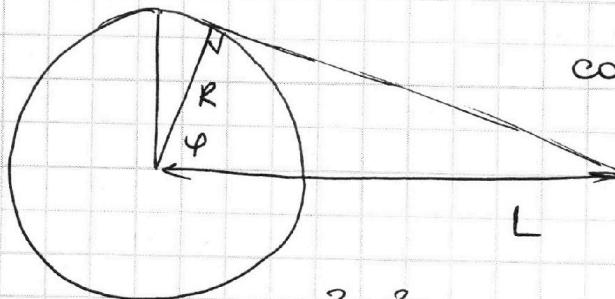
- |                            |                            |                            |                            |                                       |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------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

СТРАНИЦА  
2 ИЗ 5

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!

$$T^2 = \frac{4\pi^2 L^3}{R^2 g} \quad L^3 = \frac{T^2 R^2 g}{4\pi^2}$$

распространение волн прямолинейное  
 $\Rightarrow$   
 $\varphi_{\max}$  всегда больше доходит до касательной к Земле



$$\cos \varphi = \frac{R}{L}$$

$$L^3 = \frac{R^3}{\cos^3 \varphi}$$

$$\frac{T^2 R^2 g}{4\pi^2} = \frac{R^3}{\cos^3 \varphi}$$

$$\cos^3 \varphi = \frac{4\pi^2 R}{T^2 g}$$

$$\cos \varphi = \sqrt[3]{\frac{4\pi^2 R}{T^2 g}}$$

$$2) \omega_j = \frac{2\pi}{T_3}$$

если

$$\omega = \frac{GR^2}{4L^2} = \frac{gR^2}{4L^2} = \frac{gR^2}{4R^2} = \frac{g}{4}$$

$$\Delta t = \frac{2\pi}{\omega_j + \omega}$$

$$= \frac{\frac{2\pi}{T_3}}{\frac{2\pi}{T_3} + \frac{2\pi}{T}} = \frac{\frac{T \cdot T_3}{T+T_3}}{\frac{2\pi}{T}}$$



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 5

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!

$$\Delta t = \frac{T \cdot T_3}{T + T_3} = \frac{24 \cdot 3600 \cdot 8450}{8450 + 24 \cdot 3600} \text{ с}$$
$$= \frac{24 \cdot 3600 \cdot 8450}{94850} = \frac{864 \cdot 845 \cdot 6000}{94850} \quad c \approx 6000 \text{ с}$$
$$\approx 10 \text{ мин}$$

$$\text{Ответ: } \cos \varphi = \sqrt[3]{\left( \frac{4\pi^2 R}{T^2 g} \right)^2}$$

$$\Delta t \approx 10 \text{ мин}$$



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

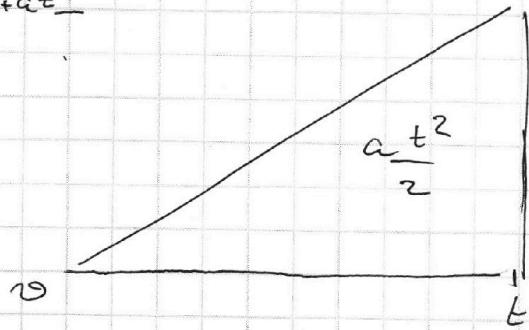
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{array}{r} \times 864 \\ 845 \\ \hline 4320 \\ 3456 \\ 5312 \\ \hline 570080 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5700800093485 \\ 56816 \\ \hline 00880 \\ 0980 \\ \hline 98000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 8485 \\ 6 \\ \hline 56910 \end{array}$$

$\theta + at$





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!

$\omega_1 / \cos \beta$

$$R = \frac{\omega_1^2}{\cos^2 \beta \cdot g \cdot \cos \beta}$$

$$R = \frac{\omega^2 \frac{m}{c^2}}{\cos^2 \beta}$$

$$\omega_1 = \omega \frac{m}{c}$$

$$\omega = 0,6 \frac{m}{s}$$

$$P = mg \cdot \cos \alpha$$

$$ma = mg \sin \alpha - F_{Tp}$$

$$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$a_x = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

$$\sin \alpha = \frac{a + a_x}{g} = 0,5$$

$$N = 1,5mg - P \cdot \cos \alpha$$

$$1,5mg + mg \cos^2 \alpha$$

$$mg(1,5 + 1 - \sin^2 \alpha)$$

$$I = cmst$$

$$R = \frac{cmst}{I^2 T \cdot \tau}$$

$$R = \frac{4200 \cdot 20 \cdot 80 \cdot 600}{6 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 672} = \frac{42 \cdot 2 \cdot 800}{672} = \frac{336}{672} = \frac{50}{108} \Omega$$

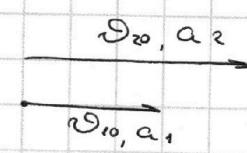
$$\frac{R_\alpha \cdot R(1-\alpha)}{K} = R_\alpha \cdot (1-\alpha)$$



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!



$$\vartheta_t = \vartheta_{20} + a_2 t$$

$$\vartheta_t = \vartheta_{10} + a_1 t$$

$$x_2 = x + \vartheta_{20} t + a_2 t^2$$

$$x_2 = x + \vartheta_{10} t + a_1 t^2$$

$$\Delta L = (\vartheta_{20} - \vartheta_{10}) t + (a_2 - a_1) t^2$$

$$\Delta L = u t + \frac{1}{2} a t^2$$

0 —————— x

$$\vartheta_{20} - \vartheta_{10} = u = 10 \text{ м/с}$$

$$a_2 - a_1 = \Delta a$$

$$L_{\max} = \frac{u}{2 \Delta a}$$

$$L_{\max} = \frac{u^2}{4 \Delta a}$$

$$\Delta a = \frac{u L_{\max}}{\Delta t} = \frac{u^2}{4 L_{\max}}$$

$$uT - \Delta uT^2 = 0$$

$$uT - \frac{u^2}{4 L_{\max}} \cdot T^2 = 0$$

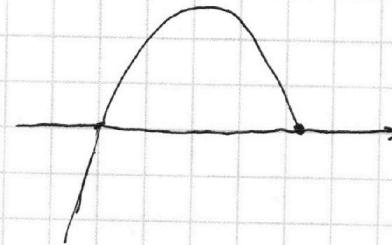
$$T \left( u - \frac{u^2 T}{4 L_{\max}} \right) = 0$$

$$u - \frac{u^2 T}{4 L_{\max}} = 0$$

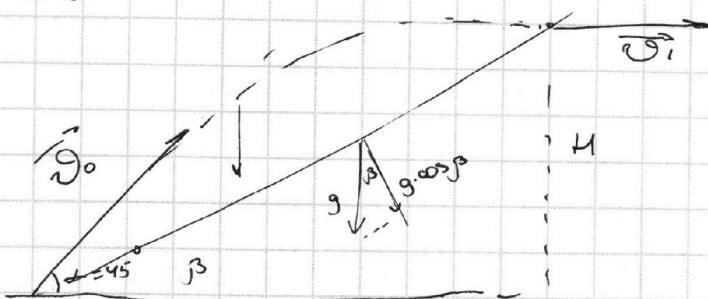
$$4u L_{\max} = u^2 T$$

$$T = \frac{4 L_{\max}}{u} = 6 \text{ с}$$

$$\Delta L_3 = u \Delta t_3 - \frac{u^2 \Delta t_3^2}{4 L_{\max}} = -10 \text{ м} \cdot 3 \text{ с} - \frac{100 \text{ м}^2 \cdot 9 \text{ м}}{4 \cdot 15 \text{ м}} = -45 \text{ м}$$



№2



$$\vartheta_0 \cos \alpha \cdot t = s$$

$$\vartheta_0 \sin \alpha = g t$$

$$\vartheta_0^2 \cos \alpha \sin \alpha = g s$$

$$\vartheta_0 = \sqrt{\frac{g s}{\cos \alpha \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{g s}{\frac{1}{2} \sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{2 g s}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{2 g s}{\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{2 g s}{\cos 2\alpha}}$$

$$\vartheta_1 = \vartheta_0 \cos \alpha = \omega \frac{s}{c}$$

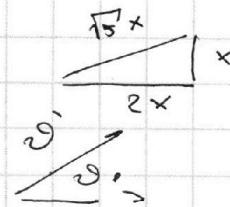
$$\vartheta_0 \cos \alpha \cdot t = s$$

$$\vartheta_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 = H$$

$$\vartheta_0 \sin \alpha = g t$$

$$H = \frac{\vartheta_0 \sin \alpha \cdot t}{2}$$

$$\tan \beta = \frac{H}{s} = \frac{\vartheta_0 \sin \alpha \cdot t}{2 \cdot \vartheta_0 \cos \alpha \cdot t} = \frac{\tan \alpha}{2}$$



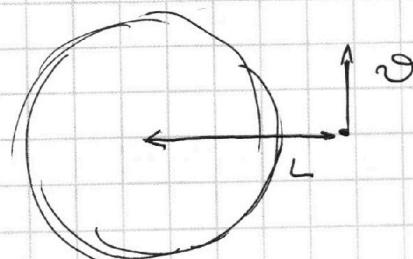


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 1  2  3  4  5  6  7

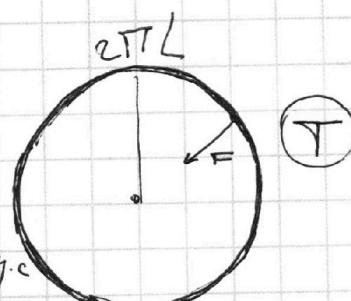
СТРАНИЦА  
ИЗ

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!



$$T = \frac{2\pi L}{\omega}$$

$$\begin{array}{r} \checkmark \\ 225 \\ \hline 25 \\ \hline 1125 \\ 450 \\ \hline 5625 \end{array}$$



$$\frac{GMm}{L^2} = F = m a_{y.c}$$

$$a_{y.c} = \frac{GM}{L^2}$$

$$mg = \frac{GMm}{R^2} \quad g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\frac{a_{y.c}}{g} = \frac{R^2}{L^2} \quad g$$

$$a_{y.c} = \omega \cdot R$$

$$T = \frac{2\pi L}{\omega} = \frac{2\pi L^2 R}{R^2 g} = \frac{2\pi L^2 R}{R g} = \frac{2\pi L^2}{g}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{a_{y.c}}{R}} = \sqrt{\frac{Rg}{L}}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi L}{TRg} \Rightarrow L = \frac{TRg}{2\pi}$$

$$8456 = 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 169 = 2 \cdot 5^2 \cdot 13^2$$

$$\begin{array}{r} 845 \\ -5 \\ \hline 34 \\ -30 \\ \hline 4 \end{array} \quad \begin{array}{r} 5 \\ \hline 169 \end{array}$$

$$\frac{4\pi^2 \cdot 8400.000}{4 \cdot 5^4 \cdot 13^4 \cdot 40} = \frac{2 \cdot 10 \pi^2}{13^4}$$



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!

$$ay \cdot c = \frac{GM}{L^2}$$

$$ay_c = \frac{g R^2}{L^2}$$

$$24 \cdot 3600$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$\frac{\omega^2}{\cancel{RL}} = \omega^2 \cancel{R} L = \frac{g R^2}{L^2}$$

$$\frac{2450 \cdot 24 \cdot 3600}{34850}$$

$$\cancel{\omega} \omega^2 R = \frac{g R^2}{L^2}$$

$$\omega^2 = \frac{g R}{L^2}$$

$$\begin{array}{r} \times 3600 \\ 24 \\ \hline 144 \\ 72 \\ \hline 86400 \end{array}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2}{\omega^2} = \frac{4\pi^2 L^2}{g R}$$

$$T = \frac{2\pi L}{g R} + \frac{86400}{8450} = \frac{1897}{34850}$$

$$L = \frac{T g R}{2\pi}$$

$$\begin{array}{r} 9485 | 1897 \\ - \frac{5}{44} \\ \hline 40 \\ - \frac{40}{0} \\ \hline 0 \\ \frac{35}{35} \\ - \frac{35}{0} \\ \hline 0 \end{array} \quad 1897$$

$$\omega = \frac{1}{T}$$

$$F = \frac{GM \cdot m}{L^2} = m a_{yc}$$

$$a_{yc} = \frac{GM}{L^2}$$

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

$$L^3 = \frac{R^2 g}{\omega^2} = \frac{R^2 g T^2}{4\pi^2}$$

$$a_{yc} = \omega^2 L = \frac{R^2 g}{L^2}$$

$$\omega^2 L^3 = R^2 g$$