



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 $L_{\text{MAX}} = 15$ м.

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

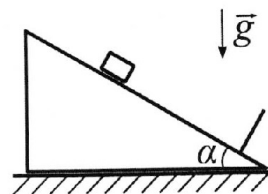
2. На плоском склоне бросают мяч вверх по склону. Вектор начальной скорости мяча направлен под углом $\alpha = 45^\circ$ к горизонту. Точка старта находится на поверхности склона. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $S = 10$ м. Перед соударением со склоном мяч движется горизонтально. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Какой угол β плоский склон образует с горизонтальной плоскостью? В ответе укажите $\tan \beta$ 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.

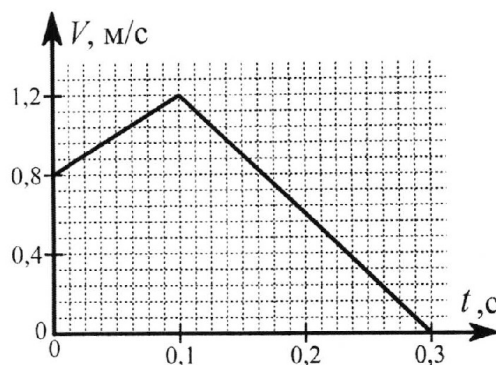
3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется вниз по покоящемуся клину, упруго сталкивается со стенкой, перпендикулярной наклонной плоскости клина, и после соударения движется вверх по 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/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – 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 μ 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.



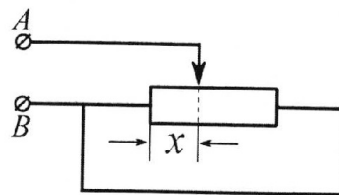
4. Для нагревания водопроводной воды объемом $V = 20$ л применили электрический нагреватель, подключенный к сети постоянного тока $I = 10$ А. За время $\tau = 2 \cdot 10^3$ с температура воды увеличилась на $\Delta t = 80$ °С.

1. Найдите сопротивление R_1 нагревателя. КПД нагревателя $\eta = 67,2\%$. Удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°С), плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³.

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 φ в северном полушарии возможен прием электромагнитных волн со спутника? Ускорение свободного падения у поверхности планеты $g = 10$ м/с². Радиус Земли $R = 6400$ км. Распространение электромагнитных волн прямолинейное.
2. Какой промежуток Δt 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 ☐

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!

v_{20} и v_{10} - скорости 2^{го} и 1^{го} автомобилей
в момент времени $t=0$
 $v_{20} - v_{10} = u$

a_2 и a_1 - ускорения 2^{го} и 1^{го} автомобилей
 $\Rightarrow a_2 - a_1 = \Delta a$

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

- зависимость расстояния между телами (положительно если 2^й спереди)
от времени с момента $t=0$
отрицательно если 1^й спереди)

$$\Rightarrow \Delta L = u t' - \Delta a t'^2$$

$\Delta a = a_2 - a_1 > 0$ т.к. сначала скорость 2^{го}
больше 1^{го}, а затем
наоборот $\Rightarrow$ первый догоняет второго
 $\Rightarrow a_1 > a_2$

$$\Rightarrow \Delta L = u t' - \Delta a t'^2$$

- парабола, ветви вниз, максимум в
вершине $t_0 = \frac{-u}{-2\Delta a} = \frac{u}{2\Delta a}$

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

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

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

$$\Delta L = u t' - \Delta a t'^2$$

$$\Delta L = 0$$

$$\Rightarrow u t' - \Delta a t'^2 = 0$$

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

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



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!

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

$$2) t_2 = -3 \text{ с}$$

$$S = |\Delta L(t_2)| = |ut_2 - \frac{a}{2} t_2^2| =$$

$$= |ut_2 - \frac{4L_{\max} u^2 t_2^2}{4L_{\max}}|$$

$$= \left| 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot (-3 \text{ с}) - \frac{\left(10 \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 \cdot 9 \text{ с}^2}{4 \cdot 15 \text{ м}} \right| = |-45 \text{ м}|$$

$$\Rightarrow S = 45 \text{ м}$$

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

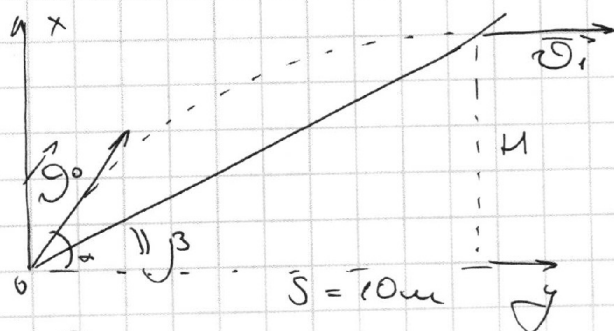


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



Запишем
перемещения
мячика в 2
проекциях x и y

$$\Delta x = v_x \cdot t = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$\Delta y = v_y \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

$$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - g t$$

Перед соударением мяч движется
горизонтально $\Rightarrow$ t_0
(t_0 - момент удара)

$$\Rightarrow v_y = 0 \Rightarrow v_0 \cdot \sin \alpha - g t_0 = 0 \Rightarrow t_0 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

перемещение по x : $\Delta x = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_0$

$$\Delta x = S$$

$$\Rightarrow v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_0 = S$$

перемещение по y : $\Delta y = v_{y0} \cdot t_0 - \frac{g t_0^2}{2}$

$$\Delta y = H = v_0 \sin \alpha \cdot t_0 - \frac{g t_0^2}{2} = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot t_0}{2}$$

$$\frac{H}{S} = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot t_0}{2 \cdot v_0 \cos \alpha \cdot t_0} = \frac{t_0 \sin \alpha}{2 \cos \alpha} = \frac{1}{2}$$

2) v_1 горизонтальна $\Rightarrow$

$$v_1 = v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

при этом $S = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_0 = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$

$$\Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{g S}{\sin \alpha \cdot \cos \alpha}}$$



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



СТРАНИЦА

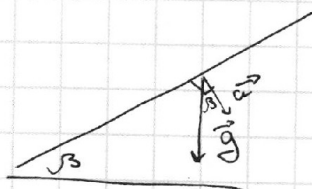
2 ИЗ 2

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!

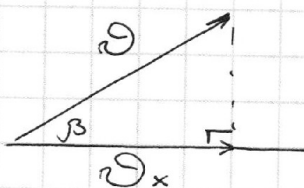
$$\begin{aligned} \Rightarrow v_1 &= v_0 \cdot \cos \alpha = \sqrt{\frac{gS}{\sin \alpha \cos \alpha}} \cdot \cos \alpha \\ &= \sqrt{\frac{gS \cos \alpha}{\sin \alpha}} = \sqrt{\frac{gS}{\tan \alpha}} \\ &= \sqrt{\frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 10 \text{ м}}{1}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

3) В момент когда скорость параллельна склону:

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



Скорость мяча параллельна склону $\Rightarrow$



$$\Rightarrow v_x = v_0 \cdot \cos \alpha$$

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

$$v^2 = R a \quad \text{кривизна траектории} \Rightarrow$$

$$R = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{\cos^3 \beta \cdot a} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g \cdot \cos^3 \beta} = \frac{v_1^2}{g \cdot \cos^3 \beta}$$

$$1 + \tan^2 \beta = \frac{1}{\cos^2 \beta} \Rightarrow \cos \beta = \sqrt{\frac{1}{1 + \tan^2 \beta}} = \sqrt{\frac{1}{1 + 0.5^2}}$$

$$\Rightarrow R = \frac{(10 \frac{\text{м}}{\text{с}})^2 \cdot 5\sqrt{5}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 8} = \frac{50\sqrt{5}}{8} \text{ м} = \frac{25\sqrt{5}}{4} \text{ м}$$

Ответ: $\tan \beta = 0.5$; $v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $R = \frac{25\sqrt{5}}{4} \text{ м}$



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
☐

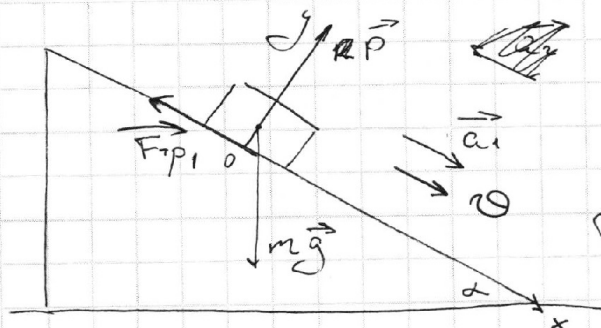
6
☐

7
☐

СТРАНИЦА

1 из 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 2й закон Ньютона для шайбы при движении вверх с a_2 и вниз с a_1 ускорения

$\vec{R}$ - сила реакции клина на шайбу
 $\vec{F}_{tr1}$ - сила трения при движении вниз и вверх

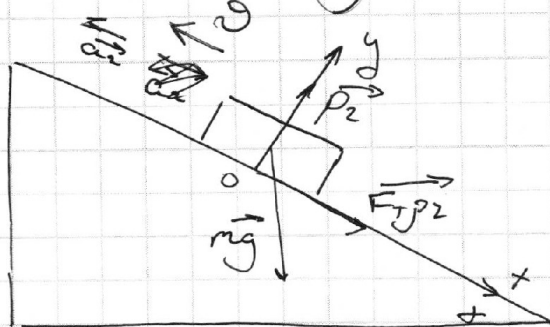
$$Oy: R - mg \cdot \cos \alpha = 0$$

$$mg \cdot \sin \alpha - F_{tr1} = m \cdot a_1$$

$$F_{tr1} = \mu \cdot R = \mu \cdot mg \cdot \cos \alpha$$

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

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



$$Oy: R_2 = mg \cdot \cos \alpha$$

$$mg \cdot \sin \alpha + F_{tr2} = -m a_2$$

$$F_{tr2} = \mu \cdot R_2 = \mu mg \cdot \cos \alpha$$

$$\Rightarrow R = R_2$$

$$mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = -m a_2$$

$$a_2 < 0$$

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

$\Rightarrow$ ускорение меняется при изменении направления движения шайбы



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 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

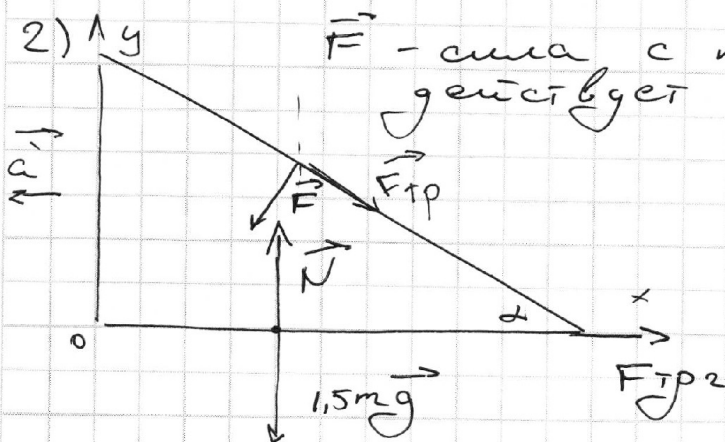
$$a_1 > 0 \Rightarrow a_1 = \frac{\Delta V_1}{\Delta t_1} = \frac{1,2 \frac{м}{с} - 0,8 \frac{м}{с}}{0,1с - 0с} = 4 \frac{м}{с^2}$$

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

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

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

$$\sin \alpha = \frac{a_1 - a_2}{2g} = \frac{4 \frac{м}{с^2} + 6 \frac{м}{с^2}}{2 \cdot 10 \frac{м}{с^2}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 30^\circ$$



$\vec{F}$ - сила с которой маида
действует на клин
 $\Rightarrow |\vec{F}| = |\vec{P}|$
 $= |\vec{P}_2|$

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

$F_{тр} = F_{тр1}$
трение между
клином и маидой

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

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

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

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

$$= 2,25 \cdot 0,2кг \cdot 10 \frac{м}{с^2} = 4,5Н$$



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

3 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!

3) ~~кум в покое $\Rightarrow \vec{a} = 0 \Rightarrow \vec{a}' = 0$~~

~~$$F \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}} = ma$$~~

~~$$F \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}} = 0$$~~

~~$$F_{\text{тр}} = F \sin \alpha$$~~

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

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

~~$$\mu = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 2,25} = \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 2 \cdot 9 \cdot 25} = \frac{1}{15}$$~~

по Oy : ~~$F \cdot \cos \alpha + 1,5mg + F_{\text{тр}} \cdot \sin \alpha - N \neq 0$~~

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

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

~~$$g \mu' \cos \alpha = -\frac{a_1 + a_2}{2} = 1 \frac{m}{c^2}$$~~

~~$$\Rightarrow F_{\text{тр}} = F_{\text{тр}1} = \mu' mg \cos \alpha = 0,2M$$~~

по Ox : (кум)

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

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

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



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.

☐☐☒☐☐☐☐

СТРАНИЦА
4 ИЗ 4

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

$$N = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2,25 + 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ кг} \cdot \frac{1}{2} \\ = 4,6 \text{ Н}$$

3) кин в покое $\Rightarrow a' = 0$

$$F \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}2} - F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha = m a'$$

$$F_{\text{тр}2} = \frac{F \cdot \sin \alpha - F_{\text{тр}} \cdot \cos \alpha}{1}$$

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

$$\mu \cdot N_{\text{тр}2} = mg \cos \alpha \cdot \sin \alpha - \mu mg \cos^2 \alpha$$

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

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

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

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

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

$$N = 4,6 \text{ Н}$$

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



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**.

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!

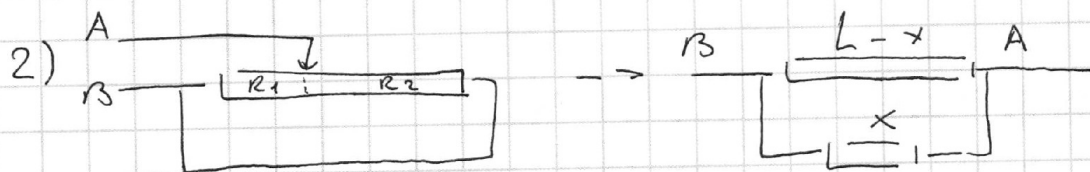
$$1) A_{\text{полезное}} = c \cdot m \cdot \Delta t = c \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta t$$

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

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

$$\Rightarrow R' = \frac{c \cdot \rho \cdot V \cdot \Delta t}{\eta I^2 T} = \frac{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,02 \text{ м}^3 \cdot 80^\circ\text{C}}{0,672 \cdot (10 \text{ А})^2 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot \text{с}}$$

$$= 50 \text{ Ом}$$



Сопротивление проводника пропорционально его длине $\Rightarrow$

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

параллельное соединение

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

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

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

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

$$D = b^2 - 4ac$$

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



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!

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

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

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

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

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

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

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

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

парабола, ветви вниз
 $\Rightarrow$ максимум

$$P_{\max} \text{ при } (xL - x^2)_{\max}$$

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

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

$$= \frac{I^2 R}{L^2} \cdot \frac{L^2}{4} = \frac{I^2 R}{4} = \frac{(10 \text{ А})^2 \cdot 2250 \Omega}{4} = 5625 \text{ Вт}$$

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.



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!

Пусть спутник удален от центра Земли на L

на спутник действует $F = \frac{GM \cdot m}{L^2} = m a_{y.c}$ (из закона Ньютона)

G - гравит. постоянная

M - масса Земли

m - масса спутника

$a_{y.c}$ - ускорение спутника у.с.

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

тоже самое для тела на поверхности

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

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

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

$$a_{y.c} = \omega^2 \cdot L$$

угловая скорость спутника

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

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

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

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



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.

☐☐☐☐☒☐☐

СТРАНИЦА
2 из 5

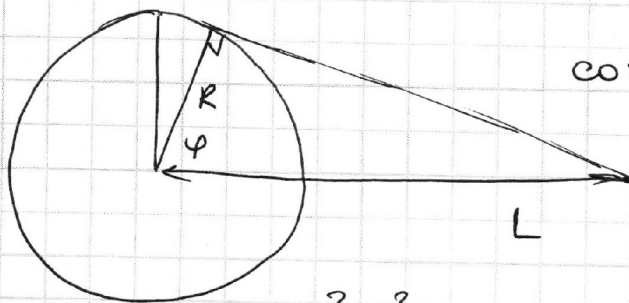
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

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

распространение волн прямолинейное

φ_{max} когда волны доходят по касательной к Земле



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

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

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

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

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

$$2) \quad \omega_g = \frac{2\pi}{T_g}$$

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

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

$$\cancel{\omega^2 = \frac{gR^2}{L^3}} = \frac{gR^2}{L^3}$$



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.

☐☐☐☐☒☐☐

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!

$$\Delta t = \frac{T \cdot T_3}{T + T_3} = \frac{24 \cdot 3600 \cdot 8450 \text{ с}^2}{8450 + 24 \cdot 3600 \text{ с}}$$
$$= \frac{24 \cdot 3600 \cdot 8450}{94850} = \frac{864 \cdot 845 \cdot 1000}{94850} \text{ с} \approx 6000 \text{ с} \approx 10 \text{ мин}$$

$$\text{Ответ: } \cos \varphi = \sqrt[3]{\frac{4\pi^2 R}{T^2 g}}$$
$$\Delta t \approx 10 \text{ мин}$$



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 __

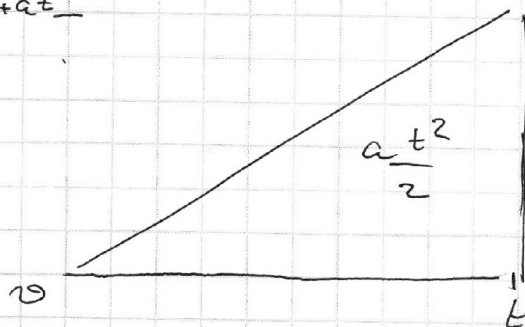
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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

$$\begin{array}{r} 570080009 \overline{) 8485} \\ \underline{56910} \\ 00980 \\ \underline{0980} \\ 98000 \end{array}$$

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

$\theta + at$



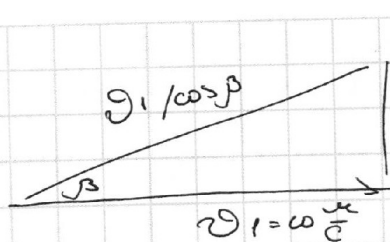


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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



$$R = \frac{\omega \cdot \frac{r}{c}}{\omega \cdot \frac{r}{c}}$$

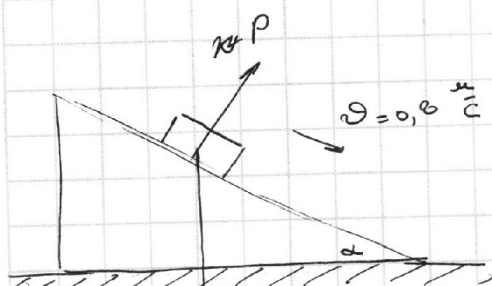
$$R = \frac{v_1^2}{\cos^2 \beta \cdot g \cdot \cos \beta}$$

$$\tan \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta}$$

$$\tan^2 \beta = \frac{\sin^2 \beta}{\cos^2 \beta}$$

$$1 + \tan^2 \beta = \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$1 + \frac{1}{4} = \frac{1}{\cos^2 \beta} \quad \cos^2 \beta = \frac{4}{5}$$



$$a = \frac{0.4 \frac{m}{c}}{0.1c} = 4 \frac{m}{c^2}$$

$$a_2 = \frac{1.2 \frac{m}{c}}{0.2c} = 6 \frac{m}{c^2}$$

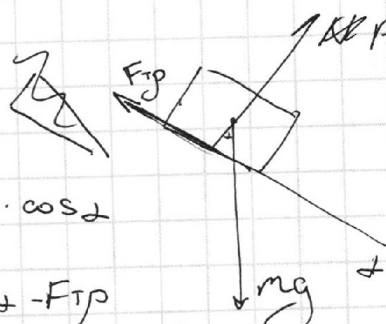
$$P = mg \cdot \cos \alpha$$

$$ma = mg \sin \alpha - F_{тр}$$

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

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

$$\sin \alpha = \frac{a + a_2}{2g} = 0.5$$



$$N = 1.5mg \cdot P \cdot \cos \alpha$$

$$1.5mg + mg \cos^2 \alpha$$

$$mg(1.5 + 1 - \sin^2 \alpha)$$

$$Q_p = cm \Delta t$$

$$Q_g = I^2 R \cdot T$$

$$\frac{cm \Delta t}{I^2 R T} = \eta$$

$$R = \frac{cm \Delta t}{I^2 T \eta}$$

$$R = \frac{4200 \cdot 20 \cdot 30 \cdot 60}{60 \cdot 2 \cdot 10^3 \cdot 672} = \frac{42 \cdot 2 \cdot 800}{2 \cdot 672} = \frac{42 \cdot 800}{672} = \frac{336}{672} = \frac{50}{1} \text{ Ohm}$$

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





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.

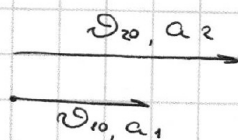
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$\begin{aligned} v_1 &= v_{10} + a_1 t \\ v_2 &= v_{20} + a_2 t \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x_2 &= x + v_{20} t + a_2 t^2 \\ x_1 &= x + v_{10} t + a_1 t^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \Delta L &= (v_{20} - v_{10})t + (a_2 - a_1)t^2 \\ \Delta L &= ut + \Delta a t^2 \end{aligned}$$

0 ————— x

$$\begin{aligned} v_{20} - v_{10} &= u = \omega c \\ a_1 - a_2 &= \Delta a \end{aligned}$$

$$t_{\max} = \frac{u}{\Delta a}$$

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

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

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

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

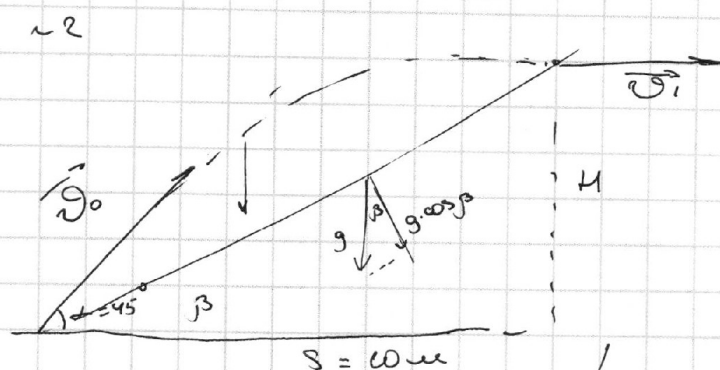
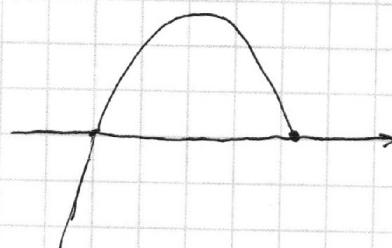
$$T \left(u - \frac{u^2 T}{4 L_{\max}} \right) = 0$$

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

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

$$T = \frac{4 L_{\max}}{u} = 60$$

$$\Delta L_3 = u \Delta t_3 - \frac{u^2}{4 L_{\max}} \Delta t_3^2 = -\omega c \cdot 30 - \frac{\omega^2 c^2 \cdot 90^2}{4 \cdot 15 \text{ м}} = -45 \text{ м}$$



$$\begin{aligned} v_0 \cos \alpha \cdot t &= S \\ v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} &= H \end{aligned}$$

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

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

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

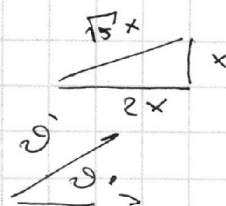
$$v_0 \sin \alpha = \frac{g t}{2}$$

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

$$v_0 = \sqrt{\frac{g S}{\cos \alpha \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2 g S}{\sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10 \text{ м} \cdot 10 \text{ м}}{\sin 45^\circ}} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$v_1 = v_0 \cos \alpha = 10 \text{ м/с}$$

$$\tan \beta = \frac{H}{S} = \frac{v_0 \sin \alpha \cdot t}{2 \cdot v_0 \cos \alpha \cdot t} = \frac{\frac{g t}{2}}{2} = \frac{1}{2}$$





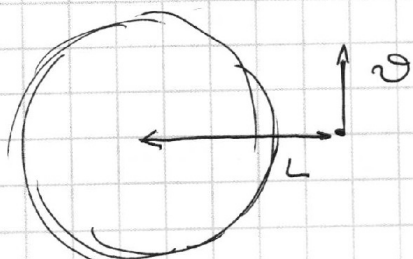
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

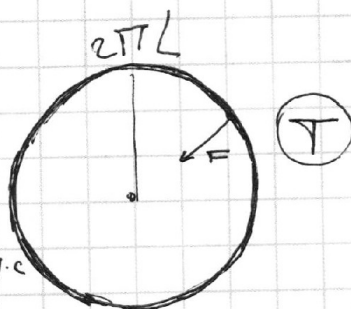
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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!

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



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



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

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

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

$$a_{y.c.} = \omega^2 R$$

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

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

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

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

$$8450 = 2.5 \cdot 5 \cdot 169 \\ = 2.5^2 \cdot 13^2$$

$$\begin{array}{r} 845 \mid 5 \\ 5 \\ \hline 34 \\ 30 \end{array}$$

$$\frac{4\pi^2 \cdot 3400 \cdot 000}{4.5^4 \cdot 13^4 \cdot 10} = \frac{2^{10} \pi^2}{13^4}$$



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!

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

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

$$a_{y.c} = \frac{g R^2}{L^2} \quad 24.3600$$

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

$$\frac{2450 \cdot 24.3600}{34850}$$

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

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

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

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

$$T = \frac{2\pi L}{\sqrt{g R}} \quad \begin{array}{r} + 86400 \\ 8450 \\ \hline 94850 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{r} 9485 \overline{) 5} \\ 5 \\ \hline 44 \\ 48 \\ \hline 45 \\ 35 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1897 \\ 1897 \end{array}$$

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

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

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

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

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

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

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