



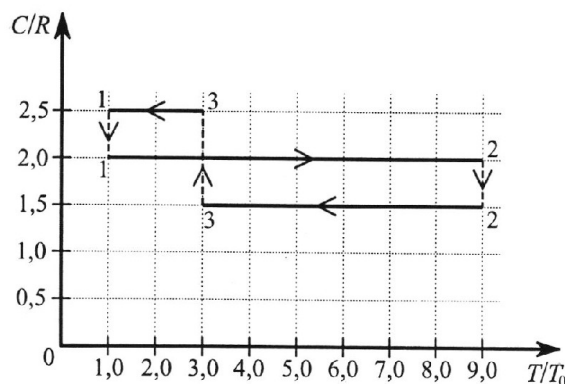
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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



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

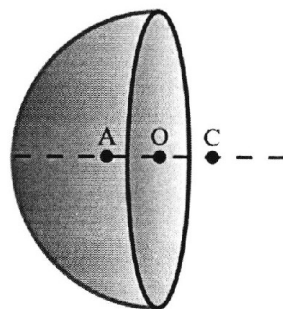
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150$ кг за $N = 10$ циклов тепловой машины?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с², универсальная газовая постоянная

$R = 8,31$ Дж/(моль·К). Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.

5. По поверхности закреплённой электрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О частица движется со скоростью V_0 .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.

2. Найдите скорость V_C , с которой частица движется в точке С. Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.

Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.



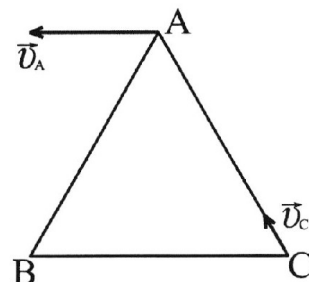
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость $\vec{v}_A$ точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,4$ м/с, а скорость $\vec{v}_C$ вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника $a = 0,2$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершит три оборота?

Пчела массой $m = 100$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

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

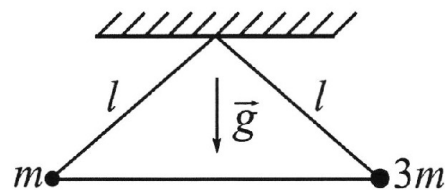
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту H поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте фейерверк разбивается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20$ м/с. Направление вектора $\vec{V}_0$ скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

2. Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.

3. Два шарика с массами $m = 0,1$ кг и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарик скреплен с легким стержнем длины $L = 1,6l$. Систему удерживают так, что шарик находится на одной высоте. Далее систему освобождают.



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

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

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

1 2 3 4 5 6 7

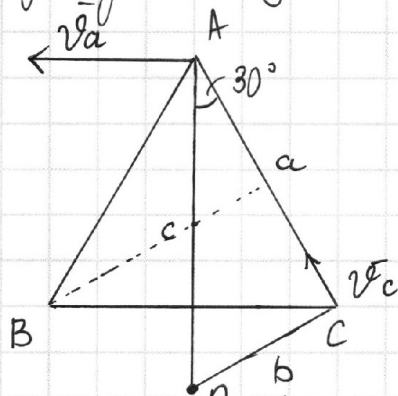
СТРАНИЦА
1 из 2

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 1

- 1) Зарисовываю рисунок, обозначаю векторы скоростей рассматриваемых точек. Построением нахожу моментную ось вращения твердого тела - пластины. (векторы скорости и отрезку соединившему (-) обладающую этой осью вр.)



моментная ось вращения пластины - D

AD - c
AC - a
OC - b

- 2) Тогда запишем через данные v_A и v_C из соотношения равенства угловой скорости.

$$\frac{v_A}{c} = \frac{v_C}{b} \Rightarrow v_C = \frac{v_A b}{c} = v_A \sin 30^\circ = 0,2 \text{ м/с}$$

- 3) Найдем аналогично $v_{D.M}$ - (-) пересечение медиан в Δ .

$$\frac{v_A \cos 30^\circ}{a} = \frac{v_{D.M}}{\frac{a}{\cos 30^\circ} - a \cos 30^\circ \cdot \frac{2}{3}}$$

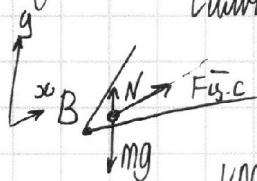
$$v_{D.M} = v_A (1 - \cos^2 30^\circ \cdot \frac{2}{3}) = 0,5 v_A$$

- 4) Тогда τ где тряс оторвался в CD $v_{D.M}$:

$$\tau = 3 \cdot \frac{2 \pi \cdot \frac{2}{3} a \cos 30^\circ}{v_A - v_{D.M}}$$

$$= 3 \cdot \frac{2 \pi \cdot \frac{2}{3} a \cos 30^\circ}{v_A \cos 30^\circ \cdot \frac{2}{3}} = 3 \cdot \frac{2 \pi a}{v_A \cos 30^\circ} = 10\sqrt{3} \pi c$$

- 5) Переходим к 3-й пункту задачи. Пренебрежимость силой трения по сравнению с силой тяжести дает на понять что движение пластины не извилистое. От нее мы слышим действующие на нее:



силы N и mg направлены друг друга по ОУ. Отвечает лишь касательная сила, которая найдена в CD $v_{D.M}$ (интегрируя, сил нет)



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!

Площадь треугольника В, С и А в со 26. Ничего не отнимается
потому что будет максимум $2a - 2a_{\text{н}} = 0,52a$,
а радиус - расстояние до 26 $= \frac{2}{3} a \cos 30$
 $0,252a^2$
 $F_{\text{в.с}} = \frac{0,252a^2}{\frac{2}{3} a \cos 30} = 0,213 H$



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 2

1) Запишем выражение для равноускоренного движения по наклонной плоскости:

$$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = h \quad \text{Знаем } t \text{ и } h \text{ найдем } v_0:$$

$$v_0 = \frac{h + \frac{gt^2}{2}}{t} = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2} = 10 + 4,5 = 14,5 \text{ м/с}$$

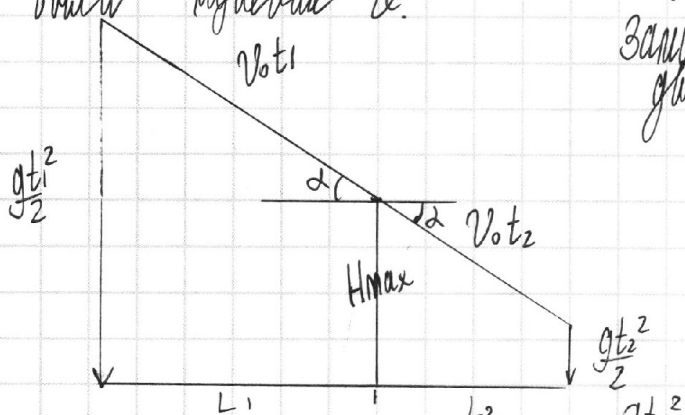
2) Ответим на вопрос по максимальной высоте:

$$H_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = 9,8 \text{ м}$$

опишем движение

3) Переходим ко второй части задачи. Запишем закон сохранения энергии для шарика на ВСХ, при этом по закону ВСХ совершено почти суммарно движение и будем считать на одной из сторон $m \cdot k \cdot \Sigma p = 0$, т.к. до взрыва шарик вертелся была нулевая v .

Запишем кин. энер. для шарика в поле тяжести. Зависит:



$$v_0 t_1 \sin \alpha + H_{\max} = \frac{gt_1^2}{2} \quad t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 4H_{\max}g}}{g}$$

$$v_0 t_1 \cos \alpha = L_1$$

$$v_0 t_2 \sin \alpha + \frac{gt_2^2}{2} = H_{\max} \quad t_2 = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 4H_{\max}g}}{g}$$

$$v_0 t_2 \cos \alpha = L_2$$

$$L = L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = v_0 \cos \alpha \frac{2\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 4H_{\max}g}}{g}$$

необходимо найти максимум

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



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

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!

Дана маятниковая, наклонная качель.

$$v_0^2 (\sin^2 \alpha)' \cos^2 \alpha + (\cos^2 \alpha)' \sin^2 \alpha + 2H_{\max} g (\cos^2 \alpha)$$

$$v_0^2 (2 \sin \alpha \cos \alpha \cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha \sin \alpha \sin^2 \alpha) + 2H_{\max} g 2 \cos \alpha \sin \alpha$$

$$v_0^2 \sin 2\alpha \cos 2\alpha = 2H_{\max} g \sin 2\alpha$$

$$\cos 2\alpha = \frac{2H_{\max} g}{v_0^2} = \frac{20 \cdot 9,8}{400} = \frac{9,8}{20} = 0,49$$

$$L = \frac{2v_0}{g} \sqrt{v_0^2 \frac{1-0,49^2}{4} + 2H_{\max} g \cdot 0,245} = 4 \sqrt{100 \cdot \frac{1-0,49^2}{4} + 20 \cdot 9,8 \cdot 0,245} \text{ м}$$

$$2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha = 1 - 0,49^2$$

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0,49$$

$$\cos^2 \alpha - \frac{1-0,49^2}{4 \cos^2 \alpha} = 0,49$$

$$\cos^4 \alpha - 0,49 \cos^2 \alpha - \frac{1-0,49^2}{4} = 0$$

$$\cos^2 \alpha = \frac{0,49 \pm \sqrt{0,49^2 + 1 - 0,49^2}}{2}$$

$$= 0,245$$

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

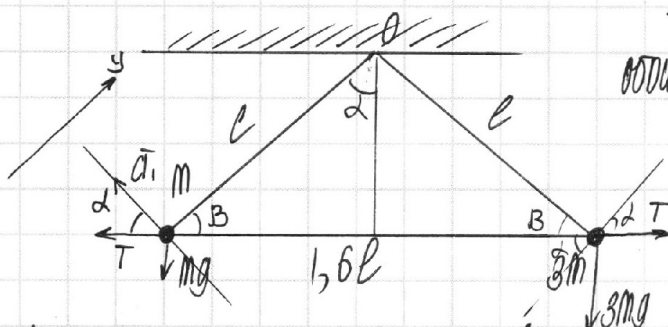
СТРАНИЦА
1 из 1

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



Задача №3

1) Записываем систему, расставляем силы:



Т одинаково для
обеих шаров - упругие деформации
стержня $\Sigma F = 0 + \Sigma M = 0$
- параллельны оси

• с уверенностью можно утверждать, что упругие шаров деформации на микроскопическом уровне как бы компенсируют друг друга, поэтому в результате с центром - 0 и шаров e. В итоге $\Sigma F = 0 \Rightarrow$ имеют только тангенциальную составляющую ускорения.

• Необходимо выполнение условия для ускорения $\Rightarrow$

$$3mg > T$$

- ответ на первую часть задачи ускорение a_1 параллельно оси шаров α к горизонту (или μ), где $\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow 0,8$

2) Записываем 3-й закон Ньютона для шаров и стержня в п. 1

$$T \cos \alpha - mg \sin \alpha = ma_1$$

$$3mg \sin \alpha - T \cos \alpha = 3ma_2$$

$$a_1 \cos \alpha = a_2 \sin \alpha \Rightarrow a_1 = a_2 = a$$

3) Если шаров деформации не учитывать, то $a = a_1 = \frac{2mg \sin \alpha}{4m} = \frac{g \sin \alpha}{2} = 0,4g = 4m/s^2$

не находим T:

$$T = \frac{ma + mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = m \frac{1,5g \sin \alpha}{\cos \alpha} = mg \cdot 1,5 \tan \alpha = 2mg = 2H$$



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 N4

1) Определим по показателям графика $\frac{C}{R}$ характер процессов: 1-2; 2-3; 3-1

1-2 $C_v = 2,5$, что соответствует изобразительному процессу для одноатомного газа.

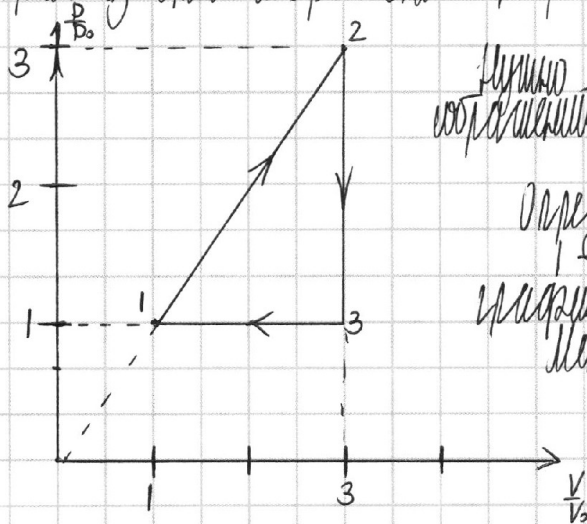
3-2 $C_v = 1,5$, что соответствует изобразительному процессу

для молекул не 1-2 необходимо воспользоваться уравнением для политропного процесса:

$$\frac{C - C_p}{C - C_v} = n \quad pV^n = \text{const} \Rightarrow \frac{2 - 2,5}{2 - 1,5} = -1 \Rightarrow$$

$p = \text{const}$
- процесс изобарности
 $p(V)$

2) Построим из этих изображений график:



Нужно объяснить из каких изображений состоит процесс $p_0 - 3$

Определим по изобразительному процессу 1-2 из показаний на графике в какой записываем $\frac{V}{V_0} - 3$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0$$

$$p_0 V_3 = \nu R \cdot 3 T_0$$

$V_3 = 3V_0$, $\frac{V}{V_0} = 3$ из графиков p_2 из изобразительного процесса

3) $Q = Q_H - Q_K$ что мы что хотим как работа - площадь заштрихованная в графике

$$A = \frac{2 p_0 \cdot 2 V_0}{2} = 2 p_0 V_0 = 2 \nu R T_0 = 2 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 8,31 = 9972 \text{ Дж}$$



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!

~~но может быть другое понимание этой задачи, что Q_1 — подведенная это мощность на нагревание. Расширение происходит только на $T_2 - T_1$~~

$i=3$

$$Q_1 = Q_H = A_{12} + \Delta U_{12} + A_{23} = 4p_0 V_0 + \frac{1}{2} \nu R 8T_0 + \frac{i}{2} \nu R = 5,516 \nu R T_0 = 70476 \text{ Дж}$$

④ Запиши выражение по изменению потенциальной энергии газа, если A — работа за 1 цикл — S замкнутое движение:

$$MgH = N \cdot A$$
$$A = \frac{2p_0 \cdot 2V_0}{2} = 2p_0 V_0 = 2 \nu R T_0$$
$$\Rightarrow H = \frac{NA}{Mg} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 300 \cdot 8,31}{1500} = 8 \cdot 8,31 = 66,48 \text{ м}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

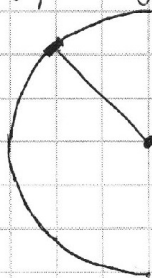
СТРАНИЦА
1 из 2

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

Задача №5

1) Определим потенциал поле создаваемого пучком в (0,0) идеальными это пучками, чтобы найти потенциал на пучке

индуцирован заряд Q Потенциал с малым зарядом q в каждой малой кулонов заряд q дает $\varphi = kQ/r$ потенциал



Потенциал для заряда q в (0,0) = $\frac{qk}{R}$ - скаляр

Определим потенциал отбоя на первом пути

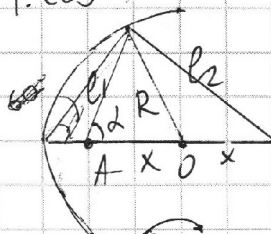
$$\frac{A}{q} = \Delta \varphi = (\varphi - \varphi_0)$$

$$\frac{mv_x^2}{2} = q\varphi + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv_x^2}{2} = \frac{qQk}{R} + \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_x = \sqrt{\frac{2qQk}{R} + mv_0^2}$$

2) Рассмотрим изменение потенциала при рассматриваемых изменении угла наклона

$T \cdot \cos$



$$4x^2 + l_1^2 - 2\cos\alpha \cdot 2x \cdot l_1 = l_2^2$$

$$x^2 + l_1^2 - 2\cos\alpha \cdot x \cdot l_1 = R^2$$

$$2l_1^2 + 2l_2^2 - 4x^2 = 4R^2$$

$$R^2 + (R-x)^2 - 2\cos 60^\circ (R-x)R = l_1^2$$

$$R^2 + (R+x)^2 - 2\cos 60^\circ (R+x)R = l_2^2$$

$$R^2 - Rx + x^2 = l_1^2$$

$$R^2 + Rx + x^2 = l_2^2$$

$$A_{A-O} = \left(\frac{1}{R} - \frac{1}{R^2 - Rx + x^2} \right) Qk$$

$$A_{O-C} = \left(\frac{1}{R^2 + Rx + x^2} - \frac{1}{R} \right) Qk$$



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.

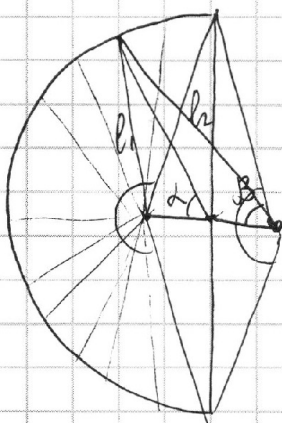
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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!

Заменил ~~311~~ 303 где 1-10 и вносил изменения

$$A = \frac{m^2}{2}$$



$$R^2 + x^2 - 2 \cos \alpha R x = l_1^2$$

$$l_2^2 + x^2 - 2 \cos \beta l_2 x = R^2$$

суммируем по $\cos \alpha$ и $\cos \beta$

где β где $\alpha = 360 - \beta$

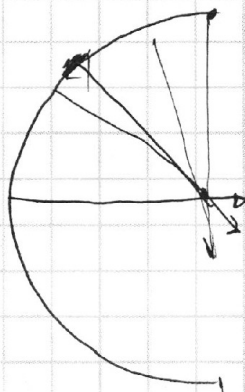


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.

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!



$R \cos$

Черновик

(1)

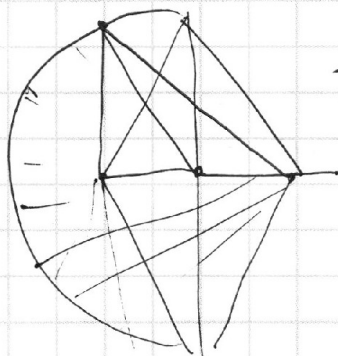
$$\frac{q}{r} = C$$

$$\frac{qk}{r} = U$$

$$\frac{849}{149}$$

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{3\sqrt{3}}{4}$$



$$0.52 V_a$$

$$\frac{1}{2} V_a$$

$$\frac{2\pi}{3} a \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{1}{2} V_a$$

$$\frac{\sqrt{3} a 2\pi}{2a}$$

$$\frac{0.2}{0.4} \cdot 2\sqrt{3}\pi$$

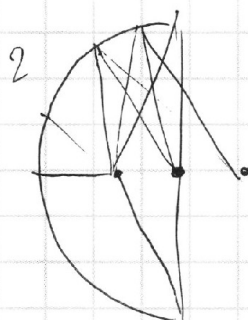
$$0.25 \cdot 0.4 \cdot 0.4 \cdot \frac{3 \cdot 0.2}{\sqrt{3} \cdot 0.4} = \frac{0.2}{0.4} \cdot 2\sqrt{3}$$

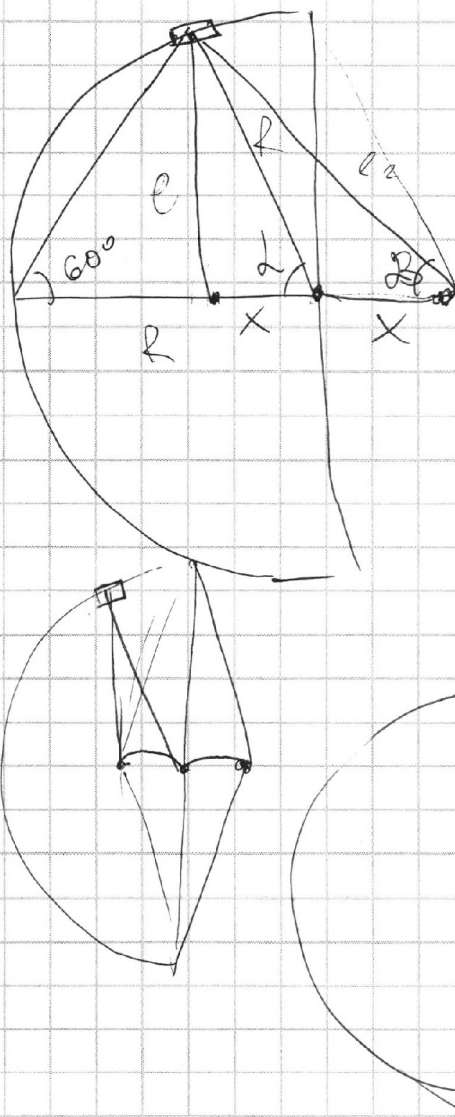
$$\frac{0.2 \cdot 0.2}{\frac{2}{3} \cdot 0.2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}$$

$$\frac{2\pi \cdot 0.2}{0.4 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot 2\sqrt{3}\pi$$

$$\frac{0.8}{0.6} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2\sqrt{3}}{10}$$

$$V_0 \cos 2 \cdot \frac{2\sqrt{3}\pi}{94 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \cdot 2\sqrt{3}\pi$$
$$V_0^2 \sin^2 2 \cdot 2H_{\max} \frac{g}{2}$$
$$V_0^2 \cdot \frac{\sqrt{1-0.49^2}}{4} + 2$$





$$\frac{l_1}{\sin 60}$$

$$R^2$$

$$R^2 + (R-x)^2 - 2 \cos 60 (R-x)R = l_1^2$$

$$R^2 + (R+x)^2 - 2 \cos 60 (R+x)R = l_2^2$$

$$R^2 + R^2 - 2Rx + x^2 - R^2 + Rx$$

$$R^2 - Rx + x^2 = l_1^2$$

$$R^2 + R^2 + 2Rx + x^2 - R^2 - Rx$$

$$R^2 + 2Rx$$

На одной странице можно оформить 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 _____

☐ 1
 ☐ 2
 ☐ 3
 ☐ 4
 ☐ 5
 ☐ 6
 ☐ 7

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

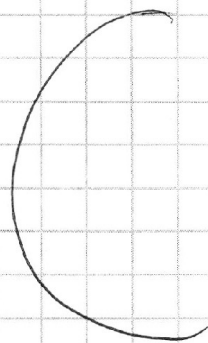


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА _____ ИЗ _____

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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



$$4x^2 - 2x^2 + l_1^2 - 2l_1^2 = l_2^2 - 2R^2$$

$$2l_1^2 + 2l_2^2 - 4x^2 = 4R^2$$

$$2R^2 - l_2^2 = l_1^2 + 2x^2$$

$$l_1^2 + l_2^2 - 2x^2 = 2R^2$$

$$2l_2^2 - R^2 = l_1^2 + 4x^2$$

$$4R^2 - 8x^2 + l_1^2 - 2l_1^2 - 2l_2^2 = R^2 - 2l_2^2$$

$$3l_1^2 - 3R^2 + 4x^2$$

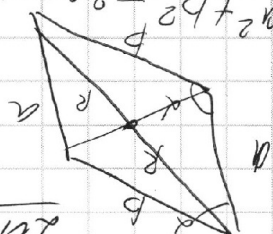
$$4x^2 - 8x^2 + l_1^2 - 2l_1^2 = R^2 - 2l_2^2$$

$$-4x^2 + l_1^2 - 2l_1^2 = R^2 - 2l_2^2$$

$$4x^2 + l_1^2 - 2\cos 2x = l_2^2$$

$$4x^2 + l_1^2 - 4\cos x \cdot l_1 = R^2$$

$$2l_1^2 + 2l_2^2 - 4x^2 = 4R^2$$



$$a^2 + b^2 - 2\cos \alpha b = 4R^2$$

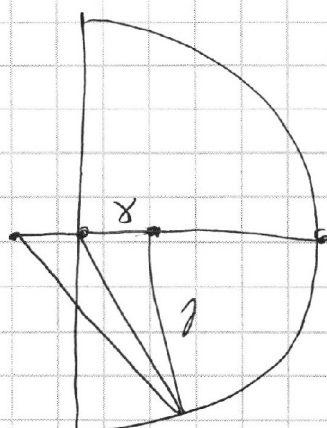
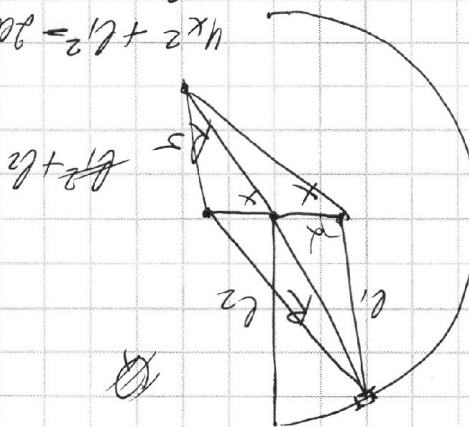
$$a^2 + b^2 - 2\cos \alpha b = 4R^2$$

$$2a^2 + 2b^2 - c^2$$

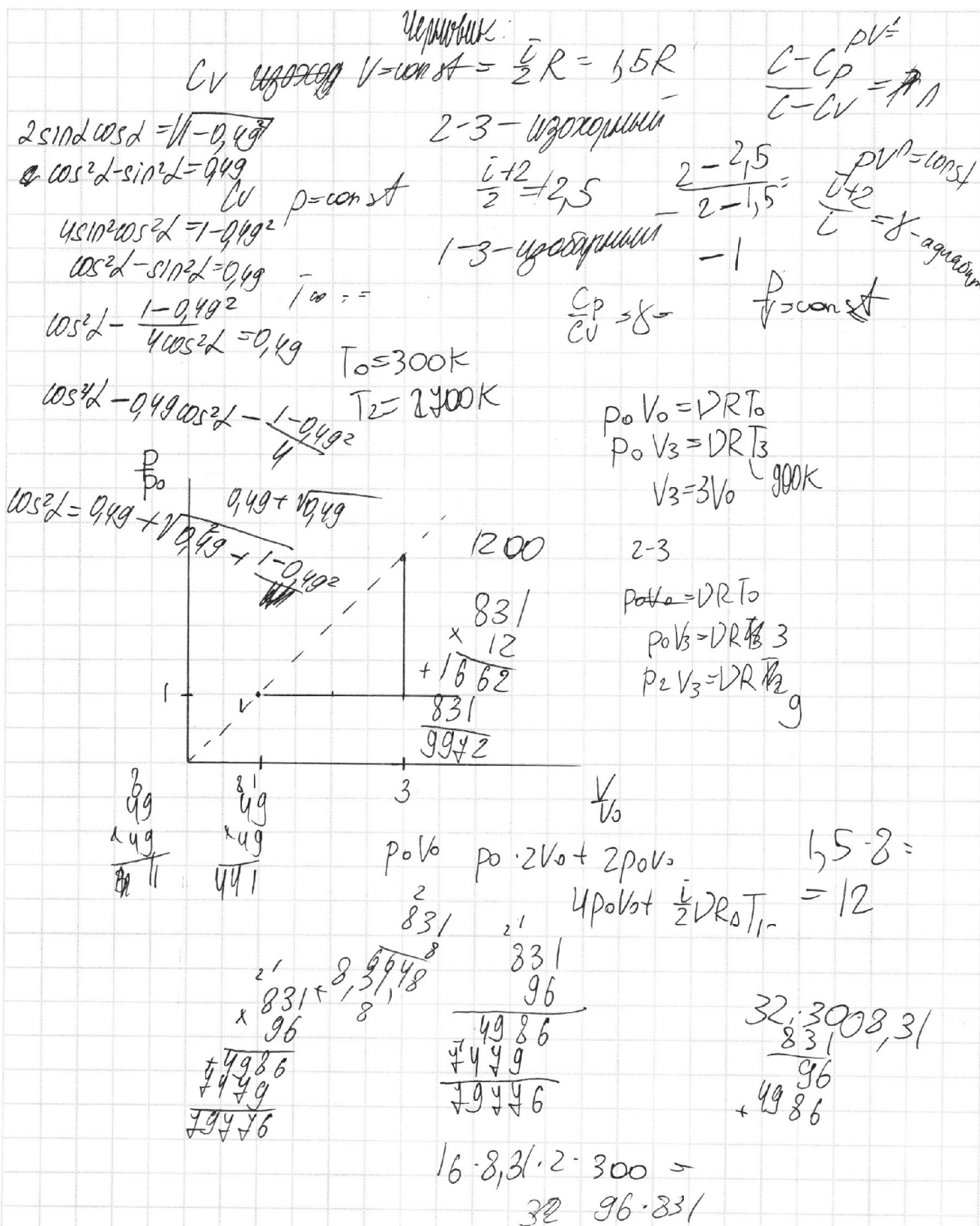
$$4x^2 + l_1^2 = 2\cos 2x \cdot l_1 = l_2^2$$

$$x^2 + l_1^2 = 2\cos x \cdot l_1 = R^2$$

$$2l_1^2 + 2l_2^2 - 4x^2 = 4R^2$$



Человек





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!

14
14
196
98
1

$$v_0 t_1 \sin \alpha + H_{\max} = \frac{g t_1^2}{2} \quad t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 4 H_{\max} g}}{g}$$

$$v_0 t_1 \cos \alpha = L_1$$

$$v_0 t_2 \sin \alpha + \frac{g t_2^2}{2} = H_{\max} \quad v_0 t_2 \cos \alpha = L_2$$

$$v_0 \cos \alpha (t_1 + t_2) = \frac{2 \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 4 H_{\max} g}}{g}$$

$$v_0^2 \cos^2 \alpha \sin^2 \alpha + 4 H_{\max} g \cos^2 \alpha$$

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

$$(\cos^2 \alpha)' \sin^2 \alpha + (\sin^2 \alpha)' \cos^2 \alpha$$

$$-2 \cos \alpha \cdot \sin \alpha \cdot \sin^2 \alpha + 2 \sin \alpha \cos \alpha \cos^2 \alpha$$

$$v_0^2 ((\sin^2 \alpha)' \cos^2 \alpha + (\cos^2 \alpha)' \sin^2 \alpha) + 2 H_{\max} g (\cos^2 \alpha)$$

$$2 \sin \alpha \cos \alpha$$

$$2 \sin \alpha \cos \alpha \cdot \cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha \sin \alpha \sin^2 \alpha$$

$$\sqrt{1 - 4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}$$

$$2 \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 1$$

$$9,8 / 2$$

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha - 4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha$$

$$+ 2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha$$

$$4,5 \quad 4,9$$

$$\cos 30 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\sin 30 = 0,5$$

$$\sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

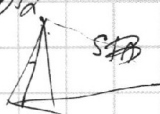
$$\sin^2 \alpha$$

$$\cos 90 = 0$$

$$\sin 90 = 1$$

$$\cos 60 = 0,5$$

$$3 \cdot 0,45 = 0,25$$



$$\sin^2 \alpha \cos^2 \alpha = \sqrt{1 - 0,49}$$

$$2 \sin \alpha \cos \alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 0,49$$

$$v_0^2 \frac{\sqrt{1 - 0,49^2}}{2} +$$

$$\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 2 H_{\max} g \cos^2 \alpha} \cdot \frac{2 v_0}{g}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

$$v_0 t - \frac{gt^2}{2} = h$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g}$$

$$v_0 = \frac{h + \frac{gt^2}{2}}{t} = \frac{8 + 64 \cdot 5}{8} = 1 + 40 = 41$$

$$8 + 0,64 \cdot 5$$

$$\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} =$$

$$= 10 + 4,5 =$$

$$= 14,5$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ 22 \\ \times 145 \\ \hline 145 \\ + 725 \\ \hline 196 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 14 \\ \times 14 \\ \hline 196 \end{array}$$

$$\frac{196}{20} = 9,8$$

$$ma + mg \sin \alpha$$

$$\frac{ma + mg \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$T \cos \alpha = mg \cos \alpha$$

$$\frac{0,8}{\sqrt{1-0,8^2}}$$

$$\rightarrow \frac{0,8}{0,6} = \frac{4}{3}$$

$$\frac{4}{3} \cdot 0,6$$

$$L_{full} =$$

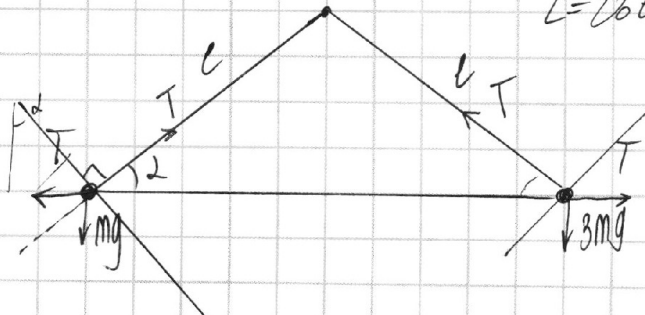
$$\frac{gt^2}{2} = v_0 t \cdot \sin \alpha + H_{max}$$

$$L = v_0 t \cos \alpha$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 4 H_{max} \frac{g}{2}}}{\frac{g}{2}}$$

$$v_0 t \sin \alpha + \frac{gt^2}{2} = H_{max}$$

$$L = v_0 t \cos \alpha$$



T_н
T_с

$$\begin{array}{r} 2 \cdot 8,31 \\ \times 0,31 \\ \hline 6648 \end{array}$$



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

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

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

Черновики: D 1 2 3

1.

2.
$$D \quad \sqrt{a^2 + b^2} = c \quad c \cos 30^\circ = a$$
$$\frac{v_A}{c} = \frac{v_c}{b} \quad \frac{b}{a} = \tan 30^\circ$$
$$v_c = \frac{v_A b}{c} = \frac{\cos}{a} \frac{v_A b \cdot \sin 30^\circ}{1}$$
$$= v_A \sin 30^\circ$$
$$v_{y, H} = c - a \cos 30^\circ \cdot \frac{2}{3} =$$
$$= \left(\frac{a}{\cos 30^\circ} - a \cos 30^\circ \cdot \frac{2}{3} \right) \omega$$
$$\frac{v_A \cos 30^\circ}{a} = \frac{v_{y, H}}{\frac{a}{\cos 30^\circ} - a \cos 30^\circ \cdot \frac{2}{3}}$$
$$v_x = v_A, v_A - v_{y, H} \quad \frac{2\pi}{v_x} = \frac{2\pi \cdot \frac{2}{3} a}{2\pi (1 - \cos 30^\circ \cdot (\tan 30^\circ - \cos 30^\circ \cdot \frac{2}{3}))}$$
$$\frac{2\pi \cdot 2 \cdot 3}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = \frac{\sqrt{3} \cdot 10\pi}{\frac{4\pi \cdot \sqrt{3}}{0,1}} = 10\sqrt{3}\pi$$
$$\frac{2}{3} a \cos 30^\circ \cdot \frac{0,04}{0,2^2} = \frac{0,04}{\frac{2}{3} \cdot 0}$$
$$\frac{0,2 \cdot 0,2}{0,2 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = 0,2 \cdot \sqrt{3} =$$