

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



Вариант 10-03

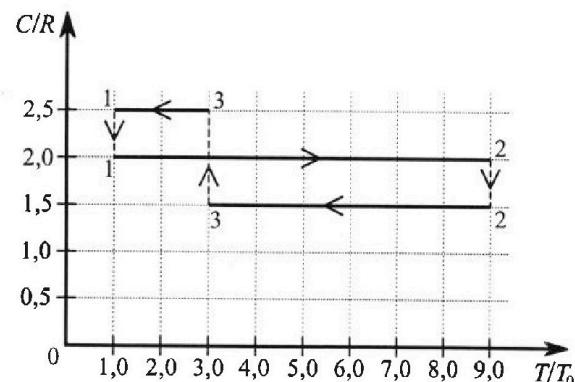
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 1$ моль однотипного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200 \text{ K}$.

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?

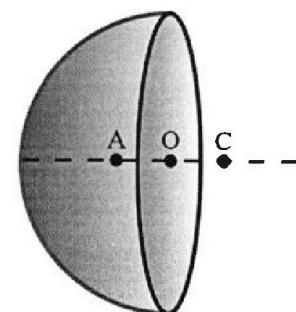
3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415 \text{ кг}$ за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль·К)}$. Считайте, что в каждом цикле половина работы газа за цикл преобразуется в полезную работу подъемника.



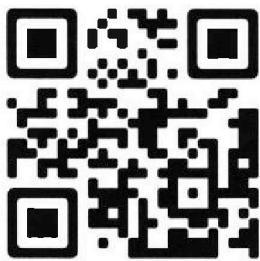
- 5.** По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . В точке О кинетическая энергия частицы равна K .

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

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.



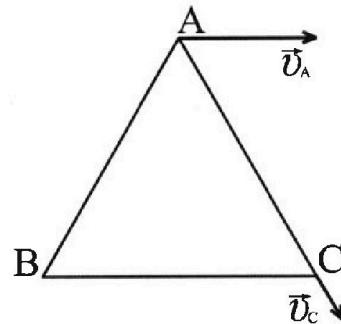
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-03

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



1. Вырезанную из однородного листа металла пластину в форме равностороннего треугольника ABC (см. рис.) положили на гладкую горизонтальную плоскость и толкнули. Пластина пришла в движение. В момент $t = 0$ оказалось, что скорость \vec{v}_A точки A параллельна стороне BC и по величине равна $v_A = 0,6$ м/с, а скорость \vec{v}_C вершины C направлена вдоль стороны AC. Длины сторон треугольника $a = 0,3$ м.



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.

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

Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

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

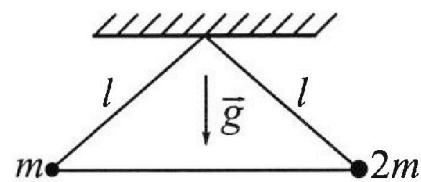
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 15$ м фейерверк находился через $\tau = 1$ с после начала полета.

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

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 30$ м/с. Направление вектора \vec{V}_0 скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

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

3. Два шарика с массами $m = 200$ г и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,2l$. Систему удерживают так, что шарики находятся 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.

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



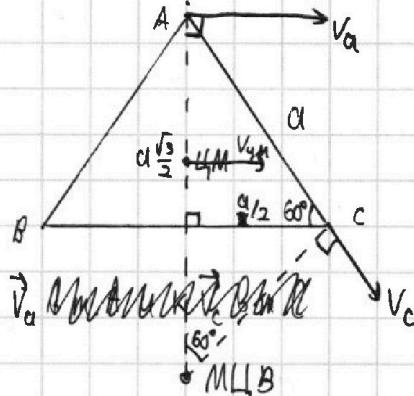
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|-------------------------------------|--------------------------|-----------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

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!

В начальном моменте пластина вращается вокруг центрального центра вращения (МЦВ), радиус-вектор от которого к какой-т. пластине перенаправляет её вектору скорости.

Пл. к. $\vec{v}_a \parallel BC$, $\vec{v}_c \parallel AC$, МЦВ наход. на пересеч. перп. к \vec{v}_a в т. А и к \vec{v}_c в т. С



Угловые скорости всех трех одинак. МЦВ равны w :

$$w = \frac{v_a}{a \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{\frac{2 \sin 60^\circ}{\tan}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{v_a}{a} \cdot \frac{2\sqrt{3}}{4} = \frac{v_a}{a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}, \text{ учит } \frac{1}{2} \text{ находили из геометрии}$$

$$w = \frac{v_c}{\frac{a}{\frac{2 \sin 60^\circ}{\tan}}} = \frac{v_c}{a} \cdot \sqrt{3} \Rightarrow v_c \sqrt{3} = v_a \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow v_c = \frac{v_a}{2} \Rightarrow v_c = 0,3 \frac{m}{s}$$

ЦМ пластины расп. на пересечении линий. От танген. вращ. они. МЦВ с угл. скорост. v_{cm} :

$$v_{cm} = w \left(\frac{a}{2 \tan 60^\circ} + \frac{a \sqrt{3}}{2 \cdot 3} \right) = w a \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = v_a \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{v_a}{2}$$

Перенесли в СО ЦМ, там все т. вращ. вокруг него с угл. скор. w_{cm} :

$$w_{cm} = \frac{v_a - v_{cm}}{\frac{2}{3} \cdot \frac{a \sqrt{3}}{2}} = \frac{v_a}{\frac{2a}{3} \cdot \sqrt{3}}$$

За 3 оборота пластина повернется на 16π за время T :

$$T = \frac{16\pi}{w_{cm}} = \frac{16\pi \cdot 2a}{v_a \sqrt{3}}$$

$$T = \frac{16 \cdot 3,14 \cdot 0,6}{0,6 \cdot 1,73} c = \frac{16 \cdot 3,14}{\sqrt{3}} c$$



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

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

СТРАНИЦА
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!

Чз II з-ча Мулетона:

$R = m a_m$, m -масса пластины, a_m - ее ускорение

М.к. на пластину спереди не действует

никакие силы, не перп. пл-ти пластины, все т. этой системы движ. слу танл. ускорения,

т.е. a_{n2} - норм. уск. пластины в АСО.

$$a_{n2} = \omega^2 \frac{a}{2 \sin 60^\circ} = \frac{\sqrt{a}^2}{a} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$$

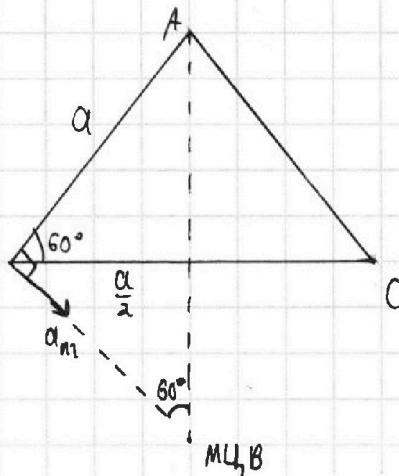
$$a_{n2} = \frac{\sqrt{a}^2}{a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$R = m a_{n2} = m \frac{\sqrt{a}^2}{a} \frac{\sqrt{3}}{4}$$

$$R = 6 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,36 \cdot 1,73}{0,3 \cdot 4} \text{Н} = 6 \cdot 10^{-2} \cdot \frac{0,36 \cdot 1,73}{1,2} \text{Н} = 10^{-2} \cdot \frac{0,36 \cdot 1,73}{0,2} \text{Н} = 10^{-2} \cdot \frac{3,6 \cdot 1,73}{2} \text{Н} = 10^{-2} \cdot 18 \cdot 1,73 \text{Н} =$$

$$= 18 \cdot 1,73 \text{ мкН} = 31,14 \text{ мкН}$$

$$\text{Отвем: } V_c = 0,3 \frac{\mu}{C}; T = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ с; } R = 31,14 \text{ мкН}$$



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

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

Лучше нач. скор. спринтерка V. Illorga

$$h = vt - \frac{gt^2}{2}$$

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

В верхней т. скорость кирасая \Rightarrow время полета до неё $t = \frac{V}{g}$

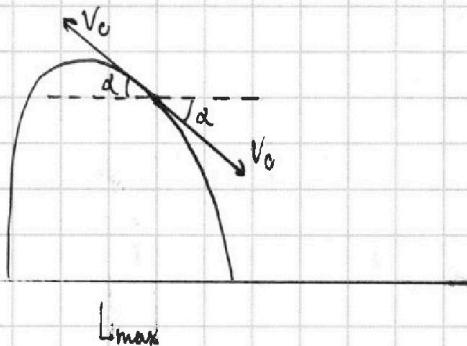
$$M = vt - \frac{gt^2}{2} = \frac{V^2}{2g} = \frac{1}{2g} \left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2} \right)^2$$

$$M = \frac{1}{20} \cdot (15+5)^2 \cdot M = 20 \text{ м}$$

В верхней т. скорость кирасая, и из ЗСИ

околки будут двигаться с V_0 в противоположные стороны. Время падения t_1, t_2 .

Лучше угол между V_0 и гор. d .



Illorga:

$$M = V_0 t \cdot \sin \alpha + \frac{gt^2}{2}$$

$$M = \frac{gt^2}{2} - V_0 t \cdot \sin \alpha$$

$$L = V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2), L - \text{дальность полета скольз.}$$

$$t_1 = \frac{-V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gM}}{g}$$

$$t_2 = \frac{V_0 \sin \alpha + \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gM}}{g}, +, \text{m.k. } t_2 > 0, V_0 \sin \alpha < \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gM}$$

$$L = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{1}{g} (2 \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gM}) \rightarrow \max$$

$$\cos \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gM}{V_0^2}} \rightarrow \max$$



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

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

СТРАНИЦА
2 ИЗ 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!

Знам. выражения \rightarrow так \Rightarrow производная кривой:

$$-\sin \alpha d\alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gM}{V_0^2}} + \cos \alpha \cdot \frac{1}{2\sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gM}{V_0^2}}} \cdot 2\sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot d\alpha = 0$$

$$\sin^2 \alpha + \frac{2gM}{V_0^2} = \cos^2 \alpha$$

$$2\cos^2 \alpha = 1 + \frac{2gM}{V_0^2}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{gM}{V_0^2}} = \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{2}{9}} = \frac{\sqrt{13}}{3\sqrt{2}}$$

L_{max}

$$L_{\max} = V_0 \cos \alpha \cdot \frac{1}{g} \cdot 2 \sqrt{V_0^2 (1 - \cos^2 \alpha) + 2gM}$$

$$L_{\max} = 3 \cdot \frac{\sqrt{13}}{3\sqrt{2}} \cdot 2 \sqrt{900 \cdot \frac{5}{18} + 200} M = \sqrt{13 \cdot 2} \sqrt{650} = \sqrt{13 \cdot 2 \cdot 13 \cdot 5 \cdot 10} = 130 M$$

Ответ: $M = 20 M$; $L_{\max} = 130 M$.



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 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!

III. К. В А. момент шарика не др.,

то ускорение в начале

движения шарика темнее.

Оси шарика будут вращаться вокруг точки крепления к потоку.

Потока a , $\perp l \Rightarrow \vec{a}$, имеет угол α к горизонту, где

$$\sin \alpha = \frac{L}{2l} = 0,6 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8; \tan \alpha = \frac{3}{4}$$

Несмотря на то что шарика др. по окр. и они скреплены, их ускорения равны, уск. $2m$ также носит α к горизонту.

Движение обеих шариков начнительно сдвинулись, то ускорения не суммируются.

Потока из ЗС:

$$0 = \frac{mdv^2}{2} + \frac{2mdv^2}{2} + mgdh - 2mgdh, dv - \text{скор. шариков}, dh - \text{измен. высоты}$$

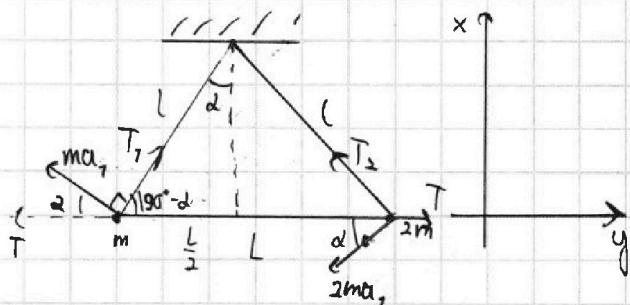
$$dh = \frac{\alpha_1 dt^2}{2} \sin \alpha; dv = a_1 dt$$

$$mga_1 \sin \alpha \cdot \frac{dt^2}{2} = \frac{3}{2} ma_1^2 dt^2$$

$$g \sin \alpha = 3a_1$$

$$a_1 = \frac{g \sin \alpha}{3} = 0,2g$$

$$a_1 = \frac{10}{3} \cdot \frac{6}{10} m/c^2 = 2 \frac{m}{c^2}$$





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 7СТРАНИЦА
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!

Две сильн. г. на шариках по осям X и Y:

$$ma_1 \sin\alpha = T_1 \cos\alpha - mg$$

$$2ma_1 \sin\alpha = 2mg - T_2 \cos\alpha, T_1, T_2 - \text{силы натяж. нитей}$$

$$ma_1 \cos\alpha = T_1 - T_2 \sin\alpha$$

$$2ma_1 \cos\alpha = T_2 \sin\alpha - T$$

Делим систему:

$$-(T_1 + T_2) \cos\alpha = ma_1 \sin\alpha - 3mg$$

$$(T_1 + T_2) \sin\alpha = ma_1 \cos\alpha - 2T$$

$$-\operatorname{tg}\alpha (ma_1 \sin\alpha - 3mg) = ma_1 \cos\alpha - 2T$$

$$T = \frac{ma_1 \cos\alpha}{2} + \frac{ma_1 \sin\alpha}{2} \cdot \frac{3}{\operatorname{tg}\alpha} - \frac{3}{2} mg \operatorname{tg}\alpha$$

$$T = \frac{ma_1 \cos\alpha}{2} + \frac{ma_1 \sin\alpha}{2} \cdot \frac{3}{\operatorname{tg}\alpha} - \frac{3}{2} mg \operatorname{tg}\alpha$$

$$T = 0,1 \cdot 2 \cdot 0,8M + 0,1 \cdot 0,6 \cdot \frac{3}{4} M - 0,3 \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} M = 0,16M + 0,09M - \frac{9}{4} M = \frac{1}{4} M - \frac{9}{4} M = -2M$$

$\Rightarrow T = 2M$ и наим. винчурь сокращения

$$\operatorname{Cинтем}: \sin\alpha = 0,6; \alpha_1 = 2 \frac{M}{C^2}; T = 2M$$

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!

III. К. газ одноступенчатый, число степеней свободы $i=3$

В процессе 1-2 $C=2R = \frac{i+1}{2}R = \text{const} \Rightarrow pV^{n_0} = \text{const}$, p -давление газа, V -объем

$$n_{12} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = -1 \Rightarrow p \propto V \text{ на ур. 1-2}$$

В процессе 2-3 $C=1,5R = \frac{i}{2}R = \text{const}$ - ур. 2-3 - изотермический.

В процессе 3-1 $C=2,5R = \frac{i+2}{2}R = \text{const}$ - ур. 3-1 - изодиабатический.

Из упр-ния Менделеева-Клайлерона из графика:

$$p_0V_0 = JR T_0$$

$$p_2V_2 = JR \cdot 9T_0, p_2, V_2 - \text{давл. и объем в сеч. 2}$$

~~$$p_2 = n p_0 \Rightarrow V_2 = n V_0 \Rightarrow n^2 = 9 \Rightarrow n = 3 \Rightarrow p_2 = 3 p_0; V_2 = 3 V_0$$~~

III. К. 2-3 изотерма, 3-1 изодиабата, в сеч. 3 $p_3 = p_0; V_3 = 3V_0$.

Нарисуем график $\frac{p}{p_0}(\frac{V}{V_0})$

$$3p_0V_0 = 3JR T_0$$

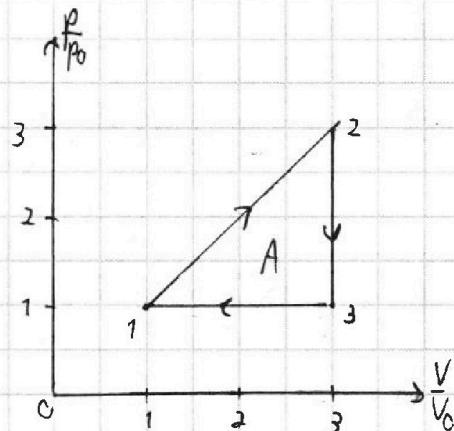
На графике видим, что только подходит

только на ур. 1-2. by I.M. термодинамики

$$Q_1 = \frac{1}{2}JR(9-1)T_0 + (2p_0V_0 + \frac{1}{2}2p_0 \cdot 2V_0) = 4(JR T_0 +$$

$$+ 4JR T_0) = 4JR T_0 (i+1)$$

$$Q_1 = 16 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200 \text{ Дж} = 16 \cdot 1662 \text{ Дж} = 26592 \text{ Дж}$$





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!

$$\text{Давление газа узла } A = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0 = 2p_0 V_0$$

Из ЗСЭ:

$$MgM = \eta NA, \eta = \text{КПД насоса}, \eta = \frac{1}{2}$$

$$M = \frac{\eta NA}{Mg}$$

$$M = \frac{1}{2} \cdot \frac{25 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200}{4150} M = \frac{50 \cdot 200 \cdot 8,31}{8300} M = \frac{100 \cdot 8,31}{83} M \approx 10 M$$

$$\text{Ответ: } Q_1 = 26592 \text{ Днс; } M = 10 M$$



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

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

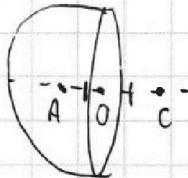
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!

Если $\vec{B} \neq 0$ ком. э. К, пом. э. П, из ЗС:

$$K + P = \frac{mv^2}{2}$$

$$P = \varphi q, \text{ ф-потенциал } \vec{B} \neq 0$$



на малой площади dS на сфере создает $\vec{B} \neq 0$ потенциал $d\varphi$:

$$d\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q \frac{dS}{4\pi R^2 \cdot R}$$

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R}$$

$$\varphi = \frac{Q}{4\pi R \epsilon_0}$$

$$P = \frac{Qq}{4\pi R \epsilon_0}$$

$$V = \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{Qq}{2\pi R \epsilon_0 m}}$$

из ЗС при перемещ. из A в C:

$$P_A = \frac{mv_c^2}{2} + P_C, P_A, P_C - \text{пом. э. } \vec{B} \text{ A и C}$$

$$\varphi_A q = \frac{mv_c^2}{2} + \varphi_C q$$

$$\text{м.к. A и C симм. омн. } 0, (\varphi_C - \varphi_A) q = 2k$$

$$V_c = \sqrt{\frac{4k}{m}} = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$$



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

СТРАНИЦА
— ИЗ —

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



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

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

$$K + \Pi = \frac{mv^2}{2}$$

$$\Pi = qV$$

$$dV = kQ \frac{dS}{SR}$$

$$\rho = \frac{kQ}{R}$$

$$dV = \frac{kQ}{R} dS$$

$$\Pi = \frac{kQq}{R}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$V = \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{2kQq}{4\pi\epsilon_0 m}} = \sqrt{\frac{2k}{m} + \frac{Qq}{2\pi\epsilon_0 m}}$$

$$K + \Pi = \frac{mv_c^2}{2} + \Pi_C$$

$$\Pi_A = \frac{mv_c^2}{2} + \Pi_C$$

$$\Pi_A = q\varphi_A$$

$$\Pi_C = q\varphi_C$$

$$K + \Pi = \frac{mv_c^2}{2} + \Pi_A + \Pi_C$$

$$P_A = \varphi_A + \Delta\varphi$$

$$\varphi_C = \varphi_A + \Delta\varphi$$

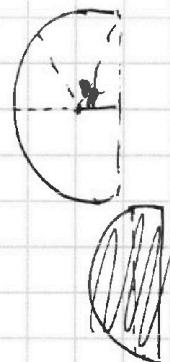
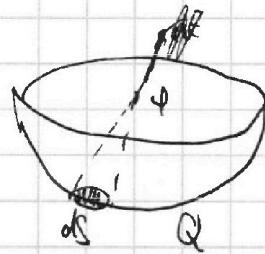
$$\varphi_A + \Delta\varphi + \varphi_C = \frac{mv_c^2}{2} \Rightarrow \varphi_A + \varphi_C = \frac{mv_c^2}{2}$$

$$2PV = \frac{mv_c^2}{2}$$

$$V_C = \sqrt{\frac{4\pi Qq}{m}} = \sqrt{\frac{Qq}{8\pi\epsilon_0 m}}$$

$$\varphi_A + \varphi_C = P$$

$$\varphi_{AC} = \varphi - \varphi_A$$



$$\varphi_A + \varphi_C + \varphi = P$$

$$\varphi_A + \varphi_C + \varphi = P$$

$$\varphi_A' = \varphi - \varphi_A = \varphi_C$$

$$\varphi_C' = \varphi - \varphi_C = \varphi_A$$

$$\varphi_A' = \varphi - \varphi_C = \varphi_C$$

$$\varphi_C' = \varphi - \varphi_A = \varphi_A$$

$$2\varphi_A = 2\varphi_C = \varphi$$

$$\varphi_A = \varphi_C = \frac{\varphi}{2}$$

$$\varphi_A' = -\varphi_C$$

$$\varphi_C' = -\varphi_A$$

$$\varphi_A' = \varphi - \varphi_C$$

$$\varphi_C' = \varphi - \varphi_A$$

$$\varphi_C' = \varphi_C - \varphi_A$$

$$\varphi_A = \varphi_C = \frac{\varphi}{2}$$

$$\varphi_A = \varphi_C = \frac{\varphi}{2}$$

$$\varphi_A = \varphi_C = \frac{\varphi}{2}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА

ИЗ

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

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

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

$$\sin \alpha = \frac{L}{2L} = 0,6$$

$$ma_1 \sin \alpha = T_1 \cos \alpha - mg$$

$$2ma_1 \sin \alpha = 2mg - T_2 \cos \alpha$$

$$ma_1 \sin \alpha = 3mg - \cos \alpha (T_1 + T_2)$$

$$\sqrt{T_1^2 + T_2^2} \cos \alpha = 3mg$$

$$r = L \sqrt{1 + 0,64 - 1,6 \sin \alpha} = L \sqrt{1,64 - 0,96} = L \sqrt{0,68}$$

$$a = \alpha, \frac{r}{l} = a, \sqrt{0,68}$$

$$0,64 = 1 + 0,68 - 2\sqrt{0,68} \cos \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{1,04}{2\sqrt{0,68}} = \frac{0,52}{\sqrt{0,68}}$$

$$0 = \frac{ma_1^2 dt^2}{2} + \frac{2ma_1^2 dt^2}{2} + m g a_1 dt^2 \sin \alpha - 2m g a_1 dt^2 \sin \alpha$$

$$g a_1 \sin \alpha = \frac{3}{2} a_1^2$$

$$a_1 = \frac{2}{3} g \sin \alpha = \frac{12}{30} g = \frac{2}{5} g = 0,4 g = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$ma_1 \cos \alpha = T_1 - T_2 \sin \alpha$$

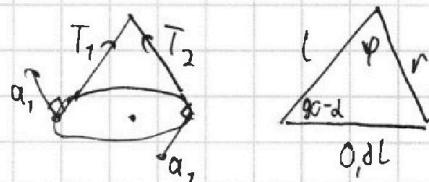
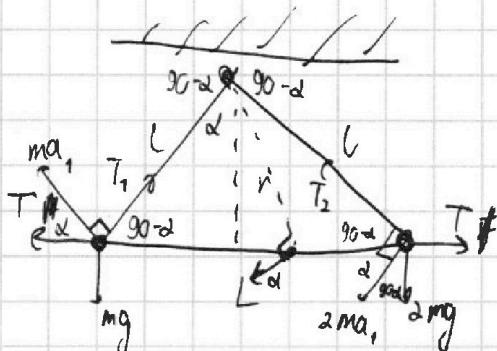
$$2ma_1 \cos \alpha = T_2 \sin \alpha - T$$

$$ma_1 \cos \alpha = (T_2 + T_1) \sin \alpha - 2T$$

$$ma_1 \cos \alpha = -2T + \tan \alpha (3mg - ma_1 \sin \alpha)$$

$$ma_1 \cos \alpha = 3mg \tan \alpha - ma_1 \sin \alpha \tan \alpha - 2T$$

$$T = \frac{3}{2} mg \tan \alpha - \frac{ma_1 \cos \alpha}{2} - \frac{ma_1 \sin \alpha \tan \alpha}{2} = \frac{3}{2} mg \cdot \frac{3}{4} - 0,16 mg - \frac{3}{4} \cdot 0,3 \cdot 0,4 mg = \frac{9}{8} mg - 0,16 mg - \frac{3 \cdot 0,3}{10} mg = [1,125 - 0,16 - 0,09] mg = mg \cdot 0,875 = 2 \cdot 0,875 \text{ Н} = \frac{7}{8} \cdot 2 \text{ Н} = \frac{7}{4} \text{ Н} = 1,75 \text{ Н}$$





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

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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!

i=3

$$1-2: C=2R \Rightarrow pV^n = \text{const}$$

$$\ln \frac{p_1}{p_2} = \frac{C-C_V}{C-C_R} \quad n=-1$$

$$p_1V_1^n = p_2V_2^n \quad p \propto V$$

$$2-3: C=1,5R \Rightarrow pV^n = \text{const}$$

$$p \propto V = \text{const}$$

$$3-1: C=2,5R \Rightarrow p = \text{const}$$

$$p_0V_0 = \text{const} T_0$$

$$p_2V_2 = \text{const} T_2$$

$$n^2 p_0 V_0 = \text{const} T_0$$

$$n=3$$

$$p_2 = 3p_0; V_2 = 3V_0$$

$$p_3 = p_0; V_3 = 3V_0$$

$$Q_1 = \frac{1}{2} \cdot 8 \text{JRT}_0 + A + 2p_0 V_0$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 2p_0 \cdot 2V_0 = 2p_0 V_0$$

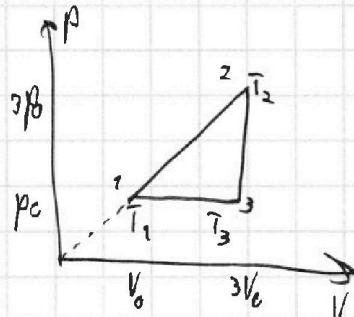
$$Q_1 = 4 \text{JRT}_0 + 4p_0 V_0$$

$$Q_1 = 4 \text{JRT}_0 (i+1) = 16 \cdot 8,31 \cdot 200 = 16 \cdot 1662 = 16620 + 6 \cdot 1662 =$$

$$\begin{array}{r} \times 1662 \\ 16 \\ \hline + 9972 \\ 1662 \\ \hline 26592 \end{array}$$

$$MgM = NA$$

$$M = \frac{NA}{2Mg} = \frac{50 \text{JRT}_0}{2 \cdot 4150} = \frac{50 \cdot 8,31 \cdot 200}{2 \cdot 4150} = \frac{8,31 \cdot 200}{2 \cdot 83} \approx 10 \text{Mg}$$





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!

$$h = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$V_x = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2} = 20 \frac{m}{s}$$

$$H = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{V_0}{g}$$

$$M = \frac{V_0^2}{2g} = 20 \text{ m}$$

$$M = \frac{gt^2}{2} - V_0 t \sin \alpha$$

$$M = V_0 t \sin \alpha + \frac{gt^2}{2}$$

$$L = V_0 t_1 \cos \alpha + V_0 t_2 \cos \alpha = \\ = V_0 \cos \alpha (t_1 + t_2)$$

$$t_1^2 \cdot \frac{g}{2} - t_1 \cdot V_0 \sin \alpha - M = 0$$

$$t_1 = \frac{V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gM}}{g}$$

$$t_2^2 \cdot \frac{g}{2} + t_2 \cdot V_0 \sin \alpha - M = 0$$

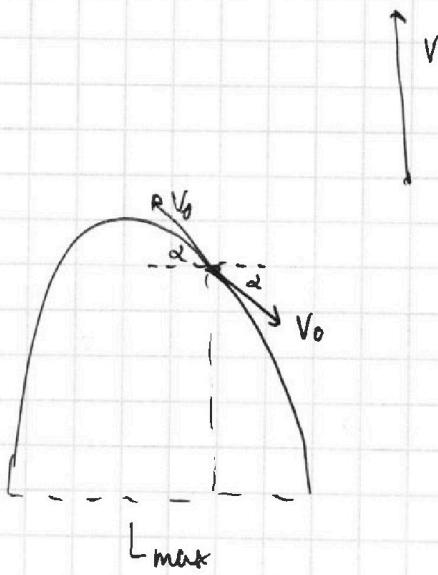
$$t_2 = \frac{-V_0 \sin \alpha \pm \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gM}}{g}$$

$$L = \frac{V_0 \cos \alpha}{g} \cdot 2 \sqrt{V_0^2 \sin^2 \alpha + 2gM} \rightarrow \max$$

$$L = \frac{V_0 \cos \alpha}{g} \cdot 2 \sqrt{V_0^2 (1 - \cos^2 \alpha) + 2gM} \rightarrow$$

$$= \frac{\sqrt{13}}{4\sqrt{2}} \cdot 2 \sqrt{900 \left(\frac{1}{2} - \frac{gM}{V_0^2} \right) + 400} = \sqrt{26} \sqrt{900 \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{9} \right) + 400} =$$

$$= \sqrt{26} \sqrt{650} = \sqrt{26 \cdot 650} = \sqrt{13 \cdot 2 \cdot 650} = \sqrt{13 \cdot 1300} = 10 \cdot 13 = 130 \text{ m}$$



$$\cos \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gM}{V_0^2}} \rightarrow \max$$

$$2 \sin \alpha \cdot \frac{1}{\sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gM}{V_0^2}}} \cdot 2g \cos^2 \alpha = 2 \cos \alpha \sqrt{\sin^2 \alpha + \frac{2gM}{V_0^2}}$$

$$2 \cos^2 \alpha = \sin^2 \alpha + \frac{2gM}{V_0^2}$$

$$2 \cos^2 \alpha - 1 = \frac{2gM}{V_0^2}$$

$$\cos 2\alpha = \frac{2gM}{V_0^2} \quad \cancel{\cos^2 \alpha - 1 = 0} \quad \cancel{\alpha = 0}$$

$$\cos 2\alpha = \frac{4}{9}$$

$$2 \cos^2 \alpha = 1 + \frac{2gM}{V_0^2}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 + \frac{2gM}{V_0^2}} = \sqrt{1 + \frac{4}{9}} = \frac{\sqrt{13}}{3}$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{13}}{3\sqrt{2}} \quad \frac{1 - \frac{2}{9}}{2} = \frac{4}{18} = \frac{2}{9}$$

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!

$$W_A = \frac{V_A}{\frac{a\sqrt{3}}{2} + \frac{a}{2\sqrt{3}}} = \frac{V_A}{a} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2\sqrt{3}} \right)$$

$$W_C = W_A = \frac{V_C}{a} = \frac{V_C}{a} \sqrt{3}$$

$$V_C \sqrt{3} = V_A \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2\sqrt{3}} \right) = V_A \cdot \frac{1}{2\sqrt{3}} = \frac{2\sqrt{3}}{a\sqrt{4}} = V_A \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$V_C = \frac{V_A}{2} = 0,16 \text{ M/C}$$

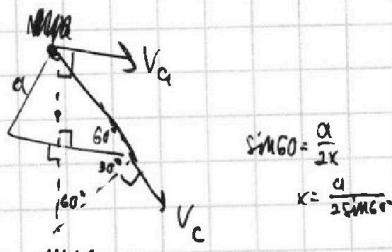
$$V_{4M} = W_A \cdot \left(\frac{a}{2\sqrt{3}} + \frac{1}{3} \frac{a\sqrt{3}}{2} \right) = V_A \left(\frac{1}{2\sqrt{3}} + \frac{1}{2\sqrt{3}} \right) = V_A \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{V_A}{\sqrt{3}}$$

$$W_{4M} = \frac{V_A - V_{4M}}{\frac{2}{3}a\frac{\sqrt{3}}{2}} = V_A \frac{1 - \frac{1}{\sqrt{3}}}{\frac{a}{\sqrt{3}}} = V_A \frac{\sqrt{3}(1 - \frac{1}{\sqrt{3}})}{a} = V_A \frac{(\sqrt{3}-1)}{a}$$

$$\bar{t} = \frac{16\bar{t}_A}{W_{4M}} = \frac{16\bar{t}_A a}{V_A(\sqrt{3}-1)} = \frac{16 \cdot 3,14 \cdot 0,3}{0,6 \cdot 0,73} = \frac{16 \cdot 3,14}{1,46} \text{ t.c}$$

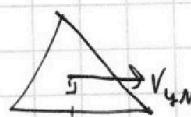
$$a_n = W_A^2 \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{V_A^2}{a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2\sqrt{3}} = \frac{V_A^2}{2a}$$

$$R = m a_n = m \frac{V_A^2}{2a} = 0,00006 \cdot \frac{0,36}{0,6} = 0,001 \cdot 0,36 = 0,00036 \text{ N}$$

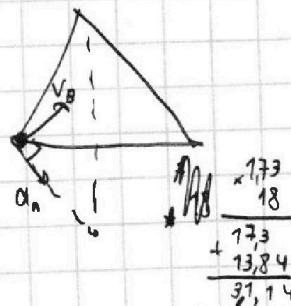
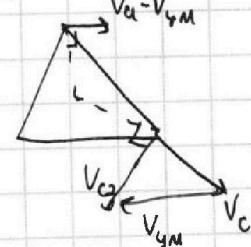


$$\sin 60^\circ = \frac{a}{2x}$$

$$x = \frac{a}{2\sin 60^\circ}$$



$$V_{4M} = V_A - V_{4M}$$



$$\begin{array}{r} 0,000036 \\ \times 1,73 \\ \hline 1,73 \\ + 1,73 \\ \hline 3,46 \end{array}$$