



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

Вариант 10-02



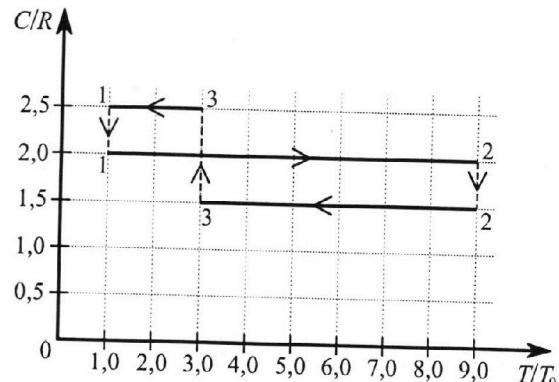
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 3$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 270\text{ K}$.

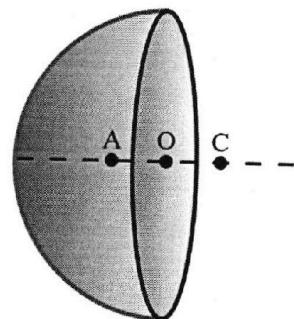
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250\text{ kg}$ за $N = 15$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10\text{ m/s}^2$, 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.

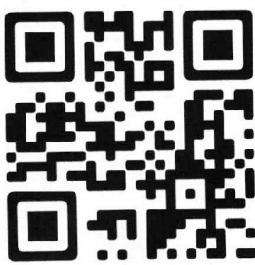


- 5.** По поверхности закреплённой диэлектрической полусферы однородно распределен заряд Q . Точки А, О, С находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка О удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки А стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . Частица движется по прямой АС и на большом по сравнению с R расстоянии от точки О скорость частицы равна V . Точки А и С находятся на неизвестных равных расстояниях от точки О.



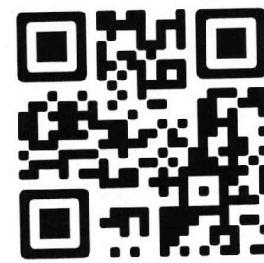
1. Найдите скорость V_O частицы в точке О. Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
2. Найдите скорость V_C частицы в точке С.

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



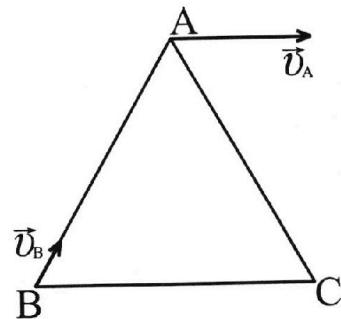
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-02



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 $v_A = 0,8 \text{ м/с}$, а скорость \vec{v}_B вершины B направлена вдоль стороны BA. Длины сторон треугольника $a = 0,4 \text{ м}$.



1. Найдите модуль v_B скорости вершины B.
2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершил четыре оборота?

Пчела массой $m = 60 \text{ мг}$ прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

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

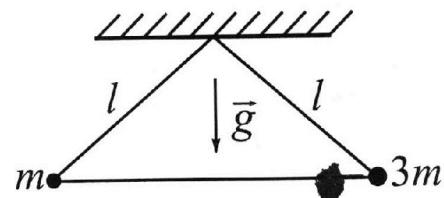
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 11,2 \text{ м}$ фейерверк летел со скоростью $V = 4 \text{ м/с}$? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 16 \text{ м/с}$. 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 $m = 80 \text{ г}$ и $3m$ 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.



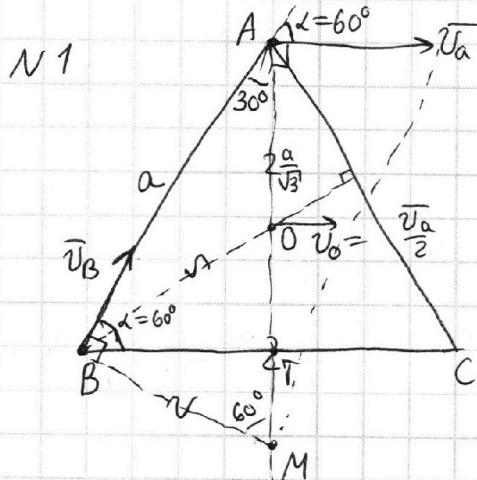
1. Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$.
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.

СТРАНИЦА
1 из 9

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



1) Правило палочки на AB : $v_a \cos \alpha = v_B$

$$\left[v_B = v_a \cdot \cos 60^\circ = \frac{v_a}{2} \right] = 0,4 \text{ м/с}$$

2) M — это точка мгновенного центра вращения.

$$3) AR = AB \cdot \sin \alpha = a \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{AO}{OR} = \frac{2}{1} \Rightarrow AO = \frac{2}{3} AR = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$AM = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{a}{\sqrt{3}/2} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$$

$$OM = AM - AO = \frac{2a}{\sqrt{3}} - \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$4) \omega \cdot OM = v_0 = \omega \cdot \frac{a}{\sqrt{3}} \\ \omega \cdot AM = v_a = \omega \cdot \frac{2a}{\sqrt{3}} \quad \Rightarrow v_0 = \frac{v_a}{2}$$

3

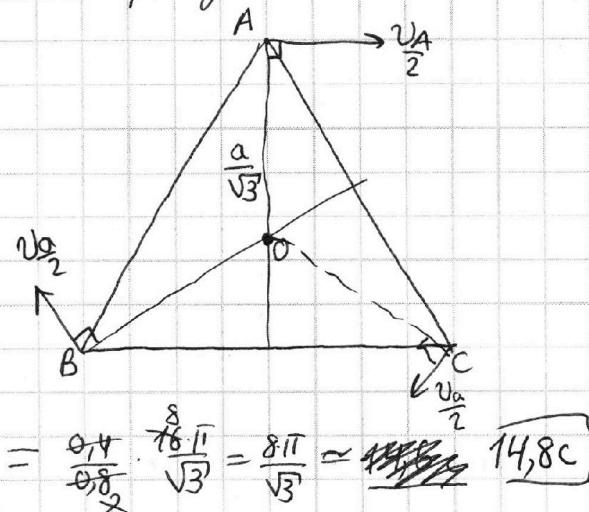
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
2 из 9

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

5) Перейдем в CO. УМ:

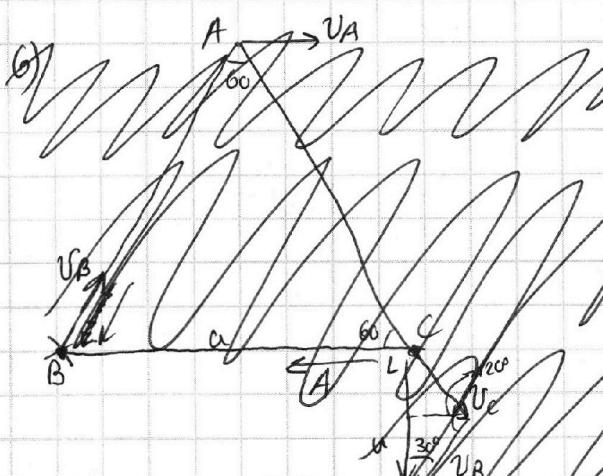


$$\omega = \frac{v_A/2}{a/\sqrt{3}} = \frac{v_A \cdot \sqrt{3}}{a} / 2$$

$$\omega \cdot l = 4 \cdot 2\pi = 8\pi$$

$$l = \frac{8\pi}{\omega} = \frac{8\pi}{v_A \cdot \sqrt{3}} = \frac{a \cdot 16\pi}{v_A \cdot \sqrt{3}} =$$

$$= \frac{a/4}{0.8} \cdot \frac{16\pi}{\sqrt{3}} = \frac{8\pi}{\sqrt{3}} \approx \cancel{14.8c}$$



1) из первой симметрии получаем, что понятно, что ее направление ведет к AC и что $v_C = v_B$.

$$2) \text{Перейдем в CO. Т. } \beta = 30^\circ$$

$$v = 2v_B \cos 30^\circ = 2 \cdot \frac{v_B \sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} v_B$$

$$3) \frac{v_A}{a} = \frac{v_B}{a} = \frac{3v_B \sqrt{3}}{4a}$$

3) Перейдем в MUF.



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
3 из 9

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

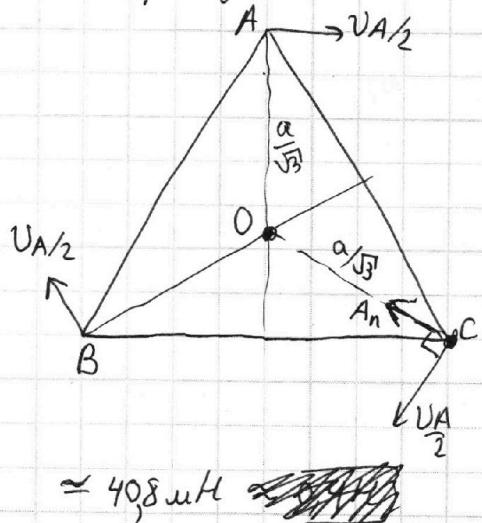
N1 (продолжение)

6) Т.к. на систему (6 плоскости стака)

анте не действуют, то $\alpha_{ym} = 0 \Rightarrow$

\Rightarrow С.О. У.и - инерциальная

Перейдём в И.С.О. У.и



$$1) A_n = \frac{(VA/2)^2}{a/\sqrt{3}} = \frac{VA^2 \cdot \sqrt{3}}{a \cdot 4}$$

$$F_R = mA_n = \frac{m VA^2 \cdot \sqrt{3}}{a \cdot 4} =$$

$$= 60 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{0,64}{4 \cdot 0,4} \cdot \sqrt{3} =$$

$$= \sqrt{3} \cdot 60 \cdot 0,4 \cdot 10^{-3} H = 24\sqrt{3} \mu H =$$

$$\approx 40,8 \mu H$$

~~Ответ: $V_B = \frac{Va}{2} = 0,4 \text{ м/с}$; $\tau = \frac{16\pi a}{\sqrt{3} V_A} = 14,8 \text{ с}$~~

$$F_R = \frac{m VA^2 \cdot \sqrt{3}}{a \cdot 4} = 40,8 \mu H \sim 0,04 H$$



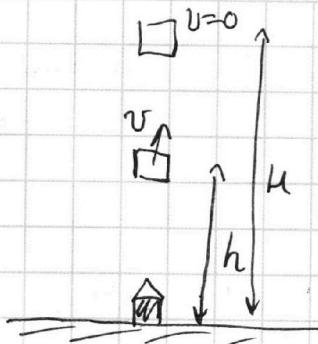
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
4 из 9

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

N2

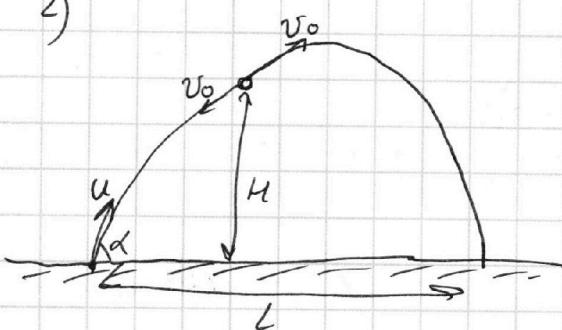


1) Рэйтерберк разрывается в верхней точке своей гр-ии.

$$v^2 - 0^2 = 2g(H-h)$$

$$\Rightarrow H = \frac{v^2}{2g} + h = 11,2 + \frac{16}{20} = 11,2 + \frac{4}{5} = 12 \text{ м}$$

2)



1] Осколки полетят с одинак. скоростями, т.к. выполнится звук:

$$mv_0 + (-mv_0) = 0$$

2] ~~если~~ осколков можно заменить 1-й парадокс

3] ЗСЭ: $v_0^2 + 2gH = u^2$

4] $L = \frac{u^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \rightarrow L_{\max} = \frac{u^2}{g} = \frac{v_0^2 + 2gH}{g}$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} + 2H = \frac{256}{10} + 24 = 49,6 \text{ м}$$

Ответ: $H = \frac{v_0^2}{2g} + h = 12 \text{ м}; L_{\max} = \frac{v_0^2 + 2H}{g} = 49,6 \text{ м} \approx 50 \text{ м}$



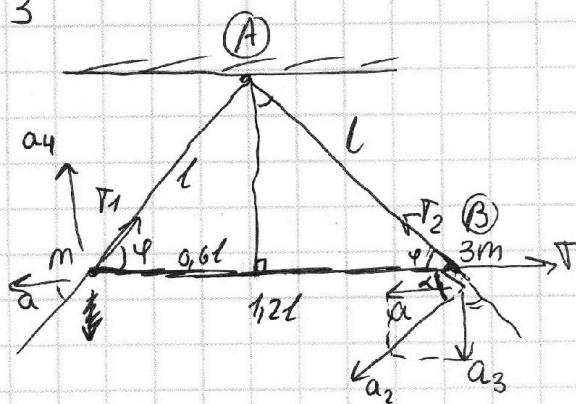
На одной странице можно оформлять **только** одну задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input 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
5 ИЗ 9

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

N 3



$$1) \cos \varphi = 0,6 = \frac{3}{5} \rightarrow \sin \varphi = \frac{4}{5}; \operatorname{tg} \varphi = \frac{4}{3}$$

$$2) U_{\text{наг}}(3m) = 0 \Rightarrow a_n = 0 \rightarrow \# y a_2 \text{ нет проекции}$$

$$\text{на } AB \Rightarrow a_2 \perp AB \Rightarrow \angle = 90^\circ - \varphi$$

$$\boxed{\sin \angle = \cos \varphi = \frac{3}{5}}$$

$$3) \begin{aligned} a_n(3m) &= 0 \Rightarrow a \cdot \cos \varphi = a_3 \cdot \sin \varphi \\ a_n(m) &= 0 \Rightarrow a \cdot \cos \varphi = a_4 \cdot \sin \varphi \end{aligned} \left. \right\} \Rightarrow a_3 = a_4 = a \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \varphi}$$

4) Объединим m, 3m и отрешились от системы:

$$\begin{aligned} \frac{23H}{\text{мсг}} &\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} (\tau_2 - \tau_1) \cos \varphi = 7ma \\ 3m a_3 = 3mg - \tau_2 \sin \varphi \end{array} \right. & \left. \begin{array}{l} \frac{3}{5}(\tau_2 - \tau_1) = 4ma \\ 3m \cdot a \cdot \frac{3}{4} = 3mg - \tau_2 \cdot \frac{4}{5} \end{array} \right. \\ \frac{23H}{3m} &\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} ma_4 = \cancel{\tau_1 \sin \varphi} - mg \\ \cancel{ma_4 = \tau_1 \sin \varphi} - mg \end{array} \right. & \rightarrow \left. \begin{array}{l} ma \cdot \frac{3}{4} = \tau_1 \cdot \frac{4}{5} - mg \\ 13 \end{array} \right. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 6mg &= 7 \cdot 5 \\ 6mg &= 35 \\ 20ma &= 35 \end{aligned}$$



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
6 из 9

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

№3 (продолжение)

$$\left\{ \begin{array}{l} T_2 - T_1 = \frac{20}{3}ma \\ T_1 = \frac{5}{4}mg + \frac{15}{16}ma \\ T_2 = \frac{15}{4}mg - \frac{45}{16}ma \end{array} \right.$$

$$\frac{20}{3}ma = \frac{10}{4}mg - \frac{60}{16}ma$$

$$\frac{20}{3}a = \frac{5}{2}g - \frac{15}{4}a \quad | \cdot 12$$

$$80a = 30g - 45a$$

$$30g = 125a$$

~~$$a = \frac{6}{25}g$$~~

$$2) a_3 = a \cdot \frac{1}{Tg_2} = \frac{6}{25}g \cdot \frac{3}{4} = \frac{9}{50}g$$

$$\begin{aligned} a_2 &= \sqrt{a^2 + a_3^2} = \frac{39}{25} \sqrt{\frac{9}{4} + 4} = \\ &= \frac{39}{25} \cdot \sqrt{\frac{25}{4}} = \boxed{\frac{39}{10}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3) T_2 &= \frac{15}{4}mg - \frac{45}{16}ma = \\ &= \frac{15}{4}mg - \frac{45}{16} \cdot \cancel{\frac{6}{5}} \cancel{g} = \frac{15}{4} - \frac{27}{40} = \end{aligned}$$

$$\cancel{mg} \cdot \cancel{\frac{600}{200}} = \boxed{\frac{123}{40}mg}$$

~~$$\begin{aligned} &= \cancel{\frac{123}{320} \cdot \frac{10}{80}} = \cancel{\frac{123}{320} \cdot \frac{10}{80}} \\ &= \cancel{\frac{123}{320} \cdot \cancel{\frac{10}{80}}} = \cancel{\frac{123}{320} \cdot \cancel{\frac{10}{80}}} \end{aligned}$$~~

~~$$4) \frac{23H}{3m} \rightarrow 3ma = T_2 \cdot \cos \angle - 3T$$~~

~~$$T = T_2 \cdot \cos \angle - 3ma = \cancel{\frac{23}{32} mg \cdot \frac{3}{5}} - m \cdot \cancel{\frac{6 \cdot 3}{25} g} = \cancel{\frac{123}{80} mg}$$~~

~~$$= mg \left(\frac{369 - 144}{200} \right) = \frac{225}{200} mg = \frac{9}{8} mg = 0,94$$~~

~~$$\text{Ответ: } \sin \angle = \frac{3}{5}; \quad a_2 = \frac{3}{10}g = 3 \text{ м/с}^2$$~~

$$T = \frac{9}{8} mg = 0,94$$

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

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

СТРАНИЦА
7 ИЗ 9

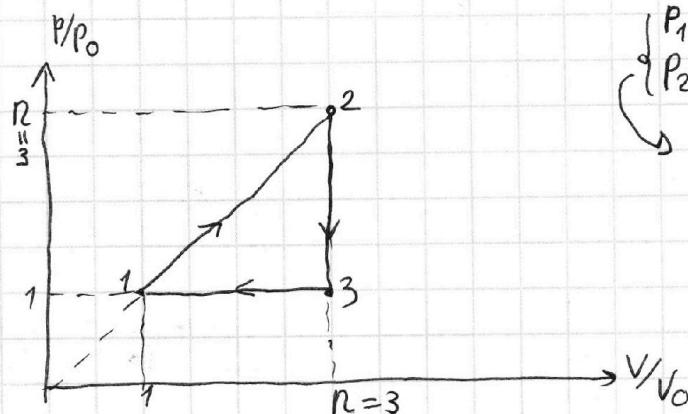
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N 4

$$1) C_V = \frac{3}{2}R$$

$$C_P = \frac{5}{2}R$$

$C_0 = 2R$, где C_0 - теплоемкости при прямой зависимости $P(V)$



$$\begin{cases} P_1 V_1 = V R T_1 \\ P_2 V_2 = V R T_2 \end{cases}$$

$$n^2 = \frac{T_2/T_1}{V_2/V_1} = 9 \Rightarrow n = 3$$

$$2) A_0 = \frac{1}{2} \cdot 2V_0 \cdot 2P_0 = 2P_0 V_0 \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \rightarrow A_0 = 2V R T_0 = 2 \cdot 8,31 \cdot 270 =$$

менд-килл $\rightarrow P_0 \cdot V_0 = V R T_0$

$$= 13462,2$$
~~= 13462,2 kДж~~
 ~~$\approx 13,5$~~

$$3) \text{ Задача: } M g H = A = N \cdot \frac{A_0}{2} = N \cdot \frac{2V R T_0}{2}$$

$$H = \frac{N \cdot V \cdot R T_0}{M g} = \frac{\frac{3}{15} \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 270}{\frac{250}{50}} =$$

$$= 40,4 \text{ м} \approx 40 \text{ м}$$

Ответ: $A = 2V R T_0 = 13,5 \text{ кДж}$

$$H = \frac{N \cdot V R T_0}{M g} = \frac{40,4}{M g} \text{ м}$$

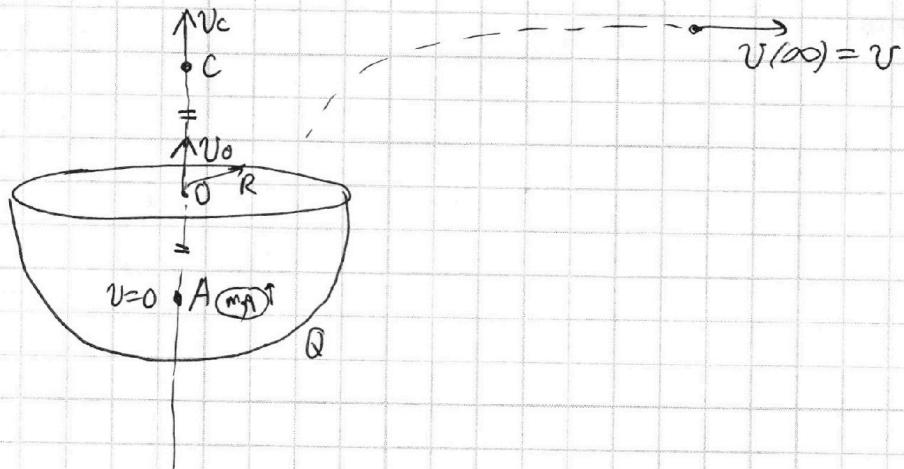


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА
8 из 9

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

№ 5



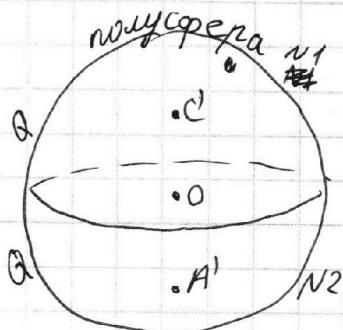
$$1) \quad \varphi_0 = \frac{kQ}{R}; \quad \varphi(\infty) = 0$$

$$3C\exists: \quad q\varphi(\infty) + \frac{mv^2}{2} = q\varphi_0 + \frac{mv_0^2}{2}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{kQq}{R}$$

$$v^2 = v_0^2 + \frac{2kQq}{mR} \rightarrow v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kQq}{mR}}$$

2) ~~найдем~~ Добавим ещё полусферу. (Дополним до сферы)



$$\Rightarrow \varphi_C = \underbrace{\varphi_{A(\Gamma N_1)}^c}_{\text{II}} + \underbrace{\varphi_{A(\Gamma N_2)}^c}_{\varphi_A(\Gamma N_2)} = \frac{2kQ}{R}$$

$$\frac{2kQ}{R} = \underbrace{\varphi_A(\Gamma N_2)}_{\text{II}} + \underbrace{\varphi_C(\Gamma N_2)}_{\varphi_A + \varphi_C \text{ (на исходном)}}$$

$$\varphi_A + \varphi_C = \frac{2kQ}{R}$$

$$3) \quad 3C\exists: \quad q\cdot\varphi_A = q\varphi_C + \frac{mv_C^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \rightarrow \varphi_A = \frac{mv^2}{2q}; \quad \varphi_C = \frac{2kQ}{R} - \varphi_A$$



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
9 из 9

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

$$\begin{cases} q\cdot\psi_c + \frac{mv_c^2}{2} = \frac{mv^2}{2} \\ \psi_c = \frac{2kqQ}{R} - \frac{mv^2}{2q} \end{cases} \rightarrow \frac{mv_0^2}{2} + \frac{2kqQ}{R} - \frac{mv^2}{2q} = \frac{mv^2}{2}$$
$$v_c^2 = 2v^2 - \frac{4kqQ}{mR} = \underline{\underline{2v_0^2}}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2kqQ}{mR}}, \quad v_c = \sqrt{2v^2 - \frac{4kqQ}{mR}} = \sqrt{2}v_0$$



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

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

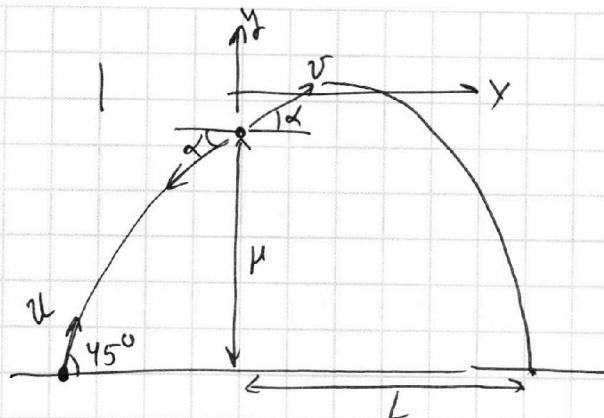


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- 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!



$$x = v \cos \alpha t$$

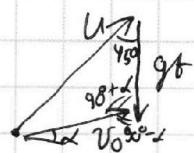
$$y = v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{x}{v \cos \alpha}$$

~~$$y = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2v^2} (1 + \tan^2 \alpha)$$~~

~~$$-L_1 \tan \alpha - \frac{gL^2}{2v^2} (1 + \tan^2 \alpha)$$~~

~~$$-L_2 \tan \alpha - \frac{gL_2^2}{2v^2} (1 + \tan^2 \alpha)$$~~



$$\frac{v_0}{\sin 45^\circ} = \frac{v}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{v_0^2 + 2gL}}{\cos \alpha}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{v_0^2 + 2gL}$$

$$\sqrt{3} \approx 1,7$$

~~$$\frac{8 \cdot 31}{1,7} = \frac{8 \cdot 31}{17} = \frac{248}{17}$$~~

~~$$\frac{831}{17}$$~~

$$\begin{array}{r} 248 \\ -17 \\ \hline 78 \\ -68 \\ \hline 100 \\ -102 \\ \hline 14,6 \end{array}$$

~~$$\begin{array}{r} 225381 \\ 2156 \\ \hline 20862 \\ -17 \\ \hline 986 \\ -986 \\ \hline 0 \end{array}$$~~

87

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**.

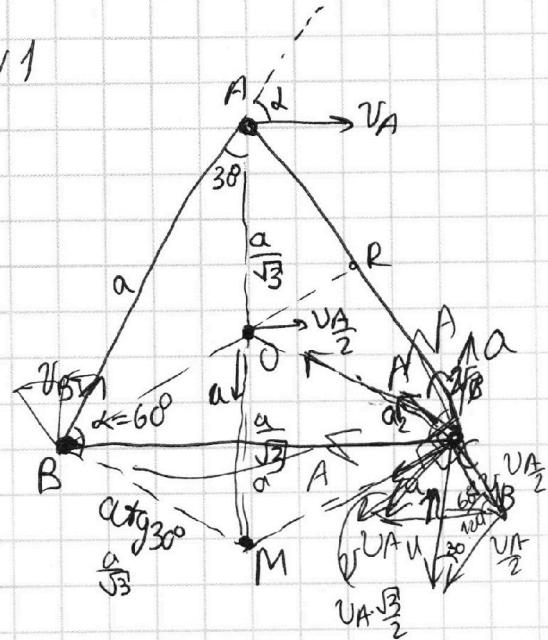
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 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!

N1

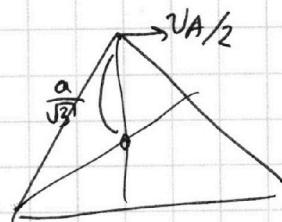


$$1) v_B = v_A \cdot \cos 60^\circ = \frac{v_A}{2} = 0,4 \text{ м/с}$$

$$2) BR = \frac{\sqrt{3}}{2} a$$

$$BO = AO = BR \cdot \frac{2}{3} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2}{3} a = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$AM = \frac{a}{\cos 30^\circ} = \frac{2a}{\sqrt{3}}$$



$$3) \frac{2a}{\sqrt{3}} \cdot \omega = v_A$$

$$\frac{a}{\sqrt{3}} \cdot \omega = v_{cm}$$

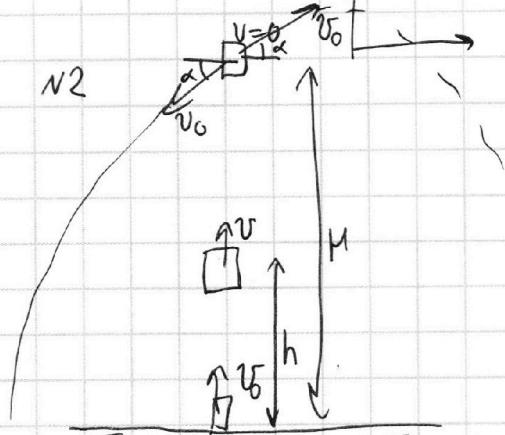
$$\rightarrow v_{cm} = \frac{v_A}{2}$$

$$\omega = \frac{v_A \cdot \sqrt{3}}{2a}$$

$$WT = 4 \cdot 2\pi$$

$$t = \frac{8\pi}{v_A \frac{\sqrt{3}}{2a}} = \frac{16\pi}{v_A \sqrt{3}}$$

N2



$$1) 2g(H-h) = v^2$$

$$H-h = \frac{v^2}{2g} \rightarrow H = h + \frac{v^2}{2g} =$$

$$= 11,2 + \frac{46,4}{205} = 11,2 + 0,8 = 12 \text{ м}$$

2)

$$y = x \tan \alpha + \frac{v_0^2}{g} x^2 (1 + \tan^2 \alpha)$$

2)

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

$$H = \frac{g t_1^2}{2} - v_0 \sin \alpha \cdot t_1$$



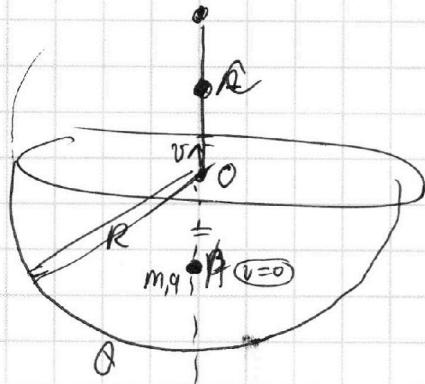
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи **отдельно**.

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

СТРАНИЦА
ИЗ

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

N5

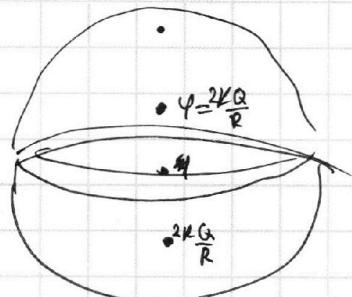


$$v(\infty) = V$$

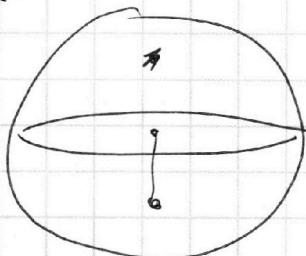
$$1) \quad \varphi = \frac{kQ}{R} \rightarrow$$

$$\text{ЗСЭ: } \frac{kQq}{R} + m\frac{V_0^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$$

2)



$$\varphi_C + \varphi_A = \frac{2kQ}{R}$$



$$\varphi_A \cdot q = \varphi_B \cdot q + \frac{mV_C^2}{2} = mV_0$$

~~з~~

$$q\varphi_C + \frac{mV_C^2}{2} = \frac{mV^2}{2}$$

$$q \left(\frac{2kQ}{R} - \frac{mV^2}{2q} \right) + \frac{mV_C^2}{2} + \frac{mV^2}{2}$$

$$\frac{2kQq}{R} - \cancel{\frac{mV^2}{2}} + \frac{mV_C^2}{2} = \cancel{\frac{2mV^2}{2}}$$

$$V_C^2 = 2V^2 - \frac{4kQq}{mR}$$



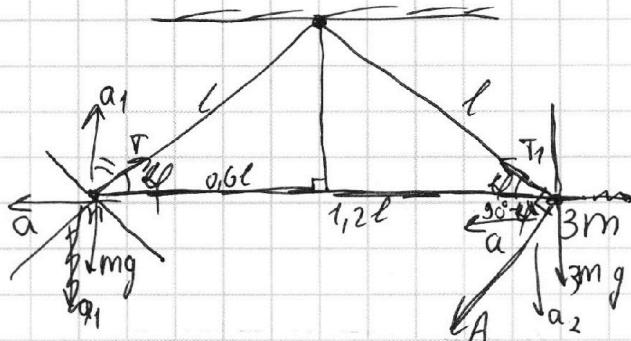
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

N3



$$45 \cdot 3 = 135 - 320 = \\ = - 185$$

$$1) \cos \varphi = 0,6 = \frac{3}{5} \quad \sin \varphi = \frac{4}{5}$$

$$2) v_0 = 0 \Rightarrow a_n = 0 \Rightarrow \omega \quad \text{[} \sin \omega = \cos \varphi = \frac{3}{5} \text{]}$$

$$3) \quad 3mg - T_1 \sin \varphi = 3ma_2 = 3ma_1$$

$$-mg + T \sin \varphi = ma_1$$

$$2mg = 4ma_1$$

$$\left. \begin{array}{l} a_1 \cdot \sin \varphi = a \cdot \cos \varphi \\ a_2 \cdot \sin \varphi = a \cdot \cos \varphi \end{array} \right\} \rightarrow a_1 = a_2$$

$$a_1 = \frac{g}{2}$$

$$(T_1 - T) \cos \varphi = 4ma$$

$$a = a_1 + g \tan \varphi = \frac{g}{2} \cdot \frac{4^2}{3} = \frac{2}{3}g$$

$$A_2 = g \sqrt{\frac{25}{9} + \frac{4}{9}} = g \sqrt{\frac{25}{4 \cdot 9}} = \frac{5}{6}g$$

$$T_1 \sin \varphi = 3mg - 3ma_1 = 3m \frac{g}{2}$$

$$T_1 \cdot \frac{4}{5} = \frac{3mg}{2}$$

$$T_1 = \frac{15}{8}mg$$

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.

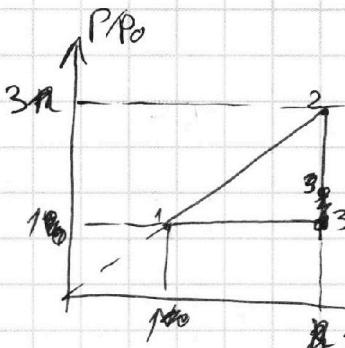
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

№

$$60 \text{ atm} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} = \frac{0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,4}{0,4} =$$



$$= 24\sqrt{3}$$

14

$$\begin{matrix} 2 \\ 24 \\ 1,7 \\ + 1,6 \\ \hline 40,8 \end{matrix}$$

15

$$P_0 V_0 = 1$$

$$\begin{matrix} 24 \\ R^2 = 9 \\ 24+12 = 36 \\ \hline 0,0408 \end{matrix}$$

$$0,0408$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot 2P_0 \cdot 2V_0 = 2P_0 V_0$$

$$\begin{matrix} 1 \\ 0,0408 \\ \hline 0,0408 \end{matrix}$$

$$MgH = 15A = 30 P_0 V_0 = 30 \sqrt{R T_0} = 30 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 270$$

$$H = \frac{9 \cdot 8,31 \cdot 270}{250}$$

$$u = 2 \frac{VA}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} VA$$

$$d = \frac{u^2}{a} = \frac{3 V_A^2}{4a}$$

$$\begin{matrix} 14 \\ 2 \\ 2 \cdot 15 \cdot 10^3 \\ 3 \cdot 14 = 42 \end{matrix}$$

$$a_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = A$$

$$a_0 = \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot \frac{\sqrt{3} V_A^2}{2a} = \frac{\sqrt{3} V_A^2}{2a}$$

$$\begin{matrix} 11 \\ 2 \\ 2 \cdot 15 \cdot 270 \\ 2 \cdot 6 \cdot 8,31 \cdot 270 \\ 14 \cdot 15 \cdot 10^3 \end{matrix}$$

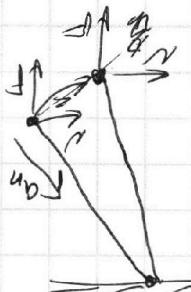
$$C = \frac{\Delta T}{\Delta Q}$$



$$\Delta Q = \frac{3}{2} V_R \Delta T + \frac{1}{2} V_R \Delta T$$

$$\begin{matrix} 1203 \\ -1395 \\ 192 \\ 192 \\ 192 \\ 192 \\ 192 \\ 192 \\ 192 \\ 192 \\ 192 \\ 192 \\ 192 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 800 \\ 64 \\ 160 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \end{matrix}$$



$$\begin{matrix} 532 \\ -25 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \\ 132 \end{matrix}$$





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
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!

№ 3 (продолжение)

$$\rightarrow T_2 \cdot \frac{4}{5} = -\frac{9}{4}ma + 3mg$$

$$\underline{T_2 = \frac{15}{4}mg - \frac{45}{16}ma}$$

$$\boxed{\frac{b}{\frac{h}{2}} = \frac{a}{\frac{a}{1}}} \quad a_3 = a$$

$$a_1 \cos 45^\circ = a_3 \sin 45^\circ$$

$$T_2 - T_1 = \frac{20}{3}ma \rightarrow \cancel{T_2 = \frac{15}{4}mg - \frac{45}{16}ma} \quad T_1 = T_2 - \frac{20}{3}ma =$$

$$= \frac{15}{4}mg - \frac{45}{16}ma - \frac{20}{3}ma = \frac{15}{4}mg - \frac{185}{48}ma$$

~~РЕШ~~

$$ma \cdot \frac{3}{4} = T_1 \cdot \frac{4}{5} - mg$$

$$\begin{aligned} \frac{15}{4} - \frac{45 \cdot 3}{16 \cdot 402} &= \frac{465}{5} = 93 \\ &= \frac{15}{4} - \frac{27}{32} \end{aligned}$$

$$465 \quad | \quad 5$$

$$\frac{160}{5} = 32$$

$$a_3 = a_4 = \boxed{\frac{a_3}{4}}$$

$$15 \cdot 8 = 120$$

$$\begin{array}{r} 1,7 \cdot 240 \\ \times 17 \\ \hline \end{array}$$

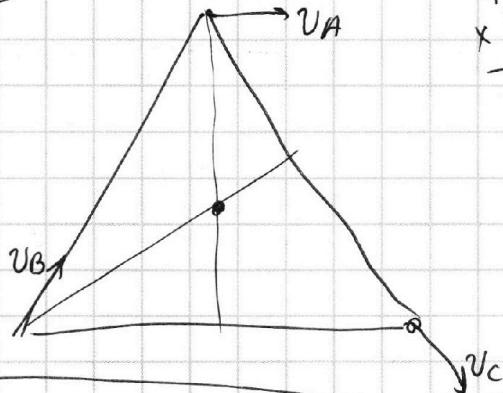
$$\begin{array}{r} 24 \\ 17 \\ \hline 168 \\ 24 \\ \hline 908 \end{array}$$

$$a = \frac{25}{6}$$

$$\frac{16}{16} \cdot \frac{255}{255} = 3$$

$$\boxed{\frac{h}{\frac{3}{4}a} = 1}$$

(N1)



$$2g = (3 + \frac{16}{3})a = \frac{25}{3}a$$

$$3ma = 2mg - 4ma \cdot \frac{3}{4}$$

$$B_1 ma = T_1 \sin \alpha - mg$$

$$\frac{3}{4}ma = 3mg - T_2 \sin \alpha$$

~~STR~~

$$ma = 4ma \cos(\alpha - \beta)$$

$$3ma = 2mg - (T_2 - T_1) \sin \alpha$$



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.

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!

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{kQq}{R}$$

$$\varphi_A = \frac{mv^2}{2q}$$

$$\varphi_C = \frac{kQq}{mR} - \frac{mv^2}{2q} + \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$$

$$v_C^2 = 2v^2 - \frac{4kqQ}{mR}$$

$$2gh = v^2 + 2gh \\ h = \frac{v^2}{2g} + h = 11,2 + \frac{16,4}{20,5} \cdot 0,8 = 12,4$$

~~$$2 + \frac{16}{70} = 2,4$$~~

$$2,42 + \frac{256}{100} =$$

$$= 24 + 25,6 = 49,6$$

$$\frac{103}{600} =$$

$$v_C^2 = 2v^2$$

$$\frac{m}{2}v_C^2 + \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = \cancel{mv^2} + \cancel{mv^2} + \cancel{mv^2}$$

$$F = \frac{103}{600} \cdot \frac{4}{3} \cdot \frac{64}{64} =$$

$$F = \frac{\pi \cdot a}{3} \cdot N =$$

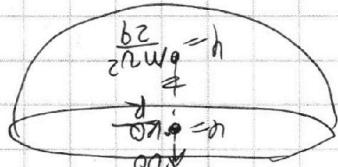
$$\frac{m}{2}v_C^2 + \cancel{\frac{mv^2}{2}} = \cancel{\frac{mv^2}{2}} - \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2}$$

$$\frac{b_2}{2m} = \frac{F}{2q}$$

$$\frac{64}{600} \cdot \frac{103}{243} = \frac{64 \cdot 103 \cdot 4}{600 \cdot 243} =$$

$$2 \cdot \frac{m}{2}v_C^2 + \cancel{\frac{mv^2}{2}} = \frac{mv^2}{2} + \cancel{\frac{mv^2}{2}}$$

$$\frac{80h}{117} = 0 \Rightarrow h = 0$$



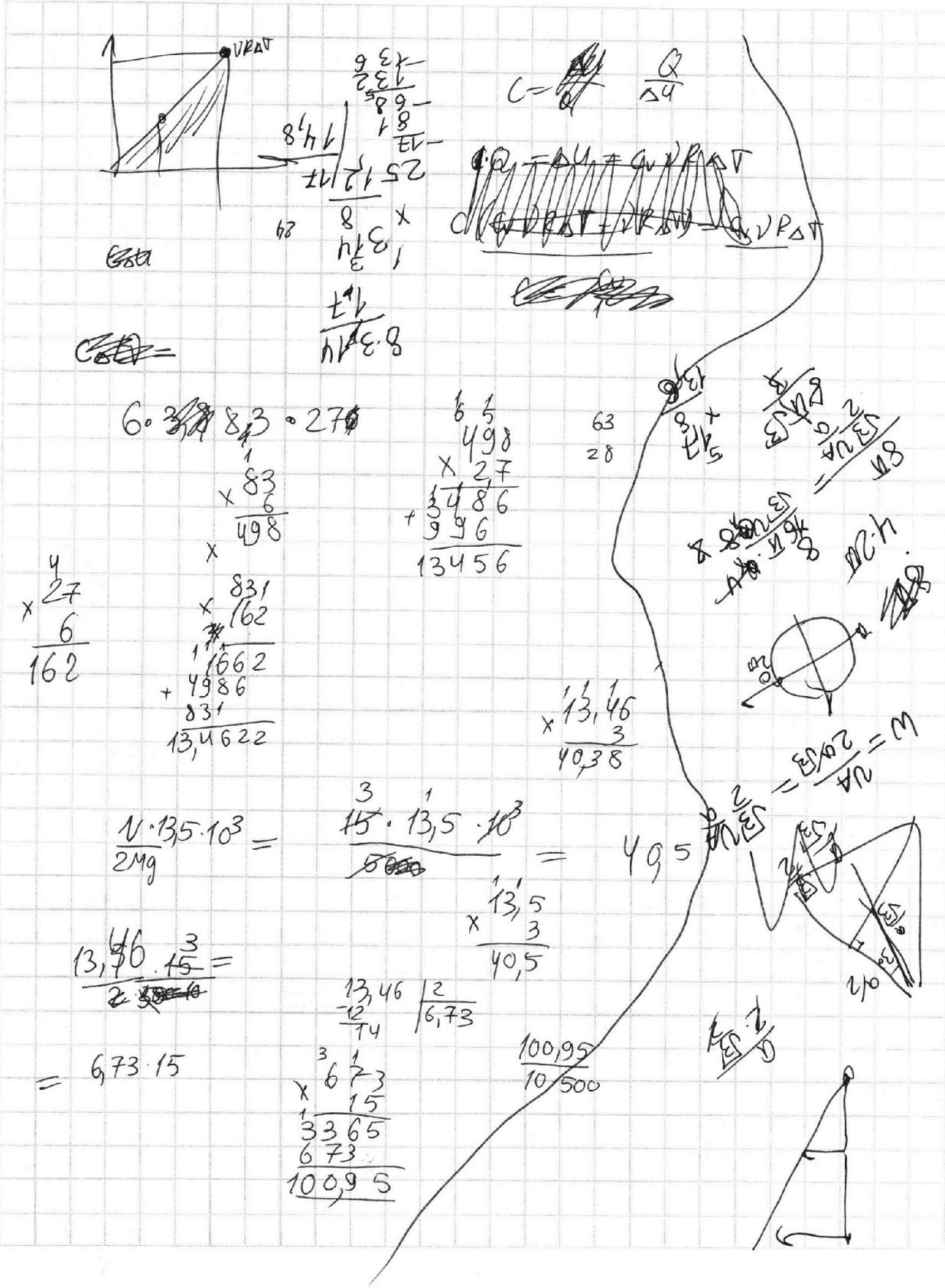
$$\frac{b_2}{2m} - \frac{F}{2q} = h$$



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!

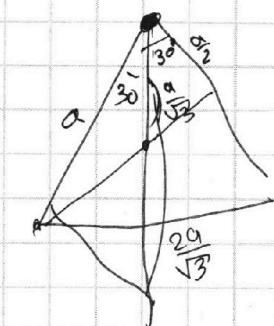




На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

СТРАНИЦА
ИЗ

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



$$\omega = \frac{\sqrt{3} \cdot \omega_0}{2a}$$

$$y = 2\bar{u} \cdot 4 = 8\bar{u}$$

$$P = 2U \cdot 4 = 8U$$

$$I = \frac{8U}{\sqrt{3}VA} = \frac{16U}{\sqrt{3}} \cdot \frac{a}{VA} = \frac{16U}{\sqrt{3}} \cdot \frac{0.01}{0.001}$$

8·3,14
67

$$\frac{23}{25} - \frac{3}{5} = \frac{8}{25}$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 1,7 \\ \hline 13,6 \end{array}$$

$\frac{6}{3} = \frac{5}{9}$

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 31 \\ \hline 8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 2512 \\
 -17 \\
 \hline
 81 \\
 -68 \\
 \hline
 132 \\
 -102 \\
 \hline
 300 \\
 -300 \\
 \hline
 119 \\
 -130 \\
 \hline
 74
 \end{array}$$

$$A = \frac{U A^2}{4 \cdot a} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\begin{array}{r} \cancel{1}7 \\ \times \cancel{4}7 \\ \hline 0,68 \end{array}$$

$$F = \frac{60 \cdot 68}{1000}$$

$$\begin{array}{r} \cancel{6} \\ \times 68 \\ \hline \cancel{0},\cancel{4}08 \end{array}$$



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 |
| <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!

$$T_2 \cdot \cos 45^\circ - T = 3ma$$

~~Реш.~~

$$\frac{3}{5}T_2 - T = 3ma = \frac{18}{25}mg$$

$$150 - 27 = 123$$

$$T_2 \cdot \frac{4}{5} = 3mg - m \cdot \frac{9}{25} \cancel{\frac{18}{25}g} = mg \left(3 - \frac{27}{50} \right) = mg \frac{123}{50}$$

$$\frac{150}{-27} \quad T_2 = \frac{123}{40} mg$$

$$T = \frac{123}{40} mg \cdot \frac{3}{5} - 3mg \cdot \frac{6}{25} = \left(\frac{123 \cdot 3}{200} - \frac{18}{25} \right) mg = \frac{233}{200} mg =$$

$$\begin{array}{r} 5 \\ \times 8 \\ \hline 136 \end{array} \quad 369 - 136 = 233 \quad = \frac{233}{200} \cdot \frac{804}{1000} = 0,932$$

$$\begin{array}{r} 233 \\ \times 4 \\ \hline 932 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9 \\ 45 \ 63 \\ \hline 25 \ 168 \end{array}$$

$$\frac{15}{4} - \frac{45}{16} \cdot \frac{6}{25}$$

$$\begin{array}{r} 225 \\ 20 \ 15 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 6 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 18 \\ \times 8 \\ \hline 144 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 369 \\ - 144 \\ \hline 225 \end{array}$$

$$\frac{225}{200} = \frac{45}{40} = \frac{9}{8}$$

$$\frac{9}{8} \cdot \frac{804}{1000}$$

$$\begin{array}{r} 932 \\ + 804 \\ \hline 1736 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 932 \\ + 804 \\ \hline 1736 \end{array}$$