



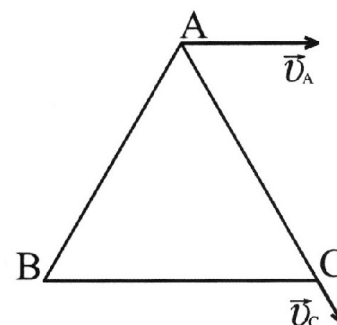
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2025

## 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  $\tau$  пластина в системе центра масс совершит 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.

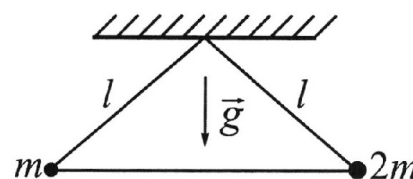
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте  $h = 15$  м фейерверк находился через  $\tau = 1$  с после начала полета.

1. На какую максимальную высоту  $H$  поднимается фейерверк? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $L_{\text{MAX}}$  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. Шарiki скреплены с легким стержнем длины  $L = 1,2l$ . Систему удерживают так, что шарiki находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



1. Какой угол  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

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



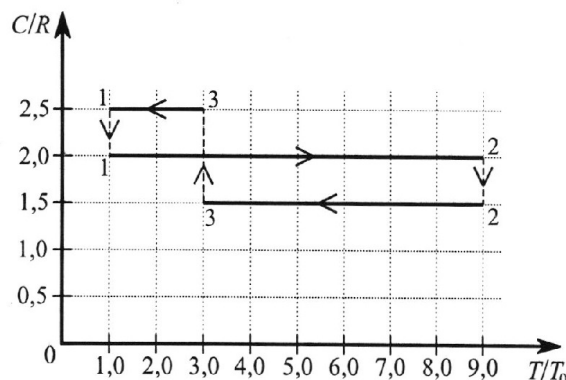
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2025

Вариант 10-03

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой  $\nu = 1$  моль одноатомного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче,  $T_0 = 200$  К.

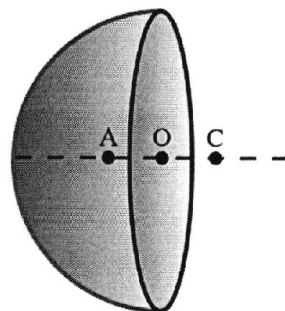


1. Постройте график процесса в координатах  $(P/P_0, V/V_0)$ , здесь  $P_0, V_0$  – давление и объем газа в состоянии 1.

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  $M = 415$  кг за  $N = 25$  циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>, 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 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  $\epsilon_0$ . 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.





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 ☐

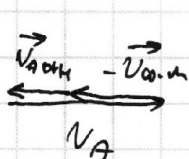
СТРАНИЦА  
2 ИЗ 2

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!

(Иг. к. все силы действующие на треугольник компенсируются)  $\sum F_{\text{и.м.}} = 0$  / П.к силы действующие на пластину компенсируются в С.О центра масс пластина будет вращаться с постоянной  $\omega_{\text{и.м.}}$

В С.О центра масс:  $\vec{v}_{\text{до}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{пер}} \quad \vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_{\text{до}} - \vec{v}_{\text{пер}}$

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_A - \vec{v}_{\text{и.м.}}$$



$$|\vec{v}_{\text{отн}}| = v_A - v_{\text{и.м.}} = 0,6 - 0,3 = 0,3 \text{ м/с}$$

$\omega_{\text{и.м.}}$  - угловая скорость, с которой вращается треугольник в С.О и.м.

$$v_{\text{отн}} = \omega_{\text{и.м.}} \cdot AO \Rightarrow \omega_{\text{и.м.}} = \frac{v_{\text{отн}}}{AO} = \frac{v_{\text{отн}} \cdot 2 \cos 30^\circ}{a}$$

$$T = \frac{8 \cdot 2\pi}{\omega_{\text{и.м.}}} = \frac{16 \cdot \pi \cdot a}{v_{\text{отн}} \cdot 2 \cos 30^\circ} = \frac{16 \cdot 3,14 \cdot 0,3 \text{ м}}{0,3 \text{ м/с} \cdot 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} \approx \frac{16 \cdot 3,14}{1,7} \cdot \text{с} =$$

$$\approx \frac{16 \cdot 3,1}{1,7} \text{ с} \approx 30 \text{ с}$$

$$BO = AO$$

$$a_n = \omega_{\text{и.м.}}^2 \cdot BO \quad a_{\text{и.м.}} = a_n$$

2311:

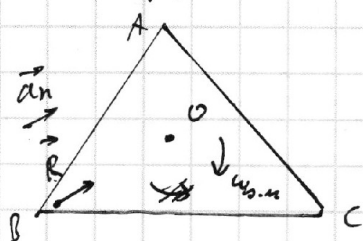
$$R = m a = m a_n =$$

$$= m \cdot \omega_{\text{и.м.}}^2 \cdot AO = m \cdot \frac{v_{\text{отн}}^2}{AO^2} \cdot AO =$$

$$= m \cdot \frac{v_{\text{отн}}^2 \cdot 2 \cos 30^\circ}{a} = \frac{60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 0,09 \text{ м}^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{0,3 \text{ м}} =$$

$$\approx 15,3 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

Ответ:  $v_c = 0,3 \text{ м/с}$ ;  $\approx 30 \text{ с}$ ;  $15,3 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$





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.

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

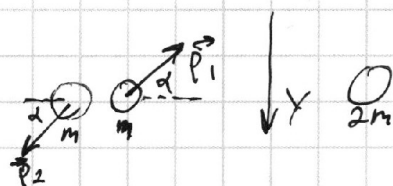
2.

$$1) \quad h = v_0 \tau - \frac{g \tau^2}{2} \Rightarrow v_0 \tau = h + \frac{g \tau^2}{2}, \quad v_0 = \frac{h}{\tau} + \frac{g \tau}{2} =$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 20 \text{ м}$$

$$= \frac{15 \text{ м}}{1 \text{ с}} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 1 \text{ с}}{2} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)



ЗСН:

$$0 = \vec{p}_1 + \vec{p}_2 \Rightarrow \vec{p}_2 = -\vec{p}_1$$

$$m v_2 = m v_0 \Rightarrow v_2 = v_0$$

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

$$Y: H = -v_0 \sin \alpha t_1 + \frac{g t_1^2}{2}$$

$$\frac{g t_1^2}{2} - v_0 \sin \alpha t_1 + H = 0$$

$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha \pm \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L_1 = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha + v_0 \cos \alpha \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

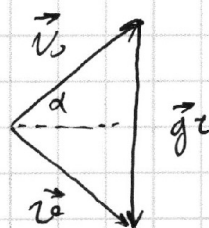
$$L_2 = L_1 + L_2 = v_0 \cos \alpha \left( \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH + v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g} \right)$$

$$= \frac{2 v_0 \cos \alpha \cdot \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L^2 = \frac{4 v_0^2 \cos^2 \alpha (v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH)}{g^2}$$

$m$  - масса одного из шариков  
двух шариков.

$v_2$  - скорость второго шарика  
сразу после разрыва.



$L$  - путь шарика  
в горизонтальном и  $v_0$

$L_1$  - путь шарика  
после первого  
разрыва от точки  
разрыва

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

$$H = v_0 \sin \alpha t_2 + \frac{g t_2^2}{2}$$

$$\frac{g t_2^2}{2} + v_0 \sin \alpha t_2 - H = 0$$

$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH$$

$$t_2 = \frac{-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH}}{g}$$

$$L_2 = v_0 \cos \alpha \left( \frac{\sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha + 2gH} - v_0 \sin \alpha}{g} \right)$$

$L_2$  - путь шарика  
после второго  
разрыва от точки  
разрыва



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!

~~$$\frac{dL(\alpha)}{d\alpha} = 2v_0^2 \sin \alpha$$~~

$$L^2(\alpha) = \frac{4v_0^4 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha + 8gv_0^2 \cos^2 \alpha H}{g^2}$$

$$\begin{aligned} \frac{dL^2(\alpha)}{d\alpha} &= \frac{4v_0^4 (\sin^2 \alpha (-2\sin \alpha \cos \alpha) + \cos^2 \alpha \cdot 2\sin \alpha \cos \alpha) - 8v_0^2 g \cdot 2\sin \alpha \cos \alpha H}{g^2} = \\ &= \frac{4v_0^4 (\sin^2 \alpha (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)) - 8v_0^2 g H \sin 2\alpha}{g^2} = \\ &= \frac{4v_0^2 \sin 2\alpha (v_0^2 \cos 2\alpha - 2gH)}{g^2} \end{aligned}$$

Уравняем нулю:

$$\frac{4v_0^2 \sin 2\alpha (v_0^2 \cos 2\alpha - 2gH)}{g^2} = 0$$

$$\sin 2\alpha = 0, \quad v_0^2 \cos 2\alpha - 2gH = 0$$

$$\begin{aligned} 2\alpha &= 0 \\ \alpha &= 0 \end{aligned} \quad \cos 2\alpha = \frac{2gH}{v_0^2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 20}{20^2} = 1$$

$$2\alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0$$

$$L_{\max} = L(0) = \frac{2v_0 \cdot \cos 0 \sqrt{v_0^2 \sin^2 0 + 2gH}}{g} = \frac{2v_0 \sqrt{2gH}}{g} =$$

$$= \frac{2 \cdot 20 \text{ м/с} \cdot \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 20}}{10 \text{ м/с}^2} = \frac{40 \cdot 20}{20} = 80 \text{ м}$$

время  
 $t_1$  - скорость по-  
сле первого столк-  
новения  
 $t_2$  - время после  
второго столкновения.

Ответ: 1. 20 м ; 2. 80 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.

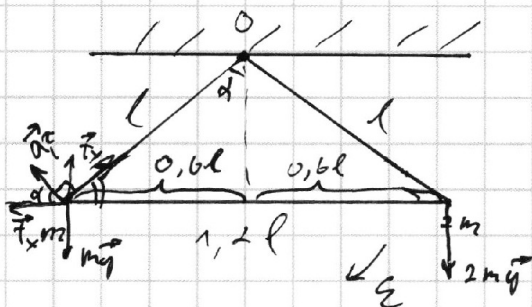
1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 1

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

3.

1)



O - точка крепления  
нитки.

$M_O$  - суммарный момент сил  
относительно O

$$M_O = 2mg \cdot 0,6l - mg \cdot 0,6l = 0,6 mgl$$

$I$  - момент инерции относительно O

$$M_O = I \varepsilon$$

$$I = ml^2 + 2ml^2 = 3ml^2$$

$$\varepsilon = \frac{M_O}{I} = \frac{0,6 mgl}{3ml^2} = 0,2 \frac{g}{l}$$

$\varepsilon$  - угловое ускорение

$$a_1^T = \varepsilon \cdot l = 0,2 \cdot \frac{g}{l} \cdot l = 0,2g$$

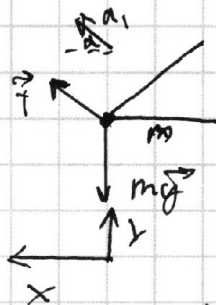
$a_1^T$  - ускорение первого шарика относительно нитки

$a_1^n$  - центростремительное ускорение первого шарика

м.к скорость шарика массой m нитчатая  $\Rightarrow a_1^n = 0 \Rightarrow a_1 = a_1^T$

$$a_1 = 0,2g = 2m/s^2, \quad \sin \alpha = \frac{0,6l}{l} = 0,6 \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

2)



23 Н :

$$m\vec{g} + \vec{T} = m\vec{a}_1$$

$$x: 0 + T_x = ma_1 \cos \alpha$$

$$y: -mg + T_y = ma_1 \sin \alpha$$

$$T_x = ma_1 \cos \alpha$$

$$T_y = m(g + a_1 \sin \alpha)$$

$$T^2 = T_x^2 + T_y^2 =$$

$$= m^2 a_1^2 \cos^2 \alpha + m^2 (g + a_1 \sin \alpha)^2 = m^2 (a_1^2 \cos^2 \alpha + g^2 + 2ga_1 \sin \alpha + a_1^2 \sin^2 \alpha)$$

$$= m^2 (a_1^2 \cos^2 \alpha + g^2 + 2ga_1 \sin \alpha + a_1^2 \sin^2 \alpha) = m^2 (a_1^2 + g^2 + 2ga_1 \sin \alpha)$$

$$T = m \sqrt{a_1^2 + g^2 + 2ga_1 \sin \alpha} = 0,2 \text{ кг} \cdot \sqrt{2m/s^2 + 10m/s^2 + 2 \cdot 2m/s^2 \cdot 0,6} =$$

$$= 0,2 \cdot 6 \text{ Н} = 1,2 \text{ Н} \quad \text{Ответ: } \alpha = \arcsin(0,6); a_1 = 0,2g = 2m/s^2; T = 1,2 \text{ Н}$$



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.

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

4. а)  $c_{3-2} = 2,5R$ ,  $c_{1-2} = 2R$ ,  $c_{2-3} = 1,5R = \frac{3}{2}R$

Уравнение политроты:

$$pV^n = \text{const} \quad n = \frac{c - c_p}{c - c_v} \quad n_{1-2} = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = \frac{-\frac{1}{2}R}{\frac{1}{2}R} = -1$$

1-2:

$$pV^{-1} = \text{const} \quad \frac{p}{V} = \text{const}$$

3-1:

$$c_{3-1} = c_p \Rightarrow \text{процесс 3-1 изобарный.}$$

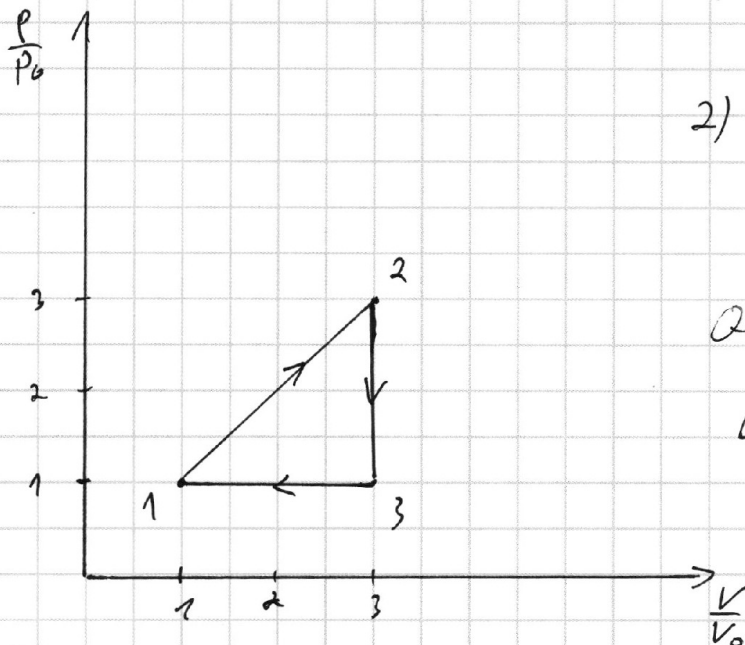
2-3:

$$n_{2-3} = \frac{\frac{3}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{3}{2}R}$$

$$c_{2-3} = c_v \Rightarrow \text{процесс 2-3 изохорный}$$

$$p_0 V_0 = \nu R T_0 \quad p_2 V_2 = 9 \nu R T_0 \Rightarrow p_2 = 3p_0, V_2 = 3V_0$$

$$p_3 V_3 = 3 \nu R T_0, V_3 = V_2 = 3V_0 \quad 3 p_3 V_0 = 3 \nu R T_0 \quad p_3 = \frac{\nu R T_0}{V_0} \Rightarrow p_3 = p_0$$



$$2) \quad A_{1-2} = \frac{p_0 + 3p_0}{2} \cdot 2V_0 = 4p_0 V_0$$

$$Q_1 = A_{1-2} + \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot 9p_0 V_0 - \frac{3}{2} p_0 V_0 = 12p_0 V_0$$

$$Q_1 = 4p_0 V_0 + 12p_0 V_0 = 16p_0 V_0 = 16 \nu R T_0$$



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.



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!

$$Q_1 = 16 \cdot 18,31 \cdot 200 = 32 \cdot 8310 = 26592 \text{ Дж}$$

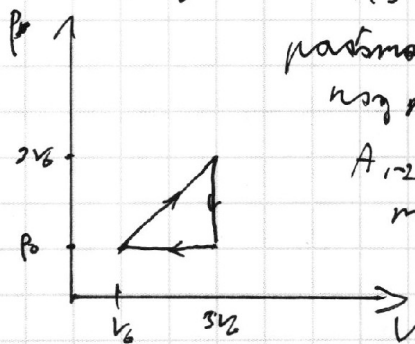
3)

$$A = 2p_0 V_0$$

$$M g H = N \cdot \frac{A}{2}$$

$$H = \frac{NA}{2Mg} = \frac{N \cdot 2p_0 V_0}{2Mg} = \frac{N \cdot VRT_0}{Mg} = \frac{25 \cdot 18,31 \cdot 200}{415 \cdot 10} =$$

$$= \frac{25 \cdot 18,31 \cdot 2}{415} \approx 1 \text{ м}$$



работа - площадь  
под графиком

$A_{1-2}$ ,  $A$  рассчиты-  
вается по  
этой графике.

Ответ:  $Q_1 = 26592 \text{ Дж}$ ;  $H \approx 1 \text{ м}$



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 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!

5.

$$\Delta E_k = A$$

$$1) \quad \frac{mv^2}{2} - k = q(\varphi_0 - \varphi_\infty) \quad \Delta E_k - \text{изменение кинетической энергии тела}$$

A - работа всех сил

$\varphi_0$  - потенциал в точке O

$\varphi_A$  - потенциал в точке A

$\varphi_c$  - потенциал в точке C

$$\varphi_0 = \frac{kQ}{R} = \varphi_\infty = 0$$

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

$$\frac{mv^2}{2} - k = q \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 R} \quad | \cdot 2$$

$$mv^2 - 2k = \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 R}$$

$$v^2 = \frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 Rm} + \frac{2k}{m}$$

$$v = \sqrt{\frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 Rm} + \frac{2k}{m}}$$

2)

$$k = q(\varphi_A - \varphi_0)$$

$$\varphi_A - \varphi_0 = \varphi_0 - \varphi_c$$

т.к. точки A и C находятся на равных расстояниях от точки O

$$\varphi_A - \varphi_0 = \frac{k}{q}$$

$$\frac{mv_c^2}{2} - k = q(\varphi_0 - \varphi_c)$$

$$\frac{mv_c^2}{2} - k = q(\varphi_A - \varphi_0)$$

$$\frac{mv_c^2}{2} - k = q \cdot \frac{k}{q}$$

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

$$v_c^2 = \frac{4k}{m} \Rightarrow v_c = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$$

Ответ: 1)  $v = \sqrt{\frac{qQ}{2\pi\epsilon_0 Rm} + \frac{2k}{m}}$ ; 2)  $v_c = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$



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**.

1  
☐

2  
☐

3  
☐

4  
☐

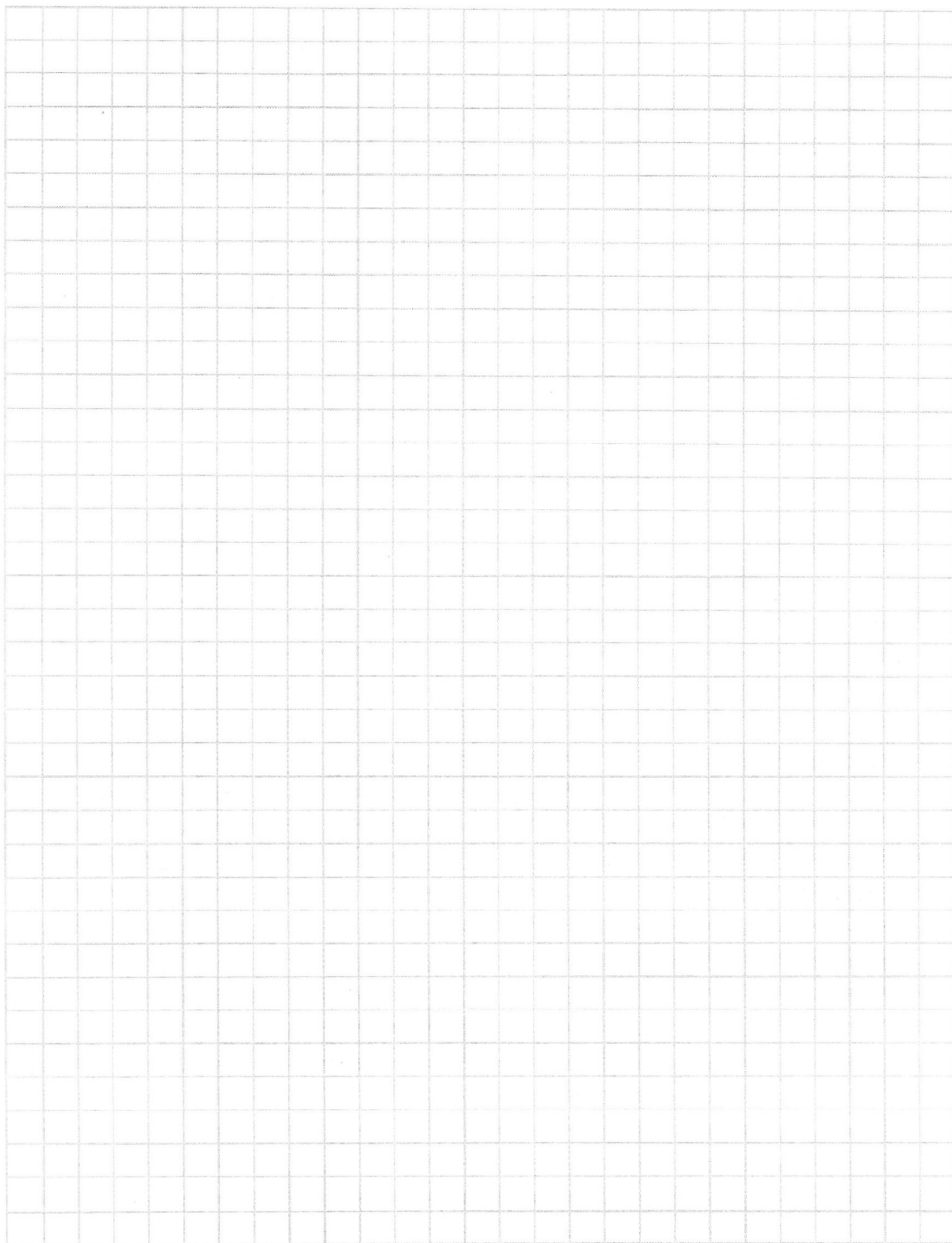
5  
☐

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!



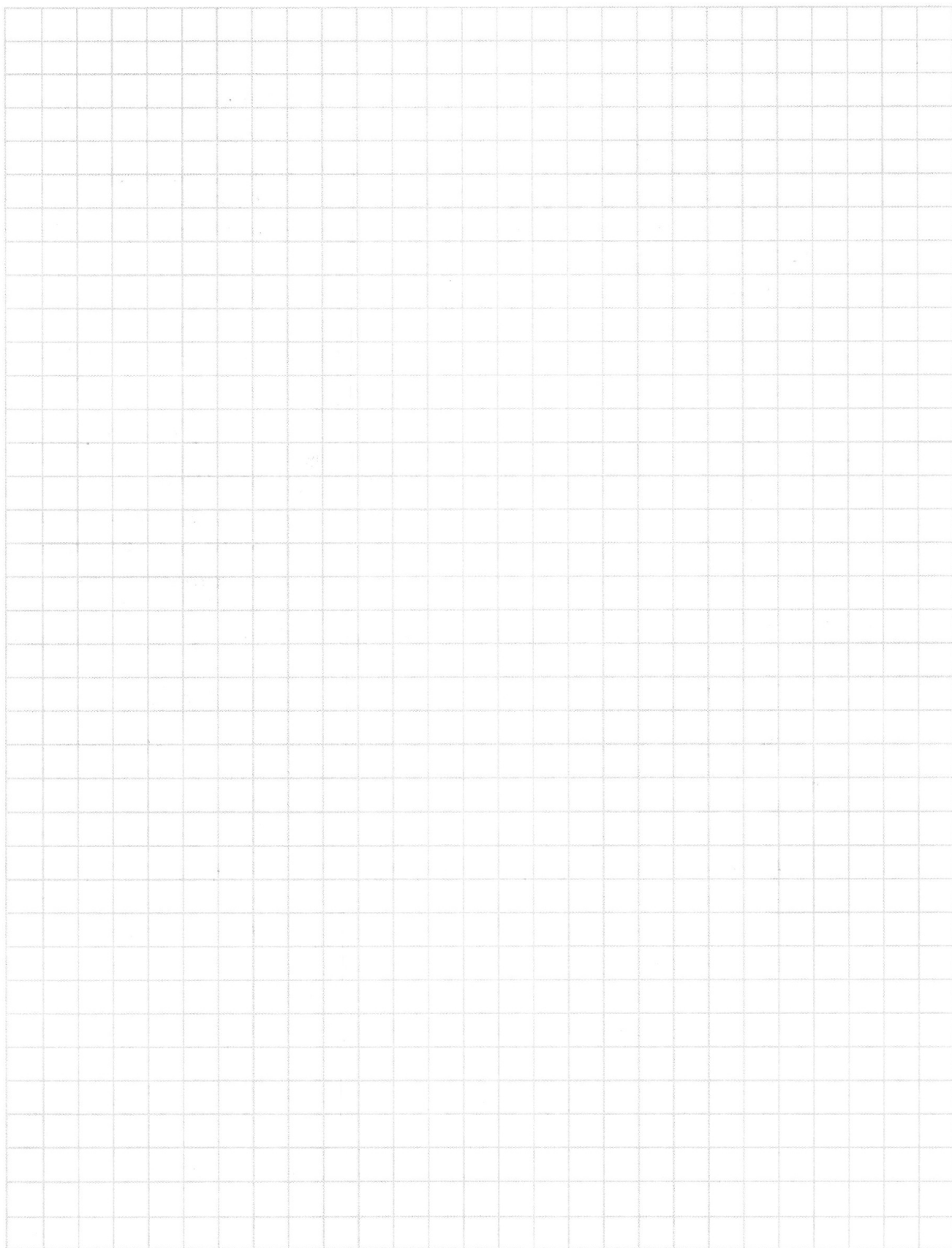


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

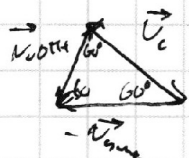
СТРАНИЦА  
\_\_ ИЗ \_\_

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!

$$\vec{v}_{\text{сост}} = \vec{v}_c - \vec{v}_{\text{н.н.}}$$

$$|\vec{v}_c| = |\vec{v}_{\text{н.н.}}|$$

$$\Rightarrow v_{\text{сост}} = v_c = 0,3 \text{ м/с}$$



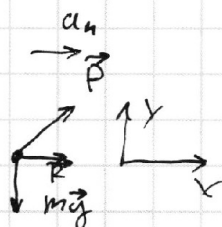
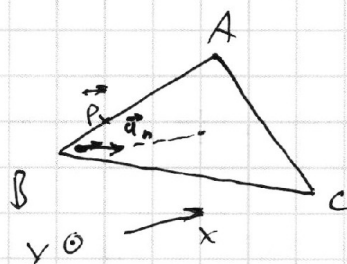
$$\omega_{\text{н.н.}} = \frac{v_{\text{н.н.}}}{OA} = \frac{0,3 \text{ м/с} \cdot \sqrt{3}}{a} = \frac{0,3 \sqrt{3} \text{ с}^{-1}}{0,3 \text{ м}} =$$

$$= \sqrt{3} \text{ рад/с}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \text{ с}$$

$$\tau = 8T = \frac{16\pi}{\sqrt{3}} \text{ с}$$

3) Б с 0 ветро масс



$$a_n = \omega_{\text{н.н.}}^2 \cdot AO =$$

$$= (\sqrt{3})^2 \cdot \frac{0,3}{\sqrt{3}} =$$

$$= 0,3 \sqrt{3} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

23 Н:

$$m\vec{g} + \vec{r} = m\vec{a}_n$$

$$\vec{r} = m\vec{a}_n$$

$$r = ma_n =$$

Y:

$$-mg + r_y = 0$$

X:

$$0 + r_x = ma_n$$

$$= 60 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 0,3 \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} =$$

$$r_y = mg$$

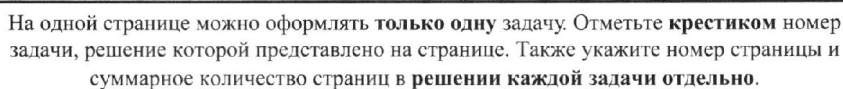
$$= 9 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{3} \text{ Н} \approx 0,017 \cdot 10^{-6} \approx 15,3 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$$

$$\begin{array}{r} 32 \cdot 831 \\ \times 32 \\ \hline 1662 \\ + 2493 \\ \hline 26592 \end{array}$$

$$K = q(\varphi_A - \varphi_0) \quad K = q\varphi_A - q\varphi_0$$

$$\varphi_A = \frac{K + q\varphi_0}{q} = \frac{K}{q} + \varphi_0 =$$

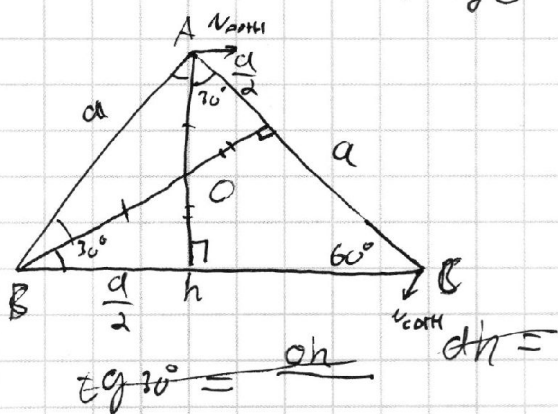
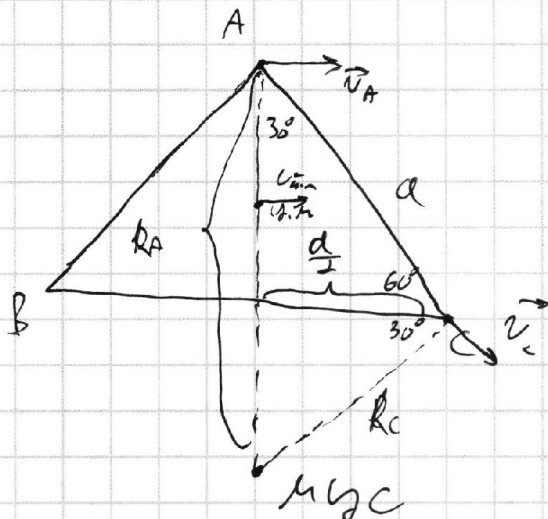
$$= \frac{K}{q} + \frac{qQ}{4\pi\epsilon_0 R}$$



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!

1)



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

$$R_{u,n} = R_A - AO = \frac{2a}{\sqrt{3}} - \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\vec{v}_{ad} = \vec{v}_{oth} + \vec{v}_{neg} \quad \vec{v}_{oth} = \vec{v}_{ad} - \vec{v}_{neg}$$

$$\vec{v}_{A \text{ rel}} = \vec{v}_A - \vec{v}_{B \rightarrow A}$$

$\vec{v}_{\text{AOTH}} - \vec{v}_{\text{om}}$   
 $\vec{v}_{\text{A}}$   
 $|\vec{v}_{\text{AOTH}}| = v_{\text{A}} - v_{\text{om}} = 0,6 - 0,3 = 0,3 \text{ m/s}$

$$V_A = \omega \cdot R_A$$

$$V_C = \omega \cdot R_C$$

$$\cos 30^\circ = \frac{a}{R_A}$$

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

$$\cos 30^\circ = \frac{a}{2 \cdot r_c}$$

$$R_c = \frac{a}{2 \cos 55^\circ} = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{V_A}{V_c} = \frac{R_A}{R_c}$$

$$V_C R_A = V_A R_C$$

$$V_c = \frac{R_c}{R_A} \cdot V_A =$$

$$= \frac{0,6 \text{ m/s}}{2} = 0,3 \text{ m/s}$$

$$U_{s,n} = \omega \cdot 2s_n$$

$$\frac{V_{s,m}}{V_c} = \frac{\omega R_{s,m}}{\omega R_c}$$

$$U_{\text{out}} = \frac{R_{\text{out}}}{R_c} \cdot U_c =$$

$$= U_c = 0,3 \text{ V/C}$$