



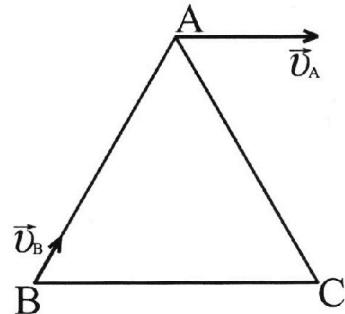
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

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



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

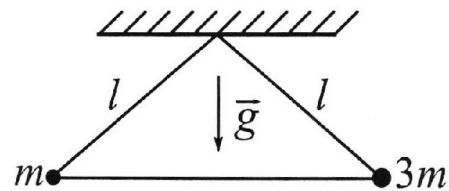
Пчела массой $m = 60$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины C.

- Найдите модуль R равнодействующей сил, приложенных к пчеле, сидящей на движущейся пластине. Масса пчелы пренебрежимо мала по сравнению с массой пластины.
- Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

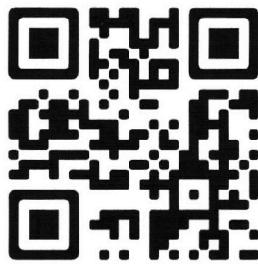
- На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 11,2$ м фейерверк летел со скоростью $V = 4$ м/с? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

На максимальной высоте H фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 16$ м/с. Направление вектора \vec{V}_0 скорости таково, что расстояние между осколками после падения на горизонтальную площадку максимальное.

- Найдите максимальное расстояние L_{MAX} между осколками после падения осколков на горизонтальную площадку.
- Два шарика с массами $m = 80$ г и $3m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 2l$. Систему удерживают так, что шарики находятся на одной высоте. Далее систему освобождают.



- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $3m$ сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².
- Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



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



Вариант 10-02

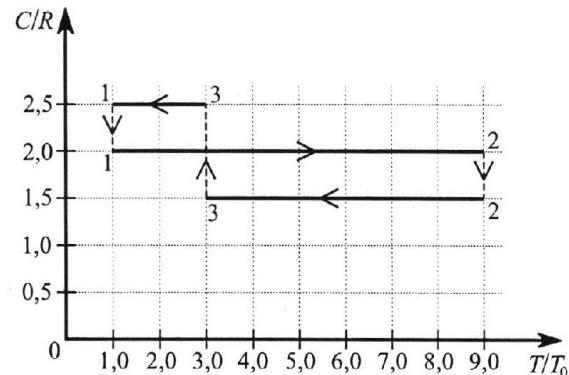
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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, $T_0 = 270 \text{ K}$.

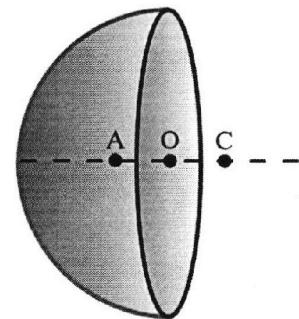
1. Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.

2. Какую работу A_1 газ совершает за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 250 \text{ кг}$ за $N = 15$ 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 . 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.

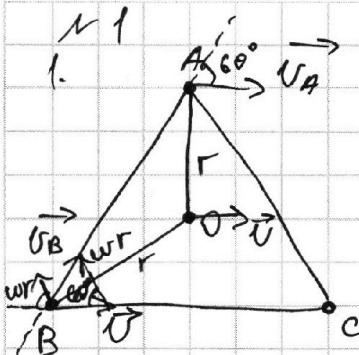
Эффекты, связанные с поляризацией диэлектрика, считайте пренебрежимо малыми. Скорость частицы в любой точке траектории мала по сравнению со скоростью электромагнитных волн в вакууме.

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

- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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



П.К. v_A есть линейная скорость

$$AO \xrightarrow{\text{П.К.}} v_A = \vec{v} + \vec{w} \times \vec{r}$$

то $\vec{v} \parallel \vec{v}_A$, т.к. v_A есть сумма \vec{v} и скорости вращения точки A вокруг O.

$$v_A = v + wr$$

ан.к. ~~решение~~

$$v_B = \sqrt{v^2 + w^2 r^2 - 2vr \cos 60^\circ} = \sqrt{v^2 + w^2 r^2 - vr} = \frac{v_4}{2}$$

$$= \frac{v + wr}{2} \Rightarrow 4w^2 r^2 + 4v^2 - 4vr = v^2 + w^2 r^2 + 2wr v$$

$$3v^2 - 6vr + 3w^2 r^2 = 0 \Rightarrow v^2 - 2vr + w^2 r^2 = 0$$

$$\Rightarrow v = wr, r = \frac{a}{\sqrt{3}} \Rightarrow v = \frac{wa}{\sqrt{3}}$$

$$v_A = 2wr = \frac{2}{\sqrt{3}} wa \Rightarrow w = \frac{v_A \sqrt{3}}{a} \frac{1}{2}$$

$$\text{1. } \sqrt{2} = \frac{2\pi \cdot 4}{w} = \frac{8\pi}{w} = \frac{16\pi a}{v_A \sqrt{3}} = \frac{16\sqrt{3}\pi a}{3v_A} = 8,4 \cdot \frac{8}{3} \cdot \sqrt{3} \pi c = \\ = 8,34 \pi \sqrt{3} c$$

3. ~~Приложение дифференцирует~~ соединяет центростремительное ускорение

$$w^2 r \Rightarrow R = mw^2 r = \frac{m v_A^2 \sqrt{3}}{a} = 2,4 \sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ M}$$

~~Ответ. 1. $v_B = 0,4 \frac{m}{c} = \frac{v_A}{2}; 2. T = \frac{16\pi a}{v_A \sqrt{3}} = 8,34 \sqrt{3} c; 3. R = \frac{m v_A^2 \sqrt{3}}{a} = 2,4 \sqrt{3} \cdot 10^{-5} \text{ M}$~~

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 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!

№ 1 (продолжение)

3. Всё ~~всё~~ будет создавать центробежное ускорение, а также создать равнод.

3. Всё ~~всё~~ будет создавать y -е ускорение, а также создать противодействие силе тяжести

$$\Rightarrow R = \sqrt{(m\omega^2 r)^2 + (mg)^2} = m\sqrt{(\omega^2 r)^2 + g^2} =$$

$$= m\sqrt{\frac{v_A^4}{a^2} \cdot \frac{3}{16} + g^2} = m\sqrt{0,48 + 100} \cdot 60 \cdot 10^{-6} \text{ Е}$$

$$= \sqrt{100,48} \cdot 60 \cdot 10^{-5} = 6 \cdot 10^{-4} (\text{Н})$$

Ответ: 1. $v_B = \frac{v_A}{2} = 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2. $\delta = \frac{16\pi a \sqrt{3}}{v_A \cancel{3}} = 8,3 \sqrt{3}^\circ \text{ с}$

3. $R = m\sqrt{\frac{v_A^4}{a^2} \cdot \frac{3}{16} + g^2} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$

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

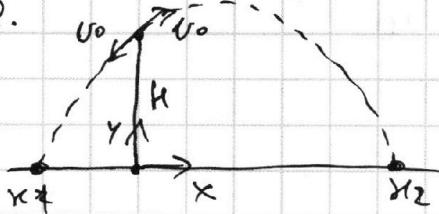
СТРАНИЦА
1 из 2

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. Он разорвётся, когда скорость станет нулевой
Задача:

$$mgh + \frac{mv^2}{2} = mgh_f \Rightarrow h_f = h + \frac{v^2}{2g} = 12 \text{ м}$$

2.



Уравнение траектории
через время:

$$\begin{cases} y = h + v_0 \sin \alpha_0 t - \frac{gt^2}{2} \\ x = v_0 \cos \alpha_0 t \\ t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha_0} \end{cases}$$

Через координаты:

$$y = h + v_0 \sin \alpha_0 x - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha_0} =$$

$$= h + v_0 \tan \alpha_0 x - \frac{gx^2}{2v_0^2} - \frac{gx^2 \tan^2 \alpha_0}{2v_0^2}$$

точки падения соответствуют $y = 0$

$$\Rightarrow h + v_0 \tan \alpha_0 x - \frac{gx^2}{2v_0^2} (\tan^2 \alpha_0 + 1) = 0$$

$$x = x_1 + x_2 = \frac{-\tan \alpha_0}{\frac{g(\tan^2 \alpha_0 + 1)}{2v_0^2}} = \frac{2v_0^2 \sin \alpha_0 \cos \alpha_0}{g} = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha_0)}{2g}$$

*разность
координат
сумма корней и
будет рассматриваться
между точками
падения*

$$x_{\max} \Rightarrow \sin(2\alpha_0) \Rightarrow \max \Rightarrow \sin(2\alpha_0) = 1, \alpha_0 = \frac{\pi}{4}$$

$$x_{\max} = \frac{v_0^2}{2g} = 12,8 \text{ м}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha_0} \sqrt{\sin^2 \alpha_0 + \frac{2gh}{v_0^2}}$$

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.

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

№2.2. (продолжение)

$$D = \operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2gH}{U_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)$$

$$\begin{aligned} x_{12} &= \frac{\operatorname{tg} \alpha \mp \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2gH}{U_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)}}{-\frac{g}{U_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)} = \frac{U_0^2}{g} \frac{\operatorname{tg} \alpha \mp \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2gH}{U_0^2}}}{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} \\ &= \frac{U_0^2}{g} \left(\sin \alpha \cos \alpha \mp \cos \alpha \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2gH}{U_0^2}} \right) \end{aligned}$$

$$x_1 - x_2 = \frac{2U_0^2}{g} \cos \alpha \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2gH}{U_0^2}}$$

$$(x_1 - x_2)'(\alpha) = \frac{2U_0^2}{g} \left(-\sin \alpha \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2gH}{U_0^2}} + \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2gH}{U_0^2}}} \right) = 0$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = 0, \alpha = 0$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow L_{\max} &= (x_1 - x_2)(\alpha = 0) = \frac{2U_0^2}{g} \cdot \frac{\sqrt{2gH}}{U_0} = \frac{2\sqrt{2} U_0 \sqrt{H}}{\sqrt{g}} = \\ &= \frac{2 \cdot \sqrt{2} \cdot 16 \cdot \sqrt{12}}{\sqrt{10}} = 32 \cdot 2 \cdot \sqrt{60} = 64\sqrt{60} \text{ м} \end{aligned}$$

$$= 32\sqrt{0,6} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: 1. } H = h + \frac{U^2}{2g} = 12 \text{ м}$$

$$2. \quad L_{\max} = 2\sqrt{2} U_0 \sqrt{\frac{H}{g}} = 32\sqrt{0,6} \text{ м}$$



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
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!

1.3

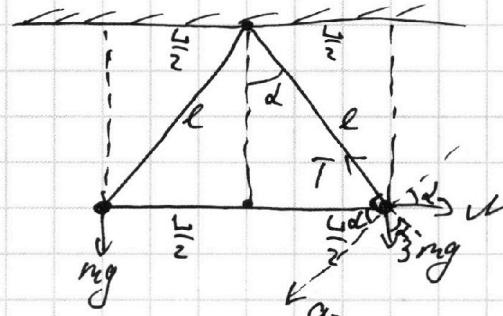
$$3mg \cdot \frac{L}{2} + (-mg) \cdot \frac{L}{2} = g \cdot \frac{a_2}{l}$$

g - начальное ускорение свободного падения

$$g = 4\pi^2 l^2$$

$$mg L = 4\pi^2 a_2 l \Rightarrow a_2 = g \frac{L}{4l} =$$

$$\sin \alpha = \frac{L}{2l} = 0,6 \Rightarrow = 3 \frac{m}{s^2}$$



н.к. в начальный момент скорость 0, то
отсутствует центростр. уск. $\Rightarrow a_2 \perp l$

2. 3-я плоскость на ось вращения ведома импульсом, держащим груз 3m:

$$T - N \sin \alpha - 3mg \cos \alpha = 0, \text{ н.к. скорость в нач. мом.}$$

равна нулю, то учитывая

2. 3-я плоскость на ось, параллел. импульсу. Следовательно, уск. неизв.

$$3mg \sin \alpha - N \cos \alpha = 3m a_2 = \frac{3}{4} mg \frac{L}{l}$$

$$N = \frac{3mg \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{3mg L}{4l \cos \alpha}$$

$$T = N \sin \alpha + 3mg \cos \alpha = \frac{3mg \sin^2 \alpha}{\cos \alpha} - \frac{3mg L \sin \alpha}{4l \cos \alpha} - 3mg \cos \alpha =$$

$$= \frac{3mg}{\cos \alpha} - \frac{3mg L}{4l \cos \alpha} \operatorname{tg} \alpha = \cancel{\frac{3mg}{\cos \alpha}} \left(\frac{1}{\cos \alpha} - \frac{L}{4l} \operatorname{tg} \alpha \right) =$$

$$= \cancel{\frac{3mg}{\cos \alpha}} \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} - \frac{L^2}{16l^2} \right) = \frac{3mg}{\cos^2 \alpha} \left(1 - \frac{L^2}{16l^2} \right) = 2,55 \text{ Н}$$

$$= mg \left(\frac{3l}{\sqrt{l^2 - \frac{L^2}{4}}} - \frac{3}{4} \frac{\frac{1}{2} L}{\sqrt{l^2 - \frac{L^2}{4}}} \right) = \cancel{\frac{3}{4} \left(\frac{3}{4} \sqrt{1 - \frac{L^2}{4l^2}} \right)} =$$

Ответ: 1. $\sin \alpha = \frac{L}{2l} = 0,6$

$$2. a_2 = g \frac{L}{4l} = 3 \frac{m}{s^2}$$

$$3. T = \cancel{\frac{3mg}{\cos \alpha}} = 2,96 \text{ Н} \\ = \frac{3mg \cdot (l^2 - \frac{L^2}{4})}{3mg \cdot (l^2 - \frac{L^2}{4}) \cdot \sqrt{l^2 - \frac{L^2}{4}}} = 2,55 \text{ Н}$$

$$= 3,1 \text{ мг} \\ = \cancel{3,075 \text{ мг}} \\ = 2,46 \text{ Н}$$



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 checked="" 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!

№ 4

$$1. PV^n = \text{const} \Rightarrow P \sim V^{-n}$$

— ур-е политоном. процесс

$$n = \frac{C - C_p}{C - C_v} \neq$$

$$n_{12} = \frac{2 - \frac{5}{2}}{2 - \frac{3}{2}} = -1 \Rightarrow P \sim V \text{ в прям. } 1 \rightarrow 2$$

$$n_{23} = \frac{1,5 - \frac{5}{2}}{1,5 - \frac{3}{2}} \rightarrow \infty \Rightarrow P \sim V^{\frac{1}{\infty}} \Rightarrow \cancel{P \sim V = \text{const}} \leftarrow \begin{matrix} \text{можно получить просто} \\ \text{из того, что } C_v = \frac{3}{2}R \end{matrix}$$

$$n_{31} = \frac{2,5 - 2,5}{2,5 - \frac{3}{2}} = 0 \Rightarrow P \sim V^0 \Rightarrow P = \text{const} \leftarrow \begin{matrix} \text{можно получить} \\ \text{просто из того, что } C_p = \frac{5}{2}R \end{matrix}$$

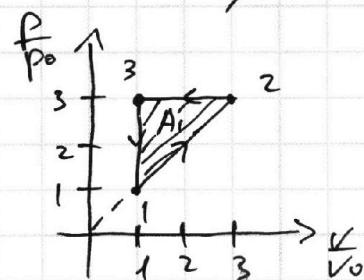
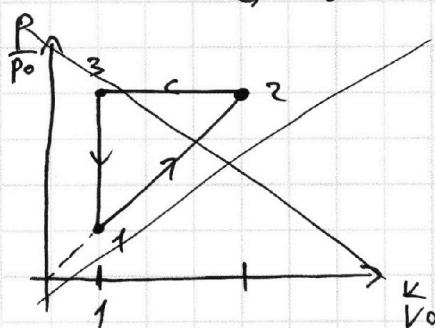


рис. 1.

$$2. A_1 = \frac{4P_0V_0}{2} = 2P_0V_0 = 2\sqrt{RT_0} = \{13462,2 \text{ дж}\} = 13,5 \text{ кДж}$$

$$3. MgH = \sqrt{A_1 \cdot \eta}, \quad \eta = 50\% = \frac{1}{2}$$

$$\boxed{H = \frac{\sqrt{A_1 \cdot \eta}}{Mg} = \frac{15A_1}{2Mg} = 40,4 \text{ м} = \frac{15\sqrt{RT_0}}{Mg}}$$

Объем: 1. рис. 1

$$2. A_1 = 13,5 \text{ кДж} = 2\sqrt{RT_0}$$

$$3. H = \frac{15A_1}{2Mg} = \frac{15\sqrt{RT_0}}{Mg} = 40,4 \text{ м}$$



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

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

1.5.2 (продолжение)

$$\Rightarrow \varphi_0 - \varphi_A = \varphi_C - \varphi_0 \Rightarrow \varphi_C = 2\varphi_0 - \varphi_A$$

Зад:

$$q(\varphi_A - \varphi_B) = \frac{m V_c^2}{2} \Rightarrow 2q(\varphi_A - \varphi_B) = \frac{m V_c^2}{2}$$

$$\Rightarrow V_c = 2 \sqrt{\frac{q(\varphi_A - \varphi_B)}{m}} = 2 \sqrt{2 \cdot \sqrt{\frac{V_0^2}{2}}} = \\ = V_0 \sqrt{2} = 2 \sqrt{\frac{V^2}{2} - \frac{R Q Q}{m R}}$$

Ошибки:

1. $V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2 R Q Q}{m R}}$
2. $V_c = 2 \sqrt{\frac{V^2}{2} - \frac{R Q Q}{m R}}$

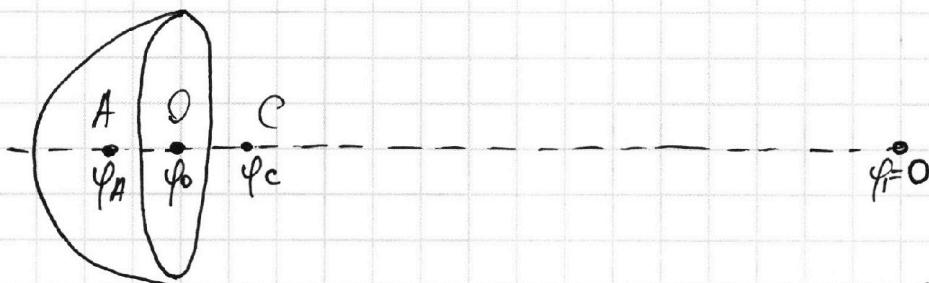
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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 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!

15



1. $U_A = \varphi_A g$ — начальная энергия в точке A, а
3C~~2~~: U_1 — на данный момент

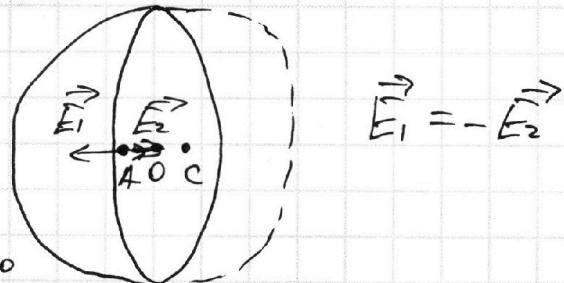
$$U_A = U_1 + \frac{mV^2}{2}$$

$$U_1 = \varphi_1 \cdot g = 0 \Rightarrow U_A = \frac{mV^2}{2} = \varphi_A g \Rightarrow \varphi_A = \frac{mV^2}{2g}$$

3C~~2~~:

$$\varphi(\varphi_A - \varphi_0) = \frac{mV_0^2}{2}; \quad \varphi_0 = R \frac{Q}{R}, \text{ т.к. расстояние} \\ \text{до стены полутора} \\ \varphi\left(\frac{mV^2}{2g} - R \frac{Q}{R}\right) = \frac{mV_0^2}{2} \\ \Rightarrow V_0 = \sqrt{V^2 - 2RgQ} \quad \text{занесено}$$

2. Рассмотрим симметрично
ещё одну полуферму, дополнив
систему до сферы. Т.к. мор.
также необходимо доказать,
что поле вне сферы
(создаваемое сферой) равно нулю



$E = \frac{\sum q}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0} = 0 \Rightarrow$ полуфера действует на
меня вектором с одинаковыми по модулю, но
противоположными по знаку перпендикулярно.
~~⇒ эти парные создают одинаковое поле~~,
а это значит, что в исходной задаче, т.к.
расстояние $AO = OC$, то $\varphi_A = \varphi_C \Rightarrow$ из 3C~~2~~):

$$\frac{mV_A^2}{2} + \varphi_A g = \frac{mV_C^2}{2} + \varphi_C g, V_A = 0 \Rightarrow V_C = 0 \leftarrow \text{Ошибка!}$$



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.



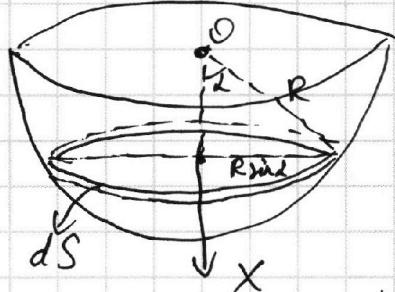
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

~~1.5~~
1. Найдём силу, с которой конденсатор действует на положенный заряд в мокре. Для этого разобьём её на малые части dS (dS - площадка этой части) (dq - её заряд) (dE_x - сила, действующая на эту единицу). Воды ρ_x , с которой действует эта единица dS

$$\frac{3 \cdot 0,8}{0,8} (1 - 0,15)$$



$$dS = 2\pi R \sin \alpha \cdot R d\alpha = 2\pi R^2 \sin \alpha d\alpha$$

$$dq = \frac{Q}{2\pi R^2} \cdot dS = Q \sin \alpha d\alpha$$

$$dE_x = R \cdot \frac{dq \cdot \cos \alpha}{R^2} = \frac{RQ}{R^2} \sin \alpha \cos \alpha d\alpha = \frac{RQ}{R^2} \sin \alpha d\alpha$$

$$E_x = \int dE_x = \int_{\alpha=0}^{\pi} \frac{RQ}{R^2} \sin \alpha d\alpha = \frac{RQ}{R^2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{RQ}{2R^2}$$

$$F_x = q E_x = \frac{RqQ}{2R^2} - \text{сила, действ. на заряд}$$

$$a_x = \frac{F_x}{m} = \frac{RqQ}{2mR^2} - \text{л. ускорение}$$

$$\frac{8 \cdot 9 \cdot 8}{8} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{9 \cdot 10 \cdot 9}{8}$$

$$= 4,5 \cdot \frac{8}{8}$$

$$3 \cdot 0,85 = 2,55$$

$$\frac{85}{100} = 0,85$$

$$= 1,8$$

$$\frac{85}{100} = 0,85$$

$$= 0,7 \cdot \frac{2}{10} = 0,14$$

$$= 1$$

$$2,4 \left(\frac{5}{4} - \frac{1}{4} \cdot 1,8^2 \cdot \frac{3}{10} \right) = 2,4 \left(\frac{5-0,9}{4} \right) = \frac{2,4 \cdot 4,1}{4} = 4,1 \cdot 0,6 = 0,2 \cdot 12,3 = 2,47$$

$$- 1m + 1m - 1,2m + 1,2m + 1,2m = 0,7m$$

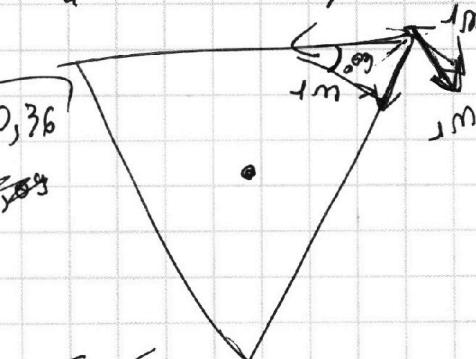
$$\frac{3 \cdot 0,8}{0,8} (1 - 0,15) = \sqrt{m} - 0,7 = 0,7$$

$$3 \cdot 0,85 = 2,55$$

$$- 1m + 0,7 = 0,7$$

$$0,7 - 1,2m - 1,2m + 1,2m = 0,7$$

$$\frac{85+7}{100} = 0,75$$



$$= \frac{2 \cdot 8 \cdot 9 \cdot 8}{4 \cdot 80 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 9 \cdot 8} = 0,75$$



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
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!

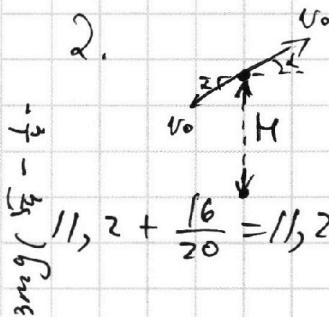
$$x^2 \quad \frac{256}{20} = \frac{128}{10} = 12,8$$

1. Рейнджер К разорвётся, когда его скорость станет нуевой:

3СК:

$$\frac{mv^2}{2} + mgh = mgH \Rightarrow H = \sqrt{h + \frac{v^2}{2g}} = \sqrt{11,2 + \frac{16}{20}} = \sqrt{11,2 + 0,9} = \sqrt{15,2} \text{ м}$$

2.



т. к. в верхней точке импульс рейнджера нуевой \Rightarrow сумма импульсов осколков также нулив, тогда, т.к. их массы одинаковы \Rightarrow их скорости равны по модулю, но противоположные по направлению

$$3mg(11,2 + \frac{16}{20}) = 11,2 + 0,8 =$$

$$\left\{ \begin{array}{l} L_1 = v_0 \cos \alpha t \\ H = -v_0 \sin \alpha t + \frac{g t^2}{2} \end{array} \right. \Rightarrow t = \frac{L_1}{v_0 \cos \alpha} \quad * L_1 - \text{расстояние по горизонтали, которое проходит}$$

$$t = -L_1 \operatorname{tg} \alpha + \frac{g L_1^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = -L_1 \operatorname{tg} \alpha + \frac{g L_1^2}{2 v_0^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)} \quad (\text{первый осколок})$$

$$= -L_1 \operatorname{tg} \alpha + \frac{g L_1^2}{2 v_0^2} + \frac{g L_1^2}{2 v_0^2} \operatorname{tg}^2 \alpha \quad 27 \cdot 6 = 120 + 42 = 162$$

$$L_1 \cdot \frac{g}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} - L_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha - t = 0 \quad \frac{12,3}{2,3} \mid \frac{15}{2,46} \times \frac{162}{83,1} = \frac{162}{162}$$

$$D = \operatorname{tg}^2 \alpha +$$

$$L_1^2 \cdot \frac{g}{2 v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) - L_1 \operatorname{tg} \alpha - t = 0 \quad \frac{12,3}{2,3} \mid \frac{15}{2,46} \times \frac{162}{83,1} = \frac{162}{162}$$

$$L_1 = \operatorname{tg} \alpha \pm \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{2 g t}{v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)} \cdot \frac{v_0^2 (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)}{g}$$

$$3 \frac{12,3 \cdot 13,462,2}{2 \cdot 250 \cdot 10} \times \frac{12,3 \cdot 15}{10 \cdot 0,02} \times \frac{13,462,2}{40,3866} =$$

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
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!

$$N^3 \quad 2 \cdot 8 = 2 \cdot 3 \cdot \sin 3,1 - 270 = \\ - N \cos \alpha_2 + 3mg \sin \alpha_2 = 3m g \alpha_2$$

$$N = \frac{3mg \sin \alpha_2}{\cos \alpha_2} - 3m g \alpha_2$$

$$T = \frac{3mg \sin \alpha_2}{\cos \alpha_2} - \frac{3m g \alpha_2 \sin \alpha_2}{\cos \alpha_2} + \cancel{3mg \cos \alpha_2} = \frac{T_1 \sin \alpha_2}{3m} = \frac{g \cdot T_2}{48} =$$

$$= 3mg \sin \alpha_2 + 3mg \cos \alpha_2$$

$$= \frac{3mg}{\cos \alpha_2} - \frac{3m g \alpha_2 \sin \alpha_2}{\cos \alpha_2}$$

$$\frac{1}{\cos \alpha_2} = \frac{l}{\sqrt{l^2 + \frac{L^2}{4}}}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{4}{5}$$

$$\sin \alpha_2 = \frac{3}{5}$$

$$\frac{3mg \cdot 5}{4} -$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3mg \sin \alpha_2 - N \cos \alpha_2}{3m} = \frac{3N \cos \alpha_2 - 3mg \sin \alpha_2}{3m} = \frac{T_1 \cos \alpha_2}{m} = \frac{1}{4} \cdot 0,36 = 0,09$$

$$- \frac{3mg}{4} \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = mg \left(\frac{15}{4} - \frac{27}{4} \right) = - 1,23 \frac{1}{4} mg$$

$$3mg \cdot \left(- \frac{1}{0,8} - \frac{1}{8} \right) = mg \left(3 \cdot \frac{5}{4} - 0,18 \right) =$$

$$\frac{3 \cdot 5}{4} - \frac{3}{4} \cdot \frac{8}{5} \cdot \frac{3}{4} = \frac{15}{4} - \frac{27}{40}$$

$$3 \left(- \frac{5}{4} - \frac{1,44}{8} \right) = 3 \left(- \frac{5}{4} - 0,18 \right) = - \frac{15}{4} - 0,54$$

$$N = 4 \cdot 0,9 - 1,44 = 4 - 1,44 = 2,56 = 0,64$$

$$3 \left(- \frac{5}{4} - 0,3 \cdot 0,6 \right) = - \frac{15}{4} - 0,18 \cdot 3$$

$$3 \cdot 0,18$$

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{1,2}{1,6} = \frac{3}{4}$$

$$\frac{3}{4} \cdot 0,3 \cdot \frac{3}{4} = 0,9$$

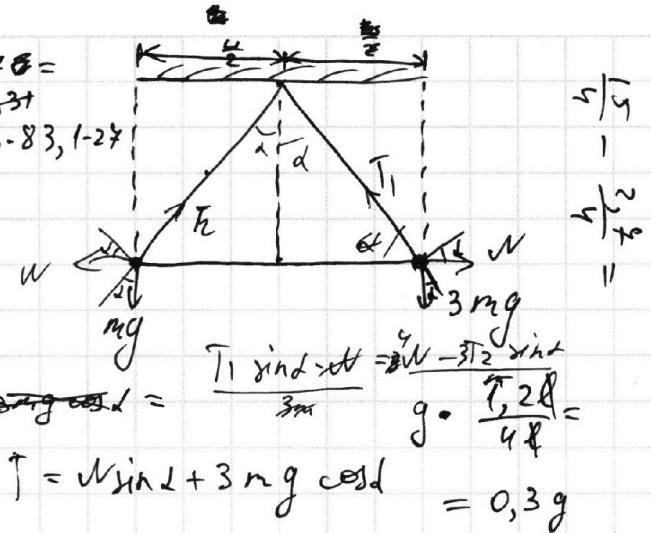
$$0,3 \cdot 0,6 = 0,18$$

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{0,3}{4} \cdot \frac{3}{4} = \frac{27}{64}$$

$$\frac{1}{4} \cdot 0,3 \cdot \frac{3}{4} = \frac{0,9}{16}$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{0,6}{\sqrt{4l^2 - L^2}}$$



$$T = N \sin \alpha_2 + 3mg \cos \alpha_2 = 0,3g$$

$$\frac{1,2}{2} = 0,6$$

$$= 3m g \frac{L}{2} = \frac{3mgL}{8}$$

$$N = \frac{mg(3 \sin \alpha_2 + \frac{3}{4} \frac{L}{2})}{\cos \alpha_2} = \frac{144}{40} = 3,6$$

$$N = \frac{3}{4} mg \frac{L}{2} = \frac{3mgL}{16} = 0,36$$

$$= mg \left(\frac{15}{4} - 0,18 \right) = \frac{144}{32} = 4,5$$

$$\frac{2,4}{4} = 0,6$$

$$\frac{2,4}{30} = 0,08$$

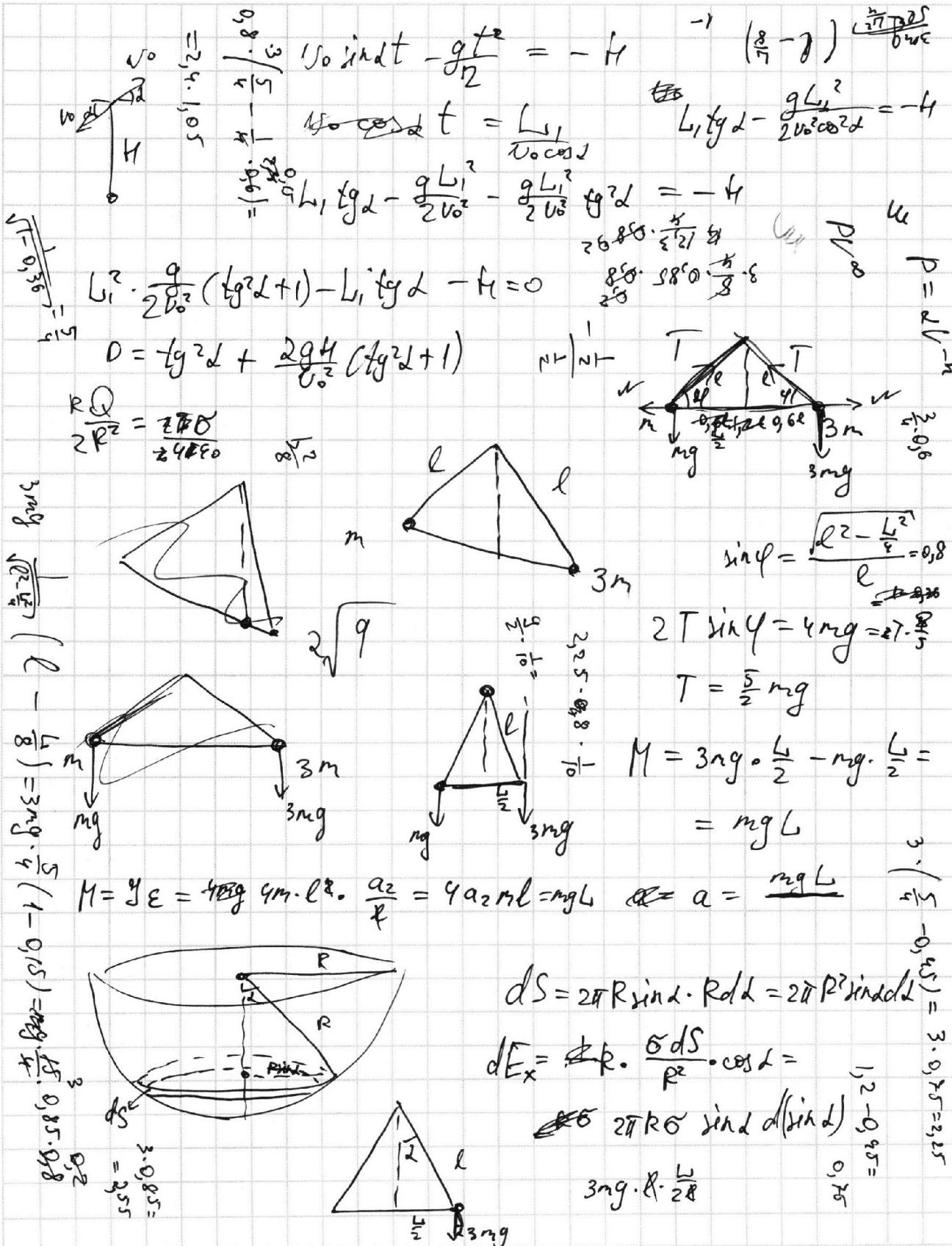
$$2,4 \cdot 0,6 = 1,44$$



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!

$$\frac{6,4}{9,4} = 1,6$$

$$\frac{26^4}{3^4} = \frac{1,638}{81}$$

$$w = \frac{v_4}{a}$$

-1,6·3
10

$$\therefore q_1 q = \frac{m v^2}{2}$$

$$\frac{4,8}{10} + 10^2$$

$$q\psi = \frac{Qq}{R} = \frac{mv_i}{z}$$

5/2

• - 478

$$q\varphi_2 = \frac{mc^2}{2} = \frac{kq\varphi}{R}$$

$$E = -\frac{d\mathcal{F}}{dt}$$

$$qf_1 = \frac{mv^2}{z}$$

$$q_1 = \frac{mv}{2g}$$

$$\frac{3}{4} \cdot \frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{\epsilon} q(\psi_1 - \psi_2) = \frac{m U_0^2}{2}$$

$$y_2 = \frac{R \alpha}{R}$$

$$g / \frac{m v^2}{2g} - \frac{kQ}{R} = \frac{mv^2}{z}$$

$$\frac{m_1 U^2}{2} - \frac{R g Q}{R} = \frac{m_1 U_0}{2}$$

$$24\sqrt{3} \cdot 10^{-6}$$

$$w = u + v$$

$$\frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 0.4 =$$

$$\frac{0.364}{0.04} = 1,6$$

$$V_0 = \sqrt{V^2 - \frac{2kqU}{mR}}$$

$$= \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$U_B = U_A \cdot \frac{Z}{\sqrt{3}} = 880 \text{ V}$$