



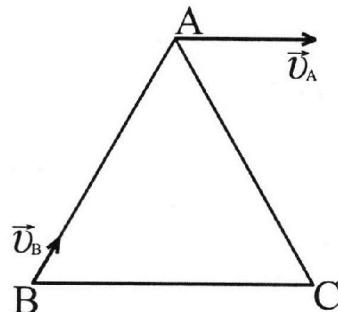
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-04



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}_B вершины В направлена вдоль стороны ВА и по величине равна $v_B = 0,4 \text{ м/с}$, а скорость \vec{v}_A точки А параллельна стороне ВС. Длины сторон треугольника $a = 0,4 \text{ м}$.



1. Найдите модуль v_A скорости вершины А.

2. За какое время τ пластина в системе центра масс совершил один оборот?

Пчела массой $m = 120 \text{ мг}$ прилетает и садится на пластину вблизи вершины С.

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

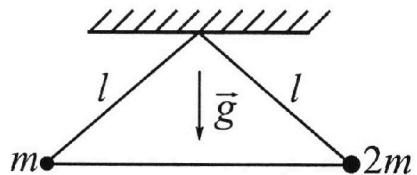
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали.

1. На какой высоте H разорвался фейерверк, если известно, что на высоте $h = 14,2 \text{ м}$ фейерверк летел со скоростью $V = 6 \text{ м/с}$? 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 $V_0 = 20 \text{ м/с}$. 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 $m = 90 \text{ г}$ и $2m$ подвешены на невесомых нерастяжимых нитях длины l , прикрепленных к одной точке потолка. Шарики скреплены с легким стержнем длины $L = 1,6l$. 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 $2m$ сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.

2. Найдите модуль a_2 ускорения шарика массой $2m$ 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.



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



Вариант 10-04

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

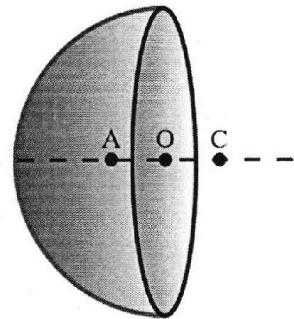
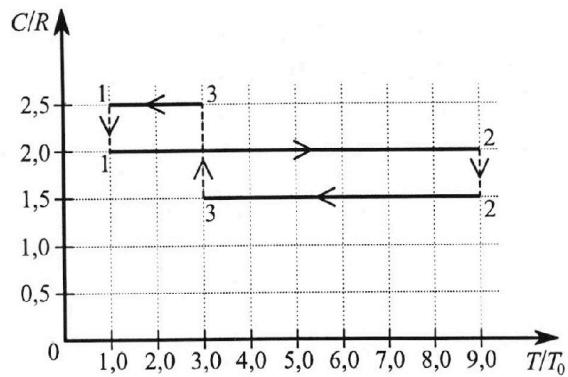
- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 5$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300\text{ K}$.

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 $M = 400\text{ кг}$ за $N = 20$ 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 A, O, C находятся на оси симметрии (см. рис.). Точка O удалена от всех точек полусферы на расстояние R . Из точки A стартовала с нулевой начальной скоростью частица, масса которой m , заряд q . Частица движется по прямой AC и на большом по сравнению с R расстоянии от точки O кинетическая энергия частицы равна K .

1. Найдите скорость V_O частицы в точке O. Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие на частицу всех сил кроме кулоновских пренебрежимо мало.
2. Найдите скорость V_C частицы в точке C. Точки A и C находятся на неизвестных равных расстояниях от точки O.

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

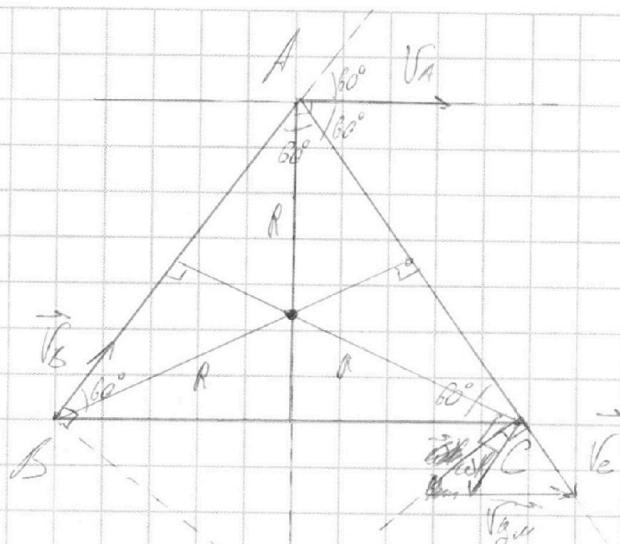
5

6

7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 3

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) Расширенный правило косинусов для \vec{BA}
(\vec{A} сопараллелен с \vec{BA}):

$$\text{Ox. } \vec{V_B} = \vec{V_A} \cos 60^\circ$$

$$\vec{V_A} = \frac{\vec{V_B}}{\cos 60^\circ} = \frac{0.4\%}{\frac{1}{2}} = [0.8 \text{ м/c}]$$

Масштаб расширения заданного радиуса:

$$\text{Sin} 60^\circ = \frac{V_c}{V_B} \Rightarrow V_c = V_B = 0.4\%$$

Проверим параллельность ~~сторон~~ и величину $\vec{V_A}$ и $\vec{V_B}$ вдоль A и B соотв. нормы и пересечения.

Проверим многоугольной линии правило -> параллель
норм. эти \vec{V}_c тоже будут пропорциональны \Rightarrow т.к. $\triangle ABC$ равносторонний, $\vec{V}_c \parallel \vec{V}_{AC}$

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 3

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) Докажем, что скорость третьей моды колесика можно записать, как $V = V_{\text{одн}} + \omega R$, где $V_{\text{одн}}$ - скорость центра колеса, ωR - приведенная составляющая скорости в третьей моде. Рассуждая, что центр колеса при движении находится в моде первоначальной по моделю, когда колесо вращается со скоростью ω , можем $\vec{V} = \vec{V}_{\text{одн}} + \vec{\omega} \times \vec{R}$

$$\Rightarrow R = \frac{2}{3} \sqrt{a^2 - \frac{1}{4} a^2} = \frac{2}{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{\sqrt{3}}{3} a$$

Из рисунка видно, что колесо вращается со скоростью, равной ω , а моде A: $\vec{V}_A \parallel \vec{V}_{\text{одн}}$ и $\vec{\omega} \perp \vec{V}_{\text{одн}}$ \Rightarrow

$$\Rightarrow \vec{V}_A \parallel \vec{V}_{\text{одн}}$$

т.к. $OA \perp BC$ и $OA \parallel A$

$$V_A = V_{\text{одн}} + \omega R$$

Из первоначальной скорости колеса получим Сформулировано
из $V_{\text{одн}}$, ωR и V_A
второсторонний

$$V_{\text{одн}} = V_c = \omega R \Rightarrow \omega = \frac{V_c}{R}$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi R}{V_c} = \frac{2\pi \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} a}{V_c} \approx \frac{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1}{17} \cdot 0,91}{0,7} = 3,04 \text{ с}$$



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
3 из 3

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) П.А. Малкин \leftarrow Малкинин, ~~но когда~~ когда
дела дела на штане C, ~~известно~~ изложено что
пока ~~известно~~ Малкин можно считать приво-
димо малкин \Rightarrow ~~Уравнение Малкин = П.А + С)R \Rightarrow~~
 \Rightarrow ~~П.А~~ 0 3.Н.

$$m\ddot{a} = R \leftarrow \text{рассмотрим вращение}$$

Ось вращения в C

~~все же вращение~~

$$m\omega^2 R = R /$$

$$R = \cancel{\frac{m\omega^2 R}{m\omega^2 R}} = \frac{m\omega^2 R}{m\omega^2 R} = \frac{m\omega^2}{R} = \frac{m\omega^2 \cdot 53}{2} =$$

$$= \frac{912 \cdot (94)^2 \cdot 17}{94} (A) \cancel{+ 985 (B)}$$

Ответ: $V_A = 984 \text{ м/с}$

$$T = 3,09 \text{ с}$$

$$R = 985 \text{ м}$$



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

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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

1) The business becoming ^{the} 1/1/2 all go, "reducing backlog,
MOLGA NO 30115:

$$\frac{m \cdot g^2}{2} = m \cdot g \cdot h \Rightarrow h = \frac{g^2}{2g} = \frac{36}{20} \text{ (m)} = 1,8 \text{ (m)}$$

Allgemeine Formel

$$\Rightarrow H_{\text{MAX}} = h + \Delta h = 1,8(11) + 14,2(11) = \boxed{16(11)}$$

^R бессена, таа көмүртөт. Чөлөөлөхөд = 6%.

2) ①  ②  ③ 

У координаті
 виконані зовнішні, та ~~так~~ максимальні
 коефіцієнти колін залежності від
 згинального моменту $\theta = 45^\circ$, отже від $3LH$
 коливань, та: $O = M_0 + mH$, та H -координати
 відповідають $\vec{T}_0 = -\vec{T}_1$, \Rightarrow зважаючи на
 (MAX залежність від T_0 , та mH залежність від
 згинального моменту $\theta = 45^\circ$ та залежність від
 згинального моменту $\theta = 45^\circ$ та залежність від
 згинального моменту $\theta = 45^\circ$ та залежність від

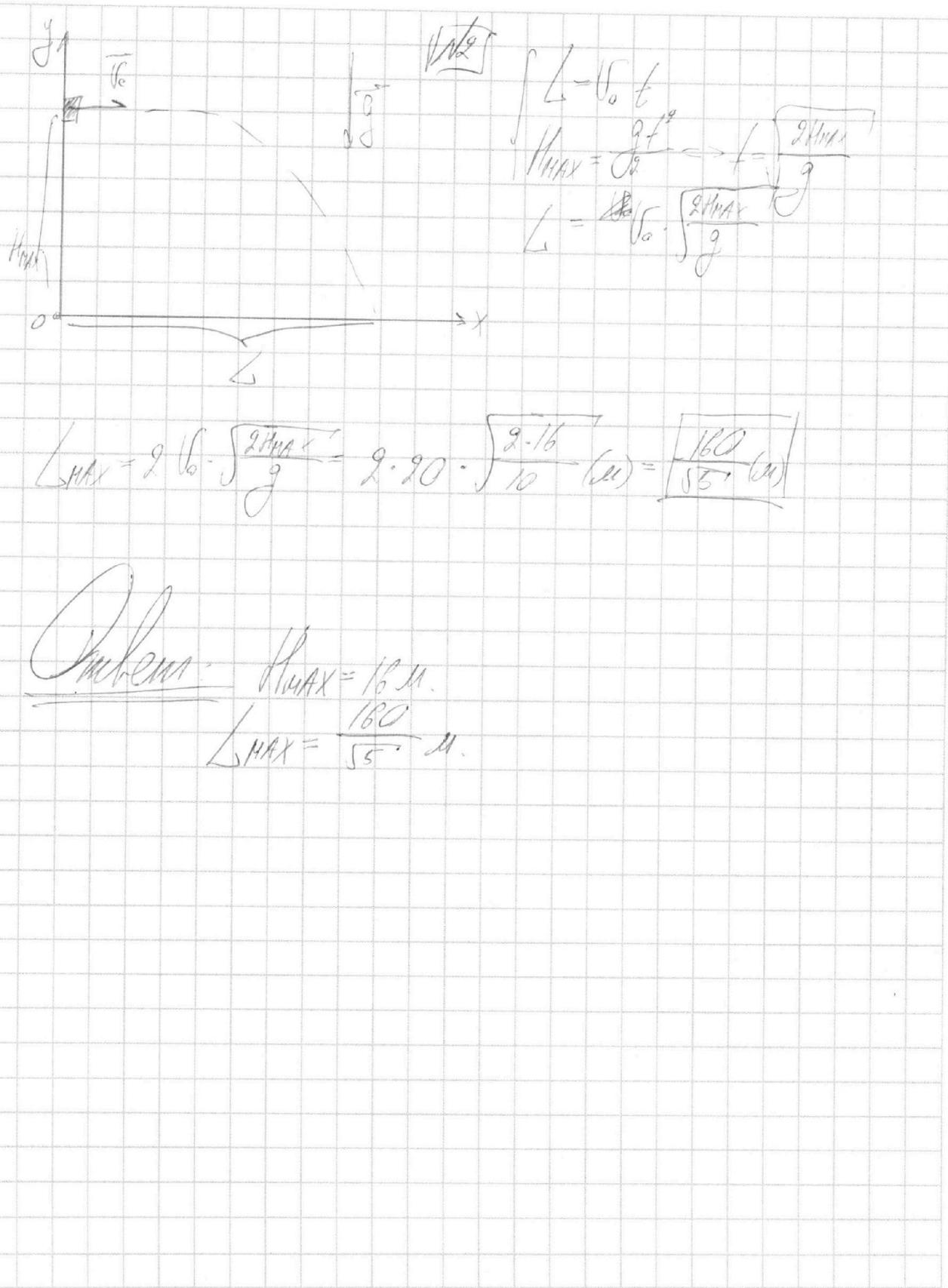
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.



- 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
9 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!



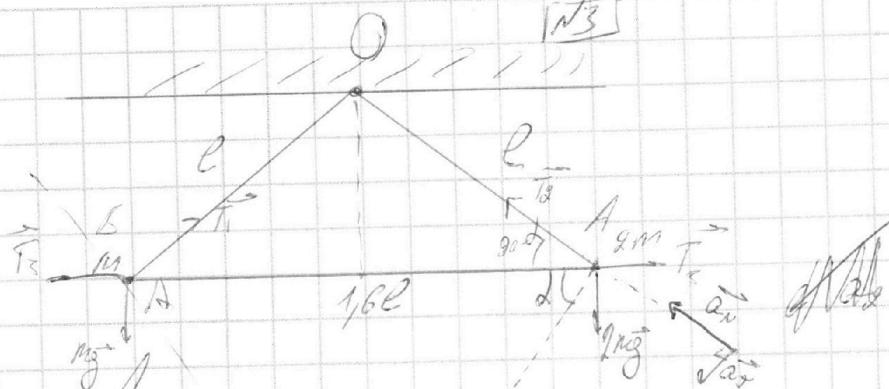


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и **суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно**.

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!



1) Ребята, это ~~хорошо~~ что вы ~~заняты~~ занимаетесь
чт. по определению ~~разных~~ бывают ~~какие~~ которых
и новые \mathcal{O} (all. pl.) \Rightarrow у ~~хорошо~~ есть ~~одинаковые~~
~~одинаковые~~ и ~~одинаковые~~ в \mathcal{O} и \mathcal{A} , где в \mathcal{O} \mathcal{O} и \mathcal{A} ,
а в \mathcal{A} / в \mathcal{O} с \mathcal{O} -ю в \mathcal{O} купленные \mathcal{O} куплены.

Очевидно, что вектора \vec{r}_N и \vec{r}_D перпендикулярны, т.к. $\vec{r}_N \cdot \vec{r}_D = 0$, т.е. угол между ними 90° .

2) Н.у. смежных тканей, $(\vec{a}_1) = (\vec{a}_2)$ при засел
 а, разреженных аденокарцина \vec{a}_2 , но близк. к.е. то
 близко ког. гистол. а. (однотипн.), когда заселен
 и 3-4. зд. гистол. норм на ~~ст.~~, соран-
 ябленик. с. ч.к. заселен. вин.

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!



1/3

$$2mg\alpha_2 = 2mg \cos(\vartheta - \alpha) - T_3 \cos \alpha = 2mg \sin \alpha - T_3 \cos \alpha \quad (1)$$

$$^+ m\alpha_2 = \cancel{T_3} \cos \alpha - mg \sin \alpha \quad (2)$$

$$3mg\alpha_2 = mg \sin \alpha$$

$$\alpha_2 = \frac{g \sin \alpha}{3} = \frac{10 \cdot 0,8}{3} \frac{\text{m/s}^2}{\text{s}^2} = \boxed{\frac{8}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

3) $\alpha_2(2)$:

$$T_3 = \frac{m\alpha_2 + mg \sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{0,09 \cdot \frac{8}{3} + 0,09 \cdot 10 \cdot 0,8}{0,6} \quad (3)$$

$$\textcircled{1} \quad \frac{0,94 + 0,72}{0,6} \quad (1) = \frac{0,96}{0,6} \quad (2) = \frac{96}{6} \quad (3) = \boxed{16 \text{ Н}}$$

Ответ:

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$\alpha_2 = \frac{8}{3} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$T_3 = 16 \text{ Н.}$$

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!

1) Уг праціла залежність, що:

1-2 - колючокові праці (т.н. $C = 2R$)

2-3 - квадратичні праці (т.н. $C = \frac{5}{2}R$)

3-1 - піздерливі праці (т.н. $C = \frac{5}{8}R$)

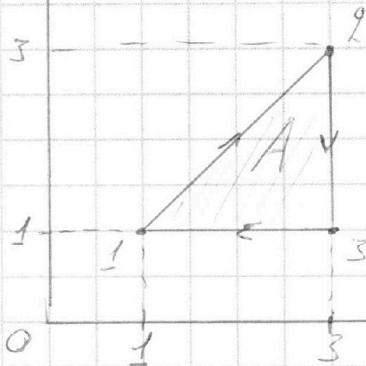
↓

1) УМК

$$p_1 V_1 = 2RT_1 \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{V_1}{V_3} = \frac{T_1}{T_3} = \frac{1}{3} \\ p_1 = p_3 = p_0 \end{array} \right. ;$$

$$\begin{aligned} p_2 V_2 = 2RT_2 \\ p_3 V_3 = 2RT_3 \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{p_2}{p_3} = \frac{T_2}{T_3} = \frac{3}{1} \\ V_2 = V_3 = 3V_1 = 3V_0 \end{array} \right. ;$$

p/p_0



V/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

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) Предположим, что А рабка клоунажа фасура, сидя в кресле сидит на стульчике, который вращается. Вес человека P_0 = 80 кг. Радиус колеса $R = 1,5 \text{ м}$. Угловое ускорение колеса $\alpha = 2 \text{ рад/с}^2$. Найти силу давления на сиденье.

$$A = (3P_0 - p_0)(3R - R) \cdot \frac{1}{2} - 2P_0$$

МК для нормы 1:

$$P_0 = 2P_f \Rightarrow A - 2P_0 = 2P_f = 2 \cdot 5 \text{ кн} \cdot 831 \text{ град/с}^2 \cdot 300\% = \\ = 84930 \text{ Дин}$$

3) Тр. груз перемещают между этажами. В грузе $\rightarrow O$

$$\text{Ентр. груз} = \frac{m \cdot g \cdot z}{2} \rightarrow O$$

$O \rightarrow 3 \text{ эт.}$

$$MgH = \frac{1}{2} \cdot A \cdot H$$

$$H = \frac{AH}{Mg} = \frac{24930 \cdot 90}{2400 \cdot 10} \approx 62,5 \text{ м}$$

Решение: $A = 84930 \text{ Дин}$

$$H = 62,5 \text{ м.}$$



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
— 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!

$$\rho = \text{const}$$

~~$\rho = \frac{Q}{V} = \frac{5}{2} P_{\text{ext}} T - p_0 V =$~~

$$= \frac{5}{2} P_{\text{ext}} T$$

$P = \frac{Q}{V} = \frac{5P}{9} T$

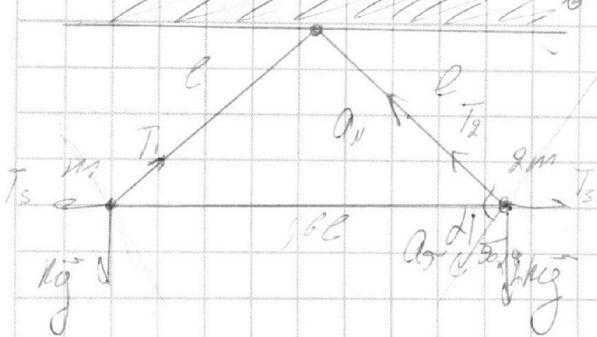
$$\vec{F}_B = \vec{F}_{\text{ext}} + \vec{F}_S$$

$$\vec{F}_S = \vec{F}_{g_B} - \vec{F}_{g_{B'}}$$

- 598 119
51 30°
1180

328 117
31 309

$$\begin{array}{r} \underline{109} \\ - 180 \\ \hline 153 \end{array} \quad \begin{array}{r} 116^8 \\ \underline{- 1} \\ \hline + 115 = \underline{115} \end{array}$$



○ =

$$g_{M12} = g_{M2} \cos(90^\circ) - T_{E33}$$

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

$$\sin Q = \frac{1}{2} \sin A$$



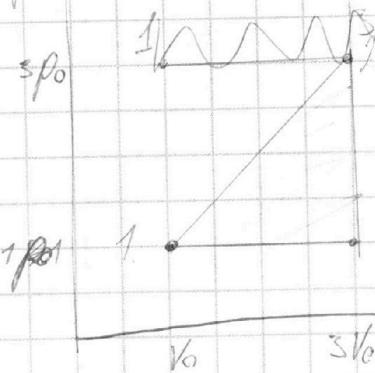
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

- 1 2 3 4 5 6 7

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!

P1



$$2p_0 \cdot 3V_0 = p_0 \cdot 2V_0 = 2p_0 V_0$$

$$p_0 V_0 = 2RT$$



$$3000 \cdot 8,31$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 3 \\ \hline 24,93 \end{array}$$

$$25000,00$$

$$\begin{array}{r} 250,00 \\ - 24 \\ \hline 10 \\ - 8 \\ \hline 20 \\ - 20 \\ \hline 0 \end{array}$$



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

1

2

3

4

5

6

7

СТРАНИЦА
_ ИЗ _

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