



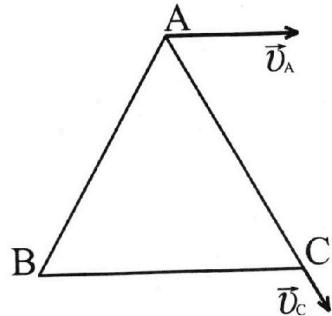
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-03



В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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



1. Найдите модуль v_C скорости вершины C.
2. За какое время τ пластина в системе центра масс 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.

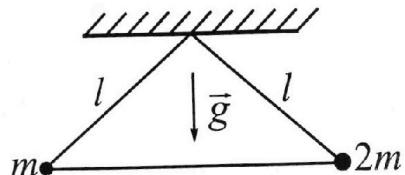
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h=15$ м фейерверк находился через $\tau=1$ с после начала полета.

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

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

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

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



1. Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
2. Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы. Начальная скорость нулевая. Ускорение свободного падения $g=10$ м/с².
3. Найдите модуль T упругой силы, с которой стержень действует на этот шарик сразу после освобождения системы.



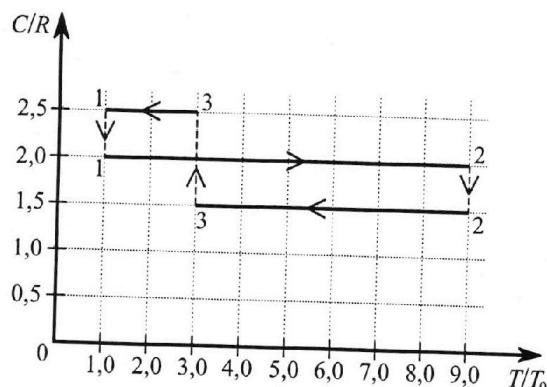
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**

Вариант 10-03



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

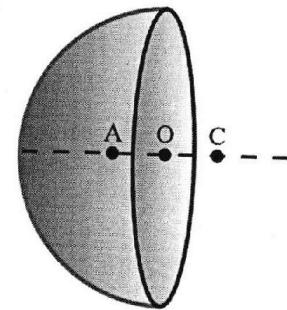
- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $v = 1$ моль однотипного идеального газа участвует в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 200\text{ K}$.



- Постройте график процесса в координатах $(P/P_0, V/V_0)$, здесь P_0, V_0 – давление и объем газа в состоянии 1.
- Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?
- На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 415\text{ kg}$ за $N = 25$ циклов тепловой машины? Ускорение свободного падения $g = 10\text{ m/c}^2$, универсальная газовая постоянная $R = 8,31\text{ Дж/(моль}\cdot\text{К)}$. 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 К.

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

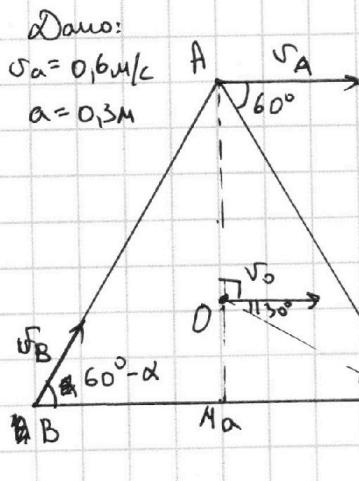


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
5 ИЗ 12

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



* В этом задании Δ -треугольник ABC , пластинка Т.н. Δ ~~равносторонний~~ равносторонний и $\vec{v}_A \parallel BC$, $\angle(\vec{v}_A, AC) = 60^\circ$

Т.н. Δ ~~равносторонний~~, можно записать как. Следуя движению на равном расстоянии для сторон AC :

$$1) v_A \cdot \cos 60^\circ = v_c$$

$$v_c = \frac{1}{2} v_A = 0,3 \text{ м/с}$$

(I) Т.н. путь, на котором лежит Δ плавает, т.к. Δ не испытывает давление внешние силы \Rightarrow центр масс Δ (точка O) — это центр Δ , геометрический, т.к. пластинка однородная) будет неизменен движение с $\omega = \text{const}$

пусть скорость точки B — v_B и она направлена под $\angle 60^\circ$ к стороне $AB \Rightarrow$ под $\angle 60^\circ - \alpha$ к стороне BC

тогда запишем кин. законы для AB и для BC :

$$1) v_B \cdot \cos \alpha = \frac{1}{2} v_A$$

$$\cancel{1) v_B \cos(60^\circ - \alpha) = v_A \cos 60^\circ \Rightarrow \frac{1}{2} v_A}$$

$$2) v_B \cos \alpha = v_c \cdot \cos 60^\circ = \frac{1}{2} v_a = \frac{1}{4} v_a$$

$$\Rightarrow v_B \cos \alpha = \frac{1}{2} v_B \cos(60^\circ - \alpha)$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2} (\cos 60^\circ \cos \alpha + \sin 60^\circ \sin \alpha)$$

$$\cos \alpha = \frac{1}{2} \cos \alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha$$

$$2) v_B (\cos(60^\circ - \alpha)) = \frac{1}{2} v_a = \frac{1}{4} v_a$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2} v_B \cos \alpha = \cos(60^\circ - \alpha) v_B$$

$$\frac{1}{2} \cos \alpha = (\cos 60^\circ \cos \alpha + \sin 60^\circ \sin \alpha)$$

$$\frac{1}{2} \cos \alpha = \frac{1}{2} \cos \alpha + \frac{\sqrt{3}}{2} \sin \alpha,$$

при этом $\cos \alpha > 0 \Rightarrow$
 $\sin \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0 \Rightarrow v_B$ вдоль

сторон AB и $v_B = v_A / 2$

Переходим в [УМ] (место центра масс)

Δ вращается и $\omega = \text{const}$ вокруг точки O . Кин. законы (см. I),



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
6 из 12

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!

из найдем v_0 - скорость центра масс.
из кин. связей на отрезок AO:

$$v_0 \cdot \cos 60^\circ (\vec{v}_0 | AO) = v_0 \cdot \cos 90^\circ = 0 \quad (\text{т.ч. } \Delta \text{ равносторонний}, \\ \Rightarrow \angle (\vec{v}_0 ; AO) = 0 \Rightarrow \vec{v}_0 \perp AO)$$

из кин. связей на отрезок OC:

$$v_0 \cdot \cos 30^\circ = v_c \cdot \cos 30^\circ \quad (\angle AOC = 120^\circ, AO, OC - бисектрисы \\ \text{соответствующих } \triangle) \\ v_0 = v_c = \frac{\sqrt{3}a}{2}$$

Переходим в СИМ (систему центра масс Δ):
В этот CO Δ вращается вокруг точки O_C
постоянной ω (угловая скорость)

~~$$\vec{v}_0 = \frac{v_0}{2} \cdot \vec{(AO)} = \left(\frac{v_A}{2} \right)^2 \cdot (AO) = \left(\frac{\sqrt{3}a}{2} \right)^2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} a = \frac{3\sqrt{3}}{4} a^2$$

$$AO = \frac{2}{3} AM, \text{ т.ч. } AM - \text{медиана}$$

$$AM = \sqrt{a^2 + AB^2 + 2AB \cdot \sin 60^\circ} = \sqrt{a^2 + \frac{3}{4}a^2 + 2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}a \cdot a} = \sqrt{\frac{7}{4}a^2} = \frac{\sqrt{7}}{2}a$$

$$T = 8\omega \cdot 2\pi = 16\pi \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}a = 2\sqrt{3} \cdot \sqrt{a} \cdot \pi = 2\sqrt{3} \cdot 0,36 \cdot \pi$$~~

$$AO = \frac{2}{3} AM, \text{ т.ч. } AM - \text{медиана}$$

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

$$\omega = \frac{v_A'}{(AO)} = \frac{v_A - v_0}{\frac{\sqrt{3}}{2}a} = \frac{v_A}{2a} \cdot \sqrt{3}$$

~~$$T = 8\omega \cdot 2\pi = 16\pi \cdot \frac{v_A}{2a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{8\pi v_A \sqrt{3}}{a} = \frac{8 \cdot 3,14 \cdot 0,6 \cdot 1,7}{0,3} = 17,02 \text{ с}$$

$$= \frac{314 \cdot 8 \cdot 17}{100 \cdot 10} = \frac{5338 \cdot 8}{10000} = \frac{42704}{10000} = 4,2704 \approx 4,27 \text{ с}$$~~

$$T = 8 \cdot \frac{2\pi}{\omega} = \frac{16\pi \cdot 2a}{\sqrt{3} v_A} = \frac{32\pi a}{\sqrt{3} \sqrt{a}} \approx \frac{32 \cdot 3,14 \cdot 0,3}{1,7 \cdot 0,6} = \frac{16 \cdot 3,14}{1,7} \approx \frac{17 \cdot 3,14}{1,7} = 31,4 \text{ с}$$



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.

1

2

3

4

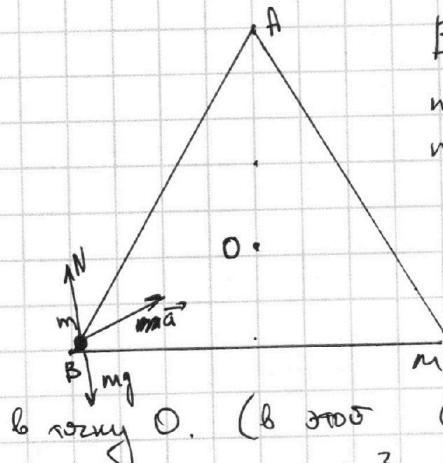
5

6

7

СТРАНИЦА
7 ИЗ 12

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



В СИМ (циркулярной с.о.) , т.к.
плоскость лежит не горизонтальной
пл-ти и $m < M \Rightarrow$ равномерность не
нарушается, $\vec{m} = \vec{N} \Rightarrow$ равнодействующее
всех действующих сил \vec{R} будет лежать
в горизонтальной пл-ти, т.к.
если рение верно \vec{a} лежит в
горизонтальной пл-ти и направлена
вокруг оси вращения с $\omega = \text{const}$)

$$\vec{R} = \vec{ma} \Rightarrow R^2 = \cancel{\frac{\omega^2}{\cancel{R}} \cancel{R^2}} = \cancel{\frac{306^2}{\cancel{R}^2}} R = m \cdot \omega^2 \cdot (BO) = m \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 10^3}{3} \cdot \frac{306^2}{4a^2} =$$

$$= m \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 10^3}{4a} = \frac{\sqrt{3} \cdot 60 \cdot 10^{-3} \cdot 0,36}{4 \cdot 0,3} \approx \frac{1,7 \cdot 60 \cdot 0,3}{1000} = \frac{1,7 \cdot 18}{1000} = \frac{306}{10000} =$$

$$= 0,0306 \text{ Н} \approx 0,03 \text{ Н}$$

Ответ:

$$\omega = \frac{\sqrt{A}}{2} = 0,3 \text{ м/с}$$

$$T = \frac{32\pi a}{\sqrt{3} \sqrt{A}} \approx 31,4 \text{ с}$$

$$R = m \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot \sqrt{A}^2}{4a} \approx 0,03 \text{ Н}$$

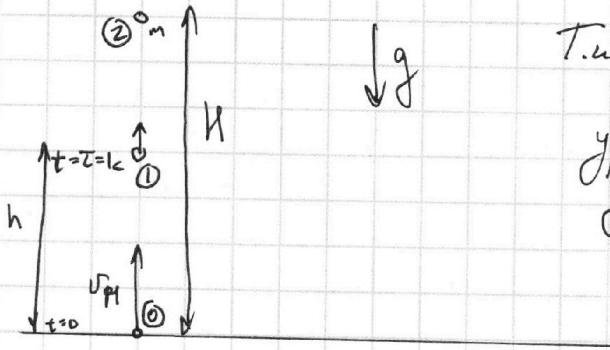


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
8 ИЗ 12

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!



Т.к. г физика летит по вертикали,

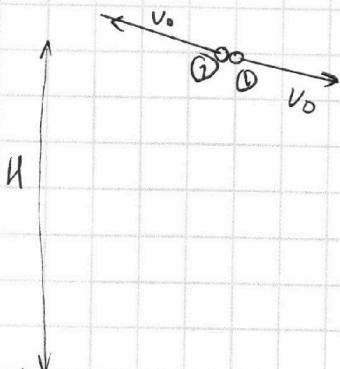
уравнение движения из состояния 0
до состояния 1:

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \\ v_0 = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2}$$

~~у-кие движения из состояния 0 до состояния 2 (подъем
на максимум вниз)~~

из закона сохранения энергии для состояния 0 и 2:

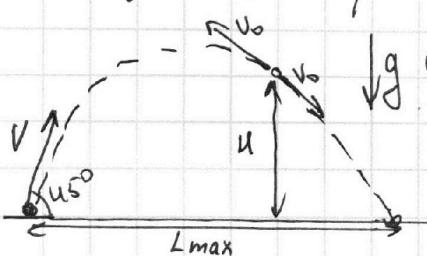
$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh \Rightarrow h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2}\right)^2}{2g} = \frac{h^2}{t^2} + hg + \frac{g^2t^2}{4} = \frac{h^2}{2g} + \frac{h}{2} + \frac{gt^2}{8} = \\ = \frac{(15+5)^2}{20} = 20 \text{ м}$$



Т.к. из этого основок летят ~~не~~ по вертикали, его скорость в состоянии 2 равна 0. \Rightarrow из закона сохранения импульса $0 = m\vec{v}_0 + m\vec{v}_2 \Rightarrow \vec{v}_2 = -\vec{v}_0$ (т.к. основок равной массы)

$$0 = m\vec{v}_0 + m\vec{v}_2 \Rightarrow \vec{v}_2 = -\vec{v}_0 \quad (\text{т.к. основок равной массы})$$

Перейдем в С.О. связанные со землей осьюми.
т.к. в земной С.О. у обоих основков было ускорение в С.О., связанных со землей основки, то основа будет движущее равномерно



у обоих основков ускорение \vec{g} \Rightarrow их траектории - одна парабола $\Rightarrow L_{\max}$ будет максимальным, если эта парабола будет совпадать с траекторией движения основка, брошенного с земли под $\angle 45^\circ$



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 12

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!

\Rightarrow осколки движутся участок на землю под $\angle 45^\circ$

Скорость V - равна, как осколок, брошенный с земли со скоростью V_0 под $\angle 45^\circ$ на высоте H будет иметь скорость V_b

$$H = \frac{V_0^2 - V^2}{2g} = \frac{V^2 - V_0^2}{2g}$$

$$\Rightarrow V^2 = 2gH + V_0^2 = \left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2}\right)^2 + V_0^2$$

$$V = \sqrt{\left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2}\right)^2 + V_0^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \text{ м/с}$$

$$L_{\max} = \frac{V \cdot \sin(645^\circ)}{g} = \frac{V^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{V^2}{g} = \frac{50 \cdot 50}{10} = 250 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } H = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2}\right)^2}{2g} = 20 \text{ м}$$

$$L_{\max} = \frac{\left(\frac{h}{t} + \frac{gt}{2}\right)^2 + V_0^2}{g} = 250 \text{ м}$$

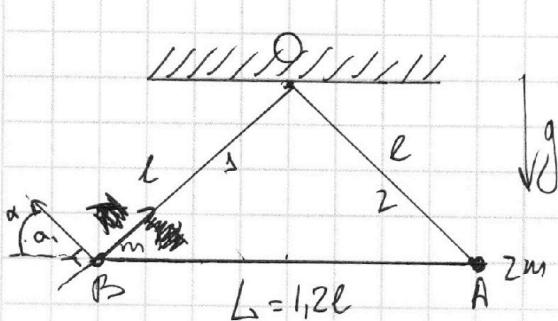


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи** отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
10 из 12

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



В начальном моменте скорость груза с массой m равна $0 \Rightarrow a_m = 0 \Rightarrow a_1 = 0$ и мы имеем

5) В начальном моменте обе силы направлены \Rightarrow груз массой m будет двигаться по окружности радиусом l , с центром в точке O .

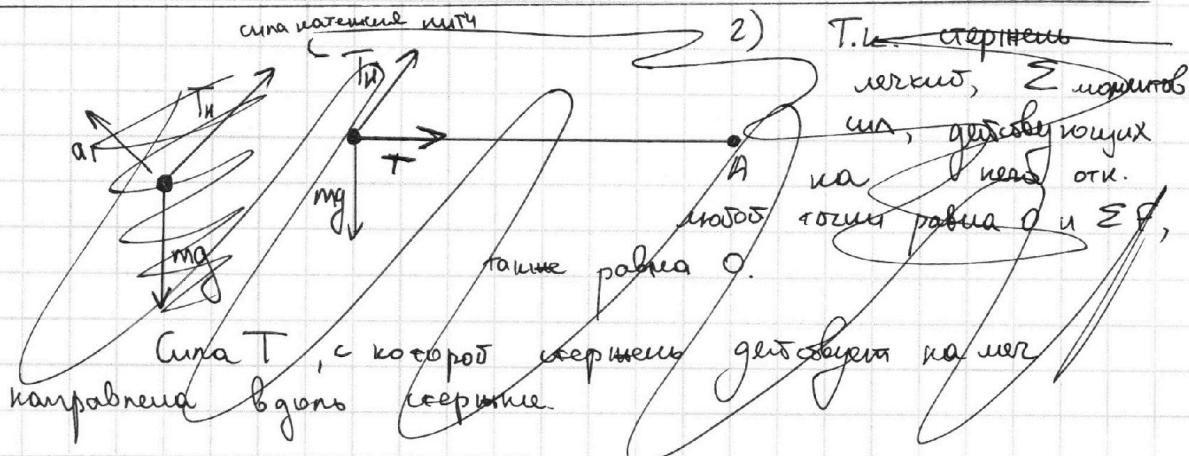
$$S = \frac{1}{2} l l \sin(90^\circ - \alpha) = \sqrt{p(p-l)^2(p-l)} =$$

$$= \sqrt{\frac{2l+1.2l}{2} (1.6l-l)^2 (1.6l-1.2l)} = \sqrt{1.6l \cdot 0.36l^2 \cdot 0.4l} = l \sqrt{\frac{16 \cdot 36 \cdot 4}{10000}} =$$

$$= l \sqrt{\frac{4^2 \cdot 6^2 \cdot 2^2}{100^2}} = l^2 \frac{48}{100} = 0.48l^2$$

$$S = 0.48l^2 = \frac{1}{2} \cdot 1.2l \cdot l \cdot \cos\alpha = 0.6l^2 \cos\alpha$$

$$0.8 = \cos\alpha \Rightarrow \sin\alpha = \sqrt{1 - 0.8^2} = 0.6$$

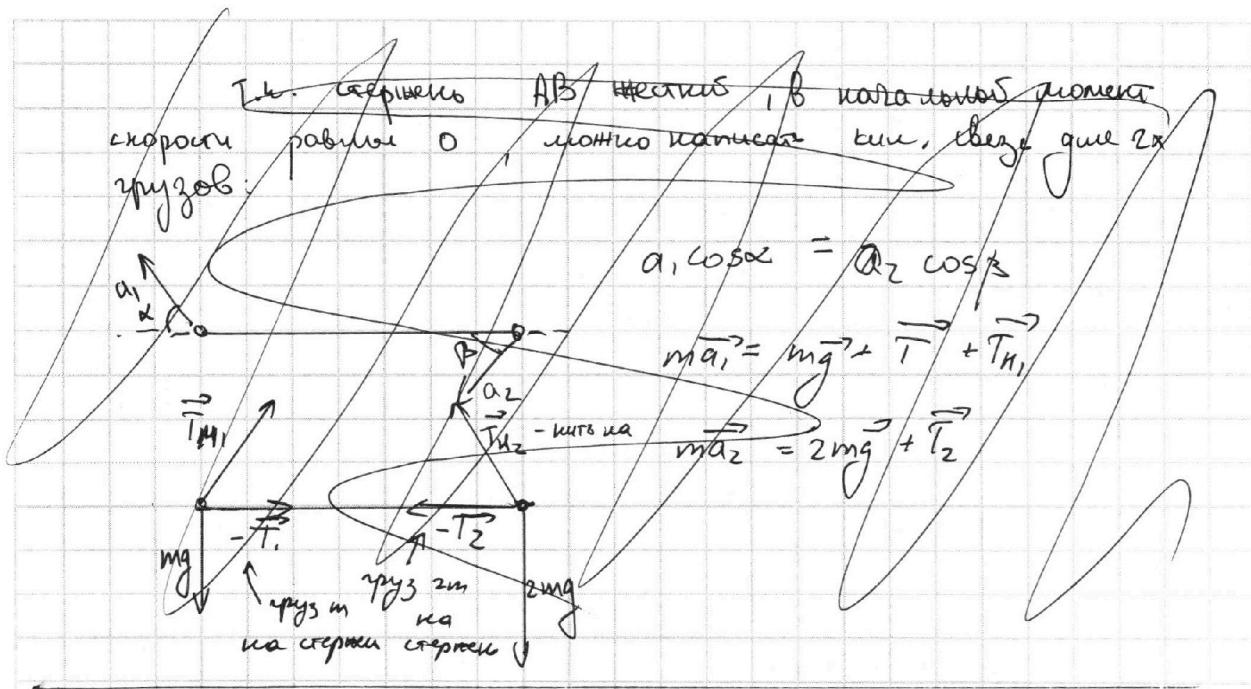


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

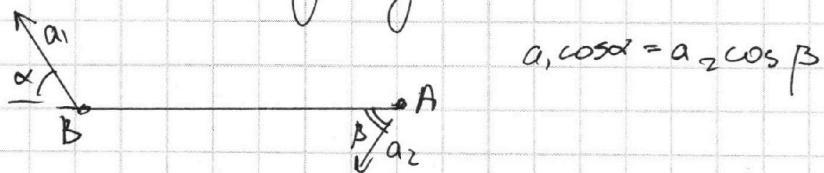
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

СТРАНИЦА
11 из 12

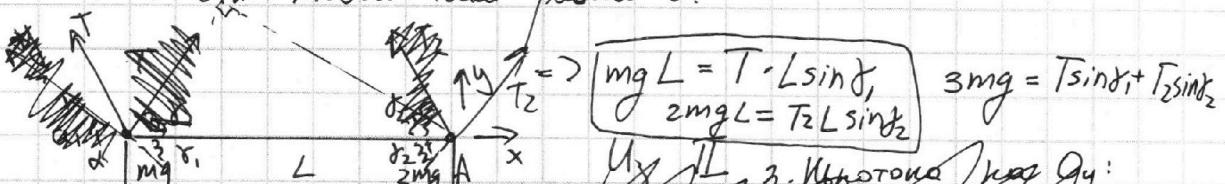
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



стержень AB несет, в начальный момент скорости грузов (моменты стержня) равны 0 \Rightarrow можно записать как . следуя для упрощения:



Т.к. стержень легкий, ΣF и ΣM (и их производные с н.) на него отн. любой точки равна 0.



$$mgL = T \cdot L \sin \alpha_1, \quad 2mgL = T \cdot L \sin \alpha_2$$

$$3mg = T \sin \alpha_1 + T \sin \alpha_2$$

Узел 3. Ищем силу T_{xy} :

$$ma_x = mg \sin \alpha_1 + T \cos(180^\circ - \alpha_1 - \alpha_2) \quad (T_{xy} + O_y, \text{ ищем параллельно оси})$$

$$T \cos \alpha_1 = T \cos \alpha_2$$

Узел 2. Ищем силу T_{xy} :

$$T_2 \cos \alpha_2 - T \cos \alpha_1 = 0$$

$$T_2 \cos \alpha_2 = T \cos \alpha_1$$

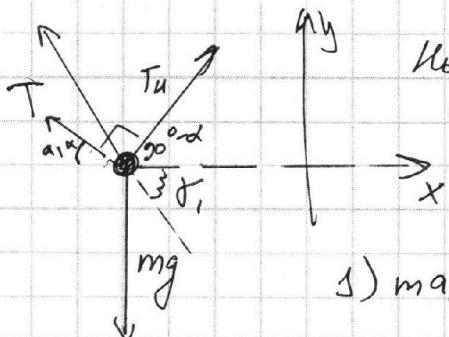


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
12 ИЗ 12

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!



Запишем II з.
Ньютона для груза
на Ox и Oy :

$$1) ma_1 \cos\alpha = T_{u1} \sin\alpha + T_{s1} \cos\gamma,$$

$$2) ma_1 \sin\alpha = T_{u1} \cos\alpha + T_{s1} \sin\gamma - mg =$$

$$= T_{u1} \cos\alpha$$

$$(T_{u1} \cdot mg = T_{s1} \sin\gamma)$$

$$\Rightarrow \Rightarrow T_{u1} = ma_1 \tan\alpha$$

$$ma_1 \cos\alpha = -ma_1 \tan\alpha \cdot \sin\alpha + T \cos\gamma,$$

$$T \cos\gamma = ma_1 \left(\cos\alpha + \frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha} \right) = \frac{ma_1}{\cos\alpha}$$

Аналогично, где груза массой $2m$ получим:

$$1) ma_2 \cos\beta = T_{u2} \sin\gamma - T_2 \cos\gamma$$

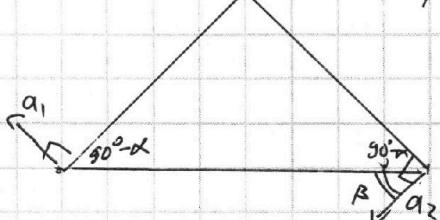
$$2) ma_2 \sin\beta = 2mg - T_2 \sin\gamma + T_{u2} \cos\gamma$$

По т.к. скорость груза 2 равна радиуса R ,

$\vec{a}_2 \perp$ радиусу

из радиальной приводим $\Delta \Rightarrow \beta = \alpha \Rightarrow$

т.к. $a_1 \cos\alpha = a_2 \cos\beta$, $a_2 = a_1$





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.

 1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
1 ИЗ 12

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!

Дано:

1) Т.н. процесс 3-1 политропический и его

$\bar{J} = 1 \text{ моль}$

теплоемкость $\frac{5}{2}R$ - это изобарный процесс

$T_0 = 200 \text{ K}$

процесс 2-3 также политропический

такой однодатомный \Rightarrow

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

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

$\Rightarrow T_2 = 3T_0$. $C_{23} = \frac{3}{2}R = C_V$ - это изохорический процесс

$$\Rightarrow P_1 = P_0 = P_3 ; T_1 = T_0$$

$$V_2 = V_3 ; T_2 = 3T_0$$

$$T_3 = 3T_0$$

У3 з-на Менделеева-Капеллана:

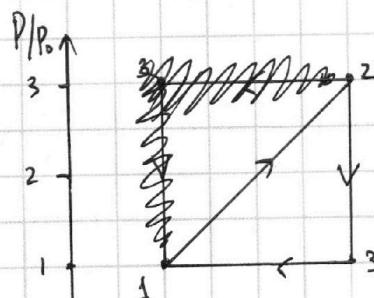
$$1) P_0 V_0 = J R T_0 \text{ - const. 1}$$

$$2) P_2 V_2 = J R \cdot 3T_0 \text{ - const. 2}$$

$$3) P_3 V_3 = P_0 V_2 = J R \cdot 3T_0 \text{ - const. 3.}$$

$$\Rightarrow V_2 = 3V_0$$

$$P_2 = 3P_0$$

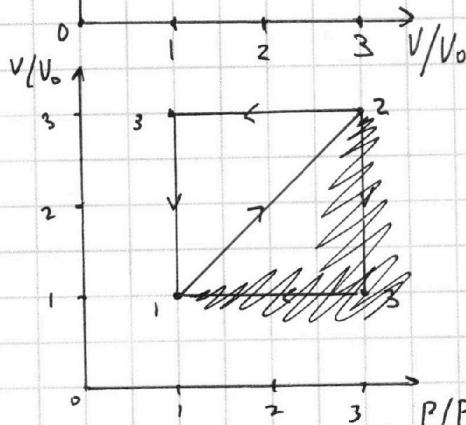


Процесс 1-2 также политропа
(с постоянной теплоемкостью) \Rightarrow

имеет вид $P V^n = \text{const}$

$$n = \frac{C - C_V}{C - C_P} = \frac{2 - \frac{3}{2}}{2 - \frac{5}{2}} = \frac{0,5}{-0,5} = -1$$

\Rightarrow процесс 1-2 - изобарный
($P \propto V$)



Построим график $P/P_0(V/V_0)$ - верхний график и $V/V_0(P/P_0)$ - нижний график.

Далее в решении "график" - верхний график $P/P_0(V/V_0)$

2) ~~Изотермы Гейслера~~

Т.н. процесс 1-2-3-1 - цикл,
изменение внутренней энергии
газа за цикл не меняется

$\Rightarrow Q_1 = A_1$ - работа газа за весь цикл. (из 120 кд)

Термодинамики

$A_1 \approx$ площадь под графиком



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
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!

$$A_1 = \frac{2P_0 \cdot 2V_0}{2} = 2P_0 V_0 - \text{площадь } \Delta \text{ равна основанию на высоту пополам.}$$

из Менделеева - Капелброна:

$$P_0 V_0 = 2RT_0$$

$$\Rightarrow Q_1 = A_1 = 2P_0 V_0 = 2 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200 = 831 \cdot 4 = 3200 + \\ + 120 + 4 = 3324 \Delta \text{Ht}$$

3) Дано:

$$\eta = 0,5$$

$$M = 415 \text{ кг}$$

$$N = 25$$

$$U - ?$$

движение потери начальная энергия груза.

$W = \eta A_1$ - полезная работа подъемника

$NW = MgH$ - т.к. груз поднимается медленно, полезная энергия идет на

$$MgH = N\eta A_1$$

$$H = \frac{N\eta A_1}{Mg} = \frac{N\eta \cdot 2RT_0}{Mg} = \frac{25 \cdot 0,5 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 200}{415 \cdot 10} = \frac{20 \cdot 25 \cdot 8,31}{415} =$$

$$= \frac{5 \cdot 25 \cdot 831}{415} = \frac{831}{83} \approx 10 \text{ м}$$

Ответ: $Q = 3324 \Delta \text{Ht}$

$$H \approx 10 \text{ м}$$

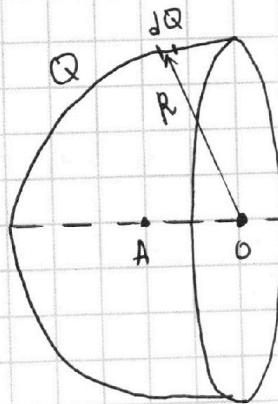


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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
3 из 12

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!



Дано:

$R; m; q; k; \epsilon_0; Q$

$V?$

$V_c?$

1) Возьмем произвольную поверхность с малым зарядом dQ .

$$d\Phi_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dQ}{R}$$

в точке O от заряда dQ заряд dQ считают тогдами.

$$\Phi_0 = \int d\Phi_0 = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dQ}{R} = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{dS \cdot Q}{SR} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{R} -$$

- потенциал в точке O от полусферы.

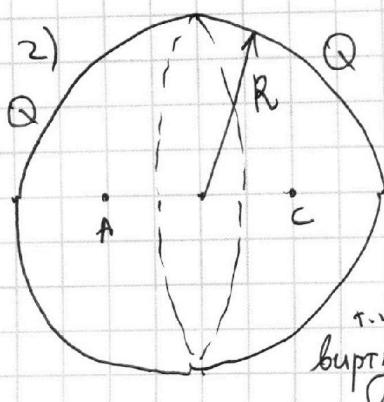
(т.е. заряд Q распределен равномерно)

Запишем закон сохранения энергии для заряда q в точке O и когда он удален на ∞ :

$$K + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}qV^2$$

$$K + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{R} = \frac{1}{2}qV^2 \Rightarrow V^2 = \frac{2}{m} \left(K + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{R} \right)$$

$$V = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{R} \right)}$$



Мысленно добавим вторую полусферу, дополнив данную нашу полусферу до сферы.

Тогда $\Phi_{A'} = \Phi_{C'} = \frac{2Q}{4\pi\epsilon_0 R}$ — потенциал сферы равен во всех точках, заряженная равномерно, заряд полусферой также равен Q



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
Ч ИЗ 12

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!

При этом, т.к. $AO = OC$, т.к. O симметричны относительно прямой $\Rightarrow \varphi_A' = \varphi_C' = \varphi_A + \varphi_C$, где φ_A - потенциал, который создает реальную полутору в точке A , а φ_C - потенциал, который создает реальную полутору в точке C .

Т.к. имеем виртуальную полутору точки A только такое же, с точки O зрения потенциалов, как имеем реальную полутору точки C и наоборот

$$\Rightarrow \varphi_A + \varphi_C = \frac{2\pi Q}{R} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

Запишем закон сохранения энергии для заряда q , когда он движется в точке A и в точке O :

$$\varphi_{AO} = \varphi_{Oq} + K$$

$$\varphi_{AO} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} + K \Rightarrow \varphi_{Oq} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 R} - K \quad (\text{т.к. } (\varphi_A + \varphi_C)q = \frac{2\pi Qq}{4\pi\epsilon_0 R})$$

Запишем закон сохранения энергии для заряда q , когда он движется в точке A и в точке C :

$$\varphi_{Aq} = \varphi_{Cq} + \frac{mV_c^2}{2}$$

$$\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{R} + K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{R} - K + \frac{mV_c^2}{2}$$

$$\frac{mV_c^2}{2} = 2K$$

$$V_c = \sqrt{\frac{4K}{m}}$$

Ответ:

$$V = \sqrt{\frac{2}{m} \left(K + \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qq}{R} \right)}$$

$$V_c = \sqrt{\frac{4K}{m}}$$