



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

Вариант 10-01



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

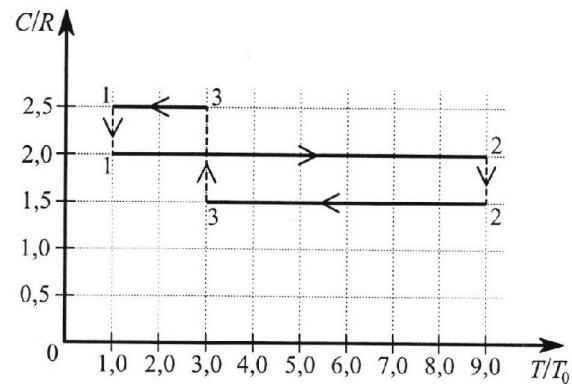
- 4.** Подъемник грузов приводится в движение с помощью тепловой машины, в которой $\nu = 2$ моль однотипного идеального газа участвуют в цикле 1-2-3-1. Зависимость молярной теплоемкости газа в цикле от температуры представлена на графике к задаче, $T_0 = 300 \text{ K}$.

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

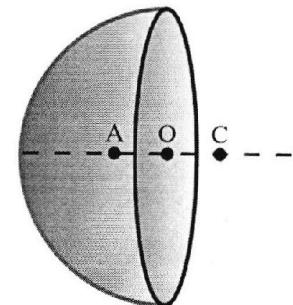
2. Какое количество Q_1 теплоты подводится к газу в процессе расширения за один цикл?

3. На какую высоту H подъемник медленно переместит груз массой $M = 150 \text{ кг}$ за $N = 10$ 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 . В точке О частица движется со скоростью V_O .



1. С какой скоростью V частица движется на большом по сравнению с R расстоянии от точки О? Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . 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.



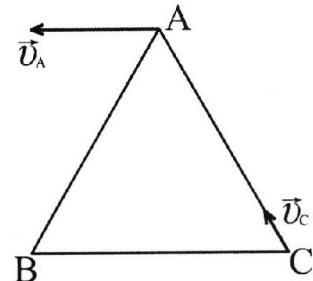
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025**



Вариант 10-01

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 $v_A = 0,4$ м/с, а скорость \vec{v}_C вершины C направлена вдоль стороны CA. Длины сторон треугольника $a = 0,2$ м.



- Найдите модуль v_C скорости вершины C.
- За какое время τ пластина в системе центра масс совершил три оборота?

Пчела массой $m = 100$ мг прилетает и садится на пластину вблизи вершины B.

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

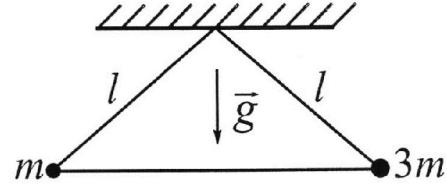
2. Фейерверк установлен на горизонтальной площадке. После мгновенного сгорания топлива начинается полет фейерверка по вертикали. В процессе подъема на высоте $h = 8$ м фейерверк находился через $\tau = 0,8$ с после начала полета.

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

На максимальной высоте фейерверк разрывается на два осколка одинаковой массы, один из которых летит со скоростью $V_0 = 20$ 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.

3. Два шарика с массами $m = 0,1$ кг и $3m$ 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.



- Какой угол α с горизонтом образует вектор \vec{a}_1 ускорения шарика массой m сразу после освобождения системы? В ответе укажите $\sin \alpha$.
- Найдите модуль a_1 ускорения шарика массой m 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.

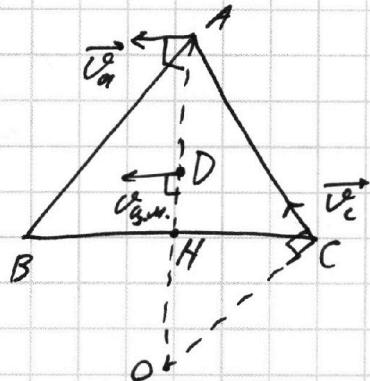
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

СТРАНИЦА
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



1) Перенесём центродинамич. массы из А и С к скоростной. Площадь О-изменения центра вращения.

$$AO = \frac{AC}{\cos 30^\circ} = \frac{a}{\cos 30^\circ}$$

$$OC = AC \cdot \tan 30^\circ = a \tan 30^\circ$$

Плата дли. скорость $\omega = \frac{v_a}{AO} = \frac{v_a}{a \cos 30^\circ}$.

Скорость $v_c = WR = \frac{v_a}{a} \cos 30^\circ \cdot a \tan 30^\circ = v_a \sin 30^\circ = \frac{v_a}{2} = 0,2 \text{ м/с.}$

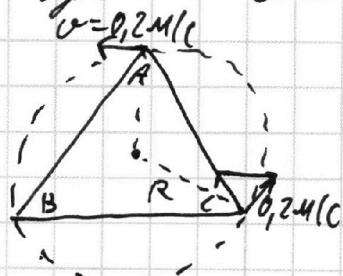
2) Рассчитаем скорость центра масс:

$$v_{\text{ц.м.}} = w \cdot OD$$

$$\begin{aligned} OD &= AO - AD = AO - \frac{2}{3}AH = AO - \frac{2}{3} \cdot AB \cdot \sin 60^\circ = \\ &= \frac{a}{\cos 30^\circ} - \frac{2}{3} \cdot a \cdot \sin 60^\circ = \frac{2a\sqrt{3}}{3} - \frac{a\sqrt{3}}{3} = \frac{a\sqrt{3}}{3}. \end{aligned}$$

$$v_{\text{ц.м.}} = \frac{v_a}{a} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{a\sqrt{3}}{3} = v_a \cdot \frac{1}{2} = 0,2 \text{ м/с.}$$

Перенёсём в ц. о. центральная масса:



Преул. брашалася по окружности.

$$Z = \frac{3 \cdot 2\pi R}{v} = \frac{6\pi \cdot 0,2 \cdot \sqrt{3}}{0,2 \cdot 3} = 2\sqrt{3}\pi.$$



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!

3) На шару, имеющем радиус 88, действует центробежное ускорение к центру тяготения, так как она движется по окружности. По ЕЭЗ-му закону:

$$f_n = R = ma_n = m \frac{v^2}{R} = m \cdot \frac{0,2^2 \cdot 3}{0,2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{3}{5} \cdot \frac{\sqrt{3}m}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{5} m = \frac{\sqrt{3}}{50000} m$$

Ответ: $|v_c| = 0,2 \text{ м/с}$; $T = 2\sqrt{3}\pi$; $R = \frac{\sqrt{3}}{50000} m$



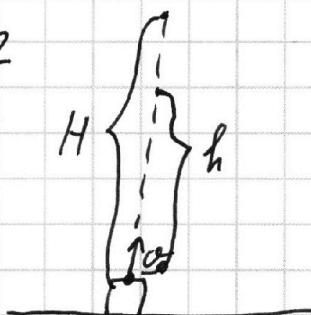
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

N^o 2



1) Записать уравнения движения:

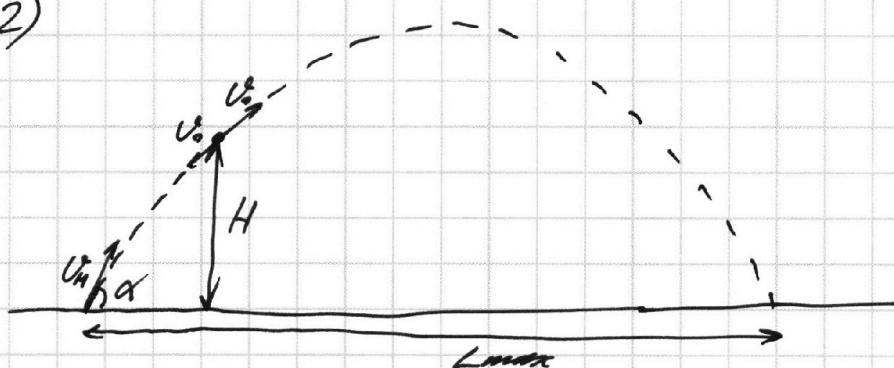
$$h = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$H = \frac{v_0^2 - 0^2}{2g}$$

$$\rightarrow v_0 = \frac{h}{t} + \frac{gt}{2} = 10 + 4 = 14 \text{ м/с.}$$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{14^2}{20} = 9,8 \text{ м.}$$

2)



Вектор скорости в момент разрыва приводим к направлению, так как иначе не сохранилась бы ширина симметрии. Движение двух снарядов всегда можно представить как одну нарастающую (скорость в симметричных точках комарий однокаковы). Необходимо найти найденное расстояние L_{max}.

(скорость v₄ фиксируется из 3 по согр. жестк.)

$$mgh + \frac{mv_4^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} \Rightarrow v_4^2 = v_0^2 + 2gh = (140^2 + 98) \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} = 596 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$



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**.

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <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!

Максимальная длина откоса равна длине откоса
при $\alpha = 45^\circ$: $L_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$.

$$\text{Значит } L_{\max} = \frac{596 \cdot 1}{10} = 59,6 \text{ м.}$$

Проверим, что верхняя точка находиться
ниже, чем H :

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{596 \cdot \frac{1}{2}}{20} = \frac{596}{40} = 14,9 \text{ м} > 9,8 \text{ м.}$$

Ответ: $H = 9,8 \text{ м}; L_{\max} = 59,6 \text{ м.}$



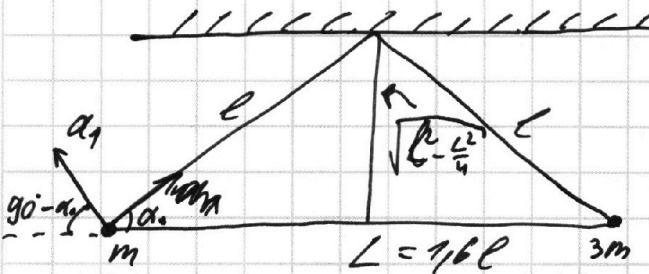
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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

N-3



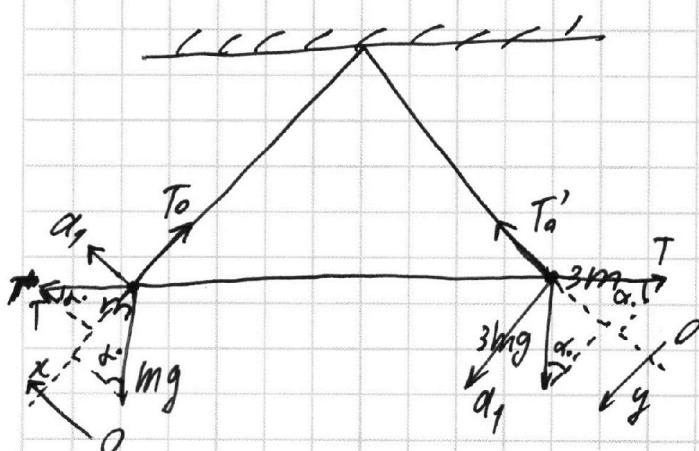
был укорочен. Значит, присутствует малоподвижный
координатный комплекс, действующий
во время (пространственное значение во времени
последовательности). Тогда:

$$\sin \alpha_0 = \frac{\sqrt{P^2 - \frac{L^2}{4}}}{L} = \sqrt{1 - \frac{L^2}{4P^2}} = \sqrt{1 - \frac{16f^2 P^2}{4P^2}} =$$

$$= \sqrt{9 - 2.56} = \sqrt{1.44} = \underline{\underline{0.12}} = 0.6.$$

$$\cos \alpha_0 = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8 = \sin(90^\circ - \alpha) = \sin \alpha.$$

2) Standardized cancer risk communication:



Установлены грузов кабин,
так как установлены мес-
тки.

Занятие II 3-4 Некоторые
задачи задачи:
решения.

$$Ox: T \cos \alpha_0 - mg \cos \varphi_0 = ma_1.$$

Решение:



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

$$Og: 3mg \cos \alpha_0 - T \cos \alpha_0 = 3ma_1$$

Складываем уравнения, получаем:

$$3mg \cos \alpha_0 - T \cos \alpha_0 + T \cos \alpha_0 - mg \cos \alpha_0 = 4ma_1$$

$$2mg \cos \alpha_0 = 4ma_1$$

$$\alpha_1 = \frac{g \cos \alpha_0}{2} = \frac{10 \cdot 0,8}{2} = 4 \text{ м/с}^2$$

Вычтем из T из первой уравнения:

$$T \cos \alpha_0 = ma_1 + mg \cos \alpha_0$$

$$T = \frac{ma_1}{\cos \alpha_0} + mg = m \left(g + \frac{a_1}{\cos \alpha_0} \right) = m \left(10 + \frac{9}{0,8} \right) = \\ = m \cdot (10 + 11.25) = 11.25m = 11.25 \text{ Н}$$

Ответ: $\sin \alpha = 0,8; a_1 = 9 \text{ м/с}^2;$
 $|T| = 11.25 \text{ Н}$

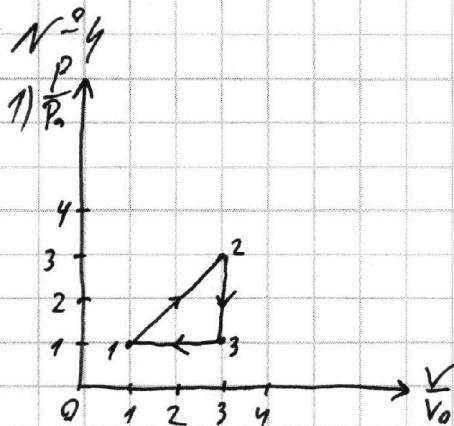


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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



Все процессы в задаче не являются тривиальными, а значит подчиняются закону $PV^\gamma = \text{const}$, где $\gamma = \frac{C - C_p}{C - C_v}$, C - теплоёмкость при постоянстве давления.

Рассмотрим для всех

процессов:

$$\gamma_1 = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R - \frac{3}{2}R} = \frac{-\frac{R}{2}}{\frac{R}{2}} = -1 \quad (C = 2R \text{ из упакки})$$

Значит, $PV^{-1} = \text{const}$, или $\frac{P}{V} = \text{const}$.

Запишем уравнение состояния:

$$P_0 V_0 = \gamma R T_0 \quad \Rightarrow \quad P_1 V_1 = \frac{9 P_0 V_0}{V_1^2} \Rightarrow P_1 = \frac{9 P_0 V_0}{V_1^2}$$

давление и объем в т. 2.

из упакки

$$\text{Параллельные} \quad \frac{P_0}{V_0} = \frac{P_1}{V_1} \quad \Rightarrow \quad P_1 = \frac{9 P_0 V_0}{V_1^2}$$

$$P_0 V_1 = P_1 V_0$$

$$P_0 V_1 = \frac{9 P_0 V_0}{V_1} \cdot V_0$$

$$V_1^2 = 9 V_0^2$$

$$V_1 = 3 V_0$$

$$P_1 = \frac{9 P_0 V_0}{3 V_0} = 3 P_0$$

Используя формулу 2 из упакки.

На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отмейте 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
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!

Дано расстояние δ_2 для второго процесса.

$$\delta_2 = \frac{\frac{3}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R - \frac{3}{2}R} = \frac{-R}{0}, \delta_2 \rightarrow -\infty.$$

Но в этом процессе $C = C_V$, а значит это процесс изотермии.

Значит, из уравнений состояния:

$$P_1 V_1 = VR \cdot 9T_0 \\ P_1 V_1 \text{ и } V \text{ const.} \rightarrow P_2 V_2 = VR \cdot 3T_0 \Rightarrow P_1 V_1 = 3P_2 V_2$$

Но $V_1 = V_2$:

$$P_1 = 3P_2 \Rightarrow P_2 = \frac{P_1}{3}. \text{ Изменение между 3 на 1}$$

раза.

В последнем процессе $C = C_p = \frac{5R}{2}$. Процесс изобарный.

$$P_3 V_3 = \frac{P_2 V_2}{3} \xrightarrow{P_3 = P_2} V_3 = \frac{V_2}{3}.$$

Однозначно т. ч. на графике, она симметрична.

2) Расширение газа - процесс 1-2.

$$(13-4) Q_1 = \frac{3}{2}VR(9T_0 - T_0) + A$$

мерк.

$$A - площадь под графиком. A = \frac{(P_0 + 3P_0)}{2} \cdot 2V_0 =$$

$$= 4P_0 V_0$$

$$\text{Тогда } Q_1 = \frac{3}{2}VR \cdot 8T_0 + 4VRT_0 = 3 \cdot 8,31 \cdot 2400 + 8 \cdot 8,31 \cdot 300 =$$

$$= 4VR T_0$$

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.



- 1 2 3 4 5 6 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!

$$= 8,31 \cdot (7200 + 2400) = 8,31 \cdot 9600 = 831 \cdot 96 = \underline{\underline{79776 \text{ дж}}}$$

3) Работа груза за один разбиваем на подъём треугольников 1-2-3. $A = \frac{2P_0V_0 \cdot 2}{2} = 2P_0V_0 = 2UR_0 =$

$$= 8 \cdot 8,31 \cdot 300 = 831 \cdot 24 = 19944 \text{ дж.}$$

Поднимают груз на H медленно, сила подъёма пропорциональна силе тяжести: $F = Mg$.

Потрачена работа на перемещение $A_{\text{пер}} = F \cdot H = MgH$.

$$\text{Потрачено: } MgH = 10A$$

$$H = \frac{10A}{Mg} = \frac{A}{M} = \frac{19944 \text{ дж}}{950 \text{ кг}} =$$

$$= \frac{9972}{75} \text{ м} = 132 \frac{72}{75} \text{ м} \approx 133 \text{ м.}$$

Ответ: $79776 \text{ дж}; 133 \text{ м.}$



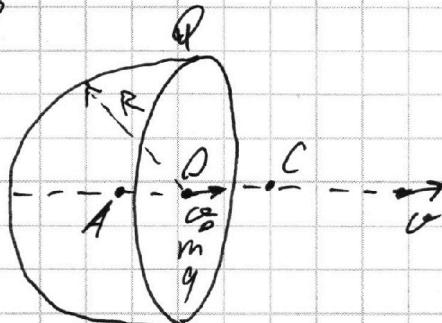
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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

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!

N^o 5



1) На гравитирующей в задаче сфере от её расстояния до полусфере не действует сила F .

Когда гравитация все сущ., можно сконцентрировать все заряды Q в середине полусферы на расстоянии $\frac{R}{2}$ от точки O (то есть симметрии).

Потом $F = k \frac{Qq}{r^2}$, r -расстояние до центра полусферы. По II 3-4 Ньютона:

$$F = ma$$

$$\frac{kQq}{r^2} = ma \Rightarrow a = \frac{kQq}{mr^2}$$

Принимаемую форму задачи:

$$\int_0^{\infty} adt = \int_{\frac{R}{2}}^{\infty} \frac{kQq}{mr^2} dr$$

$$v - v_0 = \frac{kQq}{m} \cdot \left(-\frac{1}{2} \Big|_{\frac{R}{2}}^{\infty} \right) = \frac{kQq}{m} \cdot \left(0 - \left(-\frac{2}{R} \right) \right) = \frac{2kQq}{mR}$$

$$\text{Откуда } v = v_0 + \frac{2kQq}{mR}.$$

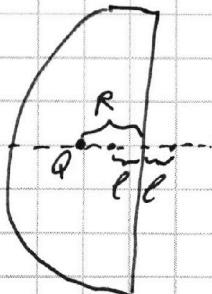
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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
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)



От начального движения до первого соприкосновения т. О гашение импульса.

Решение:

Понад:

$$\int_0^{\infty} adt = \int_{R-l}^R \frac{kqQ}{mz^2} dz$$

$$v_0 = \frac{kqQ}{m} \cdot \left(-\frac{1}{z} \Big|_{R-l}^R \right) = \frac{kqQ}{m} \cdot \left(-\frac{1}{R} + \frac{1}{R-l} \right) = \\ = \frac{kqQ}{m} \left(\frac{1}{R-l} - \frac{1}{R} \right) = \frac{kqQ}{m} \cdot \frac{R-R+l}{(R-l)R} = \frac{kqQl}{m(R-l)R}$$

$$mv_0 R / (R-l) = kqQl$$

$$mv_0 R^2 - mv_0 R l = kqQl$$

$$mv_0 R^2 = l(kqQ + mv_0 R)$$

$$l = \frac{mv_0 R^2}{kqQ + mv_0 R}$$

Значит, что $R+l$ (м. с.):

$$\int_0^{R+l} adt = \int_{R-l}^{R+l} \frac{kqQ}{mz^2} dz$$

$$v_c = \frac{kqQ}{m} \cdot \left(-\frac{1}{z} \Big|_{R-l}^{R+l} \right) = \frac{kqQ}{m} \cdot \left(-\frac{1}{R+l} + \frac{1}{R-l} \right) = \\ = \frac{kqQ}{m} \cdot \left(\frac{1}{R-l} - \frac{1}{R+l} \right) = \frac{kqQ}{m} \cdot \frac{R+l-R+l}{R^2 - l^2} = \frac{2kqQl}{m(R^2 - l^2)} =$$



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.

1

2

3

4

5

6

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!

$$= \frac{2kqQ \cdot m v_0 R^2}{m \cdot (kqQ + m v_0 R) \left(R^2 - \frac{m^2 v_0^2 R^4}{(kqQ + m v_0 R)^2} \right)}$$

Омблем: $v = v_0 + \frac{2kqQ}{mR}$.

$$v_c = \frac{2kqQ v_0 R^2}{(kqQ + m v_0 R) \left(R^2 - \frac{m^2 v_0^2 R^4}{(kqQ + m v_0 R)^2} \right)}$$



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!

$N=7$

$v_a \cos 60^\circ = v_c$

$\omega = \frac{v}{R} = \frac{v_a \cos 30^\circ}{a}$

$v_c = \omega \cdot R = \frac{v_a \cos 30^\circ}{a} \cdot a \sin 30^\circ = v_a \sin 30^\circ$

$\frac{29}{10000} = \frac{29\sqrt{3}}{3} - \frac{9\sqrt{3}}{3} = \frac{20\sqrt{3}}{3} - \frac{9\sqrt{3}}{3} = \frac{11\sqrt{3}}{3}$

$\alpha = \omega R = \frac{v_a \cos 30^\circ}{a} \cdot \frac{2\sqrt{3}}{3} = \frac{v_a \cdot \sqrt{3}}{3} = R$

$-a_a \cdot (\cos 30^\circ) \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{v_a}{a} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{3}{6} v_a =$

$R = ?$

$F = ma_n = m \cdot \frac{v^2}{R} =$

$= m \cdot \frac{0,2^2 \cdot 3}{a \cdot \sqrt{3}} = m \cdot \frac{0,2^2}{a \sqrt{3}} \cdot \frac{3}{\sqrt{3}} = m \cdot \frac{0,6}{\sqrt{3}} = m \cdot \frac{3}{5\sqrt{3}} = \frac{2}{5} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = \frac{\sqrt{3}}{5} m$

	0°	30°	45°	60°	90°
\sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
\cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
\tan	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	-
\cot	-	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	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**.



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

N^o 2

Установка $H = \frac{v_0^2}{2g}$

$$H = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{98}{2 \cdot 10} = \frac{98}{20} = 4,9 \text{ м}$$

Diagram: A ball is thrown vertically upwards from a height H with initial velocity v_0 . The total height reached is $h = H + v_0 t - \frac{gt^2}{2}$. At the peak, the velocity is zero.

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

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

$$v_0 t = \frac{h}{t} + \frac{gt^2}{2} = \frac{8}{0,8} + \frac{10 \cdot 0,8}{2} =$$

$$= 10 + 4 = 14 \text{ м/с},$$

Старт?

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

$$L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$y = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} (\sec \alpha)^2$$

$$H = x - \frac{gx^2}{2v_0^2} = x - \frac{gx^2}{v_0^2}$$

$$H = \frac{x}{2} - \frac{gx^2}{4v_0^2} = \frac{596}{4} = 149 \text{ м}$$

$$\frac{gL^2}{4v_0^2} = \frac{L}{2} H$$

$$\frac{gL^2}{2L-4H} = 2g$$

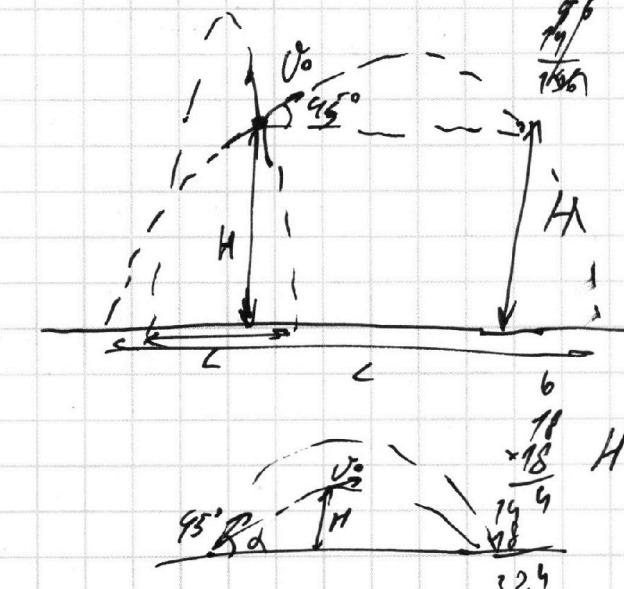
$$4v_0^2 = \frac{L^2 - 4H}{2}$$

$$L^2 = 4L - 8H$$

$$v_0^2 = \frac{gL^2}{2L-4H}$$

$$L^2 - 4L + 8H = 0$$

$$L^2 - 4L + 7,84 = 0$$



$$mgH + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} + mgh$$

$$2mgH + mv_0^2 = mgh$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gH =$$

$$= 400 + 196 = 596$$

$$L = \frac{596}{20} = 29,8 \text{ м.}$$

$$H_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{596 \cdot \frac{1}{2}}{2 \cdot 10} = \frac{596}{40} = 14,9 \text{ м.}$$

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.



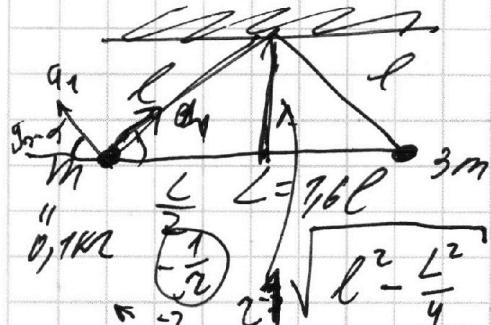
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------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

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!

№ 3

«Горновый»

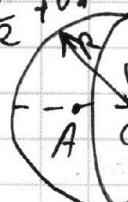


$$d_1 = 0, m \cdot k \cdot v = 0, \\ \text{Vina} - ? \\ a_1 = ? \\ T = ? \\ \sin(90^\circ - \alpha) = \\ = \sin(90^\circ - \alpha) - \cos(\alpha), \\ = \frac{\sqrt{l^2 - \frac{L^2}{4}}}{l} = \sqrt{1 - \frac{L^2}{4l^2}} = \sqrt{1 - \frac{16l^2}{4l^2}} = \cos\alpha \\ = \frac{kQR}{l} \left(-\frac{1}{2} \right) \stackrel{\text{Vina}}{=} \frac{d_1}{l} = 0, l \\ \Rightarrow d_1 = \frac{L^2}{R} = 0, V = \frac{2kQR}{MR} + V_0 \\ \frac{2kQR}{mC} \left(0 - \left(-\frac{1 \cdot 2}{R} \right) \right) = \frac{2kQR}{mR} = V - V_0$$

$$d_2 = 0, m \cdot k \cdot v = 0,$$

$$\text{Vina} - ? \\ a_2 = ? \\ T = ? \\ \sin(90^\circ - \alpha) = \\ = \sin(90^\circ - \alpha) - \cos(\alpha),$$

$$= \sqrt{1 - \frac{L^2}{4l^2}} = \sqrt{1 - \frac{16l^2}{4l^2}} = \cos\alpha \\ = \sqrt{\frac{4}{9} - \frac{256}{9}} = \sqrt{\frac{944}{9}} =$$



$$= \frac{12}{2} = \frac{12}{20} = \\ F = k \frac{qQ}{r^2} = k \frac{Qq \cdot 9}{R^2} = \frac{6}{90} = 0,6$$

$$d_1 = T_0 \sin\alpha \\ T_0 = mg \\ a_1 = \frac{F}{m} = \frac{kqQ}{R^2} \\ F = ma \Rightarrow \frac{kqQ}{mR^2} d_1 \\ V = V_0 =$$

$$\begin{cases} T_0 - mg \sin\alpha - T \sin\alpha = 0 \\ T \cos\alpha - mg \cos\alpha = ma_1 \end{cases}$$

$$T_0 - 3mg \sin\alpha - T \sin\alpha = 0 \\ 3mg \cos\alpha - T \cos\alpha = 3ma_1$$

a_1, T, T_0, T_0'

$$3mg \cos\alpha - T \cos\alpha + T \cos\alpha - mg \cos\alpha = 3ma_1,$$

$$0,8T - 0,8mg = 0,8mg \quad 2mg \cos\alpha = 4mg \sin\alpha,$$

$$T = \frac{4m + 0,8mg}{0,8} = \frac{4m + 0,8m}{0,8} = \frac{12m}{0,8} = \frac{12m}{8} = 15m,$$

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!

$N = 4$

1) = 2 задач

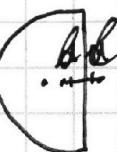
C_A

$T_0 = 300K$

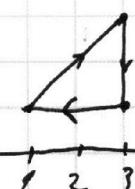
670

$C \left[\frac{Дж}{\text{моль} \cdot \text{К}} \right]$

1) задача



2) $P_1 = ?$



$$F = k \frac{P_0 A}{V}$$

$$\eta = 2: Q = C V \Delta T \quad Q_1 = \frac{3}{2} V R \Delta T$$

$$\frac{C}{R} = 2 \quad \Delta T = 2 R \Delta T = 2 \cdot 8,31 \cdot 2 \cdot 2400K$$

$$C = 2R \quad T = 9T_0 = 2700K$$

$$\Delta T = 2700K - 300K = 2400K$$

$$Q_1 = \frac{3}{2} V_0 R \Delta T$$

$$\int_{0}^{V_0} dV = \frac{P_0 A}{R - l} \int_{R-l}^{R} k q dV$$

$$\times \frac{831}{240}$$

$$\frac{3829}{7662}$$

$$M = 150 \text{ кг} \quad \frac{19949}{19949}$$

$$N = 102 \quad \boxed{831 \cdot 240}$$

$$831 \cdot 1.240$$

$$S = \frac{2P_0 \cdot 2V_0}{2} = 2P_0 V_0$$

$$\frac{20RT_0}{V_0} = \frac{20 \cdot 8,31 \cdot 300}{V_0}$$

$$\frac{3}{2}(P_1 V_1 - P_0 V_0) = (P_0 + 3P_0) \cdot \frac{2}{3} V_0 =$$

$$Q = \frac{3}{2} V R \Delta T + A = \frac{2}{3} V_0 P_0 V_0 = \boxed{4P_0 V_0 = \lambda P_0 V_0}$$

$$P_0 V_0 = V R T_0 \quad VRDT = 9P_0 V_0 - P_0 V_0$$

$$P_1 V_1 = V R \cdot 9T_0$$

$$P_1 V_1 = \frac{9P_0 V_0}{V_1}$$

$$\frac{P_0}{V_0} = \frac{P_1}{V_1}$$

$$P_1 = \frac{9P_0 V_0}{V_1}$$

$$P_0 V_1 = P_1 V_0$$

$$P_0 V_1 = \frac{9P_0 V_0}{V_1} \cdot V_0$$

$$P_0 V_1^2 = 9P_0 V_0^2$$

$$V_1^2 = 9V_0^2$$

$$V_1 = 3V_0$$

$$P_1 = \frac{9P_0 V_0}{3V_0} = 3P_0$$

88

$$PV^\gamma = \text{const}$$

$$\gamma = \frac{C_p - C_v}{C_p + C_v} = \frac{2R - \frac{5}{2}R}{2R + \frac{5}{2}R} = \frac{\frac{R}{2}}{\frac{9R}{2}} = -\frac{R \cdot 2}{\sum R} = -\frac{1}{4}$$

$$19949 / 150 \quad PV^{-1} = \text{const}$$

$$\frac{9972 / 75}{132} \quad \frac{P}{V} = \text{const} \approx 132 \frac{72}{25}$$

$$C = C_V$$

$$\frac{242}{225} \quad P_1 V_1 = VR \cdot 9T_0$$

$$\frac{-150}{22} \quad P_2 V_2 = VR \cdot 3T_0$$

$$P_1 V_1 = 3P_2 V_2$$

$$V_2 = V_1$$

$$P_2 = \frac{P_1}{3}$$

$$P_2 = \frac{P_1}{3}$$

$$3P_3 V_3 = 3P_2 V_2$$

$$A = F \cdot S$$

$$P_2 = P_3$$

$$MgF = 10A$$

$$V_3 = \frac{V_2}{3}$$

$$\gamma = \frac{\frac{3}{2}R - \frac{5}{2}R}{\frac{3}{2}R + \frac{3}{2}R} = -\frac{R}{2} = \frac{9P_0 V_0}{P_1 V_1}$$

$$P_0 V_1^2 = 9P_0 V_0^2$$

$$V_1^2 = 9V_0^2$$

$$V_1 = 3V_0$$

$$P_1 = \frac{9P_0 V_0}{3V_0} = 3P_0$$