



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02



Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

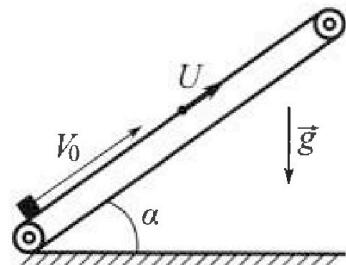
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$.

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

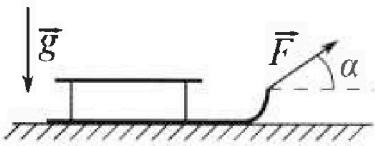
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки *во втором опыте* будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль *во втором опыте*? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

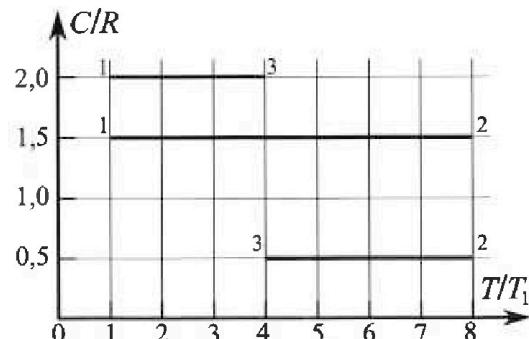
**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-02

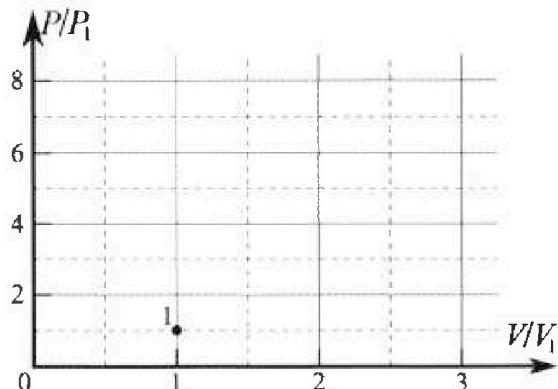


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессы: 1-2, 2-3, 3-1(см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

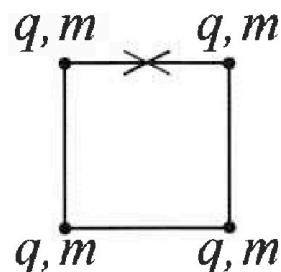


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)? Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

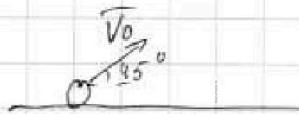
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача №1



1) Время полёта мяча

$$t = \frac{2V_0 \sin 45^\circ}{g}$$

Гор. смещение равно:

$$x = V_0 \cos 45^\circ \cdot t = \frac{V_0^2 \sin 90^\circ}{g} = \frac{V_0^2}{g}$$

$$V_0 = \sqrt{6g} = \sqrt{20 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Дальность мяч запускают под

некоторым углом β .



На расстоянии S от точки старта
по гориз. координате мяч окажется через

$$t_1 = \frac{S}{V_0 \cos \beta}$$

Высота, на которую поднимется мяч за
это время равна

$$H = V_0 \sin \beta \cdot t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = \frac{V_0 \sin \beta \cdot S}{V_0 \cos \beta} - \frac{g \cdot S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \beta} =$$
$$= S \tan \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \beta}$$

~~$$H' = S \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} - \frac{g S^2 \sin^2 \beta}{V_0^2 \cos^3 \beta} = 0$$~~

$$\frac{g S^2 \sin^2 \beta}{V_0^2 \cos^3 \beta} = S \tan^2 \beta \quad \text{at } \beta_{\max}$$

$$\tan^2 \beta = \frac{V_0^2}{g S} \quad \frac{H' + T}{6} = \frac{1}{2} \beta \quad \text{at } \tan^2 \beta = \frac{V_0^2}{g S}$$

Следует, что:

$$H_{\max} = \frac{V_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \left(1 + \frac{V_0^2}{g^2 S^2} \right) = 3,6 \text{ м}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\frac{V_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} = \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot g \frac{V_0^2}{g^2} = 3,6 \text{ м}$$

$$\frac{2 V_0^2}{2 g} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} = \frac{V_0^2}{2 g} = 3,6 \text{ м}$$

$$\frac{V_0^2}{2 g} - 3,6 \text{ м} = \frac{g S^2}{2 V_0^2}$$

$$\frac{200 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} - 3,6 \text{ м} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot S^2}{2 \cdot 800 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$

$$10 \text{ м} - 3,6 \text{ м} = \frac{S^2}{40 \text{ м}}$$

$$6,4 \text{ м} = \frac{S^2}{40 \text{ м}}$$

$$S^2 = \frac{64 \text{ м}}{10} \cdot 40 \text{ м} \Rightarrow S = 16 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

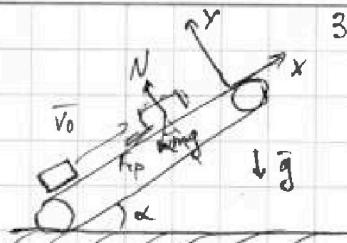
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача №2

1) На породку действуют признаки:

mg , N , F_{fr}

~~Вопрос~~ 2-й з-к Ньютона:

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$OX: ma_x = -mg \sin \alpha - F_{fr}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$$

$$OY: 0 = N - mg \cos \alpha$$

$$+g_f = \frac{0,6}{0,8} = \frac{3}{4}$$

Люка породка движется

$$F_{fr} = \mu N \Rightarrow ma_x = -\mu g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$$

Через время $T = 1e$ скорость породки равна:

$$\begin{aligned} V &= V_0 + a_x T = V_0 - (g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha) T = \\ &= 6 \frac{m}{s} - 10 \frac{m}{s^2} (0,6 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot 1e = \\ &= 6 \frac{m}{s} - 10 \frac{m}{s^2} \cdot 4 \frac{m}{s} < 0 \end{aligned}$$

Видим, что ~~породка~~ не породка не движется
в прям. сторону начиная с \Rightarrow

\Rightarrow ~~Будет~~ коробка остановится раньше, чем
через 1 с. Скорость обнуляется за время $t_1 =$

$$t_1 = \frac{V_0}{a_x} = \frac{6 \frac{m}{s}}{10 \frac{m}{s^2}} = 0,6 \text{ с}$$

Для коробки в неизвестной точке:

$$OX: ma_x = -mg \sin \alpha + F_{rx}$$

$$OY: N = mg \cos \alpha$$

т.к. при этом $F_{rx} \leq \mu N = \mu mg \cos \alpha$
чтобы коробка не начала скользить нужно:

$$\mu mg \cos \alpha \geq mg \sin \alpha \Leftrightarrow \mu \geq \tan \alpha = 0,5 \geq 0,75$$

неверно

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



1

2

3

4

5

6

7

МФТИ.

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Знаем коробка покатится вниз.
При этом сила тяжести изменяет направление
и 2-ой з-и Ньютона запись след. образом:

$$OX: \quad ma_x = -mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = -6 \frac{m}{c^2} + 4 \frac{m}{c^2} = -2 \frac{m}{c^2}$$

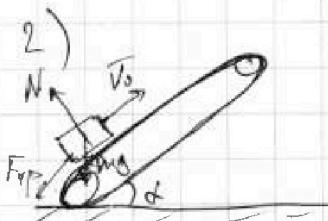
За время T_1 коробка проедёт

$$S_1 = a \cdot \frac{T_1^2}{2} = 10 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{T_1^2}{2} = 3,6 \frac{m}{c^2} - 10 \cdot \frac{0,6^2}{2} m = \\ = 3,6 m - 5 \cdot \frac{36}{100} m = 1,8 m$$

За время $T_2 = 1e - 0,6e = 0,4e$:

$$S_2 = a \cdot \frac{T_2^2}{2} = \frac{8 \frac{m}{c^2}}{2} \cdot (0,4e)^2 = 0,16 m$$

Итого $S = S_1 + S_2 = 1,8 m + 0,16 m = 1,96 m$



Как известно, сила тяжести
направлена против вен. скорости.

Скорость коробки нач-но идет в
нак. иском вр. $V_0 - U = 5 \frac{m}{c}$
и напр. против V_0 .

Новы скорость коробки станет равной $U = 1 \frac{m}{c}$
на нее действ. сила пр. склонения $F_FP = \mu N =$

= $\mu mg \cos \alpha$

~~Задача~~ 2-ой з-и Ньютона:

$$OX: \quad ma_x = -\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

$$a_x = -10 \frac{m}{c^2}$$

$$1 \frac{m}{c} = 6 \frac{m}{c} + a_x T_1 = 6 \frac{m}{c} - 10 \frac{m}{c^2} \cdot T_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_1 = 0,5 c$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3) Переходим в СО, движущуюся со скоростью меньш. \vec{U} .

В этом случае отсчета избрана ~~не~~ при

макс. значение коробки единична №1. Т.е.

коробка покатится вниз (т.к. \vec{U} вдл.) с ускорением.
т.к. эта СО инерциальная ускорение не изменяется $2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$.
при переходе обратно, в изобр. СО.

Скорость б. изобр. СО обратится в

$$0 \text{ через } T_2 = \frac{U}{2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,5 \text{ с}$$

За время T_1 коробка проедет путь

$$S_1' = V_0 T_1 + \frac{a_x T_1^2}{2} = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,5 \text{ с} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot (0,5 \text{ с})^2}{2} = \\ = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \frac{25}{8} \text{ м} = \frac{1}{4} \text{ м}$$

За время T_2 :

$$S_2' = U T_2 - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (0,5 \text{ с})^2}{2} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,5 \text{ с} - \frac{1}{4} \text{ м} = \frac{1}{4} \text{ м}$$

т.к. скорость не поменяла направление, то

$$L = S_1' + S_2' = 2 \text{ м}$$



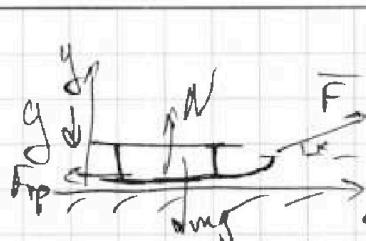
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Задача №3

1) Найти m - масса санок.

П.р. санки нач. по гор. подъему, то

2-3 з-н Мюнхен береговидн снег. фр:

$$OX: m a_x = F \cos \alpha - F_f$$

$$OY: N + F \sin \alpha = mg$$

Любые санки движутся: $F_f = \mu N \Rightarrow$

$$\Rightarrow F_f = \mu (mg - F \sin \alpha)$$

По th. об изм. кин. энергии:

$$(1) (F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha)) s_0 = K - 0$$

и ч. об
прот. санками

Во втором случае $F_f = \mu m g$

Аналогично:

$$(2) (F - \mu m g) s_0 = K - 0$$

Из (1) и (2):

$$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = F - \mu m g$$

$$F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha = F - \mu m g$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

2) Процесс торможения настичаетя после
достижения санками кин. к. К.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

При этом изм. кин. энергии:

$$-\mu mg S = 0 - K \Rightarrow S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{K \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$$

($\sin \alpha$ —
масса
санок)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача №4

Заметим, что при $\Delta T = 1-2$ — изохорический, т.к.

$$Q = \frac{3}{2} \partial R \Delta T + A \xrightarrow{C = \frac{3}{2} R} A = 0$$

В процессе ~~3-1~~³⁻¹ давление пропорционально.

объему, т.к. $Q = \frac{3}{2} \partial R \Delta T + \frac{P_1 \cdot P_2}{2} (V_2 - V_1) =$
 $= \frac{3}{2} \partial R \Delta T + \frac{P_1 V_2 - P_1 V_1 + P_2 V_2 - P_2 V_1}{2} \xrightarrow{\left(\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}\right)} =$

$$\Rightarrow Q = \frac{3}{2} \partial R \Delta T + \frac{1}{2} \partial R \Delta T = 2 \partial R \Delta T \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C = 2R$$

1) Работа газа в процессе 3-1 равна

$$-A_{31} = -\frac{1}{2} \partial R \cdot 3T_1 = -\frac{3}{2} RT_1$$

Работа над газом $A_{31} = \frac{3}{2} RT_1 = \frac{3}{2} \cdot 8.31 \cdot \frac{100}{2493} \text{Дж} = 3.831 \text{Дж} \approx 2.5 \text{кДж}$

2) $\eta = \frac{A}{Q_n} = \frac{Q_n - Q_{\text{орг}}}{Q_n} = 1 - \frac{Q_{\text{орг}}}{Q_n}$

$$\frac{8.31}{2493} \times 3$$

Газ отдаёт тепло в процессах 2-3 и 3-1, т.к.

$$\frac{\Delta Q}{\Delta T} > 0, \text{ а } \Delta T < 0, \text{ т.о. } \Delta Q < 0$$

$$Q_{\text{орг}} = |Q_{23}| + |Q_{31}| = \frac{1}{2} R \cdot 4T_1 + 2 \cdot R \cdot 3T_1 = 8RT_1$$

$$Q_n = |Q_{12}| = \frac{3}{2} R \cdot 2T_1 = \frac{21}{2} RT_1$$

Тогда $\eta = 1 - \frac{8RT_1}{21RT_1} = 1 - \frac{8 \cdot 2}{21} = \frac{21 - 16}{21} = \frac{5}{21}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1-2 - изохорическое.

$$T_2 = 8T_1 \quad T_1 = T_1$$

$$\frac{P}{V} = \text{const} \quad \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow P_2 = 8P_1$$

3-1 - давление пропорционально объему, т.е.

$$P = kV, \text{ причем в т. 1 } P_1 = kV_1 \Rightarrow k = \frac{P_1}{V_1}$$

$$T_3 = 4T_1$$

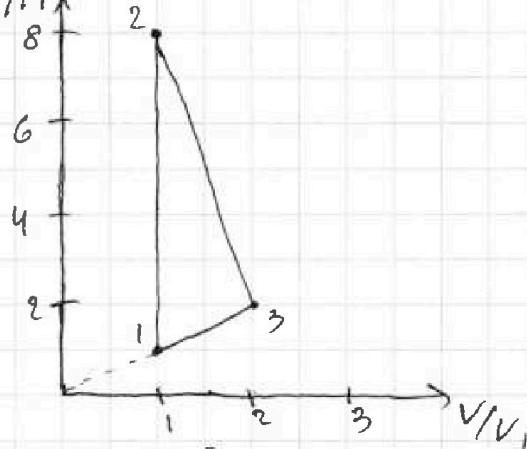
~~$$\frac{PV}{T} = \text{const}$$~~
$$\frac{PV}{T} = \text{const} \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_3 V_3}{T_3} = \frac{\frac{P_1}{V_1} \cdot V_3^2}{4T_1}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_3 V_3^2}{V_1 \cdot 4T_1} \Rightarrow V_3 = 2V_1$$

$$P_3 = 2P_1$$

Исходя из этих данных можем построить

зависимость $(P/P_1, V/V_1)$:



$$\frac{P}{P_1} = \frac{V}{V_1} =$$

$$Q_{13} = \frac{3}{2} R dT + A \quad P_{13} = 14P_1 - \frac{6P_1}{V_1} V$$

$$A = \frac{8P_1 + 2P_1}{2} \cdot V_1 = 5P_1 V_1$$

$$A = \frac{P' + P''}{2} \cdot (V'' - V') = P' V'$$

$$dQ = \frac{3}{2} R dT + P dV$$

$$d(PV) = P dV + V dP = R dT$$

$$\frac{dQ}{dT} = \frac{3}{2} R + \frac{P dV}{dT} = \frac{3}{2} R + \frac{R P dV}{dP V + P dV} =$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

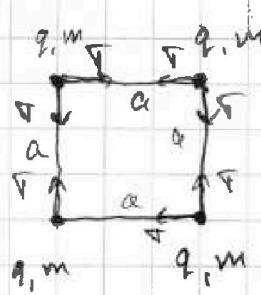
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|

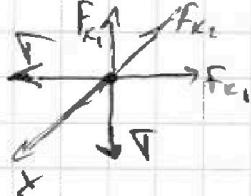
МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача № 5.



1) Рассмотрим один заряд:



Сила со стороны

зарядов:

$$F_{K_1} = \frac{kq^2}{a^2}$$

$$F_{K_2} = \frac{kq^2}{2a^2}$$

Условие об равновесия:

$$\text{Ox: } 2\sqrt{2} \cos 45^\circ = 2F_{K_1} \cdot \cos 45^\circ, F_{K_2}$$

$$\sqrt{2}T = \sqrt{2}F_{K_1}, F_{K_2} = \frac{2\sqrt{2}kq^2}{2a^2} + \frac{kq^2}{2a^2}$$

$$\sqrt{2}T = \frac{2\sqrt{2}+1}{2} \cdot \frac{kq^2}{a^2}$$

$$\frac{2\sqrt{2}T}{2\sqrt{2}+1} \cdot \frac{a^2}{k} = q^2$$

$$q = a \sqrt{\frac{2\sqrt{2}T}{2\sqrt{2}+1} \cdot \frac{1}{k}}, 2ge \cdot k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$= a \sqrt{\frac{2\sqrt{2}T \cdot 4\pi\epsilon_0}{2\sqrt{2}+1}}$$

2) В кач. мот. Решение

ног. эн. 3-х зарядов равна

~~$$E_{n_1} = \frac{q \cdot kq^2}{a} - \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + 2 \frac{kq^2}{\sqrt{2}a}$$~~

когда все шары будут расположены
на одной прямой, случаюся оказывается
такое:



т.к. изменчиво инициальное состояние

боги равен нулю, а ~~будут~~ внешние сильные отсутствуют, то
инициальное состояние в консек
также равен 0.

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

МФТИ.Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

При этом замечаем, что расстояние между ^{соседними} шариками будет равно a , т.к. при любом ^{перемещении} системы, ^{проекция} с ^{изменением} стороны ^{составляющая} ^{изменения} шарика соседнее шарика ^{обесценивается}.
Будет больше проекции синей стороны других шариков, заставляющие их сдвигаться.
Ввиду этого скорости шариков будут перпендикулярны прямой, вдоль которой они расположатся.

Из симметрии системы получим, что скорость v_1 и v_2 также v_3 и v_4 равны между собой (рис)

Из равенства 0 импульса системы, получим $v_1 = v_2 = v_3 = v_4 = v$

Из ЗГД:

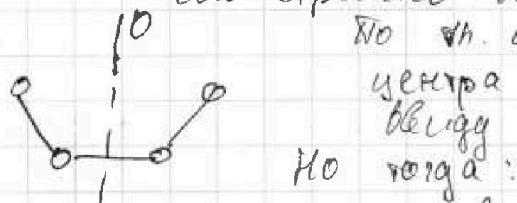
$$E_{n_1} = 4K + E_{n_2}, \text{ где } E_{n_2} = \frac{3kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a}$$

$$\frac{4kq^2}{a} + \frac{3\sqrt{2}kq^2}{3a} = 4K + \frac{3kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{3a}$$

$$\frac{(3\sqrt{2}-1)kq^2}{3a} = 4K \Rightarrow K = \frac{(3\sqrt{2}-1)kq^2}{12a}, \text{ где } K = \frac{1}{4m\rho_0} \cdot q \text{ найдено}$$

3) Ввиду симметрии системы все, что происходит с шариками симметрично относительно оси OO' (рис)

По th. о движущемся центре масс останется неизменным виду отсутствия внешн. си.



Но тогда:

C - центр.

По th. Пифагора расс-е равно

$$R = \sqrt{a^2 + \left(\frac{a\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \frac{\sqrt{5}}{2}a$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!