



# 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.

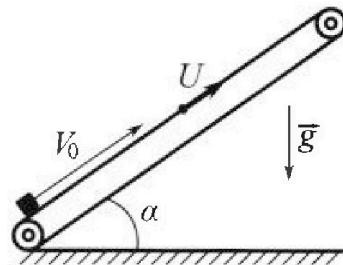
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  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.).

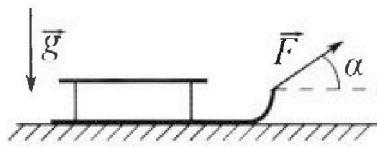
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

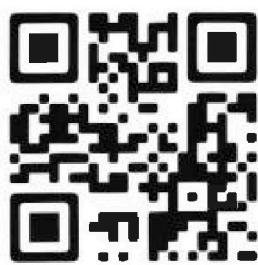
Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения кинетической энергии  $K$  действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

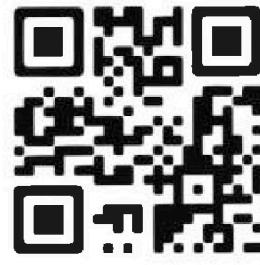
2) Найдите перемещение  $S$  санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



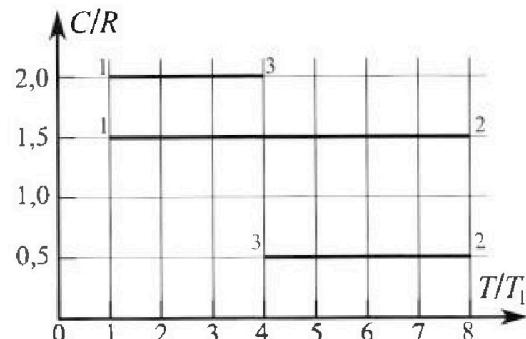
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

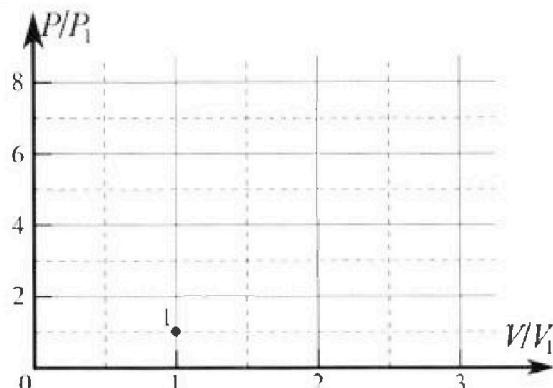


*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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 процессах: 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).

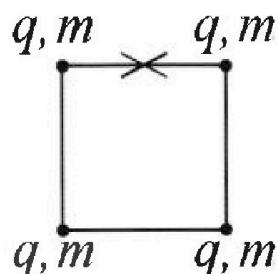


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 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  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

$$\angle = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$

$$H = 3.6 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$V_0 = ? \quad H = ?$$

1) Вычислить начальную скорость снаряда для  $\angle = 45^\circ$

$t$  - время полета  $\Rightarrow \frac{T}{2}$  - время до превышения подъема, вычисленное выше  
 $\Rightarrow t = \frac{V_0 \cdot \cos 45^\circ}{g}$  в силу избыточности времени и симметрии полета

$$V_0 \cdot \cos 45^\circ \cdot \frac{T}{2} = L$$

$$g \cdot \frac{T}{2} = V_0 \cdot \sin 45^\circ \quad (\text{условие } \int g = 0 \text{ для верхней точки})$$

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

$$\Rightarrow \frac{V_0^2 \cdot \sin 2 \cdot 45^\circ}{g} = L \Rightarrow V_0^2 = \frac{gL}{\sin 2 \cdot 45^\circ} = V_0 = \sqrt{\frac{g \cdot L}{\sin 2 \cdot 45^\circ}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{\sin(2 \cdot 45^\circ)}} \approx 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)  $\beta$  - угол дыхка  $t$  - время полета до стены.

$V_0 \cdot \cos \beta \cdot t = S \Rightarrow t = \frac{S}{V_0 \cdot \cos \beta}$

$H_s = V_0 \cdot \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2}$

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

Внешнее давление  $+2$ , высота стены  $H$  выражена  $(\text{всегда })$  от ст. земли

$$= S \cdot \tg \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cdot \cos^2 \beta} \cdot \frac{1}{\cos^2 \beta} = S \left( \tg \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \right)$$

$$1 + \tg^2 \beta = \frac{1 + \sin^2 \beta}{\cos^2 \beta} = \frac{\cos^2 \beta + \sin^2 \beta}{\cos^2 \beta} = \frac{1}{\cos^2 \beta}$$

$$= S \cdot \tg \beta - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cdot \left( 1 + \tg^2 \beta \right) = S \left( \tg \beta \cdot \left( -\frac{g S^2}{2 V_0^2} \right) + \tg \beta - \frac{g S}{2 V_0^2} \right)$$

Удвоительный коэффициент только  $\tg \beta$  и  $\tg^2 \beta$ , а относительно него  $A$  - коэффициент многочлен с отрицательным при  $\tg^2 \beta$  чл. т.е. парабола всегда вниз, максимум которой в вершине ( $H$  на концах)

$$\text{т.е. } (\tg \beta)_{\text{ макс}} = \frac{-1}{2 + 2 \cdot \frac{g S}{2 V_0^2}} = \frac{V_0^2}{g S} \Rightarrow H = S \cdot \left( \frac{-g S \cdot V_0^2 / g S}{2 \cdot V_0^2 \cdot g S / g S} + \frac{V_0^2}{g S} - \frac{g S}{2 V_0^2} \right)$$

$$= S \cdot \left( \frac{V_0^2}{2 g S} - \frac{g S}{2 V_0^2} \right) = \frac{V_0^2}{2 g} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \Rightarrow \frac{g S^2}{2 V_0^2} = \frac{V_0^2}{2 g} - H \Rightarrow S^2 = \frac{V_0^4}{g^2} - \frac{2 V_0^2 H}{g}$$

$$\Rightarrow S = \sqrt{\frac{V_0^4}{g^2} - \frac{2 V_0^2 H}{g}} = \sqrt{\frac{(100)^2}{10^2} - \frac{2 \cdot (20)^2 \cdot 3,6}{10}} = \sqrt{\frac{40000}{100} - \frac{2 \cdot 200 \cdot 3,6}{10}} = \sqrt{4 \cdot (100 - 36)} =$$

$$= 2 \cdot 8 = 16 \text{ м}$$

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

$$\sin \alpha = 0,6 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8$$

$$V_0 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\mu = 0,5$$

$$T = 1 \text{ с}$$

$$U = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

?

$$F_{\text{тр}} = \mu N, N = mg, g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_{\text{тр}} = m a_{\text{тр}} \quad (2 \text{ ЗАКОНОВ НОУЧНОСТИ})$$

$$g_x = g \cdot \cos \alpha$$

$$\text{Уг. kinematicheskikh soopredelenii po osi x: } S = V_0 T - \frac{(g_x + a_{\text{тр}}) T^2}{2}$$

$$= V_0 T - \frac{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T^2}{2} = 6 \cdot 1 - \frac{10 \cdot (0,6 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot 1^2}{2} = 6 - 5 = 1 \text{ м}$$

т.к. S конгруэнтно > 0 ~~следует лиг. независимости~~

проверим, что волна еще не остановилась, а Fтр не меняет  
коэффициент.  $V(t) = V_0 - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t = 6 - 4 \cdot 1 \text{ м/с}$

коэффициент увел в другую сторону т.е. Fтр должна поменять свое направление  
и разгонять пока S не имеет против смысла

расстояния  $\Rightarrow$  прокатка

ко остановки (брзк. б.)

$$\text{остановка при } V_0 = g \cdot \sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha \Rightarrow t_1 \text{ т.е. } t_1 = \frac{V_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{6}{10 \cdot (0,6 + 0,5 \cdot 0,8)} = 0,6 \text{ с.}$$

$$\text{тогда } S_1 \text{ (ко остановки)} = V_0 t_1 - \frac{g t_1^2 \cdot \sin \alpha + \mu \cos \alpha}{2} = 6 \cdot 0,6 - 5 \cdot 0,6^2 = 0,6 (0 - 0,3)$$

$$\text{но все } S_1 \text{ Fтр вправо направлен в правую сторону.} = 1,8 \text{ м}$$

$$\text{т.к. } S_1 = \frac{g \cdot (g \sin \alpha + \mu \cos \alpha) \cdot (t - t_1)^2}{2} = 6 \cdot 0,6 - 5 \cdot 0,2 \cdot 0,4^2$$

$$\Rightarrow S = |S_1| + S_2 = 2,36 \text{ м} \quad \text{т.к. } S_2 = 0,16 \text{ м}$$

т.к. движение инерционно относительно отсч. брзк. дко.

2) Переидем в ~~ис~~ транспортную систему  $S = V_0 t - U t$  т.е. если ~~ис~~ 10 м/с  
присоединят скорость  $U$ , то она остановится в этой ИСС.

т.е. можно перегружать из здания в городку забытую ик погодки  
транспорт с  $V_0 = U$ . через час вон она остановится  
если забыть на улице и в городе транспорт.

$$T_1 = \frac{(V_0 - U)}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ с} \quad \text{т.к.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

Задача №2 (продолжение)

3) в котке С.О. вопросом звучать, на какое расстояние от г. места (указать в метрах)

$$V_{старт} = -10$$

т.е. сплошь время  $t_1$  (из прошлого курса) Фор. движение направление

и за время  $T_2$  разгонят до  $-11$

$$U = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \cdot T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{U}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$

$$\Rightarrow T_{\text{разг}} = T_1 + T_2 = 0,5 + \frac{1}{0,02} = 0,6 \text{ с}$$



путь, пройденный  
за время

заря  $L$  от точки старта =  $S(T_1) - S(T_2) + S_{\text{разг}}$

$$S(T_1) = (V_0 - U) \cdot T_1 - \frac{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) T_1^2}{2}$$

$$S(T_2) = \frac{g(-\sin \alpha - \mu \cos \alpha) T_2^2}{2}$$

$$S_{\text{разг}} = U \cdot T_{\text{разг}}$$

$$\Rightarrow S(T) = 5 \cdot 0,5 - 5 \cdot 0,5^2 = 0,25 \cdot (1 - 0,5) = 1,25 \text{ м}$$

$$S(T_2) = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,5^2 = 0,125 \text{ м}$$

$$S_{\text{разг}} = 1 \cdot 0,6 = 0,6 \text{ м}$$

$$\Rightarrow L = 1,25 + 0,125 + 0,6 = 1,75 \text{ м}$$

$$L = 1,25 + 0,125 + 0,6 = 1,75 \text{ м}$$

$$= 1,875 \text{ м}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ**

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

[Задача № 3] Кинематика

так как сила разгоняется за одинаковый промежуток пути ( $\Delta s = \Delta t$ )

затрачивается только на трение и кинетико. Поэтому, поэтому задача Задача 3 СД.

$$A_F = A_{FP} + K \quad A_{FP} = F_{FP} \cdot \frac{S}{\Delta t} \quad F_{FP} = \mu N$$

$$N_1 = mg \quad N_2 = mg - F \cdot \sin \alpha$$

$$\Rightarrow \begin{cases} F \cdot S = \mu mg \cdot S + K \\ F \cdot S \cdot \cos \alpha = \mu mg \cdot S - \mu F \cdot \sin \alpha + K \end{cases} \quad A_{F1} = F \cdot \frac{S}{\Delta t} \quad A_{F2} = F \cdot \cos \alpha \cdot \frac{S}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow S \cdot (F - \mu mg) = K + \mu mg S$$

$$S \cdot (F \cdot \cos \alpha + \mu F \cdot \sin \alpha - F_{ppg}) = K + \mu mg S$$

$$\Rightarrow F = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) \Rightarrow \cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

$$\Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \rightarrow \text{корректировка}$$

если  $\alpha = 0,70$  получается отрицательное значение, то если  $\alpha = \frac{\pi}{2}$ , то получается отрицательное значение

2)  $K = \mu mg \cdot S$  (из Задача 3 СД) получается

$$\Rightarrow S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{\mu \sin \alpha}{1 - \cos \alpha \cdot \mu mg} \rightarrow \text{корректировка}$$

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 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!

Zадача № 4 |  $T_1 = 200 \text{ K}$ ,  $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$ ,  $\eta = 1 \text{ илос}$

$i = 3 \rightarrow \log \text{нест. раб}$

Были получены 12 из 13 коэффициентов:  $\Delta Q = \frac{A}{R} T + \Delta U$  | :  $R \Rightarrow C = \frac{A}{R} + \frac{\Delta U}{T} \Rightarrow i = 12$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot R \Delta T \Rightarrow C = \frac{A}{R T} + \frac{3}{2} \quad \text{тогда имеем, что в процессе 12 - } A = 0 \text{ т.е. } V = \text{const}$$

НС & цикл неупругого сжатия (сжат. теплопередача)  $\rightarrow A > 0$  (так как греватор - он совершил теплох.)

23  $\rightarrow A > 0$  (так как охлаждение + нагревание 32  $\rightarrow A < 0$  (так как нагрев + нагревание 32))

31  $\rightarrow A < 0$  (так как охлаждение + нагревание 31)

Анализ 1. награфике  $C = \text{const} \Rightarrow A \sim T_1$  | :  $T_1 \cdot e^{-\int dT} \Rightarrow P \sim V$

$$1) \frac{A_{31}}{\Delta T_{31} \cdot J \cdot R} = \left( \frac{C}{R} - \frac{3}{2} \right) \Rightarrow A_{31} = J \cdot T_{31} \left( \left( \frac{C}{R} - \frac{3}{2} \right) - J \cdot R \right) \Rightarrow P \sim V \sim T = \frac{dP}{dV} = \frac{dP}{dT} = \frac{dP}{dV} = \frac{dP}{dT}$$

$$= -(-3) \cdot \left( 2 - \frac{3}{2} \right) \cdot 1 \cdot 8,31 = \frac{3}{2} \cdot 8,31^{\frac{1}{2}} - (12,465 \cdot T_1)^{\frac{1}{2}} = 12,465 \cdot 200 = 2493 \text{ дж.}$$

$$2) \eta = \frac{Q_{\text{раб}}}{Q_{\text{вн}}} = \eta \quad Q_{\text{раб}} = C_{12} \cdot J \cdot \Delta T_{12} + C_{23} \cdot J \cdot \Delta T_{23} + C_{31} \cdot J \cdot \Delta T_{31}$$

$$= \frac{3}{2} R \cdot 7 T_1 - \frac{1}{2} 4 T_1^2 - 2 \cdot 3 T_1^2 = Q T_1 \cdot \left( \frac{21}{2} - \frac{1}{2} - 12 \right)$$

$$= R T_1 \cdot 4 = 8,31 \cdot 200 \cdot 4 = 6648 \text{ дж.}$$

Уг. рабочего цикла

$$A_{\text{нест.}} = (C_{12} - \frac{3}{2} R) \cdot J \cdot \Delta T_{12} + (C_{23} - \frac{3}{2} R) \cdot J \cdot \Delta T_{23}$$

$$= \left( \frac{3}{2} - \frac{1}{2} \right) R \cdot T_1 \cdot 4 + \left( \frac{3}{2} - 2 \right) R \cdot T_1 \cdot 3 = Q T_1 \cdot \left( 4 - \frac{3}{2} \right) = Q T_1 \cdot \frac{5}{2}$$

$$= 500 \cdot 8,31 = 4155 \text{ дж.}$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{\frac{5}{2} Q T_1}{Q T_1} = \frac{5}{8} = 0,625 \rightarrow \text{корект.}$$

$$3) V_2 = V_1 \text{ (изобр.) } P_2 = \frac{J R T_2}{V_2} \xrightarrow{\text{сст. ур. НКТ}} \Delta Q T_2 = P_2 \cdot V_2 \cdot \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \Delta Q T_2 = P_2 \cdot V_2 \cdot \frac{T_2}{T_1} = P_1 \cdot V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

$$V_2 \cdot P_2 = \text{const} \Rightarrow P_2 = P_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{P_1 T_2}{T_1}$$

$\frac{C}{R} = \frac{3}{2}$  соответствует прямому начальному изотермическому для 23  $k = -\frac{1}{2}$

для 31  $k = -\frac{1}{2}$



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 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!

Задача №4 ПРОДОЛЖЕНО

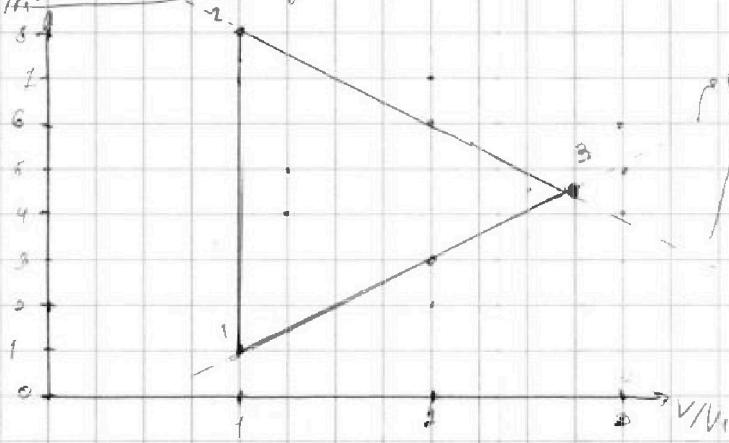


График с чисто линейной  $\frac{V}{V_1} = \frac{a-1}{2}$

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 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!

Представим найденное выражение  $a^2$ :

$$\Rightarrow k = aT \cdot \frac{\frac{1}{6} + \frac{1}{2\sqrt{2}}}{1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}} = aT \cdot \frac{\frac{\sqrt{2}}{3} + 2}{2\sqrt{2} + 1} = aT \cdot \frac{\frac{12 + 6\sqrt{2}}{3(2\sqrt{2} + 1)}}{2\sqrt{2} + 1} = \frac{4 - \sqrt{2} + 12\sqrt{2} - 6}{3 \cdot 7} \cdot aT = aT \cdot \frac{11\sqrt{2} - 2}{21}$$

Так как получено выражение (без коэффициентов) является равносильно

так как получено выражение (без коэффициентов), то оно является равносильно

(без коэффициентов).

Всё верно. Так как можно предположить что это

равносильно выражению

найдём это выражение из зеркала схемы

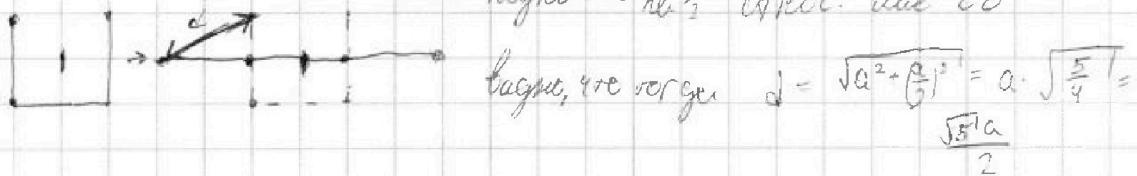
т.к. вспомним что не зеркало

зеркальное изображение находится в зеркале позади.

Зеркало находится между зеркалами  $1$  и  $2$ .

т.е.  $\Delta t = \frac{a}{2}$  т.е. зеркало на  $\frac{a}{2}$  выше

т.е. зеркало погружено на  $\frac{a}{2}$  относительно зеркала  $2$



$$\text{также, что верно } d = \sqrt{a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} = a \cdot \sqrt{\frac{5}{4}} =$$

$$\frac{\sqrt{5}}{2} a$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



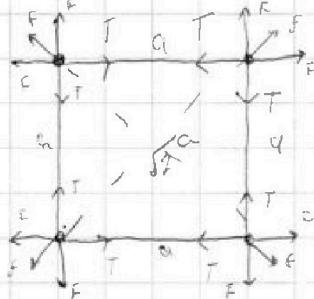
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

Задача 15

1)



тогда система симметрична и ее можно

заметить, что любых соседних  
шариков должны быть одного знака.  
т.к. в итоге сдвигов они погибнут  
, а если действуют пары по диагонали  
будут отталкивать друг с меньшим знаком.  
т.к. Изображающий одинаковый, приложенный  
к нему  $\Rightarrow$  все шары одного знака

т. Однаковые, рассмотрим сдвиг зарядов  $F$ -лины от ближних шаров

их результатирующая  $= \sqrt{2}F$  и их разность

по диагонали направлена и суммарная сила не действует

$$\text{от } q_1, q_2 = \sqrt{2}T + 6 \text{ сила } f$$

тогда удаляем равновесия:  $\sqrt{2}T = f \cdot \sqrt{2}F \Rightarrow T = \frac{f}{\sqrt{2}} + \frac{\sqrt{2}}{2}F$

$$T = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot (\sqrt{2}a)^2} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a^2} \Rightarrow q^2 = \frac{T \cdot 4\pi\epsilon_0 \cdot a^2}{1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{T \cdot 4\pi\epsilon_0 \cdot a^2}{1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}}}$$

2) для системы выполняется З.С.З., поэтому  $K = W_{\text{нек}} - W_{\text{конеч}}$

$$\Rightarrow K = q \cdot (\Phi_{\text{нек}} - \Phi_{\text{конеч}})$$

в начальном состоянии есть только

две постоянные заряды заряда.

рассмотрим любой из зарядов, у которого требуется рассчитать

$$\Phi_{\text{нек}} = 2\Phi_c + \Phi_g$$

следующий диагональный

за  $\Phi=0$  придется удалить из

единичность

$$\Phi_c = E_c \cdot a = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \cdot a}$$

$$\Phi_g = \frac{E}{q} \cdot \sqrt{2}a = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \cdot \sqrt{2}a} \Rightarrow \Phi_{\text{нек}} =$$

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \cdot a} \cdot \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

Теперь найдем  $\Phi_{\text{конеч}}$

$$= q_1 + q_2 + q_3 = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \cdot a} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3}\right) = \frac{11}{6} \cdot \frac{q}{4\pi\epsilon_0 \cdot a}$$

$$\Rightarrow K = 14 \cdot q = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a} \cdot \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{11}{6}\right) = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a} \left(\frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{6}\right)$$





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!



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!



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!



$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 0,6 \\ \hline 46,98 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5,018 \\ \times 0,625 \\ \hline 3,125 \end{array}$$

$$3,6 - 3,0,6 = 3,6 - 1,8 = 1,8$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 0,625 \\ \hline 1,875 \end{array}$$

$$2,4 - 0,16$$

$$0,3(5 - 0,25) \quad \begin{array}{r} 40 \\ \times 0,25 \\ \hline 10 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 0,25 \\ \hline 1,25 \end{array}$$

$$0,5 \quad , 0,3$$

$$C_p = C_v \cdot \frac{F}{A} + 1$$

$$A \sim DT$$

$$P = DV$$

$$PdV \int dT$$

$$PdV = JdT$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 5 \\ \hline 41,55 \end{array}$$

$$C = \frac{R}{2}$$

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

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$$

$$C = 1 R$$

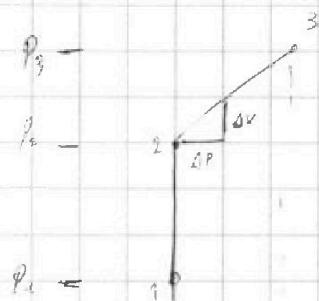
$$C = \frac{\Delta U}{\Delta T} = \frac{\Delta A}{\Delta T}$$

$$\begin{array}{r} 12,465 \\ , 12,465 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$= \frac{3}{2} + \frac{\Delta A}{\Delta T}$$

$$\frac{\Delta A}{\Delta T} = 0,5 R \quad 2499,0$$

$$46762$$



$$P_1 =$$

$$V_1 \quad V_3$$

$$(V_s - V_1)(P_3 - P_1 + P_2 - P_1)$$

$$= \frac{(V_s - V_1)(P_3 + P_2 - 2P_1)}{2} = A$$

$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 3 \\ \hline 24,9312 \\ - 24 \\ \hline 6,9 \end{array}$$

$$\Delta P \cdot \Delta V = A$$

$$\Delta P = J \cdot \Delta T$$

$$J \cdot \Delta T \cdot \Delta V = A$$

$$\begin{array}{r} 8,3 \\ \times 15 \\ \hline 12 \\ - 10 \\ \hline 2 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

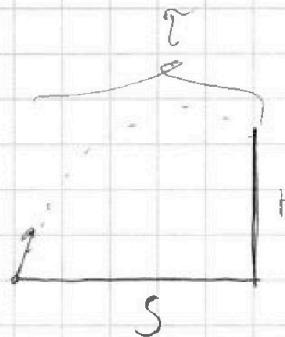
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\alpha = 45^\circ \quad L = 20 \text{ м} \quad V_0 = ?$$

$$V_0 \cdot \cos \alpha \cdot T = L \quad \Rightarrow \quad L = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow V_0^2 = \frac{gL}{\sin 2\alpha} = \frac{9L}{\sin 2\alpha} \cdot \frac{1}{11.9}$$

$$g \frac{T}{2} = V_0 \cdot \sin \alpha \Rightarrow T = \frac{2V_0 \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{9L}{\sin 2\alpha}} \cdot \frac{1}{289}$$



$$V_0 \cdot \cos \alpha \cdot T = S \quad \Rightarrow \quad T = \frac{S}{V_0 \cdot \cos \alpha}$$

$$H_S = V_0 \cdot \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2}$$

$$\Rightarrow H_S = \frac{S \cdot \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{g \cdot S^2}{V_0^2 \cdot \cos^2 \alpha \cdot 2}$$

$$H_S = S \cdot \frac{tg \alpha}{2V_0^2} - \frac{gS^2}{2V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\Rightarrow H_S = - \frac{tg \alpha}{2V_0^2} \left( \frac{gS^2}{2V_0^2} + 6 \cdot \frac{tg \alpha}{2V_0^2} - \frac{gS^2}{2V_0^2} \right) \quad 1 + \frac{tg^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} \quad \frac{1}{196}$$

$$tg \alpha = \frac{1 \cdot V_0^2}{gS} = \frac{V_0^2}{gS}$$

$$\Rightarrow H_S = S \left( 1 - \frac{V_0^2 \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{gS}{2V_0^2}}{gS \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} \cdot \frac{gS}{2V_0^2}} + \frac{V_0^2}{gS} - \frac{gS}{2V_0^2} \right) = S \left( \frac{V_0^2}{2gS} - \frac{gS}{2V_0^2} \right)$$

$$400 - 40 \cdot 3,6$$

$$\frac{\frac{4}{2} \cdot \alpha^2}{\frac{1}{2} \cdot \alpha^2}$$

$$400 - 4 \cdot 36$$

$$\frac{1}{2} \alpha^2$$

$$9 \cdot (400 - 36)$$

$$\frac{36}{\alpha^2}$$

$$4 \cdot 64$$

$$\frac{\alpha^4}{\alpha^2} = \alpha^2$$

$$= 28$$

$$\frac{\alpha^2}{\alpha^2} \cdot 4$$

$$\frac{\alpha}{\alpha^2}$$

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

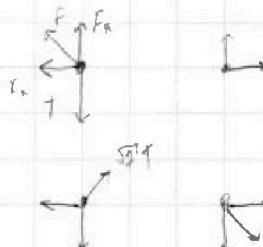
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

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

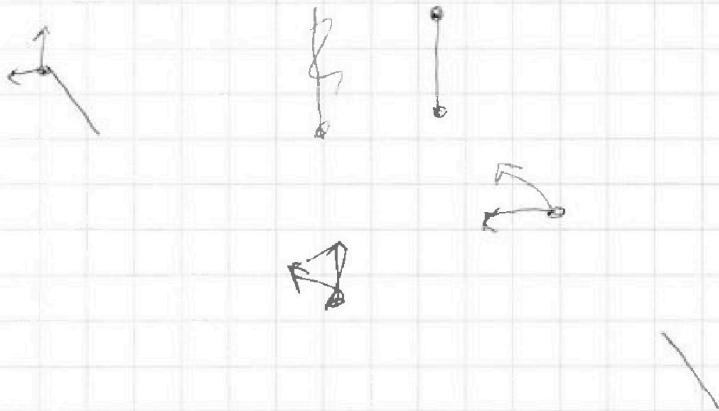
МФТИ



$$\sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2} T$$

$$F + \frac{F}{\sqrt{2}} = T$$

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





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"/> |

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

МФТИ