



# 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.

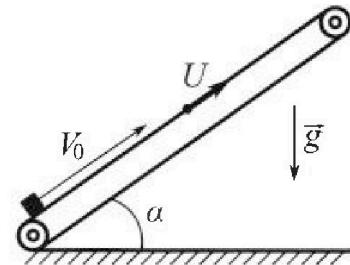
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.).

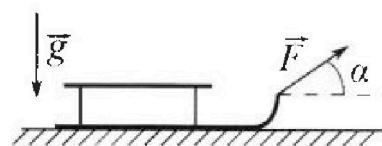
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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  $g$ .

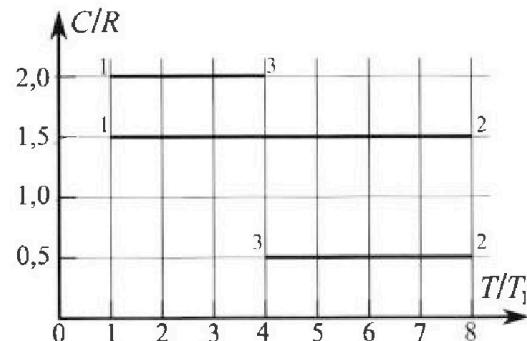
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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

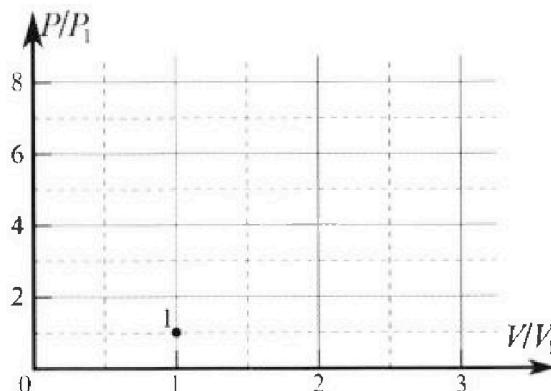
**Вариант 10-02**

*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).

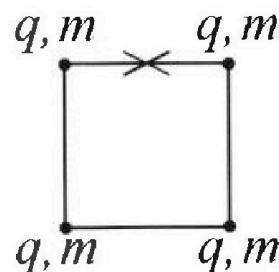


- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка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

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

Дано:  $\alpha = 45^\circ$ ;  $L = 20 \text{ м}$

$\sqrt{3}$

Решение: 1)  $t_n$  - время полета

$$t_n = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot L}{g} = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = V_0 \cos \alpha \cdot t = \frac{2 V_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g}$$

$$V_0^2 = \frac{Lg}{2 \sin 2\alpha} = 200 \Rightarrow V = 10\sqrt{2} \text{ м/с.} \quad \text{Абсол: } 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$

$$2) g \propto \frac{1}{r^2}$$



$$y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x(t) = V_0 \cos \alpha t + s \Rightarrow \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$

$$\Rightarrow y(x) = \frac{V_0 \sin \alpha t}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$x_s = \frac{V_0 \sin \alpha t}{V_0 \cos \alpha} \cdot \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{g} = \frac{V_0^2 \sin \alpha \cos^2 \alpha}{g} = s \Rightarrow$$

$$\sin \alpha \cos^2 \alpha = \frac{85}{V_0^2} = \frac{10 \cdot 36}{200} = \frac{9}{50} \quad \text{т.к. } \beta > 0^\circ; \alpha < 90^\circ$$

$$\Rightarrow \sin \alpha \cos^2 \alpha = \frac{9}{50} \Rightarrow \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha - \sin^4 \alpha = \frac{81}{2500} \rightarrow$$

$$\sin^2 \alpha \cos^2 \alpha = 1 \pm \sqrt{1 - \frac{81}{2500}} = 1 - \sqrt{\frac{544}{625}} \quad \text{т.к. } \sin \alpha > 0.$$

$$\Rightarrow \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} - \sqrt{\frac{136}{625}} \quad \text{3) } \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{136}{625}}$$

так



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!

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{1}{2} - \sqrt{\frac{135^2}{625}}} \quad \cos \beta = \sqrt{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{135^2}{625}}}$$

$$\Rightarrow t_0 = \frac{U_0 \sin \beta}{g} \Rightarrow S = U_0 \cos \beta \cdot t = \frac{U_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g}$$

$$= 200 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} + \frac{81}{2500}} = \frac{200 \cdot 9}{10 \cdot 50} = \frac{9 \cdot 9}{10} = 3,6 \text{ м.}$$

3. Ответ: 3,6 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!

Дано:  $V_0 = 6 \text{ м/c}$ ;  $\mu = 0,5$ ;  $\sin d = 0,6$ .  $T = 1 \text{ с}$ .  $V = 1 \text{ м/c}$

Решение: о.к.:  $-\mu N - mg \sin d = ma$

$$mg - N = \mu g \cos d \Rightarrow$$

$$-mg \cos d - \mu - mg \sin d = ma \Rightarrow$$

$$a = -g(\mu \cos d + \sin d) = -10 \text{ м/c}^2$$

$\Rightarrow$  тело остановится раньше чем

зат  $T$ , время остановки  $t = \frac{V_0}{|a|} =$

$$= 0,6 \Rightarrow t = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ с}$$

Однако  $b \neq 0$ .

2) Наростив скорость будем  $V$

Когда оно остановится не будет зависеть от нач. ускорения.

$a = 10 \text{ м/c}^2$  т.к.  $\mu, \alpha, f$  те же самые.

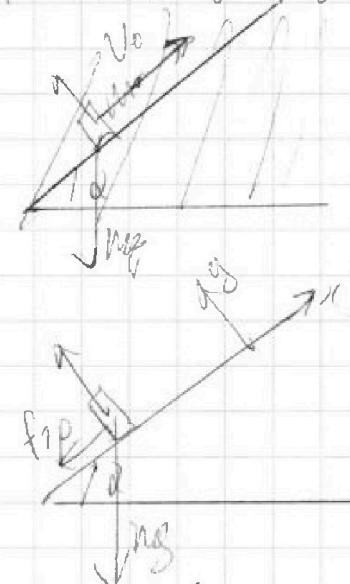
Б.с. о. линия скорости передвижения  $(V_0 - V) \Rightarrow$

$$F_t = \frac{V_0 - V}{\alpha} = \frac{1}{2} c \quad \text{Однако } 0,5 \text{ с.}$$

3) В избранной с.о.:  $V(t) = V_0 - at \Rightarrow t = \frac{V_0 - V}{a}$

$$S(t) = V_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$\Rightarrow S(V) = \frac{V_0(V_0 - V)}{a} - \frac{(V_0 - V)^2}{2a} = (V_0 - V) \left( \frac{2V_0 - V_0 + V}{2a} \right) =$$



$$\begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{6}{10} \Rightarrow \\ \cos \alpha &= \sqrt{1 - \frac{36}{100}} \\ &= \frac{8}{10}. \end{aligned}$$



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"/> |

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

МФТИ

$$\frac{(U_0 - U)(U_0 + U)}{2d} \text{ если } U=0 \Rightarrow S = \frac{U_0^2}{2d} = 13 \text{ м.}$$

Ошибок: 1,3 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 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

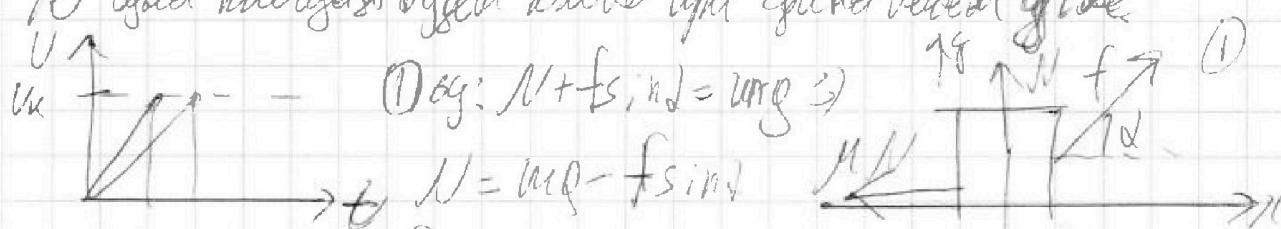
МФТИ

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

Дано:  $K$ ,  $d$ ,  $m$ .

Решение: 1) Если скейлы разложатся до одной и той же  
 $\Rightarrow$  до одной и той же скорости  $v(t)$ . И они это делают  
на разных участках пути  $\Rightarrow$  ускорения в разных участках  
одинаковые. Или если построим график  $v(t)$

то одна кинематика будет иметь при сдвиге одинаковую



$$\text{or: } f \cos \theta - g N = f \cos \theta - \mu m g + \mu f \sin \theta = m a \quad \sqrt{m g}$$

$$\textcircled{1}: \text{ог: } N = m g \text{ or: } f - \mu m g = m a \Rightarrow \cancel{N} \quad \textcircled{1}$$

$$\textcircled{2}: \text{ог: } f = f \cos \theta \Rightarrow f \cos \theta - \mu m g + \mu f \sin \theta = m a \quad \textcircled{2}$$

$$n = \frac{f - f \cos \theta}{f \sin \theta} = \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta}$$

$$2) K = \frac{m V^2}{2} \Rightarrow V^2 = \frac{2 K}{m}$$

$$\text{Однако: } n = \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta}$$



т.к.: &gt; ускорение в конце

$$\mu m g = m a \Rightarrow a = \mu g \Rightarrow S = \frac{V^2}{2a} =$$

$$= \frac{V^2}{\mu g} = \frac{2 K}{\mu g \left( \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta} \right)}$$

$$\text{Однако: } S = \frac{2 K}{\mu g \left( \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta} \right)}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

Рыбка, движущаяся в газе,  $T = 1$  моль.

Процессы: 1-2-3-1.

$$1) C = \frac{Q}{\partial A T} \text{ для } \xrightarrow{3-1}$$

$$2) R = \frac{\frac{3}{2} \partial R (-3T_1) + A_{3-1} (-)}{\partial (-3T_1)}$$

$$3) R = \frac{\frac{3}{2} R + A_{3-1}}{-3T_1} \Rightarrow \frac{A_{3-1}}{-3T_1} = \frac{R}{2} \Rightarrow A_{3-1} = \frac{3}{2} R T_1$$

$$A_{3-1} = -\frac{3}{2} \partial R T_1 \Rightarrow A_{3-1} = \frac{3}{2} \partial R T_1 = 2493 \text{ Дж.}$$

$A_{3-1}$  = (делаем табл для всех процессов).

$$4) 5R = \frac{3}{2} \partial R 2T_1 + A_{1-2} \Rightarrow 5R = \frac{3}{2} R + \frac{6R}{-3T_1} \Rightarrow$$

$$A_{1-2} = 0 \quad \text{т.к. 1-2 изотерм!}$$

$$5) 5R = \frac{3}{2} \partial R (-4T_1) + A_{2-3} \Rightarrow \frac{R}{2} = \frac{3}{2} R + A_{2-3} \Rightarrow$$

$$-4R = A_{2-3} = 4RT_1 R \Rightarrow R = -4T_1$$

Значит вся работа при затратах  $A = 4RT_1 R = \frac{3}{2} \partial R T_1 =$

$$= \frac{5}{2} \partial R T_1$$

поскольку  $\partial R > 0 \Rightarrow A > 0$

$$\eta = \frac{A}{Q_{1-2}}$$

	1-2	2-3	3-1	
A	0	$4RT_1$	$\frac{3}{2} \partial R T_1$	
Q	$> 0$	$< 0$	$< 0$	

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



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

### Приложенные задачи 9.

$$1,5R = \frac{Q_{1-2}}{\eta T_1} \Rightarrow Q_{1-2} = 10,5R T_1, \Rightarrow \eta = \frac{\frac{5}{2} R T_1}{10,5 R T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{5}{21} \text{ Ответ: } \eta = \frac{5}{2\sqrt{11}}$$

$$3) T_2 K \quad R_{1-2} = 0 \quad 1-2 \text{ изохорный} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \\ P_2 = 3P_1$$

Все процессы идут изотермически:

$$\Rightarrow \text{для изотермического } PV = \text{const}$$

$$\text{тогда } n = \frac{C_p + C_v}{C_p - C_v} \text{ для изотермического } n = \infty$$

$$C_v = \frac{3}{2}R \quad C_p = \frac{5}{2}R \quad n \approx 3$$

$$\text{ибо } 2-3 \leftarrow \frac{1}{2}R \Rightarrow \text{Нельзя}$$

$$\Rightarrow PV = \text{const} \Rightarrow \underline{2-3 \text{ изотермический}} \Rightarrow 3P_1V_1 = P_3V_3 \quad (1)$$

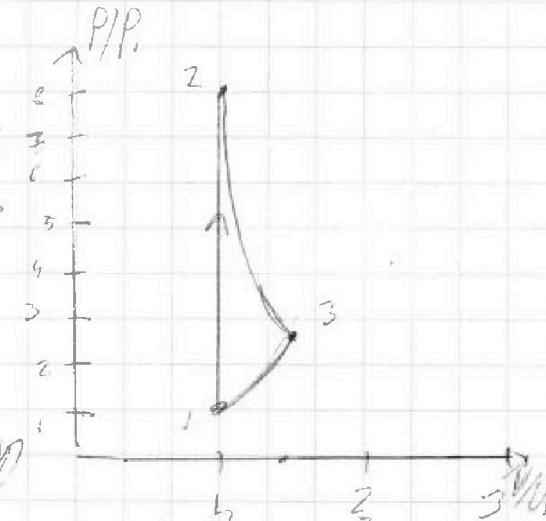
$$\Delta U_{2-3} = -\frac{3}{2} \partial P \delta T_1 = \frac{3}{2}(P_3V_3 - 3P_1V_1) \Leftrightarrow 9P_1V_1 = P_3V_3 \quad (2)$$

$$\cancel{V_3 = \text{const}} \Rightarrow P_3 = \frac{4P_1V_1}{V_3} \Rightarrow \text{вып0: } 3P_1V_1^2 = 4P_1V_1V_3^2$$

$$(3) \quad 3V_1^2 = 4V_3^2 \Rightarrow V_3 = \sqrt[3]{2}V_1 \Rightarrow \text{вып0: } 3P_1V_1^2 = 2\sqrt{2}P_1V_3^2$$

$$P_3 = \frac{4}{\sqrt{2}}P_1 = 2\sqrt{2}P_1. \text{ Тогда } (2-1-2 \Rightarrow n = \frac{2}{2} = 1)$$

$$\Rightarrow PV = \text{const} \Rightarrow P = \text{const} \cdot V^{-\frac{1}{2}} \text{ т.е. law for работы изотермии}$$



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!

Решение: 6), 7).

1) Равнодействующая одна.

$$f = \frac{u q q}{\alpha^2} \quad f_1 = \frac{u q q}{2 \alpha^2} \Rightarrow$$

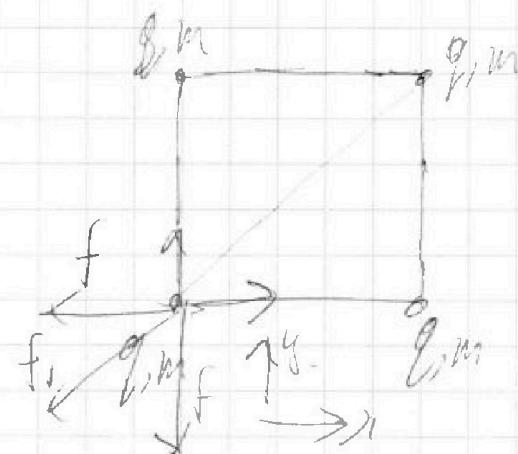
$$f_1 = \frac{f}{2}$$

$$\text{Од}: T = f + \cos 45^\circ \frac{f}{2} \quad (0)$$

$$T = f \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \Rightarrow T = \frac{u q^2}{\alpha^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \leq$$

$$g = \sqrt{\frac{T \alpha^2}{u \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)}}$$

$$\text{Однако: } g = \sqrt{\frac{T \alpha^2}{u \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)}} = \sqrt{\frac{4918 T \alpha^2}{\left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)}}$$



2) 1. К физ. силам нет  $\Rightarrow$  центр масс нет места.

Внимательно: при задании решения всегда должны быть  
все виды ограничений.

2) Далее смотрим на Ellipse and row

$$\text{направл: } W_p = \frac{K}{\alpha^2}$$

$$\text{В плоскости: } \frac{2 K q}{\alpha^2} + \frac{K q}{2 \alpha^2} = \frac{5 K q}{2 \alpha^2}$$

$$\text{Сумма: } \frac{K q}{\alpha^2} + \frac{K q}{4 \alpha^2} + \frac{K q}{9 \alpha^2} = \frac{49 K q}{36 \alpha^2} \neq$$

$$\Delta W_p = K = \frac{41 K q^2}{36 \alpha^2} \quad \text{или} \quad K = \frac{41 K q^2}{18 \alpha^2} \quad \text{или} \quad K = \frac{41 K q^2}{36 \alpha^2}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

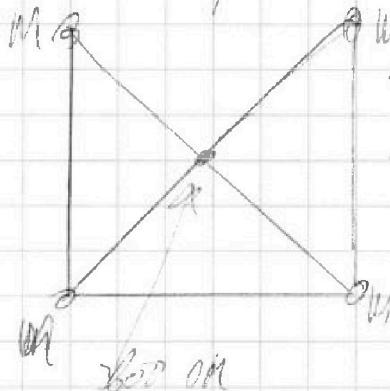
- |                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------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

3) Построили из центра масс.

но оу



из Гарн заменился на  $\frac{9}{2}$  и

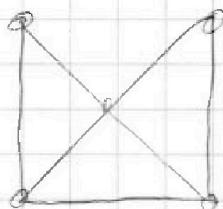
и у меня в МОИ  $\Rightarrow$

$$J = \sqrt{0^2 + \frac{9^2}{4}} = \frac{9\sqrt{5}}{2}$$

Ответ.  $J = \frac{9\sqrt{5}}{2}$

1307 оу

1307



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 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!

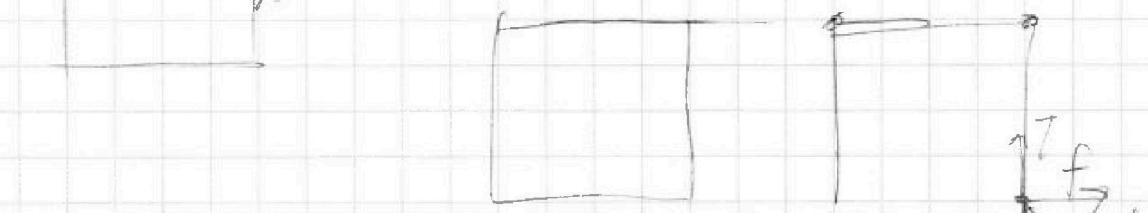
$$2-3 \quad 0,5R = \frac{-\frac{3}{2} \partial R 4T_1 + \lambda_2 - 2}{2 - 4T_1}$$

$$-\frac{3}{2} \partial R T_1 = \frac{3}{2} (\rho_3 V_3 - \rho_2 V_2)$$

$$-\frac{3}{2} \partial R 4T_1 = \frac{3}{2} (\rho_3 V_3 - \rho_2 V_2) \Rightarrow$$

$$-2 \cdot 4 \partial R T_1 = \rho_3 V_3 - 3 \rho_2 V_2 \Rightarrow \rho_3 V_3 = -3 \partial R T_1 + 3 \rho_2 V_2.$$

$$\sqrt{2}^f \quad 2 \text{ atm} \quad \sqrt{2} T = \sqrt{2} f + \frac{298}{20^2} = \sqrt{2} f + \frac{f}{2}.$$



$$\rho_2 = 4 \partial R T_1 \quad C = \frac{R}{2}$$

$$2-3 \text{ изотропный} \Leftrightarrow P/V^n = \text{const}$$

$$\frac{P_f}{C_0 + R} = \frac{P_i}{C_0 + R}$$

$$P_f = \text{const} \Leftrightarrow \text{изобарное.}$$

$$C_V = \frac{\frac{3}{2} \partial R T}{2 \partial f}$$

$$P = \frac{\text{const}}{V}$$

$$C = \frac{\frac{5}{2}R - 2R}{\frac{3}{2} + 2R} = \frac{\frac{1}{2}R}{\frac{3}{2}R} \quad (P_f - \frac{3}{7}R = R \Rightarrow)$$

$$P_f = \text{const} \Leftrightarrow \frac{P_f}{V^{\frac{3}{2}}} = \text{const}$$

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

$$P = \frac{\text{const}}{V^{\frac{3}{2}}} \Rightarrow \frac{\text{const}}{\sqrt[3]{V}}$$

$$\frac{2P}{2R}$$



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!

$$C = \frac{Q}{V_2 T} = \frac{C_0 V_2 T + \beta}{V_2 T} = C_0 + \frac{\beta}{V_2 T}$$

$$C_0 + \frac{\beta}{V_2 T} = C$$

$$\Delta U_{2-3} = -T \Delta S \bar{q}_h = T(P_3 V_3 - P_1 V_1) \text{ J}$$

$$-P_1 V_1 = P_3 V_3 - P_1 V_1$$

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"/> |

**МФТИ.**

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

Diagram showing a flow system with three pipes. Pipe 1 has diameter  $d$ , length  $l$ , and head loss  $h_f$ . Pipe 2 has diameter  $d$ , length  $l$ , and head loss  $h_f$ . Pipe 3 has diameter  $d$ , length  $l$ , and head loss  $h_f$ . The total head loss is  $h_f = h_{f1} + h_{f2} + h_{f3}$ .

$$\frac{3P}{R} = 3$$
$$PV = \text{const}$$
$$3PV^2 = P_3V_3^2$$
$$4P_1V_1 = P_3V_3 \Rightarrow P_3 = \frac{4P_1V_1}{V_3}$$
$$3V_1^2 = 4V_3^2 \Rightarrow V_3 = \sqrt{\frac{3}{4}}V_1$$
$$Q = \frac{4\pi V_1 + 4\pi V_2 + 4\pi V_3}{4\pi d}$$
$$Q = \frac{20}{99} \frac{m^3}{s}$$
$$26 + 27 + 4 = \frac{41 \frac{m^3}{s}}{18 \frac{m^2}{s}}$$

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"/> |

МФТИ



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

№ 7

$$t_h = \frac{2U_0 s \cdot n}{g}$$

$$L = U_0 \cos \beta \cdot 2 U_0 s \cdot n$$

$$= \frac{2U_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g}$$

$$\frac{10^2 \cdot 2}{10^2} = \sqrt{2}$$

$$21S = 20 - \frac{10 \cdot 2}{2} = 10 \mu H.$$

$$t = \frac{s}{U_0 \cos \beta}$$

$$H = U_0 t - \frac{g i^2}{2} = \frac{s}{\cos \beta} - \frac{g s^2}{U_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$s \cos \beta - \frac{g s^2 U_0^2 \cos^2 \beta}{2} = 0.$$

$$\text{тогда } U_0 s \sin \beta \cdot t = \max$$

$$\frac{200}{24.93}, 8.21$$

$$U_0 \cos \beta \cdot t = s \Rightarrow \cos \beta = \frac{s}{U_0 t} = \frac{s}{24.93}$$

$$s \cdot \sin \beta = \sqrt{1 - \frac{s^2}{U_0^2 t^2}} \Rightarrow U_0 \sqrt{1 - \frac{s^2}{U_0^2 t^2}} \cdot t$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{s^2}{U_0^2 t^2}} \Rightarrow U_0 \sqrt{1 - \frac{s^2}{U_0^2 t^2}} \cdot t = \max$$

$$\Rightarrow U_0 \sqrt{t^2 - \frac{s^2}{U_0^2}} = \max. \quad t =$$

$$\frac{2U_0 t}{2\sqrt{t^2 - \frac{s^2}{U_0^2}}} = -10(0.5 - 0.8 + 0.6)$$

$$-4 - 6 = -10$$

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!

9.1

УР

5 м

$$x(t) = V_0 \sin \beta t - \frac{g t^2}{2}$$

вершина

$$\frac{-V_0 \sin \beta}{-g} = \frac{V_0 \sin \beta}{g}$$

$$y(x) = V_0 \sin \beta t - \frac{g t^2}{2}$$

$$x(t) = V_0 \cos \beta t + s \quad t = \frac{x}{V_0 \cos \beta}$$

$V_0 \cos \beta$ .

Вершина:  $\frac{V_0 \sin \beta}{V_0 \cos \beta}, \frac{V_0^2 \cos^2 \beta}{g} = \frac{V_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{2g} = h$

$$\frac{V_0^2 \sin 2\beta}{2g} = 20 \text{ м} \Rightarrow 5 \cdot h = 20 \text{ м} = \frac{20}{V_0^2} \cdot 10^2$$

$$200 \cdot 25 \cdot 10^2 = \frac{32}{10^2} \Rightarrow 200 \cos^2 \beta \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{32}{10^2} \Rightarrow$$

$$\sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{32}{200 \cos^2 \beta} \Rightarrow \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \beta}}{200 \cos^2 \beta} = \frac{32}{9} \Rightarrow$$

$$1 - \cos^2 \beta = \frac{32^2}{4 \cdot 10^4 \cos^2 \beta} \Rightarrow 4 \cdot 10^4 \cos^2 \beta - 4 \cdot 10^4 \cos^2 \beta \sin^2 \beta = 32^2 \Rightarrow$$

$$1 - \frac{4 \cdot 31}{2500} = \frac{12}{25} \Rightarrow \frac{24}{25} = \frac{12}{25} \Rightarrow$$

$$\frac{1}{4} - \frac{6}{625} = \frac{12}{25} \Rightarrow \frac{625 - 6}{25} = \frac{12}{25} \Rightarrow$$

$$\frac{625 - 6}{25} = \frac{12}{25} \Rightarrow \frac{619}{25} = \frac{12}{25} \Rightarrow$$

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 чёрновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

GR

$J = \dots$

$$\frac{?}{J = T} = \frac{Q}{J = T} = \frac{14 + 6}{J = T} = 2P$$

$$= \frac{\frac{3}{2}JR/T_1 + h}{J = T} = 2P$$

$$1 2 3 4 5 6 7 T_1$$

$$\frac{2}{2}JR/T_1 + h = 2P$$

$$9,5R - h = 2P$$

$$A = \pi \cdot 0,5R \approx$$

$$J = T$$

$$A = 2,5R^2 \pi$$

$$1-2 \quad 2-3 \quad 3-1$$

$$A = \frac{Q}{J = T}$$

$$A > 0 \quad < 0 \quad < 0$$

$$A > 0 \quad < 0 \quad < 0 \quad J = T$$

$$A > 0 \quad < 0 \quad < 0 \quad J = T$$

$$Q_{H,2} = \frac{2}{k} R T_1 = \frac{2}{k} (P_1 V_1 - P_2 V_2)$$

$$20R T_1 (P_1 V_1 - P_2 V_2)$$

$$20R T_1 = V_1 (P_2 - P_1) \text{ где изокорб}$$

$$\frac{T_1}{P_1} = \frac{2T_1}{P_2} \Rightarrow P_2 = 2P_1$$

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"/> |

МФТИ

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

$$U(t) = U_0 - V - \alpha t + \frac{V_0 - V}{\alpha} \sin(\omega t)$$

$$U(t) = U_0 - \alpha t \Rightarrow t = U_0 - U$$

$$S(t) = \frac{1}{2} t - \frac{\alpha t^2}{2}$$

$$S(0) = \frac{U_0(U_0 - V)}{\alpha}, \quad \frac{\alpha(U_0 - V)^2}{2}, \quad \frac{U_0^2 - U_0 V}{\alpha}, \quad \frac{(U_0^2 - 2U_0 V + V^2)}{2\alpha}$$

$$\text{если } V=0 \Rightarrow S(0) = \frac{U_0^2}{\alpha} - \frac{U_0^2}{2\alpha} = 36 \left( \frac{1}{10} - \frac{1}{20} \right) = \frac{18}{20} \text{ м}$$

1+м.

$$U = U_0 - \alpha t$$

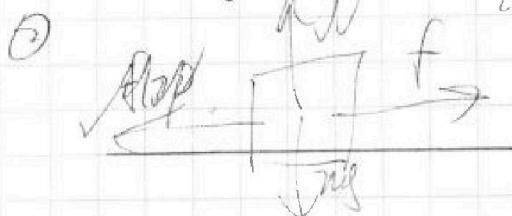
н-а лекция.

$$\frac{1-\alpha}{1+\alpha} = \frac{1}{2}$$

$$k = \frac{mV^2}{l^2} \Rightarrow$$
$$V = \sqrt{\frac{2K}{m}}$$

$$\textcircled{1} \quad \begin{array}{c} \text{Норм} \\ \text{f} \\ \text{N} \end{array} \quad \begin{array}{c} \text{Норм} \\ \text{f} \\ \text{N} \end{array} \quad \text{если } f_s \cdot N + N - m g = 0 \Rightarrow \\ N = m g - f_s \cdot N$$

$$\textcircled{2} \quad \begin{array}{c} \text{Норм} \\ \text{f} \\ \text{N} \end{array} \quad \text{если } f_s \cdot N - m g + f_s \cdot f_s \cdot N = m a_x \Rightarrow \\ m a_x = m g \Rightarrow a_x = g = 10 \text{ м/с}^2$$



$V_x$

