

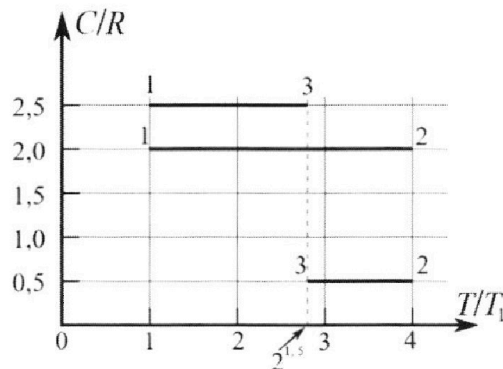
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



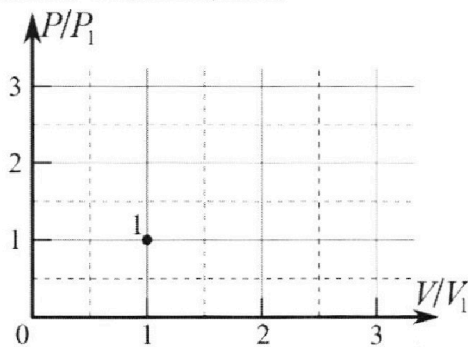
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).



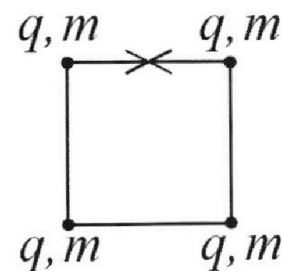
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .



1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость  $V$  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)?

Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

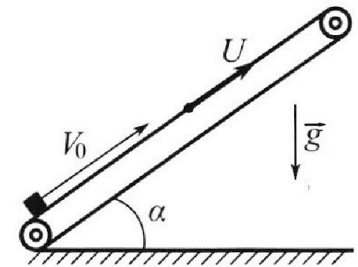
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.
- 1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.
  - 2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?  
Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



- 1) За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в первом опыте путь  $S = 1$  м?

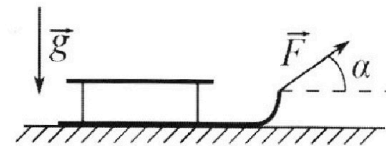
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?
- 3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? 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 скорости  $V_0$  за одинаковое время.

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 скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.



- 1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
  - 2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .
- Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

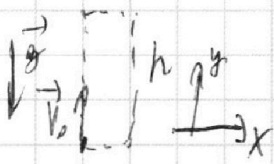
решение которой представлено на странице:

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!

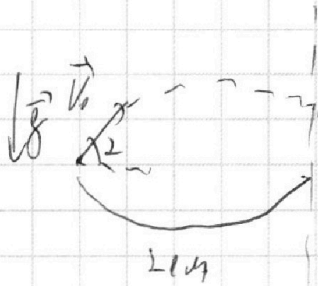
Задача №1



$$D_y: |v(t)| = v_0 - g \cdot t$$

$$h_{\max} \Rightarrow v_{\text{на высоте}} = 0 \Rightarrow |v(t)| (1/2) = v_0 - 2g = 0 \Rightarrow$$

$$v_0 = 2g = 20 \text{ м/с}^2$$



$$D_x: v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t_{\text{max}} = L$$

$$D_y: h = v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t_{\text{max}} - \frac{g \cdot t_{\text{max}}^2}{2}$$

$$t_{\text{max}} = \frac{L}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} \Rightarrow h = v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{L}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} - \frac{g \cdot L^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$$

$$= L \cdot \tan(\alpha) - \frac{g \cdot L^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} = 20 \cdot \tan(\alpha) - \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$$

$$= 20 \tan(\alpha) - \frac{5}{\cos^2(\alpha)} = 5 \cdot \left( 4 \tan(\alpha) - \frac{1}{\cos^2(\alpha)} \right) - \text{выражение}$$

минимум достигается при  $\tan(\alpha) = 1$

$$\sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha) = 1 \quad | : \cos^2(\alpha) \Rightarrow \tan^2(\alpha) + 1 = \frac{1}{\cos^2(\alpha)} \Rightarrow$$

$$h = 5 \left( 4 \tan(\alpha) - \frac{1}{\cos^2(\alpha)} \right) = 5 \cdot (4 \tan(\alpha) - \tan^2(\alpha) - 1) \Rightarrow$$

$$f(t) = 4t - t^2 - 1; \quad t_0 = 1; \quad f(t_0) = 8 - 4 - 1 = 3$$

$$\text{при } \tan(\alpha) = 1 \text{ получаем } h_{\text{на высоте}} \Rightarrow h_{\text{на высоте}} = 5 \cdot (8 - 4 - 1) =$$

$$= 15 \text{ м.}$$

Ответ: 1.  $v_0 = 20 \text{ м/с}$ .

2.  $h_{\text{на высоте}} = 15 \text{ м}$ .

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

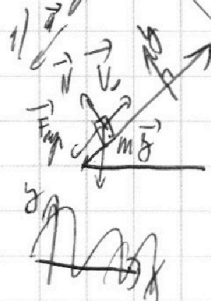
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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 №2



$$\vec{F}_{\text{frp}} + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$O_x: -F_{\text{frp}} - mg \cdot \sin(\alpha) = -ma$$

$$O_y: N - mg \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$\Rightarrow N = mg \cdot \cos(\alpha) ; \Rightarrow$$

$$F_{\text{frp}} = \mu \cdot N = \mu \cdot mg \cdot \cos(\alpha)$$

$$m a = F_{\text{frp}} + mg \cdot \sin(\alpha) = \mu mg \cdot \cos(\alpha) + mg \cdot \sin(\alpha) \Rightarrow$$

$$a = \mu \cdot g \cdot \cos(\alpha) + g \cdot \sin(\alpha) = \frac{1}{8} \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} + 10 \cdot \frac{4}{8} = 10 \text{ м/с}^2$$

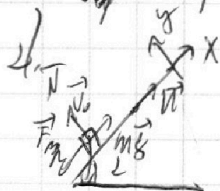
$$\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} = \sqrt{1 - \frac{16}{25}} = \frac{3}{5}$$

$$V_0 = 0 \Rightarrow 0 = V_1 - a_1 S \Rightarrow 2 \cdot a_1 S = V_1^2 - V_0^2 \Rightarrow 2 \cdot (-a) \cdot S = 0 - V_0^2 \Rightarrow$$

$$S_1 = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} \text{ м}; S_0 = 1 \text{ м} \Rightarrow \text{нужно преодолеть еще } \frac{1}{5} \text{ м.}$$

$$S_2 = \frac{at^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot \frac{1}{5}}{10}} = \sqrt{\frac{1}{25}} = \frac{1}{5} \text{ с.}$$

$$V_0 - g a t_1 = 0 \Rightarrow t_1 = \frac{V_0}{a} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} \Rightarrow t_0 = t_1 + t_2 = \frac{3}{5} \text{ с.}$$



4. ~~См. задачу 1. Аналогично решению 1. Поэтому нам нужно найти время, за которое~~

$$V_{\text{сп/конт}} = v - L = 0. \text{ Аналогично решению 1}$$

$$a_x = -10 \text{ м/с}^2 \Rightarrow V(t) = V_{\text{сп/конт}} - a t$$

$$V_{\text{сп/конт}} = 4 - 2 = 2 \Rightarrow 2 - a t = 0 \Rightarrow t = \frac{2}{a} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5} \text{ с}$$

$$N_{\text{сп/конт}} = V_{\text{сп/конт}} t - \frac{at^2}{2} = 2 \cdot \frac{1}{5} - \frac{10^2 \cdot 1}{2 \cdot 25} = \frac{1}{5} \text{ м} \Rightarrow$$

$$r_0 = V \cdot t + N_{\text{сп/конт}} = 2 \cdot \frac{1}{5} + \frac{1}{5} = \frac{3}{5} \text{ м.}$$



1  2  3  4  5  6  7

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

Задача №2 ~~решена~~



2). Дано: движение вверх по наклону  $a_x = -10 \text{ м/с}^2$

П.к. конечная скорость равна нулю, т.е.

$$v_{0x} = v_{0x} + at = 4 + 2 = 6 \text{ м/с.}$$

$$0_x: |v(t)| = v_0 - at; |v(t)| = 2 \Rightarrow 6 - at = 2 \Rightarrow t = \frac{4}{a} = \frac{4}{10} = \frac{2}{5} \text{ с.}$$

$$L = v_{0x} t - \frac{at^2}{2} = 6 \cdot \frac{2}{5} - \frac{10 \cdot 4}{2 \cdot 25} = \frac{12}{5} - \frac{4}{5} = \frac{8}{5} \text{ м.}$$

3). Дано: движение вверх по наклону  $a_x = -10 \text{ м/с}^2$

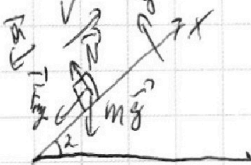
$$v_0 = v_{0x} + v_0 = 6 \text{ м/с.}; 0_x: |v(t)| = v_0 - at = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0}{a} = \frac{6}{10} = \frac{3}{5} \text{ с.}$$

$$L' = v_0 t - \frac{at^2}{2} = 6 \cdot \frac{3}{5} - \frac{10 \cdot 9}{2 \cdot 25} = \frac{18}{5} - \frac{9}{5} = \frac{9}{5} \text{ м.}$$

$$H = L' \cdot \sin(\alpha) = \frac{9}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{36}{25} \text{ м.}$$

Ответ: 1).

вд наклонной (1) (его можно получить из условия равновесия).



По II закону Ньютона  $\vec{N} + \vec{F}_{tr} + m\vec{g} = m\vec{a}$

$$0_x: m - mg \cdot \sin(\alpha) - F_{tr} = -ma \Rightarrow$$

$$0_y: N - mg \cdot \cos(\alpha) = 0 \Rightarrow N = mg \cdot \cos(\alpha) \Rightarrow F_{tr} = \mu mg \cdot \cos(\alpha)$$

$$ma = mg \cdot \sin(\alpha) + \mu mg \cdot \cos(\alpha) \Rightarrow a = g \cdot \sin(\alpha) + \mu g \cdot \cos(\alpha) = 10 \cdot \frac{4}{5} + \frac{1}{8} \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} = 8 + 2 = 10 \text{ м/с}^2 \quad (\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} = \frac{3}{5})$$

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"/>	<input 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 №2

Пункт 7-программисте.

\* Умножив на  $2$ , получим  $2(-a) \cdot S = 0 - V_0^2 \Rightarrow$   
 $S = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 10} = \frac{4}{5} \text{ м.} \Rightarrow$  между автомобилями проехали еще  $\frac{4}{5} \text{ м.}$

$$V_1 = \frac{at_1^2}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{a}} = \sqrt{\frac{1}{5} \cdot \frac{2}{10}} = \frac{1}{5} \text{ л.}; t_1 = \frac{V_0 - at_1}{a} = \frac{16 - \frac{1}{5}}{10} = \frac{15.8}{10} = \frac{2}{5} \text{ л.} \Rightarrow$$

$$t_0 = t_1 + t_2 = \frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5} \text{ л.}$$

Ответ: 1)  $\frac{3}{5} \text{ л.}$

2)  $\frac{8}{5} \text{ м.}$

3)  $\frac{36}{25} \text{ м.}$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

**МФТИ**



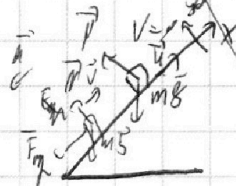
- 1  2  3  4  5  6  7

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

Задача №2 - прогнана

3) ~~Материально пункту 1.  $a_x = -10 \text{ м/с}^2$~~

~~4) Материально пункту 2. Путь за это время,~~



~~Материально пункту 3. Материально пункту 4. Материально пункту 5. Материально пункту 6. Материально пункту 7. Материально пункту 8. Материально пункту 9. Материально пункту 10. Материально пункту 11. Материально пункту 12. Материально пункту 13. Материально пункту 14. Материально пункту 15. Материально пункту 16. Материально пункту 17. Материально пункту 18. Материально пункту 19. Материально пункту 20. Материально пункту 21. Материально пункту 22. Материально пункту 23. Материально пункту 24. Материально пункту 25. Материально пункту 26. Материально пункту 27. Материально пункту 28. Материально пункту 29. Материально пункту 30. Материально пункту 31. Материально пункту 32. Материально пункту 33. Материально пункту 34. Материально пункту 35. Материально пункту 36. Материально пункту 37. Материально пункту 38. Материально пункту 39. Материально пункту 40. Материально пункту 41. Материально пункту 42. Материально пункту 43. Материально пункту 44. Материально пункту 45. Материально пункту 46. Материально пункту 47. Материально пункту 48. Материально пункту 49. Материально пункту 50. Материально пункту 51. Материально пункту 52. Материально пункту 53. Материально пункту 54. Материально пункту 55. Материально пункту 56. Материально пункту 57. Материально пункту 58. Материально пункту 59. Материально пункту 60. Материально пункту 61. Материально пункту 62. Материально пункту 63. Материально пункту 64. Материально пункту 65. Материально пункту 66. Материально пункту 67. Материально пункту 68. Материально пункту 69. Материально пункту 70. Материально пункту 71. Материально пункту 72. Материально пункту 73. Материально пункту 74. Материально пункту 75. Материально пункту 76. Материально пункту 77. Материально пункту 78. Материально пункту 79. Материально пункту 80. Материально пункту 81. Материально пункту 82. Материально пункту 83. Материально пункту 84. Материально пункту 85. Материально пункту 86. Материально пункту 87. Материально пункту 88. Материально пункту 89. Материально пункту 90. Материально пункту 91. Материально пункту 92. Материально пункту 93. Материально пункту 94. Материально пункту 95. Материально пункту 96. Материально пункту 97. Материально пункту 98. Материально пункту 99. Материально пункту 100.~~

~~$a_x: V(t) = V_{\text{крп/крп}} - at = -2 \Rightarrow t = \frac{V_{\text{крп/крп}} + 2}{a} = \frac{2 + 2}{10} = \frac{2}{5} \text{ с.}$~~

~~$V_0 = ut + v_{\text{крп/крп}} = u \cdot t + V_{\text{крп/крп}}$~~

~~$v_0 = u \cdot t + v_{\text{крп/крп}}$~~

~~$t_1 \neq: \frac{V_0}{V_{\text{крп/крп}}} - at_1 = 0 \Rightarrow$~~

~~$t_1 = \frac{V_0}{a} = \frac{2}{10} = \frac{1}{5}$~~

~~$t_2 = t - t_1 = \frac{2}{5} - \frac{1}{5} = \frac{1}{5}$~~

~~$v_{\text{крп/крп}} = v_1 + v_2 = V_{\text{крп/крп}}$~~

~~$v_{\text{крп/крп}} = 2 \cdot \frac{1}{5} - \frac{10}{2} \left(\frac{1}{5}\right)^2 - \frac{10}{2} \left(\frac{1}{5}\right)^2 = \frac{2}{5} - \frac{10}{25} = \frac{2}{5} - \frac{2}{5} = 0 \Rightarrow v_0 = u \cdot t = 2 - \frac{2}{5} = \frac{4}{5} \text{ м.}$~~

~~$h = v_0 \cdot \sin(\alpha) = \frac{4}{5} \cdot \frac{4}{5} = \frac{16}{25} \text{ м.}$~~

~~Ответ: 1)  $\frac{2}{5} \text{ с.}$~~

~~2)  $\frac{3}{5} \text{ м.}$~~

~~4)  $\frac{16}{25} \text{ м.}$~~

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!



1) **Зададимся ИЗ**

**Зададимся II закон Ньютона для перемещения:**  $O_x: F - F_{\text{тр}} = ma$

$O_y: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg$

$F - \mu mg = ma.$

III. К. тело из состояния покоя за определенное время достигло скорости  $V_0$ , но ускорения в обеих экспериментальной работы.

**II закон Ньютона:**  $F + N + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$

$O_x: F \cdot \cos(\alpha) - F_{\text{тр}} = ma$

$O_y: N - mg + F \cdot \sin(\alpha) = 0 \Rightarrow N = mg - F \cdot \sin(\alpha)$

$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg - \mu F \cdot \sin(\alpha) \Rightarrow$

$F \cdot \cos(\alpha) - \mu mg + \mu F \cdot \sin(\alpha) = ma = F - \mu mg \Rightarrow$

$\cos(\alpha) + \mu \cdot \sin(\alpha) = 1 \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$

2) Как когда тело достигло скорости  $V_0$ , но движение прекратилось.

$N + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{тр}} = m\vec{a}$

$O_x: -F_{\text{тр}} = -ma; O_y: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow$

$F_{\text{тр}} = \mu mg = ma \Rightarrow a = \mu \cdot g,$

$O_x: V(t) = V_0 - at, \text{ но } V(t) = 0 \Rightarrow V_0 = at = 0 \Rightarrow t = \frac{V_0}{a} = \frac{V_0}{\mu \cdot g} =$

$\frac{V_0}{g \cdot (1 - \cos(\alpha)) \cdot \sin(\alpha)}$

Ответ:  $\mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}; t = \frac{V_0 \cdot \sin(\alpha)}{g(1 - \cos(\alpha))}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



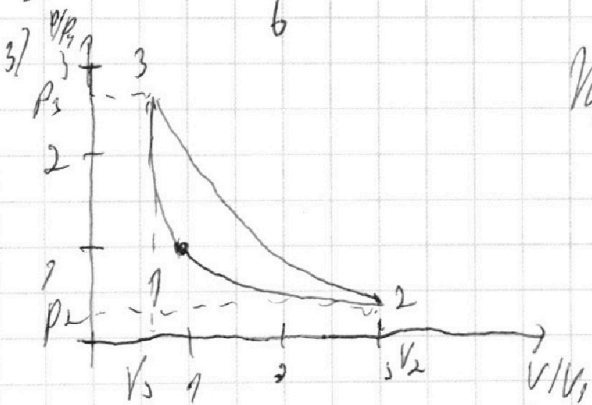
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



1)  $C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow Q = C \cdot \Delta T$ , По I закону Термодинамики  $Q = \Delta U + A \Rightarrow$   
 $Q_{1 \rightarrow 2} = C \cdot (T_2 - T_1) = 2R \cdot 3T_1 = \Delta U + A_{1 \rightarrow 2} \Rightarrow A_{1 \rightarrow 2} = 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} \cdot 2R \cdot (T_2 - T_1) =$   
 $= 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} \cdot R \cdot 5T_1 = \frac{1}{2} \cdot R \cdot 3T_1 = \frac{1}{2} \cdot 1200 R = 600 R$

2)  $C = \frac{Q}{\Delta T}$ , В процессе  $2 \rightarrow 3$  и  $3 \rightarrow 1$   $\Delta T < 0 \Rightarrow$  масса вещества мала  
 считаем газы идеальными  $\Rightarrow Q_4 = Q_{1 \rightarrow 2}$ ;  $Q_4 = Q_{2 \rightarrow 3} + Q_{3 \rightarrow 1}$   
 $\mu = 1 - \frac{|Q_{out}|}{|Q_{in}|}$

$Q_{1 \rightarrow 2} = 2R \cdot (T_2 - T_1) = 2R \cdot 3T_1$ ;  $Q_{2 \rightarrow 3} = 0,5R \cdot (2^{1,5} T_1 - 4T_1)$   
 $Q_{3 \rightarrow 1} = 2,5R \cdot (T_1 - 2^{1,5} T_1) \Rightarrow \mu = 1 - \frac{|Q_{out}|}{|Q_{in}|} = 1 - \frac{|0,5R(2^{1,5} T_1 - 4T_1)|}{|2R \cdot 3T_1|} =$   
 $= 1 - \frac{|0,5R(2^{1,5} - 4)| + 2,5R \cdot (T_1 - 2^{1,5} T_1)|}{2R \cdot 3T_1} = 1 - \frac{0,5(2^{1,5} - 4) + 2,5(1 - 2^{1,5})}{6} =$   
 $= 1 - \frac{0,5(4 - 2^{1,5}) + 2,5 \cdot (2^{1,5} - 1)}{6} = 1 - \frac{4 - 2^{1,5} + 5 \cdot 2^{1,5} - 5}{12} = 1 - \frac{4 \cdot 2^{1,5} - 1}{12} = \frac{13 - 4 \cdot 2^{1,5}}{12}$



Из уравнения Клапейрона следует, что  $\frac{pV}{T} = const \Rightarrow \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_1 V_1}{4T_1} \Rightarrow T_2 = 4T_1$   
 $p_2 = \left(\frac{V_1}{V_2}\right) \cdot p_1$ . И.е. этот процесс будет изотермическим, если газ идеален.  
 изменение от 1. до 4.  $\frac{2^{1,5}}{4} \mu$   
 $3 \rightarrow 1$  - изотермический, если газ идеален, изменение от 1. до  $\frac{1}{2^{1,5}}$

Ответ: 1)  $600 R$ ; 2)  $\frac{13 - 4 \cdot 2^{1,5}}{12}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

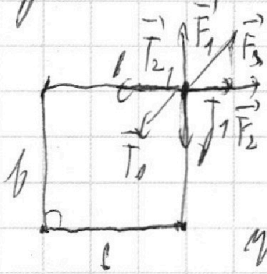
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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

Задача 15



Векторы  $\vec{T}_1, \vec{T}_2$  задают стороны квадрата вершинами угла, если разложить  $\vec{T}_0$  по сторонам квадрата, получим,

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{T}_0 = \vec{0}$$

$$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2| = k \cdot \frac{a^2}{b^2}; \quad |\vec{F}_3| = k \frac{a^2}{(\sqrt{2}b)^2} = k \frac{a^2}{2b^2}$$

$$|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| \Rightarrow |\vec{T}_0| = \sqrt{2} T \quad (T = |\vec{T}_1| = |\vec{T}_2|)$$

$$\vec{F}_3 \uparrow \uparrow (\vec{F}_1 + \vec{F}_2); \quad \vec{F}_4 \uparrow \downarrow \vec{T}_0 \Rightarrow |\vec{F}_0 = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3| =$$

$$|\vec{F}_0| = \sqrt{2} \vec{F}_1 + \vec{F}_3 = \sqrt{2} \cdot k \frac{a^2}{b^2} + k \frac{a^2}{2b^2} = \sqrt{2} T \text{ (из условия задачи)}$$

$$T = k \frac{a^2}{b^2} + k \frac{a^2}{2\sqrt{2}b^2}$$

2) Если нить разрезана, то нить это будет считать как

вектор  $\vec{T}_2 = 0 \Rightarrow \vec{F}'_0 = \vec{F}_0 + \vec{T}_1;$

$$T = k \frac{a^2}{b^2} \left( \frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right); \quad F_0 = k \frac{a^2}{b^2} \cdot \frac{2\sqrt{2}+1}{2} \Rightarrow T = F_0 \cdot \sqrt{2}; \quad |\vec{F}_0; \vec{T}_0| = 155^\circ \Rightarrow$$

$$|\vec{F}_0 + \vec{T}_0| = |\vec{F}'_0| = T \text{ (такая комбинация достигается только из}$$

непрерывности  $\vec{F}_0$  и  $\vec{T}_0$  и является непрерывной функцией  $\vec{F}_0$  и  $\vec{T}_0$ )

$$|\vec{F}'_0| = k \frac{a^2}{b^2} \cdot \frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \text{ (в векторном смысле, так как все}$$

векторы направлены в одну сторону),  $\vec{F}'_0$  и  $\vec{T}_0$  имеют

одинаковую направленность  $\Rightarrow$  эта сила непрерывно зависит

от угла  $\alpha$  из стороны квадрата,

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

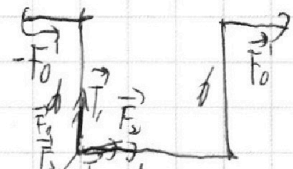


1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

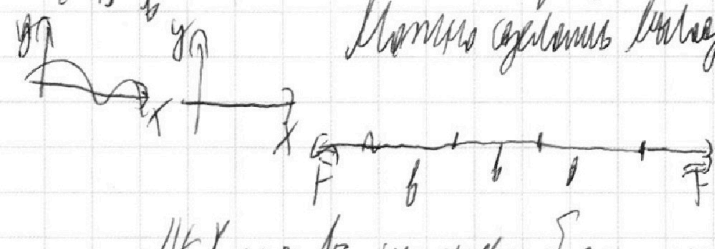
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача № 5 - прохождение  
П.е. Кома Коринтика Анома Команды КМК - то так



Когда все 3 шарика будут на одной прямой,  
то сила притяжения будет направлена по  $Ox$ .

Можно сделать вывод, что сила  $F$  в моменты времени  
будет направлена по  $Ox$ .



А когда все шарика будут на одной прямой, очевидно, что  
шарик, находящийся в центре масс шаров, будет  
принадлежать к центру масс. Тогда получаем, что шарик  
будет только между шариками

\* в центре масс будет равно  $b$ .

$$\text{Ответ: 1) } T = k \frac{4q^2}{b^2} \left( \frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right)$$

2) -

3)  $b$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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



$F - \mu mg = ma$  *черновик*     $\sum F_y: F \sin(\alpha) + N - mg = 0 \Rightarrow$

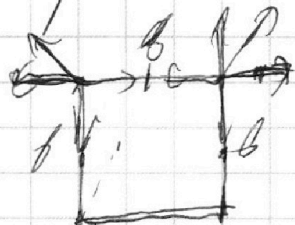
$F \cos(\alpha) - F_{\mu} = ma$      $N = mg - F \sin(\alpha)$

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

$\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha) = 1 \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$

$F_{\mu} = -\mu mg = -ma \Rightarrow a = \mu g \Rightarrow t = \frac{v_0}{g}$

*черновик.*



~~$2R + \Delta T = \dots$~~

$\frac{2R + 1}{2 + 2} = \frac{2\sqrt{2} + 1}{2\sqrt{2}} \quad \& \quad \frac{10V}{R \cdot 6} = 1$

$I = C = \frac{2R}{\Delta T} = \frac{\frac{3}{2} R \Delta T + \Delta T \cdot 2}{\Delta T} = \frac{3}{2} R + \frac{\Delta T \cdot 2}{\Delta T}$

$\frac{1}{2} R \cdot \Delta T = 600 R$





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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

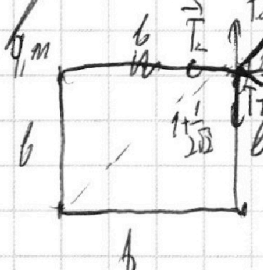
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



Решение.

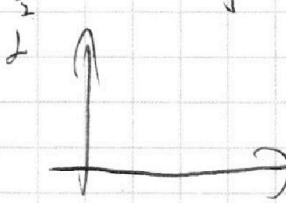


$$F_0 = F_1 + F_2 + F_3 \Rightarrow |F_0| = \sqrt{2} \cdot k \cdot \frac{|q_1|^2}{b^2} + k \cdot \frac{|q_1|^2}{2b^2} =$$

$$= \sqrt{2} T_2 \Rightarrow T = k \frac{|q_1|^2}{b^2} + k \frac{|q_1|^2}{2\sqrt{2}b^2} = k \frac{|q_1|^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$

$$= k \frac{q^2}{b^2} + k \frac{q^2}{4b^2} = k \frac{q^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{4}\right) \quad \frac{1}{2\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2\sqrt{2}}$$

~~$C = 2SR = \frac{Q}{T} = 2SR \cdot \Delta T$~~



$$1 \rightarrow 2 \Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2} V \cdot R \cdot \Delta T = \frac{3}{2} \cdot R \cdot 1200$$

$$Q = \epsilon \cdot \pi \cdot C \cdot A \cdot \Delta T =$$

$$\Rightarrow 2R \cdot A \cdot \Delta T = 1200 \cdot 2R$$

$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \text{const}$      $\frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$      $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma}$      $\frac{2}{1} = \left(\frac{1}{2}\right)^{\gamma}$      $\gamma = \frac{2}{1-2} = -2$

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow Q = C \cdot \Delta T \Rightarrow Q = 2R \cdot 1200$$

$$A = R \cdot 1200 + \frac{1}{2} = 11600R$$

$Q_{12} = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$

$$1 \rightarrow 2 \Rightarrow Q_{12} = \frac{3}{2} R (T_2 - T_1) + A_{12} = \mu = 1 - \frac{|Q_{12}|}{|Q_H|}$$

1 → 2 - невыч. мемб.

$$Q_x = 1,5R \cdot \left(\frac{1}{4}T_2 - 2^{1,5}T_1\right) + 2,5R \cdot (2^{1,5}T_1 - T_1) = \frac{4 \cdot 2^{1,5} - 1}{12}$$

$$Q_H = 2R \cdot (T_2 - T_1) \Rightarrow \frac{Q_x}{Q_H} = \frac{1,5(4 \cdot 2^{1,5} - 1) + 2,5(2^{1,5} - 1)}{2 \cdot 3} = \frac{12 + 1 \cdot 4 \cdot 2^{1,5} - 1}{12} = \mu = \frac{11 + 4 \cdot 2^{1,5}}{12}$$

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!

Зермоблок

$$2as = v_0^2 \Rightarrow S = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot \frac{10}{5}} = \frac{16 \cdot 5}{20} = \frac{12}{5} = 2,4 \text{ м}$$

$$1,6 = \frac{10}{20} t^2 \Rightarrow 1 = 4t - \frac{10}{20} t^2 \Rightarrow 10t^2 - 4t + 6 = 0 \quad | :2$$

$$5t^2 - 2t + 3 = 0; \quad D = 4$$

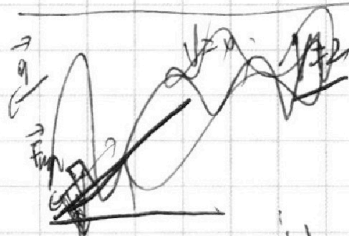
$$F_{\text{упр}} + mg \cdot \cos \alpha = ma \quad \Rightarrow \quad a = \mu \cdot g \cdot \cos \alpha + g \cdot \sin \alpha = \frac{1}{8} \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} +$$

$$F_{\text{упр}} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha \quad + 10 \cdot \frac{3}{8} = 10 \text{ м/с}^2$$

$$1 = 4t - 5t^2 \Rightarrow 5t^2 - 4t + 1 = 0$$

$$2as = v_0^2 \Rightarrow S = \frac{16}{2 \cdot 10} = \frac{16}{20} = \frac{4}{5} \text{ м}$$

$$\frac{1}{5} = 15t^2 \Rightarrow t = \frac{1}{25} \text{ сек.} \Rightarrow t_0 = \frac{1}{5} + \frac{2}{5} = \frac{3}{5} \text{ с}$$



$$-F_{\text{упр}} - mg \cdot \cos \alpha = -ma$$

$$F_{\text{упр}} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

$$\Rightarrow a = \mu mg \cdot \sin \alpha + g \cdot \cos \alpha =$$

$$= \frac{1}{8} \cdot 10 \cdot \frac{3}{4} + 10 \cdot \frac{3}{8} =$$

$$= 10 \text{ м/с}^2$$

$$mg \cdot \sin \alpha \quad v_0 = 2 \text{ м/с}$$

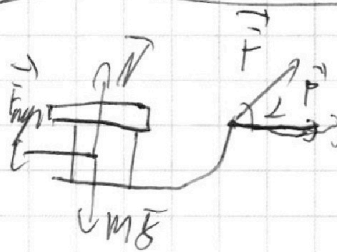
$$v_0 = 0$$

$$2 - 10t = 0 \Rightarrow t = \frac{1}{5} \text{ с}$$

$$t = \frac{2}{5} \text{ с}$$

$$F_{\text{упр}} - \mu mg = mg$$

$$v_0 = v_1 + a \cdot t = 2 \cdot \frac{2}{5} + 0 = \frac{4}{5} \text{ м} \Rightarrow h = \frac{4}{5} \cdot \sin \alpha = \frac{16}{25} \text{ м}$$



$$F \cdot \cos \alpha - F_{\text{упр}} = ma$$

$$F_{\text{упр}} = \mu \cdot m \cdot g \Rightarrow F \cos \alpha - \mu mg = ma$$

$$a_1 \cdot t = a_2 \cdot t \Rightarrow a_1 = a_2 \Rightarrow \frac{F \cdot \cos \alpha - \mu mg}{m} = \frac{F \cdot \sin \alpha}{m}$$

$$\mu mg \quad F \cdot \cos \alpha - \mu mg = ma =$$



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!



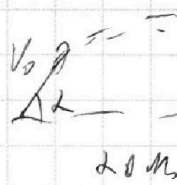
N1  $T=2l$   
 $h = v_0 \cdot t - \frac{g t^2}{2}$

$v(t) = v_0 - g t = 0 \Rightarrow v_0 = g \cdot t = 20 \text{ м/с}$

Угловой коэффициент  $\alpha = 21.5^\circ$

$\frac{p_1 v_1}{T_1} = \text{const}$

$\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2} \Rightarrow$   
 $\frac{p_1 v_1}{T_1} = \frac{p_2 v_2}{T_2}$



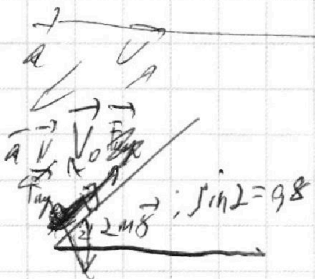
$v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t = 20 \text{ м} \Rightarrow t = \frac{20}{v_0 \cdot \cos(\alpha)}$

$h = v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t - \frac{g t^2}{2} = v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{20}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} - \frac{g \cdot 20^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$   
 $= 20 \cdot \tan(\alpha) - \frac{g \cdot 20^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$

$= 20 \left( 2 \tan(\alpha) - \frac{g}{v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} \right) = 20 \cdot \left( 2 \cdot \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} - \frac{g}{v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} \right)$

~~$h = v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t - \frac{g t^2}{2}$~~

$h = v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t - \frac{g t^2}{2} = 5 \cdot \frac{\sin(\alpha)}{\cos(\alpha)} - \frac{g \cdot 5^2}{2 \cdot v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} = 20 \cdot \tan(\alpha) - \frac{10}{v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)}$   
 $= 5 \cdot \left( 4 \tan(\alpha) - \frac{g}{v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} \right)$



$v_0 = 9 \text{ м/с}$   
 $F_{\text{fr}} - mg \cdot \cos(\alpha) = mg(\mu \cdot \sin(\alpha) - \cos(\alpha))$

$F_{\text{fr}} = \mu \cdot mg \cdot \sin(\alpha) = mg \left( \frac{1}{3} \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} \right) = \frac{1}{5} mg$

$\frac{1}{5} mg - mg \cdot \cos(\alpha) = \mu mg \cdot \frac{4}{5} - \frac{3}{5} mg - mg \cdot \frac{3}{5} = -\frac{10}{5} mg$   
 $u = \frac{1}{5} g - \frac{3}{5} g = 10 \cdot \left( \frac{1}{5} - \frac{3}{5} \right) = -\frac{40}{5} \text{ м/с}^2$

$h = \frac{10}{5} t = 0 \Rightarrow 2 \cdot 1.5 \cdot v_0^2 \cdot \frac{10}{5} = v_0^2 \Rightarrow v_0 = \frac{10 \cdot 3}{2 \cdot 1.5} = 10 \text{ м/с}$