

## Олимпиада «Физтех» по физике

### 10 класс, 2025 год, вариант 2

1. Две материальные точки движутся по одной прямой навстречу друг другу. В момент времени  $t = 0$  скорости материальных точек  $V_1 = 12$  м/с и  $V_2 = 8$  м/с. В процессе сближения ускорения материальных точек  $a_1 = 1,5$  м/с<sup>2</sup> и  $a_2 = 0,5$  м/с<sup>2</sup> постоянны и направлены противоположно соответствующим начальным скоростям.

1. При каком наименьшем начальном расстоянии  $L$  между точками не произойдет столкновение точек в процессе движения?
2. Найдите показание  $T$  часов в тот момент, когда расстояние между точками будет наименьшим, если при  $t = 0$  расстояние между точками было равно  $L$ .
3. Найдите длину  $S_1$  пути, пройденного первой материальной точкой к моменту времени  $T$ , когда расстояние между точками будет наименьшим.

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{v_1 + a_1 t}{v_2 + a_2 t} = \frac{12 - 1,5t}{8 - 0,5t} = 1 \quad \Rightarrow \quad 12 - 1,5t = 8 - 0,5t \quad \Rightarrow \quad 4 = t$$

2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через  $\tau = 3$  с мяч падает на площадку на расстоянии  $S = 60$  м от точки старта.

1. Найдите  $\operatorname{tg} \alpha$ , здесь  $\alpha$  — угол, который вектор начальной скорости мяча образует с горизонтом.
2. Найдите модуль  $V_0$  начальной скорости мяча. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

Футболист наносит удар по мячу и сообщает ему начальную скорость  $V_0$ , направленную под углом  $\alpha$  к горизонту ( $V_0$  и  $\alpha$  найдены Вами при ответах на вопросы 1 и 2). Мяч летит навстречу ветру, дующему вдоль поверхности земли с постоянной горизонтальной скоростью. Через некоторое время мяч возвращается в точку старта со скоростью  $0,6V_0$ .

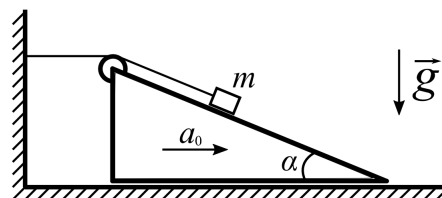
3. Найдите продолжительность  $T$  такого полета. Силу сопротивления, с которой воздушный поток действует на мяч, считайте пропорциональной относительной скорости:

$$\vec{F}_{\text{сопр}} = -k\vec{V}_{\text{отн}},$$

здесь  $k$  — коэффициент пропорциональности, постоянная величина,  $\vec{V}_{\text{отн}}$  — скорость мяча относительно воздушного потока.

$$0,6V_0 = V_0 \cos \alpha - v_{\text{ветра}} \quad \Rightarrow \quad v_{\text{ветра}} = V_0 (\cos \alpha - 0,6)$$

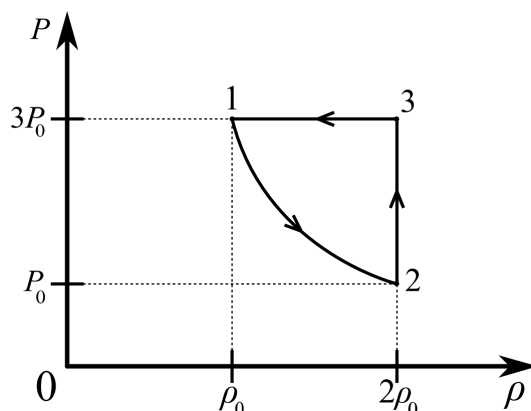
3. Клин с углом  $\alpha = 30^\circ$  при вершине движется с ускорением  $a_0 = 2 \text{ м/с}^2$  по горизонтальному столу (см. рис.). По гладкой наклонной плоскости клина скользит брусок массы  $m = 0,4 \text{ кг}$ , скрепленный с легкой нерастяжимой нитью, которая перекинута через гладкий блок на клине и прикреплена к вертикальной стенке. Отрезок нити от стенки до блока считайте горизонтальным, отрезок нити от блока до бруска считайте параллельным наклонной плоскости клина.



1. За какое время  $\tau$  после начала движения брусок переместится по вертикали на  $H = 18 \text{ см}$ ? Начальные скорости всех тел нулевые. Ускорение сводного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ .
2. Найдите модуль  $a$  ускорения бруска в лабораторной системе отсчета.
3. Найдите модуль  $T$  силы натяжения нити.

$$H \tau^2 \approx ((v \cos \alpha - 1) a_0 + v \sin \alpha g) m = L (g \sin \alpha / m \approx \frac{2}{5} \sin \alpha g = v (2 \sin \alpha g) = \frac{2H}{m} \sqrt{\frac{2H}{g}} \tau = L (1$$

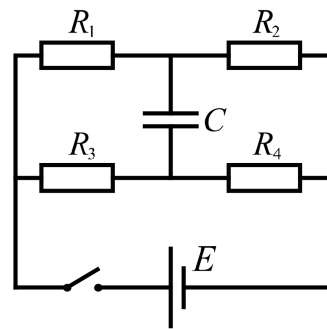
4. Циклический процесс, проводимый с одноатомным идеальным газом, представлен на графике в координатах  $(P, \rho)$ , здесь  $P$  — давление,  $\rho$  — плотность газа. Количество вещества — один моль. В процессе 1–2 давление газа изменяется по закону  $P = a + \frac{b}{\rho}$ , здесь  $a$  и  $b$  — постоянные. Максимальная внутренняя энергия газа в процессе  $U_{\max} = 4986 \text{ Дж}$ .



1. Постройте график процесса в координатах  $(P, V)$ . В состоянии 1 объем газа  $V_0$ , давление газа  $3P_0$ .
2. Найдите работу  $A$  газа за цикл.
3. Какое количество  $|\Delta Q|$  теплоты будет отведено от газа в начале процесса сжатия при уменьшении температуры на  $|\Delta T| = 1 \text{ К}$ ? Универсальная газовая постоянная равна  $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$ .

$$A = \frac{6}{5} U_{\max} = 5544 \text{ Дж}; 3) |\Delta Q| = \frac{14}{27} R |\Delta T| \approx 16 \text{ Дж}$$

5. В цепи, схема которой показана на рисунке, все элементы можно считать идеальными, ЭДС батареи  $E = 50$  В, сопротивления резисторов  $R_1 = 6$  Ом,  $R_2 = 24$  Ом,  $R_3 = 18$  Ом,  $R_4 = 12$  Ом. Внутреннее сопротивление батареи пренебрежимо мало. До замыкания ключа заряд конденсатора нулевой. Ключ замыкают.



1. Найдите силу  $I$  тока, текущего через источник сразу после замыкания ключа.
2. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность сразу после замыкания ключа? Найдите эту мощность  $P_{\min}$ .
3. С какой скоростью  $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$  будет расти заряд конденсатора сразу после замыкания ключа?

$$1) I = \frac{12}{26} \frac{E}{r} = 4 \text{ A, где } r = 6 \text{ Ом; } 2) \text{ на } R_3, P_{\min} = \frac{U_{R_3}^2}{R_3} = 18 \text{ Вт, где } U_{R_3} = I \frac{1}{3} r; 3) \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{4E}{E} \approx 1,67 \text{ A}$$