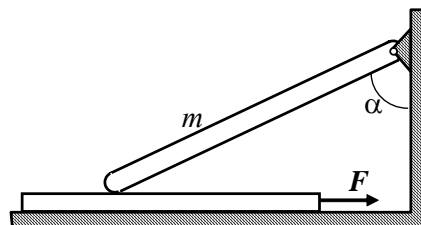


ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ – 2007

Вариант А

1. С какой горизонтальной скоростью V_0 нужно бросить камень с вершины горы, склон которой образует угол α с горизонтом, чтобы он упал на склон горы на расстоянии L от вершины? Ускорение свободного падения g . Сопротивлением воздуха пренебречь.

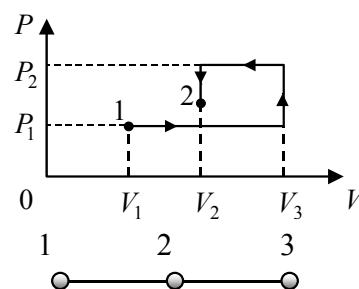
2. На гладкой горизонтальной поверхности расположена доска. На доску опирается свободный конец тонкой однородной балки, шарнирно закрепленной под углом α к вертикали. Какую горизонтальную силу F нужно приложить к доске, чтобы медленно затягивать ее под балку с постоянной скоростью, как показано на рисунке? Масса балки m , коэффициент трения между балкой и доской μ . Ускорение свободного падения g .



3. Тело массой $m = 2$ кг бросили под углом к горизонту. На высоте $h = 20$ м его кинетическая энергия $E_k = 100$ Дж. Какой была начальная скорость V_0 тела? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с. Сопротивлением воздуха пренебречь.

4. Найдите плотность ρ водорода в сосуде объема $V = 40$ л, если число его молекул в сосуде вдвое больше числа Авогадро N_A . Молярная масса водорода $\mu = 2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

5. Идеальный газ переводят из состояния 1 в состояние 2 в процессе, график которого изображен на рисунке. Считая известными давление P_1 и объемы V_1, V_2, V_3 , определите давление P_2 , при котором работа, совершенная газом в данном процессе, равна нулю.



6. Три одинаковых незаряженных металлических шарика 1, 2 и 3 расположены вдоль одной прямой и связаны двумя одинаковыми изолирующими нитями. Четвертый такой же шарик зарядили и по очереди прикоснулись им к первым трем в порядке возрастания их номеров. Во сколько раз после этого отличаются силы натяжения нитей?

7. У источника с ЭДС $\mathcal{E} = 6$ В сила тока при коротком замыкании $I_0 = 3$ А. При каком внешнем сопротивлении R , подключенном к источнику, полезная мощность во внешней цепи будет максимальной?

8. Катушка индуктивностью $L = 31$ мГн присоединена к плоскому конденсатору с площадью обкладок $S = 20$ см² и расстоянием между ними $d = 1$ см. Чему равна диэлектрическая проницаемость ϵ среды, заполняющей пространство между обкладками, если амплитуда силы тока в контуре $I_m = 0,2$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 10$ В? Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н·м²).

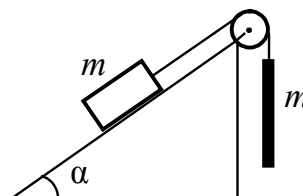
9. Предмет находится на расстоянии $d = 20$ см от тонкой линзы, при этом размер действительного изображения в $\Gamma = 3$ раза превосходит размер предмета. Постройте ход лучей, формирующих изображение, и определите фокусное расстояние F линзы.

ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ – 2007

Вариант Б

1. Два тела брошены из одной точки вертикально вверх со скоростью $V_0 = 20$ м/с. Интервал времени между бросками $\tau = 0,5$ с. На какой высоте h над точкой старта тела встретятся? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивлением воздуха пренебречь.

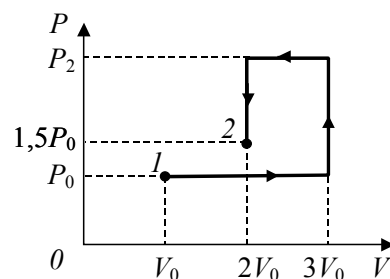
2. Однородная веревка массой $m = 1$ кг соединена с бруском массой m , находящемуся на гладкой наклонной плоскости, легкой нитью, перекинутой через блок. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения T веревки в ее середине. Массой блока и трением в его оси пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



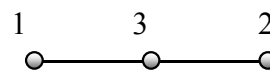
3. Тело массой $m = 2$ кг бросили под углом к горизонту. В высшей точке траектории на высоте $h = 20$ м его кинетическая энергия $E_k = 400$ Дж. Под каким углом α к горизонту его бросили? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с.

4. В ходе изотермического расширения идеального газа его объем увеличился в $n = 1,4$ раза, а давление изменилось на $|\Delta P| = 2 \cdot 10^5$ Па. Найдите начальное давление P_0 газа.

5. Одноатомный идеальный газ медленно переводят из состояния 1 в состояние 2 в процессе, график которого изображен на рисунке. При каком давлении P_2 количество теплоты, полученное газом в данном процессе, равно нулю? Известно давление $P_0 = 10$ кПа.



6. Три одинаковых незаряженных металлических шарика 1, 2 и 3 расположены вдоль одной прямой и связаны двумя одинаковыми изолирующими нитями. Четвертый такой же шарик зарядили и по очереди прикоснулись им к первым трем в порядке возрастания их номеров. Во сколько раз после этого отличаются силы натяжения нитей?



7. Электрическая цепь состоит из источника напряжения и резистора. Сопротивление резистора в $n = 4$ раза больше внутреннего сопротивления источника. Во сколько раз ЭДС источника больше напряжения на его зажимах?

8. Колебательный контур, состоящий из катушки индуктивности и воздушного конденсатора, настроен на длину волны $\lambda_1 = 300$ м. При этом расстояние между пластинами конденсатора $d_1 = 4,8$ мм. Каким должно быть расстояние d_2 между пластинами конденсатора, чтобы контур был настроен на длину волны $\lambda_2 = 240$ м?

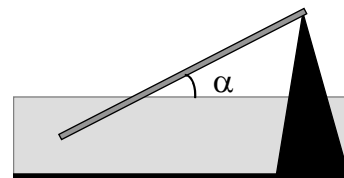
9. На каком расстоянии d от собирающей линзы с оптической силой $D = 8$ дптр нужно поместить предмет, чтобы получить изображение, уменьшенное в $n = 3$ раза? Постройте ход лучей, формирующих изображение.

ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ – 2007

Вариант В

1. С вершины высокой башни бросили одновременно со скоростью $V_0 = 10$ м/с два тела : одно вверх, а другое вниз. Какова скорость u первого тела относительно второго в моменты времени $t_1 = 1$ с и $t_2 = 3$ с? Сопротивлением воздуха пренебречь.

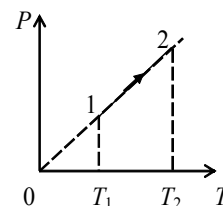
2. Тонкая однородная доска одним концом опирается на вершину камня, выступающего из воды. Другой конец доски погружен в воду. В состоянии равновесия в воде находится $k = 1/3$ часть доски, причем доска образует угол $\alpha = 30^\circ$ с поверхностью воды. Найдите силу трения $F_{\text{тр}}$, действующую на доску со стороны камня. Масса доски $m = 8$ кг, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



3. Шарик массой $m_1 = 0,1$ кг находится на высоте $h_1 = 2$ м над горизонтальной поверхностью, а шарик массой $m_2 = 0,3$ кг – на высоте $h_2 = 1$ м над той же поверхностью. При этом потенциальные энергии шариков в поле тяжести одинаковые. Какую работу нужно совершить, чтобы медленно переместить первый шарик в точку, где его потенциальная энергия принята равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

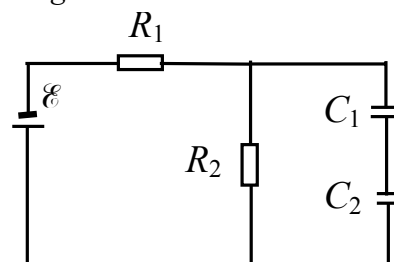
4. Идеальный газ массой $m = 0,012$ кг при температуре $T_1 = 450$ К занимает объем $V_1 = 4 \cdot 10^{-3}$ м³. При какой температуре T_2 плотность этого газа будет равна $\rho = 6$ кг/м³, если давление остается неизменным?

5. Какое количество теплоты Q получил один моль идеального одноатомного газа в процессе 1-2 с линейной зависимостью давления P от температуры T , если температура газа увеличилась от $T_1 = 300$ К до $T_2 = 700$ К? Универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль·К).



6. Два одинаковых маленьких шарика массой $m = 90$ г подвешены на двух нитях к потолку. Какой одинаковый заряд q надо сообщить шарикам, чтобы силы натяжения нитей были равными? Длина нижней нити равна $l = 30$ см, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Постоянная в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².

7. В схеме, изображенной на рисунке, сопротивления резисторов $R_1 = 2$ Ом, $R_2 = 5$ Ом и емкости конденсаторов $C_1 = 3$ нФ, $C_2 = 4$ нФ. Заряд конденсатора C_1 равен $q = 30$ нКл. Определите ЭДС \mathcal{E} источника, если его внутреннее сопротивление пренебрежимо мало.



8. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью $C = 250$ нФ и катушки с индуктивностью $L = 0,1$ Гн. В момент времени $t = 0$ конденсатору сообщают заряд $q_m = 2,5$ мкКл, и в контуре возникают свободные электрические колебания с периодом T . Определите силу тока I в контуре через время $t = T/8$.

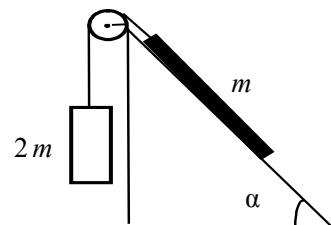
9. Расстояние от предмета до собирающей линзы в $n = 3$ раза меньше ее фокусного расстояния. Постройте ход лучей, формирующих изображение, и найдите увеличение Γ линзы.

ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ – 2007

Вариант Г

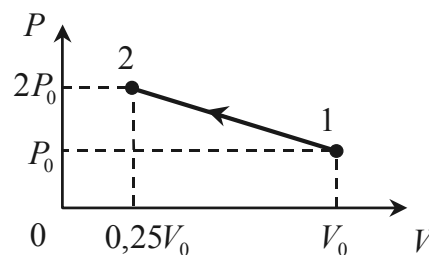
1. С высоты $h = 80$ м начинает свободно падать тело. Одновременно с земли бросают вертикально вверх другое тело со скоростью $V_0 = 40$ м/с. Через какое время t после начала движения тела встретятся? Сопротивлением воздуха пренебречь.

2. Однородный канат массой $m = 1$ кг, находящийся на гладкой наклонной плоскости, соединен с бруском массой $2m$ легкой нитью, перекинутой через блок. Канат находится на плоскости, образующей с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Найдите силу натяжения T каната в его середине. Массой блока и трением в его оси пренебречь. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



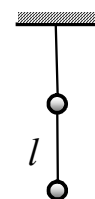
3. Шарик массой $m_1 = 0,1$ кг находится на высоте $h_1 = 2$ м над горизонтальной поверхностью, а шарик массой $m_2 = 0,3$ кг – на высоте $h_2 = 1$ м над той же поверхностью. Определите потенциальную энергию каждого шарика в поле тяжести Земли, если известно, что эти энергии одинаковы. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

4. При изохорном нагревании некоторой массы идеального газа его температура увеличилась на $\Delta T = 1$ К, а давление возросло на $\delta P = 0,4\%$. Определите начальную температуру T_0 газа.

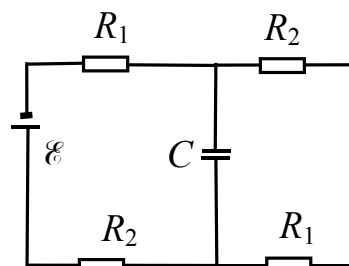


5. Какое количество теплоты Q необходимо отобрать в ходе процесса 1 – 2 у гелия, взятого в количестве $\nu = 4$ моль, чтобы температура газа стала равной $T = 300$ К? Универсальная газовая постоянная $R = 8,3$ Дж/(моль·К).

6. Два одинаковых маленьких шарика массой $m = 90$ г подвешены на двух нитях к потолку. Шарикам сообщают одинаковый заряд. Какова величина q этого заряда, если сила натяжения нижней нити вдвое больше силы натяжения верхней? Длина нижней нити равна $l = 30$ см, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Постоянная в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9$ Н·м²/Кл².



7. В схеме, изображенной на рисунке, емкость конденсатора $C = 100$ мкФ, а ЭДС батареи $\mathcal{E} = 20$ В. Найдите заряд q конденсатора. Внутреннее сопротивление батареи пренебрежимо мало.



8. Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и конденсатора емкостью $C = 25$ нФ. В момент времени $t = 0$ конденсатору сообщают заряд $q_m = 2,5$ мкКл, и в контуре возникают свободные электрические колебания с периодом T . Определите энергию W_m магнитного поля катушки через время $t = T/8$.

9. Расстояние между предметом и его изображением в рассеивающей линзе $l = 6$ см. Высота предмета $h = 8$ см, высота изображения $H = 4$ см. Постройте ход лучей, формирующих изображение, и определите оптическую силу D линзы.

Ответы

Вариант А

$$1. V_0 = \cos \alpha \sqrt{\frac{gL}{2 \sin \alpha}}$$

$$2. F = \frac{\mu mg}{2(1 - \mu \operatorname{ctg} \alpha)}, \text{ если } \mu \geq \operatorname{tg} \alpha, \text{ то затянуть доску под балку невозможно}$$

$$3. V_0 = \sqrt{2 \left(\frac{E_k}{m} + gh \right)} \approx 22 \text{ м/с}$$

$$4. \rho = \frac{2\mu}{V} = 0,1 \text{ кг/м}^3$$

$$5. P_2 = P_1 \frac{V_3 - V_1}{V_3 - V_2}$$

$$6. \frac{T_{12}}{T_{23}} = 3$$

$$7. R = \mathcal{E}/I_0 = 2 \text{ Ом}$$

$$8. \varepsilon = \frac{LdI_m^2}{\varepsilon_0 S U_m^2} = 7$$

$$9. F = \frac{\Gamma}{\Gamma + 1} d = 15 \text{ см}$$

Вариант Б

$$1. h = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g\tau^2}{8} \approx 19,7 \text{ м}$$

$$2. T = \frac{mg}{4} (1 + \sin \alpha) = 3,75 \text{ Н}$$

$$3. \alpha = \operatorname{arctg} \sqrt{\frac{mgh}{E_k}} = 45^\circ$$

$$4. P_0 = \frac{n |\Delta P|}{n-1} = 7 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$5. Q = \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) = 4980 \text{ Дж}$$

$$6. \frac{T_{13}}{T_{23}} = \frac{3}{2}$$

$$7. \frac{\mathcal{E}}{U} = \frac{n+1}{n} = 1,25$$

$$8. d_2 = d_1 \left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2} \right)^2 = 7,5 \text{ мм}$$

$$9. d = \frac{n+1}{D} = 50 \text{ см}$$

Вариант В

1. В обоих случаях $u = 2V_0 = 20$ м/с

2. $F_{\text{тр}} = \frac{1-k}{2-k} mg \sin \alpha = 16$ Н

3. $A = \frac{m_1 m_2 g}{m_1 - m_2} (h_1 - h_2) = -1,5$ Дж

4. $T_2 = \frac{m}{\rho V_1} T_1 = 225$ К

5. $Q = \frac{3}{2} R(T_2 - T_1) = 4980$ Дж

6. $q = \pm l \sqrt{\frac{mg}{k}} = \pm 3 \cdot 10^{-6}$ Кл

7. $\mathcal{E} = \frac{q(R_1 + R_2)(C_1 + C_2)}{R_2 C_1 C_2} = 24,5$ В

8. $I = \frac{q_m}{\sqrt{2LC}} \approx 11$ мА

9. $\Gamma = \frac{n}{n-1} = 1,5$

Вариант Г

1. $t = \frac{h}{V_0} = 2$ с

2. $T = \frac{mg}{3} (1 + \sin \alpha) = 5$ Н

3. $E = \frac{m_1 m_2 g}{m_2 - m_1} (h_1 - h_2) = 1,5$ Дж

4. $T_0 = \frac{\Delta T \cdot 100\%}{\delta P} = 250$ К

5. $Q = \frac{15}{4} \nu RT = 37,35$ кДж

6. $q = l \sqrt{\frac{3mg}{k}} \approx 5,1 \cdot 10^{-6}$ Кл

7. $q = \frac{C\mathcal{E}}{2} = 10^{-3}$ Кл

8. $W_i = \frac{q_m^2}{4C} = 62,5$ мкДж

9. $D = -\frac{(H-h)^2}{Hhl} \approx -8,3$ дптр