



Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

Профиль: «Инженерное дело»

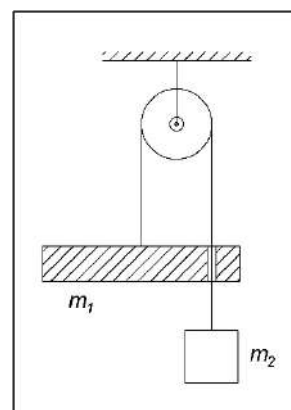
Специализация: «Физика»

Класс участия: 11

Вариант задания: 1

Задача 1.

Два груза, массами m_1 и m_2 , связаны невесомой нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный невесомый блок и проходящей сквозь груз m_1 , как показано на рисунке. Между отверстием и нитью создается постоянная сила трения F . Найдите ускорение грузов. Силой трения в оси блока пренебречь.



Найдите:

- 1) ускорение грузов, пренебрегая силой трения нити о груз;
- 2) ускорение грузов, считая, что сила трения нити о груз m_2 постоянна и равна F .

Задача 2.

Плосковыпуклая линза, помещенная в воду, обладает такой же оптической силой D , как двояковыпуклая линза, помещенная в глицерин. Показатели преломления воды $n_{\text{воды}} = 1,33$, глицерина $n_{\text{г}} = 1,47$ и воздуха $n_{\text{в}} = 1$. Двояковыпуклая линза составлена из двух одинаковых плосковыпуклых линз.

Найдите:

- 1) показатель преломления материала линзы;
- 2) во сколько раз изменится оптическая сила, если плосковыпуклую линзу из воды переместить в воздух.



Задача 3.

В прошлом году, выпускник одной из школ решил для проекта «Шаг в будущее» разработать двигатель с КПД, большим, чем у цикла Карно. Для этого он предложил использовать цикл для идеального двухатомного газа, состоящий из четырёх процессов: изотермического расширения из состояния A ($P_A = 200$ кПа, $V_A = 0,2$ м³, $T_A = 400$ К) до состояния B ($V_B = 0,5$ м³); изобарного охлаждения до состояния C , в котором объём возвращается к исходному значению ($V_C = V_A$); адиабатического сжатия до состояния D , в котором объём достигает значения $V_D = 0,1$ м³; изобарного нагрева до исходного состояния A .

Найдите:

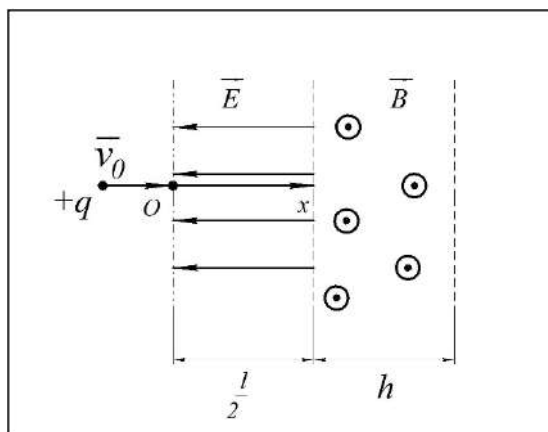
- 1) отношение среднеквадратичных скоростей молекул газа в состоянии D и B ;
- 2) отношение КПД предложенного цикла к КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же условиях.

Справочные данные: работа газа в изотермическом процессе рассчитывается по формуле $A = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$; уравнение адиабатного процесса имеет вид $pV^\gamma = \text{const}$, где γ – показатель адиабаты ($\gamma = \frac{i+2}{i}$); $i = 5$ для двухатомного газа.

Задача 4.

Точечный положительный заряд q массой m , движущийся со скоростью v_0 в вакууме, влетает в ограниченную область, где есть электрическое поле, направленное вдоль горизонтальной оси x (см. рисунок). Проекция напряженности электрического поля меняется по закону $E_x = -bx$ (b –

известная положительная постоянная). Пройдя путь равный половине от максимально возможного, заряд попадает в ограниченную область, где есть однородное магнитное поле B шириной h . Силой тяжести пренебречь.





Найдите

- 1) скорость заряда при прохождении участка электрического поля;
- 2) угол α , на который вектор скорости заряда отклонился от первоначального направления при вылете из магнитного поля.

Задача 5.

Пустой сосуд в форме тонкостенного прямого цилиндра, с одной стороны закрытого дном, медленно погружают открытой горловиной вертикально вниз в воду. Когда расстояние от дна сосуда до поверхности воды стало равным $h = 2$ м, сосуд плотно закрыли крышкой и достали из воды. А затем оставили в вертикальном положении крышкой вниз на горизонтальной поверхности. В какой-то момент времени внезапно крышка открылась, и сосуд подпрыгнул на высоту H , но крышка осталась на столе. Оцените эту высоту H в предположении, что описанные процессы изотермические. Масса сосуда без крышки равна $m = 2$ кг, массой воздуха в сосуде пренебречь. Длина сосуда $L = 0,5$ м, площадь сечения $S = 0,08$ м². Атмосферное давление 10^5 Па, плотность воды 10^3 кг/м³, $g = 10$ м/с². Жидкость покидает сосуд равноускорено. Силами сопротивления и трения пренебречь. Ответ приведите в метрах, округлив до десятых.



Заключительный этап Олимпиады школьников «Шаг в будущее»

Профиль: «Инженерное дело»

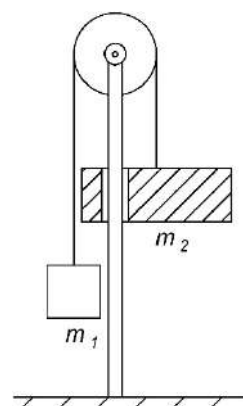
Специализация: «Физика»

Класс участия: 11

Вариант задания: 2

Задача 1.

Два груза, массами m_1 и m_2 , связаны невесомой нерастяжимой нитью, переброшенной через неподвижный невесомый блок, установленный на жесткой шероховатой штанге, проходящей сквозь груз m_2 , как показано на рисунке. Нить считать невесомой и нерастяжимой. Силой трения в оси блока пренебречь.



Найдите:

- 1) ускорение груза m_1 , пренебрегая силой трения между грузом m_2 и штангой;
- 2) ускорение груза m_1 , считая, что сила трения между грузом m_2 и штангой постоянна и равна F .

Задача 2.

Плосковыпуклая линза, помещенная в воду, обладает такой же оптической силой D , как двояковыпуклая линза, помещенная в керосин. Показатели преломления воды $n_v = 1,33$, керосина $n_k = 1,39$ и воздуха $n_{\text{возд}} = 1$. Двояковыпуклая линза составлена из двух одинаковых плосковыпуклых линз.

Найдите:

- 1) показатель преломления материала линзы;
- 2) во сколько раз изменится оптическая сила, если плосковыпуклую линзу из воды переместить в воздух.



Задача 3.

В прошлом году, выпускник одной из школ решил для проекта «Шаг в будущее» разработать двигатель с КПД, большим, чем у цикла Карно. Для этого он предложил использовать цикл для идеального двухатомного газа, состоящий из четырёх процессов: изотермического расширения из состояния A ($P_A = 200$ кПа, $V_A = 0,2$ м³, $T_A = 400$ К) до состояния B ($V_B = 0,5$ м³); изобарного охлаждения до состояния C , в котором объём возвращается к исходному значению ($V_C = V_A$); адиабатического сжатия до состояния D , в котором объём достигает значения $V_D = 0,1$ м³; изобарного нагрева до исходного состояния A .

Найдите:

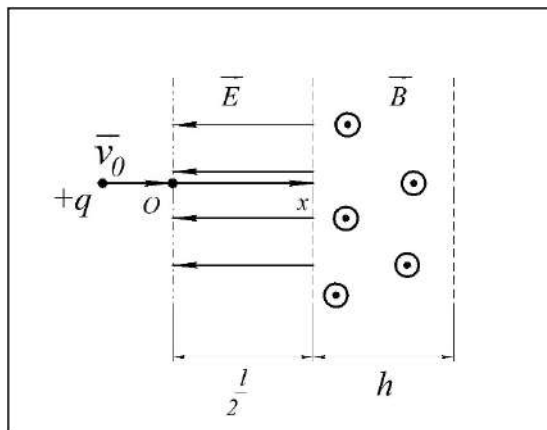
- 1) отношение среднеквадратичных скоростей молекул газа в состоянии A и C ;
- 2) отношение КПД предложенного цикла к КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же условиях.

Справочные данные: работа газа в изотермическом процессе рассчитывается по формуле $A = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$; уравнение адиабатного процесса имеет вид $pV^\gamma = \text{const}$, где γ – показатель адиабаты ($\gamma = \frac{i+2}{i}$); $i = 5$ для двухатомного газа.

Задача 4.

Точечный положительный заряд q массой m , движущийся со скоростью v_0 в вакууме, влетает в ограниченную область, где есть электрическое поле, направленное вдоль горизонтальной оси x (см. рисунок). Проекция напряженности электрического поля меняется по закону $E_x = -bx$ (b –

известная положительная постоянная). Пройдя путь равный половине от максимально возможного, заряд попадает в ограниченную область, где есть однородное магнитное поле B . Силой тяжести пренебречь.





Найдите:

1) размер области электрического поля ($L/2$);

2) размер области магнитного поля h , если вектор скорости заряда отклонился от первоначального направления при вылете из магнитного поля на угол α .

Задача 5.

Пустой сосуд в форме тонкостенного прямого цилиндра, с одной стороны закрытого дном, медленно погружают открытой горловиной вертикально вниз в воду. Когда расстояние от дна сосуда до поверхности воды стало равным $h = 2$ м, сосуд плотно закрыли крышкой и достали из воды. А затем оставили в вертикальном положении крышкой вниз на горизонтальной поверхности. В какой-то момент времени внезапно крышка открылась, и сосуд подпрыгнул на высоту H , но крышка осталась на столе. Оцените эту высоту H в предположении, что описанные процессы изотермические. Масса сосуда без крышки равна $m = 2$ кг, массой воздуха в сосуде пренебречь. Длина сосуда $L = 0,6$ м, площадь сечения $S = 0,08$ м². Атмосферное давление 10^5 Па, плотность воды 10^3 кг/м³, $g = 10$ м/с². Жидкость покидает сосуд равноускорено. Силами сопротивления и трения пренебречь. Ответ приведите в метрах, округлив до десятых.