

Олимпиада «ФИЗТЕХ-2015»

Билет 23

2015 г.

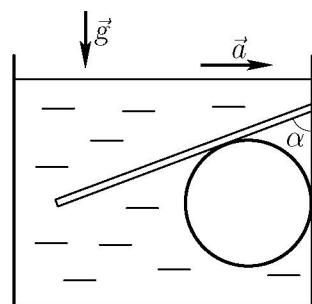
1. Груз поднимают с некоторым ускорением, направленным вертикально вверх, прикладывая силу $F = 40$ Н к привязанному к грузу массивному однородному канату. Масса груза равна массе каната. Найдите силу натяжения каната в его середине.

2. В сосуде с водой закреплена полка, наклоненная к вертикальной стенке сосуда под углом α ($\operatorname{tg} \alpha = 3$). Поверхности полки и стенок сосуда гладкие. Пробковый шар опирается на полку (см. рис.). Объем шара V , плотность воды ρ , плотность пробки $\rho/5$.

1) Найдите силу давления шара на стенку при неподвижном сосуде.

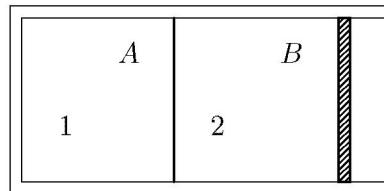
2) Найдите силу давления шара на стенку при движении сосуда с горизонтальным ускорением $a = g/6$.

В обоих случаях шар находится полностью в воде.



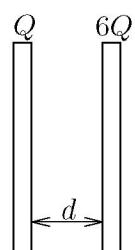
3. Поршень, который может двигаться в горизонтальном цилиндре без трения, делит его объем на две части. В одной части находится $m_1 = 3$ г гелия, а в другой — $m_2 = 8$ г кислорода. Температуры газов одинаковые. Какую часть объема цилиндра занимает гелий? Молярные массы гелия и кислорода $\mu_1 = 4$ г/моль, $\mu_2 = 32$ г/моль.

4. Неподвижная теплопроводящая перегородка A делит объем теплоизолированного цилиндра на два отсека, в которых находится по ν моль гелия. Во втором отсеке газ удерживается подвижным, теплоизолированным поршнем B . Наружное атмосферное давление равно P_0 . В начальном состоянии температура гелия в первом отсеке равна T_1 , что больше температуры во втором отсеке. В результате медленного процесса теплообмена через перегородку температура в отсеках начинает выравниваться, а поршень перемещается. По окончании процесса теплообмена в отсеках устанавливается температура T_0 . Трением поршня о цилиндр, теплоемкостью стенок цилиндра и поршня пренебречь.



1) Найдите начальную температуру во втором отсеке.
2) Найдите изменение объема гелия во втором отсеке.

5. Две проводящие пластины с положительными зарядами Q и $6Q$ расположены параллельно и напротив друг друга (см. рис.). Площадь каждой пластины S , размеры пластин велики по сравнению с расстоянием d между ними, и можно считать, что заряды распределены по каждой поверхности пластин равномерно.



1) Найти разность потенциалов правой и левой пластин.
2) Найти заряд на левой стороне правой пластины.
3) Найти силу отталкивания пластин.

Олимпиада Физтех-2015. Физика. Решения. (1 марта 2015 г.)

Билет 23 (10 класс)

1. Запишем уравнения движения для груза с канатом и груза с нижней половиной каната:

$$F - 2mg = 2ma, T - \left(m + \frac{m}{2}\right)g = \left(m + \frac{m}{2}\right)a. \text{ Отсюда сила натяжения } T = \frac{3}{4}F = 30 \text{ Н.}$$

2. 1) $N_1 = \frac{4}{15} \rho V g.$

2) Вертикальная и горизонтальная составляющие силы Архимеда $F_{A1} = \rho V g, F_{A2} = \rho V a$. Пусть N_2 – сила давления стенки на шар, Q – сила давления полки на шар. Уравнения движения для шара в проекциях на горизонтальную и вертикальную оси

$$F_{A2} + Q \cos \alpha - N_2 = \frac{1}{5} \rho V a, \quad -\frac{1}{5} \rho V g + F_{A1} - Q \sin \alpha = 0. \quad N_2 = \frac{4}{5} \rho V \left(a + \frac{g}{\tan \alpha}\right) = \frac{2}{5} \rho V g.$$

Замечание. Без учета F_{A2} получается типичный неверный ответ $N_{2HEB} = \frac{7}{30} \rho V g$.

3. $PV_1 = \frac{m_1}{\mu_1} RT, \quad PV_2 = \frac{m_2}{\mu_2} RT, \quad x = \frac{V_1}{V_1 + V_2}. \quad x = \frac{3}{4}.$

4. 1) Количество теплоты, отданное газом из первого отсека, равно количеству теплоты, полученной газом из второго отсека: $\nu C_V (T_1 - T_0) = \nu C_P (T_0 - T_2)$. Здесь $C_V = 3R/2$, $C_P = C_V + R = 5R/2$ – молярные теплоемкости гелия при постоянном объеме и постоянном давлении. Отсюда начальная температура во втором отсеке $T_2 = \frac{8}{5}T_0 - \frac{3}{5}T_1$.

2) Пусть V начальный объем во втором отсеке. Уравнения состояния вначале и в конце $P_0 V = \nu RT_2, \quad P_0 (V + \Delta V) = \nu RT_0$. Отсюда с учетом полученного выражения для T_2 находим

$$\Delta V = \frac{3}{5} \frac{\nu R (T_1 - T_0)}{P_0}.$$

5. 1) Напряженность поля между пластинами $E = \frac{5Q}{2\varepsilon_0 S}$. Разность потенциалов $U = Ed = \frac{5Qd}{2\varepsilon_0 S}$.

2) Напряженность поля внутри правой пластины равна нулю: $\frac{q}{2\varepsilon_0 S} - \frac{6Q - q}{2\varepsilon_0 S} + \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} = 0$. Отсюда заряд левой стороны правой пластины $q = 5Q/2$.

3) $F = \frac{Q}{2\varepsilon_0 S} 6Q = \frac{3Q^2}{\varepsilon_0 S}.$

Олимпиада «Физтех-2015». МФТИ. 01.03.2015

Уважаемые преподаватели! В целях уменьшения влияния индивидуальных особенностей и вкусовых предпочтений на результаты олимпиады просим Вас при проверке работ придерживаться данных рекомендаций.

Ниже приведена «разбалловка» для «официальных» решений. Решения школьников не обязаны совпадать с «официальными» и укладываться в эту «разбалловку». Она является лишь ориентиром при проверке.

За любое решение, в котором получен и обоснован правильный ответ, необходимо давать полный балл.

За решение, в котором нет ничего правильного, следует ставить ноль, даже если человек «много работал».

Указанные в «разбалловке» очки даются только за полностью правильно выполненный пункт. В случае неполного или не во всём правильного решения проверяющий может поставить часть очков в зависимости от «тяжести содеянного».

Абитуриент обязан пояснить, по какому закону или на основании чего записано уравнение или сформулировано утверждение. Правильный ответ в задаче без попыток объяснения оценивается в ноль очков.

Если абитуриент ввёл новое обозначение (за исключением общепринятых), то он должен написать, что оно означает. Проверяющий не обязан додумывать за абитуриента.

Численный ответ считается правильным, если при правильном аналитическом выражении он отличается от официального не более чем на 10%.

В проверенной работе обязательно должны остаться «следы» проверки, позволяющие без помощи проверяющего понять, сколько очков и за что именно получил (потерял) решающий.

Полностью решённый вариант «стоит» 50 очков. **Минимальный квант – 1 очко.** Проверяющий проставляет на работе количество очков за каждую задачу, суммарное количество очков и ставит свою подпись.

Критерии оценивания. 2015 г. Билет 23 (10 класс)

Задача 1. (10 очков)

- Правильное уравнение для ускорения 2 очка
Правильно записаны все необходимые уравнения 3 очка
Ответ 5 очков

Задача 2. (10 очков)

- 1) Ответ на первый вопрос 3 очка
2) Есть понимание, что сила Архимеда не вертикальна 2 очка
Правильно записаны все необходимые уравнения 3 очка
Ответ на второй вопрос 2 очка
За получение типичного неверного ответа ставить
3 очка за 2-й вопрос.

Задача 3. (10 очков)

- Правильно записаны все необходимые уравнения 4 очка
Ответ 6 очков

Задача 4. (10 очков)

- 1) Правильно записаны все необходимые ур-я 3 очка
Ответ на первый вопрос 2 очка
2) Правильно записаны все необходимые ур-я 3 очка
Ответ на второй вопрос 2 очка

Задача 5. (10 очков)

- 1) Ответ на первый вопрос 2 очка
2) Ответ на второй вопрос 4 очка
3) Ответ на третий вопрос 4 очка