

Олимпиада «ФИЗТЕХ-2015»

Билет 21

2015 г.

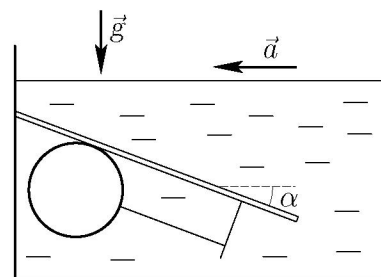
1. Груз поднимают с некоторым ускорением, направленным вертикально вверх, прикладывая силу $F = 32$ Н к привязанному к грузу массивному однородному канату. Масса груза в 3 раза больше массы каната. Найдите силу натяжения каната в его середине.

2. U-образная трубка с открытыми в атмосферу вертикальными коленами заполнена частично ртутью. Одно из колен закрывают сверху, а в другое доливают слой ртути длиной $l = 6$ см. После установления равновесия в закрытом колене остается воздушный столб длиной $L = 19$ см. Найдите смещение уровня ртути в открытом колене относительно начального положения. Атмосферное давление $P_0 = 760$ мм рт. ст.

3. Поршень, который может двигаться в горизонтальном цилиндре без трения, делит его объем на две части. В одной части находится $m_1 = 1$ г водорода, а в другой — $m_2 = 7$ г азота. Температуры газов одинаковые. Какую часть объема цилиндра занимает водород? Молярные массы водорода и азота $\mu_1 = 2$ г/моль, $\mu_2 = 28$ г/моль.

4. В сосуде с водой закреплена полка, наклоненная к горизонту под углом α ($\sin \alpha = 3/5$). Деревянный шар опирается на гладкую поверхность полки и удерживается с помощью нити, натянутой под углом α горизонту (см. рис.). Объем шара V , плотность воды ρ , плотность дерева $\frac{3}{5}\rho$.

- 1) Найдите силу натяжения нити при неподвижном сосуде.
- 2) Найдите силу натяжения нити при движении сосуда с горизонтальным ускорением $a = g/4$.



В обоих случаях шар находится полностью в воде.

5. В вершинах равнобедренного треугольника со сторонами a , $5a$, $5a$ находятся неподвижно три небольших по размерам положительно заряженных шарика, связанных попарно тремя легкими непроводящими нитями. Каждый из шариков, связанных короткой нитью, имеет массу m и заряд q . Третий шарик имеет массу $2m$ и заряд $5q$. Короткую нить пережигают, и шарики начинают двигаться. В момент, когда шарики оказались на одной прямой, скорость шариков массой m оказалась v .

- 1) Найдите в этот момент скорость шарика массой $5m$.
- 2) Найдите q , считая известными m , v , a .

Билет 21

1. $a = \frac{F - (3m + m)g}{3m + m} = \frac{F}{4m} - g$. $T - \left(3m + \frac{m}{2}\right)g = \left(3m + \frac{m}{2}\right)a$. $T = \frac{7}{8}F = 28 \text{ Н}$.

2. Пусть x_1 – искомое смещение, x_2 – смещение в закрытом колене, ρ – плотность ртути, S – площадь поперечного сечения трубки. $P_0 = \rho g H_0$ – атмосферное давление, $H_0 = 76$ см. По условию $x_1 + x_2 = l$. Произведение давления на объем воздуха в закрытом колене есть константа: $\rho g H_0 (L + x_2) S = (\rho g H_0 + \rho g (x_1 - x_2)) L S$. Из записанных уравнений $x_1 = \frac{l(H_0 + L)}{2L + H_0} = 5 \text{ см}$.

3. $PV_1 = \frac{m_1}{\mu_1} RT$, $PV_2 = \frac{m_2}{\mu_2} RT$, $x = \frac{V_1}{V_1 + V_2}$. $x = \frac{2}{3}$.

4. 1) $T_1 = \frac{6}{25} \rho V g$.

2) Вертикальная и горизонтальная составляющие силы Архимеда $F_{A1} = \rho V g$, $F_{A2} = \rho V a$. Уравнение движения для шара в проекциях на направление нити $T_2 + \frac{3}{5} \rho V g \sin \alpha - F_{A1} \sin \alpha - F_{A2} \cos \alpha = -\frac{3}{5} \rho V a \cos \alpha$. $T_2 = (g \sin \alpha + a \cos \alpha) \frac{2}{5} \rho V = \frac{8}{25} \rho V g$.

Замечание. Без учета F_{A2} получается типичный неверный ответ $T_{2\text{НЕВ}} = \frac{3}{25} \rho V g$.

5. 1) По ЗСИ $2mv = 2mu$. Отсюда $u = v$.

2) По ЗСЭ $k \frac{q^2}{a} + 2k \frac{(5q)q}{5a} = k \frac{q^2}{10a} + 2k \frac{(5q)q}{5a} + \frac{2mu^2}{2} + \frac{2mv^2}{2}$. $q = \sqrt{\frac{20}{9} \frac{mv^2 a}{k}} = \frac{4}{3} \sqrt{5\pi\epsilon_0 mv^2 a}$.

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 пояснять, 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 21 (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)

Ур-е Бойля-Мариотта 2 очка
Прав. выражение для конечного давл. в закр. колене 2 очка
Ответ 6 очков

Задача 3. (10 очков)

Правильно записаны все необходимые уравнения 4 очка
Ответ 6 очков

Задача 4. (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 5. (10 очков)

1) Ответ на первый вопрос 3 очка
2) Правильно записан ЗСЭ 3 очка
Ответ на второй вопрос 4 очка