

Олимпиада «ФИЗТЕХ-2015»

Билет 21

2015 г.

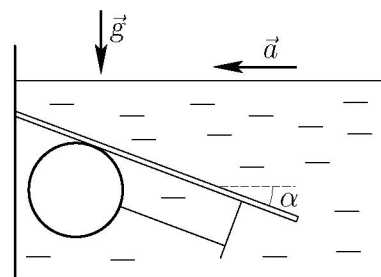
1. Груз поднимают с некоторым ускорением, направленным вертикально вверх, прикладывая силу $F = 32$ Н к привязанному к грузу массивному однородному канату. Масса груза в 3 раза больше массы каната. Найдите силу натяжения каната в его середине.

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 .

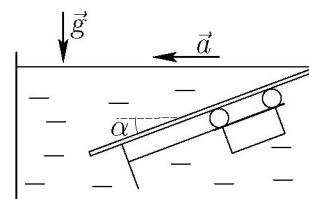
Олимпиада «ФИЗТЕХ-2015»

Билет 22

2015 г.

1. Груз поднимают с некоторым ускорением, направленным вертикально вверх, прикладывая силу $F = 24$ Н к привязанному к грузу массивному однородному канату. Масса груза в 2 раза больше массы каната. Найдите силу натяжения каната в его середине.

2. В сосуде с водой закреплена полка, наклоненная к горизонту под углом α ($\sin \alpha = 3/5$). На поверхности полки удерживается тележка с закрепленным на ней деревянным бруском с помощью нити, натянутой под углом α к горизонту (см. рис.). Объем бруска V , плотность воды ρ , плотность дерева $0,7\rho$.

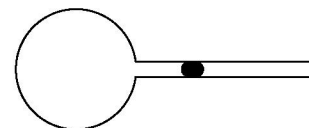


1) Найдите силу натяжения нити при неподвижном сосуде.

2) Найдите силу натяжения нити при движении сосуда с горизонтальным ускорением $a = g/6$.

В обоих случаях брусок находится полностью в воде. Объемами и массами тележки и колес и трением в их осях пренебречь.

3. В тонкостенную колбу впаяна длинная тонкая стеклянная трубка постоянного внутреннего сечения (см. рис.). В трубке находится капля ртути, отделяющая воздух в колбе от окружающего воздуха. Изменение температуры окружающего воздуха при постоянном атмосферном давлении приводит к смещению капельки — получаем газовый термометр. При температуре $t_1 = 17$ °С капля находится на расстоянии $L_1 = 20$ см от колбы, а при температуре $t_2 = 27$ °С — на расстоянии $L_2 = 30$ см. Чему равна длина трубки, если максимальная температура, которую можно измерить этим термометром, $t_3 = 47$ °С? Атмосферное давление считать неизменным.



4. Поршень, который может двигаться в горизонтальном цилиндре без трения, делит его объем на две части. В одной части находится $m_1 = 1$ г гелия, а в другой — $m_2 = 14$ г азота. Температуры газов одинаковые. Какую часть объема цилиндра занимает гелий? Молярные массы гелия и азота $\mu_1 = 4$ г/моль, $\mu_2 = 28$ г/моль.

5. В вершинах равнобедренного треугольника со сторонами $2a$, $2a$, $3a$ находятся неподвижно три небольших по размерам положительно заряженных шарика, связанных попарно тремя легкими непроводящими нитями. Каждый из шариков, связанных длинной нитью, имеет массу m и заряд q . Третий шарик имеет массу $6m$ и заряд $6q$. Две нити одинаковой длины одновременно пережигают, и шарики разлетаются. В момент, когда шарики оказались в вершинах равнобедренного треугольника со сторонами $4a$, $4a$, $3a$, скорость шарика массой $6m$ оказалась v .

1) Найдите в этот момент скорость связанных шариков.

2) Найдите q , считая известными m , v , a .

Олимпиада «ФИЗТЕХ-2015»

Билет 23

2015 г.

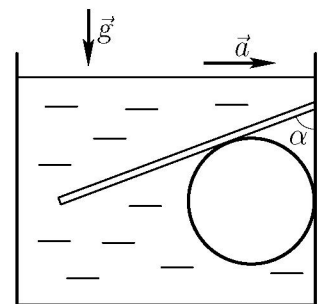
1. Груз поднимают с некоторым ускорением, направленным вертикально вверх, прикладывая силу $F = 40$ Н к привязанному к грузу массивному однородному канату. Масса груза равна массе каната. Найдите силу натяжения каната в его середине.

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.

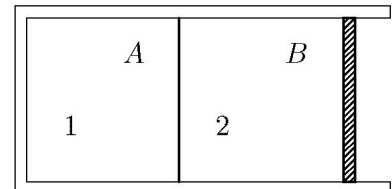
2) Найдите силу давления шара на стенку при движении сосуда с горизонтальным ускорением $a = g/6$.

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.

