

Дутые аттракционы

Условие

Задание 1. Разминка.

Это задание состоит из 3 не связанных между собой задач.

Задача 1.1 «Дутые аттракционы»

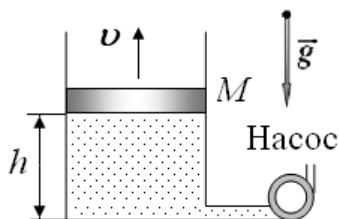


Детские надувные аттракционы (например, «Воздушный замок») представляют собой гибкие и эластичные сосуды «причудливых» форм и некоторого предельного объёма, в которые под давлением подаётся воздух. Для нормальной работы аттракциона давление воздуха в нем должно быть не очень большим (станет «твёрдым») и не очень маленьким (дети будут проваливаться). Электронасос обеспечивает подачу воздуха внутрь аттракциона в течение всего времени его работы.

Атмосферное давление $p_0 = 1,0 \cdot 10^5$ Па. Считайте, что газовые процессы являются изотермическими, молярная масса воздуха $M_B = 29$ г/моль. Ускорение свободного падения $g = 9,8$ м/с². Молярная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

1.1.1 «Время накачки» Рассмотрим сравнительно небольшой аттракцион внутреннего объёма (вместимость) которого $V_1 = 1,0 \cdot 10^2$ м³, а рабочее давление воздуха внутри него $p_1 = 2,5 \cdot 10^5$ Па. Летним солнечным днём при температуре $t = 27^\circ\text{C}$ механик Фёдя за час до начала работы аттракциона решил развернуть его и накачать до рабочего давления при помощи небольшого (автомобильного) поршневого электронасоса, имеющего объём всасывающей камеры $V_2 = 1,0 \cdot 10^3$ см³. Поршень насоса делает $N = 10$ качаний (полных ходов) за секунду. Найдите массу m_B воздуха, необходимого для работы аттракциона. Успеет ли Фёдя к открытию аттракциона?

1.1.2 «Скорость накачки» В процессе медленной накачки надувной аттракцион медленно приподнимается и расправляется до необходимого размера. Будем считать, что в процессе накачки аттракцион можно представить в виде тонкостенного цилиндра площади поперечного сечения $S = 5,0$ м², в котором может без трения перемещаться тяжёлый горизонтальный поршень массы $M = 500$ кг (т.е. «Воздушный замок»). Найдите зависимость высоты h подъёма поршня от времени t накачки. Постройте график полученной зависимости $h(t)$. Найдите скорость v движения поршня при работе насоса. Мощный насос имеет объём всасывающей камеры $V_3 = 1,0 \cdot 10^4$ см³. Поршень насоса делает $N = 10$ качаний (полных ходов) за секунду.



Задача 1.2 «Газировка»

В высоком цилиндрическом сосуде находится газированная вода – вода насыщенная углекис-

лым газом. Сосуд закрыт подвижным поршнем. Когда поршень примыкает к поверхности жидкости давление в сосуде равно P_0 .

Известно, что объем, который бы занимал углекислый газ (будучи в газообразном состоянии), содержащийся в газировке при давлении P_0 равен V_0 . Поршень начинают медленно приподнимать. Найдите зависимость давления газа в сосуде от его объема V . Объем жидкости в сосуде V_L считайте неизменным, температура также остается постоянной. Постройте точный

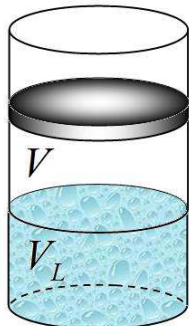
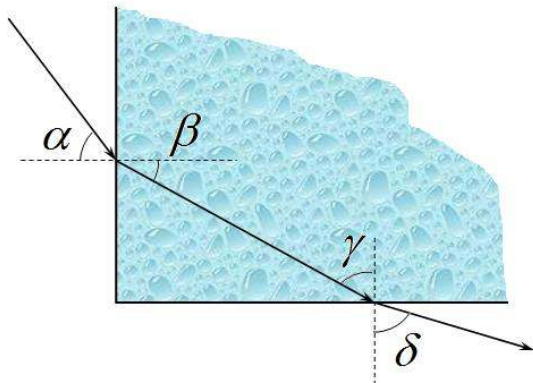


график (с оцифровкой осей) полученной зависимости (подберите для этого соответствующие относительные переменные).

Подсказка: растворимость газа в жидкости пропорциональна внешнему давлению (закон Генри). Растворимость – количество газа (в молях), растворенного в единице объема насыщенного раствора.

Задача 1.3 «Водяной куб»

На боковую грань водяного куба падает луч света под углом α к нормали (на рис. вид сверху). Угол преломления β является функцией от угла падения $\beta = f(\alpha)$, график которой показан на отдельном бланке. Затем это луч попадает на перпендикулярную грань куба под некоторым углом γ к нормали этой грани, и после преломления на ней выходит из куба под углом δ . Ваша основная задача – разработать графический метод нахождения угла δ , используя график зависимости $\beta = f(\alpha)$. Для этого на выданном бланке вам необходимо провести дополнительные построения.



1.3.1 Отметьте на графике значение угла $\alpha = 80^\circ$. Последовательно укажите на графике и запишите численные значения углов β, γ и δ .

1.3.2 Найдите значение угла δ при угле падения $\alpha = 62^\circ$.

1.3.3 Укажите диапазон углов α , при котором луч выйдет через перпендикулярную грань.