

Задание 1. Разминка.

Это задание состоит из 3 не связанных между собой задач.

Задача 1.1 «Дутые аттракционы»

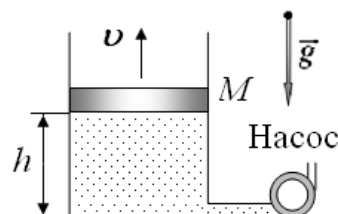


Детские надувные аттракционы (например, «Воздушный замок») представляют собой гибкие и эластичные сосуды «причудливых» форм и некоторого предельного объёма, в которые под давлением подаётся воздух. Для нормальной работы аттракциона давление воздуха в нем должно быть не очень большим (станет «твёрдым»)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

Атмосферное давление $p_0 = 1,0 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Считайте, что газовые процессы являются изотермическими, молярная масса воздуха $M_B = 29 \text{ г/моль}$. Ускорение свободного падения $g = 9,8 \text{ м/с}^2$. Молярная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$.

1.1.1 «Время накачки» Рассмотрим сравнительно небольшой аттракцион внутреннего объёма (вместимость) которого $V_1 = 1,0 \cdot 10^2 \text{ м}^3$, а рабочее давление воздуха внутри него $p_1 = 2,5 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Летним солнечным днём при температуре $t = 27^\circ \text{C}$ механик Федя за час до начала работы аттракциона решил развернуть его и накачать до рабочего давления при помощи небольшого (автомобильного) поршневого электронасоса, имеющего объём всасывающей камеры $V_2 = 1,0 \cdot 10^3 \text{ см}^3$. Поршень насоса делает $N = 10$ качаний (полных ходов) за секунду. Найдите массу m_B воздуха, необходимого для работы аттракциона. Успеет ли Федя 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 $S = 5,0 \text{ м}^2$, в котором может без трения перемещаться тяжелый горизонтальный поршень массы $M = 500 \text{ кг}$ (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 $V_3 = 1,0 \cdot 10^4 \text{ см}^3$. Поршень насоса делает $N = 10$ качаний (полных ходов) за секунду.

Задача 1.2 «Газировка»

В высоком цилиндрическом сосуде находится газированная вода – вода насыщенная углекислым газом. Сосуд закрыт подвижным поршнем. Когда поршень примыкает к поверхности жидкости давление в сосуде равно P_0 .

Известно, что объём, 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 объёма V . Объём жидкости в сосуде V_L считайте неизменным, температура также остается постоянной. Постройте точный

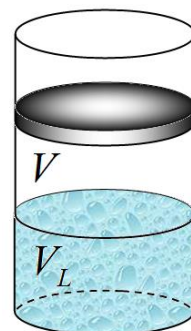
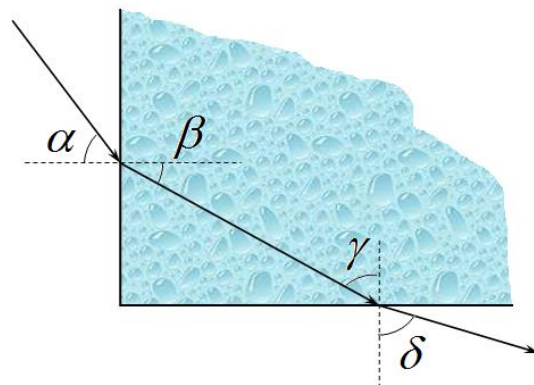


график (с оцифровкой осей) полученной зависимости (подберите для этого соответствующие относительные переменные).

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.

Задание 2. Средние скорости.

На рисунках приведены графики зависимостей модулей средних скоростей перемещений точки на ободе колеса от времени движения для трех видов движений. Средняя скорость определяется для промежутков времени от начала отсчета времени до текущего его значения.

Бланк к задаче 10-1-3 Водяной куб.

