

Условие

Задание 10-1 «Джинн в бутылке»

Джинн – дух в арабской мифологии (не путать с напитком – джин (пишется с одной -н-)).

Оборудование: Комплект для изучения газовых законов (шприц одноразовый 60 мл, манометр с верхним пределом измерения 300 мм. рт. ст., колба с отводом и шкалой для измерения объёма, пробка резиновая для колбы с термометром, штуцер-тройник с трубками пластиковыми соединительными), барометр (один на кабинет), секундомер, бутылка воды сильно газированной в заводской упаковке (0,5л).

Внимание!!! Бутылку с водой вскрыть только непосредственно при сборке экспериментальной установки в части 2 задачи. Ни в коем случае не превышать предел измерения давления манометром, иначе прибор выйдет из строя!*

Часть 1. «Вместилище для джинна».

В данной части Вам предстоит определить начальный внутренний объём экспериментальной установки.

Соберите экспериментальную установку: плотно закройте колбу пробкой, вставьте штуцеры в отвод колбы, в одну из соединительных трубок вставьте манометр, установите поршень шприца на отметке 60мл и вставьте шприц в другую трубку штуцера. Медленно изменяйте объём воздуха в шприце и наблюдайте за показаниями манометра. Постоянно проверяйте, не изменилась ли температура воздуха в колбе. Выясните: есть ли утечка воздуха из Вашей установки. Если есть, то устраните её и приступайте к основной части задачи.

1.1 Определите атмосферное давление p_0 .

1.2 Установите в начальном положении поршень шприца на отметке 60 мл, (стрелка манометра должна быть на нуле). Измерьте зависимость показаний p_m манометра от изменения объёма ΔV воздуха внутри установки.

Манометр показывает разность между давлением внутри колбы и атмосферным давлением.

1.3 Получите формулу, описывающую зависимость отношения $\eta = \frac{p_m}{p_m + p_0}$ от изменения объёма воздуха ΔV . Постройте график экспериментальной зависимости параметра η от изменения объёма ΔV .

1.4 Используя полученную формулу и результаты своих измерений, определите объём воздуха внутри установки (в колбе, шприце, соединительных трубках) V_0 . Оцените погрешность найденного значения.

Часть 2. «Выход джинна»

В данной части Вам предстоит исследовать зависимость давления газовой смеси над газированной водой от времени при постоянном объёме.

Внимание!!! Этот эксперимент Вы сможете провести только один раз! Поэтому продумайте методику его проведения, предварительно подготовьте необходимые таблицы для записи результатов эксперимента.*

Отсоедините шприц от установки, выдвиньте поршень шприца на максимально возможное расстояние. Выньте пробку из колбы. Налейте в колбу 500 мл газированной воды, сразу плотно закройте колбу пробкой. Вставьте шприц в трубку штуцера. Немного встряхните колбу. Если установка собрана герметично, то манометр сразу должен показать рост давления. Если Вы не успели включить секундомер, а давление уже значительно выросло, не расстраивайтесь, выньте на короткое время шприц, давление упадёт, вставляйте шприц и приступайте к измерениям.

2.1 Измерьте зависимость показаний манометра p_m от времени τ . Постройте график полученной зависимости.

2.2 Процесс выхода растворенного газа подобен процессу испарения. Изменение давления описывается уравнением (это уравнение выводить не надо):

$$\frac{\Delta p_m}{\Delta t} = \gamma(p_k - p_m) \quad (2)$$

где p_k - предельное значение давления газа в установке, γ - некоторая постоянная величина. Используя результаты ваших измерений, проверьте, справедливо ли уравнение (2) в данном эксперименте.

2.3 Определите значения параметров γ и p_k в уравнении (2).

2.4 Рассчитайте массу углекислого газа, который выделится из газированной воды за очень большой промежуток времени. Молярная масса углекислого газа $M = 44 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$.

2.5 Что, по вашему мнению, означает «очень большой промежуток времени» в предыдущем пункте? Оцените время в течение, которого давление достигнет предельного значения.

¹ Не путайте показатели степеней с углами!