

Условие

Задача 10-2. Утечка воздуха

Оборудование: шприц одноразовый 60 мл, манометр с верхним пределом измерения 300мм.рт.ст., колба с отводом ($V_k = V_0 = 622$ мл, если объём колбы другой, то жюри должно об этом сообщить учащимся, здесь указан объём колбы вместе с внутренним объёмом трубок и манометра), пробка резиновая с термометром, штуцер-тройник с двумя пластиковыми соединительными трубками, барометр (один на кабинет), зажим винтовой (1шт), зажим пружинный (канцелярский, 1шт), секундомер электронный с памятью этапов.

В данной задаче Вам предстоит исследовать процесс утечки воздуха из жёсткого сосуда.

Справочные данные: 1мм.рт.ст. = 133,4Па.



1. Исследуйте экспериментально зависимость $p_m(\tau)$ показаний манометра p_m от времени τ при утечке воздуха из колбы. Результаты представьте таблично. Проведите эксперимент со временем утечки более 2,5мин. Возможно Вам понадобится провести несколько тренировочных экспериментов. Записывайте результаты всех экспериментов. Если не получится провести эксперимент со временем утечки более 2,5мин, то в чистовик запишите результаты эксперимента с наибольшим временем утечки. При каждом эксперименте указывайте температуру воздуха в колбе до утечки t_1 и по окончании утечки t_2 .
2. Постройте график зависимости показаний манометра от времени $p_m(\tau)$.
3. Какое из уравнений будет справедлива на всём временном интервале вашего эксперимента:

$$p_m = p_{m0} - \alpha \tau \quad (1)$$

или

$$\frac{\Delta p_m}{\Delta \tau} = -\beta \langle p_m \rangle \quad (2),$$

где $\langle p_m \rangle$ – среднее значение показаний манометра на временном промежутке $\Delta \tau$,

p_{m0} – показания манометра в момент начала отсчёта времени,

$\Delta p_m = p_{mi} - p_{m(i-1)}$ – разность между двумя «соседними» показаниями манометра, $\Delta \tau = \tau_i - \tau_{i-1}$ – разность между двумя «соседними» моментами времени,

α и β – некоторые коэффициенты.

Приведите обоснование по каждой зависимости.

4. Укажите единицы измерения коэффициентов α и β .

5. Можно ли процесс утечки воздуха считать изотермическим?

6. Определите атмосферное давление p_a .
7. Постройте график зависимости $p_m(V)$ показаний манометра p_m от объёма V занимаемого воздухом в данный момент (включая воздух, вышедший в окружающую среду). В момент начала отсчёта времени объём воздуха в колбе, включая внутренний объём соединительных трубок и манометра, $V_0 = 622\text{мл}$.
8. Определите работу, совершённую воздухом при расширении его в окружающую среду, за время эксперимента.
9. Постройте график зависимости $P(\tau)$ мощности P , развиваемой расширяющимся воздухом, от времени τ .
10. На основе графика, построенного в п. 9, предложите уравнение зависимости $P(\tau)$ (можно в неявном виде). Объясните ваше предположение.