

В общем случае необходимо учитывать диффузию каждого из компонентов. Более подробное рассмотрение показывает<sup>1</sup>, что для бинарной смеси формула (2) сохраняется, если 1) под  $\lambda$  понимать величину  $\lambda = \frac{1}{n_{\Sigma}\sigma}$ , где  $n_{\Sigma} = n_{\text{He}} + n_{\text{в}} = \frac{P}{k_B T}$  — полная концентрация частиц, и 2) под  $\bar{v}$  понимать среднюю *относительную* скорость частиц разных сортов<sup>2</sup>.

Таким образом, теория предсказывает, что коэффициент диффузии бинарной смеси *обратно пропорционален давлению в системе*  $D \propto \frac{1}{P}$ , и *не зависит от пропорций* компонентов, что и предлагается проверить в работе экспериментально.

**Схема эксперимента.** Для исследования взаимной диффузии газов и измерения коэффициента взаимной диффузии  $D$  используется два сосуда объёмами  $V_1$  и  $V_2$  ( $V_1 \approx V_2 \equiv V$ ), соединённые трубкой длины  $L$  и сечения  $S$  (рис. 1). Предполагается, что сосуды заполнены смесью двух газов при одинаковом давлении, но с различной концентрацией компонентов. Вследствие взаимной диффузии, проходящей в соединительной трубке, концентрации компонентов в сосудах с течением времени выравниваются.

Важно отметить, что диффузия — относительно медленный процесс, и для его наблюдения необходимо отсутствие конвекции, т. е. макроскопических течений газа. Для этого необходимо обеспечить равенство давлений и температур в сосудах до начала измерений.

В общем случае концентрации компонентов  $n(t, x)$  зависят от как от координаты, так и времени. Задача упрощается, если объём соединительной трубки мал по сравнению с объёмами сосудов — тогда концентрации газов  $n_1(t)$  и  $n_2(t)$  внутри каждого сосуда можно считать постоянными по всему объёму сосуда, и принять, что процесс выравнивания концентраций происходит благодаря диффузии в трубке.

Рассмотрим подзадачу о диффузии в соединительной трубке. Предположим сперва, что концентрации примеси (гелия) на её торцах поддерживаются постоянными и равными  $n_1$  и  $n_2$  соответственно. Тогда через некоторое время (оценку этого времени см. ниже ф-лу (9)) в трубке установится стационарный поток частиц, одинаковый в каждом сечении трубки (в противном случае, если бы поток зависел от  $x$ , частицы бы накапливались в трубке, и процесс перестал бы быть стационарным). Применяя закон Фика в трубке, получим

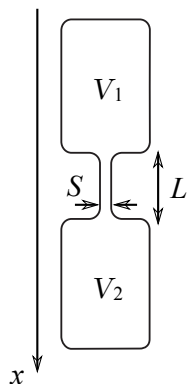


Рис. 1

1 См., напр., Сивухин Д.В. «Общий курс физики», Т. 2, §92, или Попов П.В. «Диффузия. Часть I. Элементарная теория», п. 3.2.

2 Для бинарной смеси  $\bar{v} = \sqrt{\frac{8k_B T}{\pi \bar{m}}}$ , где  $\bar{m}$  — приведённая масса частиц смеси.