**5. Явления переноса в газах. Длина свободного пробега. Диффузия: уравнение диффузии, физический смысл входящих в него величин. Зависимость коэффициента диффузии от давления и температуры.**

***Явления переноса обусловлены хаотическим движением молекул газа, которые, переходя из одних точек пространства в другие, переносят присущие им импульс, энергию и массу.*** К таким явлениям относятся: **внутреннее трение или вязкость** (обусловленная переносом импульса), **теплопроводность** (обусловленная переносом энергии) и **диффузия** (обусловленная переносом массы вещества).

*Определяющую роль в явлениях переноса играют столкновения молекул в процессе их хаотического движения*, вследствие чего все явления переноса протекают со скоростями, существенно меньшими скорости теплового движения.

**Эффективным диаметром**  *молекул газа называют минимальное расстояние, на которое сближаются при столкновении центры молекул.* При увеличении температуры газа эффективный диаметр молекул несколько уменьшается, однако в первом приближении можно считать величиной постоянной для данного газа.

Величина  **= (d(эф))^2**

называется **эффективным сечением взаимодействия молекул**, и определяет сечение, внутри которого нельзя пренебречь силами отталкивания молекул.

***Средняя длина*** ***свободного пробега молекул газа*** *– это среднее расстояние, которое молекулы пробегают между двумя последовательными столкновениями.* Её величина определяется **концентрацией молекул газа** и **эффективным сечением их взаимодействия.** При достаточно высоком давлении газа средняя длина свободного пробега много меньше размеров сосуда и определяется формулой:

**λ = 1/[sqrt(2)\*\*n]**



где n = N/V - **концентрация молекул** (число молекул в единице объема), которая может быть определена из **уравнения состояния идеального газа**():

**n = P/(kT) (1.1)**

*При значительном разрежении (вакуум)* средняя длина свободного пробега вместо формулы (1.1) будет определяться характерным размером сосуда L:

- ***среднеарифметическая скорость теплового движения молекул газа.***

**〈v〉=sqrt(8kT/πm0)=sqrt(8RT/πμ)**

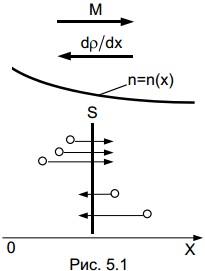


**Явления переноса возникают при нарушении равновесия в системе и стремятся привести систему в равновесное состояние.** *Они вызваны неодинаковыми значениями какой-либо величины в различных частях системы.* Так, внутреннее трение вызвано разными скоростями течения слоев газа, теплопроводность - разностью температур, диффузия - переменной концентрацией частиц вещества.

Неоднородность в пространстве значений величины может быть задана с помощью ее **градиента** - *вектора, характеризующего изменение этой величины при перемещении на единичную длину и направленного в сторону наиболее быстрого возрастания рассматриваемой величины.* При записи уравнений переноса будем полагать, что изменение этой величины происходит только вдоль одной из координат, например, вдоль оси ОХ.

***Диффузия*** *– процесс выравнивания концентраций веществ, который сопровождается переносом массы соответствующего компонента из области с большей в область с меньшей концентрацией.*

Пусть концентрация какого либо компонента газа уменьшается в направлении оси ОХ, как это показано на рис.5.1. Выделим площадку S, перпендикулярную этой оси.



***Закон Фика*** *определяет массу газа* ***Δ****М, переносимую вследствие диффузии за время через площадку S:* ***ΔМ=-D\*(d*ρ/dx*)S***

*(1.2)*



где **dρ/dx** – *градиент плотности компонента газа*, **D** – *коэффициент диффузии газа*, равный

**D**=1/3()

***Коэффициент диффузии численно равен массе данного компонента, переносимой через единицу площади поверхности за единицу времени при единичном градиенте плотности.*** В СИ коэффициент диффузии измеряется в м2 /с.

Знак минус в уравнении (1.2) обусловлен тем, что *перенос массы осуществляется в сторону уменьшения концентрации (плотности) газа*, а градиент плотности по определению всегда направлен в сторону увеличения плотности газа.

***Закон Фика*** определяет также число молекул газа **Δ**N, переносимых вследствие диффузии через площадку S: ***ΔN=*** ***-D\*(d*ρ/dx*)S***



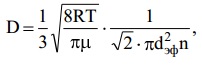
где **dn/dx** – *градиент концентрации молекул компонента газа*.

Для коэффициента диффузии, подставляя в формулу: **D**=1/3() выражения для

***C:\Users\А\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\Скорость.jpg*〈v〉=sqrt(8kT/πm0)=sqrt(8RT/πμ)** и C:\Users\А\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\Пробег.jpg **λ = 1/[sqrt(2)\*\*n]**

, имеем:

D=1/3\* **sqrt(8RT/πμ)\* 1/[sqrt(2)\*\*n]**



или с учётом: **n = P/(kT)**

D=1/3\* **sqrt(8RT/πμ)\* kT/[sqrt(2)\*\*P]=const\*T^(3/2)/T**

