

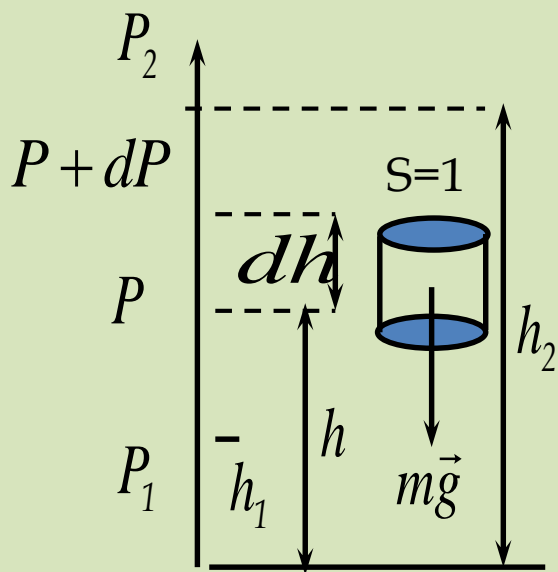
Барометрлік формула

Жердің атмосферасы биіктікке қарай өзгереді. Неғұрлым жоғары болса, қысым мен концентрация соғұрлым аз болады (тауларда тыныс алу қиын).

Сұрақ: Қысым мен концентрация биіктікке қалай байланысты?

Молекулалар Жердің тартылыс өрісінде орналасады.

Болжам: 1) ауырлық өрісі біркелкі. 2) $T = \text{const}$. 3) барлық молекулалардың массасы бірдей.



P және $P+dP$ қысым айырмашылығы цилиндрдегі газдың салмағына, dh биіктігіне және бөліктің ауданына $= 1$ тең.

$$P - (P + dP) = \rho g dh$$

$$\rho = \text{const}$$

$$dP = -\rho g dh$$

Тығыздықты Клапейрон-

Менделеев теңдеуінен табамыз:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} = \frac{P\mu}{RT} \quad \text{сонда:}$$

$$dP = -\rho g dh = -\frac{\mu g}{RT} P dh \quad - \text{ диффер. теңдеуді шешу үшін айнымалыларды жіктейік}$$

$$\frac{dP}{P} = -\frac{\mu g}{RT} dh \Rightarrow \int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P} = -\frac{\mu g}{RT} \int_{h_1}^{h_2} dh$$

$$\ln \frac{P_2}{P_1} = -\frac{\mu g}{RT} (h_2 - h_1) \Rightarrow$$

$$P_2 = P_1 \exp \left[-\frac{\mu g}{RT} (h_2 - h_1) \right]$$

- барометрлік формула

$h_1=0$ – теңіз деңгейі

$$P = P_0 \exp \left[-\frac{\mu gh}{RT} \right]$$

$P_0 - h=0$ қысымы – қалыпты қысымы

$$P = nkT \quad \text{сонда:}$$

$$n = n_0 \exp \left[-\frac{\mu gh}{RT} \right]$$

$$\mu = m_0 N_A \quad \text{Осы формулаларды}$$

қолдана отырып, біз

$$R = k N_A \quad \text{аламыз:}$$

$$n = n_0 \exp \left[-\frac{m_0 gh}{kT} \right]$$

- сыртқы потенциалдық өрістегі молекулалар концентрациясының үлестірілуі (Больцман үлестірілуі).

$$n = n_0 \exp \left[-\frac{U}{kT} \right]$$

Идеал газдардың молекулалық-кинетикалық теориясының негізгі теңдеуі

Болжамдар:

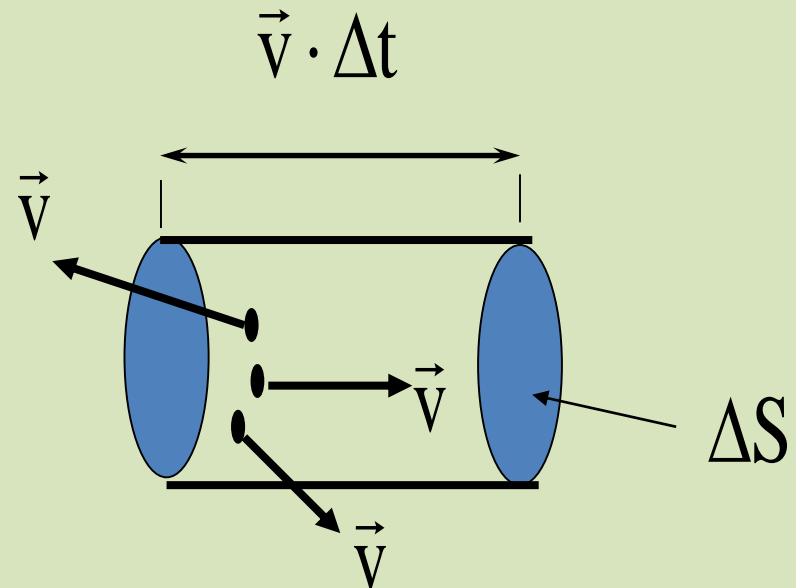
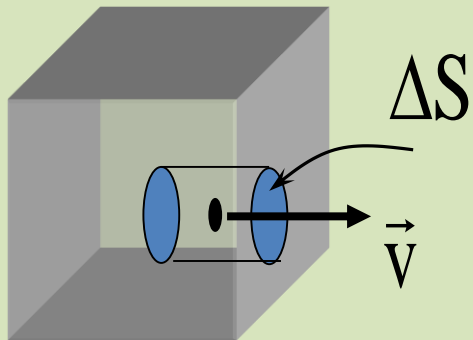
Идеал газ;

Бір атомды газ;

Молекулалар ретсіз қозғалады (барлық бағытта бірдей);

Молекулалар арасындағы соқтығысу саны \ll молекулалардың қабырғаға соқтығысу саны;

Молекулалардың қабырғаларға соқтығысуы абсолют серпімді.



Газдың қабырғаға түсіретін қысымын анықтайық: Қабырғаға соғылған сайын молекула оған импульс береді :

$$p = m_0 v - (-m_0 v) = 2m_0 v$$

dt уақыт ішінде dS бетке $V = v dt dS$ көлемдегі молекулалар келіп жетеді, мұндай молекулалардың саны $N = nV = N v dt dS$

- Нақты молекулалар dS бетке бұрыш жасай қозғалады. Бұл қозғалыстарды өзара \perp перпендикуляр 3 бағыт бойынша қозғалыспен алмастырамыз. Барлық молекулалардың 1/3 бөлігі бір бағытта қозғалады.
- Олардың жартысы қабырғадан, жартысы қабырғаға қарай қозғалады, сондықтан қабырғаға берілетін соққылар мен импульстар саны:

$$N = \frac{1}{6} n \cdot \Delta S \cdot v \Delta t$$

$$\Delta p = 2m_0 v \cdot N = 2m_0 v \cdot \frac{1}{6} n \cdot \Delta S \cdot v \Delta t = \frac{1}{3} n \cdot m_0 v^2 \cdot \Delta S \cdot \Delta t$$

Газдың ыдыс қабырғасына түсіретін қысымы:

$$\Delta P = \frac{\Delta F}{\Delta S} = \left\{ \Delta F = \frac{\Delta p}{\Delta t} \right\} = \frac{\Delta p}{\Delta t \Delta S} = \frac{1}{3} n \cdot m_0 v^2$$

$$P = \frac{1}{3} n \cdot m_0 v^2 \quad - \text{Қабырғаға түсірілген қысым}$$

Газ N молекуладан тұрады, яғни N жылдамдығы бар, сондықтан \Rightarrow орташа квадраттық жылдамдықты қарастыру керек:

$$\langle v_{кв.} \rangle = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i^2}$$

сонда:

$$P = \frac{1}{3} n \cdot m_0 \langle v_{кв.} \rangle^2 \quad - \text{МКТ негізгі теңдеуі}$$

Молекулалардың кинетикалық энергиясы

Газдар үшін: $n = \frac{N}{V}$ $P = \frac{1}{3} \cdot \frac{N}{V} \cdot m_0 \langle v_{кв.} \rangle^2$

$$PV = \frac{1}{3} \cdot N \cdot m_0 \langle v_{кв.} \rangle^2 =$$

$$\frac{2}{3} \cdot N \cdot \frac{m_0 \langle v_{кв.} \rangle^2}{2} = \frac{2}{3} \cdot N \cdot \langle \varepsilon \rangle = \frac{2}{3} \cdot E$$

мұнда, $\langle \varepsilon \rangle$ - молекулалардың ілгерілемелі қозғалысының орташа кинетикалық энергиясы; E – жалпы қосынды кинетикалық энергия.

$$PV = \frac{1}{3} \cdot m \langle v_{кв.} \rangle^2 \quad m = m_0 \cdot N \quad \text{- толық масса}$$

$$v = \frac{m}{\mu}$$

сонда:

$$PV = \frac{1}{3} \cdot v \cdot \mu \langle v_{кв.} \rangle^2 \quad \left. \vphantom{PV} \right\} \Rightarrow$$

$$PV = v \cdot RT$$

$$v \cdot RT = \frac{1}{3} \cdot v \cdot \mu \cdot \langle v_{кв.} \rangle^2 \Rightarrow$$

$$\langle v_{кв.} \rangle = \sqrt{\frac{3RT}{\mu}}$$

$$\mu = m_0 \cdot N_A \langle v_{кв.} \rangle = \sqrt{\frac{3RT}{m_0 N_A}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

$$\langle \varepsilon \rangle = \frac{E}{N} = \frac{m_0 \langle v_{кв.} \rangle^2}{2} = \frac{3}{2} kT$$

$$\langle \varepsilon \rangle = \frac{3}{2} kT$$

- бір молекуланың орташа кинетикалық энергиясы

$T=0$ болғанда, $\langle \varepsilon \rangle = 0$, сондықтан $P=0$ – қозғалыс жоқ.