# **Дәріс 2. Вакуум. Газдардың молекулалық-кинетикалық теориясының кейбір ережелері**

Дәріс жоспары

## **2.1. Идеал газ күйінің теңдеуі**

## **2.2. Молекулалардың орташа жылдамдығы**

## **2.3. Газ молекуласының бетпен соқтығысу жиілігі**

Әдетте газдың күйі атмосфералық қысымнан төмен болған кезде вакуум болып саналады. Алайда, физикалық тұрғыдан алғанда, вакуум сирек кездесетін газ сапалы жаңа қасиеттерге ие болған кезде ғана пайда болады. Мысалы, газ қысымы төмендеген сайын оның жылу өткізгіштік коэффициенті бастапқыда тұрақты болып қалады, ал белгілі бір сиретуге жеткенде қысымға пропорционалды тәуелділік пайда болады. Газдың бұл жаңа күйі вакуум деп аталады.

Беттермен шектелген кез келген кеңістікте тікелей көлемде бос газдың және беттерде адсорбцияланған байланысқан газдың белгілі бір мөлшері болады. Бетіндегі адсорбцияланған газ бөлшектері қабырға материалына таралады (сіңіріледі) және оларда қозғалуы мүмкін. Тепе-теңдік күйінде бос газ молекулаларының (атомдарының) адсорбцияланған күйге және одан әрі адсорбцияланған күйге ауысуы кері процестермен теңестіріледі.

* 1. **Идеал газ күйінің теңдеуі**

Атмосфералық қысымнан төмен қысымдағы бос газ қасиеттері жағынан идеалға жақын және Клапейрон-Менделеев күй теңдеуіне бағынады

$pν=R\_{0}T$ (2.1)

немесе

$p=nkT$, (2.2)

Мұндағы $p$ – қысым, Па; $v$ – меншікті көлем, $м^{3}$/кмоль; $R\_{0}$=8134 Дж/(кмоль·К); $T$ – абсолютті температура, К; $n$ – атоамның бірлігіндегі газ бөлшектері саны, 1/$м^{3}$; $k$=1,38∙$10^{-23}$ – Больцман тұрақтысы, Дж/К.

G кг газ үшін күй теңдеуі келесідей болады

$pV=GRT$ (2.3)

мұндағы $V$ – газ көлемі, $R$ – газ тұрақтысы, Дж/(кг·К). (1.3) теңдеуден

$\frac{p\_{1}V\_{1}}{T\_{1}}=\frac{p\_{2}V\_{2}}{T\_{2}}$ (2.4)

газдың үш параметрінің бірі ($P$, $V$ немесе $T$) тұрақты болатын ерекше жағдайлар. Мысалы, $T=const$ кезінде біз Бойль–Мариотт заңын аламыз

$p\_{1}V\_{1}=p\_{2}V\_{2}$ (2.5)

* 1. **Молекулалардың орташа жылдамдығы**

Бос газ тепе-теңдік күйінде болғанда, молекулалардың қозғалысының қолайлы бағыттары болмайды, олардың барлығы бір-бірімен және шектейтін беттермен соқтығысып, ретсіз (жылу қозғалысы) қозғалады. Молекулалар қозғалысының тұрақсыздығына және олардың жылдамдығы мен ұшу бағытын өзгертетін соқтығысулардың кездейсоқ сипатына қарамастан, молекулалардың жылдамдықтар бойынша таралуы Максвелл Заңына сәйкес өте анықталған. Осы заңға сәйкес газда қозғалмайтын молекулалар жоқ және шексіз үлкен жылдамдықтағы молекулалар жоқ. Максвеллдің таралу функциясы молекулалардың қозғалысының орташа арифметикалық жылдамдығын есептеуге мүмкіндік береді, бұл атом бірлігіндегі барлық молекулалардың жылдамдық қосындысының сол атомдағы молекулалар санына қатынасын білдіреді:

$w\_{a}=\sqrt{\frac{8R\_{0}T}{πM}}$ (2.6)

Кез-келген координаталық осьтің құрамдас жылдамдығының орташа арифметикалық мәні, мысалы, Х осіне параллель,

$w\_{x}=\sqrt{\frac{2R\_{0}T}{πM}}$ (2.7)

(2.6) және (2.7) теңдеулерден мыналар шығады

$w\_{x}=\frac{1}{2}w\_{a}$ (2.8)

* 1. **Газ молекуласының бетпен соқтығысу жиілігі**

$F$ ауданы бар аймақ $x$ координаталық осьіне қалыпты орналасқан делік. Молекулалар $x$ осі бойымен $w\_{x}$ жылдамдығымен қозғалады, олардың тек жартысы, яғни 0,5$n$ алаңға қарай жылжиды, ал екінші жартысы қарама-қарсы бағытта қозғалады. Уақыт өте келе $τ$ алаңға $\frac{1}{2}nw\_{x}Fτ$ молекулалары ұшады, сондықтан $ν=\frac{1}{2}nw\_{x}$ молекулалары уақыт бірлігінде аудан бірлігіне ұшады. (2.8) теңдеуді ескере отырып

$ν=\frac{1}{4}nw\_{a}$ (2.9)

**Дәріс бойынша бақылау сұрақтары:**

1. Молекулалық-кинетикалық теория бойынша барлық заттар қандай бөлшектерден тұрады?
2. Газдардың қандай негізгі қасиеттерін білесіздер?
3. Молекулалық-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуі қалай тұжырымдалады?
4. Молекулалардың орташа арифметикалық жылдамдығы неге тең?
5. Молекулалардың орташа арифметикалық жылдамдығы қалай есептеледі?
6. Газ молекулаларының бетпен соқтығысу жиілігі қандай параметрлерге тәуелді?
7. Газ температурасы молекулалардың бетпен соқтығысу жиілігіне қалай әсер етеді?
8. Газ молекулаларының бетпен соқтығысу жиілігі неге байланысты?

**Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:**

1. Вакуумная техника: Справ./Под ред. К.Е. Демихова, Ю.В. Панфилова. – М.: Машиностроение, 2009. – 590 с.
2. Вакуумная техника: Справ./Под ред. Е.С. Фролова, В.Е. Минайчева. – М.: Машиностроение, 1992. – 480 с.
3. Иванов В.И. Введение в вакуумную технику: Учеб. пособие. – СПБ.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2012. – 42 c.
4. Иванов В.И. Вакуумная техника: Учеб. пособие. – СПБ.: Университет ИТМО, 2016. – 129 c.