

ИДЕАЛ ГАЗ КҮЙІНІҢ ТЕҢДЕУІ. МЕНДЕЛЕЕВ-КЛАПЕЙРОН ТЕҢДЕУІ

Газдың күйін анықтайтын негізгі параметрлерге газдың P қысымы, T температурасы және V көлемі жатады. Бұл параметрлердің байланысын анықтайтын теңдеуді газ күйінің теңдеуі деп атайды. Оның жалпы анықталмаған түрі былай жазылады:

$$f(p, V, T) = 0 \quad (1)$$

немесе $p = f(V, T)$, $T = f(p, V)$, немесе $V = f(p, T)$ деп те жазамыз.

Қысымды анықтайтын молекула-кинетикалық теорияның теңдеуін $p = f(V, T)$ және температураның анықтамасын $T = f(p, V)$ қолданып, мына формуланы аламыз:

$$p = \frac{2}{3} n \overline{mv^2} = \frac{2}{3} n \frac{3}{2} kT = nkT \quad (2)$$

Егер газдың массасы өзгермесе, n тұрақты болады, онда p қысым T температураға пропорционал.

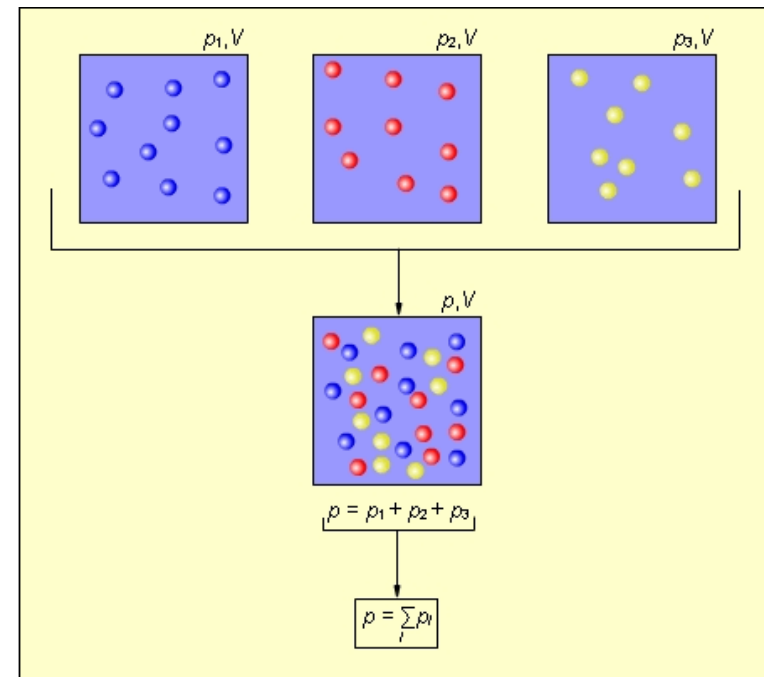
Егер газдың қоспасын алсақ, онда массалары әр түрлі газдардың молекулаларының орташа жылдамдықтары әр түрлі, бірақ орташа энергиясы бірдей болады

Қоспаның қысымы мынаған тең болады:

$$p = (n_1 + n_2 + \dots + n_k)kT, \quad (3)$$

$$p = n_1kT + n_2kT + \dots = p_1 + p_2 + \dots + p_k = \sum_{i=1}^k p_i \quad (4)$$

(3) өрнегі Дальтон заңы деп аталады.



Егер V көлемде N молекула болса, онда $n = N/V$

$$p = \frac{N}{V} kT \quad \text{немесе} \quad pV = NkT \quad (5)$$

Бұл теңдеуді бір моль үшін жазсақ, онда $N = N_A$, сондықтан

$$pV = N_A kT \quad (6)$$

Универсал газ тұрақтысын ескеріп (6)-ші теңдеуді мына түрде жазамыз:

$$pV = RT$$

Менделеев-Клапейрон теңдеуі
немесе бір моль идеал газ
күйінің теңдеуі (7)

Ал газдың кез келген m массасы үшін күй теңдеуі

$$pV = \frac{m}{M} N_A kT \quad (8)$$

(7)-ті ескеріп, (8)-ні мына түрде жазуға болады:

$$pV = \nu RT \quad \text{немесе} \quad pV = \frac{m}{M} RT \quad (9)$$

(9) - идеал газдың кез келген m массасы үшін жазылған күй теңдеуі.

ИДЕАЛ ГАЗ ЗАҢДАРЫ

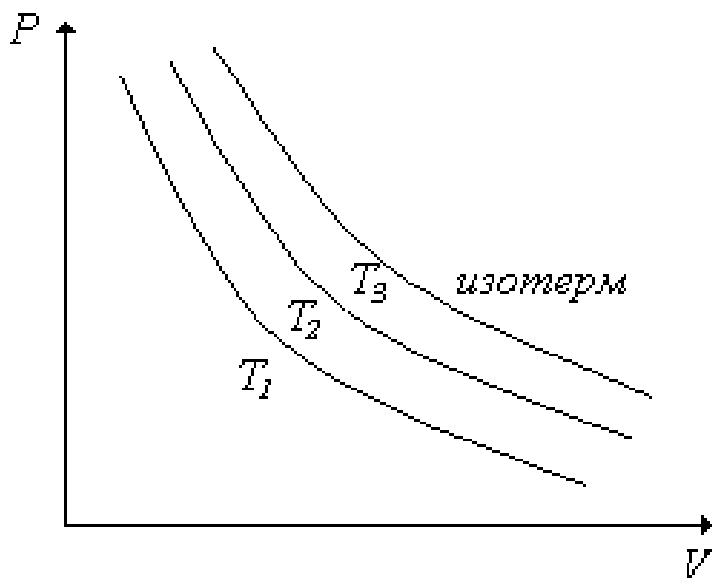
Бойль-Мариотт заңы. Бұл заң газдағы *изотермдік* процесті сипаттайды.

Бойль-Мариотт заңы бойынша, тұрақты температурада ($T = const$) газдың белгілі массасының көлемі оның қысымына кері пропорционал өзгереді, сондықтан

$$pV = const \quad (10)$$

Бұл теңдеуді *изотерм теңдеуі* деп атайды.

Әр түрлі температура үшін P қысымның температураға тәуелділік $p = f(V)$ графигі суретте көрсетілген. Мұндағы қисық сызықтар *изотерм* деп аталады. Олар (10)-ші теңдеу бойынша тең бүйірлі гипербодалар болып келеді ($T_1 < T_2 < T_3$).



Эдм Мариотт



- в 1662 г. Р. Бойлем;
- в 1676 г. Э. Мариоттом

Роберт Бойль



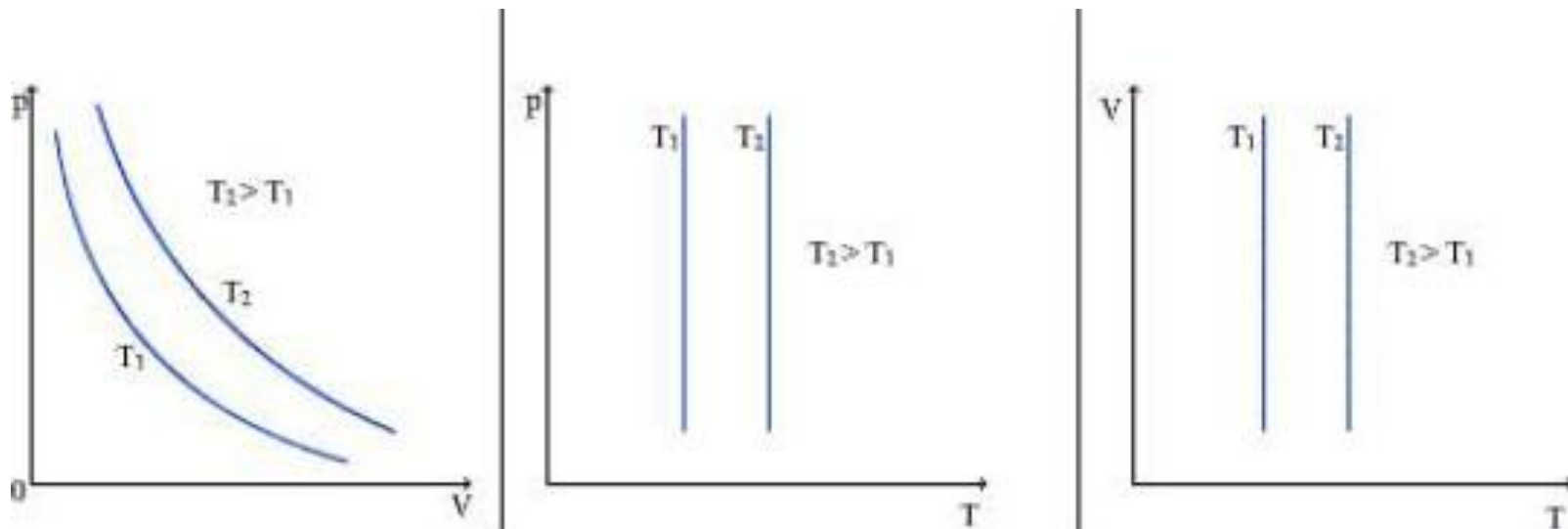
Закон получен
экспериментально

Газдың сығылғыштығы температура тұрақты кезінде χ (хи) изотермдік сығылғыштық коэффициенті арқылы сипатталады.

$$pV = \text{const} \quad \text{онда} \quad d(pV) = p dV + V dp = 0$$

$$dT = 0 \quad \text{сондықтан} \quad \chi = \frac{1}{V} \left(\frac{dV}{dp} \right)_T = - \frac{1}{p} \quad (2)$$

Көлемнің ұлғаюуы қысымның азаятын (кемитін) бағытында өтетінін анықтайды





Гей-Люссак заңы. Бұл заңды 1802 ж. ашқан Ж.Л.Гей-Люссак және 1801ж. оған тәуелсіз Дж. Дальтон ұсынған. Гей-Люссак заңы тұрақты қысымда идеал газдың көлемі температура бойынша сызықты өзгереді дейді:

$$V = V_0(1 + \alpha t), \quad (11)$$

α – газдың жылулық немесе көлемдік ұлғаю коэффициенті.

Идеал газ күйінің (7)-ші теңдеу қысым тұрақты болғанда:

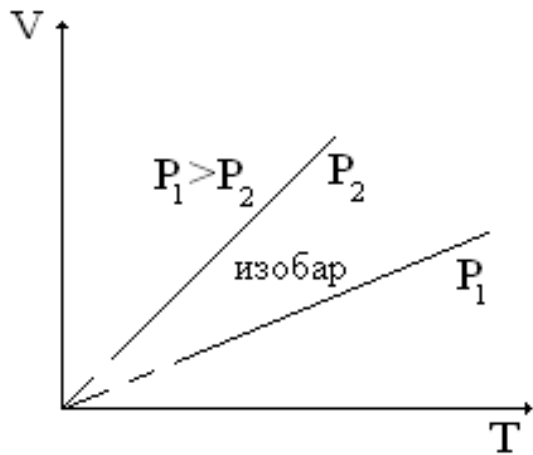
$$\frac{V}{T} = \frac{m}{M} \frac{R}{p} = const \quad \text{немесе} \quad \frac{V}{T} = const. \quad (12)$$

Осы теңдеу *изобар* теңдеуі деп аталады, ал тұрақты қысымда өтетін процесті *изобарлық процесс* дейді.

Идеал газ күйінің (7)-ші теңдеу қысым тұрақты болғанда:

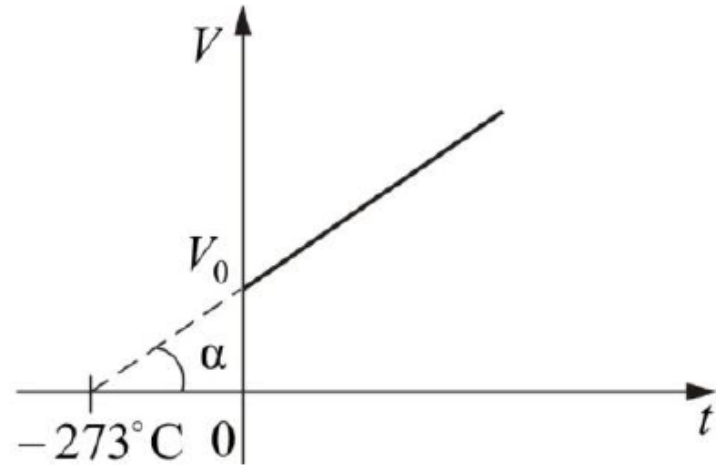
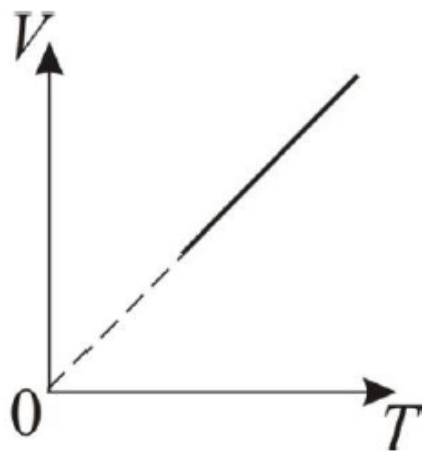
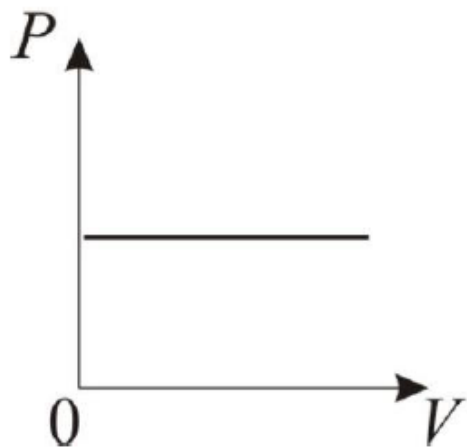
$$\frac{V}{T} = \frac{m}{M} \frac{R}{p} = const \quad \text{немесе} \quad \frac{V}{T} = const \quad (13)$$

Осы теңдеу *изобар* теңдеуі деп аталады, ал тұрақты қысымда өтетін процесті *изобарлық процесс* дейді.



(13)-шы теңдеудегі α коэффициентін (9) формула бойынша анықтаймыз:

$$\left(\frac{dV}{dT}\right)_P = \frac{m R}{M p} = \frac{V}{T}, \text{ осыдан } \alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{dV}{dT}\right)_P = \frac{1}{T} \quad (14)$$





Изохоралық процесс. Көлемі тұрақты жүйеде өтетін процесс ($V = const$) изохоралық процесс. Идеал газда изохоралық процесс кезінде қысымның температураға тәуелдігін Шарль заңы деп атайды.

Идеал газ күйінің теңдеуінен изохора теңдеуі былай анықталады:

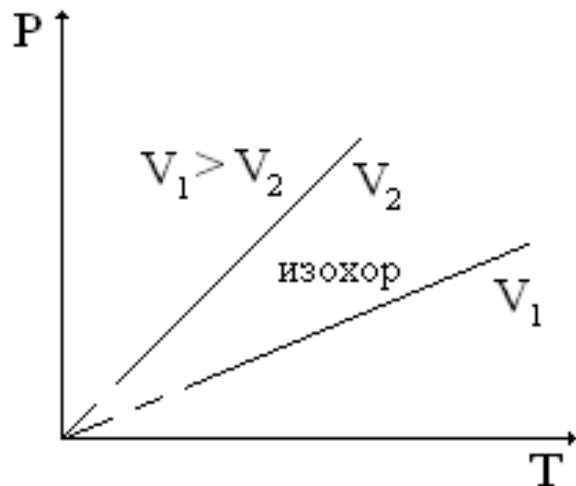
$$\frac{p}{T} = \frac{m}{M} \frac{R}{V} = const, \text{ немесе } \frac{p}{T} = const. \quad (15)$$

(15)-ші Шарль заңы бойынша тұрақты көлемде газдың қысымының температураға байланысты өзгеруі кезінде p/T қатысы өзгермейді.

$p - T$ диаграмасында (сурет) әр түрлі көлемдер үшін $p = f(T)$ тәуелділік графигі берілген.

Изохоралық процестегі идеал газдың қысымының термдік коэффициенті былай анықталады:

$$\gamma = \frac{1}{p} \left(\frac{dp}{dT} \right)_V = \frac{1}{T} \quad (16)$$



Бұл теңдеу күй теңдеуі бойынша анықталады:
 $pV = RT$; $Vdp = RdT$, $V = const$, сондықтан

$$\left(\frac{dp}{dT} \right)_V = \frac{R}{V} = \frac{p}{T}.$$

Идеал газдың температуралық шкаласы осы заң бойынша негізделген.

