

РЕАЛ ГАЗЛАР

Режа:

1. Реал газлар. Ван-дер-Ваальс тенгламаси.
2. Ван-дер-Ваальс изотермалари.
3. Критик ҳолат.
4. Реал газларнинг ички энергияси. Жоуль-Томсон эффекти.

Реал газлар. Реал газларни ўрганишда молекулалар орасидаги ўзаро таъсирни ҳисобга олиш керак бўлади. Молекулалар орасидаги ўзаро таъсирни молекулаларнинг марказлари орасидаги r масофанинг функцияси бўлган ўзаро потенциал энергия орқали тавсифлаш мумкин. Бир-биридан чексиз катта масофада турган молекулаларнинг потенциал энергияси нолга тенг деб олинади. Потенциал энергиянинг r масофа функцияси сифатидаги ифодасини билган ҳолда молекулалар бир-биридан ҳар хил масофада турганда қандай куч билан ўзаро таъсирлашишини аниқлаш мумкин. Бунинг учун механикадан маълум бўлган:

$$F = -\frac{d\varepsilon_p}{dr}$$

муносабатдан фойдаланиш керак. Бу ердаги “-” ишора молекулаларнинг ўзаро таъсир кучлари уларни энг кичик потенциал энергияли ҳолатга келтиришга интилишини англатади. Бинобарин, молекулалар орасидаги масофа r чегаравий қийматидан катта бўлганда улар орасида ўзаро тортиш кучлари таъсир қилади, молекулалар орасидаги чегаравий қийматдан кичик бўлганда эса улар орасида итариш кучлари таъсир қилади.

Ван-дер-Ваальс тенгламаси. Реал газларнинг характерини ифода этиш учун берилган жуда кўп тенгламалар ичида Ван-дер-Ваальс тенгламаси энг содда бўлиши билан бирга жуда яхши натижалар беради. Бу тенглама $pV_m = RT$ тенгламага тузатмалар киритиш йўли билан ҳосил қилинган бўлиб, қуйидагича кўринишга эгадир:

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2} \right) (V_m - b) = RT$$

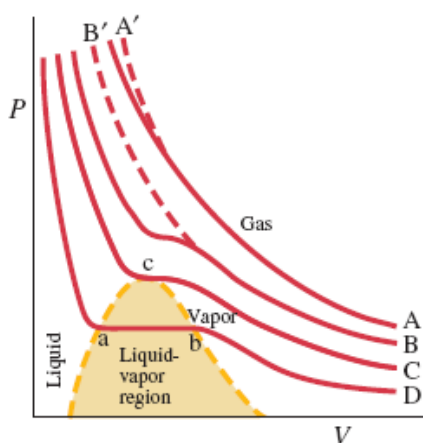
a ва b -Ван-дер-Ваальс доимийлари бўлиб, ҳар хил газлар учун ҳар хил қийматга эга, бу қийматлар тажриба йўли билан топилади. b доимий молекулалар ўлчамлари чекли бўлгани туфайли ҳажмнинг молекулалар ҳаракат қилолмайдиган қисмини аниқлайди. a/V_m^2 тузатма молекулаларнинг бир-бирига ўзаро тортишиши туфайли ҳосил бўладиган p_i ички босимни ифодалайди. Юқоридаги тенглама бир моль газ учун ёзилган. z моль газга мос келувчи ихтиёрий m массали ($z=m/\mu$) газга оид тенгламага ўтиш учун ўша шароитда унинг z марта ортиқ ҳажм эгаллашини, яъни $V = zV_m$ бўлишини ҳисобга олиш керак. V_m ўрнига V/z қўямиз: $\left(p + \frac{z^2 a}{V^2} \right) \left(\frac{V}{z} - b \right) = RT$, бу тенгламани z га кўпайтириб ва қуйидаги:

$a' = z^2 a$; $b' = zb$ белгиларни киритиб, z моль газга оид Ван-дер-Ваальс тенгламасини ҳосил қиламиз:

$$\left(p + \frac{a'}{V^2} \right) (V - b') = zRT$$

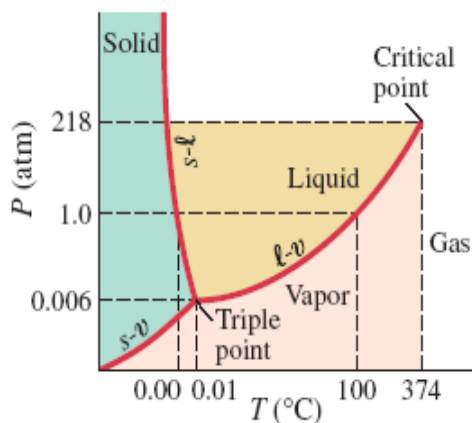
Зичлиги камайганда барча реал газларнинг хоссалари идеал газ хоссаларига яқинлашгани учун, ҳажм чексизликка интилгандаги лимитда Ван-дер-Ваальс тенгламаси идеал газ ҳолати тенгламасига айланади.

Ван-дер-Ваальс изотермалари. Қуйидаги графикда турли температуралар учун реал (A, B, C, D) ва идеал (A^1, B^1) газлар PV диаграммаси келтирилган. Юқори босимда идеал газга қараганда реал газларнинг ҳажми кам эканлигига эътибор беринг. Паст



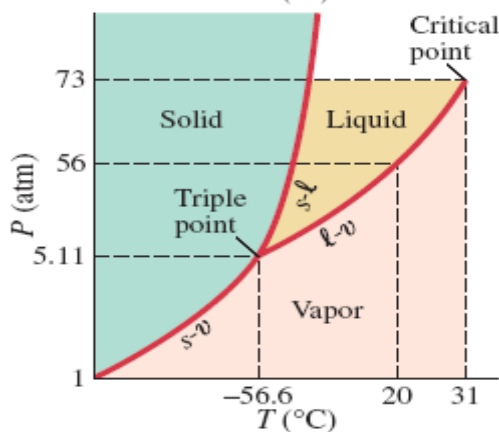
ҳолатидан суюқ ҳолатга ўтиб боради. Сарик рангдаги штрихланган қисмдаги пунктир чизиқлар газ ва суюқлик мувозанатда эканини билдиради. с нукта (горизонтал С чизиқдаги нукта) критик нукта дейилади. Критик ҳароратдан паст ҳароратда, агар босим етарлича бўлса, газ суюқ ҳолатга ўтади. Критик ҳароратдан юқорида ҳеч қандай босим газни суюқ фазага ўткази олмайди.

Критик ҳолат. Кўпгина ҳолларда “газ” ва “пар” терминлари орасида фарқ юзага келади: модданинг критик ҳароратидан паст ҳароратда газсимон ҳолати пар дейилади; критик ҳароратдан юқорида модда газ дейилади. Модданинг ҳолатини кўрсатувчи РТ диаграмма одатда, фазавий диаграмма дейилади ва бу диаграмма модданинг турли фазаларини таққослашда ёрдам беради. Қуйида сув ва углерод диоксида учун фазавий диаграммалар келтирилган. Графикларда моддалар учун критик нукталар (critical point) ҳам кўрсатилган. Критик ҳолатдаги параметрлар: температура T_k , босим p_k ва ҳажм V_k . Модданинг T_k , p_k , V_k параметрларга эга бўлган ҳолати критик ҳолат дейилади.



Сув учун фаза диаграммаси.

Эгри чизиқ 1 атм босимда қайнаш ҳарорати 100°C ва босим кам бўлганда қайнаш ҳарорати мос равишда камайишини кўрсатади. Эгри чизиқ s-l, қаттиқ ва суюқ ҳолатлар мувозанатда эканини ифодалайди. Бу график музлаш нуктасини босим билан солиштириш мумкинлигини кўрсатади. 1 атм босимда сувнинг музлаш нуктаси 0°C га тенглиги кўрсатилган.



Углерод диоксида учун фаза диаграммаси.

1 атм. босимда 0°C дан 100°C гача бўлган ҳароратда модда суюқ ҳолатда бўлади, лекин ҳарорат 0°C дан паст ёки 100°C дан юқори бўлса, модда қаттиқ ёки пар фазасида бўлади.

Реал газларнинг ички энергияси. Жоуль-Томпсон эффекти. Реал газларнинг ички энергияси зарраларнинг кинетик энергияси $\nu C_v T$ – ва потенциал энергияси – $\nu a/V_m$ ни ҳисобга олади: $U = \nu \left(C_v T - \frac{a}{V_m} \right)$; бу ерда C_v – ўзгармас хажмдаги моляр иссиқлик сифими.

Жоуль - Томпсон эффектининг 2 тури бор:

1. Бошланғич паст температурада ҳамма газлар кенгайганда совийдилар (мусбат Жоуль - Томпсон эффекти).

2. Бошланғич юқори температурада ҳамма газлар кенгайганда исийдилар (манфий Жоуль - Томпсон эффекти).

Бу эффектни реал газ ички энергияси нуктаи назаридан таҳлил қиламиз. Реал газлар ички энергияси молекулаларнинг кинетик ва потенциал энергиялари йиғиндисидан иборат. Агар газ ташқи иш бажармасдан кенгайса ва ташқи муҳит билан иссиқлик алмашмаса, унинг ички энергияси ўзгармай қолиш керак.

$$W = W_k + W_{\Pi} = const$$

1. Бошланғич кичик температурада молекулалар ўртасидаги ўртача масофа r тортишиш кучлари максимал бўладиган масофа r_m дан кичик бўлади. Шунинг учун газ кенгайганда улар ўртасидаги масофа ошади, тортишиш кучлари ва потенциал энергияси ҳам ошади. W_{Π} ошса W_k камайиш керак, демак T камаяди (ёки газ совийди).

2. Агар бошланғич температураси юқори бўлса $r > r_m$ бўлади, газ кенгайса r янада ошади, тортишиш кучи камаяди, демак потенциал энергия камаяди, кинетик энергия W_k ошади, бу эса T ошганини билдиради (газ исийди).

НАЗОРАТ САВОЛЛАРИ

1. Қандай шароитларда реал газ ўзининг хусусияти бўйича идеал газга яқинлашиб боради?
2. Жоуль-Томсон эффектини тушунтиринг.
3. Ван-дер-Ваальс формуласини ёзинг ва тушунтиринг.
4. Критик ҳолат нима?
5. Критик температура қандай температура?
6. Реал газнинг ички энергияси нимага тенг?

АДАБИЁТЛАР

1. Douglas C. Giancoli, Physics: Principles with Applications, Prentice Hall; 6 th edition January 17, 2014, USA
2. Султанов Н.А. “Физика курси” Т. “Фан ва технология” 2007 йил
3. Детлаф А.А., Яворский Б.М., Курс физики. Учебник -М.: “Академия”, 2007
4. Трофимова Т.И. Курс физики. Учебник. -М.: «Академия», 2007
5. google.com