

Kinetikus gázelmélet. A hőtán főtételei, halmazállapot-változások.

Kérdések válaszai.

1., Az ideális gáz modellje olyan absztrakció (elvonatkoztatás), mellyel matematikailag leírható a gázok viselkedése eléggé alacsony nyomáson és magas hőmérsékleten. Az ideális gázmodellre jellemző feltevések:

1. a részecskéket pontszerűnek tekintjük.
2. az ideális gáz molekuláinak saját térfogata elhanyagolható a gáz által betöltött térfogathoz képest.
3. a gázmolekulák spontán, rendezetlen, magától végbemenő mozgást végeznek (ez az úgy nevezett Brown-féle hőmozgás). A mozgás intenzitásának (erősségének) a jellemzésére az abszolút hőmérséklet (T) szolgál.
4. a gázmolekulák egymással és az edény falával rugalmasan ütköznek.
5. A gázmolekulák egymásra sem vonzó, sem taszító hatást nem fejtenek ki (kivétel: az ütközéseknél)

2., Brown mozgás: Gázokban, folyadékokban lebegő parányi részecskék rendszertelen mozgása. A részecskék a beléjük ütköző molekulák hatására végeznek rendszertelen hőmozgást. (A jelenséget először Robert Brown skót botanikus figyelte meg 1827-ben). A gázok részecskéi is ilyen mozgást végeznek.

diffúzió: a folyadékok és gázok spontán, külső hatás nélküli elkeveredése, mely a Brown-mozgáshoz hasonlóan, szintén a részecskék hőmozgásával értelmezhető.

3., Egy palackba, edénybe bezárt gázban lévő részecskék megpróbálják kitölteni a rendelkezésükre álló teret, így az edény falával folyamatosan (rugalmasan) ütköznek. Tehát a gázcsepp részecskék erőteljesen fejtenek ki egy adott felületre (az edény falára), és ez eredményezi a gázcsepp részecskék nyomását.

4., Az abszolút nulla fok $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$ -kal, vagyis 0 K -nel (kelvinnel) egyenlő. Ez az a hőmérsékleti érték, melyet semmilyen halmazállapotú anyag nem érhet el, és nem haladhatja túl negatív irányban. Ugyan is ezen a hőmérsékleten az összes atom és molekula mozgása megszűnik (kivétel: a rácsrezgések). A hőmérséklet csökkenésével ugyan is egyre lassabban mozognak a részecskék (egyre kisebb lesz a mozgási energiájuk). Az anyagok fahője az abszolút nulla fokhoz közeledve megváltozik, a 0 -hoz közeli értéket vesz fel.

5., Gay-Lussac I. törvénye: kimondja, hogy adott tömegű ideális gáz állandó nyomáson történő állapotváltozásakor a gáz térfogata egyenesen arányos a gáz abszolút hőmérsékletével, vagy is $V_1/T_1 = V_2/T_2$. Értelmezés: Ha állandó nyomáson, vagy is izobár körülmények között kezdem el melegíteni a gázt, akkor a melegítés hatására megnő a gázcsepp részecskék mozgási energiája, ezáltal gyorsabban fognak mozogni. Egyre nagyobb térrészt töltöttek ki, de mivel nem fejthetnek ki egyre nagyobb nyomást az adott térfogatukon (mivel így nőne a nyomásuk, és akkor már nem izobár változás lenne), így növekszik a térfogatuk is. Tehát a gáz hőmérsékletváltozása és a gáz térfogatváltozása egyenesen arányosak állandó nyomáson.

Gay-Lussac II. törvénye: kimondja, hogy állandó térfogaton történő állapotváltozások során az adott tömegű ideális gáz nyomása egyenesen arányos a gáz abszolút hőmérsékletével, vagy is $p_1/T_1 = p_2/T_2$.

Értelmezés: Ha állandó térfogaton kezdem el melegíteni a gázt, akkor a részecskék mozgási energiája megnő, így egyre gyorsabban kezdenek el mozogni, és többször, nagyobb lendülettel fognak ütközni az edény falával (amibe bezártuk), és így egyre nagyobb nyomást fejt ki az edény falára a gáz. Tehát a gáz hőmérsékletváltozása és a gáz nyomásváltozása egyenesen arányosak állandó térfogaton.

Boyle-Mariotte törvény: kimondja, hogy állandó hőmérsékleten az adott tömegű ideális gáz nyomása és térfogata között fordított arányosság van, szorzatuk állandó, vagy is $p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$. Értelmezése: Ha állandó hőmérsékleten lassan összenyomom a gázt, akkor a gáz térfogata csökken. A gázz részecskék mozgási energiája nem változik (mivel nem változott a hőmérsékletük), így ezáltal a kisebb térfogaton ugyanakkora mozgási energiával egyre többször fognak ütközni az edény falával, így nagyobb nyomást fejtenek ki arra. Tehát minél jobban csökkentem állandó hőmérsékleten a gáz térfogatát, annál nagyobb lesz a gáz által az edény falára kifejtett nyomás. Tehát fordítottan arányosak.

6., A gáz belső energiája a gázt alkotó részecskék teljes mozgási és helyzeti energiája. Az ideális gázmodell esetében az ideális gáz belső energiáját a részecskék rendezetlen mozgásából származó mozgási energiák összege adja meg, mivel a részecskék intermolekuláris vonzásából származó helyzeti energiát elhanyagolhatjuk. Meghatározott mennyiségű ideális gáz belső energiája a szabadsági fokszámtól, valamint egy állapotváltozótól, a hőmérséklettől függ.

7., A belső energiát megváltoztató kölcsönhatások:

-Termikus kölcsönhatás: pl.: A bezárt gázt elkezdem melegíteni, ezáltal a gáz felmelegszik, tehát nő a belső energiája.

-Mechanikus kölcsönhatással: pl.: A hőszigetelt edénybe bezárt gázt összenyomom (tehát munkát végzek rajta), és ha a rajta végzett munkából származó energiát nem tudja leadni (mert, pl. hőszigetelt az edény), ezért az energia a gáz belső energiáját fogja megnövelni.

8., A gáz belső energiájának a megváltozása (ΔE_b) egyenlő a gázzal közölt hőmennyiség (Q) és a gázon végzett mechanikai munka (W) előjeles összegével, vagyis $\Delta E_b = Q + W$.

9., Izoterm állapotváltozás esetén: állandó hőmérsékleten történő állapotváltozás során a gáz belső energiája nem változhat (vagyis $\Delta E_b = 0$), tehát ha a gázzal hőt közlök, akkor a közölt hőmennyiség teljes mértékben a gáz által végzett munkát fogja fedezni, $\Delta E_b = Q + W = 0$.

Izobár állapotváltozás esetén: ha állandó nyomáson hőt közlök a gázzal, akkor a gázzal közölt hő a gáz belső energiáját megfogja növelni, és mivel nem változhat a gáz nyomása, ezért a gáz munkát fog végezni a környezetén (W előjele negatív). A belső energia kiszámítása: $\Delta E_b = Q - p \cdot \Delta V$.

Izochor állapotváltozás esetén: ha állandó térfogaton hőt közlök a gázzal, akkor a gázzal közölt hő – mivel a térfogata nem változhat, tehát nem végezhet munkát – teljes mértékben a gáz belső energiáját fogja megnövelni. Tehát $\Delta E_b = Q$.

Adiabatikus állapotváltozás esetén: az adiabatikus állapotváltozás azt jelenti, hogy nincsen hőcsere a gáz és a környezete között (pl.: hőszigetelt falú edényben összenyomom a gázt). Ebben az esetben a gázon végzett munka, mivel a munkából származó energiát nem adhatja le hő formájában, ezért teljes mértékben a gáz belső energiáját fogja megnövelni. Tehát: $\Delta E_b = W$.

10., Fajlagos hőkapacitás (fajhő): megmutatja, hogy egy bizonyos anyag egységnyi tömegének egységnyi hőmérséklet változása mekkora hőfelvétellel (vagy hőleadással) jár. Jele: c .
Mértékegysége: $J/kg \cdot K$. Gázok esetében azért beszélünk több fajhőről is, mert a gázok belső energiájának megváltozása, és így a gázok hőmérsékletváltozása is különböző lehet azonos Q hőcsere esetén is. Tehát a gázok fajhője nem csak a gáz anyagi minőségétől, hanem a hőközlés módjától is függ. Állandó nyomáson történő hőcserénél a c_p fajhőt, míg állandó térfogaton történő hőcsere esetén a c_v fajhőt használjuk. Állandó nyomáson a közölt hő egy része növeli a belső energiát, fennmaradó része a tágulási munkára fordítódik, míg izochor állapotváltozásnál nincs munkavégzés, így a hőközlés teljes egészében az anyag belső energiáját növeli, tehát $c_p > c_v$.

11., Clausius-féle megfogalmazás: Hidegebb test nem adhat át hőt önként egy melegebb testnek.

Max Planck-féle megfogalmazás: Nincs olyan periodikusan működő hőerőgép, amely hőt von el egy hőtartálytól, és azt teljes egészében mechanikai munkává alakítja (nincs 100%-os hatásfokú hőerőgép).

12., A belsőégésű motorok olyan hőerőgépek amelyek az alkalmazott hajtóanyag kémiai energiáját alakítják át hőenergiává, majd azt szerkezeti elemeik segítségével mechanikai munkává alakítják.

A munkafolyamat részei:

1. a friss közeg beáramlása a munkatérbe (szívás)
2. sűrítés (kompresszió)
3. égés, terjeszkedés
4. a közeg kiáramlása a munkatérből (kipufogás, kitolás)

A termikus motorok hatásfoka azt jelenti, hogy a motor által a hajtóanyagból előállított energiából mennyi fordítódik mechanikai munkává.

13., Párolgás: szabad felszínen, bármilyen hőmérsékleten végbemenő folyamat, melynek során a folyadék felszínéről részecskék távoznak. A párolgást befolyásoló tényezők:

1. a szabadfelszín nagysága
2. a hőmérséklet
3. a légtérben lévő gőzök nyomása

14., A tiszta víz forráspontja normál nyomáson ($101325 Pa$) $100^\circ C$, tehát ezen a hőmérsékleten kezd el a víz forrni. A forráspontot befolyásoló tényezők:

1. a folyadék anyagi minősége
2. a folyadék felszíne fölötti levegő és gőz keverékének nyomása. Ha a külső nyomás a normál nyomás fölé növekszik, akkor a forráspont megnő (kuktafazék), ha a külső nyomás csökken, akkor a forráspont is csökken.

Forráshő: megadja, hogy mennyi hőt kell közölni a forrásban lévő $1 kg$ tömegű folyadékkal, hogy ugyanakkora hőmérsékletű gőz keletkezzen belőle. Jele: L_f . Mértékegysége: J/Kg .

A hőtan I. főtételének az érvényesülése: ha a folyadékkal hőt közlök, akkor annak belső energiája állandó hőmérsékleten megnő. A megnövekedett belső energia hatására a folyadék részecskéi közötti kötések felszakadnak, és így a felszakadt részecskék a folyadék belsejéből is eltávoznak.

15., A tiszta jég olvadáspontja normál nyomáson (101325Pa) 0 °C, tehát ezen a hőmérsékleten a jég vízzé olvad el. Az olvadáspontot befolyásoló tényezők:

1. anyagi minőség
2. külső nyomás. Ha a nyomás a normál nyomás fölé emelkedik, akkor az olvadáspont lecsökken (korcsolya), ellenkező esetben, ha a nyomás csökken, akkor az olvadáspont nő (magas hegyekben a sípályákon magasabb hőmérsékleten olvad el)

Olvadáshő: megmutatja, hogy az 1 kg tömegű anyag olvadásponton történő megolvadásakor mekkora a hőcsere az anyag és a környezete között. Jele: L_o . Mértékegysége: J/kg.

A hőtan I. főtételének az érvényesülése: ha hőt közlök a jéggel, akkor annak belső energiája megnő. Ennek az energiának a hatására a rendezett kristályrácsok felbomlanak, a szilárd halmazállapot megszűnik, a jég megolvad. A munkavégzés elhanyagolható.