

## 1. feladat

A valóságban létező ún. reális gázokra az ideális gáztörvény sajnos helyesbítésre szorul. Nem ismerünk gázokra olyan általános állapotegyenletet, amellyel kiszámítva egy állapotjelző értékét minden gázra megfelelő pontossággal megegyezne a kísérleti adattal. Mindenkinék ismerősen csenghet Johannes D. van der Waals neve, aki 1873-ban elsőként vette figyelembe, hogy a reális gáz részecskéi vonzásából eredően a nyomás  $a/V^2$ -tel nagyobb, mint ha a gáz tökéletes volna; illetve a gázcsepp mozgásához rendelkezésre álló térfogat kisebb a részecskék  $b$  saját térfogatával. Az így korrigált egyenlet:

$$\left(p + \frac{n^2 a}{V^2}\right) \cdot (V - nb) = nRT$$

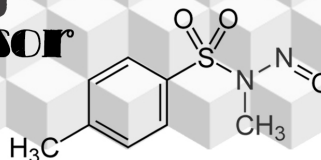
Az  $a$  és a  $b$  anyagi minőségtől függő állandót van der Waals-állandóknak nevezik. A szén-dioxid esetében ezek a következő értékeket veszik fel:

$$a(\text{CO}_2) = 364 \text{ kPa} \cdot \text{dm}^6 / \text{mol}^2; \quad b(\text{CO}_2) = 0,0427 \text{ dm}^3 / \text{mol}$$

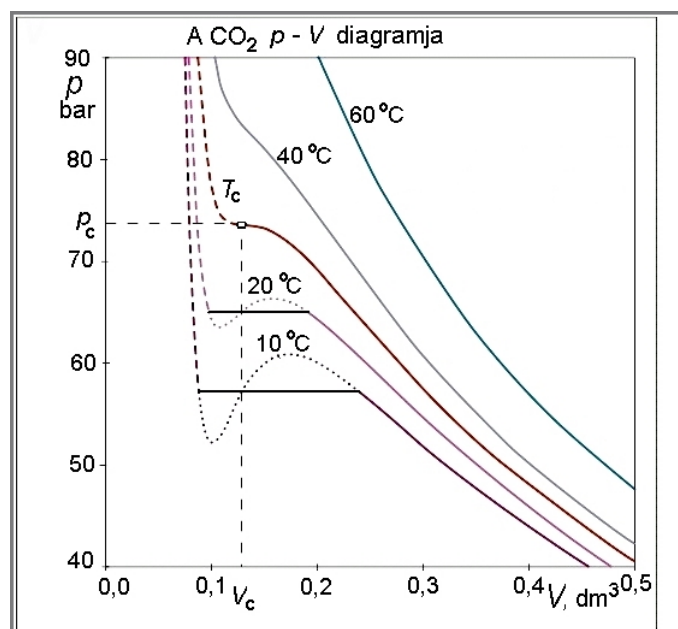
- Mekkora lesz ez alapján 40 °C-on 2,00 mol  $\text{CO}_2$  gáz nyomása egy 1,00  $\text{m}^3$ -es tartályban?
- Mit kapnánk, ha ideális gázként tekintenénk rá?
- Számoljátok ki az így elkövetett hibát!

Egy ugyanilyen térfogatú, de üres tartályba 0,0468 mol/s sebességgel áramoltattunk be  $\text{CO}_2$  gázt. A tartályt a gyártáskor úgy tervezték, hogy akkora nyomást (és hőmérsékletet) még biztosan elbírjon, ami akkor áll fenn, amikor a  $\text{CO}_2$  molekulák térfogata a rendelkezésre álló teret 6,00 %-ban tölti be. (Tekintsünk most el a lehetséges kondenzációtól!)

- Mennyi időt tölthetünk biztonságban emellett a tartály mellett az áramoltatás megkezdésétől számítva?
- Hány darab  $\text{CO}_2$  molekula lesz ekkor a tartályban?
- A gáz áramoltatása közben fél órával a kezdés után a tartály belső hőmérsékletét mérő hőmérő 29,1 °C-ot mutatott. Mekkora volt ekkor a tartályban uralkodó nyomás?
- Ha a reális gázok állapotegyenletét 0-ra rendezzük  $V$ -re harmadfokú lesz. Adjátok meg a  $V^3 + kV^2 + lV + m = 0$  formájú egyenletben az  $k$ ,  $l$  és  $m$  paraméterek értékét!



Izotermákkal (azonos hőmérsékleten mért térfogat-nyomás koordinátaértékek által kirajzolt görbe) jól bemutatható ez a harmadfokú jelleg:



- h) Mi az oka egyes izotermáknál, hogy a halványan pontozott görbe helyett valójában vízszintes vonal lesz?

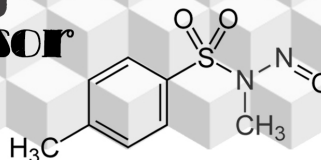
## 2. feladat

Az 1:1-es sósavoldat úgy készül, hogy 37  $m/m\%$ -os sósavat (másnéven tömény sósav, sűrűsége  $1,180 \text{ g/cm}^3$ ) 1:1 (térfogat)arányban kevernek össze  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ -os desztillált vízzel. Lemérve az így készült 1:1-es sósav  $100,0 \text{ ml}$ -ének tömegét  $108,2 \text{ g}$ -ot kapunk. Hány tömegszázalékos az 1:1-es sósav és mennyi a koncentrációja  $\text{mol/dm}^3$ -ben kifejezve?

## 3. feladat

A kalcium-ciánamid ( $\text{CaCN}_2$ ) túlhevített vízgőzzel kalcium-karbonát és ammónia keletkezése közben reagál.  $3,860 \text{ g}$  kalcium-ciánamidot (a tisztaságát nem ismerjük, de tudjuk, hogy kalcium-karbonát és kalcium-oxid szennyezi) reagáltatunk vízgőzzel. A fejlődő ammóniát vízben elnyeletjük, majd a kapott oldatot  $100 \text{ cm}^3$ -re hígítjuk.  $10,25 \text{ cm}^3$ -es részleteit  $0,750 \text{ mol/dm}^3$ -es  $\text{HCl}$  oldattal titrálva az átlagfogyás  $11,21 \text{ cm}^3$ . A visszamaradó szilárd anyagot sósavval elreagáltatjuk, és  $1,046 \text{ dm}^3$  standard állapotú szén-dioxid fejlődik.

- Írjátok fel a feladatban szereplő reakciók egyenleteit!
- Adjátok meg a szennyezett kalcium-ciánamid  $m/m\%$ -os összetételét! Milyen tisztaságú volt a kalcium-ciánamid?
- Mennyi  $0,750 \text{ mol/dm}^3$ -es sósavra van szükség a vízgőzzel való reakció után visszamaradó szilárd keverék közömbösítéséhez?



#### 4. feladat

Albrechtnek nemrég volt a születésnapja, a bácsikájától kapott némi mínium-ásványt. A mínium egy ólom-oxid ásvány, amely 90,67  $m/m\%$  ólmot és 9,33  $m/m\%$  oxigént tartalmaz. Ám a bácsikája tudta, hogy Albrechtnek a vérében van a kémia és a kísérletezgetés, ezért inkább kettő darabot vett neki, hogy legalább az egyik megmaradjon hosszabb távon is. Ahogy számítani lehetett rá, Albrecht az egyik ásványt, amelynek tömege 20,18 g volt, már az első héten feláldozta a tudomány oltárán. Sztöchiometriai mennyiségű híg salétromsavban feloldotta, így ólom-dioxidot és ólom-nitrát vizes oldatát kapta. Az oldatból kiszűrte az ólom-dioxid „csapadékot” és tovább kísérletezgetett.

- Határozzátok meg a mínium képletét!
- Írjátok fel a salétromsavas oldáskor lejátszódó reakció egyenletét!

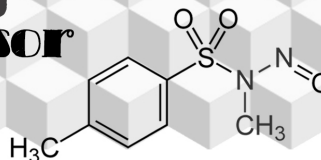
Albrechtnek ólom-dioxidból sikerült a teljes mennyiséget kinyernie, ezt két részre osztotta. Az egyik részét hevítette, ám a hevítést nem végezte elég ideig, így ólom-dioxid és ólom-oxid keverékét kapta. Ezért úgy döntött, titrálással állapítja meg a keverék összetételét.

Ehhez 35,0 ml, pontosan 0,100 mol/dm<sup>3</sup> koncentrációjú oxálsav-oldatot adott a hevítés után maradt 4,65 grammnyi keverékhez, majd kénsavas savanyítás és melegítés mellett lezajlott a reakció, mely során az ólom(IV) Pb<sup>2+</sup>-ná redukálódott, az oxálsav pedig CO<sub>2</sub>-dá oxidálódott víz keletkezése mellett. A megmaradt oxálsavat 0,02 mol/dm<sup>3</sup> névleges koncentrációjú, 1,005 faktorú kálium-permanganát mérőoldattal titrálta vissza savas közegben, a mérőoldatból 8,50 ml fogyott (ekkor a permanganát-ionokból Mn<sup>2+</sup>, az oxálsavból pedig ismét CO<sub>2</sub> keletkezik).

- Határozzátok meg az oxidkeverék tömegszázalékos összetételét!
- Hány gramm ólom-dioxidot hevített, ha a szóban forgó keverékét kapta?

A kiindulási ólom-dioxid másik részét nitrogén-dioxiddal reagáltatta. A nitrogén-dioxiddal történő reakció eredményeként ólom-nitrátot és ólom-oxidot kapott és emellett gáz is fejlődött, amely a parázsló gyújtópálcát lánggra lobbantotta. Albrecht a keletkező ólom-nitrátot vízzel kioldotta az ólom-dioxid mellől. Szárítás után tömegméréssel megállapította, hogy a két ólomvegyület 1:1 anyagmennyiség arányban keletkezett a nitrogén-dioxiddal történt reakció során.

- Hány cm<sup>3</sup> standard állapotú gáz fejlődött a reakció során?



## 5. feladat

A propán termikus disszociációja során propén és hidrogén keletkezik. 1,00 atm össznyomáson, 800 K-en az egyensúlyi gázelegy klórgázra vonatkoztatott relatív sűrűsége 0,4838.

- a) Mekkora ezen körülmények között a disszociációfok és a (koncentrációkkal kifejezett) disszociációs állandó?

A propén klórral addíciós reakcióba lép, ekkor **A** keletkezik. Azonban magasabb hőmérsékleten szubsztitúciós reakció is végbemegy, ekkor a metil-csoport egyik hidrogénje cserélődik klórra miközben **B** keletkezik. **B**-ből kiindulva gyártják az epiklórhidrint (**C**), mely a műanyagipar egyik fontos alapanyaga. Ehhez először hipoklórossavat addíciónálnak **B**-re, majd lúggal kezelve kapják **C**-t, az epiklórhidrint, melyben egy háromtagú, oxigént is tartalmazó gyűrű található. A propént oxidálva akrolein keletkezik (**D**), mely a legkisebb szén-szén kettős kötést is tartalmazó aldehid. Tovább oxidálódva egy sav keletkezik (**E**), mely szintén fontos műanyagipari alapanyag. Propénre vizet addíciónálva **F** keletkezik, melyet oxidálva **G**-t kaphatjuk meg, ami egy fontos szerves oldószer.

- b) Rajzoljátok fel **A-G** vegyületek szerkezeti képletét, és nevezzétek el őket!

## 6. feladat

A szupramolekuláris kémia az új és látványos "gazda" molekulák tömegét produkálja, amelyek asszociációs típusú komplexeket tudnak képezni a legkülönbözőbb "vendég"-ekkel, amelyek lehetnek ionok, gyökök vagy molekulák. Ezeket a zárványkomplexeket nevezik adduktoknak, kriptandoknak, zárványvegyületeknek. A képzett szupramolekulákat számos területen, például a következő cikk által tárgyalt gyógyszerkémia területen is felhasználják.

A cikk a Magyar Kémikusok Lapja című folyóirat 71. évfolyam 5. számában jelent meg 2016-ban.

Olvassátok el alaposan a cikket, és próbáljátok meg értelmezni az olvasottakat, ábrákat. A szervezők a megadott időpontban a kísérleti résszel együtt hallgatnak meg Titeket!

A feladatok során 4 értékes jeggyel számoljatok! A szükséges adatok a függvénytáblázatban megtalálhatóak! Mindegyik feladat részletesen indokolt megoldása 8 pontot ér. A feladatok megoldásához függvénytáblázat, számológép és íróeszközök használhatóak. Sikeres versenyzést kívánunk!