



XIX. Dürer Verseny

K

kategória

Döntő (2026. február 6-8.)

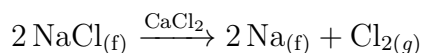
Kifejtős megoldókulcs

1. feladat

A hatalom gyűrűinek készítésekor Celebrimbornak és a többi tünde kovácsnak olyan fémeket is használniuk kellett, amit nem jellemző a kovácsolás ősi mesteriségében. Többek között alkálifémeket is, ezek ruházzák fel igazi varázserővel az ékszereket.

a) Miért nem készítenek használati tárgyakat, ékszereket elemi alkálifémekből?

A hatékony termelés érdekében a fémek előállításához az iparban megszokott módszereket használták. Így tiszta nátrium kinyeréséhez *Moria sóbányáiból* hozott nátrium-klorid olvadékának elektrolízisét végezték el (megkérték Sarumant, hogy szórjon folyamatosan villámokat az olvadékba). Az olvadék olvadáspontjának csökkentése végett kalcium-kloridot is hozzáadtak a konyhasóhoz. A reakció az alábbi egyenlet szerint játszódik le:



b) A kalcium milyen tulajdonsága miatt, és miért nem kellett tartaniuk a kovácsoknak attól, hogy a katódon nátrium helyett esetleg elemi kalcium váljék le?

A fém káliumot egy eltérő módszerrel állították elő, a már tisztán előállított nátrium felhasználásával a következő egyensúlyi reakció alapján: $\text{KCl}_{(f)} + \text{Na}_{(f)} \rightleftharpoons \text{K}_{(g)} + \text{NaCl}_{(f)}$

c) A fenti egyensúly szobahőmérsékleten balra tolódna el. Miért?

d) Miért használható mégis a reakció magasabb hőmérsékleten tiszta kálium előállítására méghozzá úgy, hogy az összes nátrium elreagáljon?

e) Saruman szüntelenül, 12 órán keresztül 1 amperes áramerősségű villámokkal szórta a nátrium-klorid olvadékot, a keletkezett nátriumot maradéktalanul káliummá reagáltatta.

f) Hány gyűrűt tudnak a kovácsok elkészíteni az így keletkező káliumból, ha egy gyűrűhöz pontosan 2 grammra van szükségük?

$\text{Ar}(\text{Na}) = 23,00$, $\text{Ar}(\text{Cl}) = 35,45$, $\text{Ar}(\text{K}) = 39,10$



K

kategória

1. feladat megoldása

- Az alkálifémek reaktivitása miatt. Már a levegő páratartalmával is hevesen reagálnak. A nagy reakciókészségük miatt nem lehet megtalálni tisztán a környezetben, így költséges az előállításuk. Illetve kis keménységük sem ideális ezen használatitárgyak elkészítéséhez.
- A kisebb redukálhatóság miatt nem kellett attól aggódni, hogy egyáltalán leválik Ca a katódon. Az $\varepsilon^0(\text{Na}^+/\text{Na})$ nagyobb, mint $\varepsilon^0(\text{Ca}^{2+}/\text{Ca})$, tehát a nátriumnak kisebb a redukálóképessége, de könnyebben redukálódik. A katódon mindig a legnagyobb "redukálhatóságú" anyag válik le. (Ugyanúgy, ahogy vizes oldatban a Na nem válik le.)
- A $\varepsilon^0(\text{Na}^+/\text{Na})$ nagyobb, mint $\varepsilon^0(\text{K}^+/\text{K})$, így nem a nátriumnak kéne redukálnia a káliumot, hanem pont fordítva.
- A reakció hőmérsékletén a kálium elpárolog, mivel olyan kicsi a forráspontja, így a Le-Chatelier-Braun elv miatt a keletkező K folyamatosan eltávolítható a rendszerből, és így jobbra tolódhat az egyensúly.

e)
$$n_{\text{elektron}} = \frac{I \cdot t}{F} = n_{\text{Na}} = n_{\text{K}}$$

$m = 17,5 \text{ g}$ ez 8 gyűrű elkészítéséhez elegendő. (9-hez nem elég)



K
kategória

2. feladat

Ősbérc bölcs és hatalmas királya kihirdette, hogy annak a bátor és okos jelentkezőnek adja egyetlen leánya, *Mirava hercegisasszony* kezét, aki kiállja a tudás próbáját. A feladatok nem erőt, hanem tudást kívántak, hisz Mirava szívét csak az nyerheti el, aki kitalálja kedvenc vegyülete, egy különleges aminosav képletét. A hercegisasszony szűkszavúan csak ennyit árult el: „*E szeretett molekulám 65,4545 tömegszázaléka szénből, 6,667 százaléka hidrogénből áll. A többi nitrogén és oxigén teszi ki, mégpedig 1:2,290 arányban.*”

- Mi az aminosav moláris tömege és összegképlete? Számítással igazoljátok a válaszotokat!
- Mely vegyületcsalád tagjai épülnek fel aminosavakból? Milyen kémcsőkísérletekkel tudjuk kimutatni ezt a vegyületcsaládot? Írjátok le a kísérletek menetét és a tapasztalatot.
- Milyen tipikus funkció csoportokat tartalmaznak az aminosavak és mi jellemző a szerkezetükre?

$\text{Ar}(\text{H}) = 1,008$, $\text{Ar}(\text{C}) = 12,01$, $\text{Ar}(\text{N}) = 14,01$, $\text{Ar}(\text{O}) = 16,00$



K
kategória

2. feladat megoldása

- a) Az aminosav tömegének 65,4545%-a szén, 6,667%-a hidrogén és a maradék 27,8788%-a heteroatomok, N és O 1:2,286 tömegarányban.

Legyen x a N atom $m/m\%$ -a az aminosavban, 2,286x pedig az O atom $m/m\%$ -a az aminosavban.

A tömegarányok és az aminosavat alkotó heteroatomok tömegszázalékának ismeretében felírhatjuk a következő egyenletet: $27,8788 = 1x + 2,286x$, amiből megkapjuk, hogy $x = 8,4841$ és $2,286x = 19,395$

A tömegarányok $m_C : m_H : m_N : m_O = 65,4545:6,667:8,4841:19,395$

Ezeket az arányokat a moláris tömeg ismeretében átszámíthatjuk anyagmennyiségbe és megkapjuk, hogy:

$$n_C : n_H : n_N : n_O = 5,4545:6,667:0,606:1,212$$

A legkisebb anyagmennyiséggel leosztva a következő arányokat kapjuk: $n_C : n_H : n_N : n_O = 9:11:1:2$, tehát az aminosav összegképlete: $C_9H_{11}NO_2$, a moláris tömege pedig $M = 165 \text{ g/mol}$

- b) A fehérjék és peptidek építőkövei az aminosavak. Kimutathatóak Biuret-próbával, illetve az aromás aminosavak Xantoprotein-próbával.
- c) Aminocsoport és karboxilcsoport, ikerionos szerkezet jellemző rájuk.



K
kategória

3. feladat

A törpök és tündék találkozásánál a törpök a tündéktől kapott nemesített lilakáposztából salátát készítettek. Ehhez 2 dl (a feladatban tiszta víznek tekinthető) semleges salátaalapot készítettek, amit $17,85 \text{ g}/100 \text{ cm}^3$ vegyesszázalék koncentrációjú ecettel savanyítottak meg annyira, hogy a pH-ja 2,5 legyen.

- a) Mennyi ecetoldatot kellett felhasználniuk? Az ecetsav savállandója $K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$

Az öntetet állni hagyták a konyhában, azonban egy sajnálatos baleset miatt (amit nem lehetett a véletlenül arra járó ifjú hobbitokra bizonyítani) fél csomag (24 g) szóda bikarbóna ömlött az öntetbe.

- b) Váltott-e színt a tündék által nemesített lilakáposzta? Milyen színű lehetett? Írjátok fel a baleset során végbement reakció és a kémhatás kialakulásáért felelős folyamat egyenleteit!

A feladathoz a következő táblázatot is használták:

Indikátor	pH											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Piros alma	n											

Ahol v: vörös, b: bíborszínű, r: rózsaszín, k: kék, b: barna, s: sárga, sz: színtelen, n: narancssárga, z: zöld, é: élénk, gy: gyenge

$\text{Ar}(\text{H}) = 1,00$, $\text{Ar}(\text{C}) = 12,01$, $\text{Ar}(\text{O}) = 16,00$



K
kategória

3. feladat megoldása

a) $K_s = 1,8 \cdot 10^{-5}$ és $V_{\text{víz}} = 0,2 \text{ dm}^3$

$\text{pH} = 2,5$, tehát a hidrogén-ion koncentráció: $[\text{H}^+] = 10^{-2,5} \text{ mol/dm}^3$

Ecetsav: V $0,1 \text{ dm}^3$ -ébenben van $17,85 \text{ g CH}_3\text{COOH}$

$M_{\text{ecetsav}} = 60 \text{ g/mol}$, tehát az anyagmennyisége $n = 0,2975 \text{ mol}$

$c_k = n_{\text{ecetsav}}/V_{\text{víz}} = 2,975 \text{ mol/dm}^3$

Vegyünk $V \text{ dm}^3$ ecetsavat, ekkor:

$V_{\text{össz}} = (0,2 + V) \text{ dm}^3$

$n_{\text{ecetsav}} = 2,975 \cdot V \text{ mol}$

Az ecetsav kiindulási koncentrációja $c_k = \frac{2,975 \cdot V}{(0,2 + V)} \text{ mol/dm}^3$

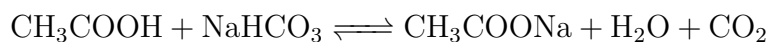
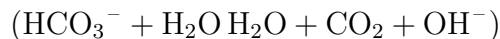
Az ecetsav egyensúlyi koncentrációja: $c_{\text{e.s.}} = \frac{2,975 \cdot V}{(0,2 + V) - 10^{-2,5}} \text{ mol/dm}^3$

A savállandóba behelyettesíthetünk:

$$K_s = 1,8 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]} = \frac{(10^{-2,5})^2}{\frac{(2,975 \cdot V)}{(0,2 + V) - 10^{-2,5}}}$$

$V_{\text{ecetsav}} = 0,04625 \text{ dm}^3$

b) $0,2857 \text{ mol NaHCO}_3$; $0,1376 \text{ mol CH}_3\text{COOH}$



Az összes ecetsav elreagál, marad még szódabikarbóna az oldatban, ami így lúgos kémhatású lesz, tehát az oldat színe vörösből kék lesz.



XIX. Dürer Verseny

K

kategória

Döntő (2026. február 6-8.)

Kifejtős megoldókulcs

4. feladat

Holdverem falvának híres mágusa *Edramir*, a könyveit bújva rájött, hogy germánium fém segítségével nagyon erős varázslatokat hajthat végre. El is döntötte, hogy varázspálcájának ékesítésére **germánium** bevonatot készít. Ehhez előkereste a mágusképzőben írt jegyzeteit a germánium előállításáról:

A Germánium Esszenciájának Kinyerése: Mesteri Eljárás az Égi Fém Megidézésére Jegyezd meg, ifjú alkimista, hogy eme eljárás veszélyes és csudás tudomány, csak avatott kezekbe való! Az érc, mit szerezned kell, világos színű és tompán csillog, cink-szulfidban bővelkedik és rejtve hordozza magában a titkokzatos germánium-oxidot.

1. Első lépésként vedd e ritka ércet, s tedd bele **erős kénsavas** főzetbe. Hagyd, hogy az érc szellemei feloldódjanak – ekkor az oldat opálössá válik, s márványosan örvénylik.
2. Midőn ez megtörtént, kezdj hozzá a tisztításhoz: csepegtesd hozzá a **nátrium lúgjának** cseppjeit lassan, türelemmel, így egy csapadék keletkezik.
3. A megszületett csapadékon fúvass át **klór-léget** (a bűzös, zöld szellemet palackban kell őrizned!). A szilárd anyag feloldódik, s egy áttetsző, ám erősen mérgező folyadék keletkezik – ez a **germánium-klorid (GeCl_4)**, maga a titkos esszencia. Ifjú vegyész, ezen folyamatban szabadulhatsz meg az érc Zn tartalmától, mert ez ZnCl_2 formájában kiválik!
4. Ne habozz, de cselekedj bölcsen: adj e folyadékhoz bőséggel **tiszta vizet**. Heves reakció támad, s az esszencia felforr, miközben sav képződik. A folyadékban immár csapadék képződik újra.
5. Hogy e lelket testté formáld, tedd a csapadékot egy tüzes kemencébe, s bocsáss rá redukáló gázt. A tűz és a lélek táncából megszületik a tiszta germánium fém, ragyogó és különleges, akár a Hold könnye.

Légy figyelmes ifjú tanonc, mert csak az ötödik lépésben történik oxidációs-szám változás!

A receptet követve a mágus szerzett germánium-oxid tartalmú cink-szulfidot és neki is látott a feldolgozásának.

- a) Írd fel az 1., 2., 4. és 5. reakciók egyenletét a germánium-vegyületeire vonatkoztatva! Mi lehetett a redukáló gáz, amely magas hőmérsékleten elvonja az oxigént a germánium-oxidból?
- b) A mágusnak hány kg ércet kell szereznie, ha 150 g germánium előállításával biztosan be tudja vonni a varázspálcáját? Az termelés 76%-os és a kiindulási érc 15 m/m%-ban tartalmaz germánium-oxidot.
- c) A „nátrium-lúgjából” minimum hány cm^3 -t készítsen elő a mágus, ha az oldat

$c = 1,76 \text{ mol/dm}^3$ -es? (Tételezzük fel, hogy eddig a lépésig nem történik veszteség!)

$\text{Ar}(\text{H}) = 1,00$, $\text{Ar}(\text{O}) = 16,00$, $\text{Ar}(\text{S}) = 32,06$, $\text{Ar}(\text{Zn}) = 65,38$, $\text{Ar}(\text{Ge}) = 72,63$



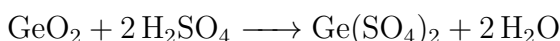
K
kategória

4. feladat megoldása

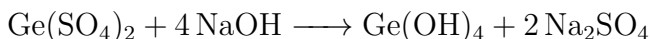
- a) GeCl_4 -ben Ge oxidációs száma +4, és csak az 5. reakcióegyenletben változik ez az oxidációs szám, tehát a többi egyenletben is +4-es oxidációs számmal kell szerepelnie.

Ez alapján a kiindulási érc ZnS -ből és GeO_2 -ből áll, de csak a germánium-oxiddal végbe-menő folyamatokat kell felírni, az alábbiak szerint:

1. reakcióban a kénsavval reagáltatjuk a germánium-oxidot

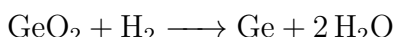


2. nátrium-hidroxiddal reagáltatjuk a keletkező germánium-szulfidot



4. $\text{GeCl}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{GeO}_2 + 4 \text{HCl}$

5. A redukáló tulajdonságú gáz a H_2 , így az egyenlet, amelyből megkapjuk a germániumot:



- b) Vegyünk 100 g ércet, ez 15 $m/m\%$ -ban tartalmaz germánium-oxidot, azaz 15 g-ot tartalmaz ebből. A moláris tömeg ismeretében kiszámítható a germánium-oxid anyagmennyisége: $n = \frac{15 \text{ g}}{104,63 \text{ g/mol}} = 0,1434 \text{ mol}$

A reakcióegyenletek sztöchiometriai együtthatóiból látható, hogy 1 mol GeO_2 -ből 1 mol Ge keletkezik, tehát 0,1434 mol-ból kiindulva 0,1434 mol Ge keletkezik, ez az elméleti maximum.

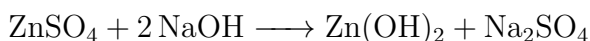
A moláris tömeg és az anyagmennyiség ismeretében kiszámítható a 100 g ércből kinyerhető elméleti maximum Ge tömege, ami 10,42 g.

A kitermelés 76% volt, így az elméleti maximumnak a 76%-a keletkezett csak, ami 7,92 g.

A mágusnak 150 g tiszta germániumra volt szüksége. Aránypárral kiszámítható, hogy 100 g ércből 7,92 g Ge nyerhető, akkor 150 g Ge 1893,94 g, azaz 1,89 kg ércből állítható elő.

- c) $c = 1,76 \text{ mol/dm}^3$

Ekkor még a reakcióelegyben van a ZnS -ből képződött ZnSO_4 is, ami a nátrium-hidroxiddal szintén reakcióba lép:



150 g germánium a moláris tömeg ismeretében 2,065 mol.

2,065 mol 76% termeléssel keletkezik. 100%-os termelés esetén 2,7171 mol germánium-oxidból indultunk ki ($m = 284,30 \text{ g}$), mert nem történt más veszteség. Ez a kiindulási érc 15 $m/m\%$ - a és emellett pedig 1611,07 g ZnS -t tartalmazott, ami 16,53 mol.



K
kategória

A reakcióegyenlet alapján a germánium-szulfát 1:4 arányban reagál a nátrium-hidroxiddal, így $2,7171 \cdot 4 \text{ mol} = 10,87 \text{ mol NaOH}$.

A reakcióegyenlet alapján a cink-szulfát 1:4 arányban reagál a nátrium hidroxiddal, így $16,53 \cdot 2 \text{ mol} = 33,06 \text{ mol}$ további NaOH szükséges

Összesen $n = 43,93 \text{ mol}$

$c = n/V$ alapján $V = 24,958 \text{ dm}^3$, ami 24958 cm^3 lúgoldat, ennyi minimum szükséges.



K
kategória

5. feladat

Amikor Zsákos Frodó Orodruin vulkánjában állt a lávatenger felett, nem csak azért nehezedett rá nagy nyomás, mert nagy küldetését, amiért egészen addig küzdött sokadmagával összefogva, végre befejezhette (volna) az Egy Gyűrű tűzbe hajításával, hanem azért is, mert embertelen körülmények uralkodhattak a vulkánban, többek között sok száz °C-os hőmérséklet, több száz MPa(megapascal)-os nyomás, ezenkívül pedig forró, kéndioxid- és kénhidrogén-, valamint hidrogén-klorid-tartalmú levegő, és rendkívül alacsony oxigén koncentráció. De ezt persze egy félszerzet (hobbit) simán kibírja.

- Standard állapotban a földi légkörben milyen légnyomás és milyen hőmérséklet uralkodik, illetve mi a levegőben az oxigén átlagos koncentrációja tömegszázalékban megadva (a levegő átlagos moláris tömegét tekintjük 29,0 g/molnak)?
- Milyen fémből lehetett a gyűrű, hogyha ilyen magas hőmérsékleten nem olvadt meg a vulkáni levegőn? Soroljatok fel három példát olyan fémre, ami 800°C-on szilárd halmazállapotú!
- Feltéve, hogy a kráter légtere 3000 m³, a hőmérséklete 800°C, a nyomás pedig 600 MPa, összesen hány mól gáz van a légterben?
- Ha a vulkán levegője 75,0% vízgőzt, 14,0% szén-dioxidot, 10,0% kén-dioxidot és 1,00% kénhidrogént tartalmaz, akkor összesen mekkora az egyes gázok anyagmennyisége, illetve a vulkáni levegő tömegszázalékos összetétele?
- Mi a vulkáni levegő átlagos moláris tömege és sűrűsége a fentiek alapján?
- A vulkánok közelében a valóságban is előfordul, hogy elemi kén, természetesen képződik és válik ki a vulkáni gázok reakciója eredményeként a vulkán oldalán. Melyik két említett gáz reakciója eredményez elemi ként? Írjátok fel a reakció egyenletét!
- Ha a vulkáni kráterben lévő két említett gáz a lehető legnagyobb mennyiségben (azaz az egyik vagy mindkettő elfogyásáig) reagál a felírt reakcióegyenlet szerint, akkor mekkora tömegű kén képződik, és hogyan változik meg a vulkáni levegő anyagmennyiség-százalékos összetétele (ezen a hőmérsékleten a kén gáz halmazállapotú)?

Ar(H)= 1,00, Ar(C)= 12,01 , Ar(O)= 16,00, Ar(S)= 32,06, Ar(Cl)= 35,45



K
kategória

5. feladat megoldása

a) $p = 101325 \text{ Pa}$; $T = 25^\circ\text{C}$, ami $298,15 \text{ K}$;

$20,9 \text{ n/n\%}$ oxigén, ami pl. 1 mol levegő esetén $0,209 \text{ mol}$

A levegő 1 mol ja 29 gramm , így az oxigén $0,209 \cdot 29 = 6,061 \text{ gramm}$.

A levegő oxigéntartalma tömegszázalékban: $m/m\% = \frac{6,061}{29} \cdot 100 = 20,90 \text{ m/m\%}$. (Paraméteresen számolva más is elfogadható.)

b) Nagyon sok fém ilyen, pl. arany, ezüst, réz, vas, kobalt, nikkel, platina, volfrám stb. Ezek közül három.

c)

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{6 \cdot 10^8 \text{ Pa} \cdot 3 \cdot 10^3 \text{ m}^3}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}} = 201\,744\,663 \text{ mol} = 2,017 \cdot 10^8 \text{ mol}$$

d) Az anyagmennyiségek kiszámítása az össz. levegő anyagmennyiségének ismeretében: $1,513 \cdot 10^8 \text{ mol}$ vízgőz; $2,824 \cdot 10^7 \text{ mol}$ szén-dioxid; $2,017 \cdot 10^7 \text{ mol}$ kén-dioxid; $2,017 \cdot 10^6 \text{ mol}$ kén-hidrogén

A tömegszázalékos összetétel kiszámításához összeadjuk az összes gáz tömegét, ami $\Sigma m = 5,325 \cdot 10^9 \text{ g}$

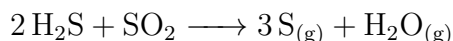
$$w/w\% = \frac{m_{\text{komponens}}}{m_{\text{gázelegy}}} \cdot 100$$

$$w/w\%_{\text{H}_2\text{O}} = 51,41\%, w/w\%_{\text{CO}_2} = 23,23\%, w/w\%_{\text{SO}_2} = 24,24\%, w/w\%_{\text{H}_2\text{S}} = 1,288\%$$

$$\text{e) } M_{\text{átlag}} = \frac{m_{\text{össz}}}{n_{\text{össz}}} = 26,40 \text{ g/mol}$$

$$\rho = m/V = 1,775 \text{ g/mol}$$

Kén-dioxid és kénhidrogén:



g) A kénhidrogén mennyisége a korlátozó tényező.

$n_{\text{S}} = 3,026 \cdot 10^6$, azaz $m_{\text{S}} = 9,682 \cdot 10^7 \text{ g}$ (96,82 tonna) kén képződik. Eközben elfogy az összes kén-hidrogén, valamint $n_{\text{SO}_2} 1,009 \cdot 10^6 \text{ mol}$ kén-dioxid.

$2,017 \cdot 10^6 \text{ mol}$ vízgőz is képződik. Az össz anyagmennyiség $2,017 \cdot 10^6 \text{ mol}$ al nő (203 762 110 mol). Ezáltal az új anyagmennyiség-összetétel: $75,24 \frac{n}{n}\%$ vízgőz; $13,86 \frac{n}{n}\%$ szén-dioxid; $9,404 \frac{n}{n}\%$ kén-dioxid; $1,485 \frac{n}{n}\%$ kéngőz.