



XVII. DÜRER VERSENY

K+ KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09-11.

1. feladat

Régen a hajósok a tűzhelyekből, kandallókból kiszedett hamut felhasználták, ugyanis vízzel még értékes anyagot tudtak kivonni belőle. A vizes kioldás után bepárolva egy fehér színű, zsíros tapintású anyagot kaptak, melyet hamuzsírnak neveztek el. A hamuzsír fő összetevője egy fakóibolya lángfestésű vegyület, melynek 8,70 $m/m\%$ -a szén, 34,8 $m/m\%$ -a oxigén. A vegyület anionja egy kétszeresen negatív töltésű összetett ion.

a) Mi lehet ez az anyag? Válaszotokat indokoljátok!

A hamuzsír fő összetevőjét tiszta forrásból beszerezve 45 g-ot vízben oldottunk fel, úgy, hogy a végső térfogat 1,00 liter lett. A vegyület anionja vízzel reagálni tud, első körben hidroxidion keletkezése mellett egy új összetett anion keletkezik, melynek töltése egyszeresen negatív.

b) Írjátok fel ezt az egyenletet!

Az egyenlet egy egyensúlyi reakciót ír le, melynek egyensúlyi állandója: $K_b = 2,0 \cdot 10^{-4}$. (Második körben az egyszeresen negatív anion még egy vízmolekulával tud reagálni, de ettől a folyamattól ebben a feladatban eltekintünk, mert csak elhanyagolható mértékben játszódik le.)

c) Elsőként tételezzük fel, hogy olyan kevés hidroxidion keletkezik, hogy a kiindulási (kétszeresen negatív töltésű) anion koncentrációja érdemben nem változik (a számolás során használt három értékesjegy nem változik). Ezen feltételezéssel számolva mennyi lesz az egyensúlyi hidroxidion koncentráció és a pH?

d) A fenti számolás alapján jogos volt a feltételezésünk, hogy a kétszeresen negatív töltésű anion koncentrációjának első 3 értékesjegye nem változik?

e) Ha nem élünk a fenti feltételezéssel, úgy egy másodfokú egyenletet kell megoldani. Mekkora az egyensúlyi hidroxidion koncentráció és a pH a másodfokú egyenletet megoldva?

f) Ha csak a pH értékre vagyunk kíváncsiak (3 értékesjegy pontossággal) élhetünk-e a gyorsabb számolási módszerrel?

A hamuzsír fő összetevője egy gyenge sav sója, mely gyenge bázisként viselkedik.

g) Hogy ezt a gyengeséget érzékeltessük, számoljátok ki, hogy hány gramm CaO-ból kell 1 liter oldatot készítenünk, hogy a pH-ja megegyezzen a 45 g hamuzsír-ból készült oldat pH-jával!

h) Vizsgáljuk meg, hogy jogos volt-e elhanyagolni az egyszeresen negatív ion reakcióját a vízzel! ($pK = 6,3$)



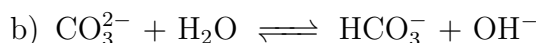
XVII. DÜRER VERSENY

K+ KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

1. feladat megoldása

a) Ha 100 g anyagot veszünk, abban 8,7 g szén és 34,8 g oxigén van. A szén anyagmennyisége 0,725 mol, míg az oxigéné 2,175 mol, tehát $n(\text{C}):n(\text{O}) = 1:3$. Ezek alapján egy karbonát sóról van szó, a lángfestés alapján a kation a kálium, tehát a só a kálium-karbonát (K_2CO_3).



c)
$$K = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]}$$

A képződő hidrogénkarbonát ion és a hidroxidion koncentrációja azonos (jelöljük x -szel), így élve a $[\text{CO}_3^{2-}] \approx c_{\text{só}}$ feltételezéssel az $x^2 = K \cdot c_{\text{só}}$ képlettel kiszámolható a hidroxidion koncentrációja.

$$c_{\text{só}} = \frac{m}{MV} = 0,3256 \text{ mol/dm}^3$$

$$x = \sqrt{K c_{\text{só}}} = 8,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \lg x = 11,9$$

d) A $c_{\text{só}}$ -ból a hidroxidion ($8,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$) koncentrációját levonva $0,3175 \text{ mol/dm}^3$ adódik, tehát nemcsak a harmadik, de a második értékes jegy is változott, így nem volt igaz a feltételezés ezen része.

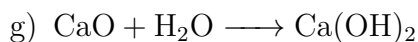
e)
$$K = \frac{[\text{HCO}_3^-][\text{OH}^-]}{[\text{CO}_3^{2-}]} = \frac{x^2}{c_{\text{só}} - x}$$

$$x^2 + Kx - Kc = 0$$

$$x = 7,96 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 + \lg x = 11,9$$

f) Az elhanyagolás nélkül számolt hidroxidion koncentráció esetén is 11,9-es pH adódik, azaz élhetünk a gyorsabb számolás módszerével.



Mivel a kalcium-hidroxid erős bázis, ezért abból elegendő $3,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, melynek tömege 0,223 g ($M = 56,1 \text{ g/mol}$), tehát a hamuzsír tömegének körülbelül 200-ad része szükséges azonos pH eléréséhez.

h) Tegyük fel, hogy jogos volt és alkalmazzuk az eddig kiszámolt koncentrációkat a hidroxidion és a hidrogén-karbonátion esetében. Előbbi $7,96 \cdot 10^{-3}$ -nak, utóbbi $0,3175$ -nek adódik. Ezeket behelyettesítve a szénsav első savi disszociációs állandójába szénsavra $2,0 \cdot 10^{-8}$ adódik. Tehát ennyi hidroxidion keletkezik a hidrogén-karbonát hidrolíziséből, és ez 5 nagyságrenddel kisebb, mint a karbonátion hidrolíziséből keletkező, tehát jogosan hanyagoltunk el.



XVII. DÜRER VERSENY

K+ KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

2. feladat

A nagy felfedezésekhez használt karavellák fából készült hajók voltak, melyek fő különlegessége a latin vitorláknak köszönhető szembeszéllel történő haladás volt. A vázszerkezetet alkotó fa különleges szerkezettel rendelkezik (ez alapvetően jellemző minden fajtára), mely rendkívül előnyös mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik. A merevséget a ligninmátrixba beépülő cellulóz rostok adják, ezek poliszacharidok (β -(1,4)-D-glükóz).

- Rajzoljatok le egy aldohexózt nyílt láncú formában. Mit határoz meg közvetlenül az L/D tulajdonságpár?
- Milyen kötéssel alakul ki a cellulóz makromolekula, hogy hívják a cellulóz dimerjét?
- Mi a különbség a keményítő és a cellulóz között molekuláris szinten? Ez milyen változást eredményez a makromolekula szerkezetében? Hogyan használjuk fel a keményítő szerkezeti sajátosságát?
- Írjatok további két példát szénhidrát alapú polimerre a keményítőn és a cellulózon kívül!

A fát felfoghatjuk tökéletes szálerősítésű kompozitként, ahol a lignin alkotja a mátrixot (ennek teljes szerkezete nem ismert, mivel egy nagy molekula alkotja az egészet, emellett nehezen kinyerhető roncsolásmentesen). Ezen mátrixban találhatóak meg cellulóz rostok, a kölcsönhatás javítására a hemicellulóz szolgál. Mint ismert, a szálerősítésű kompozitok szilárdsága kiváló szálirányban, és jóval gyengébb arra merőlegesen.

- Merre állnak a fa növekedési irányához (felfelé) képest a cellulóz molekulák? Mi miatt alakulhatott ki így a szerkezet? Ez alapján hogyan vágjátok ki fából egy szerkezeti felhasználásra szánt darabot?

A megfelelő fa megtalálása rendkívül hosszú időt vesz igénybe sok esetben, mivel a különböző növekedési rendellenességek nagymértékben rontják a tulajdonságokat. Például a firenzei dóm kupolájához 2 éven keresztül keresték a fákat, és ezt követően meg kellett várni, hogy fogyó hold legyen, mivel az ekkor kivágott fának jobb az ellenállósága biológia igénybevétellel szemben, a fa keringésének befolyásolása során.

- Mi okozhatja a jobb ellenállást (gondoljatok egyéb holdhoz köthető jelenségekre, mint például az árapály)?

A fa víztartalma fontos a felhasználás szempontjából. Egyensúlyi víztartalom szerint megkülönböztetünk abszolút száraz (0 %), szobaszáraz (0-8 %), légszáraz (8-15 %), félszáraz (15-25 %), félnedves (25-80 %) és abszolút nedves (80-140 %) fákat, melyeknél a százalék a fa tömegére vonatkoztatott vízmennyiséget jelenti.

- Ha egy $1,5 \text{ cm}^3$ -es fakocka (sűrűsége $0,6 \text{ kg/dm}^3$) szárításkor $0,2$ gramm víz távozik, melyik típusba sorolható? Szárítás során abszolút száraz fa keletkezik. Számítással indokoljátok!



XVII. DÜRER VERSENY

K+

KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

2. feladat megoldása

- Efogadható bármely helyes képlet. Az L/D tulajdonság a fényforgatást határozza meg közvetlenül.
- glikozidos (1→4) kötés, cellobióz
- A cellulóz béta, a keményítő alfa irányú glikozidos OH-t tartalmaz. A keményítő hélix szerkezetű, míg a cellulóz lineáris. Jód megkötésekor használjuk ki a szerkezeti tulajdonságot (kék töltésátviteli komplex képződik).
- kitin, kitozán, lignin, stb.
- A növekedési iránnyal párhuzamos, mivel innen nagyobb igénybevétel éri a fát. Úgy, hogy a terhelés a száliránnyal párhuzamosan érje a testet.
- Lassabb a keringés fogyóholdkor.
- $1,5 \text{ g/cm}^3 / 1000 \text{ cm}^3/\text{m}^3 \cdot 0,6 \text{ kg/dm}^3 \cdot 1000 \text{ g/kg} = 0,9 \text{ g}$
Tehát 0,7 g a szárazanyag és 0,2 g a víz.
 $0,2 \text{ g} / 0,7 \text{ g} \cdot 100 \% = 28,57 \%$
Tehát félnedves.



KIFEJTŐS MEGOLDÁSOK



XVII. DÜRER
VERSENY

K+
KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

3. feladat

Tenger Adrián, hobbi kémikus, az $A \longrightarrow B + C$ elsőrendű reakciót vizsgálja. A reakció zárt edényben játszódik le, 1 bar kezdeti nyomással, állandó hőmérsékleten. Ezen a hőmérsékleten a reakciósebességi együttható 0,0792 1/h. A reakciósebességet $v = k[A]$ összefüggéssel, A anyag koncentrációját t időpillanatban pedig $[A]_t = [A]_0 \cdot e^{-kt}$ összefüggéssel lehet kiszámolni, ahol $[A]_0$ a kezdeti koncentrációja, k a reakciósebességi együttható adott hőmérsékleten.

- 30 perc alatt hány százaléka bomlott el az A anyagnak?
- Mennyi idő alatt bomlik el az A anyag 90 %-a?
- Mekkora lesz a nyomás az edényben miután A anyag 90 %-a elbomlik? Mindhárom anyag gáz halmazállapotú.

A reakciósebességi együttható hőmérsékletfüggését az Arrhenius-egyenlet adja meg:

$$k = A \cdot e^{-\frac{E_a}{RT}}$$

Az összefüggésben A a preexponenciális tényező, E_a az aktiválási energia, melyek hőmérséklet-függetlenek.

- Az Arrhenius-egyenlet segítségével magyarázzátok meg, hogyan változik a reakciósebesség a hőmérséklet növelésével!



XVII. DÜRER VERSENY

K+ KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

3. feladat megoldása

a) $k = 0,0792 \text{ 1/h} = 0,00132 \text{ 1/min}$

$[A]_t/[A]_0 = e^{-kt}$ megadja, hogy **A** anyagnak mekkora része nem bomlott még el.

Azaz $1 - [A]_t/[A]_0 = 1 - e^{-kt}$ segítségével kiszámolható mennyi **A** anyag alakult át:

$$1 - e^{-0,00132 \cdot 30} = 0,03883$$

Tehát **A** anyag 3,883 %-a bomlott el 30 perc alatt.

b) $[A]_{t'} = [A]_0 \cdot e^{-kt'}$

$$0,1 \cdot [A]_0 = [A]_0 \cdot e^{-kt'}$$

$$0,1 = e^{-kt'}$$

$$t' = -\frac{\ln 0,1}{k} = -\frac{\ln 0,1}{0,00132} = 1744 \text{ min} = 29,07 \text{ h}$$

c) A parciális nyomások:

	A	B	C
kezdés	1 bar	0 bar	0 bar
átalakul	-0,9 bar	+0,9 bar	+0,9 bar
végállapot	0,1 bar	0,9 bar	0,9 bar

Tehát a nyomás $0,1 \text{ bar} + 0,9 \text{ bar} + 0,9 \text{ bar} = 1,9 \text{ bar}$.

d) Ha T nagyobb, akkor $\frac{E_a}{RT}$ csökken, $e^{-\frac{E_a}{RT}}$ pedig így nő, emiatt k is nő. A $v = k[A]$ összefüggés alapján pedig, ha k nő, akkor v is nő, azaz a hőmérséklet emelésével nő a reakciósebesség.



XVII. DÜRER VERSENY

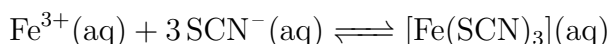
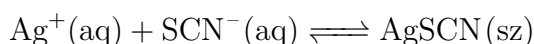
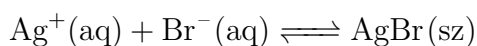
K+ KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09-11.

4. feladat

A Volhard-féle eljárás egy visszatitráláson alapuló argentometriás titrálás, segítségével egy oldat halogenidion koncentrációja meghatározható. A Részeg TengerÉSZ meg szeretne volna határozni egy bromidionokat tartalmazó oldat $10,0 \text{ cm}^3$ -es mintájának koncentrációját. A mintát mérőlombikban $100,0 \text{ cm}^3$ -re hígította. Ennek az oldatnak a $10,0 \text{ cm}^3$ -es részleteihez 10 %-os salétromsavat, $10,0$ - $10,0 \text{ cm}^3$ $0,200 \text{ mol/dm}^3$ -es ezüst-nitrát oldatot és $0,6 \text{ cm}^3$ 10 %-os vas(III)-nitrát oldatot adott. Nem volt szükséges indikátort adnia az oldathoz, ugyanis a végpontot a vas(III)-tiocianát komplex megjelenő vörös színe jelezte, ami az első csepp ammónium-tiocianát feleslegénél jelent meg. A $0,100 \text{ mol/dm}^3$ -es ammónium-tiocianát mérőoldat fogyásainak átlaga $9,15 \text{ cm}^3$ volt.

A lejátszódó reakciók:



- Határozzátok meg a Részeg TengerÉSZ mintájának koncentrációját!
- A titrálás során nagy Fe^{3+} -koncentráció volt szükséges. Miért?

A titrálás után a Részeg TengerÉSZben felmerült néhány kérdés, amelyekre nem tudott válaszolni.

- A komplexekben milyen kötéssel kapcsolódnak a ligandumok a központi atomhoz?
- Mit jelent egy komplex ion vagy vegyület koordinációs száma?
- Írjátok fel 3 további komplex ion vagy vegyület képletét!
- Az AgBr csapadék milyen színű, és miért rossz ennek a vegyületnek a vízdoldhatósága?
- Az ezüst-halogenideknek hogyan változik az oldatósága a csoporton belül lefelé haladva?



XVII. DÜRER VERSENY

K+

KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

4. feladat megoldása

a) Az összes ezüstion anyagmennyisége: $0,0100 \text{ dm}^3 \cdot 0,200 \text{ mol/dm}^3 = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

A tiocianátionok anyagmennyisége: $9,15 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \cdot 0,100 \text{ mol/dm}^3 = 9,15 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

A feleslegben maradt ezüstionok anyagmennyisége: $9,15 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

Tehát a bromidionokkal elreagált ezüstionok anyagmennyisége:

$$2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} - 9,15 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 1,085 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

A bromidionok anyagmennyisége a $10,0 \text{ cm}^3$ -es részletben: $1,085 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

A bromidionok koncentrációja a $10,0 \text{ cm}^3$ -es részletben:

$$1,085 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,0100 \text{ dm}^3 = 0,1085 \text{ mol/dm}^3$$

A $100,0 \text{ cm}^3$ -es oldatban ugyanígy $0,1085 \text{ mol/dm}^3$ a bromidionok koncentrációja.

A $10,0 \text{ cm}^3$ -es mintában $0,1085 \text{ mol/dm}^3 \cdot 10 = 1,085 \text{ mol/dm}^3$ a bromidionok koncentrációja.

b) A nagy Fe^{3+} -koncentráció eltolja az egyensúlyt a komplexképződés felé.

VAGY

Ha a $[\text{Fe}(\text{SCN})_3]$ -koncentráció kicsi, akkor disszociál, tehát csak nagy tiocianátion felesleg esetén jelenik meg a komplex színe, ez jelentős mérőoldat túlfogyást eredményezhet.

c) Datív-kötéssel.

d) A komplexben a központi atomhoz közvetlenül kapcsolódó ligandumok száma.

e) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$, $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$, $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$, stb.

f) Az AgBr sárgásfehér, és a rossz vízoldhatóság magyarázata a vegyület kovalens karaktere.

g) Lefelé csökken.



XVII. DÜRER VERSENY

K+

KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

5. feladat

Egy tenger alatti gázmezőből kinyert földgáz nitrogén mellett 1-3 szénatomszámú telített szénhidrogéneket tartalmazott jelentősebb mennyiségben, a többi komponens mennyiségét tekintsük elhanyagolhatónak. A földgázban az etán:propán molarány 2:1 volt. A földgázelegy levegőre (melynek átlagos moláris tömege 29,00 g/mol) vonatkoztatott sűrűsége 0,562. A földgázelegy 298,15 K hőmérsékletű, 1 Bar nyomású köbméterének oxigénfeleslegben történő elégetése során 1447 g víz keletkezett (a nitrogén ezen a hőmérsékleten nem éghető). Adjátok meg a földgázelegy térfogatszázalékos összetételét!

$$M(\text{metán}) = 16,04 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{etán}) = 30,07 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{propán}) = 44,10 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{nitrogén}) = 28,02 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{víz}) = 18,02 \text{ g/mol}$$



XVII. DÜRER VERSENY

K+

KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

5. feladat megoldása

Az elégetett 1 m^3 földgáz anyagmennyisége az egyetemes gáztörvény alapján $40,34 \text{ mol}$, összetétele legyen: $x \text{ mol}$ propán, $2x \text{ mol}$ etán, $y \text{ mol}$ metán és $40,34 - (3x + y) \text{ mol}$ nitrogén!

Az 1 m^3 földgáz égésekor keletkező 1447 g víz anyagmennyisége $80,30 \text{ mol}$. Az alkánok égésének egyenlete: $\text{C}_n\text{H}_{2n+2} + 1,5n+0,5 \text{ O}_2 \longrightarrow n \text{ CO}_2 + n+1 \text{ H}_2\text{O}$. A keletkező víz anyagmennyisége az egyes alkánok anyagmennyiségéből megkapható: $n(\text{víz}) = n \cdot n(\text{alkán})$.

$$80,30 = 2y + 6x + 4x$$

$$2y = 80,30 - 10x$$

$$y = 40,15 - 5x$$

A relatív sűrűség az egységnyi gázok tömegének a hányadosa, melyből megkaphatjuk a földgáz-elegy átlagos moláris tömegét: $M(\text{földgáz}) = M(\text{levegő}) \cdot 0,562 = 16,30 \text{ g/mol}$, így $m(\text{földgáz}) = nM = 657,5 \text{ g}$. A földgáz tömegét a komponensek aránya és moláris tömegük határozza meg:

$$657,5 = xM(\text{propán}) + 2xM(\text{etán}) + yM(\text{metán}) + (40,34 - 3x - y)M(\text{nitrogén})$$

$$657,5 = 44,10x + 60,14x + 16,04y + 1130 - 84,06x - 28,02y$$

$$-472,5 = 20,18x - 11,98y$$

$$11,98y = 20,18x + 472,5$$

$$y = 1,684x + 39,44$$

A két fenti egyenlet összevonása:

$$40,15 - 5x = 1,648x + 39,44$$

$$6,648x = 0,71$$

$$x = 0,1068$$

$$y = 39,62$$

Az ismeretleneket behelyettesítve megkapjuk az anyagmennyiségeket, amelyből a teljes anyagmennyiséggel elosztva kiszámíthatjuk a komponensek arányát:

$$n(\text{propán}) = 0,1068 \text{ mol, azaz } 0,2647 \text{ V/V\%}$$

$$n(\text{etán}) = 0,2136 \text{ mol, azaz } 0,5295 \text{ V/V\%}$$

$$n(\text{metán}) = 39,62 \text{ mol, azaz } 98,22 \text{ V/V\%}$$

$$n(\text{nitrogén}) = 0,3996 \text{ mol, azaz } 0,9905 \text{ V/V\%}$$



XVII. DÜRER VERSENY

K⁺ KATEGÓRIA

DÖNTŐ – 2024. 02. 09–11.

Gyakorlati feladat és megoldása

Négy darab, jelöléssel ellátott kémcső az alábbi ionvegyületek vizes oldatát tartalmazza:

- KBr
- ZnCl₂
- AgNO₃
- NaOH

Töltsétek ki a felkészülési idő során az alábbi táblázatot a várható tapasztalatokkal! A bemutatás során egy vagy két csapattagnak azonosítania kell a jelölt kémcsöveket és válaszolnia kell a szervezők által feltett kérdésekre!

	KBr	ZnCl ₂	AgNO ₃
ZnCl ₂	-		
AgNO ₃	<u>AgBr</u> , halványsárga	<u>AgCl</u> , fehér	
NaOH	-	<u>Zn(OH)₂</u> , fehér, OH ⁻ feleslegben feloldódik, [Zn(OH) ₄] ²⁻ komplexet képez	<u>Ag₂O</u> , barna