

XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Megoldókulcs



kategória

1. feladat

Kriminalisztikai Kémikus Kristóf rendkívül szereti a csípős ételeket. Az ételek csípősségét részben a kapszaicin nevű szerves vegyület okozza. A kapszaicin a szén és a hidrogén mellett a légkör két fő alkotóeleméből áll. Egy molekulában az alkotó atomok aránya a rendszám szerint növekvő sorrendben rendre 8,85; 70,82; 4,59; és 15,74 tömegszázalék. A kapszaicin összegképlete megegyezik a tapasztalati képletével.

a) Mi a kapszaicin összegképlete?

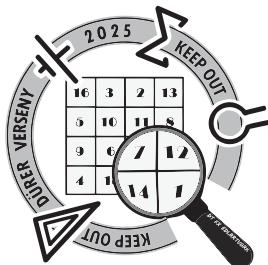
A paprikák csípősségét gyakran a Scoville-skála alapján SHU-ban adják meg. Eredetileg ez a szám azt jelezte, hogy hányszorosára kell hígítani egy adott mintát, hogy azt öt tesztelőből legalább három már ne érezze csípősnek. A tiszta kapszaicin 16 millió SHU, az eddigi legerősebb paprika átlagosan 2,7 millió SHU csípősségű.

b) Ezek alapján hány tömegszázalék kapszaicint tartalmaz a legerősebb paprika? (Tegyük fel, hogy a paprika csípősségéért egyedül a kapszaicin felel.)

Kristóf természettudós révén nem szereti a szubjektivitáson alapuló skálákat, ezért házi készítésű szószai kapszaicintartalmát tömegszázalékban tartja nyilván. Jelen pillanatban 110 g 1,2 %-os, 150 g 2,1 %-os, és 510 g 3,3 %-os szószja van otthon. Vendégeket vár, akikről tudja, hogy nem annyira szeretik a csípőset, így legfeljebb 2,5 %-os szószot adhat nekik. Mivel sokan lesznek, ezért elhatározza, hogy kever egy új szószot.

c) Hány gramm 2,5 tömegszázalékos szószot tud legfeljebb előállítani a rendelkezésre álló szószok felhasználásával, ha oldószert vagy más anyagot nem ad hozzá?

d) Hány mol kapszaicint tartalmaz az így előállított szósz?



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Megoldókulcs



kategória

1. feladat megoldása

- a) A kapszaicin molekulában H, C, N és O atomok vannak.

A tömegszázalékos arány $8,85 : 70,82 : 4,59 : 15,74$.

Leosztva a moláris tömegekkel az atomok mólaránya: $8,780 : 5,897 : 0,3276 : 0,984$.

Egész számokkal kifejezve az arány: $27 : 18 : 1 : 3$, az összegképlet tehát $C_{18}H_{27}NO_3$.

- b) A tömegszázalékok aránya megegyezik az SHU értékek arányával: $x : 100 = 2,7 : 16$, megoldva $x = 16,9$. Tehát a legerősebb paprika 16,9 tömegszázalék kapszaicint tartalmaz.

- c) A legerősebb szósz nagy feleslegben van, tehát a másik kettő szósz teljesen elhasználjuk. Jelöljük x -szel a felhasznált legerősebb szósz mennyiségét:

$$\frac{110 \cdot 0,012 + 150 \cdot 0,021 + x \cdot 0,033}{110 + 150 + x} = 0,025$$

$$0,033x + 4,47 = 0,025x + 6,5$$

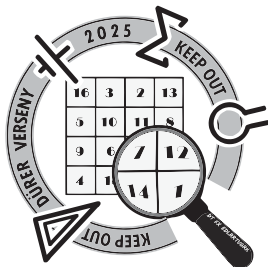
$$0,008x = 2,03$$

$$x = 253,8$$

A teljes szósz tömege $110 + 150 + 253,8 = 513$ g.

- d) $M(\text{kapszaicin}) = 305$ g/mol

$$n = \frac{m}{M} = \frac{513,8 \cdot 0,025}{305} = 0,0421 \text{ mol.}$$



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Megoldókulcs

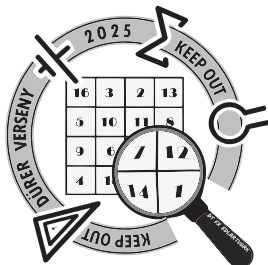


kategória

2. feladat

Egy vasúti kábellopásra specializálódott bűnszervezet eltulajdonított 82 kg tömegű vasúti kábelt. A lopott kábelek egy belső vezetőből (rézből) és egy külső szigetelő műanyag rétegből álltak. A kábeltolvajok számára a réztartalom képviselt számottevő értéket, így a szigetelő réteget az ún. kábelégetés során eltávolították. A tökéletes égés során a műanyagból (ami csak szén és hidrogén atomokat tartalmazott) 9,633 kg víz és 23,53 kg szén-dioxid keletkezett. A bűnszervezetre felfigyeltek a hatóságok, ezért másnap rajtaütést hajtottak végre. A rajtaütést észelve a bizonyíték eltüntetésének céljából az egyik bandatag a rezet maradéktalanul feloldotta egy hordó forró tömény kénsavban, miközben gáz fejlődött. A hatóságok az oldatot lefoglalták, a bűnszervezet tagjait letartóztatták. A lefoglalt oldatot a hatósági árverésen egy borászat vásárolta meg. A borász az oldatot bepárolta, így egy fehér, kristályos, szilárd anyagot kapott, amelyhez oltott mészt kevert, majd az elegyet felhasználta permetezéshez.

- Melyek az elemi réz fizikai tulajdonságai? Írjatok 3 példát!
- Miért használnak rezet pl. távközlési kábelek készítéséhez? Milyen anyaggal lehetne a rezet helyettesíteni?
- Mi történik a rézzel a kábelégetés során? Írjátok le a várható tapasztalatot és a hozzá tartozó reakcióegyenletet!
- Írjátok fel a réz és a kénsav reakciójának egyenletét!
- Hány kg kristályos anyag keletkezett az oldat bepárlása során?
- Hány hektoliter volt legalább a kénsavat tartalmazó hordó úrtartalma, amiben a réz maradéktalanul feloldódott? A tömény kénsav sűrűsége $1,83 \text{ g/cm}^3$.



XVIII. Dürer Verseny

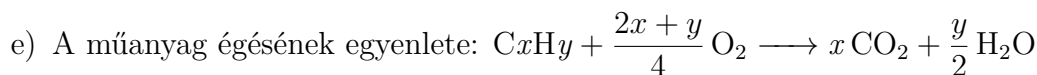
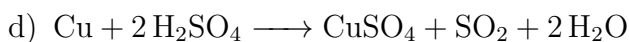
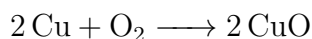
Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Megoldókulcs



2. feladat megoldása

- vörös színű, szilárd halmazállapotú, jól megmunkálható, jó vezetőképességű, stb.
- jó a vezetőképessége, hasonlóan pl. az ezüsthöz vagy az aranyhoz
- a keletkező hő hatására reagál a légköri oxigénnel, ezért felülete elfeketedik:



9,633 kg víz és 23,53 kg szén-dioxid anyagmennyisége egyaránt 534,7 mol.

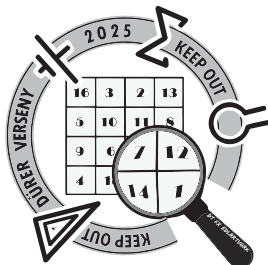
Az égési egyenlet alapján a műanyagban 534,7 mol C atom és 1069 mol H atom volt.

A műanyag tömege a moláris tömegekkel beszorozva 7,486 kg.

Az össztömegből levonva a réz tömege 74,51 kg, anyagmennyisége 1173 mol.

A réz-szulfát anyagmennyisége az egyenlet alapján szintén 1173 mol, tömege a moláris tömeggel beszorozva 187,2 kg.

- A reakció során az egyenlet alapján legalább 2346 mol kénsav molekulára volt szükség, melynek tömege 230,1 kg. Ennyi 125,7 dm³ tömény kénsavban van, melynek térfogata 1,257 hektoliter. Tehát a hordó űrtartalma legalább ekkora volt.



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Megoldókulcs



3. feladat

Az egyik legnépszerűbb titkosírás recept a következőképpen szól:

Adj 96 %-os etanol oldathoz annyi nátrium-hidroxidot, hogy a pH-ja éppen 10 legyen! Adj hozzá timolftalein indikátort, és a kék oldatot használhatod tintaként. Az írás után néhány perc elteltével az alkohol elpárolog és az írás eltűnik, de lúgos oldat rápermetezésével könnyen előhívható.

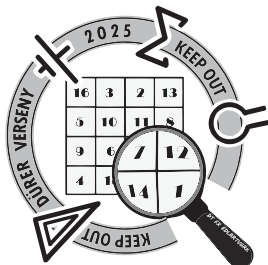
- Mennyi szilárd nátrium-hidroxidra van szükségünk, ha mindösszesen 10 ml tintát szeretnénk készíteni?
- A tinta láthatatlanná válása azt jelzi, hogy a pH 10 alá csökkent, ugyanis ekkor a timolftalein indikátor színtelen. Mi történik a nátrium-hidroxiddal, ami a pH csökkenését okozta?
- Ha permetezés nélkül szeretnénk előhívni az írást, milyen, gáz halmazállapotú bázist lehetne használni? Miért praktikusabb ez a megoldás egy „titkosügynök” számára?
- Javasoljatok egy másik indikátort, amivel hasonló titkosírás készíthető!

A láthatatlan tinták másik csoportját az átmenetifém tartalmú oldatok jelentik. Az egyik használatos só egy átmenetifém-klorid, melynek fémtartalma 45,39 tömegszázalék. A vizes oldatának színe halvány rózsaszín, így láthatatlan tintaként alkalmazható, ugyanis a papírra felvitt oldatból csak a kristályvíztartalmú só marad vissza, ami nagyon halványan rózsaszín csak. Előhíváshoz melegíteni szükséges, ekkor a tinta „kristályvíztartalma” távozik és kék színű sóvá alakul át, azaz könnyen olvasható lesz.

- Mi az átmenetifém-klorid képlete?
- Hány kristályvízzel kristályosodik, ha a kristályvizes só víztartalma 45,44 tömegszázalék?
- Hogyan próbálnátok meg eltüntetni ismét a tintát?

Kissé bonyolultabb láthatatlan tinta nyerhető rézgálic vízben oldásával. Ha nem készítünk nagyon tömény oldatot, akkor a kiszáradó lapon a tinta alig látható. Melegítésre sem jön elő a szín, hiszen a kristályvíztartalmát elvesztett só ez esetben színtelen. Az előhíváshoz ammónia használható, mellyel kék színű komplex keletkezik, így felfedve a titkos üzenetet.

- Mi a rézgálic tudományos neve és képlete?
- A vizes oldat halványkék színét a réz akvakomplexe adja. Hány vízmolekula veszi körül a rézion, ha tudjuk, hogy ebben a komplex-ionban a réz mennyisége 37,02 tömegszázalék?



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Megoldókulcs



3. feladat megoldása

- a) A 10-es pH (4-es pOH) 0,0001 mol/dm³-es NaOH koncentrációt jelent, tehát 0,00001 mol, azaz 0,001 mmol NaOH szükséges. Ennek tömege 0,0400 mg.
- b) A nátrium-hidroxid a levegő szén-dioxid tartalmával reagál, a keletkező nátrium-karbonát kevésbé lúgos kémhatású, mint a nátrium-hidroxid, így a pH 10 alá csökken és az indikátor elszíntelenedik.
- c) Erre tökéletesen alkalmas az ammónia. Egy titkosügynöknek mindössze néhány ml szalmiákszeszt kell magánál hordani, és az ezt tartalmazó üvegcsé felé helyezve gyorsan előjön az írás. Az üvegcsét bezárva viszont hamar el is tűnik az írás, mert az ammónia gyorsan elillan a papírról, így a pH újra lecsökken.
- d) A fenolftalein indikátor is tökéletesen alkalmas.
- e) A fém-klorid összegképlete az oxidációs szám (z) függvényében MeCl , MeCl_2 vagy MeCl_3 lehet. Adott tömegű vegyület 45,39 $m/m\%$ Cl^- -ot és 54,61 $m/m\%$ Me^{z+} -ot tartalmaz.

Az $n = mM$ összefüggést alapján fém moláris tömegét az alábbi egyetlenből kapjuk meg:

$$\frac{0,5461 \cdot M(\text{Me}^{z+})}{0,4539 \cdot M(\text{Cl}^-)} = \frac{z}{1}$$

$z = 1$ esetén $M(\text{Me}) = 29,46$ g/mol, ilyen átmeneti fém nincs.

$z = 2$ esetén $M(\text{Me}) = 58,93$ g/mol, ami megegyezik a kobalt moláris tömegével.

$z = 3$ esetén $M(\text{Me}) = 88,39$ g/mol, ilyen átmeneti fém nincs.

Az átmenetifém-klorid képlete tehát CoCl_2 .

f) $M(\text{CoCl}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}) = M(\text{CoCl}_2) + n \cdot M(\text{H}_2\text{O})$.

$$\frac{n \cdot M(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CoCl}_2) + n \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = 0,4544.$$

Az egyenletet megoldása $n = 6$, tehát 1 mol CoCl_2 6 mol vízzel kritályosodik.

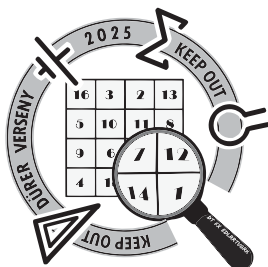
g) Vizet kellene rá permetezni, vagy vízgőz fölé kell tartani.

h) réz-szulfát, CuSO_4

i) $M([\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_n]^{2+}) = M(\text{Cu}^{2+}) + n \cdot M(\text{H}_2\text{O})$.

$$\frac{M(\text{Cu}^{2+})}{M(\text{Cu}^{2+}) + n \cdot M(\text{H}_2\text{O})} = 0,3702.$$

Az egyenletet megoldása $n = 6$, tehát egy Cu^{2+} iont 6 vízmolekula vesz körül.



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

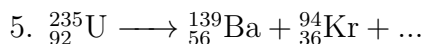
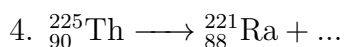
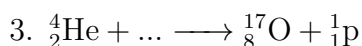
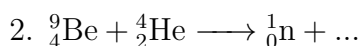
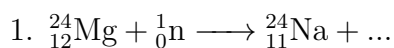
Megoldókulcs



4. feladat

A magreakciók olyan reakciók, ahol az atommag összetétele változik. Az asztrokémiában és a radioaktivitás tanulmányozása során találkozhattok ilyen reakciókkal, a könnyebb követhetőség miatt a vegyjel mellett a tömegszámot és a rendszámot is fel kell tüntetni.

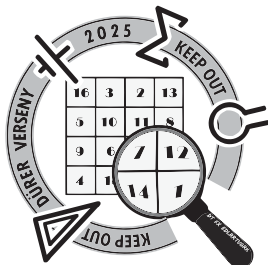
- Mi a tömegszám fogalma és a vegyjelhez viszonyítva hol tüntetjük fel?
- Mit ad meg a rendszám és a tömegszám különbsége?
- A fenti vegyjel jelölési definíciókat alkalmazva hogyan kell jelölni a neutront és a protont?
- Egészítsétek ki a következő reakciókat:



A kémia kevésbé egzotikus területein az atommagok nem változnak a reakciók során, figyelmünket az elektronokra és az általuk levezethető kémiai kötésekre kell fordítani. Ezért nagyon fontos, hogy ismerjük a molekulák szerkezetét, alakját, melyet az elektronok határoznak meg.

- e) Írjatok 1-1 példát a következő molekulákra:

- 2 atomos, poláros molekula, mely nem tartalmaz π -kötést, de nemkötő elektronpárt igen;
- 2 atomos, poláros molekula, mely tartalmaz π -kötést és nemkötő elektronpárt is;
- 2 atomos, apoláros molekula, mely nem tartalmaz π -kötést, de nemkötő elektronpárt igen;
- 2 atomos, apoláros molekula, mely tartalmaz π -kötést és nemkötő elektronpárt is;
- 3 atomos, poláros molekula, mely nem tartalmaz π -kötést, de nemkötő elektronpárt igen;
- 3 atomos, poláros molekula, mely tartalmaz π -kötést és nemkötő elektronpárt is;
- 3 atomos, apoláros molekula, mely tartalmaz π -kötést és nemkötő elektronpárt is;
- 4 atomos, poláros molekula, mely nem tartalmaz π -kötést, de nemkötő elektronpárt igen;
- 4 atomos, apoláros molekula, mely tartalmaz π -kötést és nemkötő elektronpárt is!



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Megoldókulcs



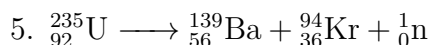
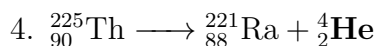
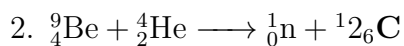
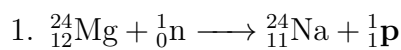
4. feladat megoldása

a) Az atommagban található protonok és neutronok összege, bal felső sarokba írandó.

b) A neutronok számát.

c) ${}^1_0\text{n}$ és ${}^1_1\text{p}$

d) A kiegészített reakciók:



e) Egy-egy példa (minden más helyes megoldás elfogadható):

1. HCl

2. CO

3. Cl₂

4. O₂

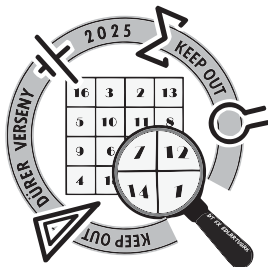
5. H₂O

6. SO₂

7. CO₂

8. NH₃

9. SO₃



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

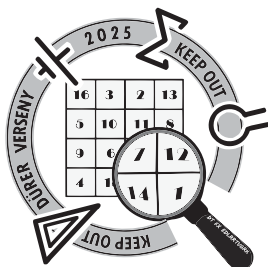
Megoldókulcs



5. feladat

Válaszoljátok meg az alábbi kérdéseket korábbi ismereteitek, és a mellékelt, az *Élet és Tudomány* c. folyóiratban megjelent cikk alapján!

- Mit jelent a fotolumineszcencia? Írjatok a jelenségre legalább két hétköznapi példát!
- Állítsátok növekvő sorrendbe energia szerint az alábbi sugárzásokat: látható fény, infravörös, ultraibolya!
- Mi történik egy részecskében gerjesztés (fényelnyelés) hatására?
- Mit jelent az, hogy felkonvertáló tulajdonságú anyag? Mi áll a felkonvertálás jelenségének hátterében? Fogalmazzátok meg pár mondatban!
- Soroljátok fel a felkonvertáló nanorészecskék legalább három potenciális felhasználását!
- Milyen tulajdonságuk miatt különlegesen általánosságban a nanoméretű anyagok?
- Mekkora a felülete egy darab 1 cm^3 térfogatú kockának? Mekkora az összfelülete 1 cm^3 ösztérfogatú, egyenként 10 nm élhosszúságú, kocka alakú nanorészecskének? Mi a két számított felület aránya?
- A kutatásban NaYF_4 : 20 \% Yb^{3+} , $0,5 \text{ \% Tm}^{3+}$ nanorészecskéket vizsgáltak. A százalékos érték azt jelenti, hogy az itriumtartalom hány mólszázalékát helyettesítik az egyes adalékionok. Hány g $\text{YbCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ és $\text{TmCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}$ szükséges ahhoz, hogy 1 mol felkonvertáló nanorészecskét előállítsunk?
- Írjatok legalább három hétköznapi példát kolloid rendszerre!
- Miért kell hőkezelné a szol-gél eljárással képzett bevonatokat? Legalább 2 okot írjatok!
- Minek köszönhető, hogy a Rodamin 6G színezék közeli infravörös gerjesztés hatására is fluoreszkál?
- A bevonatok mátrixanyagául szolgáló kitozánt kitinből állítják elő. Milyen biomolekula ez alapján a kitozán: fehérje, lipid, szénhidrát vagy nukleinsav? Hol találkozunk kitinnel a természetben?



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Megoldókulcs



5. feladat megoldása

- a) Fotonelnyelést követő fotonkibocsátás.
papírpénz eredetisége, sötétben világító plüss, stb.
- b) 1. infravörös, 2. látható fény, 3. ultraibolya
- c) A részecske külső elektronjai magasabb energiaszintre (gerjesztett állapotba) kerülnek.
- d) Az anyagoknak egy olyan csoportja, mely képes a gerjesztő sugárzásnál nagyobb energiájú fotont kibocsájtani. Kettő vagy több kisebb energiájú foton egymást követő elnyelése után, a többszörösen gerjesztett energiaszintről az alapállapotba visszatérve egy nagyobb energiájú foton is kibocsájtható.
- e) fotodinámiás rákterápia, biológiai képkalkotás, napelemcellák, hőmérsékletszenzorok
- f) Nagy fajlagos felület, felületi részecskék aránya nagy.
- g) Nagykocka $A = 6 \text{ cm}^2$
 $1 \text{ cm}^3 = 10^{21} \text{ nm}^3$
1 kiskocka $V = 10^3 \text{ nm}^3$ és $A = 600 \text{ nm}^2$
 10^{18} db kiskocka, $A(\text{össz}) = 6 \cdot 10^{20} \text{ nm}^2 = 6 \cdot 10^6 \text{ cm}^2$
Egymilliósoros.
- h) $n(\text{Tm}) = 0,005 \text{ mol}$, $M(\text{TmCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}) = 383,4 \text{ g/mol}$, $m(\text{TmCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}) = 1,92 \text{ g}$
 $n(\text{Yb}) = 0,20 \text{ mol}$, $M(\text{YbCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}) = 387,5 \text{ g/mol}$, $m(\text{YbCl}_3 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O}) = 77,5 \text{ g}$
- i) szappanoldat, tej, kőd
- j) Folyadékközeg elpárologtatása, reakciók befejezése.
- k) Felkonvertáló nanorészecskék és színezékmolekulák közti energiaátadásnak.
- l) Szénhidrát. Rovarok és rákok páncéljában.