

XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Feladatsor



1. feladat

Detektív Dürer gyakran kísérletezett polimerekkel, a célja egy szuperkönnyű polimer előállítása volt. Egy napon viszont annyira sietett haza, hogy figyelmetlenségében a laborjának ajtaját nyitva hagyta. A legnagyobb riválisa, Csenő Csanád gyakran szaglászott Dürer laborja körül, gyorsan ki is használta az alkalmat és ellopta a polimer vizes oldatának mintáját. Az üvegcsére egy cetli volt ragasztva, amin ez állt:

SZK PoLiMeR oldat

120 g polimer

Oldat sűrűsége: 1,099 kg/dm³

Csanád megállapította, hogy az oldat ozmózisnyomása 90900 Pa, és a fagyáspontcsökkenését megvizsgálva az 0,0756 °C-nak adódott. A kísérletek elvégzése alatt a laborban 25 °C volt és a víz kriozkópos állandója 1,86 K·kg/mol volt. Segítsetek Csenő Csanádnak! (A polimer oldatot tekintsük egyforma lánchosszúságú polimerekből álló oldatnak!)

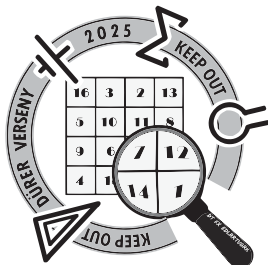
- Mennyi volt a polimer vizes oldatának térfogata?
- Mekkora a polimer számátlag molekulatömege? A polimerek esetén a számátlag molekulatömeget a polimer tömege és a polimer anyagmennyiségének hányadosaként kaphatjuk meg.
- Hogyan változtatja meg a polimer mennyisége a vizes oldat sűrűségét? Körülbelül mekkora lehet a tiszta polimer sűrűsége, ha az oldatot teljesen bepárolva a kapott polimer térfogata 100 cm³?

Csenő Csanád kíváncsi volt, hogy más körülmények között hogyan viselkedik a polimeroldat. Így 35 °C-on is elvégezte a kísérleteket, majd nem tudott megelégedni az eredményeivel, lepárolt egy adag oldószert és 25 °C-on újból megvizsgálta az oldatot.

- Hogyan változna az oldat ozmózisnyomása, ha a laboratórium hőmérséklete 35 °C lenne (és az oldatból nem párologott el oldószert a mérés alatt)? Számítással igazoljátok a választokat!
- Hogyan változna az oldat ozmózisnyomása és moláris fagyáspontcsökkenése, ha a polimeroldat kétszer töményebb lenne? Számítással igazoljátok a választokat!

A **fagyáspontcsökkenés** egyenlő az oldószert kriozkópos állandójának és az oldat molalitásának szorzatával: $\Delta T = \Delta_m T \cdot b_i$, ahol ΔT a fagyáspont változása, $\Delta_m T$ a moláris fagyáspontcsökkenés, azaz kriozkópos állandó, b_i pedig a molalitás (mol oldott anyag/kg oldószert). A kriozkópos állandót adott hőmérsékletre vonatkozóan határozzák meg.

Az **ozmózisnyomás** kiszámítható a koncentráció (c), az egyetemes gázállandó (R) és a hőmérséklet (T) szorzataként: $\pi = cRT$.



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Feladatsor



2. feladat

Kriminalisztikai Kémikus Kristóf egy gyanús oxigéntartalmú szerves gázt vizsgál. A gáz oxigénre vonatkoztatott relatív sűrűségét 1,875-nek mérte. 10,00 grammját teljesen zárt rendszerben tökéletesen elégette. Ekkor 0,3512 MJ energia felszabadulását tapasztalta. A keletkezett gázkeveréket NaOH oldaton vezette át, ekkor 115,6 kJ energia szabadult fel, miközben a megmaradt oxigént veszteség nélkül fel tudta fogni.

- Mi a gyanús gáz összegképlete?
- Hány ilyen összegképletű vegyület van? Soroljátok fel őket!
- Melyik gáz halmazállapotú szobahőmérsékleten a fentiek közül?
- Mennyi a gyanús gáz képződéshője?

Kristóf feltételezése szerint a gáz a Veszélyes Vegyészek bűnbandájához tartozik, akik a lefoglalt 100 m³ standard állapotú (25 °C, 1 bar) gázt elégették volna, és a felszabaduló energiával vízből durranógázt képeztek volna, hogy azzal ijesztgessék az ártatlan állampolgárokat.

- Hány liter standard állapotú (25 °C, 1 bar) durranógázt tudtak volna fejleszteni a Veszélyes Vegyészek, ha a generátoruk hatásfoka 30 %?

$$\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(f)}) = -285,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = -241,8 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H(\text{CO}_2) = -393,5 \text{ kJ/mol}$$

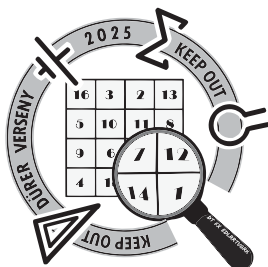
$$\Delta_k H(\text{NaOH}) = -425,9 \text{ kJ/mol}$$

$$\Delta_k H(\text{Na}_2\text{CO}_3) = -1132 \text{ kJ/mol}$$

$$M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}) = 1,0 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$$



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Feladatsor



kategória

3. feladat

Egy illegális kísérleti laborban gyártott fehér, kristályos anyag beszennyeződött, így halovány égbék színe lett. A labor vegyészének ez nagyon nem tetszett, így meg szeretne tisztítani a szennyezett hatóanyagot. Ehhez az úgynevezett átkristályosítás folyamatát kívánta alkalmazni. Átkristályosítás során azt lehet kihasználni, ha a hatóanyag és a szennyező oldhatósága különböző az adott oldószerben: az egyik teljesen feloldódik, míg a másik szilárd anyagként marad a lombikban.

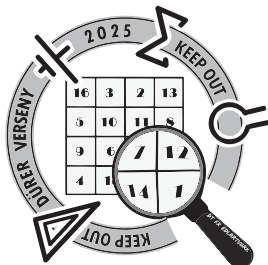
- a) A fentiek alapján hogyan végeznének el a két anyag elválasztását? Írjátok le a tisztítás lépéseit!

A kék szennyező (420,7 g/mol) vízben rendkívül rosszul oldódik, viszont a vízen kívül bármiben feloldható, a vegyész emiatt mindenképpen vízben szeretné elvégezni az átkristályosítást. A hatóanyag (149,2 g/mol) egy szekunder amin, ami vízben rosszul oldódik (oldhatósága 25 °C-on 0,93 g/l), az oldódása a pH csökkentésével viszont javítható. A vegyész 20,00 g szennyezett anyagot kb. 100 g savas víz segítségével kristályosított át, a kék szín teljesen eltűnt, míg a tömege 800 mg-mal csökkent.

- b) Mennyi a pH-ja a hatóanyag telített oldatának, ha $pK_b = 9,87$?
- c) Miért oldódik a hatóanyag jobban savas vízben? Az indoklás részeként reakcióegyenletet is írjatok!
- d) Gyógyszerhatóanyagokkal szemben elvárás, hogy legalább 99,5 mólszázalékos tisztaságúak legyenek. Megfelelne-e ennek az elvárásnak a tisztítatlan anyag?

A kémikus egy másik eljárással is próbálkozott. Ezúttal 500 cm³ 96 %-os etil-alkoholban próbálta meg átkristályosítani a 20,00 g hatóanyagát, ami azonban sajnos részben a kék szennyezőt is feloldotta. A folyamat végén a kinyert szennyező tömege 750 mg volt. A kék szennyezőről tudjuk, hogy alkoholos oldatát akkor láthatjuk kék színűnek, ha az oldat koncentrációja meghaladja a 0,2 mmol/dm³-t.

- e) Kék színű volt-e az átkristályosítás során az alkoholos oldat?



XVIII. Dürer Verseny

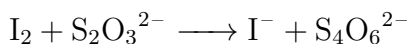
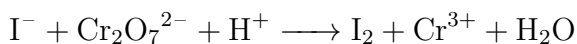
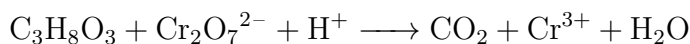
Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Feladatsor



4. feladat

Detektív Dürer keddi kutakodása közben egy üveg vizes glicerint talált. Miután hazavitte, szerette volna kísérletezésre használni, de ehhez ki kellett derítenie, hogy hány tömegszázalék glicerint tartalmaz, és hogy a szoba hőmérsékletén ez milyen anyagmennyiség koncentrációt jelent. Először 0,2000 g glicerinből 25,00 cm³ oldatot készített, amit 50,00 cm³ 0,1107 mol/dm³ koncentrációjú K₂Cr₂O₇ oldattal és kb. 25 cm³ tömény kénsavval elegyített. Az oldatot fél órán keresztül melegen tartotta, hogy az összes glicerin elreagáljon. Ezt követően felhígította 250,0 cm³ térfogatra, majd 50,00 cm³-es részleteihez feleslegben vett KI oldatot adott. A részleteket végül 0,2000 mol/dm³ koncentrációjú Na₂S₂O₃ oldattal megtitrálta, az átlagfogyás 6,755 cm³-nek adódott.



$$M(\text{C}) = 12,01 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}) = 1,008 \text{ g/mol}$$

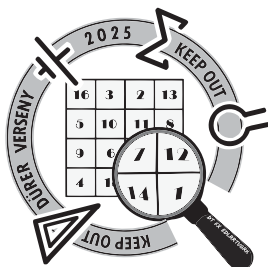
$$M(\text{O}) = 16,00 \text{ g/mol}$$

- a) Rendezzék az egyenleteket és számoljátok ki, hány tömegszázalék glicerint tartalmazott a talált minta!

Ezt követően a koncentrációt az oldat sűrűségének segítségével szerette volna meghatározni. Talált is egy táblázatot, ami feltünteti az adott hőmérséklethez és tömegszázalékos összetételhez tartozó sűrűséget (g/cm³-ben). A táblázat adatainak hőmérséklet szerinti sűrűségváltozása lineárisnak tekinthető, vagyis adott hőmérsékletek különbségének és a hozzájuk tartozó sűrűségek különbségének aránya állandó.

- b) Számítsátok ki a mellékelt táblázat segítségével a glicerin oldat sűrűségét 23 °C-on és ennek segítségével az anyagmennyiség koncentrációt!

Ha az a) feladatra nem kaptatok eredményt, számoljátok 50 m/m%-kal!



XVIII. Dürer Verseny

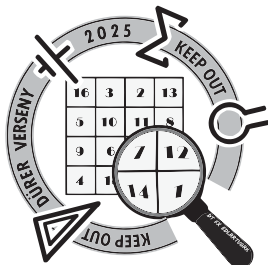
Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Feladatsor



kategória

Glycerin /%	Apparent Density (In the Air)			Glycerin /%	Apparent Density (In the Air)		
	15°C/15°C	20°C/20°C	25°C/25°C		15°C/15°C	20°C/20°C	25°C/25°C
100	1.26557	1.26362	1.26205	60	1.15770	1.15605	1.15460
99	1.26300	1.26105	1.25945	59	1.15490	1.15325	1.15185
98	1.26045	1.25845	1.25685	58	1.15210	1.15050	1.14915
97	1.25785	1.25585	1.25425	57	1.14935	1.14775	1.14640
96	1.25525	1.25330	1.25165	56	1.14655	1.14500	1.14365
95	1.25270	1.25075	1.24910	55	1.14375	1.14220	1.14090
94	1.25005	1.24810	1.24645	54	1.14100	1.13945	1.13815
93	1.24740	1.24545	1.24380	53	1.13820	1.13670	1.13540
92	1.24475	1.24280	1.24145	52	1.13540	1.13395	1.13265
91	1.24210	1.24020	1.23850	51	1.13265	1.13120	1.12995
90	1.23940	1.23755	1.23585	50	1.12985	1.12845	1.12720
89	1.23680	1.23490	1.23320	49	1.12710	1.12570	1.12450
88	1.23415	1.23220	1.23055	48	1.12440	1.12300	1.12185
87	1.23150	1.22955	1.22790	47	1.12166	1.12030	1.11915
86	1.22885	1.22690	1.22520	46	1.11890	1.11760	1.11650
85	1.22620	1.22420	1.22255	45	1.11620	1.11490	1.11380
84	1.22355	1.22155	1.21990	44	1.11345	1.11220	1.11115
83	1.22090	1.21890	1.21720	43	1.11075	1.10950	1.10845
82	1.21820	1.21620	1.21455	42	1.10800	1.10680	1.10575
81	1.21555	1.21355	1.21190	41	1.10525	1.10410	1.10310
80	1.21290	1.21090	1.20925	40	1.10255	1.10135	1.10040
79	1.21015	1.20815	1.20656	39	1.09985	1.09870	1.09775
78	1.20740	1.20540	1.20380	38	1.09715	1.09605	1.09510
77	1.20465	1.20270	1.20110	37	1.09445	1.09335	1.09245
76	1.20190	1.19995	1.19840	36	1.09175	1.09070	1.08980
75	1.19815	1.19720	1.19565	35	1.08905	1.08805	1.08715
74	1.19640	1.19450	1.19295	34	1.08653	1.08535	1.08455
73	1.19365	1.19175	1.19025	33	1.08365	1.08270	1.08190
72	1.19090	1.18900	1.18755	32	1.08100	1.08005	1.07925
71	1.18815	1.18630	1.18480	31	1.07830	1.07735	1.07660
70	1.18540	1.18355	1.18210	30	1.07560	1.07470	1.07395
69	1.18240	1.18080	1.17935	29	1.07295	1.07210	1.07135
68	1.17985	1.17805	1.17660	28	1.07035	1.06950	1.06880
67	1.17750	1.17530	1.17385	27	1.0770	1.06690	1.06625
66	1.17430	1.17255	1.17110	26	1.06510	1.06435	1.06370
65	1.17155	1.16980	1.16835	25	1.06250	1.06175	1.06115
64	1.16875	1.16705	1.16560	24	1.05885	1.05980	1.05860
63	1.16600	1.16430	1.16285	23	1.05725	1.05655	1.05605
62	1.16320	1.16155	1.16010	22	1.05460	1.05400	1.05350
61	1.16045	1.15855	1.15735	21	1.05200	1.05140	1.05095



XVIII. Dürer Verseny

Helyi forduló (2024. 11. 22.)

Feladatsor



kategória

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!
- A vizsgált nanorészecske 980 nm hullámhosszú fényt nyel el. Mennyi az energiája ennek a sugárzásnak?
- Mennyi az energiája a kibocsátott 480 nm hullámhosszú kék fotonnak? Hány infravörös foton elnyelése során keletkezhet, ha tudjuk, hogy veszteségek felléphetnek?
- Vázoljátok fel a felkonvertáló nanorészecskék emissziós spektrumát (intenzitás a hullámhossz függvényében)! Legyenek tengelyfeliratok és megfelelő számú csúcsot tartalmazzon az ábrátok! Segítséget nyújt az első oldalon található sematikus ábra, illetve a fluoreszcencia spektroszkópiát leíró szövegrész.
- 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 % 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 készített 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 kitinrel a természetben?