



1. feladat

Thor nyaralni indul, erre a pár napra szögge akasztaná a kalapácsát, viszont attól fél, hogy a fa nyél a nyirkos időben rohadni kezdene a vízfelvétel miatt. Mivel a Mjölñir tárolóhelye körül több tonna gipsz van, így kísérletet végez: egy zárt rendszerbe helyezi a kalapácsot 2 kg gipsszel egyetemben, amiből varázslattal kihajtja a levegőt, majd megvárja az 1 dm³-es rendszer egyensúlyának beálltát. Thor mérései szerint egyensúlyban a rendszer 4,205·10⁻⁴ mol 10 °C-os vízgőzt tartalmaz.

a) Hány bar a vízgőz nyomása?

Gázelegyekben az egyes gázokat parciális nyomással (p_i) jellemezhetjük, amely a gáz móltört-jének és az elegy nyomásának a szorzata ($p_i = x_i p$), tehát az egyes komponensek parciális nyomásainak összege egyenlő a gázelegy teljes nyomásával ($p_1 + p_2 + \dots + p_i = p$).

A koncentrációkkal kifejezett egyensúlyi állandóhoz hasonlóan a parciális nyomásokkal kifejezve is felírhatjuk az egyensúlyi állandót ideális gázok esetében. Az $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$ egyensúlyi reakció esetén az egyensúlyi állandó:

$$K_p = \frac{(p_C)^c (p_D)^d}{(p_A)^a (p_B)^b}$$

b) Mennyi a $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}_{(s)} \rightleftharpoons \text{CaSO}_{4(s)} + 2 \text{H}_2\text{O}_{(g)}$ reakció nyomásokkal kifejezett egyensúlyi állandója (bar²-ben)?

Thor levonta a következtetéseket, majd mintát vett a kinti 25 °C-os levegőből, melynek 1 mol vízgőzt tartalmazó térfogatát 782,0 dm³-nek mérte.

c) Hány bar a kinti levegőben a víz parciális nyomása? Ez alapján használható-e a gipsz vízelvonószerként? Válaszokat számítással indokoljátok!

Thor az eredményeket látva elgondolkodott, hogy érdemes lenne árusítani a gipszet, viszont az a piacon más használatra már megtalálható.

d) Nevezzétek meg a gipsz két gyakori felhasználási területét!

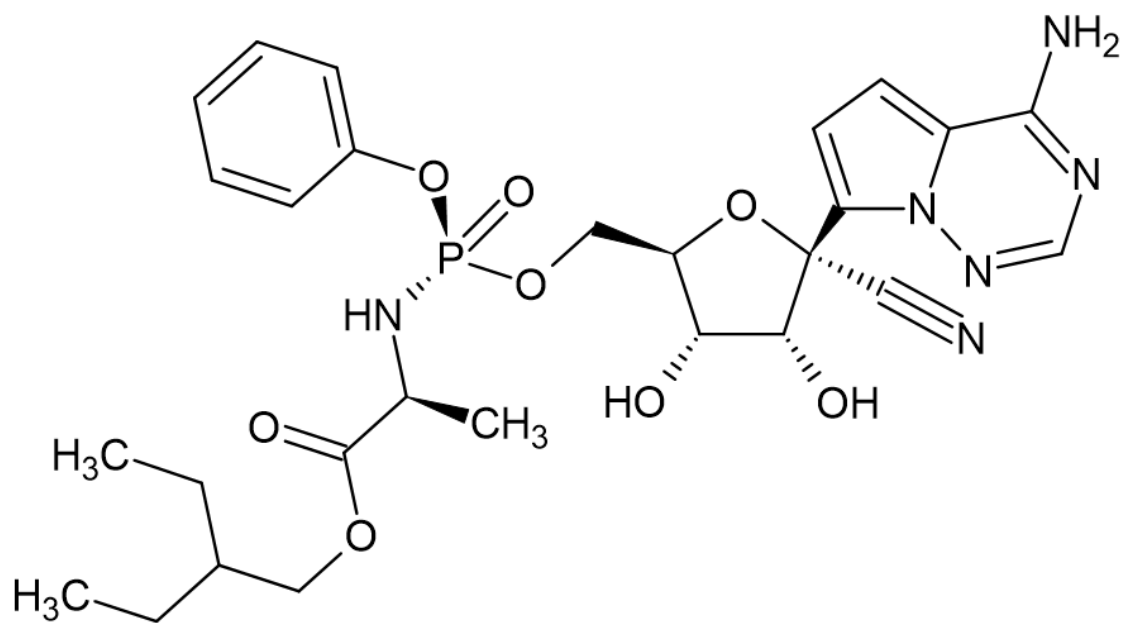
e) Hogyan nevezzük azon anyagokat, amelyek megkötik, elvonják a vizet környezetükből?

f) Nevezzétek meg legalább három másik vízelvonásra alkalmas szert! Legyen köztük legalább egy olyan, amely a gipsztől eltérő mechanizmussal köti meg a vizet, és mutassátok is be (reakcióegyenlettel) ezt a mechanizmust!



2. feladat

Bár még nincs teljesen megbízható gyógyszerünk az új koronavírus ellen, az alábbi, remdezivir nevű hatóanyagról kiderült, hogy enyhíti a COVID-19 fertőzés tüneteit, így itthon is nagy mennyiségben gyártják.



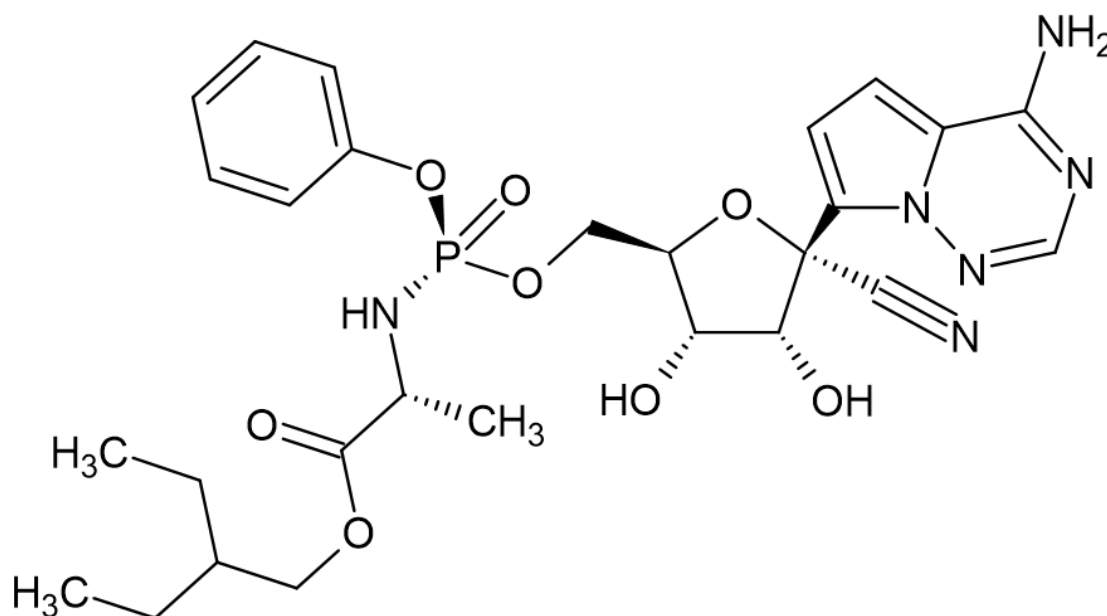
- Mi a remdezivir összegképlete?
- Hány kiralitáscentruma van a remdezivirnek? Jelöljétek be őket a szerkezeten csillagokkal!
- Hány különböző sztereoizomere van a molekulának?
- Soroljatok fel legalább négy különböző funkciós csoportot, ami megtalálható a remdezivirben! Karikázzátok be ezeket a képletben!

Ez a gyógyszerhatóanyag egy nagy, közismert vegyületcsaládból vezethető le. Ezek a vegyületek minden élőlényben megtalálhatók, több képviselőjük egy igen fontos makromolekula-csoport monomerje (építőköve). Ezeknek a makromolekuláknak kulcsszerepük van a biológiai információ tárolásában és kifejezésében.

- Melyik ismert biomolekulák származéka a remdezivir?



Ha megfigyelitek a képleteket, láthatjátok, hogy egyes kötések vastag, mások pedig szaggatott vonallal vannak jelölve. Az alábbi ábrán a remdezivir egy másik sztereoisomerét láthatjátok:



- f) Mit gondoltok, mit jelölhetünk a vastag és a szaggatott vonalakkal berajzolt kötésekkel? Röviden indokoljátok a választotokat!

Sokszor egy gyógyszer hatóanyaga önmagában nem vált ki biológiai hatást, hanem annak szervezetben történő bomlásának termékéből (metabolitjából) alakul ki a biológiailag aktív vegyület. A remdezivir esetében sem maga a fent mutatott molekula az aktív hatóanyag. A szervezetben a remdezivirből a fenol és az L-alanin 2-etil-butilészterének távozása során egy foszforsav-észter keletkezik, ami a biológiai környezetben teljesen deprotonált formában van jelen. Ez a köztitermék további két foszfát-csoportot köt meg oly módon, hogy új foszfor-oxigén kötések alakulnak ki, a végtermék (az aktív hatóanyag) négyszeres negatív töltéssel rendelkezik.

- g) Rajzoljátok fel a remdezivir aktív metabolitját! Ügyeljete a szaggatott és a vastag vonallal jelölt kötésekre is!

kategória
K+
9-12.
osztályosok



XVI. DÜRER VERSENY

Helyi forduló:
2022. november 18.



KÉMIA
FELADATSOR

3. feladat

Egy 500 g tömegű réz-szulfát oldat Raoult-féle koncentrációja 0,750 mol/kg. Egy oldat Raoult-féle koncentrációja megadja, hogy 1 kg oldószerben mekkora anyagmennyiségű anyagot oldottunk fel. Zeusz ezt az oldatot elektrolizálta grafit-elektrodok között 2,00 A áramerősséggel. Ezalatt 7,00 dm³ standardállapotú (25 °C, 1 bar) oxigén keletkezett.

- Segítsetek Zeusznak, írjátok fel az elektródfolyamatok egyenleteit!
- Mekkora a keletkező oldat tömegszázalékos összetétele?
- Hány óráig elektrolizálta Zeusz az oldatot?

$$V_m = 24,79 \text{ dm}^3/\text{mol}$$

$$F = 96500 \text{ C/mol}$$

$$M(\text{Cu}) = 63,54 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{S}) = 32,06 \text{ g/mol}$$

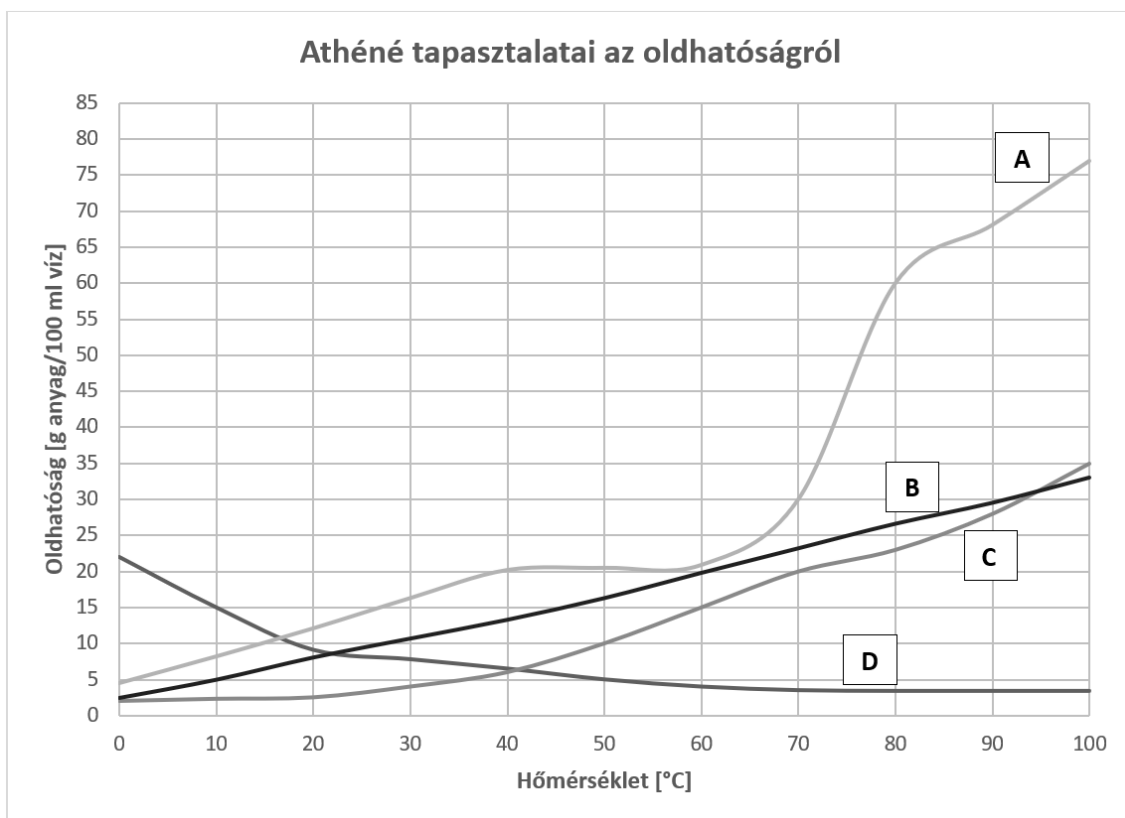
$$M(\text{O}) = 16,00 \text{ g/mol}$$

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



4. feladat

Athéné frissen felfedezett templomában a falra felkarcolt sok-sok felirat között az alábbi vésetet találták a régészek, mely négy anyag vízoldhatóságának hőmérsékletfüggését ábrázolja.



Az azonban lekopott, hogy melyik görbe melyik anyag oldhatóságát illusztrálja. A véset alatt négy alaposan lezárt, lepecsételt urnát találtak, melyeket felnyitva háromban fehér porokat, a negyedikben pedig egy szintelen, igen szúrós szagú gázt találtak. A régészek az urnákat és a vésetről készült fényképet a lelkes Laboráns Lacinak adták, hogy azonosítsa azok tartalmát, és megadja, melyik görbe melyik urnához tartozik. Laci a kérésükre rengeteg kísérletet végzett, ám az eredmények értelmezésében a Ti segítségetekre is szüksége van.

A negyedik urnában található gázzal tudták, hogy vízben oldódik, a vizes oldata savas kémhatású. A gáz levegőhöz viszonyított relatív sűrűségét is megmérették Laboráns Lacival, az 2,207-nek adódott. A levegő átlagos moláris tömege: $M(\text{levegő}) = 29 \text{ g/mol}$.

a) Milyen gáz lehet a negyedik urnában? Válaszotokat számítással indokoljátok!

Laboráns Laci pár kémcső kísérlet segítségével rájött, hogy a másik három urnában nátrium-foszfát (Na_3PO_4), nátrium-jodát (NaIO_3) és nátrium-tetraborát ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) található.

b) Melyik görbéről mondhatjuk meg ránézésre biztosan, hogy melyik anyaghoz tartozik? Válaszotokat indokoljátok!



Laboráns Laci látta, hogy alacsony hőmérsékleten a vizsgált anyagok oldhatósága Athéné vésete alapján nagyon hasonló, így meleg oldatokat szeretett volna készíteni az urnák tartalmából. Csakhogy amikor egy nagy főzőpohárnyi desztillált vizet (500 ml) sikerült éppen 80 °C-ra felmelegítenie, a Bunsen-égője tönkrement és kialudt. Laci gyorsan megfelezte a meleg vizet, és az egyik feléhez addig lapátolt nátrium-foszfátot, amíg telített oldatot nem kapott. A megfelelő urnának tömege 15,00 dekagrammallyal csökkent. Tételezzük fel, hogy Laci elég gyorsan adagolta a port ahhoz, hogy az oldat ne hűljön 80 °C alá!

- c) Melyik görbe mutatja a nátrium-foszfát oldhatóságát? Válaszokat számításal indokljátok!

A másik főzőpohárba Laci gyorsan bemért valamennyi nátrium-tetraborátot, ami mind feloldódott. Az urna tömege 53,60 grammallyal csökkent. Ahogy az oldat hűlni kezdett, 60 °C-os hőmérsékleten Laci kristálykiválást tapasztalt. Ez azonban kissé lecsúszik a diagramon látott görbékről, így Laci tüzetesebben megvizsgálta az urnákat. Megdöbbenve látta, hogy a nátrium-tetraborát urnája a szállítás során kissé megsérült, így a benne található anyag a levegő nedvességtartalmát megkötvte teljes egészében kristályvizes sóvá alakult. A kristályvíz mólaránya egész szám. A víz és az oldatok sűrűsége 1,00 g/cm³-nek vehető!

$$M(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7) = 201,2 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,00 \text{ g/mol}$$

- d) Hány mól kristályvízzel kristályosodott a nátrium-tetraborát, és melyik görbe jelöli a kristályvízmentes só oldhatóságát? Mutassátok be számítások segítségével!

Az ipari életben igen elterjedt, hogy egy reakciósor végtermékét átkristályosítással tisztítják. Ehhez többek között egy olyan oldószerre van szükség, ami a tisztítandó anyagot melegen jól, hidegen kevésbé jól oldja. Ilyenkor egy meleg, telített oldatot készítenek a szennyezett anyagból, azt átszűrik, majd a lehűlés során kivált kristályokat kiszűrve megkapjuk a tiszta végterméket.

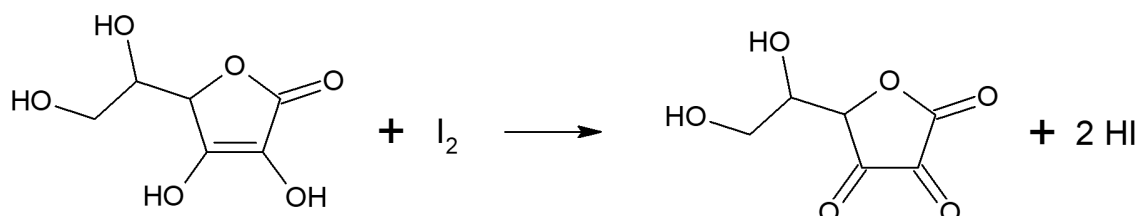
- e) Az urnákban található anyagok közül melyiket lehetne a leghatékonyabban vízből átkristályosítani?
f) Mi lenne az átkristályosítás maximális hatásfoka, ha a meleg oldat 100 °C-os, a hideg pedig 0 °C-os lenne?

(Másképp fogalmazva: 100 gramm hasznos kiindulási anyag legfeljebb hány százalékát tudnánk kikristályosítani?)

- g) Mondjatok két lehetséges okot, ami miatt a maximális hatásfok nem érhető el a gyakorlatban!



Másnap Laboráns Laci az egészségét féltve beszedett egy C-vitamin (L-askorbinsav) tablettát. Laci tudja, hogy a maximális C-vitamin bevitel nem haladhatja meg a napi 4000 milligrammot. Azt azonban nem tudta, hogy mekkora vitamintartalma van a bevett tablettának. Ennek meghatározásához egy tablettát feloldott 100 ml vízben, az oldhatatlan részeket leszűrte. Athéné nátrium-jodátos urnájának tartalmát felhasználva 10 °C-ra hűtött vízzel telített oldatot készített. Ennek 1 ml-éhez feleslegben tömény nátrium-jodid oldatot és kénsavat adagolt. Ekkor barna csapadék képződését tapasztalta. Ehhez adott 10 ml-t a tablettá törzsoldatból. Ekkor a C-vitamin és a keletkezett jód között az alábbi reakció zajlott le:



Az elreagálatlan jódot 0,025 mol/dm³-es nátrium-tioszulfát oldattal keményítő jelenlétében egy igen pontos bürettával megtitrálta, az átlagos fogyás 15,34 cm³-nek adódott.

$$M(\text{C-vitamin}) = 176,1 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{NaIO}_3) = 197,9 \text{ g/mol}$$

- h) Mennyi tablettát vehet be Laci biztonságosan egy nap alatt? Írjátok fel a titrálás során lezajló reakciók rendezett egyenleteit, és számításokkal támasszátok alá a választokat!



5. feladat

Válaszoljátok meg az alábbi kérdéseket korábbi ismereteitek és a mellékelt cikk alapján!

- Definiáljátok az ionfolyadék fogalmát!
- Miért vezetnek az ionfolyadékok az elektromos áramot?
- Az ionfolyadékok egyik előnye a vegyületek változatos szerkezete. Hány különböző 4 C-atom számú telített primer monoamin kation van?
- Miért említhették az ionfolyadékokat sokszor “zöld” oldószerként?
- Milyen toxikus oldószereket ismertek? Írjatok legalább 2 példát!
- Mit jelent a gőznyomás (azaz tenzió)? Miért előnyös, hogy alacsony az ionfolyadékok gőznyomása?
- Soroljátok fel legalább 3 oldószert, amely illékony!
- Milyen kötések alakíthatnak ki az ionfolyadékok az oldott anyaggal?
- Miért oldódnak rosszul az ionfolyadékokban apoláris molekulák?
- Ismertessétek a reverzibilis ionfolyadék-származékok működési elvét!
- Az említett mérés végén a termék toluollal extrahálható volt. Mit jelent ez és milyen mechanizmus áll a háttérben?
- Mi az adszorpció? Mi a SILP (Supported Ionic Liquid Phase) technológia lényege?

A teljes cikk elérhető a https://www.mkf.mke.org.hu/images/stories/docs/2021_3_4/mkf_2021-03-04_2.pdf oldalon.