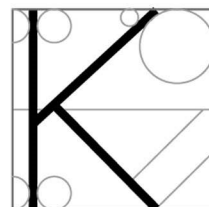
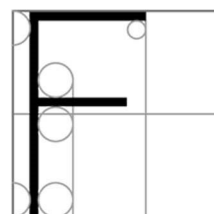


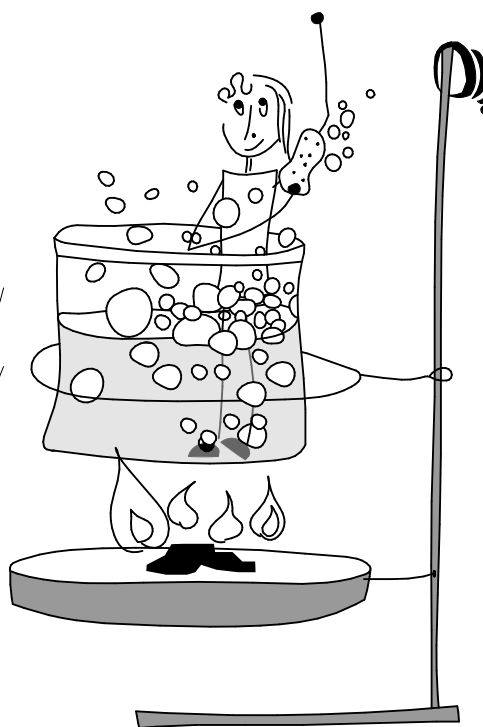
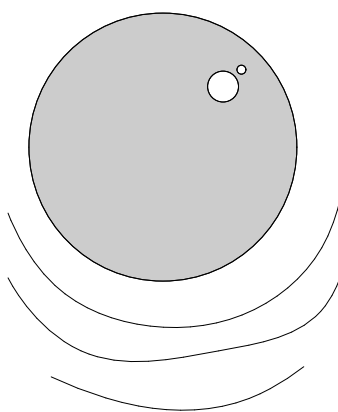
kategória



kategória



kategória



KÉMIA és FIZIKA

Feladatok, megoldások és eredmények

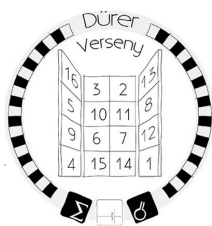
Dürer Matematika-, Fizika- és Kémiaverseny

2017



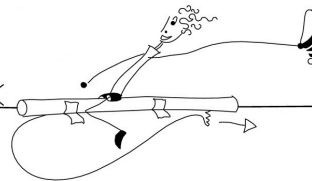
Döntő

2017.
február 10.



Fizika feladatsor

11 - 12. osztályosok



kategória

1. feladat

Tekintsünk egy sor dominót, amelyek magassága h , egymástól való távolságuk pedig s . A dominók vastagságát elhanyagolhatjuk. Meglökjük a sor legelső dominóját, mire a dominók sorban elkezdnek ledőlni.

- Mekkora az első dominónak a függőlegessel bezárt szöge abban a pillanatban, amikor a harmadik dominó éppen elkezdi ledőlni (tehát akkor, amikor a második dominó éppen hozzáér a harmadikhoz)? Fejezzük ki ezt a szöget az s/h hányados segítségével! Feltételezhetjük, hogy az első és a második dominó végig érintkezik dőlés közben, illetve azt, hogy a dominók talppontjai nem mozdulnak el.
- Tegyük fel, hogy az ütközéskor a mozgásban lévő dominó mindig perdületének $X\%$ -át adja át az álló dominónak, minden más erőhatás a dominók között pedig elhanyagolható. Mekkora lesz a dőlő dominósor állandósult sebessége?

2. feladat

A jövő zord sötétjében a *Császár Büszkesége* űrnavád adáz küzdelemet vív egy idegen űrhajóval valahol a *Calixis* szektorban. A fedélzet mesterséges atmoszférája légmentesen el van zárva az űr hideg vákuumától. Az űrnavádon *Szent Terra* standardja uralkodik, így a nyomás $p_0 = 10^5$ Pa, a hőmérséklet $T = 20$ °C, az űrhajó levegője 21% oxigént és 79% nitrogént tartalmaz.

- Egy ellenséges találat miatt egy 30 cm vastag, 3 m² felületű és 200 kg zsilipajtó rögzítése megrongálódik, és a fentiekkel megegyező paraméterű gáz nyomásának engedve kiszakad az űrnavádból. Tekinthezük úgy, a nyomás ezen a 30 cm-es úton hat, utána pedig megszűnik. Az űrhajó kellően nagy, hogy ez alatt a nyomás állandónak tekinthető. Milyen messze lesz 5 perc múlva a zsilipajtó?
- Kicsit később egy másik találat lyukat üt a hajó falán, aminek következtében az űrhajóban lévő gáz elkezdi kiáramolni. Adjunk minél jobb alsó becslést arra, hogy az űrhajóból távozó molekulának azon 1%-a, amelyik az űrhajótól a legmesszebb került, milyen távol van az űrhajótól 2 másodperccel a találat után! A becslésünket külön adjuk meg a nitrogén 1%-ára, valamint az oxigén 1%-ára!

Segítség: a gázmolekulák sebességeloszlásának sűrűségfüggvénye:

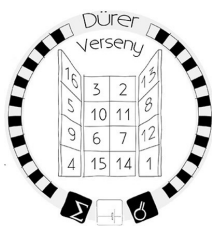
$$f(v_x, v_y, v_z) = \sqrt{\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^3} \exp\left(-\frac{m(v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)}{2kT}\right)$$

Ez három független normális (Gauss-) eloszlás szorzata, így a függvénytáblázatban található táblázatot tudjátok használni.

3. feladat

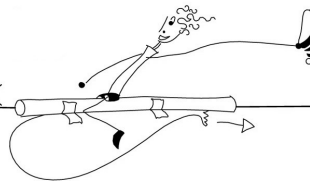
Egy radioaktív minta aktivitását mértük meg négy különböző időpontban. Az eltelt időt az 1. méréstől számoljuk. A mérési időpontokat, valamint a mért aktivitásokat a mellékelt táblázat tartalmazza.

Döntő

2017.
február 10.

Fizika feladatsor

11 - 12. osztályosok



kategória

mérés sorszáma	eltelt idő	aktivitás
1.	0 h	1005 Bq
2.	2 h	794 Bq
3.	6 h	541 Bq
4.	12 h	227 Bq

- (a) Becsüljük meg a bomló atom (A) felezési idejét! ($\tau_{1/2,A}=?$)
- (b) Becsüljük meg, hány atomot tartalmazott a minta az A anyagból az első mérésakor!

A négy mérés energiaspektrumát megvizsgálva azt láttuk, hogy a bomláskor keletkező részecskék energiái két jellemző energia köré csoportosulnak. Ebből arra következtethetünk, hogy nem csak egy, hanem két radioaktív anyagunk van, azaz az alábbi bomlási láncról van szó:



Tehát az A egy szintén radioaktív B atommá bomlik, mely bomlásából már egy stabil X atom keletkezik. Szintén az energiaspektrumból a B anyagot egyértelműen be tudtuk azonosítani, és megállapítottuk, hogy ennek felezési ideje $\tau_{1/2,B}=2$ s. Ezen új információk fényében válaszoljuk meg ismét a korábbi két kérdést!

4. feladat

Tekintsük szabadon mozgó pozitív és negatív töltéseknek egy egyenletes keverékét, amely egy $L = 1$ cm vastagságú, $A = 4$ cm² keresztmetszetű dobozba van bezárva. A dobozban lévő össztöltés nulla, a pozitív töltések összege $Q = 0,1$ C. A dobozt egy erős, a keresztmetszetére merőleges, homogén elektromos térbe helyezzük. Ennek hatására a pozitív töltések a doboz egyik végébe, a negatívak pedig a másik végébe vándorolnak (tekinthetjük úgy, hogy az összes töltés a doboz két szélén halmozódik fel). Ezután megmérjük az elektromos térerősséget a doboz közepén és azt tapasztaljuk hogy az eredeti külső tér erősségének éppen 99%-a. Mekkora munkát végzett a külső tér a dobozban lévő töltéseken?

5. feladat

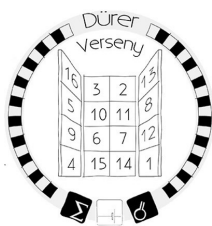
Dinamikai rendszerek időbeli változásait szokás ún. fázisdiagramon szemléltetni. A fázisdiagram egy olyan ábra, amelynek pontja a rendszer egy állapotának feleltethető meg. Egy egyenes mentén mozgó, pontszerű test esetén például az állapotot két adat jellemzi: a test helykoordinátája és sebessége. Ezt szemlélteti az alábbi ábra egy egydimenziós harmonikus rezgőmozgás esetében. Az ellipszis alakú görbe a rezgőmozgást végző test egymás utáni állapotait mutatja, a nyilak jelzik az idő irányát. Az ellipszis méretét a test kezdeti energiája határozza meg.

Pattogó labda

Alkalmazzuk a fázisdiagram fogalmát az alábbi problémára! Tekintsünk egy téglatest alakú dobozt, melynek oldalhosszai: L_x , L_y , L_z . Vegyünk fel egy koordináta rendszert úgy, hogy az origó a doboz egyik csúcsa legyen, a tengelyek pedig legyenek párhuzamosak az élekkel! Helyezzünk egy m tömegű,

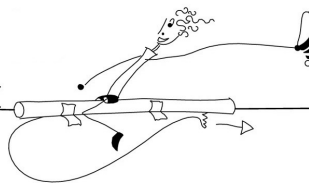
Döntő

2017.
február 10.

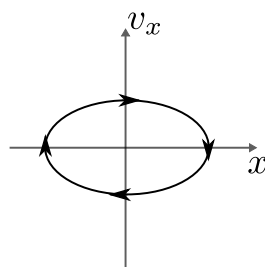


Fizika feladatsor

11 - 12. osztályosok



kategória



pontszerű labdát a doboz bal alsó sarkába és indítsuk el $v_0 = (v_{0x}, 0, v_{0z})$ kezdősebességgel. A labda mindvégig tökéletesen rugalmasan pattog a dobozban, miközben egy g nagyságú, a z irányban lefelé mutató $(0, 0, -g)$ nehézségi erő hat rá. Rajzoljuk fel az alábbi fázisdiagramokat!

- A x irányú hely-sebesség ($x-v_x$) diagramot.
- A függőleges irányú hely-sebesség ($z-v_z$) diagramot, akkor is, ha L_z kellően nagy és akkor is ha nem.
- A $z-x$ diagramot abban a speciális esetben, ha L_z kellően nagy és $L_x = 3 \frac{v_x v_z}{g}$.

Áruszállítás

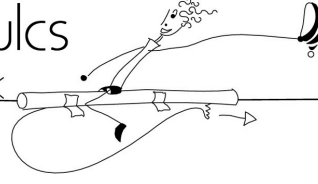
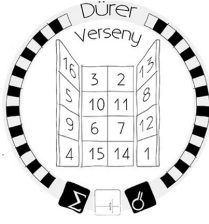
Az A és B várost két út (s_1 és s_2) köti össze. Az A városból a B városba két mérnök indul felmérni az utat. A két különböző úton mennek, de mindvégig rádióon tartják a kapcsolatot. Rádiójuk hatótávolsága 200 m. A B városba megérkezve feladatuk lesz megszervezni az A és a B városban található két szuper-mágnes helycseréjét. (Az A -ban lévő B -be, a B -ben lévő A -ba szállítani.) A szállító autók egyszerre indulnak és mindvégig az s_1 és s_2 úton kell maradniuk. A mágnesek nem kerülhetnek egymás 200 méteres távolságába, mert akkor megállíthatatlanul összetapadnának. Megoldható-e a szállítási feladat?

Használható segédeszközök: író- és rajzolóeszközök, számológép, függvénytáblázat.

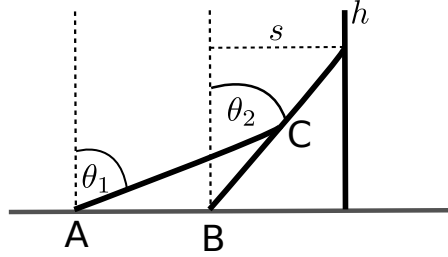
A feladatok megoldására 180 perc áll a csapatok rendelkezésére.

Sikeres versenyzést kívánnak:

a szervezők



1. feladat



- (a) Jelöljük az első, illetve második dominónak a függőlegessel bezárt szögét θ_1 -el, illetve θ_2 -vel, a fenti ábrának megfelelően. Első lépésként megállapíthatjuk, hogy a második dominó dőlésszöge a keresett pillanatban

$$\sin \theta_2 = \frac{s}{h}. \quad (1)$$

Továbbá az ábrán ABC-vel jelölt háromszögre a szinusztételt felírva kapjuk, hogy

$$h \sin(\theta_1 - \theta_2) = s \cos \theta_2. \quad (2)$$

Vezessük be a továbbiakban a $p = s/h$ jelölést a dominók távosságának és magasságának hányadosára (értelemszerűen $p < 1$). Felhasználva az (1) egyenletet, a (2) egyenlet így írható:

$$\sqrt{1 - p^2} \sin \theta_1 - p \cos \theta_1 = p \sqrt{1 - p^2}. \quad (3)$$

Négyzetre emelve, és kihasználva, hogy $\cos^2 \theta = 1 - \sin^2 \theta$ az alábbi másodfokú egyenletet kapjuk $\sin \theta$ -ra:

$$\sin^2 \theta - 2p \sqrt{1 - p^2} \sin \theta - p^4 = 0, \quad (4)$$

amelynek a feladat szempontjából releváns megoldása

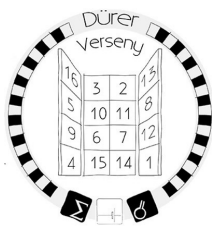
$$\sin \theta = p \left[(1 - p^2) + \sqrt{(1 - p^2)^2 + p^2} \right]. \quad (5)$$

- (b) tekintsünk egy dominót valahol a sor közepén. A dominó, miután eléri őt a dőlési sor, a talppontja körül forgást végez. Jelöljük ennek szögsebességét ω_0 -al közvetlenül azután, hogy a vizsgált dominót megüti az őt megelőző dominó, és ω_1 -el közvetlenül azelőtt, hogy ő megütni a rá következő dominót. Mivel a szögsebesség arányos a perdülettel, így miután a dominósor haladási sebessége állandósult, teljesül a

$$\omega_0 = X \omega_1 \quad (6)$$

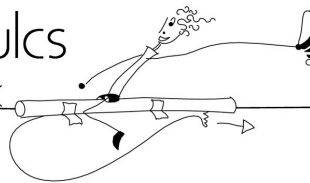
feltétel. Ezen felül, az energiamegmaradás értelmében

$$\frac{1}{2} \Theta (\omega_1^2 - \omega_0^2) = \frac{mg}{2} (h - \sqrt{h^2 - s^2}), \quad (7)$$



Fizika megoldókulcs

11 - 12. osztályosok



ahol m a dominó tömege, $\theta = mh^2/3$ pedig a tehetetlenségi nyomatéka. A fenti egyenlet jobb oldala a tömegközéppont lefelé mozgásából származó helyzeti energiaváltozás, ez alakul át forgási energiává. Felhasználva a (6) egyenletet azt kapjuk, hogy

$$\omega_1^2 = \frac{3g}{1-X^2} \frac{1-\cos\theta_2}{h}, \quad (8)$$

ahol kihasználtuk, hogy $\sqrt{1-s^2/h^2} = \cos\theta_2$, ahogyan azt az előző feladatrészen láttuk.

A dominó tejetének vízszintes irányú sebessége az öt ért lökés után közvetlenül $v_{0x} = h\omega_0$, a következő ütközés előtt közvetlenül pedig $v_{1x} = h\cos\theta_2\omega_1$. Közelítésképpen tekinthetjük úgy, hogy a dominósor haladási sebessége e két sebesség átlaga, vagyis

$$v_{\text{átl}} = \frac{v_{0x} + v_{1x}}{2} = \frac{h}{2}\omega_1(X + \cos\theta_2) = \frac{1}{2}(X + \cos\theta_2)\sqrt{3gh\frac{1-\cos\theta_2}{1-X^2}} \quad (9)$$

2. feladat

- (a) Az első feladatrészt megoldásához legegyszerűbben úgy jutunk, ha kiszámoljuk a kiáramló gáz által végzett munkát a zsilipajtón.

$$Fx = p_0Ax = \frac{mv^2}{2} \quad (10)$$

$$s_2 = vt = \sqrt{\frac{2p_0Ax}{m}}t = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 3 \text{ m}^2 \cdot 0.3 \text{ m}}{200 \text{ kg}}}300 \text{ s} = 9 \text{ km} \quad (11)$$

- (b) Mutasson az x tengely az úrnaszádtól kifelé merőlegesen. Az x irányú sebességek eloszlása

$$f(v_x) = \sqrt{\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)} \exp\left(-\frac{mv_x^2}{2kT}\right) \quad (12)$$

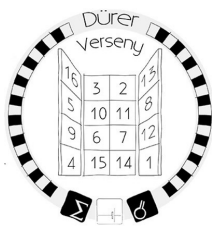
A normális eloszlást általában a

$$P(x) = \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (13)$$

alakban szokták megadni, ahol μ az átlaga σ pedig a szórása. A

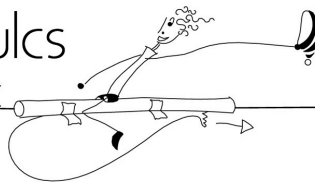
$$z = \frac{x-\mu}{\sigma} \quad (14)$$

átalakítással az eloszlás standardizálható a $\mu = 0$, $\sigma = 1$ normális eloszlásra. A feladat megoldásához azt kell kiszámolnunk, hogy v_x értéknél lesznek lassabbak a molekulák 99%-a.

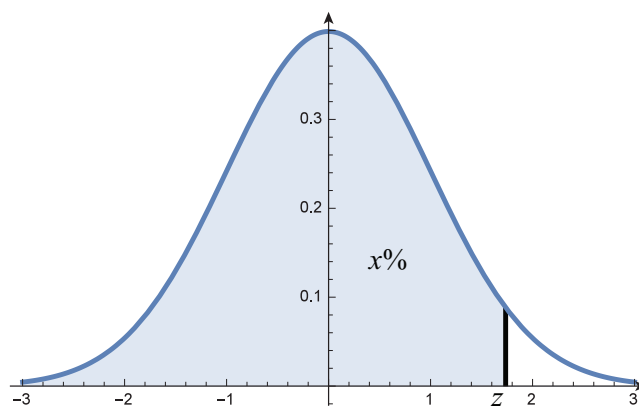


Fizika megoldókulcs

11 - 12. osztályosok



kategória



Ehhez a rendelkezésünkre állnak táblázatok, amelyekből kiolvasható, hogy a standardizált $P(z)$ eloszlás mely z értékhez tartozik a 0.99, amely $z = 2.326$ (a táblázatban nem feltétlenül fogunk pontosan 0.99-hez értéket találni, akkor használjuk a legközelebbit).

Azonosítsuk μ -t és σ -t, hogy megkaphassuk a keresett sebességet! A sebesség átlaga $\mu = 0$, hiszen különben nem lenne a gáz egésze nyugalomban.

Tehát

$$\sqrt{\frac{m}{2\pi kT}} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} = \sqrt{\frac{1}{\sigma^2 2\pi}} \rightarrow \sigma^2 = \frac{kT}{m}, \quad (15)$$

amiből következik, hogy a keresett távolság

$$s_1 = v_x t = z \sqrt{\frac{kT}{m}} t \quad (16)$$

Az űrhajó atmoszférája a földihez hasonló, akkor elsősorban oxigénből és nitrogénből áll. Ezen két gázra számolva $s_1^{\text{O}_2} = 2026$ m, illetve $s_1^{\text{N}_2} = 2166$ m.

3. feladat

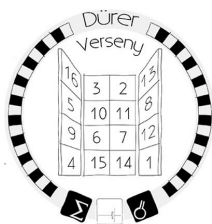
a. Aktivitásból felezési időt számolhatunk a bomlási törvény segítségével:

$$A_t = A_0 \cdot 2^{-t/T_{1/2}} \quad (17)$$

$$T_{1/2} = \frac{t}{\log_2 \left(\frac{A_0}{A_t} \right)} \quad (18)$$

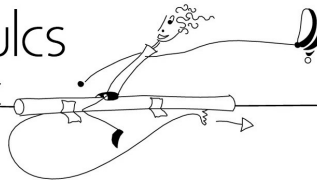
Ahol A_0 a kezdeti, A_t a végső aktivitás, a kettő között elkelte idő pedig t .

Bármely két aktivitásból számolunk felezési időt különböző eredményt kapunk, mivel a mérési adataink mérési hibával terheltek. A szisztematikus hibát úgy kerülszük el,



Fizika megoldókulcs

11 - 12. osztályosok



kategória

hogy egymással át nem fedő időablakok eredményeit használjuk.¹ A felhasznált mérések sorszámai, és az abból számolt felezési idők:

mérések sorszáma	t [h]	$T_{1/2}$ [h]
1. & 2.	2	5,883
2. & 3.	4	7,227
3. & 4.	6	4,789

Ezekből számolt felezési idő átlaga: $\overline{T_{1/2}} = 5,966$ h, a minta szórása 1,22 h. Tehát a felezési időre a $T_{1/2,A} = 5,97 \pm 1,22$ h választ adhatjuk. Ebből a kezdeti bomló atomok száma meghatározható: $N_0 = \frac{A_0 \ln(2)}{T_{1/2}} = 8660$ képletből. Az atom szám relatív hibája is 20%.

- b. A B anyag nagyon rövid felezési idővel rendelkezik, így képzelhetjük úgy, hogy az A elbomlik B -vé, és az szinte azonnal X -é. Tehát egy beállt egyensúly esetén pontosan annyi B anyag keletkezik, mint amennyi elbomlik. Mivel B rövid felezési idővel rendelkezik, azért az egyensúly hamar beáll. Ez alapján az aktivitás fele származik az A anyag bomlásából, míg a másik fele a B anyag bomlásából származik. A felezési időhöz az aktivitások arányát használtuk, ami nem változik az új információ fényében sem. Tehát a felezési időre marad a korábbi becslésünk. A bomló atomok számában viszont direkt használtuk az aktivitást. Az A anyag aktivitásának felére csökkenéséből a kezdeti atomszámról adott becslésünk is felére esik azaz $N_0 = 4330$ lesz 20%-os relatív hibával.

4. feladat

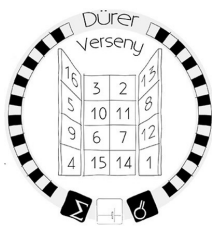
Mialatt a töltések a doboz széleire vándorolnak, az általuk érzett elektromos tér folytonosan csökken a kezdeti E értékről a végső $0,99E$ értékre. Ennek megfelelően tekinthetjük úgy, mintha a töltések egy átlagos $E' = 0,5(1 + 0,99)E = 0,995E$ erősségű térben mozognának. Mivel kezdetben a töltéeloszlás egyenletes, így a pozitív töltéseken végzett munka megegyezik a negatív töltéseken végzett munkával, a teljes munkavégzés tehát a pozitív töltéseken végzett munka kétszerese. Vegyük fel koordináta-rendszerünket úgy, hogy az x tengely feleljen meg az elektromos tér irányának és tekintsük azokat a pozitív töltéseket, amelyek az $l < x < l + \Delta l$ sávban vannak, valamilyen l távolság esetén. Ebben a sávban $Q\Delta l/L$ pozitív töltés van, a rajtuk végzett munka

$$W_+(l) = \frac{Q}{L} E' l \Delta l. \quad (19)$$

Az ugyanezen sávban lévő negatív töltéseken végzett munka viszont

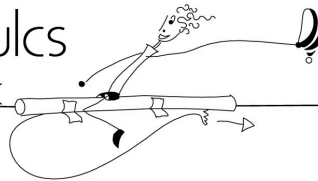
$$W_-(l) = \frac{Q}{L} E' (L - l) \Delta l, \quad (20)$$

¹Képzeljük el, hogy A_0 -nak mindig az 1. mérést használnánk, és csak A_t -t változtatnánk. Ekkor ha A_0 -t pontatlanul mértük (pl. többnek), akkor ha a többi aktivitást pontosan mértük is az összes számolt felezési időnk szisztematikusan kisebb lesz.



Fizika megoldókulcs

11 - 12. osztályosok



így tehát a teljes munkavégzés $W(l) = W_+(l) + W_-(l) = QE'\Delta l$ független l -től. Következésképpen könnyen összegezzük az egyes sávokra vett munkavégzéseket és azt kapjuk, hogy az elektromos tér által végzett teljes munka

$$W = QE'L \quad (21)$$

Q és L értéke ismert, így már csak E' -t, pontosabban az eredeti külső E térerősséget kell meghatároznunk. Ehhez vegyük figyelembe, hogy miután a töltések elmozdultak, a doboz egy síkkondenzátorhoz hasonlatos: a két szélén felhalmozódott töltések egy homogén belső teret hoznak létre. Ez tekinthető a két, homogén töltésű sík tereinek összegeként. A térerősség a felületi töltéssűrűséggel arányos, számszerű értéke

$$E_{\text{töltések}} = \frac{Q}{\varepsilon_0 A}. \quad (22)$$

Ez a tér csökkenti a kezdeti külső teret annak 99%-ára, tehát

$$\frac{Q}{\varepsilon_0 A} = 0,01E \rightarrow E = \frac{100Q}{\varepsilon_0 A}. \quad (23)$$

A teljes munkavégzés tehát

$$W = QL0,995E = \frac{99,5Q^2L}{\varepsilon_0 A} \approx 2,8 \cdot 10^{12} \text{ J}. \quad (24)$$

5. feladat

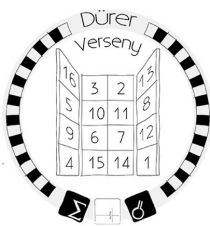
A fázistér meghatározásában a megmaradó mennyiségek segítenek:

- A labda az $x_0 = 0$ pontból indul és állandó $v_x = v_{0x}$ sebességgel halad a szemközti falig. A falnak ütközve sebssége előjelet vált és a labda állandó $v'_x = -v_{0x}$ sebsséggel halad vissza, a kiindulási falhoz. Azon pattanva sebssége ismét $v_x = v_{0x}$, koordinátája $x = 0$ lesz és a folyamat kezdődik előről. Tehát a fázistérben az $x \in [0, L_x]$ tartományba esnek, ahol a $v_x \in \{-v_{0x}, v_{0x}\}$ értékeket vehet fel. Az irányítás a fenti leírásnak megfelelően az ábrán látható.
- Az energia megmaradást felhasználva z kifejezhető v_z értékével:

$$E_z = \frac{1}{2}mv_z^2 + mgz = \frac{1}{2}mv_{0z}^2 \quad (25)$$

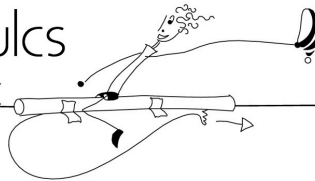
$$z = \frac{1}{2g} (v_{0z}^2 - v_z^2) \quad (26)$$

Amennyiben L_z elég nagy a labda bejárja a teljes $z \in [0, \frac{v_{0z}^2}{2g}]$ tartományt, egyébként csak $z \in [0, L_z]$. Felpattanás során a labda sebessége pozitív. Amikor eléri az L_z magas plafont vagy pályájának maximális pontját, akkor sebssége előjelet vált és z koordinátája csökkenni kezd, amíg el nem éri a $z = 0$. Ekkor a folyamat kezdődik előről.

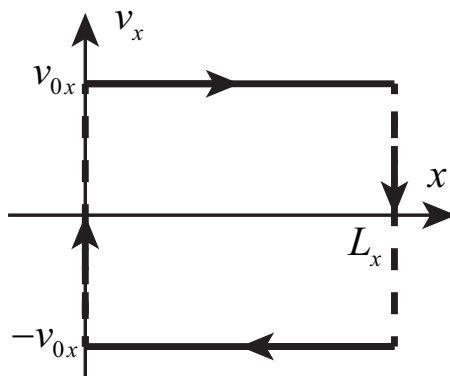
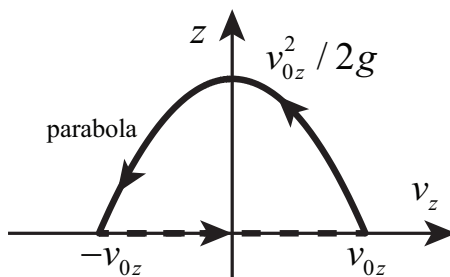
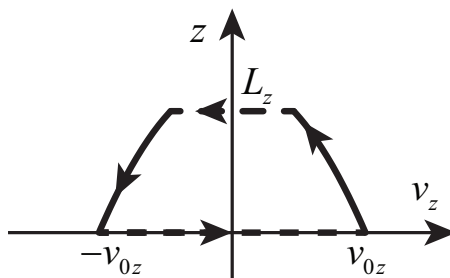


Fizika megoldókulcs

11 - 12. osztályosok



kategória

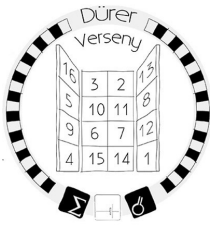
1. ábra. A pattogó labda $v_x - x$ fázisdiagramja2. ábra. A pattogó labda $v_z - z$ fázisdiagramja, ha L_z nagy.3. ábra. A pattogó labda $v_z - z$ fázisdiagramja, ha L_z nem elég nagy.

- c. Amíg v_x pozitív a x tengely hasonló lesz egy időtengelyhez. Ehhez írjuk fel az x és z koordináták időfüggését, amíg $v_x > 0$!

$$x(t) = v_{0x}t \quad (27)$$

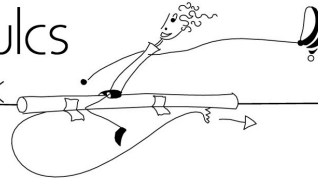
$$z(t) = v_{0z}\hat{t} - \frac{g}{2}\hat{t}^2 \quad (28)$$

Ahol $\hat{t}$ a legutolsó lepattnás óta eltelt idő. Azaz $\hat{t} = \left\{ \frac{t}{2v_{0z}/g} \right\} \cdot \frac{2v_{0z}}{g}$, ahol $\{x\}$ az x törtrésze.



Fizika megoldókulcs

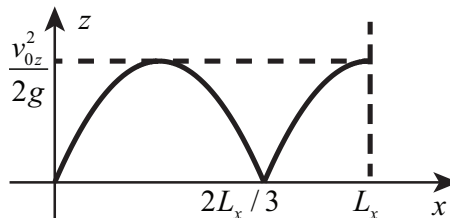
11 - 12. osztályosok



z -t x -el kifejezve:

$$z = \frac{v_{0z}}{v_{0x}} \hat{x} - \frac{g}{2v_{0x}^2} \hat{x}^2 = \frac{2v_{0z}^2}{g} \left(\left\{ \frac{xg}{2v_{0x}v_{0z}} \right\} - \left\{ \frac{xg}{2v_{0x}v_{0z}} \right\}^2 \right) \quad (29)$$

Ahol $\hat{x}$ a legutóbbi lepattanás óta megtett út x irányban. A fenti képletből láthatjuk, hogy a szemközti falnál $x = L_x$ estén a z koordináta éppen maximális. Tehát a labda akkor pattan a falnak, amikor pályája csúpontján jár, azaz $v = (v_{0x}, 0, 0)$. Ütközés után a sebessége éppen tükröződik, emiatt visszafelé is ugyanezen a pályán halad.



4. ábra. A pattogó labda $z - x$ fázisdiagramja, ha L_x elég nagy.

- d. **Áruszállítás:** A feladat nehézsége a megfelelő fázistér megválasztása. Mivel a kérdés szempontjából lényegtelen az úton haladók sebssége, emiatt a két úton felvett helyzetek lesznek a hasznos koordináták.

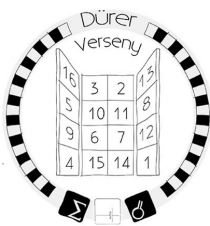
Jelölje x_i az s_i úton haladó pont relatív távolságát az A várostól, az egész (s_i) hosszához képest! Azaz:

- $x_1 = 0$ jelentése: az s_1 úton haladó jármű az A városban van.
- $x_2 = 1$ jelentése: az s_2 úton haladó jármű a B városban van.
- $x_2 = 0.5$ jelentése: az s_2 úton haladó jármű pontosan fél úton jár az A és B város között.

Mit jelent az x_1 - x_2 fázistéren, hogy az A -ból B -be haladva lehetséges, hogy sosem lesznek egymástól 200 m-nél messzebb? Mivel induláskor mind a két úton haladó ember az A városban van, ez azt jelenti, hogy a fázisterünk $(0, 0)$ pontjából indulnak. Az út végén mind a két úton haladó ember a B városban lesz, azaz a fázistér $(1, 1)$ pontja lesz a mozgás végpontja. Összefoglalva: a fázistér $(0, 0)$ pontjából az $(1, 1)$ pontba vezet egy olyan út², melyen legfeljebb 200 m távolságra van egymástól a két ember.

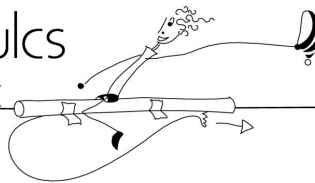
Mit szeretnénk elnézni a kamionokkal? Szeretnénk őket egyszerre, a két különböző városhoz a másik városba küldeni, úgy hogy közben mindig 200 m-nél távolabb legyenek egymástól. Fordítsuk ezt le a fázistér nyelvére! Tegyük fel, hogy az A -ból induló B -be haladó kamion az s_1 úton, a B -ből induló és A -ba tartó kamion az s_2 úton halad! Ekkor

²Az út mindevéig az $x_1, x_2 \in [0, 1]$ tartományban marad

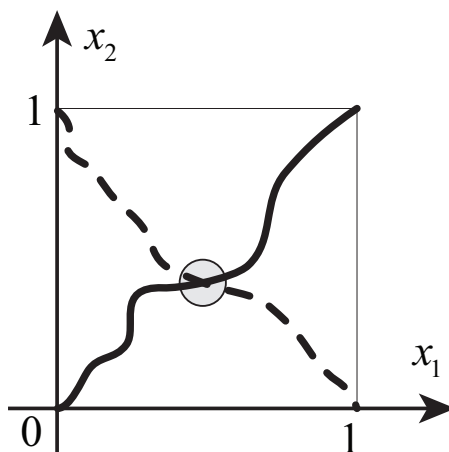


Fizika megoldókulcs

11 - 12. osztályosok

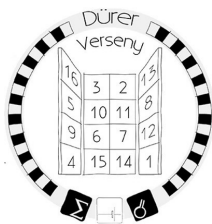


induláskor $x_1 = 0$ és $x_2 = 1$, azaz a fázistér $(0, 1)$ pontjában vagyunk, érkezéskor pedig $x_1 = 1$, $x_2 = 0$ azaz a fázistér $(1, 0)$ pontjában leszünk. Tehát ez esetben az egység négyzet két másik csúcsát szeretnénk összekötni egy olyan úttal³, melyen a két pont távolsága mindig nagyobb, mint 200 m. Bármilyen utat is rajzolunk a négyzetbe, mely az $(1, 0)$ pontot a $(0, 1)$ ponttal köti össze, az metszeni fogja a már korábban berajzolt utat. Így bárhogy próbálnak menni a kamionok lesz egy pillanat, amikor legfeljebb 200 m távolságra lesznek egymástól. Tehát a szállítás nem lehetséges.



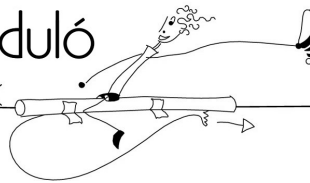
5. ábra. A szállítás fázistér ábrája.

³Az út mindevégig az $x_1, x_2 \in [0, 1]$ tartományban marad



Fizika mérési forduló

11 - 12. osztályosok



Mérés leírása

A mozgásegyenlet

A mérés során pontszerű test csillapított harmonikus rezgőmozgását fogjátok tanulmányozni. Harmonikus rezgőmozgást akkor végez egy test, ha azt a stabil egyensúlyi helyzetéből kicsit kitérítjük. Ekkor a testre ható erő arányos lesz a kitérítés mértékével. Egy rugóra függesztett test esetén ez azt jelenti, hogy $F = -Dx$, ahol F a testre ható erő nagysága, D a rugóra jellemző fizikai állandó, x a kitérítés nagysága. A mínusz előjel azt fejezi ki, hogy a kitérés irányával ellentétes irányú a visszatérítő erő. A mozgás hely-idő függvénye $x = A \cdot \cos\left(\sqrt{\frac{D}{m}} \cdot t - \phi\right)$, vagyis a periódusidő, illetve a hozzá tartozó körfrekvencia

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{D}} \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \sqrt{\frac{D}{m}}. \quad (1)$$

Csillapított rezgőmozgást akkor végez a test, ha a mozgás során energiát veszít. Adódhat ez súrlódásból, pl. lamináris áramlások okozta súrlódási erőből, amikor is a testre ható fékezőerő arányos a sebességével, $F = -Dx - \lambda v$, ahol λ a csillapítási tényező. Ekkor a mozgás hely-idő függvénye

$$x(t) = x_0 e^{-\beta t} \cdot \cos\left(\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2} \cdot t - \phi\right) \quad (2)$$

alakú lesz, ahol bevezettük a $D/m = \omega_0^2$ és $\lambda/2m = \beta$ jelöléseket. Vegyük észre, hogy ezt úgy is fel tudjuk fogni, mint egy harmonikus rezgőmozgást, amelynek periódusideje

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}}, \quad (3)$$

amplitúdója pedig időfüggő,

$$A = x_0 e^{-\beta t}. \quad (4)$$

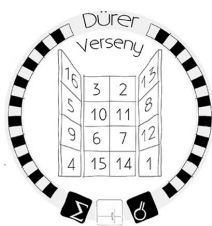
Mérési eszköztár

A méréshez rendelkezésekre áll

- egy húzórugó ismeretlen rugóállandóval
- egy tiszta réz vagy vas henger, amely a rugóra akasztható
- egy kémcső (ismert tömegű nehezzel, vagy anélkül), amely a rugóra akasztható
- egy nagy pohár vízzel
- miliméterpapír, stopperóra

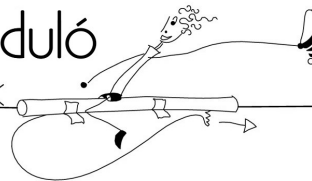
Döntő

2017.
február 11.



Fizika mérési forduló

11 - 12. osztályosok



Mérési feladatok

1. Mérétek meg a vas vagy réz henger geometriai adatait, és számoljátok ki a térfogatát! Függvénytáblázat segítségével határozzátok meg a tömegét!
2. A hengert és a kémcsövet (és esetleg további nehezekeket tartalmazó súlyt) akasszátok a rugóra, hozzátok rezgésbe, és az (1) egyenlet segítségével határozzátok meg a rugóállandót!
3. Lógassátok bele a kémcsövet a vízzel telt hengerbe! Hozzátok rezgésbe a rendszert, és figyeljétek, hogy mi történik! Feltételezhetjük, hogy ekkor a rendszer csillapított harmonikus rezgőmozgást fog végezni a fentiekben tárgyaltak szerint. Határozzátok meg a periódusidőt, majd számoljátok ki belőle a λ csillapítási tényezőt!
4. A csillapítási tényező a periódusidőn kívül az időben függő amplitúdóban is megjelenik. A rugót kitérítve hány periódust él meg a rendszer addig, amíg még képesek vagytok a kitérést egyértelműen mérni? Nézzétek meg, hogy hogyan csökken az amplitúdó az időben! (Javaslat: határozzátok meg a periódusidőt, majd határozzátok meg az első, második... stb n -edik kitérés maximumát.) Ha pozíciót tetszőlegesen pontosan tudnátok mérni, számítana-e, hogy a kezdeti kitérés után az első, vagy a második maximumtól mértétek?
5. Az előző pontban kapott amplitúdó-idő párokra exponenciális függvényt illeszteni fáradságos számolási feladat. Ehelyett úgy tudtok szemmel jól illesztést végezni, hogy nem az amplitúdót, hanem annak logaritmusát tekintitek. Ekkor a feladat egy egyenes illesztési problémára vezetődik vissza. Az egyenesillesztést vonalzó segítségével végezzétek el, majd a meredekségből olvassátok le a β paramtétért a λ csillapítási tényező meghatározásához!

Minden egyes feladatban jelöljétek, hogy mért adatoknak mik a lehetséges hibaforrásai, azok nagyságai, és hogy ez az adott alfeladatban mekkora hibát jelent az eredményben!

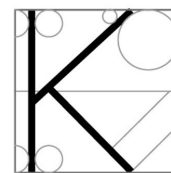
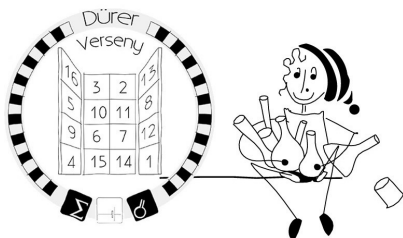
Az egyes feladatokra járó pontokat a javítás során, az eredmények tükrében választjuk meg. Általánosan igaz, hogy a könnyebb feladatokat vettük előre, amelyekre kevesebb pontot adunk. A mérési fordulóban a hibaszámításért minden részben adunk nem elhanyagolható mennyiségű pontot.

Használható segédeszközök: író- és rajzolóeszközök, számológép, függvénytáblázat.

A feladatok megoldására (a más kategóriák versenyzőitől eltérően) 120 perc áll a csapatok rendelkezésére.

Sikeres versenyzést kívánnak:

a szervezők

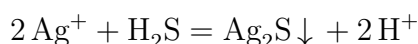
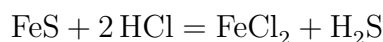
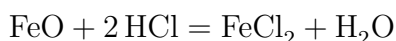
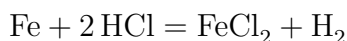


1. feladat

Egy porkeverék biztosan tartalmaz fémvasat, vas(II)-oxidot, és vas(II)-szulfidot. A keverék 15,0 g-ját feloldottuk 300 cm³ 2,00 mol/dm³-es sósavban. A keletkező gázelegy szén-dioxidra vonatkoztatott relatív sűrűsége 0,500. A gázelegyet ezüst-nitrát oldatba vezetve 24,8 g szulfid-csapadék válik le. A szilárd keverék sósavban történő oldásakor kapott oldat tized részét 25,0 cm³ 0,800 mol/dm³-es NaOH-oldat közömbösíti.

- Írjátok fel az oldáskor illetve a gázok ezüst-nitrát oldatba vezetésekor lejátszódó reakciók egyenletét!
- Számítsátok ki a porkeverék m/m %-os összetételét!
- Tartalmaz-e a porkeverék más anyagot?

Megoldás: a)



b) Látható, hogy csak a vas és a vas-szulfid oldása során keletkezik gáz, mégpedig hidrogén és hidrogén-szulfid. Egyedül utóbbi reagál az ezüst-nitráttal. A csapadék moláris tömege (247,9 g/mol) alapján pontosan 0,100 mol csapadék keletkezett, tehát 0,100 mol hidrogén-szulfid volt a gázelegyenben. Ha mellette x mol hidrogén volt akkor a következő egyenlet írható fel:

$$0,1 \cdot 34,08 + x \cdot 2,02 = (0,1 + x) \cdot 44 \cdot 0,50$$

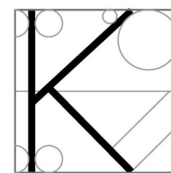
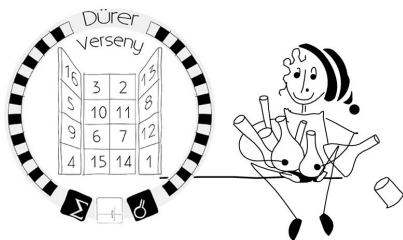
$$\text{Azaz: } 3,408 + 2,02x = 2,20 + 22x$$

$$1,208 = 19,98x \text{ tehát } x = 0,0605 \text{ mol}$$

A titrálási adatokból látszik, hogy 20 mmol NaOH közömbösítette a visszamaradt sósav tized részét. Tehát összesen 0,200 mol HCl maradt és mivel 0,600 mol-ból indultunk ki ezért 0,400 mol fogyott. A két eddig meghatározott komponensre $2 \cdot (0,1000 + 0,0605) = 0,321$ mol fogyott, így a vas-oxidra 0,079 mol jut. Ez alapján 0,0395 mol vas-oxid volt a mintában. A minta összetételét táblázatban foglaltuk össze:

Képlet	n / mol	m / g	m/m %
Fe	0,0605	3,376	22,5 %
FeO	0,0395	2,836	18,9 %
FeS	0,1000	8,790	58,6 %

c) A komponensek tömegét összeadva 15,0 g-ot kapunk, tehát nem tartalmazott az említetteken kívül más anyagot a keverék.



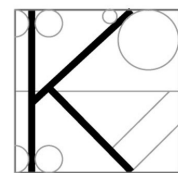
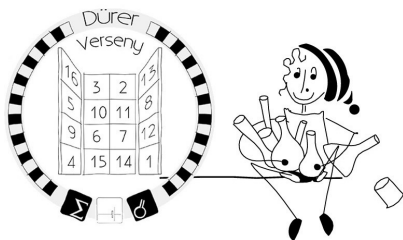
2. feladat

A szertárban találunk egy régóta porosodó üvegcsét, melyről a pontos felirat félig lekopott, annyit viszont bizonyosan megállapíthatunk, hogy két szerves vegyület került összekeverésre benne, és ezen vegyületek között csak egyetlen oxigénatom eltérés van. Az üveg kinyitása-kor érezhetjük, hogy a kupak nem volt megfelelően rögzítve, majd megszemlélve tartalmát azt látjuk, hogy az üveg összeállt, fehér kristályos port tartalmaz valószínűleg a kis mennyiségű megkötött vízpára miatt. Analitikai mérlegen megmérve az anyag tömegét 5,2784 g-ot kapunk.

Az anyagból további vizsgálatra fél gramm mintát veszünk, a minta pontos tömege analitikai mérlegen mérve 0,5012 g. A vett mintát légfeleslegben, 2,381 dm³ levegőben (79,0 % N₂ és 21,0 % O₂) tökéletesen elégetjük. A keletkező füstgáz térfogata 2,757 dm³, V/V %-os összetétele: 6,17 % O₂, 68,22 % N₂, 14,12 % CO₂ és 11,49 % H₂O.

Ezután egy újabb mintát veszünk, melynek tömege 0,4993 g. A minta vízben könnyen feloldható. A 25,00 ml térfogatú oldathoz 15,00 cm³ 0,0255 mol/dm³-es K₂Cr₂O₇-oldatot adunk. A reakció lezajlása után a visszamaradó 40,00 ml oldatban a K₂Cr₂O₇ koncentrációja 2,230 mmol/dm³. A K₂Cr₂O₇-tal a minta egyik komponense enyhén oxidálható (a króm +3-as oxidációs számmal rendelkezik a reakció végére), az oxidáció során az adott komponens moláris tömege csak 2-vel változik, és a keletkező anyag tömege 0,1161 g.

- Mi a két szerves vegyület összegképlete?
- Rajzoljátok fel az ezen összegképletekhez tartozó, feladat megoldásainak tekinthető szerkezeti képleteket!
- Adjátok meg a üvegben lévő por *m/m* %-os összetételét!
- Írjátok fel az égetési egyenleteket, illetve a kromátos oxidáció során lezajló egyenletet!



Megoldás: Az üvegben lévő anyagok: $C_xH_yO_z$, $C_xH_yO_{z+1}$ és H_2O

1. Oxidáció:

Minta tömege: $m_{m1} = 0,4993 \text{ g}$

Termék tömege: $m_{term} = 0,1161 \text{ g}$

Kálium-bikromát kezdeti anyagmennyisége: $n_{K_2Cr_2O_7} = 0,3825 \text{ mmol}$

Kálium-bikromát visszamért anyagmennyisége: $n_{K_2Cr_2O_7} = 0,0892 \text{ mmol}$

Kálium-bikromát anyagmennyisége: $n_{K_2Cr_2O_7} = 0,2933 \text{ mmol}$

Az oxidáció során az egyik komponens molekulatömege 2-vel csökken, ez egyértelműen két hidrogén-atom távozását jelenti. Mivel tudjuk, hogy a két komponensünk között a különbség egy oxigén atom, így valószínűleg az oxidálódó szénatomon egy hidroxil-csoport kell hogy legyen, és a reakció során ez alakul át oxocsoporttá (a molekulatömegváltozást csak ez a folyamat tudja magyarázni). Ezen reakció során a szén oxidációs száma 2-vel nő, míg a króm oxidációs száma 3-mal csökken, emiatt a szerves komponens és a kálium-bikromát 3:1 arányban reagál egymással (mivel a bikromátban 2 króm is van). Ezek alapján az elreagáló szerves komponens anyagmennyisége (ezáltal a szerves termék anyagmennyisége), továbbá a termék móltömege kiszámolható.

$$n_{1,1} = 3 \cdot n_{K_2Cr_2O_7} = 8,801 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$M_{term} = m_{term} / n_{1,1} = 0,1161 \text{ g} / 8,801 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 131,92 \text{ g/mol} \approx 132 \text{ g/mol}$$

$$\text{Tehát } M_1 = 134 \text{ g/mol és } M_2 = 118 \text{ g/mol.}$$

Az első szerves komponens tömegszázaléka is számítható az adatok alapján: $m_{1,1} = n_{1,1} \cdot M_1 = 8,801 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 134 \text{ g/mol} = 0,1179 \text{ g}$

$$m/m \% (C_xH_yO_{z+1}) = m_{1,1}/m_{m1} = 0,1179 \text{ g} / 0,4993 \text{ g} = 23,61 \%$$

2. Égetés:

Minta tömege: $m_{m2} = 0,5012 \text{ g}$

$$V_{\text{ö},0} = 2,381 \text{ dm}^3$$

$$V_{N_2,0} = 0,79 \cdot 2,381 = 1,881 \text{ dm}^3 \text{ azaz } n_{N_2,0} = 1,881 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 7,678 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$V_{O_2,0} = 0,21 \cdot 2,381 = 0,5000 \text{ dm}^3 \text{ azaz } n_{O_2,0} = 0,5000 \text{ dm}^3 / 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} = 2,041 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$V_{\text{ö},után} = 2,706 \text{ dm}^3$$

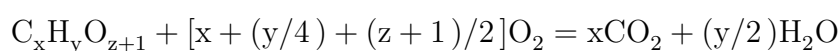
$$V_{O_2,u} = 0,1701 \text{ dm}^3 \text{ azaz } n_{O_2,u} = 6,943 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

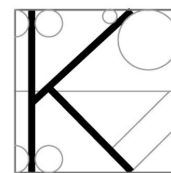
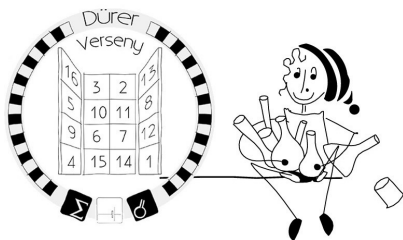
$$V_{N_2,u} = 1,881 \text{ dm}^3 \text{ azaz } n_{N_2,u} = 7,678 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$V_{CO_2,u} = 0,3893 \text{ dm}^3 \text{ azaz } n_{CO_2,u} = 1,589 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$V_{H_2O,u} = 0,3168 \text{ dm}^3 \text{ azaz } n_{H_2O,u} = 1,293 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

A kiszámolt értékek alapján megállapítható, hogy a kiindulási anyagokban nitrogén nem volt. Az egyes komponensekre felírhatjuk az általános égetési reakcióegyenletet, mely így néz ki az első komponens esetén:





Mivel mindkét anyagban ugyanannyi szénatom van, és a mintában csak kevés víz található, így ha a minta tömegét elosztjuk a CO_2 anyagmennyiségének és a vegyületben lévő szénatomok mennyiségének a hányadosával, megkapjuk a keverék hozzávetőleges molekulatömegét. Ennek a hozzávetőleges molekulatömegnek az oxidációs számításnál meghatározott két molekulatömeg közé kell esnie, mivel a víz mennyisége a mintában kevés, és láthattuk, hogy a hidroxil-csoportot tartalmazó komponens csak a minta negyedét teszi ki, tehát az átlagos molekulatömegnek inkább a 118 g/mol felé kell esnie (persze itt a mintában lévő víz mennyisége be fog zavarni, szóval nem kapunk pontos átlagos molekulatömeget, de ezzel a közelítéssel nem követünk el hibát).

Ha $x=1$ akkor $M_{\text{átlag}} \approx m_{m1}/(n_{\text{CO}_2,u}/x) = m_{m1} \cdot x/n_{\text{CO}_2,u} = 0,5012 \text{ g} \cdot 1 / 1,589 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 31,54 \text{ g/mol}$

Ha $x=2$ akkor $M_{\text{átlag}} \approx 0,5012 \text{ g} \cdot 2/1,589 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 63,08 \text{ g/mol}$

Ha $x=3$ akkor $M_{\text{átlag}} \approx 0,5012 \text{ g} \cdot 3/1,589 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 94,63 \text{ g/mol}$

Ha $x=4$ akkor $M_{\text{átlag}} \approx 0,5012 \text{ g} \cdot 4/1,589 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 126,17 \text{ g/mol}$

Ha $x=5$ akkor $M_{\text{átlag}} \approx 0,5012 \text{ g} \cdot 5/1,589 \cdot 10^{-2} \text{ mol} = 157,71 \text{ g/mol}$

Ezek alapján tehát megállapíthatjuk, hogy csak akkor esik a hozzávetőleges átlagos molekulatömeg a megadott tartományba, ha a komponensek szénatomszáma 4-el egyenlő. Az égetés során nyert víz és szén-dioxid arányából a szén-hidrogén arányra is következtethetünk. Mivel a kiindulási keverékben víz is volt, emiatt biztosak lehetünk benne, hogy a szerves komponensekben lévő hidrogén mennyisége kevesebb, mint amit az égetési adatok alapján számíthatunk.

$$n_{\text{H}_2\text{O},u}/n_{\text{CO}_2,u} = 1,293 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / (1,589 \cdot 10^{-2}) \text{ mol} = 0,814$$

$$\text{H-atomok (a szerves komponensekben)} / \text{C-atomok} < 2 \cdot n_{\text{H}_2\text{O},u} / n_{\text{CO}_2,u} = 1,627$$

$$\text{H-atomok mennyisége (a szerves komponensekben)} < \text{C-atomok mennyisége} \cdot 1,627$$

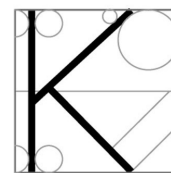
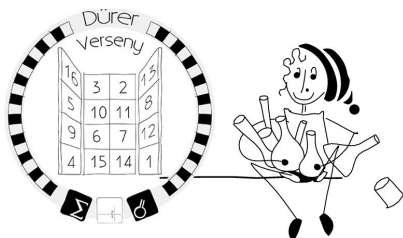
$$\text{H-atomok mennyisége (a szerves komponensekben)} < 4 \cdot 1,627 = 6,51$$

Tehát maximum 6 hidrogén atom lehet a szerves komponensekben.

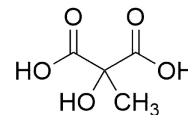
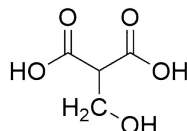
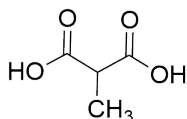
Tudjuk, hogy 4 szénatomos molekulákról van szó, melyek szobahőmérsékleten szilárd halmazállapotúak, és a vegyületek csak szénből, hidrogénből és oxigénből állnak. Azt is megállapíthatjuk, hogy mivel csak az egyik komponens vett részt az oxidációs reakcióban, így csak az egyik komponensben lehet szabad hidroxil-csoport, és ebben lennie is kell. Ha utánanézzünk a függvénytáblázatban, azt látjuk, hogy ilyen esetben a monokarbonsavak még folyékony halmazállapotúak (alkohol mellé szénhidrogén lenne párba, szóval ez is kizárható, mivel ez még gáz halmazállapotú, észterek is folyékonyak, aldehidek is), emiatt csak a dikarbonsavak jöhetnek szóba. Ezen gondolatunkat a függvénytáblázat is alátámasztja. Emiatt a vegyületben minimum 4 oxigénnek kell lennie.

Ezek alapján tehát tudjuk, hogy a szerves komponensek 4 szénatomból, maximum 6 hidrogén atomból és minimum 4 oxigénatomból állnak, az egyik molekulatömege 118 g/mol, a másiké 134 g/mol. Ha megvizsgáljuk, hogy 4 szénatom és 4 oxigénatom mellett mennyi molekulatömeg marad szabadon, az alábbiit tapasztaljuk:

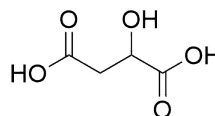
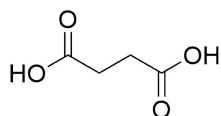
$$M_2 - (x \cdot M_C) - (z \cdot M_O) = 118 \text{ g/mol} - 4 \cdot 12 \text{ g/mol} - 4 \cdot 16 \text{ g/mol} = 6 \text{ g/mol}$$



a) Tehát biztosak lehetünk benne, hogy a vegyületek összegképlete a következő: $C_4H_6O_4$, $C_4H_6O_5$, H_2O .



és



b) Összegképlet: $C_4H_6O_4$

Összegképlet: $C_4H_6O_5$

Tudjuk, hogy a $C_4H_6O_5$ összegképletű vegyület mennyisége a keverékben 23,61 m/m %. A mintában ezek alapján a komponens tömege:

$$m_{1,2} = m_{m2} \cdot m/m \%(C_4H_6O_5) = 0,5012 \text{ g} \cdot 0,2361 = 0,1183 \text{ g}$$

$$n_{1,2} = m_{1,2} / M_1 = 0,1183 \text{ g} / 134 \text{ g/mol} = 8,828 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n_{CO_2, (1.komponensből)} = x \cdot n_{1,2} = 4 \cdot 8,828 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 3,531 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

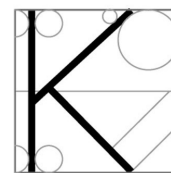
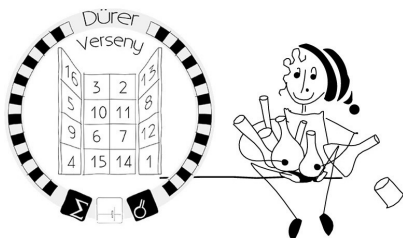
$$n_{CO_2, (2.komponensből)} = n_{CO_2, u} - n_{CO_2, (1.komponensből)} = 1,589 \cdot 10^{-2} \text{ mol} - 3,531 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 1,236 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$n_{2,2} = n_{CO_2, (2.komponensből)} / x = 1,236 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / 4 = 3,090 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$m_{2,2} = n_{2,2} \cdot M_2 = 3,090 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 118 \text{ g/mol} = 0,3646 \text{ g}$$

$$m_{H_2O, 2} = m_{m2} - m_{1,2} - m_{2,2} = 0,5012 \text{ g} - 0,1183 \text{ g} - 0,3646 \text{ g} = 0,018 \text{ g}$$

c) Tehát az egyes komponensek tömegszázaléka az alábbi: $C_4H_6O_4$ – 72,75 %, $C_4H_6O_5$ – 23,61 % és H_2O – 3,64 %



3. feladat

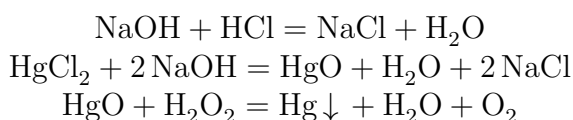
Paracelsus elsősorban a gyógyításra próbálta a megszerzett tudását hasznosítani, ezt tűzte ki az alkímia céljának is (szemben az addigi célkitűzéssel, a bölcsek kövének „megtalálásával”). Tőle származik az a mondás is, hogy „A mennyiség teszi a mérget.”. Többek között a higany is fontos szerepet töltött be filozófiájában és kutatásaiban. Higanyvegyületekkel (HgCl_2) kezelni tudta a szifilisz, a betegséget tudományos módszerekkel vizsgálta, és az addigiaknál nagyobb pontossággal írta le tüneteit.

A higany vegyületeinek kvantitatív meghatározására többféle módszer is létezik. Ezek egyike a higany(II)-klorid lúgos, redukáló közegben történő visszamérési módszere. A következőképpen jártunk el: Ismeretlen koncentrációjú törzsoldatból $20,00 \text{ cm}^3$ -t titrálólombikba kimértünk. Hozzáadtunk feleslegben $20,00 \text{ cm}^3$ közelítőleg $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú NaOH mérőoldatot, valamint 2 ml 30% -os hidrogén-peroxidot. Kezdetben (narancs)sárgás csapadék vált ki, ami lassan megszürkült. Forralás hatására szürke csapadék gyűlt össze a lombik alján, a kezdeti gázfejlődés megszűnt. A kapott oldatot metilvörös indikátor segítségével $0,0800 \text{ mol/dm}^3$ -es sósav-oldattal titráltuk. A sósav fogyások átlaga $14,33 \text{ cm}^3$ volt.

A NaOH faktorozásánál $10,00 \text{ cm}^3$ NaOH oldatot mértünk metilnarancs indikátorral az előbb is használt sósavval, a fogyások átlaga $13,14 \text{ cm}^3$ volt.

- Írjátok fel a titrálások során lejátszódó egyenleteket!
- Mennyi az alkalmazott NaOH-oldat faktora illetve a pontos koncentrációja?
- Mekkora volt a kiindulási mintánk HgCl_2 tömegkoncentrációja, ha abból négyszeres hígítással készítettünk törzsoldatot?

Megoldás: a)



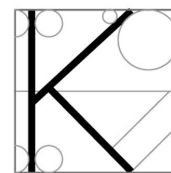
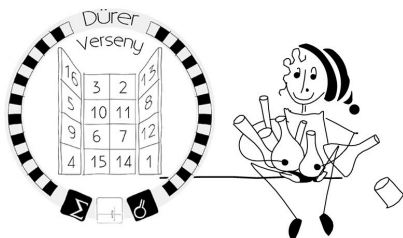
b) A NaOH-oldat sósavas faktorozásának egyenlete: $\text{NaOH} + \text{HCl} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$. A sósav-oldat megegyezik a feladat első részében használttal, ennek koncentrációja $c_{\text{HCl}} = 0,0800 \text{ mol/dm}^3$. Az anyagmennyiségét tehát egyszerűen ki tudjuk számolni a fogyások átlagából ($13,14 \text{ cm}^3$).

$$n = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = 0,0800 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01314 \text{ dm}^3 = 1,051 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$10,00 \text{ cm}^3$ NaOH oldatot mértünk ki, ennek koncentrációja ismeretlen, anyagmennyisége viszont az egyenlet alapján megegyezik a HCl anyagmennyiségével. A koncentráció az anyagmennyiség és térfogat hányadosaként könnyedén megállapítható.

$$c_{\text{NaOH}} = n/V_{\text{NaOH}} = (1,051 \cdot 10^{-3} \text{ mol}) / (0,01000 \text{ dm}^3) = 0,1051 \text{ mol/dm}^3$$

A faktor a valós koncentráció és a névleges koncentráció ($0,1 \text{ mol/dm}^3$) hányadosa:



$$f = c_{\text{NaOH}}/c_{\text{névl}} = (0,1051 \text{ mol/dm}^3) / (0,1 \text{ mol/dm}^3) = \mathbf{1,051}$$

c) $20,00 \text{ cm}^3 \text{ HgCl}_2$ törzsoldatot mértünk lúgos, redukáló közegben (NaOH és H_2O_2). A higany vegyületeiben jártas számára kiderült, hogy a csapadék higany(II)-oxid lehetett. Ez a NaOH hatására keletkezett az oldatban, a reakció nem járt oxidációs szám változással. A szürkülés a fémhiganyra utal, ez a redukáló közeg miatt történt. A viszonylag lassú reakciót forralással tesszük teljessé, az elemi higany szürke csapadékként összegyűlik a lombik alján. A leírtak alapján gáz távozik el a reakció során, a jelenlévő anyagokat figyelembe véve, ez csakis oxigén lehetett (H_2O_2 redukál).

A titrálás egyszerű sav-bázis visszatitrálás, ismert koncentrációjú sósav-oldattal titrálunk a NaOH feleslegét. (Az elején leírtak alapján $20,00 \text{ cm}^3 \text{ NaOH}$ oldatot adtunk a törzsoldat adott részletéhez.) A sósav fogyások átlaga $14,33 \text{ cm}^3$, koncentrációja $0,0800 \text{ mol/dm}^3$, innen kiszámítható a reagáló HCl anyagmennyisége:

$$n_{\text{HCl}} = c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}} = 0,0800 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,01433 \text{ dm}^3 = 1,146 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

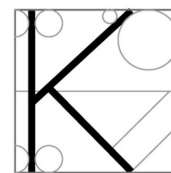
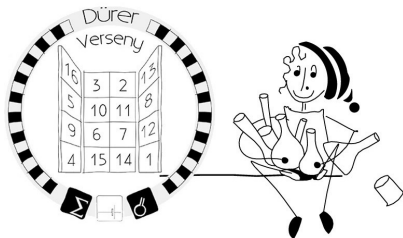
A HgCl_2 -dal tehát a sósavval „nem mért” NaOH reagált el 1:2 arányban, a reagáló NaOH anyagmennyisége:

$$n_{\text{NaOH, reagáló}} = c_{\text{NaOH, névl}} \cdot f \cdot V_{\text{NaOH}} - n_{\text{HCl}} = 0,1 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1,051 \cdot 0,02000 \text{ dm}^3 - 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 9,560 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

A sztöchiometria szerint a HgCl_2 anyagmennyisége a vele elreagáló NaOH -nak a fele, így a $20,00 \text{ cm}^3$ -es részletben $4,78 \cdot 10^{-4} \text{ mol HgCl}_2$ van. A kérdés úgy szólt, hogy a kiindulási minta HgCl_2 tömegkoncentrációja mennyi volt, ha azt négyszeres hígítással készítettük el. A törzsoldat tömegkoncentrációja tehát kiszámolható a HgCl_2 móltömegének ($271,50 \text{ g/mol}$) ismeretében:

$$c_{m, \text{HgCl}_2, t.o.} = n_{\text{HgCl}_2} / V_{\text{titrált}} \cdot M_{\text{HgCl}_2} = (4,78 \cdot 10^{-4} \text{ mol}) / (0,02000 \text{ dm}^3) \cdot 271,50 \text{ g/mol} = 6,489 \text{ g/dm}^3.$$

Mivel ez négyszeres hígítással készült, ezért ennek négyszerese a minta tömegkoncentrációja, azaz $\mathbf{25,96 \text{ g/dm}^3}$.



4. feladat

Utónium professzor sóval, cukorral, és „minden-mi-jóval” próbál definiálni egy új „Avogadro-számot”. A fenti anyagokat X-vegyszerben oldja fel, és az oldatot egy molekularéteg vastagságban teríti ki. A továbbiakban az oldatot tekinthetjük tiszta anyagnak, az oldat részecskéit kockának. Egyik esetben az $0,368 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű oldat $1,000 \text{ g}$ -ja $5609,6 \text{ m}^2$ felületet fed be, az ebben található részecskék száma lesz az ún. Utónium-szám (N_U).

- Mekkora az adódik az X-oldat egy „molekulájának” térfogata?
- Mi lesz az így számított N_U értéke?

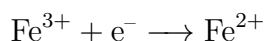
Utónium professzor azonban nem számolt azzal, hogy újdonsült mértékének bevezetésével számos egyetemes állandó értékét újból definiálni kell (pl. az dm^3 -enként N_U db oldott anyag részecskét tartalmazó oldat az új anyagmennyiség-egység bevezetésével az 1 U elnevezést kapta).

- Adjuk meg az egyetemes gázállandó (R_U) értékét!

Utónium professzor kísérletezős kedve nem lankadt, korábbi eredményein felbuzdulva, a következőkben ammónia-oldat $p_U\text{H}$ -jának mérésén fáradozott. Ehhez a H^+ -ok U-ban kifejezett koncentrációjának negatív logaritmusát kell venni.

- Határozzuk meg, az Utónium-módszerrel számított $p_U\text{H}$ -ját egy $0,100 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammónia-oldatnak! ($K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$)
- Hányszorosára kell hígítani a fenti oldatot, hogy $p_U\text{H}$ értéke eggyel csökkenjen?

Utónium professzor nem csak Avogadrot, hanem Walther Nernstet is le akarta taszítani a kémia csarnokában elfoglalt trónusáról. A következő cellareakció elektródpotenciálját vizsgálta:



- Adjuk meg a fenti félreakció standard elektródpotenciálját Utónium-módszerrel! (A koncentrációk 1 mol/dm^3 helyett 1 U értéket vesznek fel!) Az eredeti egységekkel számolva ez az adat $0,77 \text{ V}$ -nak adódik.

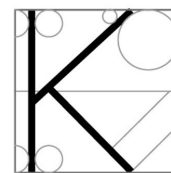
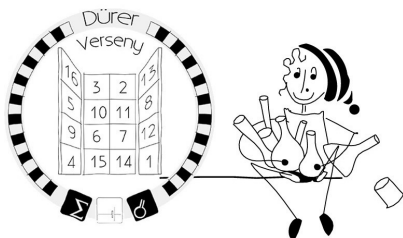
Megoldás: a) Jelöljük az "oldatrészecske" kockájának élhosszát h -val!

$$\begin{aligned} V &= m/\rho = 2,717 \text{ cm}^3 \\ V &= A \cdot h \\ h &= 4,84 \cdot 10^{-8} \text{ m} \\ V(\text{részecske}) &= h^3 = 1,137 \cdot 10^{-28} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

b)

$$\begin{aligned} V &= N_U \cdot V(\text{részecske}) \\ N_U &= 2,391 \cdot 10^{22} \end{aligned}$$

Utónium professzor a továbbiakban két értékes jegyre számol.



c)

$$pV = nRT \text{ azaz } pV = \frac{N}{N_A} \cdot RT$$

$$\frac{pV}{NT} = \frac{R}{N_A} = \frac{R_U}{N_U}$$

Adott részecskeszám mellett n értéke a 25-szörösére nő (N_A / N_U), így R értéke a 25-öd részére csökken $R_U = R / 25 = 0,331 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

d) Vezessük be α -t a disszociációfok jelölésére.

$$\frac{\alpha^2 \cdot 0,1}{1 - \alpha} = K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

A fenti egyenletből: $\alpha = 0,0133$

Tehát $[\text{OH}^-] = 0,00133 \text{ mol/dm}^3$, azaz $[\text{H}^+] = 7,52 \cdot 10^{-12} \text{ mol/dm}^3$. Ezt átváltva Utónium professzor mértékegységébe: $[\text{H}^+] = 1,88 \cdot 10^{-10} \text{ U}$. Ezek alapján: $p_U H = 9,73$.

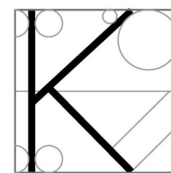
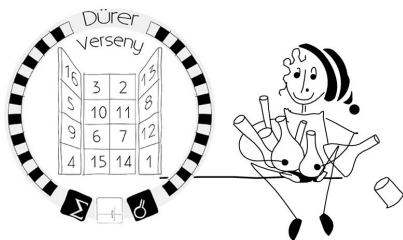
e) $p_U H = 8,73$, amiből következik, hogy $[\text{H}^+] = 1,88 \cdot 10^{-9} \text{ U}$, azaz $7,52 \cdot 10^{-11} \text{ mol/dm}^3$. Tehát $[\text{OH}^-] = 1,33 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$.

Vezessük be a hígítási faktort, h -t. A disszociációt tartalmazó egyenlet így alakul:

$$\frac{\alpha^2 h^2 \cdot 0,01}{0,1 \cdot c - 0,1 \cdot \alpha c} = K_b = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

ahol $0,1 \cdot \alpha c$ valójában $[\text{OH}^-]$, azaz értékét ismerjük. A nevezőben ennek négyzete látható, így egyetlen ismeretlen marad a h . A fenti egyenletet megoldva: $h = 0,0112$. A hígítás ennek reciproka, azaz 89,6-szeres.

f) A Nernst-egyenletben a redukálódó és az oxidálódó komponensek koncentrációinak hányadosa található. Mivel a feladatban szereplő egyenletben nem történik anyagmennyiség változás, ezért a hányados értéke független lesz a koncentráció mértékegységétől. Tehát az elektródpotenciál értéke $0,77 \text{ V}$ marad.



5. feladat

A xilol egyik izomere a para-xilol. Ennek oxidációjával egy olyan fontos műanyagipari alapanyaghoz juthatunk, mint a tereftálsav. A para-xilol oxidációját laborkörülmények között kobalt-acetát, ecetsav és nátrium-bromid katalizátorral végezhetjük el levegő jelenlétében. A para-xilol oxidációja tereftálsavvá két lépésben megy végbe az oldalláncokon.

a) Írjátok föl a reakció egyenletét!

A laboratóriumban egy régi vegyészeti könyv segítségével összeállítottunk egy levegő átáramoltatásával működő oxidációs berendezést, amelybe 8,00 ml para-xilolt töltöttünk be. A leírásban szerepelt továbbá a katalizátorok bemérendő mennyisége, azonban a beállítandó légáram elmosódott egy korábbi kísérlet során bekövetkezett kisebb baleset miatt. Tudjuk, hogy a levegő oxigéntartalma 21,0 V/V %, a para-xilol sűrűsége 0,861 g/cm³, a betáplált levegő pedig standard állapotú (25,0 °C, 101,3 kPa).

b) Számoljátok ki, hogy mekkora légáramra lenne szükségünk (cm³/perc-ben), ha két óra alatt szeretnénk végezni a teljes kísérlettel!

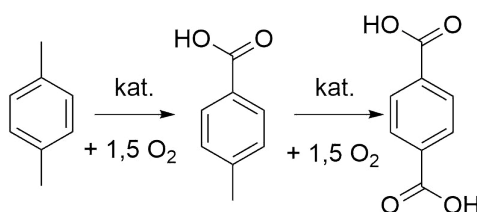
Sajnos a kísérletünk nem a várt eredményt hozta, a kiindulási anyagunknak csak egy része alakult át. Több mérés segítségével kiderítettük, hogy a levegővel történő oxidáció hatásfoka csupán 37,5 %.

c) Számoljátok ki, hogy ebben az esetben – ugyanazt a térfogatáramot használva – hány gramm tereftálsavat kapunk a két órás reakció elvégzése után!

d) Ha a reakció ilyen sebességgel megy végbe, mennyi időre lenne szükségünk, hogy 10 g tereftálsavat kapjunk?

e) Mekkora légáramra alkalmazására lenne szükség ilyen hatásfok mellett, hogy két óra alatt az egész mennyiséget eloxidáljuk?

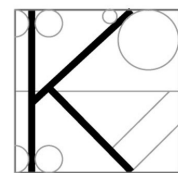
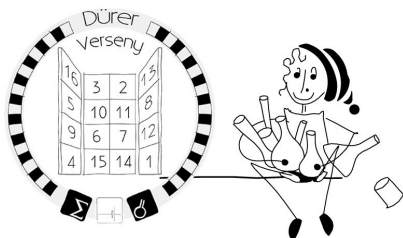
Megoldás: a)



b) $V = 8 \text{ ml}$ és $\rho = 0,861 \text{ g/cm}^3$ azaz $m = \rho \cdot V = 6,888 \text{ g}$ para-xilolból indulunk ki.
Anyagmennyiség: $n = m/M = 6,888/106,16 = 0,0649 \text{ mol}$

A reakcióegyenlet alapján 3 mol oxigén az ekvivalens, azaz $n_{\text{O}_2} = 0,195 \text{ mol}$. Tehát a szükséges levegő anyagmennyisége: $n = 0,195 / 0,21 = 0,927 \text{ mol}$, ennek térfogata:
 $V = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot n = 22,71 \text{ dm}^3$.

Két óra az 120 perc, így a térfogatáram: $V/t = 189,24 \text{ cm}^3/\text{perc}$.



c) Az összes para-xilol mennyiségnek csak 37,5 %-a alakul át, aminek a tömege:

$$m = n_{px} \cdot 0,375 \cdot 166,3 = 4,046 \text{ g}$$

d) Aránypáráként számítva: ha 2 óra alatt 4,046 g keletkezik ilyen sebességgel, akkor x óra alatt 10 g keletkezik.

$$x = (10/4,046) \cdot 2 \text{ h} = 4,94 \text{ h}$$

Másképpen számolva: 10 g tereftálsav anyagmennyisége: $10 \text{ g} / (166,13 \text{ g/mol}) = 0,0602 \text{ mol}$. Ehhez 0,0602 mol p-xilol szükséges és $3 \cdot 0,0602 = 0,1806 \text{ mol}$ oxigén, melynek térfogata $V = 24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} \cdot 0,1806 \text{ mol} = 4,424 \text{ dm}^3 = 4424 \text{ cm}^3$.

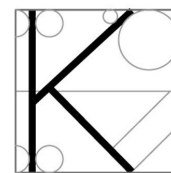
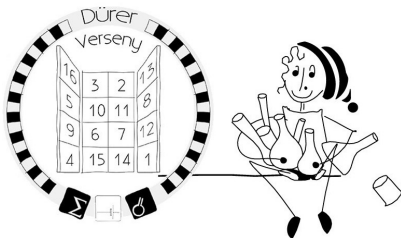
Ez a szükséges oxigén mennyisége, így a szükséges levegő térfogata $4424 / 0,21 = 21066,7 \text{ cm}^3$. A térfogat és a térfogatáram ismeretében a szükséges idő $t = 21066,7 \text{ cm}^3 / (189,24 \text{ cm}^3/\text{min}) = 111,32 \text{ min} = 1,855 \text{ h}$.

Viszont mivel a reakció 37,5 %-os hatásfokkal megy végbe, ezért a szükséges idő a következőképpen változik: $t = 1,855 / 0,375 = 4,95 \text{ h}$

e) Aránypárral számolva: ha 2 h alatt 4,046 g tereftálsav keletkezik $189,24 \text{ cm}^3/\text{min}$ légáram mellett, akkor $0,0649 \cdot 166,13 (= 10,782) \text{ g}$ keletkezik y légáram mellett.

$$y = (10,782/4,046) \cdot 189,24 \text{ cm}^3/\text{min} = 504,3 \text{ cm}^3/\text{min}$$

Másképpen számolva: az a) részben levezetett eredményt el kell osztanunk a hatásfokkal: $189,24 \text{ cm}^3 / 0,375 = 504,64 \text{ cm}^3/\text{min}$.



1. feladat: Hány féle olyan C_6H_{12} összegképletű konstitúciós izomer létezik, ami nem színteleníti el a brómos vizet?

Megoldás: 12

2. feladat: Hány kilogramm $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os vízgőzt kell $1\text{ kg } -10\text{ }^{\circ}\text{C}$ -os jéghez adni, hogy az egyensúly beálltával a rendszer hőmérséklete $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ legyen?

Megoldás: 0,169

3. feladat: Az úgynevezett Wood-fém egy igen alacsony olvadáspontú ötvözet, amely $50,00\text{ m/m}\%$ bizmutot, $26,70\text{ m/m}\%$ ólmot, $13,30\text{ m/m}\%$ ónt és $10,00\text{ m/m}\%$ kadmiumot tartalmaz. Hány mólszázalék ólmot tartalmaz az ötvözet?

Megoldás: 22,64

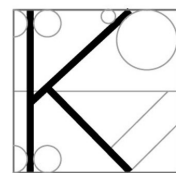
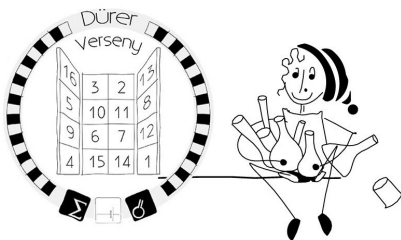
5. feladat: Rakjátok telített oldatuk tömegszázalékos összetétele szerinti növekvő sorrendbe az alábbi vegyületeket! A sorrend jelölésénél használjátok az anyagokhoz rendelt betűjeleket! A vegyületekhez megadott pL, és az oldhatósági szorzat között a következő összefüggés írható fel: $pL = -\log L$. Az oldatok csekély oldott anyag tartalmára való tekintettel a sűrűségeket közelíthetjük $1,00\text{ g/cm}^3$ -rel.

- A - As_2S_5 : $pL = 30,00$
 B - $Ca_3(PO_4)_2$: $pL = 28,92$
 C - $BaSO_4$: $pL = 9,720$
 D - $CaSO_4$: $pL = 4,270$
 E - $MgNH_4PO_4$: $pL = 17,80$

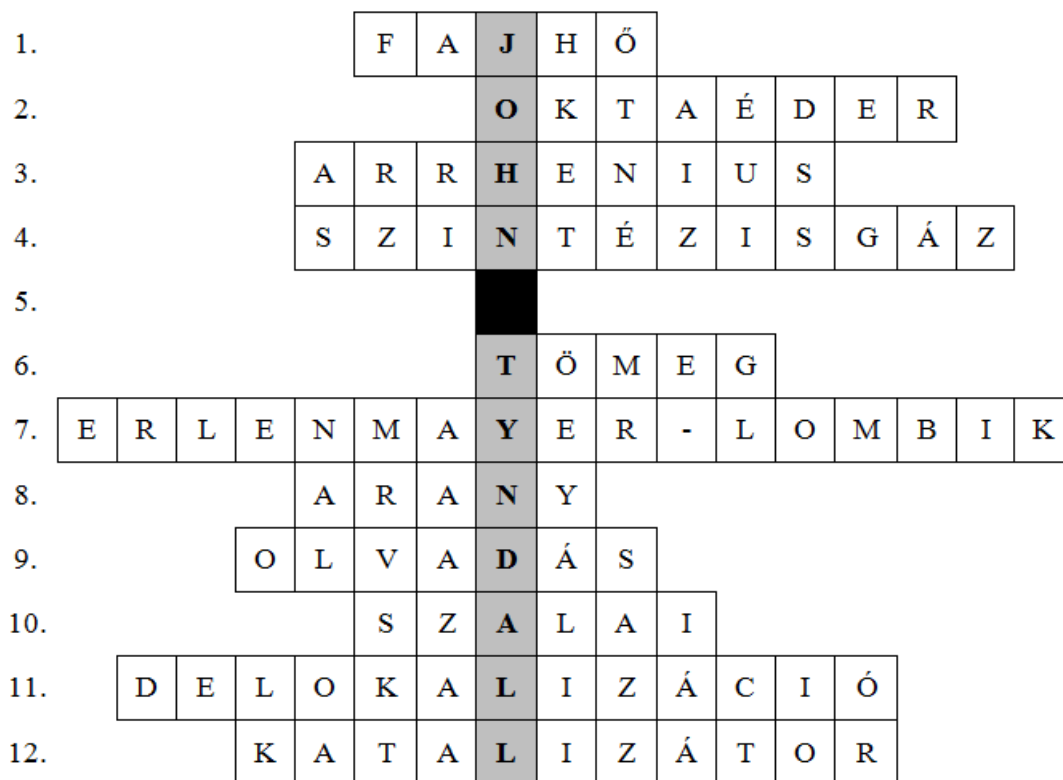
Megoldás: EBCAD

6. feladat: Az egyik elsőként felfedezett félvezető egy M_2X képletű anyag, ahol a fémionnak csak zárt elektronhéjai vannak, a legnagyobb energiaszintű pályáin lévő elektronok mellékkvantumszáma 2. A félvezető tulajdonságot az ionból leszakítható további elektronok adják. Az anion oxidációjával képződő atom L héján 6 elektron van. Melyik ez az anyag?

Megoldás: Cu_2O

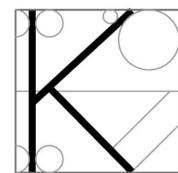
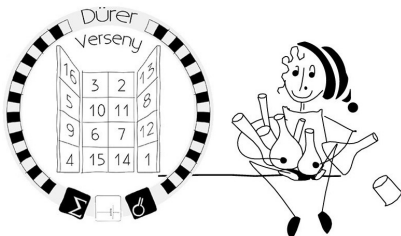


4. feladat: Fejtsétek meg a keresztrejtvényt! A megoldás egy híres brit természettudós nevét adja ki.

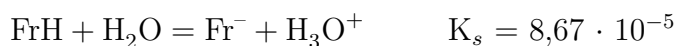


Meghatározások:

- 1 kg anyag hőmérsékletének 1 fokkal való megemeléséhez szükséges energia
- Az $\text{SF}_2\text{Cl}_2\text{BrI}$ molekula alakja
- Nevéhez fűződik az egyik leghíresebb sav-bázis elmélet
- Szén-monoxidot és hidrogént tartalmazó gázelegy
- A billentyűzeten a világűr angol megfelelője jelöli
- Adott testnek a rá ható erő mozgásállapot változtató hatásával szembeni ellenállása
- Csonka kúphoz hasonló alakú laboratóriumi üvegeszköz
- Nemesfém
- Endoterm fázisátalakulás
- Az, aki 550 nap után bepiszkálja, bepöcköli, betuszkolja...
- A konjugált kettőskötés rendszer elektronjaira jellemző jelenség
- Olyan anyag, ami a reakció energiagátját csökkenti, és a reakció végezetével változatlan formában visszakapható



7. feladat: Ebben a feladatban a fradisták indikátorát fogjuk ismertetni: a metil(zöld-fehéret). Ez, mint neve is mutatja, savas közegben zöld, lúgosban fehér színű. Az indikátor deprotonálódása a következőképpen írható fel:



Keressük a Fradindikátor átcsapási tartományát, azaz azt a pH-tartományt, ahol a protonált és deprotonált formák koncentrációjának hányadosa 0,1 és 10 közé esik. Adjuk meg a tartomány széleinek összegét! (Például, ha a Vasas-indikátor átcsapási tartománya 4,5 és 5,7 közé esik, akkor a helyes megoldás 10,2 lesz.)

Megoldás: 8,12

8. feladat: Hány kg anilin állítható elő nitro-benzolból savas közegben 1,000 kilowattóra felhasználásával, ha a feszültség 4,0 V és az áramkihasználás 91 %-os?

Megoldás: 0,132

9. feladat: 50 cm³ telített réz(II)-jodát oldat koncentrációját szeretnénk meghatározni. A mintához feleslegben KI-oldatot öntünk, és híg kénsavval megsavanyítjuk. A reakció során keletkező jód 0,1 M-os, 0,970-es faktorú nátrium-tioszulfát-oldattal titráljuk. Az átlagos fogyás 27,9 cm³-nek adódott. Határozzátok meg a réz(II)-jodát oldhatósági szorzatát!

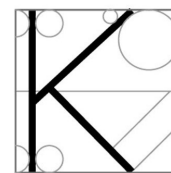
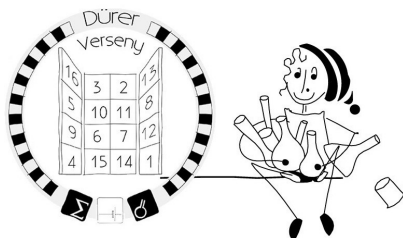
Megoldás: $2,89 \cdot 10^{-7}$

10. feladat: A Buckminsterfullerén olyan elemi szénmódosulat, amely a focilabdához hasonlóan hatszögekből, és ötszögekből épül fel. A molekula 12 ötszögből és 20 hatszögből áll. Ismerve a C-C kötéshosszt (1,4 Å), határozzuk meg a részecske térfogatát cm³-ben! A C₆₀ molekula alakját jó közelítéssel gömbnek tekinthetjük.

Megoldás: $1,59 \cdot 10^{-22}$

11. feladat: Ha az **A** szilárd, szerves anyagot (csak C, H és O építi fel) óvatosan hevítjük, jó termeléssel kaphatjuk a **B** illékony vegyületet. Megfelelő katalizátor jelenlétében a fordított folyamat is könnyen végbemegy. Tudjuk még, hogy **A** nem reagál brómmal, míg 100 g (1 mol) **B** 1 mol brómmal egyesül. **A** és **B** erős bázis jelenlétében egyaránt elhidrolizál (erős sav jelenlétében is lenne hidrolízis), miközben **C** és **D** (**A** esetében), illetve **C** és **E** (**B** esetében) termékek vizes oldata keletkezik. **C** gőzének sűrűsége a hidrogén sűrűségének pontosan 16-szorosa. **E** nem normál láncú vegyület. Milyen típusú folyamat a $\text{B} \rightarrow \text{A}$ reakció?

Megoldás: polimerizáció



12. feladat: A 64-es tömegszámú radioaktív rézizotópot gyógyászatban használják. Számítsátok ki, hány óráig kell várakoznunk ahhoz, hogy egy friss minta aktivitása az eredeti 10 %-ára csökkenjen, ha a reakció elsőrendű!

Elsőrendű reakciókra igaz a következő összefüggés:

$$\int_{[A]_0}^{[A]} d[A] = -\lambda \cdot [A] \int_0^t dt$$

A bomlási állandó (λ) értéke 0,054 1/h. A szóban forgó izotóp 18 %-os valószínűséggel pozitron emisszióval 64-es tömegszámú nikkellé, 82 %-os valószínűséggel elektronbefogással 64-es cinkké alakul.

Megoldás: 42,64

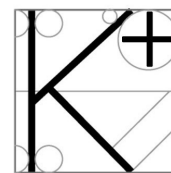
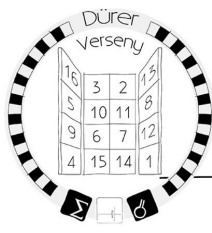
13. feladat: Tejsavtermelő baktériumokat (*Lactobacillus plantarum*) oltunk frissen betakarított és tömörített silókukorica közé. A baktériumok tejsavat állítanak elő a kukorica glükóz tartalmából, viszont 4,20-as pH-n a baktériumok elpusztulnak. Tekintsük a folyamatot úgy, hogy a tejsav termelés sebességére a pH-nak nincsen hatása. Az egysejtű baktériumok többsége kettéosztódással szaporodik, ami a populációt alkotó sejtek számának növekedését okozza. Módszertanilag ezt tenyésztési eljárásokkal lehet követni, ami többnyire a táptalajokon képződő, szabad szemmel is látható telepek számának meghatározása. A mikrobaszám helyett ezért gyakran használják a telepképző egységek számát CFU/ml mértékegységben megadva (telepképző egységek száma/ml). A beadagolt oldatot 100 CFU/ml-s mennyiséggel jellemezhetjük, mennyisége 20 ml. Mivel a baktériumok osztódással szaporodnak, a populáció növekedése exponenciális jellegű, tekintsük a hatvány alapját 2-nek. További faktor, amit definiálhatunk, a generációs idő, mely megmutatja, hogy mennyi időnként valósul meg az organizmusok kettéosztódása. Ez jelen esetben 51 perc.

Mennyi ideig tart a folyamat (azaz hány perc múlva pusztul el a populáció), ha egy telep 2,12 mg tejsavat állít elő 3 óra alatt, és a siló 10 m³-es hasznos térfogattal rendelkezik?

pK_s (tejsav) = 3,85

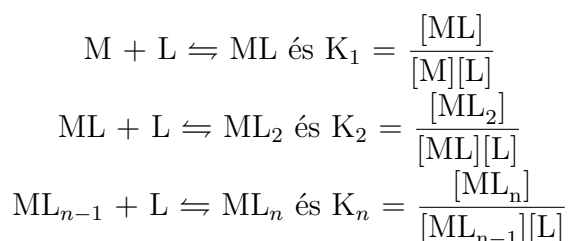
Megoldás: 285 perc

A feladatok során 4 értékes jeggyel számoljatok! A szükséges adatok a függvénytáblázatban megtalálhatóak! Mindegyik feladat részletesen indokolt megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásához függvénytáblázat, számológép és íróeszközök használhatóak. Sikeres versenyzést kívánunk!



1. feladat

Egy ML_n komplex oldatában számos, egymással kémiai egyensúlyban lévő komponens található. Értelmszerűen az ún. "csupasz" fémion (M) és a szabad ligandum (L) mellett jelen vannak az ML , ML_2 ... ML_n komplexek, melyek közül általában egynek kiemelkedő stabilitása van adott körülmények között, így a többinél sokkal nagyobb koncentrációban van jelen. A pontos egyensúlyi viszonyokat leírják az egyensúlyi állandók:



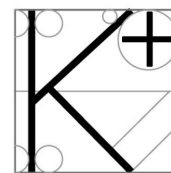
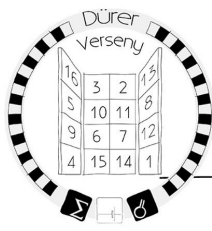
ahol n a maximális ligandumszámot jelöli, a K_1 , K_2 , ... K_n együtthatók pedig az ún. lépcsőzetes egyensúlyi állandók, azonban helyettük inkább a stabilitási szorzatok használatosak, melyek képzési módja a következő:

$$\begin{aligned} \beta_1 &= K_1 = \frac{[ML]}{[M][L]} \\ \beta_2 &= K_1 \cdot K_2 = \frac{[ML_2]}{[M][L]^2} \\ \beta_n &= K_1 \cdot K_2 \cdot \dots \cdot K_n = \frac{[ML_n]}{[M][L]^n} \end{aligned}$$

A Zn^{2+} például ammóniával komplexet képez, ahol az n értéke maximálisan 4 lehet. Az egyes n -ekhez tartozó egyensúlyi állandók rendre: $K_1=1,51 \cdot 10^2$; $K_2=1,77 \cdot 10^2$; $K_3=2,04 \cdot 10^2$ és $K_4=9,12 \cdot 10^1$.

- Számoljuk ki az egyes n -ekhez tartozó stabilitási szorzatokat (β_n)!
- Mely komplexváltozat van a legnagyobb mennyiségben az oldatban, ha a szabad ammónia egyensúlyi koncentrációja 10^{-2} mol/dm^3 -re van beállítva?
- Mekkora ez a koncentráció, ha tudjuk, hogy a Zn^{2+} -t tartalmazó komponensek összes koncentrációja 10^{-3} mol/dm^3 ?
- Melyik komplex aránya nő, ha csökkentjük az ammónia koncentrációját?

Látható, hogy állandó ligandum koncentráció esetén kényelmesen számolható a különböző komplexformák aránya. Szokásos kémiai módszerekkel azonban az egyensúlyi oldat valamennyi komponensének koncentrációja illetve a lépcsőzetes stabilitási állandók nem határozhatóak meg. A rendszerek többségénél azonban a kísérleti körülmények megfelelő megválasztása mellett elérhető, hogy egyidejűleg csak egyféle komplex legyen jelen az oldatban. Egyik ilyen módszer, mikor a fémionhoz nagy feleslegben adják a ligandumot, így a koordinatív telített komplex



keletkezik. Ebben az esetben ezen komplexnek meghatározhatjuk az összetételét, illetve a képződését jellemző stabilitási szorzatot.

Legyen modellrendszer az ezüst-amin komplex. A képződő $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_n]^+$ igen stabilis, így feleslegben alkalmazott ammónia mellett alkalmazhatjuk az $[\text{Ag}^+]_0 = [\text{Ag}(\text{NH}_3)_n]^+$ közelítést. Ráadásul mivel az ammónia nagy feleslegben volt, élhetünk azzal a közelítéssel is, hogy koncentrációja nem változott a komplexképződés miatt.

A komplexben nem kötött ezüstiont ($[\text{Ag}^+]$) csapadékos titrálással határozhatjuk meg. Az oldathoz halogenid ionokat (X^-) adagolva az első csapadéknym megjelenéséig fogyott mérőoldat térfogata alapján, az AgX oldhatósági szorzatának ismeretében ($L = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{X}^-]$) számítható a $[\text{Ag}^+]$ koncentrációja. A stabilitási szorzatba behelyettesítve ezeket:

$$\beta_n = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_n]}{[\text{Ag}^+][\text{NH}_3]^n}$$

$$\beta_n = \frac{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_n] \cdot [\text{X}^-]}{[\text{NH}_3]^n \cdot L}$$

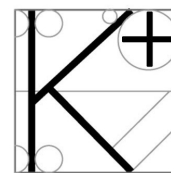
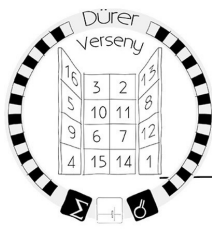
$$\text{azaz } [\text{X}^-] = [\text{NH}_3]^n \cdot \frac{L \cdot \beta_n}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_n]}$$

$$\text{Logaritmizálva: } \lg [\text{X}^-] = n \cdot \lg([\text{NH}_3]) + \lg \frac{L \cdot \beta_n}{[\text{Ag}(\text{NH}_3)_n]}$$

Azonos mennyiségű fémiont, de más-más koncentrációjú ammóniafelesleget alkalmazva az oldatokat megcitrálva grafikusán meghatározhatjuk a komplexet jellemző adatokat, azaz a stabilitási szorzatot és a maximális koordinációs számot.

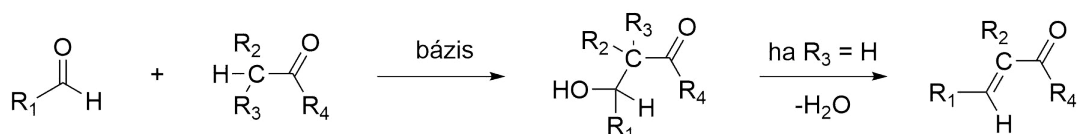
A mérés elvégzése: Egy 100 ml-es mérőlombikba pipetázunk 5-25 ml 2 M-os ammónia-oldatot, majd adjunk hozzá szintén pipetával 20-20 ml 0,01 M-os AgNO_3 -oldatot. Töltsük jelre a lombikot, majd az oldatot öntsük át titráló lombikba és titráljuk meg 0,01 M-os KBr -oldattal az első állandó csapadéknymig ($L_{\text{AgBr}} = 5 \cdot 10^{-13} \text{ mol}^2/\text{dm}^6$). Ekkor az ismert oldattérfogat alapján kiszámolható a bromidionok illetve az ammónia koncentrációja. Ismételjük meg a mérést különböző kezdeti térfogatú ammóniával, és a kapott logaritmus koncentráció párokat ábrázoljuk milliméterpapíron. Pontos mérés esetében ezen pontok egy egyenesre esnek, és az egyenes meredekségéből illetve tengelymetszetéből kiszámítható az ezüst-ammin komplex maximális koordinációs száma, illetve a hozzá tartozó stabilitási szorzat.

- A fogyás alapján számoljátok ki, hogy a végpontban mennyi az ammónia és a bromidionok koncentrációja!
- Milliméterpapíron ábrázoljátok a kiszámolt logaritmus koncentráció párokat! Legalább 4 pontot vegyetek fel!
- Rajzoljátok be a pontokra legjobban illeszkedő egyenest és írjátok fel az egyenletét!
- Az egyenes egyenletének ismeretében számítsátok ki az ezüst-ammin maximális koordinációs számát, illetve a hozzá tartozó stabilitási szorzatot!



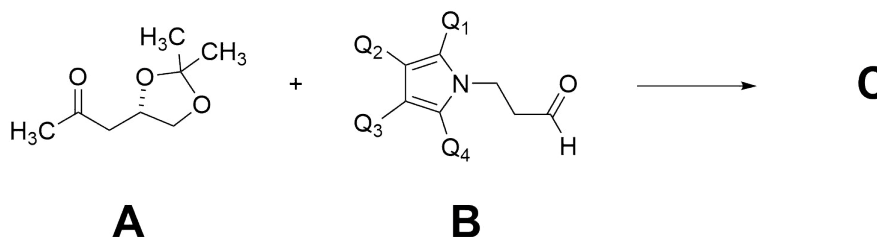
2. feladat

Bonyolultabb, több funkciós csoportot tartalmazó molekulák előállítása során szükség lehet szén-szén kötés kialakítására. Erre egy széles körben alkalmazott módszer az aldol-reakció (amelyet hívnak aldol-addíciónak és aldol-kondenzációnak is). A létrejövő aldol termék motívuma különösen gyakori a poliketidekben, melyekből számos gyógyszert állítanak elő (pl.: tetraciklin antibiotikumok). Megadjuk a reakció általános egyenletét:



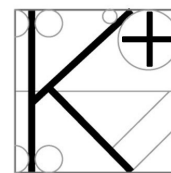
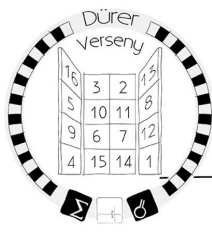
- Milyen típusú vegyületekből indulunk ki, és milyen funkciós csoportok találhatók a köz-titermékben illetve a végtermékben?
- Miért hívhatják a reakciót ALDOL-nak (segítség: nem így hívták a felfedezőjét)?
- Melyik lépés az addíció? Hogyan lehet az addíció fogalmát értelmezni ebben az esetben?
- Kondenzáció: mire utalhat, hogy kondenzációként is emlegetik ezt a reakciót? Milyen esetekben nem játszódik le a kondenzáció?

Az említett tetraciklin antibiotikumok egyik képviselője az atorvastatin, amely a Liptor hatóanyaga. Az atorvastatin szintézisének egyik kulcslépése egy aldol-addíció, melyet a következő reakcióegyenlet mutat:

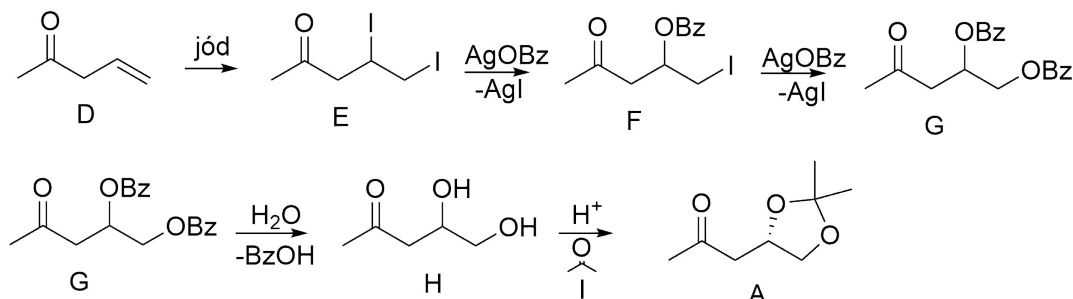


Az **A** anyag előállítható a $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}$ összegképletű telítetlen ketonból (**D**) jód és ezüst-benzoát segítségével. A reakció első lépéseként a kettős kötésre jód addicionálódik (**E** molekula), majd először az egyik, majd a másik jódatom cserélődik le benzoátra hidrogén-jodid kilépése közben (**F** és **G** molekulák). **G** molekula hidrolízise során egy diol vegyület (**H**) keletkezik, ami az egyik leggyakrabban használt szerves oldószerrel (**I**) reagálva adja az **A** molekulát.

- Írjátok fel az **D-I** molekulák szerkezeti képletét!
- Írjátok fel **H** vegyület **D**-ből való keletkezésének bruttó egyenletét!



Megoldás:



B vegyület szerkezetében a Q-csoportokról a következőket derítettük ki:

Q₁ - megegyezik *p*-F-Q₂-vel

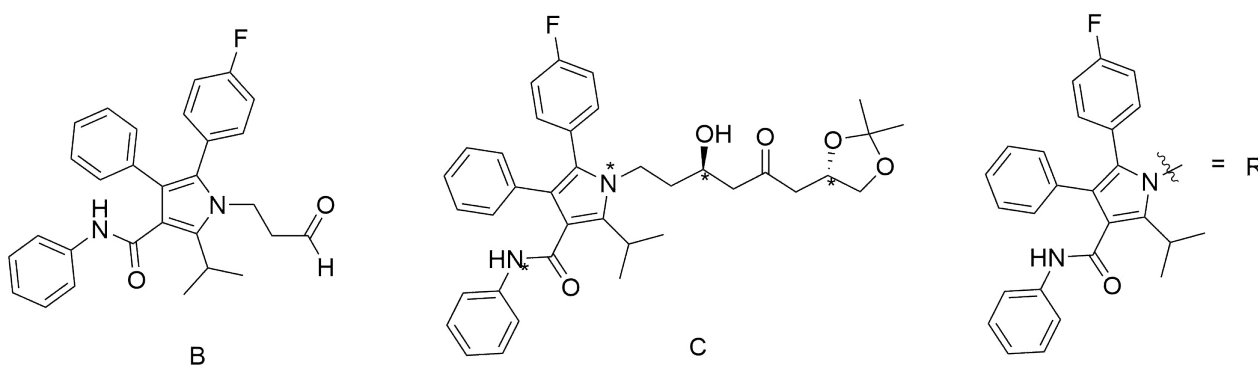
Q₂ - -C₆H₅

Q₃ - a központi pirrol-gyűrű delokalizációja kiterjed rá, amid-funkciós csoportot tartalmaz, ahol a N egyik szubsztituense Q₂ és tartalmaz H-kötés donor részletet

Q₄ - a legkisebb tercier szénatomot tartalmazó telített alkillánc

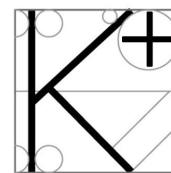
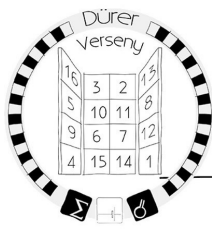
g) Írjátok fel a **B** és **C** molekulák szerkezeti képletét!

Megoldás: Jelöljük, hogy a későbbiekben mint fogunk *R* betűvel jelölni.



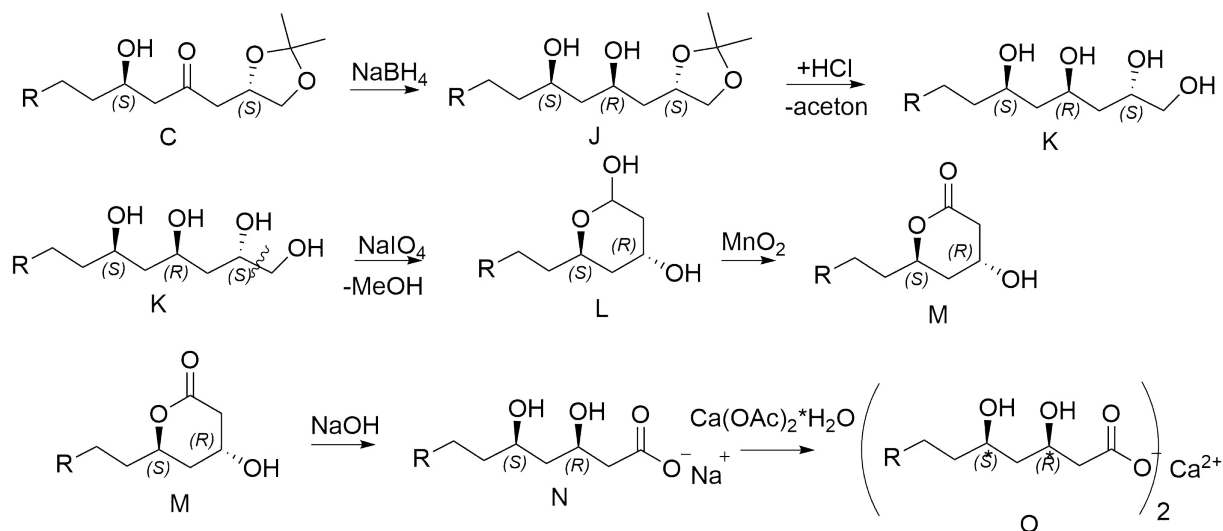
A **C** molekulából 6 lépésben előállítható a kalcium-atorvastatin (**O**). A lépések során a pirrol-gyűrű és szubsztituensei nem lépnek reakcióba a reagensekkel. Első lépésben redukció útján kapható a **J** vegyület, mely savas közegben **K** "tetraol"-lá alakul át **I** kilépése közben. **K**-ból a perjodátos reakció során egy szénhidrátokra (és azok glikozid-kötésére) emlékeztető hattagú gyűrűs részletet tartalmazó molekula **L** jön létre. A reakció során a metanol is keletkezik. **L** enyhe oxidációjával **M** vegyület kapható, mely már tartalmaz észter funkciós csoportot. NaOH jelenlétében ezen észter csoport hidrolízise megtörténik **N** vegyületet kapva, melyből egy egyszerű reakcióval kapható meg a kalcium-atorvastatin (**O**).



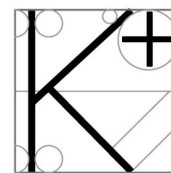
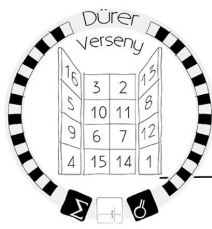


- h) Írjátok fel a kalcium-atorvastatin (**O** és az előállítása során keletkező köztitermékek (**J-N**) szerkezeti képletét!
- i) Jelöljétek csillaggal a kiralitáscentrumokat! (A kiralitáscentrumok konfigurációját nem szükséges meghatározni!)

Megoldás:

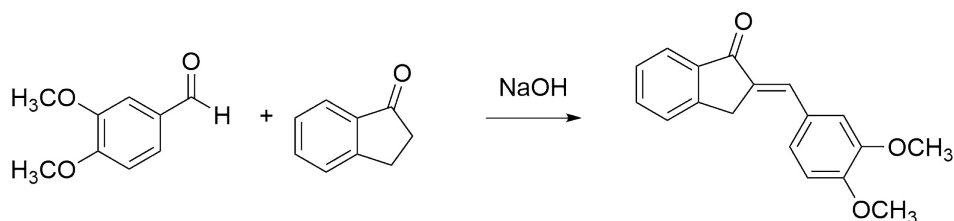


A kiralitáscentrumokat az abszolút konfiguráció megadásával jelöltük (*R* és *S*).



Visszatérve a szerves szintézisekre egy másik megközelítés alapján csoportosíthatjuk a reakciókat aszerint, hogy milyen halmazállapotúak a kiindulási anyagok. Lehetséges például az is, hogy mindkét kiindulási anyag szilárd, sőt reagálhatnak ezen vegyületek oldószer közbenjárása nélkül szilárd fázisban is. Ezen reakciók környezetterhelés szempontjából előnyösek, hiszen kevesebb vegyszert használunk, ezáltal kevesebb hulladék is keletkezik.

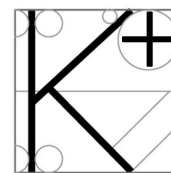
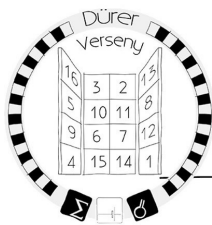
A kevesebb szerves oldószer használata, a hulladékok és melléktermékek mennyiségének minimalizálása az ún. Zöld Kémia alapelvei közé tartozik. A következő reakció során két szilárd anyag oldószer közbenjárása nélkül alakul át:



- j) A Zöld kémia területén fontos fogalom az **atomhatékonyság**, mely megmutatja hogy a reakció kiindulási anyagait alkotó atomok hány **m/m** %-ban épülnek be a végtermékbe. Számítsátok ki a fenti folyamat atomhatékonyságát!

Preparatív feladat:

1. Dörzsmozsárban porítsátok el 0,25 g NaOH-t, majd tegyétek félre egy óraüvegre a fehér port!
2. A kimért 1,25 g 3,4-dimetoxi benzaldehydet és a szintén előre kimért 1,00 g 1-indont öntsétek a dörzsmozsárba! Dörzsöljétek barna olajjá a szilárd anyagokat!
3. Adjátok a reakcióhoz az elporított NaOH-t! Jól keverjétek el, hogy a NaOH feloldódjon!
4. Hagyjátok állni 15 percet, majd adjátok hozzá 10 ml 10 *m/m* %-os sósavat!
5. Ellenőrizzétek az oldat pH-ját! Ha nem savas, adjátok hozzá még 2 ml sósavat!
6. Vákuum-szűrővel válasszátok el a terméket a folyadék fázistól, majd előzetesen lemért tömegű óraüvegre kaparjátok ki a végterméket.
7. Szárítsátok 15 percen át a fülke "huzata" alatt a terméket, majd mérjétek le a tömegét!
8. Kristályosítsátok át a terméket etanol-víz 9:1 arányú elegyből!



Átkristályosítás:

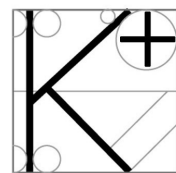
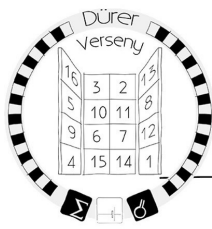
1. A nyerstermékéből tegyetek félre egy spatulahegynyit VRK futtatáshoz, majd a maradékot mérjétek gömblombikba!
 2. Adjatok hozzá kevés etanolt, majd melegítsétek borszeszégőn enyhe forrásig!
 3. Adagoljátok a kapott csapadékos elegyhez lassú ütemben, a forrás folyamatos fenntartása mellett annyi etanolt, hogy az összes szilárd anyag feloldódjon! Ezután adjatok az oldathoz az etanol : víz = 9 : 1 aránynak megfelelő mennyiségű desztillált vizet!
 4. Hagyjátok abba a forralást, majd hagyjátok az oldatot szobahőmérsékletre hűlni! Eközben az anyag kikristályosodik.
 5. Különítsétek el a kristályos terméket az oldószerrel vákuumszűréssel. A légnedves terméket hagyjátok szobahőmérsékleten megszáradni!
- k) Mérjétek le a kapott kristályok tömegét, majd számítsátok ki az átkristályosítás kitermelését!

VRK analízis:

A kapott tiszta és nyerstermék összetételét ellenőrizzétek VRK módszerrel. A nyers és az átkristályosított termékéből spatulahegynyit oldjatok fel kb. 0,5 ml acetonban. Az oldatokból, és az előre elkészített kiindulási anyagok oldatából cseppentsetek kapillárisal VRK lapra oldatonként 2 cseppet, az ábrának megfelelően.

Egy főzőpohár aljába öntsetek kb. 3-4 ml hexán:etilacetát=8:1 elegyet, majd állítsátok bele a felcseppentett VRK lapot, az aljával lefelé. Tegyetek a főzőpohárba petricsészét, majd hagyjátok az oldószerfrontot közel a lap tetejéig futni. Ezután vegyétek ki a lapot, majd hagyjátok pár perc alatt levegőn leszáradni. A lapot mártsátok foszformolibdénsavas előhívóba, töröljétek le a hátlapját, majd melegítsétek ki hőlégfúvóval.

- l) Értékeljétek pár mondatban a VRK eredményét!
- m) Számítsátok ki a reakció hatásfokát, azaz a kitermelést (a termék elméleti és gyakorlati tömegének hányadosát)!
- n) A kiadott jegyzőkönyvsablon alapján készítsétek jegyzőkönyvet!
- o) A kész VRK lapra írjátok fel a csapatnevet alkoholos filccel, és mellékeljétek a jegyzőkönyv mellé!

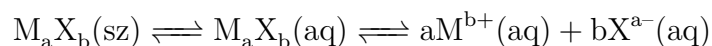


3. feladat

A hagyományos folyadékokban (víz, szerves oldószerek) rosszul oldódó anyagok azonosítása nem is olyan egyszerű feladat, hiszen szilárd formában nehezebb reakcióba vinni őket. Ez a feladatban ezen rosszul oldódó anyagok két csoportjáról szól.

A) Csapadékok analízise

Egy M_aX_b összetételű sót és annak telített, vizes oldatát tartalmazó rendszerben a következő egyensúlyok állnak fent:



Az oldott állapotú specieszek között felírható egy egyensúlyi állandó:

$$K = \frac{[M^{b+}]^a \cdot [X^{a-}]^b}{[M_aX_b]}$$

Ha az oldat ténylegesen telített, azaz van szilárd fázis is az oldatban, akkor az oldott, nem disszociált só koncentrációja ($[M_aX_b]$) állandónak tekinthető.

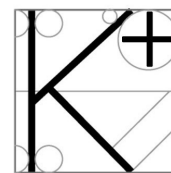
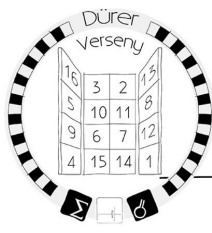
$$\text{Tehát: } L = [M_aX_b] \cdot K = [M^{b+}]^a \cdot [X^{a-}]^b \text{ (L neve: oldhatósági szorzat)}$$

A telített oldat koncentrációja egyenlő a disszociálatlan és a disszociált specieszek összegével, tehát $c = [M_aX_b] + \frac{[M^{b+}]}{a}$. Rosszul oldódó sók esetében általános, hogy a disszociáció 100 %-os, azaz a disszociálatlan só koncentrációja elhanyagolható. Így $c = \frac{[M^{b+}]}{a}$, ez pedig azt eredményezi, hogy lehetőség nyílik vezetőképesség méréssel meghatározni az oldat koncentrációját, azaz az oldhatóságot.

A vízben rosszul oldódó sók telített oldata ráadásul végtelen hígúnak tekinthető, ezért az oldat moláris vezetőképessége a sót alkotó kation és anion végtelen hígításhoz tartozó relatív ionvezető képességének összegeként írható fel: $\Lambda = \lambda_+ + \lambda_-$, ahol λ_+ és λ_- a kation és anion ionvezető képessége.

Így az oldhatóságot a telített oldat fajlagos vezetőképessége illetve az anion és a kation relatív ionvezető képessége ismeretében számítani tudjuk: $c = \frac{1000 \cdot \kappa}{\lambda_+ + \lambda_-}$. Ahol κ a telített oldat fajlagos vezetőképessége, c pedig a koncentráció.

Feladat: A kapott ionvezető képességek ismeretében egy vezetésmérő segítségével határozatok meg, hogy mely csapadékokat rejtik az 1-5-ig számozott tálkák! A λ_+ és a λ_- értékek a mellékelt táblázatban találhatóak. A következő anyagok találhatóak a tálkákban: kalcium-karbonát, kalcium-szulfát, ólom-klorid, stroncium-szulfát, és szalicilsav.



Megoldási útmutató:

A feladatnak két megközelítése lehetséges. Egyrészt kiindulhatunk abból, hogy a megadott képlet segítségével, és a birtokunkban lévő oldhatósági szorzat, illetve fajlagos vezetőképességek ismeretében előre jósolhatunk egy vezetőképességet az "oldatokhoz". Ezután megmérjük a csapadékokkal telített oldatok vezetőképességét, és összehasonlítjuk a számolt értékekkel. Így megtalálhatjuk, hogy melyik tálkán melyik csapadék található.

A másik megközelítés pedig az, hogy először megmérjük a készített telített oldatok vezetőképességét, majd valamelyik megadott adat (oldhatósági szorzat vagy fajlagos vezetőképesség) segítségével kiszámoljuk a másikat és ezeket hasonlítjuk össze.

Az összehasonlítás során akár nagy eltérés is lehetséges, a mérés nem teljesen pontos. A szalicilsavra ez kifejezetten igaz, ugyanis gyengén oldódik vízben így az oldat nem tekinthető végtelen hígúnak.

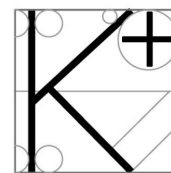
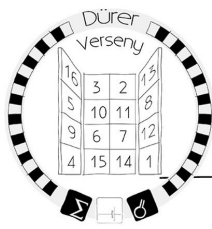
B) Polimerek analízise

A mellékelt meghatározási segédlet alapján azonosítsátok az 6-10-ig számozott tálkákban lévő polimereket! Az alábbi polimerek vannak kiadva: PA, PC, PET, PMMA és PS.

C) Polimermolekula tömegének meghatározása

Polimerek molekulatömegének meghatározására több módszer is létezik a gyakorlatban. A hígításos viszkozimetriás módszer a polimerek hidrodinamikai tulajdonságán alapszik. Gyors és egyszerű, mind a kivitelezés, mind a mérőkészülék szempontjából. A módszer elve, hogy a polimert kis mólsúlyú oldószerezrel elegyítve a kialakuló polimer-oldószer kölcsönhatás következtében a polimer-gombolyagok mérete jelentősen megnő, ezzel az oldat viszkozitása megnő, tehát „lassabban folyik”. Az észlelt viszkozitás-változás összefüggésben áll a molekula méretével, egyúttal a molekulatömegével is. E hatás tanulmányozásának egyik legegyszerűbb módja a kapilláris viszkozimetria, amikor összehasonlítjuk a meghatározott térfogatú polimer oldat τ átfolyási idejét az oldószer τ_0 átfolyási idejével.

Egy polimer molekulatömegének viszkozimetriás meghatározása során az adott polimerből oldatot készítünk több koncentrációban. Ezen oldatok átfolyási idejét kapilláris viszkoziméter segítségével lemérjük. Az átfolyási idők ismeretében azok arányából meghatározható az oldat relatív viszkozitása (η_{rel} , mértékegység nélküli), melyből egyet kivonva kapjuk az oldat specifikus viszkozitását (η_{spec} , mértékegység nélküli). Ennek és az oldat koncentrációjának ismeretében meghatározható a redukált, más néven fajlagos viszkozitás (η_{spec}/c , $100 \text{ cm}^3/\text{g}$).



A polimer molekulatömege a viszkozitásból az ún. Kuhn-Mark-Houwink egyenlet ismeretében határozható meg. A KMH-egyenlet:

$$[\eta] = K \cdot M^a$$

ahol K és a adott polimer-oldószer párra jellemző és a hőmérséklettől függő állandók. A $[\eta]$ határviszkozitás a fent említett viszkozitásmennyiségekből úgy számítható, hogy a koncentráció függvényében ábrázoljuk a fajlagos viszkozitást, illetve a relatív viszkozitás természetes alapú logaritmusát és a koncentráció hányadosát $((\ln \eta_{rel})/c)$, és a két egyenesnek az ordinátával kapott metszéspontjait átlagát vesszük. (Ideális esetben a két tengelymetszet egy és ugyanazon pont.)

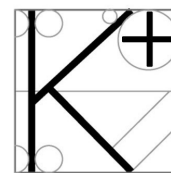
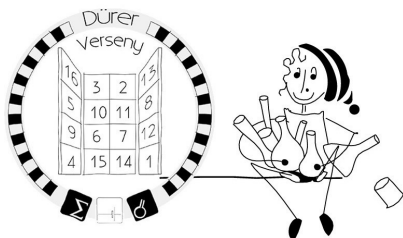
Egy mérés során toluolos polisztirol oldatokra a mellékelt mérési pontokat vettük fel. A toluolhoz (30 °C-on) tartozó konstansok értékei: $K_\eta = 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ 100 cm}^3/\text{g}$ és $a = 0,73$.

A megadott adatok alapján határozzátok meg a PS minta molekulatömegét (az eredmény Da-ban értendő)!

Megoldási útmutató:

Az adatokat tartalmazó táblázatban üresen volt hagyva a hely a különböző viszkozitások, illetve ezek logaritmusainak kiszámolására. Miután megkaptuk ezeket a számokat már csak milliméter papíron kellett ábrázolni őket és látszott is, hogy az egyik egy közel az x tengellyel párhuzamos egyenes, míg egy meredekséggel rendelkező. Az y tengelyt közel azonos helyen metszették, ezek középvértékét kellett meghatározni, majd a Kuhn-Mark-Houwink egyenlet segítségével kiszámolható volt a PS minta molekulatömege.

A feladatok során 4 értékes jeggyel számoljatok! A szükséges adatok a függvénytáblázatban megtalálhatóak! Mindegyik feladat részletesen indokolt megoldása 20 pontot ér. A feladatok megoldásához függvénytáblázat, számológép és íróeszközök használhatóak. Sikeres versenyzést kívánunk!



1. feladat: Egy nitrogént és metánt tartalmazó gázelegy 100,0 ml-et 50,0 ml vele azonos állapotú oxigénnel kevertük össze. A metántartalmat zárt térben elrobbantva a keletkezett vízgőz kondenzáltatása, majd az eredeti körülmények visszaállítása után a gázelegy térfogata 120,0 ml. Mennyi volt a gázelegy $V/V\%$ -os metántartalma?

Megoldás: 15,0

2. feladat: Hányféle olyan C_6H_{12} összegképletű konstitúciós izomer létezik, ami nem szinteleníti el a brómos vizet?

Megoldás: 12

3. feladat: Hány mol kristályvizet tartalmaz mólonként az a kristályos ón(II)-klorid, amelynek 0,164 g-ját 0,05 mol/dm³-es jóddalattal titrálva 14,50 ml fogy? (A titrálás során a redoxpotenciálok alapján leginkább kedvezményezett oxidáció és redukció megy végbe.)

Megoldás: 2

4. feladat: Az egyik elsőként felfedezett félvezető egy M_2X képletű anyag, ahol a fémionnak csak zárt elektronhéjai vannak, a legnagyobb energiaszintű pályáin lévő elektronjainak mellékvantumszáma 2. A félvezető tulajdonságot az ionból leszakítható további elektronok adják. Az anion oxidációjával képződő atom L héján 6 elektron van. Melyik ez az anyag?

Megoldás: Cu_2O

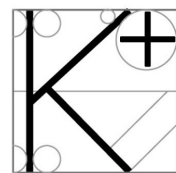
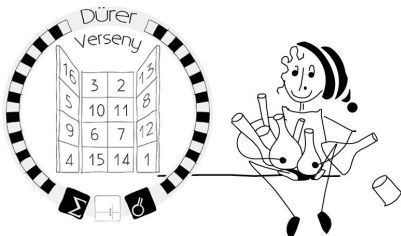
6. feladat: A jódgőzben a jódmolekulák mellett jódatomok is találhatóak, a jód termikus disszociációját vizsgálva pedig egy adott hőmérsékleten $9,30 \cdot 10^{-3}$ mol/l-es egyensúlyi állandó adódott. Tudjuk még, hogy ezen a hőmérsékleten a komponensek móltörtje egyenlő volt. Mekkora volt ez a hőmérséklet, ha a nyomás 1710 torr volt?

Megoldás: 1201 °C

7. feladat: Alacsony Andi és Feledékeny Feri egy ismeretlen fém-hidroxidot kapott meghatározásra. Andi feloldott 6,21 grammot a mintából ionmentes vízben, 100 cm³-re egészítve ki az törzsoldatot. Ezalatt Feri elkészítette a mérőoldatot, 10 cm³ 10,0 mol/dm³-es koncentrációjú HCl-oldatot hígítva 100 cm³-re. 10,0 cm³-eket titráltak. Andi három titrálásának fogyásai a következők lettek: 15,1 cm³, 15,6 cm³ és 15,9 cm³. Boldogan megállapították, hogy mind a ketten ugyanazt a fém-hidroxidot kapták eredményül, azonban meglepődve tapasztalták, hogy amíg számoltak, a megtitrált oldatok csapadékosak lettek.

Mint később kiderült, Feri elfelejtette, hogy már bemérte a savat, így véletlenül összesen kétszer adta hozzá a mérőoldathoz a sósav 10 cm³-ét, míg Andi nem látott fel a bürettán a 0-jelzésig, így pontatlanul töltötte fel. Mi volt az ismeretlen fém-hidroxid?

Megoldás: $Be(OH)_2$



5. feladat: Tükrös keresztreljtvény

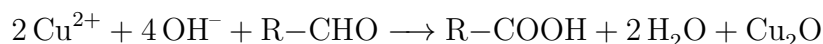


1.		G	N	I	L	H	E	F											
2.		D	I	D	O	J	-	L	I	T	E	M							
3.							L	E	K	K	I	N							
4.			V	A	S	S	O	R	Ó	L	K								
5.							R	O	T	Á	Z	I	L	A	T	A	K		
6.	D	I	R	O	L	K	-	L	I	N	I	V							
7.							M	U	I	D	Á	N	A	V					
8.					L	O	N	A	T	U	B								
9.	V	A	S	A	L	U	D	N	A	M									

☐

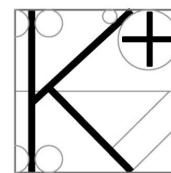
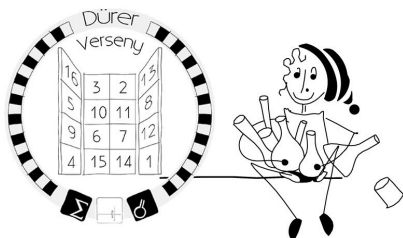
Meghatározások:

1. Erről a tudósról nevezték el az alábbi reakciót:



2. Szerves vegyület, mely előállítható akkor, ha vörösfoszfor és metanol elegyéhez jódot adunk.
3. Magas olvadáspontú fém, melynek nincs allotrop módosulata. Felületén védő oxidréteg alakul ki, hidroxid-csapadéka zöld színű.
4. Bárium-klorit és híg kénsav reakciójával előállítható vegyület.
5. Olyan anyag, mely az aktiválási energia csökkentésével megnöveli a reakciósebességet úgy, hogy a reakció végén változatlan formában visszamarad.
6. Ennek a vegyületnek a polimerizációjával készül az a műanyag, mely hőre lágyul, éghető és kémiaileg ellenálló. A műanyagból többek között locsolócsöveket, kábeleket, padlóburkolatot készítenek.
7. Ennek az elemnek az elektronszerkezete: $[\text{Ne}] 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$
8. Vajsav redukálásával kapott vegyület
9. 2-hidroxi-2-fenilecetsav triviális neve. Természetben megtalálható vegyület. Származékai az adrenalin és a noradrenalin bomlásakor keletkeznek.

Megoldás: Flerovium



8. feladat: Hány kg anilin állítható elő nitro benzolból 1,000 kwattóra felhasználásával, ha a feszültség 4,0 V és az áramkihasználás 91 %-os?

Megoldás: 0,132

9. feladat: 50 cm³ telített réz(II)-jodát oldat koncentrációját szeretnénk meghatározni. A mintához feleslegben KI-oldatot öntünk, és híg kénsavval megsavanyítjuk. A reakció során keletkező jódot 0,1 mol/l-es, 0,970-es faktorú nátrium-tioszulfát-oldattal titráljuk. Az átlagos fogyás 27,9 cm³-nek adódott. Határozzátok meg a réz(II)-jodát oldhatósági szorzatát!

Megoldás: $2,89 \cdot 10^{-7}$

10. feladat: Ha az **A** szilárd, szerves anyagot (csak C, H és O építi fel) óvatosan hevítjük, jó termeléssel kaphatjuk a **B** illékony vegyületet. Megfelelő katalizátor jelenlétében a fordított folyamat is könnyen végbemegy. Tudjuk még, hogy **A** nem reagál brómmal, míg 100 g (1 mol) **B** 1 mol brómmal egyesül. **A** és **B** erős bázis jelenlétében egyaránt elhidrolizál (erős sav jelenlétében is lenne hidrolízis), miközben **C** és **D** (**A** esetében), illetve **C** és **E** (**B** esetében) termékek vizes oldata keletkezik. **C** gőzének sűrűsége a hidrogén sűrűségének pontosan 16-szorosa. **E** nem normál láncú vegyület. Milyen típusú folyamat a $B \rightarrow A$ reakció?

Megoldás: polimerizáció

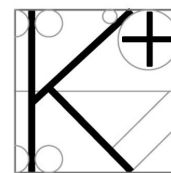
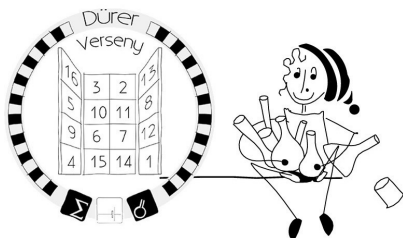
11. feladat: Hány fokon fagy meg az a kálium-szulfát oldat, melynek koncentrációja 60,0 g/l, sűrűsége 1,05 g/ml, és ozmózisnyomása 16,2 atm 0 °C-on? A víz molális fagyáspontcsökkenése: 1,86 kg °C mol⁻¹

Megoldás: -1,36 °C

13. feladat: Tejsavtermelő baktériumokat (*Lactobacillus plantarum*) oltunk frissen betakarított és tömörített silókukorica közé. A baktériumok tejsavat állítanak elő a kukorica glükóz tartalmából, viszont 4,20-as pH-n a baktériumok elpusztulnak. Tekintsük a folyamatot úgy, hogy a tejsav termelés sebességére a pH-nak nincsen hatása. Az egysejtű baktériumok többsége kettéosztódással szaporodik, ami a populációt alkotó sejtek számának növekedését okozza. Módszertanilag ezt tenyésztési eljárásokkal lehet követni, ami többnyire a táptalajokon képződő, szabad szemmel is látható telepek számának meghatározása. A mikrobaszám helyett ezért gyakran használják a telepképző egységek számát CFU/ml mértékegységben megadva (telepképző egységek száma/ml). A beadagolt oldatot 100 CFU/ml-s mennyiséggel jellemezhetjük, mennyisége 20 ml. Mivel a baktériumok osztódással szaporodnak, a populáció növekedése exponenciális jellegű, tekintsük a hatvány alapját 2-nek. További faktor, amit definiálhatunk, a generációs idő, mely megmutatja, hogy mennyi időnként valósul meg az organizmusok kettéosztódása. Ez jelen esetben 51 perc.

Mennyi ideig tart a folyamat (azaz hány perc múlva pusztul el a populáció), ha egy telep 2,12 mg tejsavat állít elő 3 óra alatt, és a siló 10 m³-es hasznos térfogattal rendelkezik?

Megoldás: 285



12. feladat: 11 számozott kémcsőben az alábbi anyagok vizes oldatai találhatók (minden kémcsőben egy anyag vizes oldata, és mindegyik vizes oldat csak egy kémcsőben): $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, BaCl_2 , CdSO_4 , $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$, HCl , KI , MnSO_4 , NaOH , NiCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, SnCl_2 .

Tomi feladata az, hogy eldöntse, melyik kémcsőben melyik anyag van. Ehhez csak az ismeretlenek egymás közötti reakcióit tudja felhasználni. Tomi szorgalmas diák lévén, elvégezte az összes lehetséges reakciót. Az alábbiakat tapasztalta:

1. Az 1-es kémcső tartalmát összeöntve a 2-es kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
2. Az 1-es kémcső tartalmát összeöntve az 5-ös kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
3. A 2-es kémcső tartalmát összeöntve a 3-as kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
4. A 2-es kémcső tartalmát összeöntve a 4-es kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
5. A 2-es kémcső tartalmát összeöntve a 6-os kémcső tartalmával fehér csapadék képződött, amely aztán azonnal feloldódott.
6. A 2-es kémcső tartalmát összeöntve a 8-as kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
7. Az 3-as kémcső tartalmát összeöntve az 1-es kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
8. A 3-as kémcső tartalmát összeöntve a 6-os kémcső tartalmával zöld csapadék képződött, amely aztán azonnal feloldódott.
9. Az 5-ös kémcső tartalmát összeöntve a 2-es kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
10. Az 5-ös kémcső tartalmát összeöntve a 6-os kémcső tartalmával rózsaszín csapadék képződött.
11. A 6-os kémcső tartalmát összeöntve a 7-es kémcső tartalmával zöld csapadék képződött.
12. A 6-os kémcső tartalmát összeöntve a 8-as kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
13. A 7-es kémcső tartalmát összeöntve a 2-es kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
14. A 8-as kémcső tartalmát összeöntve az 1-es kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
15. A 9-es kémcső tartalmát összeöntve a 2-es kémcső tartalmával fehér csapadék képződött.
16. A 9-es kémcső tartalmát összeöntve a 6-os kémcső tartalmával fehér csapadék képződött, amely aztán azonnal feloldódott.
17. A 10-es kémcső tartalmát összeöntve a 2-es kémcső tartalmával sárga csapadék képződött, amely aztán azonnal feloldódott.
18. A 6-os kémcső tartalmát összeöntve a 11-es kémcső tartalmával fehér csapadék képződött, amely aztán azonnal feloldódott.

A kérdés: Melyik anyag található a 9. kémcsőben?

Megoldás: SnCl_2