



# Oktatási Hivatal

2019/2020. tanévi  
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny  
első forduló

## KÉMIA I-II. KATEGÓRIA

### FELADATLAP ÉS VÁLASZLAP

**Munkaidő: 300 perc**

**Elérhető pontszám: 100 pont**

### ÚTMUTATÓ

A munka megkezdése előtt nyomtatott nagybetűvel ki kell tölteni az adatokat tartalmazó részt és minden különálló lapon a versenyző nevét, osztályát!

A feladatok megoldásához íróeszközön kívül csak függvénytáblázat és szöveges adatok megjelenítésére nem alkalmas számológép használható!

### Tájékoztatás

*I. kategória:* azok a középiskolai tanulók, akik a 9. évfolyamtól kezdődően – az egyes tanévek heti óraszámát összeadva – a versenyben való részvétel tanévének heti óraszámával bezárólag összesen legfeljebb heti 10 órában tanulják a kémiát bizonyítványban feltüntetett tantárgyként.

*II. kategória:* azok a középiskolai tanulók, akik nem tartoznak az I. kategóriába.

### A VERSENYZŐ ADATAI

A versenyző neve: ..... oszt.: .....

Kategória: *I. kategória*    *II. kategória\** (\*A megfelelő aláhúzendó!)

Az iskola neve:.....

Az iskola címe: ..... írsz. .... város

.....utca.....hsz.

Iskolai pontszám: ..... Bizottsági pontszám:.....

Javító tanár aláírása:..... Felüljavítók aláírása:.....

Pótlapok száma: ..... .....

## Ú T M U T A T Ó

a dolgozat elkészítéséhez

Az első forduló feladatlapja két feladatsort tartalmaz.

### **Figyelem!**

**A feladatsorokban mindenhol egyértelműen jelöltük, hogy az egyes feladatokat melyik kategória számára tűztük ki. Mindenkinek csak a saját kategóriája szerinti feladatokat kell megoldania, pontot csak ezekre kaphat!**

Az **I. feladatsor** megoldásait a **III –IV. oldalon** lévő **VÁLASZLAPON** adja meg!

A **II. feladatsor** feladatait **feladatonként külön lapra** kérjük megoldani. A lap felső részén tüntesse fel a versenyző

nevét,  
osztályát,  
kategóriáját és  
a feladat sorszámát.

### **FIGYELEM!**

A **dolgozathoz** (a II. feladatsor megoldásához) **csatolni kell** az **ADATLAPOT** és a **VÁLASZLAPOT** (**a feladatlap I-IV. oldalszámú lapjait**)!

Az I. és a II. feladatsor nyomtatott feladatait (**a feladatlap 1-12. oldalait**) megtarthatják a versenyzők.

A megoldásokat tetszés szerinti sorrendben lehet elkészíteni. Fogalmazványt (piszkozatot) nem szükséges készíteni. Törekedjen a megoldások világos, szabatos megfogalmazására és **olvasható, áttekinthető leírására!**

A dolgozatnak **a feladat megoldásához szükséges egyenleteket, mellékszámításokat, indoklásokat is tartalmaznia kell!** Ferde vonallal határozottan áthúzott részeket nem veszünk figyelembe.

A számítások végeredményét – **a mértékegységek megjelölésével** – kétszer húzza alá!

A végeredmény pontossága feleljen meg az adatok pontosságának!

**I. FELADATSOR**

Az I. feladatsorban 10 feladat szerepel.

Az **I. kategóriában** versenyzőknek az **1-8.** feladatokat kell megoldaniuk.

A **II. kategóriában** versenyzőknek az **1-6. és a 9-10.** feladatokat kell megoldaniuk.

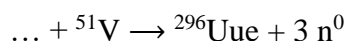
Válaszait a borítólapon III–IV. oldalán található **VÁLASZLAPRA** írja!

Azok a feladatok, amelyeknél azt külön nem jelöltük, 1 pontot érnek.

**Feladatok mindkét kategória számára**

1. 2019 az ENSZ és az UNESCO határozata alapján a periódusos rendszer nemzetközi éve. Éppen 150 éve annak, hogy Dmitrij Ivanovics Mengyelejev elkészítette az elemek első táblázatát. Jelenleg 118 kémiai elem található benne, hét teljes periódusban, de dolgoznak a 119. elem, az ununennium (Uue) előállításán. A 8. periódus első elemének szintézisét legújabban egy f-mezőbeli fém vanádium-51 izotópokkal történő bombázásával kísérlék meg végrehajtani.

a) *A feltételezett atommag-reakció egyenlete alapján állapítsa meg, melyik izotópról van szó! Adja meg a vegyjelét és tömegszámát!*



b) *Annak ismeretében, hogy a 8. periódusban telítődik majd véglegesen az 5. elektronhéj, hány kémiai elem felfedezése kell ahhoz, hogy a 8. periódus is teljessé váljon? (Az elektronszerkezet kiépülésére vonatkozó hagyományos szabályok érvényesülését tételezzük fel a 8. periódusban is.)*

**2 pont**

2. *A periódusos rendszer megadott oszlopai közül melyikben nem találunk három olyan, egymás alatt elhelyezkedő elemet, melyeknek standard légköri nyomáson és 25 °C-on jelentősen eltér a színük?*

- A) 11. (I.B)
- B) 12. (II.B)
- C) 15. (V.A)
- D) 16. (VI.A)
- E) 17. (VII.A)

3. *Az alábbi állítások a periódusos rendszer negyedik periódusának elemeire, valamint alapállapotú atomjaira vonatkoznak. Az egyes állítások után írja fel azoknak az atomoknak/elemeknek a vegyjelét, amelyekre igaz az állítás!*

- a) Elektronszerkezetének felírásakor nem kell figyelembe venni a Hund-szabályt.
- b) Standard légköri nyomáson és **50 °C**-on folyékony halmazállapotú.
- c) 4. héján megegyezik a párosítatlan és a párosított elektronok száma.
- d) Legnagyobb a második ionizációs energiája.
- e) A legtöbb párosítatlan elektront tartalmazza.

**6 pont**

4. Újabb felismerés (és divatőrület), hogy elsősorban sportsérülések kezelésére (de persze mindenféle szépészeti beavatkozásra is) ún. „jégszaunát” használnak. A kezelés során az ember 1-2 perc időtartamra szélsőségesen hideg ( $-100$ , de akár  $-160$  °C-os) kamrába lép be fürdőruhában (és az ujjak lefagyásának elkerülésére kesztyűben-mamuszban). Érdekes, hogy a szervezet rövid ideig (akár 3-4 percig is) jól tolerálja az ilyen alacsony hőmérsékletet.

Még ennél is alacsonyabb hőmérséklet azonban gyorsan halálhoz vezet. Ha valaki belép egy  $-200$  °C-os kamrába, ott a halálát érdekes módon nem kihűlés vagy fagyás, hanem fulladás okozza.

*Röviden magyarázza meg a jelenséget!*

**2 pont**

5. Ha ólom(II)-nitrát-oldathoz kálium-jodid-oldatot öntünk, sárga színű ólom(II)-jodid csapadék válik le. Az oldatot megmelegítve a csapadék feloldódik, az oldat lehűtésekor pedig igen szép, aransárgán csillogó kristálylapocskák formájában válik ki újra.

- a) *Írja fel a csapadékképződési reakció ionegyenletét!*  
 b) *A fentiek alapján exoterm vagy endoterm folyamat az ólom-jodid oldódása?*  
 c) *Melyik irányba tolódik el az oldódási egyensúly, ha a feloldatlan szilárd anyagot is tartalmazó telített ólom-jodid-oldathoz a megadott anyagot adjuk? Töltse ki a táblázatot, a megfelelő cellába tegyen X jelet!*

Anyag	Az oldódási egyensúly...		
	a kristálykiválás irányába tolódik el	az oldódás irányába tolódik el	nem tolódik el
0,1 mol/dm <sup>3</sup> -es ólom(II)-nitrát-oldat			
desztillált víz			
szilárd ólom(II)-jodid			
klórgáz			
telített ólom(II)-jodid-oldat			
elemi ólom			
elemi jód			

**9 pont**

6. A parfümipar egyik kedvelt illatanyaga a hidroxicitronellal, szabályos nevén 7-hidroxi-3,7-dimetiloktanal.

- Rajzolja fel a vegyület konstitúciós képletét és jelölje a kiralitáscentrumo(ka)t!*
- Írja fel a hidroxicitronellal tökéletes égésének rendezett reakcióegyenletét! Összegképletet használjon!*

A hidroxicitronellal előállítható például a szintén kellemes illatú, és többek között a rózsaoiljban is megtalálható geraniolból (3,7-dimetilokta-2,6-dién-1-ol) néhány lépésben. A geraniol megfelelő katalizátor segítségével hidrogénezhető úgy, hogy csak az egyik szén-szén kettős kötés telítődjön. Az így keletkező citronellol biotechnológiai eljárással oxidálható a citronellal nevű vegyületté, majd ennek vízáddíciójával képződik a hidroxicitronellal.

- Rajzolja fel a geraniol, a citronellol és a citronellal konstitúciós képletét!*
- A feladatban szereplő négy vegyület közül melyiknek/melyeknek van cisz-transz izomerje?*

**8 pont**

### *Feladatok csak az I. kategória számára*

7. Lantanoidáknak nevezik a lantántól a lutéciumig terjedő elemcsoportot. Elégé reakcióképes fémek, nem oxidáló savakban szobahőmérsékleten is könnyen oldódnak, hideg vízzel lassan, forró vízzel lényegesen hevesebben reagálnak.

- Az említett reakcióik alapján melyik alább felsorolt fémhez hasonlatos leginkább a lantanoidák reaktivitása?*
  - alumínium
  - nátrium
  - magnézium
  - cink
  - vas

A lantanoidák kémiai reakciókban szinte mindig +3 töltésű iont képeznek.

- Írja fel a terbium 10 m/m%-os kénsavoldatban történő oldódásának reakcióegyenletét!*
- Írja fel a terbium vízzel való reakciójának egyenletét!*

Néhány lantanoida elemnek vizes oldatban is létezik +2 vagy +4 töltésű ionja. Ezt a tényt egész jól magyarázhatjuk elektronszerkezeti okokkal.

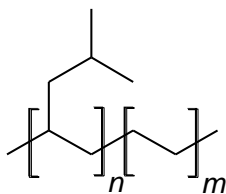
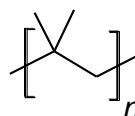
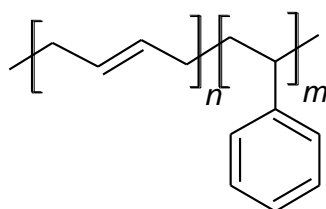
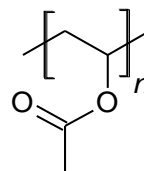
- Melyik lantanoida elemre vonatkozik az állítás? A vegyjelével válaszoljon!*
  - +4 töltésű ionja a xenonatommal megegyező elektronszerkezetű, emiatt meglehetősen stabil.
  - +2 töltésű ionjának elektronszerkezete  $[\text{Xe}]4f^7$ , és a félig betöltött f-alhéj, úgy tűnik, bizonyos stabilitással jár együtt.

Bizonyos lantanoida elemek esetén a +3-tól eltérő töltésű ionok reakcióképessége olyan nagy, hogy már a vízzel is reakcióba lépnek, azaz vizes oldatban instabilak. Ezt a reakciót gázfejlődés is kíséri, miközben a +3 töltésű ion keletkezik.

- Írja fel ionegyenlettel a következő kémiai reakciókat!*
  - $\text{Yb}^{2+} + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Nd}^{4+} + \text{H}_2\text{O}$

**7 pont**

8. A rágógumi alapvető összetevője egy polimer, amely az anyag rugalmasságáért, kellemes „rághatóságáért” felelős. Kezdetben természetes, növényi eredetű polimereket használtak, mára ezeket csaknem teljesen felváltották a szintetikusak. A következő ábrán négy szóba jöhető polimer szerkezete látható. Sokszor kopolimereket használnak, amelyeket többféle monomerből állítanak elő. Az ábrán ilyen az **A** és a **C** anyag, esetükben egyszerűen csak egy-egy monomeregységet tüntettünk fel egymás mellett. A valóságban jelentősége van a monomerek arányának és kapcsolódási sorrendjének is.

**A****B****C****D**

- Mindegyik polimer esetén rajzolja fel a monomer(ek) konstitúciós képletét és adja meg a felrajzolt vegyületek nevét!
- A felsorolt polimerek közül három gyakorlatilag emészthetetlen. Az egyikkel azonban történhet kémiai átalakulás az emésztőrendszerben. Melyikkel? Rajzolja fel a várható termékek konstitúcióját!
- A **D** polimert általában veszélytelennek tartják. Problémát az jelenthet, ha a gyártás során marad benne a monomerből akár nyomnyi mennyiség. Ez a monomer ugyanis a szervezetben átalakul, és a reakció két terméke közül az egyik ártalmas. Nevezze meg a két terméket, és válassza ki azt, amelyik ártalmas!

**10 pont**

### Feladatok csak a II. kategória számára

9. A hipofosforossav ( $\text{H}_3\text{PO}_2$ ) egy alacsony olvadáspontú szilárd anyag, amely vizes oldatban egyértékű savként viselkedik, mivel csak egy  $-\text{OH}$  csoport van a molekulájában. Sói a hipofoszfitek. Molekulája tetraédes szerkezetű, bár a központi atom körül nem minden kötésszög egyforma.

- Rajzolja fel a hipofosforossav molekulájának szerkezeti képletét, jelölje az összes kötő- és nemkötő elektront!

A sav előállítása a báriumsójából, a bárium-hipofoszfítból történik.

- Adja meg a bárium-hipofoszfít képletét!

A bárium-hipofoszfít-oldat úgy készül, hogy bárium-hidroxid oldatát foszforral főzzük, míg a foszfinfejlődés ( $\text{PH}_3$ ) megszűnik (**A**). Az oldatból a bárium-hidroxid feleslegét széndioxid bevezetésével eltávolítjuk (**B**). A leszűrt oldathoz – amely már csak bárium-hipofoszfítot tartalmaz – híg kénsavat adunk (**C**), majd a keletkező rendszert leszűrve megkapjuk a hipofoszforsav oldatát. Ezt az oldatot besűrítve, majd  $0\text{ }^\circ\text{C}$ -ra lehűtve, a hipofoszforsav vízmentesen kikristályosodik. Színtelen kristályai erősebb hevítéskor foszforsavvá és foszfinná bomlanak (**D**).

- c) *Írja fel az A–D reakciók rendezett egyenleteit!*
- d) *A hipofoszforsav számos fémet, például a nikkelt képes a sójának vizes oldatából leválasztani. Ez alapján a hipofoszforsav...*
- A) erős sav  
 B) gyenge bázis  
 C) redukálószer  
 D) oxidálószer
- e) *Mi lehet a d) feladatban említett reakció foszfortartalmú terméke?*
- A) foszforsav  
 B) foszfin  
 C) elemi foszfor  
 D) nikkel(II)-hipofoszfít

**8 pont**

**10.** Fővárosunkat sem kerülik el a rágcsálók, elsősorban a patkányok. Ezeknek az állatoknak a hatékony, ugyanakkor kíméletes populációkontrollja céljára egy érdekes fogamzásgátlót használnak, melynek szintézise buta-1,3-diénből indul ki.

A buta-1,3-dién polimerizációjához hasonló reakciókörülmények között megvalósítható, hogy két buta-1,3-dién molekula reagáljon egymással addíciós reakcióban úgy, hogy az egyiknek az 1. és 4., a másiknak az 1. és 2. szénatomja vegyen részt az új kötések kialakításában. Az így kapott ciklikus vegyületet (**A**) speciális módon úgy oxidáljuk, hogy a kettős kötések helyén egy oxigéntartalmú háromtagú gyűrű, ún. epoxicsoport jöjjön létre<sup>1</sup>. A képződő **B** vegyület a VCD névre hallgat, és igen hatékonyan pusztítja az egerek és patkányok éretlen tüszősejtjeit, így meggátolja a szaporodásukat.

<sup>1</sup> Az etén példáján vázlatosan:  $\text{C}=\text{C} \longrightarrow \text{C}_2\text{H}_2\text{O}$

- a) *Mi az A és a B vegyület összegképlete?*
- b) *Rajzolja fel a buta-1,3-dién, valamint az A és B vegyület konstitúciós képletét!*

A buta-1,3-dién szövegben említett ciklo-dimerizációja lejátszódhat úgy is, hogy mindkét molekula 1. és 4. szénatomja kapcsolódik össze (**C** molekula keletkezése közben), és úgy is, hogy mindkét molekula 1. és 2. szénatomja kapcsolódik össze (**D** molekula keletkezése közben).

- c) *Rajzolja fel a C és D vegyület konstitúciós képletét!*

**7 pont**

**II. FELADATSOR**

*Az I. kategóriába tartozó versenyzők feladatai: 1-6.*

*A II. kategóriába tartozó versenyzők feladatai: 1-3. és 7-9.*

**1. feladat (I. és II. kategória)**

Vízmentes  $\text{MgSO}_4$ -ot és desztillált vizet  $20\text{ }^\circ\text{C}$ -on összerázunk, és megvárjuk, hogy beálljon az egyensúly.

*Milyen tömegarányban kevertük össze a két anyagot, ha az egyensúly beállta után a folyadékfázis tömege éppen akkora, mint amekkora kezdetben a szilárd anyag tömege volt?*

$20\text{ }^\circ\text{C}$ -on  $100\text{ g}$  víz  $44,5\text{ g}$  vízmentes  $\text{MgSO}_4$ -ot old, és a telített oldattal egyensúlyban lévő kristályvizes só képlete  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ .

**8 pont****2. feladat (I. és II. kategória)**

Nagy sókoncentrációjú lúgos tavak viszonylag elterjedtek Földünkön, és gazdasági hasznuk sem elhanyagolható. Egy ilyen tó vizének modellezésére nátrium-, kálium-, szulfát- és karbonátionokat tartalmazó vizes oldatokat használtak.

*a) A felsoroltak közül melyik ion felelős a lúgos kémhatásért a vizsgált oldatokban? Írja fel a kémhatás kialakulását leíró ionegyenletet!*

A kísérletekben azt vizsgálták, hogy milyen összetételű kristályok válnak ki a víz elpárolgása során. Azt találták, hogy a kiindulási összetételtől és a hőmérséklettől függően sokféle anyag képződhet: egyszerű, kétféle ionból álló vegyületek mellett kettős sók is kiválhatnak (amelyekben vagy kationból, vagy anionból kétféle van jelen), kristályvízzel vagy anélkül. Olyan fázis nem képződik, amelyben mind a négyféle ion megtalálható, és csak a fentebb említett négy ion jelenlétével kell számolni.

Ilyen, egyértelmű összetételű vegyületeket analizáltak. Megmérték:

**(A)** a tömegszázalékos nátriumtartalmat;

**(B)**  $1,000\text{ g}$  anyag hevítése során bekövetkező vízveszteséget;

**(C)**  $1,000\text{ g}$  anyagból főlslegben vett sósavval képződő gáz térfogatát  $25\text{ }^\circ\text{C}$ -on és  $101\text{ kPa}$  nyomáson.

Az alábbi táblázat a mérési eredményeket foglalja össze négy, a vizes oldatból kristályosítással nyert vegyület esetére.

	<b>A</b> (m/m%)	<b>B</b> (g)	<b>C</b> (cm <sup>3</sup> )
<b>1</b>	0	0	0
<b>2</b>	14,3	0,559	0
<b>3</b>	35,4	0	62,9
<b>4</b>	9,99	0,470	106,6

*b) Határozza meg a négy, számmal jelölt anyag képletét!*

**12 pont**



**3. feladat** (I. és II. kategória)

Egy alkén hidrogén-halogenid-addíciója során keletkező termék tömege 130,5 %-kal nagyobb a kiindulási alkén tömegénél. (A reakció teljesen végbement.)

*Mely alkén(ek) és hidrogén-halogenid(ek) esetén valósulhat ez meg? Számítással határozza meg a szóba jöhető vegyületek összegképletét!*

**8 pont****4. feladat** (I. kategória)

Az elektromos gerinchálózat költségében jelentős tényező a vezetékek anyagának ára. Érdekes módon réz és alumínium mellett az Egyesült Államokban komoly próbát tettek a könnyen megmunkálható és hajlékony vezetékeket adó nátriummal is ebben a szerepben. Közel 100 km ilyen vezetéket használtak élesben a hetvenes években.

a) *Milyen nyersanyagokból állítja elő az ipar az alumíniumot és a nátriumot?*

A polietilén szigetelés megbízhatóan védte a nátriumvezetékeket, a legtöbb gond a csatlakozásoknál adódott, ha nedves környezetben megsérült a vezeték szigetelése.

b) *Írja fel az ilyenkor végbemenő reakció egyenletét! Mi lenne a reakció analógja alumínium esetén, és miben tér el a két reakció lefolyása?*

Az egyetlen komoly balesetet egy munkás okozta, aki vezetékdarabokat a kommunális szemétkosárba dobott, és a szemétkosárban robbanás és tűz keletkezett.

c) *Milyen gázreakció okozhatta a robbanást? Írja fel a reakcióegyenletet!*

A nátrium az alumíniumnál rosszabb vezető. Ugyanakkora vezetőképessége azonos hosszúságú nátriumvezetéknek akkor lesz, ha 34%-kal nagyobb a vezeték átmérője az alumíniumvezetékénél. Az alumínium világpiaci ára 2000, a nátriumé 3000 dollár körül mozog tonnánként.

d) *Számítással hasonlítsa össze a két – azonos vezetőképességű – vezeték anyagköltségét!*

**9 pont****5. feladat** (I. kategória)

Az üzletekben zöldség/gyümölcs számára általában 8 mikrométer vastag, LDPE (kis sűrűségű polietilén;  $\rho = 0,92 \text{ g/cm}^3$ ) tasakokat biztosítanak.

a) *Hány polietilén-molekula (átlagos szénatomszámuk 20 000) van egy 20×30 cm-es tasakban?*

Ugyanezt a műanyagot feldolgozás során elektronnyalábbal besugározva kémiailag és fizikailag is jóval ellenállóbbá lehet tenni. Az így kapott termékből például fűtés csöveket vagy ízületimplantátumokat készítenek. A besugárzás során C–H kötések szakadnak fel, és új C–C kötések alakulnak ki.

b) *Egy tasakhoz elegendő mennyiségű LDPE polimert kellően hosszú ideig besugározva elvileg hány polietilén-molekula lesz a kapott mintában?*

**6 pont**

**6. feladat (I. kategória)**

A normál propil-alkohol (propán-1-ol, PA) vizes oldata az etil-alkoholhoz hasonlóan viselkedik forraláskor: ún. azeotrópot képez. Míg a tiszta propil-alkohol 97,3 °C-on forr, addig a víztartalmú alkohol forráspontja alacsonyabb. A keverék minimális forráspontja 87,7 °C, amikor is az elpárolgó anyag összetétele 72 m/m% PA és 28 m/m% víz. Ha ennél kisebb víztartalmú PA-t forralunk, akkor nem túl rossz közelítés feltételezni, hogy a forráspont 87,7 °C környékén lesz, és a fenti összetételű gőz távozik az oldatból. Ha az összes víz elfogy, akkor a forráspont hirtelen 97,3 °C-ra ugrik, és tiszta PA párolog el.

Az észterképzés egyensúlyra vezető reakció, ezért gyakran gond, hogy a várt termék csak kis mennyiségben keletkezik. Különböző „trükköket” kell bevetni, hogy jó kitermeléssel jussunk a kiszemelt észterhez.

Ha benzoésavat és azonos anyagmennyiségű *n*-propil-alkoholt pár csepp kénsav jelenlétében 60 °C-ra melegítünk, a benzoésavnak csak 6%-a alakul propil-benzoáttá. Ugyanakkor, ha feleslegben használjuk a PA-t, és a reakcióelegyet forraljuk, akkor gyakorlatilag tiszta észter marad vissza. (A benzoésav és a propil-benzoát nem illékony anyagok, mindkettőnek jóval 200 °C fölött van a forráspontja.)

A kénsav maradékát NaHCO<sub>3</sub>-tal való rázással, és a keletkező anyag kiszűrésével tudjuk eltávolítani.

A propil-benzoát az aroma- és illatszeripar egy fontos anyaga, kellemes gyümölcsös, mogyoróra emlékeztető illata és íze van, ráadásul antibakteriális hatású, így tartósítószerként is használható. A természetben is előfordul a cseresznyében, szegfűszegben, sőt a vajban is.

- Írja fel a propil-benzoát képződésének egyenletét!
- Mi a kénsav szerepe a reakcióban?
- Mi keletkezik a NaHCO<sub>3</sub>-os kezelés során?
- Magyarázza meg, hogy az elegendő PA fölösleget tartalmazó reakcióelegy forralásával miért érhetjük el a benzoésav teljes átalakulását!
- Legalább hány g PA szükséges, ha 100 g benzoésavat a fenti eljárásban tiszta propil-benzoáttá kívánunk alakítani?
- A keletkező vizes propil-alkoholt szeretnénk újra hasznosítani egy következő reakcióban. Javasoljon módszert a víztartalmának eltávolítására!
- Mekkora a benzoésav és a propán-1-ol közötti észterképzési reakció egyensúlyi állandója 60 °C-on?

**12 pont****7. feladat (II. kategória)**

Gabi éppen a sav-bázis reakciókat és a pH-számítást tanulta, amikor otthon megbízták a salátalé elkészítésével. A családi recept szerint egy negyed liter salátaléhez 1,5 púpozott evőkanál cukor, 2 evőkanál 200 g/dm<sup>3</sup> tömegkoncentrációjú ételecet (amit 20%-osként forgalmazznak) és egy fél kiskanál só kell.

Gabi lemérte, hogy egy púpozott evőkanál cukor 25 g, egy kiskanál só 10 g, egy evőkanál ecet pedig 12 cm<sup>3</sup>, majd kiszámolta, hogy mennyi az így készített salátalé pH-ja.

- Mit kapott eredményül?

Ezután okoskodni kezdett, és azt gondolta, hogy ugyanilyen pH-jú keveréket a recept ecetje helyett sósavat használva is készíthet.

- Hány cm<sup>3</sup> háztartási sósav kell a negyed liter salátalé készítéséhez, hogy a pH-ja ugyanannyi legyen, mint az eredetie? A háztartási sósav 20 m/m%-os, sűrűsége 1,1 g/cm<sup>3</sup>.

Ezután azt gondolta, hogy azért valószínűleg más lenne ennek a sósavas salátalének az íze, ezért kitalálta, hogy nátrium-acetátot is ad a sósavhoz. Úgy vélte, hogy megfelelő mennyiségű sósavat és nátrium-acetátot használva az eredetivel teljesen azonos pH-jú és ízű salátalé készülhet.

c) Számítsa ki, hány  $\text{cm}^3$  kellene a sósavból és hány gramm a vízmentes nátrium-acetátból negyed liter „eredeti” salátalé készítéséhez!

Később viszont rádöbbedt, hogy még valamit korrigálni kellene.

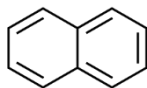
d) Mit kellene még változtatni a só, cukrot, sósavat és nátrium-acetátot használó recepten, hogy elvileg tényleg ugyanolyan ízű legyen a salátalé, mint az eredeti?

$$K_s(\text{ecetsav}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$$

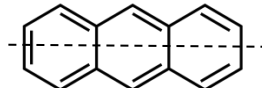
**9 pont**

### **8. feladat** (II. kategória)

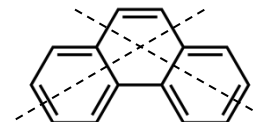
A több gyűrűt tartalmazó (policiklusos) aromás molekulákat benzolmolekulákból származtathatjuk ún. annellációval, mely két vagy több aromás gyűrű formális összekapcsolódását jelenti szén–szén kötés mentén. Például két benzolgyűrű annellációjával naftalint kapunk. Három benzolgyűrűből, formálisan két szén–szén kötés annellációjával kaphatunk antracént vagy fenantrént.



naftalin



antracén



fenantrén

- a) Mi az antracén és a fenantrén összegképlete?
- b) Állapítsa meg, hogy  $k$  darab benzolgyűrűből milyen összegképletű annellált rendszert kapunk, ha eközben, mint a fenti példákban is,  $(k-1)$  darab szén–szén kötés annellációja történik?

Az antracén és a fenantrén példáján az is látható, hogy három benzolgyűrű annellációja történhet lineárisan (amikor a gyűrűk középpontja egy egyenesre esik), és angulárisan (amikor a gyűrűk középpontjaira fektetett egyenesek szöveget zárnak be).

Az anguláris annelláció két érdekes példája az **A** és **B** molekula. **A** moláris tömege  $328,4 \text{ g/mol}$ , **B** moláris tömege  $300,4 \text{ g/mol}$ .

**A**-ban bármely három szomszédos gyűrű annellációja anguláris, és a molekula különlegessége, hogy aromás rendszer léte nem minden atomja egy síkban.

**B** molekula **A**-ból egy további annellációs lépéssel származtatható, és nagymértékű szimmetriájával kelt feltűnést.

- c) Határozza meg **A** és **B** összegképletét!
- d) Rajzolja fel **A** és **B** konstitúciós képletét!

**8 pont**

**9. feladat (II. kategória)**

A Curiosity marsjáró végezte az első kormeghatározást marsi kőzetre [K. A. Farley et al. *Science* **343** (2014)] Ehhez a kálium-argon módszert használta, aminek lényege, hogy a kőzetben található radioaktív  $^{40}\text{K}$  izotóp bomlástermékeinek mennyiségéből és a kőzet káliumtartalmából következtetni tudnak a kőzet korára.

A leggyakoribb K-tartalmú ásvány a vulkáni eredetű kőzetekben a földpátok egyik tagja, az ortoklász. Ennek ideális esetben az összegképlete  $\text{KAlSi}_x\text{O}_8$ .

a) *Mi a képletben az  $x$  egész szám?*

A mérések során a Curiosity 135 mg-os kőzetmintákat vizsgált. A minták káliumtartalmát egy kis röntgenspektroszkóp segítségével határozták meg. A geológusok a kapott eredményt átszámítják, és azt adják meg, hogy ez hány tömegszázalékos  $\text{K}_2\text{O}$ -tartalomnak felel meg. Ez 0,50 tömegszázalék volt.

b) *Hány mol K volt az egyes mintákban?*

Az összes káliumnak csupán 0,0117 százaléka a radioaktív 40-es izotóp, aminek a bomlása során javarészt  $^{40}\text{Ca}$  atommagok keletkeznek.

c) *Milyen radioaktív sugárzást bocsát ki eközben a minta?*

A bomlások egy kisebb hányada (10,5%-a) más terméket ad, mégpedig  $^{40}\text{Ar}$  atomokat, amelyek a kőzet kristályaiból általában nem tudnak eltávozni. Ezek meghatározása nem nehéz feladat. Műszerekkel analizálják a kőzet magas hőmérsékletre hevítésekor felszabaduló gázokat. Úgy találták, hogy grammonként 11,95 nanomol  $^{40}\text{Ar}$  szabadult fel a marsi kőzetmintából.

d) *Hány mol Ar volt a Curiosity által vizsgált mintákban?*

e) *Mekkora lenne az egy mintából felszabaduló argonmennyiség nyomása a mintavevő 50  $\mu\text{l}$ -es térfogatában 890  $^\circ\text{C}$ -on?*

Az argon meghatározását nem nyomásméréssel, hanem tömegspektroszkópiával végzi a marsjáró, de csak egy pontatlanabb műszere van. Ez más, szintén 40 g/mol körüli ( $40 \pm 0,5$  g/mol) moláris tömegű gázoktól nem tudja az argon-40-et megkülönböztetni. Csak 3 szénatomos szénhidrogének jöhetnek itt szóba, de végül ezeknek a jelenlétét nem gondolták várhatóknak.

f) *Rajzolja fel a számításba jövő szénhidrogének konstitúciós képletét!*

Egy mintában található  $^{40}\text{K}$  és  $^{40}\text{Ar}$  atomok száma és a vulkanikus kőzet megszilárdulása óta eltelt  $t$  idő közti összefüggés ideális esetben:

$$N_{40\text{Ar}} = 0,105 N_{40\text{K}}(e^{\lambda t} - 1)$$

Itt  $\lambda$  a  $^{40}\text{K}$  bomlási állandója:  $5,54 \cdot 10^{-10}$  1/év;  $e \cong 2,718$ , a természetes logaritmus alapja.

g) *Hány millió éves a kőzetminta ez alapján?*

**12 pont**





## VÁLASZLAP

*Feladatok mindkét kategória számára*

1. a)  b)  2.

3. a)  b)  c)  d)  e)

4.

5. a)  b)

c)

Anyag	Az oldódási egyensúly...		
	a kristálykiválás irányába tolódik el	az oldódás irányába tolódik el	nem tolódik el
0,1 mol/dm <sup>3</sup> -es ólom(II)-nitrát-oldat			
desztillált víz			
szilárd ólom(II)-jodid			
klórgáz			
telített ólom(II)-jodid-oldat			
elemi ólom			
elemi jód			

6. a) hidroxicitronellal  b)

c) geraniol  citronellol  citronellal  d)

*Feladatok csak az I. kategória számára*

7. a)  b)  c)

d1)  d2)  e1)  e2)

8.a) **A**  **B**

**C**  **D**

b) A polimer betűjele:   
A termékek konstitúciója:

c)

**Feladatok csak a II. kategória számára**

9.	a)	c)	A
			B
			C
			D
b)		d)	e)

10.	a)	A		B	
	b)	buta-1,3-dién	A	B	
	c)	C		D	

Elért pontszámok:

		Szaktanári értékelés	Felüljavítás
I. feladatsor			
II. feladatsor	1.		
	2.		
	3.		
	4.		
	5.		
	6.		
	7.		
	8.		
	9.		
<b>Összpontszám</b>			

.....  
a dolgozatot értékelő tanár aláírása.....  
a felüljavítást végző  
versenybizottsági tagok aláírása