



A program részben az Emberi Erőforrások Minisztériuma megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TMV-18-0139 azonosítószerű pályázati támogatásból valósul meg.

.....	.....	.....
Tanuló neve és kategóriája	Iskolája	Osztálya

## II. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny 2019. február 28.

### Második forduló – II.a, II.b és II.c kategória

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| <b>Munkaidő: 150 perc</b> | <b>A periódusos rendszer az utolsó oldalon található.</b>         |
| <b>Összesen 150 pont</b>  | <b>Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.</b> |
|                           | <b>A számolási feladatokat külön lapon oldd meg!</b>              |

### Megoldókulcs és pontozási útmutató Elmélet

#### E1. feladat (Általános kémia) 10 pont

Keresd meg az elemek helyét a periódusos rendszerben a megadott információk alapján! Írd az elemnek megfelelő *számot* az üres periódusos rendszerbe! **(minden jó válasz 1 pont, nincs pontlevo-nás rossz válaszáért)**

	1.	Nemesgáz, amelynek nem oktetsz szerkezetű a legkülső héja.																	<b>1.</b>
	2.	Vegyértékelektron-szerkezetű $4s^2$ , amely alatt nemesgáz-szerkezetű héj van.																	
	3.	A harmadik periódus főcsoportbeli eleme, pár nélküli elektronjainak száma 3.																	
	4.	A negyedik periódus d mezőjében található, 3 vegyértékelektronja van.																	
	5.	Vegyértékelektron-szerkezetű $4s^2$ , alatta minden alhéj telített (a d alhéj is).																	
	6.	Egyszeres töltésű anionjában az elektronok száma 36.																	
	7.	Tömegszáma 23, neutronjainak száma 12.																	
	8.	Vegyértékelektron-szerkezetű $5s^2 4d^5$ .																	
	9.	3+ töltésű ionja 10 elektront tartalmaz.								<b>9.</b>		<b>3.</b>							
	10.	Rendszáma 49.																	
		<b>2.</b>	<b>4.</b>								<b>5.</b>								<b>6.</b>
							<b>8.</b>					<b>10.</b>							

Feladat készítői: Dóbiné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Márkus Teréz, Nagy Mária, Pálinkó István, Tóth Albertné  
 Szerkesztő: Ósz Katalin ([oszk@gamma.ttk.pte.hu](mailto:oszk@gamma.ttk.pte.hu))  
 Lektor: Nagy Mária ([mn.marinagy@gmail.com](mailto:mn.marinagy@gmail.com))

**E2. feladat (Szervetlen kémia)****18 pont**Al<sub>(s)</sub>, Ag<sub>(s)</sub>, Au<sub>(s)</sub>, Br<sub>2(f)</sub>, CaO<sub>(s)</sub>, Cu<sub>(s)</sub>, H<sub>2(g)</sub>, HCl<sub>(g)</sub>, Hg<sub>(f)</sub>, I<sub>2(s)</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3(s)</sub>, Kr<sub>(g)</sub>, Ne<sub>(g)</sub>, Zn<sub>(s)</sub>

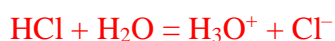
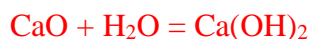
Ezeket az anyagokat sokféle szempont lehet csoportosítani, elemezni.

- a) Nevezd meg azt a közös tulajdonságot, amely a fenti listából csak a jobb oldalon felsorolt anyagok esetében közös: **(minden jó válasz 1 pont)** **(12 pont)**

<i>Közös tulajdonság:</i>	<i>Amire igaz a listából:</i>
nemesfém	Ag <sub>(s)</sub> , Au <sub>(s)</sub> , Cu <sub>(s)</sub>
nemesgáz	Kr <sub>(g)</sub> , Ne <sub>(g)</sub>
kéttomos molekulából áll	Br <sub>2(f)</sub> , H <sub>2(g)</sub> , HCl <sub>(g)</sub> , I <sub>2(s)</sub>
molekulárcsban kristályosodik	Br <sub>2(f)</sub> , H <sub>2(g)</sub> , HCl <sub>(g)</sub> , I <sub>2(s)</sub> , Kr <sub>(g)</sub> , Ne <sub>(g)</sub>
folyadék	Br <sub>2(f)</sub> , Hg <sub>(f)</sub>
halogén	Br <sub>2(f)</sub> , I <sub>2(s)</sub>
apoláris molekula vagy 2 atomos elemmolekula	Br <sub>2(f)</sub> , H <sub>2(g)</sub> , I <sub>2(s)</sub>
levegőnél kisebb sűrűségű gáz	H <sub>2(g)</sub> , Ne <sub>(g)</sub>
fém	Ag <sub>(s)</sub> , Au <sub>(s)</sub> , Al <sub>(s)</sub> , Cu <sub>(s)</sub> , Hg <sub>(f)</sub> , Zn <sub>(s)</sub>
amfoter	Al <sub>(s)</sub> , Zn <sub>(s)</sub>
ionrácsos vegyület	CaO <sub>(s)</sub> , K <sub>2</sub> CO <sub>3(s)</sub>
fém, ami 2+ töltésű iont képez	Cu <sub>(s)</sub> , Hg <sub>(f)</sub> , Zn <sub>(s)</sub>

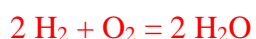
- b) A felsorolt anyagok között több is van, mely – alkalmas körülmények között – reakcióba lép vízzel. Válassz 3 anyagot, és írd fel a vízzel való reakciójának egyenletét!

**(Minden jó egyenlet 1 pont, de max. 3 pontot lehet kapni, akkor is ha több jó egyenletet megad. Ha valamelyik egyenletnél az anyagok jók, de a sztöchiometriai együtthatók nem, akkor az 0,5 pont.)**



- c) A felsorolt anyagok között van éghető, illetve amelyik reagál oxigénnel. Válassz 3 anyagot, írd fel az oxigénnel való reakciójának egyenletét!

**(Minden jó egyenlet 1 pont, de max. 3 pontot lehet kapni, akkor is ha több jó egyenletet megad. Ha valamelyik egyenletnél az anyagok jók, de a sztöchiometriai együtthatók nem, akkor az 0,5 pont.)**



...

**E3. feladat (Szervetlen kémia)****10 pont**

Tekintsük a következő képleteket:  $\text{NH}_4$ ,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{CO}_3$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{PCl}_3$ . Közöttük több olyan is akad, ami kiegészítésre szorul, mert valójában összetett ionról van szó, de a képlete mellől lemaradt a töltés. (minden jó válasz 0,5 pont, rossz válaszáért 0,5 pont levonás, de minden rubrikában legalább 0 pont (azaz ne adjunk negatív összpontot egyik kérdésre sem))

Válogasd ki azokat a képleteket, amelyekhez töltés is tartozhat, és add meg az <b>összetett ion(ok) képletét a töltéssel együtt</b> . $\text{NH}_4^+$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{NO}_2^-$	(3 pont)
Mely <b>képlet(ek)</b> lehetnek töltés nélküli molekulák és ionok is? $\text{SO}_3$ , $\text{NO}_2$	(1 pont)
Melyik <b>molekulá(k)</b> ban és <b>ion(ok)</b> ban vannak egy síkban az atommagok? $\text{CO}_2$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{SO}_2$ , $\text{SO}_3$ , $\text{NO}_2$ , $\text{H}_2\text{S}$	(4 pont)
Melyik <b>molekulá(k)</b> ban és <b>ion(ok)</b> ban vannak egy egyenes mentén az atommagok? $\text{CO}_2$	(0,5 pont)
Melyik <b>molekulá(k)</b> ban nincs pí-kötés? $\text{NH}_3$ , $\text{H}_2\text{S}$ , $\text{PCl}_3$	(1,5 pont)

**E4. feladat (Szerves kémia)****18 pont**

Ebben a feladatban olyan vegyületeken kell gondolkodnod, amelyek összegképlete  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ . A feladat megoldása során a kettős kötést is tekintsd funkciós csoportnak!

Minden helyes név és minden helyes képlet 1 pont. Ha több jót ír, akkor sem kaphat több pontot mint a maximális pont az adott feladatrészre.

- a) Add meg két olyan molekula nevét és szerkezeti képletét, amelyek konstitúciós izomerei egymásnak, és bennük azonos funkciós csoport(ok) van(nak).

2-metil-propanal / butanal (képletek is kellene)

vagy

1-hidroxi-but-2-én (vagy más néven but-2-én-1-ol) / 1-hidroxi-but-3-én (vagy más néven but-3-én-1-ol) / 3-hidroxi-but-1-én (vagy más néven but-1-én-3-ol) / 3-hidroxi-2-metil-propén – ezek közül bármelyik kettő (képletek is kellene)

vagy

ciklobutanol / metil-ciklopropanolok (képletek is kellene)

...

(4 pont)

b) Add meg *két olyan molekula nevét és szerkezeti képletét*, amelyek konstitúciós izomerei egymásnak, és bennük van azonos és eltérő funkciós csoport is!

metil-allil-éter / 1-hidroxi-but-2-én (képletek is kellene)

vagy

metil-allil-éter / tetrahydro-furán (képletek is kellene)

...

(4 pont)

c) Add meg *két olyan molekula nevét és szerkezeti képletét*, amelyek konstitúciós izomerei egymásnak, és bennük nincs(enek) azonos funkciós csoport(ok).

butanal / tetrahydro-furán (képletek is kellene)

...

(4 pont)

d) Add meg *két olyan molekula nevét és szerkezeti képletét*, amelyek egymás geometriai izomerjei.

cisz-1-hidroxi-but-2-én / transz-1-hidroxi-but-2-én (képletek is kellene)

(4 pont)

e) Add meg *egy olyan molekula nevét és szerkezeti képletét*, amelynek van optikai izomerje.

3-hidroxi-but-1-én (képlet is kell)

(2 pont)

**E5. feladat (Szerves kémia)****14 pont**

Add meg az összes olyan, legfeljebb öt szénatomot tartalmazó telített szénhidrogén szerkezeti képletét és nevét, amelynek monoklórozásakor csak egyetlen monoklórszármazék keletkezhet.

**Minden helyes név és minden helyes képlet 1 pont.**

metán

etán

ciklopropán

ciklobután

ciklopentán

spiropentán

2,2-dimetil-propán (minden esetben képlet is)

**(14 pont)**

**Számolás****Sz1. feladat****15 pont**

Egy mérleg serpenyőire egy-egy azonos tömegű főzőpoharat teszünk, mindegyikbe 200–200 cm<sup>3</sup> megegyező koncentrációjú sósavoldattal. Az egyik oldatba 5,00 g vasat, a másikba 5,00 g cinket teszünk. Az egyik fém teljesen feloldódik, a másik nem. A reakciók végére a mérleg két serpenyőjében ismét megegyezik a tömeg.

- Mennyi volt a kiindulási sósavoldat koncentrációja mol/dm<sup>3</sup>-ben?
- A vas és cink közül az egyiket le lehetne cserélni más fémre úgy, hogy a kísérlet végeredménye ne változzon (azaz ha 200–200 cm<sup>3</sup> sósavoldatba 5,00–5,00 g fémet teszünk, akkor továbbra is egyensúlyban maradjon a mérleg). Melyiket?
- Milyen fémre lehetne lecserélni azt a fémet, amelyet a b) pontban megjelöltél? Adj meg 2 alkalmas fémet!

a) A Fe anyagmennyisége  $5,00 / 55,85 = 0,0895$  mol **(1 pont)**

A Zn anyagmennyisége  $5,00 / 65,38 = 0,0765$  mol **(1 pont)**

A Fe reakciója sósavval:  $\text{Fe} + 2 \text{HCl} = \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$  **(2 pont, ha rendezve is jól van;**

**1 pont, ha csak az anyagok jók. Ha valaki úgy írja fel a reakcióegyenletet, hogy FeCl<sub>3</sub> keletkezik, az is 2 pont.)**

A Zn reakciója sósavval:  $\text{Zn} + 2 \text{HCl} = \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$  **(2 pont, ha rendezve is jól van;**

**1 pont, ha csak az anyagok jók)**

A Zn anyagmennyisége kisebb, így az fogy el a kísérletben, a Fe egy része megmarad.

**(1 pont)** Az oldat tömegcsökkenését csak a H<sub>2</sub>-fejlődés okozhatja, így a két

oldatból azonos mennyiségű hidrogén képződött. **(2 pont)** A fejlődött hidrogén

anyagmennyisége így mindkét kísérletben 0,0765 mol volt. **(1 pont)**

A Fe-as reakció azért fejeződött be, mert elfogyott a sósav, így a sósav

anyagmennyisége  $2 \times 0,0765 \text{ mol} = 0,153 \text{ mol}$  volt. **(1 pont)**

Tehát a sósavoldat koncentrációja:  $0,153 \text{ mol} / 0,200 \text{ dm}^3 = 0,765 \text{ mol/dm}^3$ . **(1 pont)**

- b) Mivel a reakcióban a Fe nem reagál el teljesen, így azt lecserélhetjük más fémre.  
(1 pont, ha leírja, hogy a vas lecserélhető. Nem kell indokolni.)
- c) (Olyan fémot választhat, ami reagál sósavval, de vízzel nem, és a moláris tömege osztva a vegyértékével ( $M/z$ ) kisebb a cink  $M/z$  értékénél.) Pl.: Al, Ti, V, Cr, Co, Ni...  
(2 pont, ha felsorol 2 jó fémot. Nem kell indokolni. Rossz fém felsorolásáért nem jár pontlevonás.)

## Sz2. feladat

12 pont

Szürke színű, fényes fémből készült golyók anyagának azonosítását sűrűségének meghatározása alapján végezték. A piknométer egy olyan eszköz, amit sűrűség mérésére használnak: üvegből készült, csiszolatos dugóval ellátott, Erlenmeyer-lombikhoz hasonló edény. A következő méréseket végezték el ennek a segítségével:

Megmérték a piknométer tömegét üresen:	30,2628 g
A piknométert kb. félig töltötték a fémgolyókkal, és így is megmérték a tömegét:	98,2651 g
A golyókat már tartalmazó piknométert ezután színültig töltötték ioncserélt vízzel, és ismét megmérték a tömegét:	113,8485 g
A piknométerből kiöntötték a golyókat és a vizet is, és most csak ioncserélt vízzel töltötték színültig. Ismét megmérték a tömegét:	55,9690 g
A víz sűrűségét egy táblázatból kikeresték:	0,997445 g/cm <sup>3</sup>

A következő táblázat néhány fém sűrűségét tartalmazza:

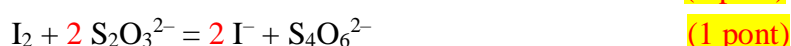
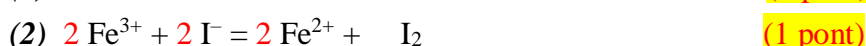
Fém:	Ag	Ti	Pt	Zn	Fe	Al	Cr	Pb	Co	Ni
$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	10,49	4,54	21,4	7,14	7,87	2,71	6,70	11,3	8,80	8,89

- a) Számítsd ki a piknométer térfogatát!
- b) Számítsd ki a piknométerbe rakott golyók térfogatát!
- c) Számítsd ki a fém sűrűségét!
- d) A táblázatban szereplő fémek közül melyik fémből készültek a golyók?
- e) A golyók anyaga könnyű- vagy nehézfém?
- a) A csak vízzel töltött piknométerben lévő víz tömege  $55,9690 - 30,2628 = 25,7062$  g. (1 pont) A piknométer térfogata  $25,7062 \text{ g} / 0,997445 \text{ g/cm}^3 = 25,7720 \text{ cm}^3$ . (2 pont)
- b) A fémgolyókat is tartalmazó piknométerben lévő víz tömege  $113,8485 - 98,2651 = 15,5834$  g. (1 pont) A fémgolyókat is tartalmazó piknométerben lévő víz térfogata  $15,5834 \text{ g} / 0,997445 \text{ g/cm}^3 = 15,6233 \text{ cm}^3$  (2 pont) A fémgolyók térfogata tehát:  $25,7720 \text{ cm}^3 - 15,6233 \text{ cm}^3 = 10,1487 \text{ cm}^3$  (1 pont)
- c) A fémgolyók tömege:  $98,2651 - 30,2628 = 68,0023$  g. (1 pont) A fém sűrűsége:  $68,0023 \text{ g} / 10,1487 \text{ cm}^3 = 6,7006 \text{ g/cm}^3$ . (1 pont)
- d) A fém sűrűsége alapján a krómról van szó. (1 pont, ha megadja, hogy króm)
- e) A sűrűség alapján a fém nehézfém. (2 pont, ha leírja, hogy nehézfém)

**Sz3. feladat****12 pont**

A technikai  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  Fe(III)-szulfátot is tartalmaz. A laboratóriumban a tanár készített a meglévő szilárd anyagból egy oldatot, és megkért két tanulót, hogy határozzák meg a technikai  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  Fe(III)-szulfát-tartalmát. A méréshez a tanulók azonos térfogatú mintákat alkalmaztak. (1) Az egyik diák a mintákat kénsavval megsavanyította és  $0,200 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{KMnO}_4$ -oldattal megtitrálta. Az átlagfogyás  $39,0 \text{ cm}^3$   $\text{KMnO}_4$ -oldat lett. (2) A másik diák a kénsavval megsavanyított mintákhoz KI-felesleget adott és keményítő indikátor jelenlétében titrálta  $0,010 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldattal; az átlagfogyás  $10,2 \text{ cm}^3$ .

a) Egészítsd ki és rendezd a titrálások ionos reakcióegyenleteit!



b) Számítsd ki a technikai  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  Fe(III)-szulfát-tartalmát tömeg%-ban!

A  $\text{KMnO}_4$  anyagmennyisége:  $39 \cdot 0,2 = 7,8 \text{ mmol}$  (1 pont), amely megfelel  $5 \cdot 7,8 = 39 \text{ mmol}$   $\text{Fe}^{2+}$ -ionnak. A  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  tömege:  $0,039 \cdot 278,022 = 10,843 \text{ g}$ . (2 pont)

A  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  anyagmennyisége:  $0,01 \cdot 10,2 = 0,102 \text{ mmol}$ , ez megfelel  $0,051 \text{ mmol}$   $\text{I}_2$ -nak, ez pedig  $0,051 \text{ mmol}$   $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ -nak. (3 pont)

A  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  tömege:  $0,051 \cdot 399,88 = 20,39 \text{ mg}$  (1 pont). A szilárd anyag  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ -tartalma:  $100 \cdot 0,02039 / 10,863 \approx 0,188 \%$ . (2 pont)

**Sz4. feladat****19 pont**

Egy oxigéntartalmú szerves vegyületet oxigénfelesleggel tökéletesen elégetünk. A füstgázban azonos anyagmennyiségben van jelen a  $\text{CO}_{2(g)}$ , a  $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$  és az  $\text{O}_{2(g)}$ . A vegyület gőzének oxigéngázra vonatkoztatott sűrűsége 3,25. A vegyület 1,00 móljából fémnátriummal 1,00 mol  $\text{H}_2$  fejlődik, de a vegyület 1,00 mólja csak 1,00 mol  $\text{NaOH}$ -dal reagál.

a) Mi a vegyület összegképlete? Számítással támaszd alá az összegképletet!

b) Hány szerkezeti képlet felel meg a feltételeknek? Melyek ezek?

c) Melyik izomer oxidációja jár feltétlenül láncszakadással?

d) Melyik vegyület (vegyületek) akirális?

e) Hány százalékos oxigénfelesleget alkalmaztak az égetéshez?

a) Egy oxigéntartalmú szerves vegyület égésének általános egyenlete:  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z + (x + y/4 - z/2) \text{O}_2 = x \text{CO}_2 + y/2 \text{H}_2\text{O}$ . (2 pont) A füstgázban egyenlő anyagmennyiségben van a  $\text{CO}_2$  és  $\text{H}_2\text{O}$ :  $x = y/2$ , vagyis  $y = 2x$ . (1 pont) A vegyület oxigénre vonatkoztatott sűrűsége 3,25, így moláris tömege  $3,25 \cdot 32 = 104$ . (1 pont) Tehát  $12x + y + 16z = 14x + 16z = 104$  (1 pont) A  $7x + 8z = 52$  egyenletnek egész számokból álló megoldása csak az  $x = 4$ ,  $z = 3$  (1 pont), tehát az összegképlet  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_3$ . (1 pont)

b) 1 mol vegyületben 2 mol nátriummal felszabadítható hidrogén van, ez két  $-\text{OH}$  csoport jelenlétére utal. (1 pont) 1 mol vegyület 1 mol  $\text{NaOH}$ -dal reagál, tehát az egyik  $-\text{OH}$

csoport karboxilcsoportként van jelen. **1 pont** Tehát a vegyület egy négy szénatomos hidroxikarbonsav. A lehetőségek:

- 1:  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-COOH}$  **1 pont**
  - 2:  $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-COOH}$  **1 pont**
  - 3:  $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$  **1 pont**
  - 4:  $\text{HO-C(CH}_3)_2\text{-COOH}$  **1 pont**
  - 5:  $\text{CH(CH}_3)(\text{CH}_2\text{OH)-COOH}$  **1 pont**
- c) A 4. vegyület terciér alkohol, ezért csak láncszakadással oxidálható. **1 pont**
- d) A 3. és a 4. vegyület nem királis. **2 pont**
- e) 1 mol vegyület égetése során 4 mol  $\text{CO}_2$  keletkezik ezért a megmaradt  $\text{O}_2$  is 4 mol, a felhasznált  $\text{O}_2$  pedig 4,5 mol az egyenlet szerint, **1 pont** így az oxigénfelesleg  $4/4,5 = 89\%$  volt. **1 pont**

### Sz5. feladat

12 pont

A barbitursav  $pK_s$ -értéke 4,01, a piroszőlősavé 2,39.

- a) Számold ki egy  $0,0200 \text{ mol/dm}^3$  koncentrációjú vizes barbitursav-oldat (A oldat) pH-ját!
- b) Milyen koncentrációjú piroszőlősav-oldatnak (B oldat) a pH-ja lesz ugyanennyi?
- c) Mennyi lesz a pH, ha az A és B oldatot 1:3 térfogatarányban összekeverjük?

- a) A barbitursav  $K_s$ -értéke a  $pK$ -ból  $9,77 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$ . **1 pont** Így a hidrogénion-koncentrációra felírható egyenlet:  $[\text{H}^+]^2 / (0,02 - [\text{H}^+]) = 9,77 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$  **1 pont** Az egyenlet pozitív megoldása  $[\text{H}^+] = 1,35 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  **2 pont**, azaz a pH 2,87. **1 pont**

(Megjegyzés: az egyszerűsített  $[\text{H}^+] = (K_s \cdot c)^{0,5}$  képlettel is lehet számolni, ekkor  $[\text{H}^+] = 1,40 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$  és pH = 2,85 adódik, ez is maximális pontot ér).

- b) A piroszőlősav  $K_s$ -értéke a  $pK_s$ -ból  $4,07 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ . **1 pont** A piroszőlősav-oldat koncentrációját ugyanebből az egyenletből lehet számolni, csak nem a hidrogénion-koncentráció az ismeretlen, hanem a sav analitikai koncentrációja. **1 pont**

Tehát  $(1,35 \cdot 10^{-3})^2 / (c - [\text{H}^+]) = 4,07 \cdot 10^{-3}$  **1 pont**

Ezt megoldva  $c = 1,80 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ . **2 pont**

Megjegyzés: Itt a  $[\text{H}^+] = (K_s \cdot c)^{0,5}$  már nem használható. Ebből  $c = 4,48 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$

következne, vagyis a hidrogénion-koncentráció nagyobb lenne, mint a sav analitikai koncentrációja, ami képtelenség. Ilyen megoldásokra az egyenlet-felállításért és megoldásért adható összesen 4 pontból egy sem nem jár. Ha egy megoldó ezt a gondolatmenetet követi, de fel is ismeri azt, hogy nem lehet helyes, akkor a 4 pontból 1 adható neki.

Ha valaki hibásan számolja ki az a) részfeladat eredményét, de az ott rosszul meghatározott pH-ból kiindulva helyesen oldja meg a b) részt, akkor a b) részre maximális pontot kaphat.

- c) Ha két azonos pH-jú gyenge sav oldatát összekeverjük, a pH nem változik, azaz 2,87. **2 pont**



**Sz6. feladat****10 pont**

Az ideális gázok állapotegyenlete nagy nyomásokon már gyakran nem működik megfelelően. Ennek a tesztelésére egy 100 cm<sup>3</sup> térfogatú, rendkívül nyomásálló edénybe 50 g vizet mértek be úgy, hogy közben a levegőt eltávolították, az edényt lezárták, majd felmelegítették 700 °C-ra. Ilyen körülmények között a teljes vízmennyiség gázhalmazállapotban van.

- Mennyi a gáz sűrűsége 700 °C-on az edényben?
- Mennyi a nyomás a rendszerben, ha ideális gáznak feltételezzük a vízgőzt?
- A gáz viselkedését ilyen körülmények között az úgynevezett Redlich–Kwong-állapotegyenlet lényegesen jobban leírja:

$$\left( p + \frac{a}{V_m(V_m + b)\sqrt{T}} \right) (V_m - b) = RT$$

A képletben  $p$  a nyomás,  $V_m$  a moláris térfogat,  $T$  az abszolút hőmérséklet,  $R$  az egyetemes gázállandó,  $a$  és  $b$  pedig anyagi minőségre jellemző állandók, értékük a vízre:  $a = 14,27 \text{ kg m}^5 \text{ s}^{-2} \text{ mol}^{-2} \text{ K}^{0,5}$ ,  $b = 2,11 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}$ . Mennyi az edényben a nyomás ezen egyenlet szerint?

- Egy anyag sűrűsége definíció szerint a tömege osztva a térfogatával. Így az állandó térfogatú edényben lévő anyag sűrűsége  $50 \text{ g} / 100 \text{ cm}^3 = 0,50 \text{ g/cm}^3$ . **2 pont**
- A víz anyagmennyisége  $50 / 18,02 = 2,77 \text{ mol}$ . **1 pont** Az ideális gáztörvény  $pV = nRT$ , így a nyomás  $p = nRT/V$  képlettel számolható. **1 pont** 700 °C 973 K-nek felel meg. **1 pont** A nyomás értéke az ideális gáztörvényből így  $p = 2,77 \cdot 8,314 \cdot 973 / 10^{-4} = 2,24 \cdot 10^8 \text{ Pa} = 224 \text{ MPa}$ . **1 pont**
- A móltérfogat értéke  $V_m = 10^{-4} \text{ m}^3 / 2,77 \text{ mol} = 3,61 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{mol}$ . **1 pont** A Redlich–Kwong állapotegyenlet átrendezhető úgy, hogy a bal oldalon csak a nyomás szerepeljen:  $p = RT/(V_m - b) - a/(V_m(V_m + b)T^{0,5})$ . **2 pont** A képletbe való behelyettesítés után  $p = 3,18 \cdot 10^8 \text{ Pa} = 318 \text{ MPa}$ . **1 pont**

1 H 1,008																	2 He 4,003
3 Li 6,94	4 Be 9,01											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,005	8 O 16,00	9 F 19,00	10 Ne 20,18
11 Na 22,99	12 Mg 24,30	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,45	18 Ar 39,95
19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,87	23 V 50,94	24 Cr 52,00	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,69	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,64	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,96	43 Tc -	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,42	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,84	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,2	83 Bi 208,98	84 Po -	85 At -	86 Rn -
87 Fr -	88 Ra -	89 Ac -	104 Rf -	105 Db -	106 Sg -	107 Bh -	108 Hs -	109 Mt -	110 Ds -	111 Rg -	112 Cn -	113 Nh -	114 Fl -	115 Mc -	116 Lv -	117 Ts -	118 Og -

58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm -	62 Sm 150,36	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,05	71 Lu 174,97
90 Th 232,04	91 Pa 231,04	92 U 238,03	93 Np -	94 Pu -	95 Am -	96 Cm -	97 Bk -	98 Cf -	99 Es -	100 Fm -	101 Md -	102 No -	103 Lr -