



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

II. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

2019. április 6.

Országos döntő – II.a, II.b és II.c kategória

Munkaidő: 180 perc

Összesen 170 pont

A periódusos rendszer az utolsó oldalon található.

Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.

A számolási feladatokat (kivéve Sz1) külön lapon oldd meg!

Megoldókulcs és pontozási útmutató

Elmélet

E1. feladat (Általános kémia)

19 pont

1869-ben, a periódusos rendszer megalkotásának évében Magyarországon Than Károly volt a legnevesebb kémikus, ő ekkor jelentetett meg tanulmányt *A harkányi kénes hévvíz vegyi elemzése* címmel. A dolgozatból idézünk részleteket:

"Baranya megyében Harkány nevű helység közelében már 1823-ban fedeztettek fel kéntartalmú hévforrások...

... igyekezvén a **szénélegkéneg** előállítani, e célra több kísérletet tettem, melyek közül az egyik abban állott, hogy tiszta **szénéleget** és felesleges **kéngőzt** gyengén izzó porcelláncsővön vezettem át, mi által a következő egyenlet (.....) értelmében csakugyan képződött ezen légnem, azonban semmikép sem sikerült azt a felesleges **szénélegtől** elválasztanom. Hogy a fönnebbi kísérletnél a **szénélegkéneg**nek képződnie kellett, az által győződtem meg, hogy az említett módon kezelt **szénéleg** sajátságos zamatot mutatott, melyet, vízzel érintkezvén, ez utóbbival is közlött. Elégetés alkalmával a gáz **kénessavat** képezett, mi határozottan valamely kéntartalmú gázra utalt...

I. A víz minőleges vizsgálata.

A forrásvíz közvetlenül a merítés után sajátságos, nem kellemetlen gyantás zamattal bír, mely teljesen különböző a **kénköneny** szagtól és közvetlenül a kihűlés után is érezhető rajta. E zamat határozottan a **szénélegkéneg** vízdátáéhoz hasonlít. Ugyanily zamattal bír a forrásból kitóduló gáz. A vízbe mártott érzékeny lakmuspapír eleintén igen gyenge savanyú hatást mutat, mely a papír beszáradásánál ismét eltűnik, jelöl annak, hogy a savanyú hatás a szabad **szénsavtől** származik.

Feladatkészítők: Dóbéné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Márkus Teréz, Nagy Mária, Pálinkó István, Tóth Albertné

Szerkesztő: Ósz Katalin (oszk@gamma.ttk.pte.hu)

Lektor: Nagy Mária (mn.marinagy@gmail.com)

Curcupapír csak a beszáradás után mutat gyengén égvényes hatást. A **szénélegkéneg** jelenléte következőleg bizonyított be a forrás vizében:

1) ...

2) A kihűlt friss víz savanyított **légenysavas ezüst** oldattal tejes zavarodást ad (...) a nélkül, hogy a folyadék zamatját elvesztené. Nehány csepp **ammóniák** által a tejes zavarodás eltűnik és helyette fekete csapadék származik...

3) **Kalihydrat** a víz zamatját azonnal megszünteti. Ezen oldat hígított kénsavval megsavanyítva **kénköneny** (záptojás) szagot fejleszt. A kálival elegyített víz, az égvényes fémkénegeknek minden sajátosságait mutatja...

Ha a víz forrón palaczkokba adatik és kihűl, 1-2 óra múlva még a meleg víz zamatát mutatja. Hosszabb idő után úgy látszik a levegő közbejöttével (10-12 óra múlva) a víz szaga határozottan záptojás szagot vesz fel, a **szénélegkéneg**nek vízzel cserebomlása folytán: (.....)

B) A nemleges alkatrészek meghatározása.

A vízben oldott **szénélegkéneg** meghatározására a forrásból merített meleg víz egy nagy palaczkba betöltetvén, jól bedugaszolva azonnal lepecsételtetett. A víz teljes kihűlése után (mintegy 1 óra múlva) a kéntartalmú gáz, 1/100 normál jódoldatnak megfelelő **jódsavas kalium**oldattal határozottat meg. A módszer arra van alapítva, hogy a kérdéses gáz hideg oldata szabad jód által a következő egyenlet szerint bomlik fel (.....), hogy e bomlás híg oldatokban csakugyan ezen egyenlet értelmében megy véghez, külön kísérletek által puhatoltatott ki...

D) A kitóduló légnemek vizsgálata.

A forrásból, mint már fönnebb le volt írva, igen nagy élénkséggel törnek elő a gázok, melyek meggyújtva kékes lánggal égnek el. E gázokban, mint a közelebbi vizsgálatból kiderült, a következő elegyrészek foglaltatnak u.m. **szénélegkéneg**, **szénéleg**, **köneny**, **szénsav**, **légeny** és **methyilköneny** az az mocsárlég...

24) A **kalihydrat** által el nem nyelhető gázok meghatározása végett, az elnyelő csőben visszamaradt légnemek egy részlete légmérőbe (Eudiometer) vitetett át, ezután mintegy egyenlő térfogat olectrolyticus durrléggel elegyítettett a célból, hogy kipuhatoltassék, vajjon a gáz tartalmaz-e **élenyt**. Feltűnő, hogy ezen elegy, daczára annak, hogy ily sok durrléget tartalmazott, villanszikra által semmikép sem volt meggyújtható... Jelen lehettek ezek szerint a kali által el nem nyelhető gyúlékony gázok közül a **mocsárlég**, a szabad **köneny** és a **szénéleg**, míg az el nem égethető gázok közül **légeny** fordulhatott elő..."

a) A szövegben lévő információk alapján következtess ki a következő **anyagok képletét!**

szénélegkéneg: **..COS**..... szénéleg: **..CO**..... köneny: **..H₂**.....

légenysavas ezüst: **..AgNO₃**... éleny: **..O₂**..... kénköneny: **..H₂S**.....

jódsavas kali(um): **..KIO₃**..... légeny: **..N₂**..... szénsav: **..CO₂**.....

kalihydrat: **..KOH**..... ammóniák: **..NH₃**..... kénessav: **..SO₂**.....

methyilköneny (mocsárlég): **..CH₄**.....

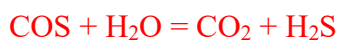
Minden jó képlet 1 pont, rossz képletért nincs pontlevonás. Összesen max. 13 pont.

b) Írd fel az eredeti szövegben szereplő három kémiai reakció egyenletét!

„tisztá szénéleget és felesleges kénigőzt gyengén izzó porcelláncsövön vezettem át”:



„a szénélegkénegnek vízzel cserebomlása”:



„a szénélegkéneg hideg oldata szabad jód által a következő egyenlet szerint bomlik fel”:



(Csak az egyik egyenlet kell. Bármelyik jó, 2 pontot ér)

Minden jó egyenlet 2 pont. Ha csak a rendezése rossz, vagy a benne szereplő valamelyik anyag, akkor 1 pont. Összesen max. 6 pont.

E2. feladat (Szervetlen kémia)

10 pont

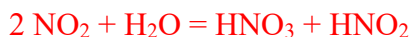
Egy messzi-messzi galaxisban egy addig ismeretlen bolygó felfedezésekor azt tapasztalták, hogy a légkör alapvető komponense egy vízben nem oldódó gáz (A). A gáz könnyen reagál oxigénnel, és a keletkező barna színű gáz (B) vízben oldódik. B oldata lúggal két különböző sókat alkot. A B gáz színe hűtés hatására megváltozik.

a) Mik lehetnek ezek a gázok? A: NO B: NO_2 1 + 1 pont

b) Írd fel az összes említett reakció egyenletét!



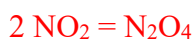
1 pont



2 pont (1 pont ha nincs jól rendezve)

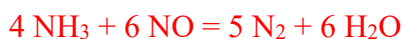


2 pont (1 pont ha nincs jól rendezve)



1 pont

c) Hogyan reagál ammóniával az A gáz? Írd fel a reakció egyenletét!

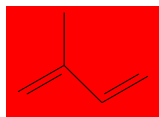


2 pont

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

A gumi alapanyagát, a latexet izoprén polimerizációjával állítják elő. Ha a poliizoprénben megmaradó kettőskötések *transz* térszerkezetűek, akkor a kapott rugalmatlan anyagot guttaperchának nevezik, és pl. a golflabdákat ebből készítik. A latex ezzel szemben olyan poliizoprén, amiben *cisz* kettőskötések vannak. A latex még nem a gumi, bár alacsony hőmérsékleten rugalmas: a bennszülöttek Dél-Amerikában labdázta vele. Ahhoz, hogy széles hőmérséklettartományban rugalmas gumit kapjunk, még kell egy kémiai reakció.

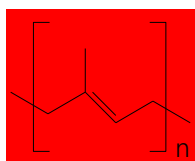
- a) Add meg az izoprén szerkezeti képletét és a szabályos nevét!



2-metil-buta-1,3-dién

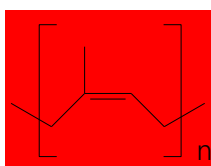
1 pont a jó szerkezet + 1 pont a helyes név

- b) Add meg a guttapercha ismétlődő egységének szerkezeti képletét!



2 pont

- c) Add meg a latex ismétlődő egységének szerkezeti képletét!



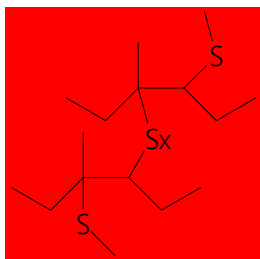
2 pont

- d) Mi a neve annak a reakciónak, amelyikkel a latexből gumit készíthetünk, és mi lehet az alkalmazott reagens?

A reakció: vulkanizálás; a reagens: kénpor

1 + 1 pont

- e) Add meg az ekkor kialakuló szerkezeti egység szerkezeti képletét!



A megoldás akármennyi kénatommal is elfogadható, ha a kénatom(ok) láncokat köt(nek) össze.

2 pont

E4. feladat (Szerves kémia)**20 pont**

A jobb oldali 3×3-as négyzet 8 db szerves vegyület atomcsoportjait tartalmazza (minden vegyület 3 atomcsoportból áll). Soronként (1, 2 és 3-as sor) és oszloponként (A, B és C oszlop) három-három vegyület, a két átló mentén (\ és /) pedig egy-egy vegyület atomcsoportos képlete állítható össze belőlük.

	A	B	C
1	H—		$\begin{array}{c} \text{—C—} \\ \\ \text{O} \end{array}$
2	CH ₃ —	—(CH ₂) ₂ —	—OH
3	—(CH ₂) ₃ —	NH ₂ —	H—

a) Add meg a négyzetből kirakható egyes vegyületekhez a következő neveket, szerkezeti képleteket, illetve szerkezeti képleteket használó kémiai egyenleteket!

A oszlop (A)	A vegyület konstitúciós izomerének <u>képlete</u> és <u>neve</u> : Izobután $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$ 1 pont a jó szerkezet + 1 pont a helyes név
B oszlop (B)	A vegyület és a HCl közötti <u>reakció egyenlete</u> : $\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_3^+$ 2 pont
C oszlop (C)	A vegyület és a Br ₂ közötti <u>reakció egyenlete</u> : $\text{HCOOH} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{HBr}$ 2 pont
1. sor (1)	A vegyület redukciós és oxidációs termékének <u>képlete</u> : $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{OH}$ és $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}$ 1 + 1 pont
2. sor (2)	A vegyület dehidratációjának <u>egyenlete</u> : $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2$ és/vagy $2 \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3-(\text{CH}_2)-\text{O}-(\text{CH}_2)-\text{CH}_3$ (bármelyik egyenlet elfogadható; elég az egyik) 2 pont
3. sor (3)	A vegyület és a víz közötti protolitikus <u>reakció egyenlete</u> : $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{OH}^- + \text{CH}_3-(\text{CH}_2)_2-\text{NH}_3^+$ 2 pont
1A–3C átló (N)	A vegyület és kevés Cl ₂ közötti, UV-megvilágításkor lejátszódó <u>reakció egyenlete</u> : $\text{CH}_3-\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Cl} + \text{HCl}$ 2 pont
1C–3A átló (I)	A vegyület tökéletes égésének <u>egyenlete</u> : $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O} + 8 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 5 \text{H}_2\text{O}$ 2 pont

b) A mondat elé írd annak a vegyületnek a jelét (A, B, C, 1, 2, 3, \ vagy /), amelyre igaz az állítás!

.....³ Undorító szagú, robbanásveszélyes folyadék. Megtámadja az Al, Cu, Sn, Zn fémeket.

.....^A Könnyen cseppfolyósítható gáz.

.....[/] Gyűrűs keton.

.....¹ Mandulaszagú folyadék.

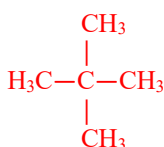
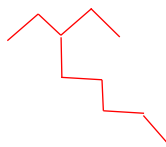
1-1 pont minden jó válaszáért, összesen 4 pont

E5. feladat (Szerves kémia)**16 pont**

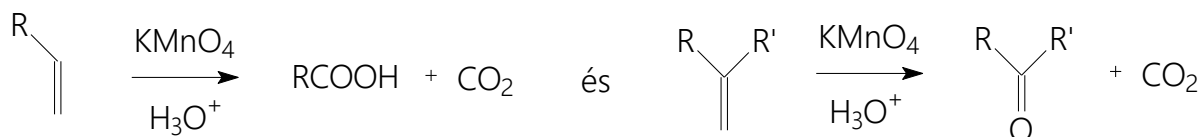
A következő szavak jelentős részének van kémiai jelentése:

A: pentagon B: pentanon C: pentanol D: pentaton
 E: pentanal F: ciklopentán G: ciklopentanol H: 3-pentil-pentán
 I: pentén J: pentatlon K: tetrametilmetán L: pentánsav

Add meg a megfelelő betűjele(ke)t válaszként!

a) Nem kémiai anyag neve: **A, D, J** **(3 pont)**b) Kémia anyag(ok) neve, de nem egyértelmű: **B, C, I** **(3 pont)**A nem egyértelmű nevek pontosításával add meg annak a vegyületnek a nevét,- amely primer alkohol: **pentán-1-ol** **(1 pont)**- amelynek létezik cisz-transz izomerje: **pent-2-én** **(1 pont)**- amelyből HCl-addíció során egyféle termék lesz: **pent-1-én** **(1 pont)**c) Egyértelmű név, de nem szabályos: **K, H**..... **(2 pont)**- Add meg ezen vegyület(ek) szabályos nevét és szerkezeti képletét!**2,2-dimetilpropán vagy neopentán****1+1 pont (szerkezet + név)****3-etilheptán****2+1 pont (szerkezet + név)****E6. feladat (Szerves kémia)****10 pont**

Az alkének kálium-permanganáttal savas közegben az alábbiak szerint reagálnak:



Mik a kiindulási, legfeljebb 10 szénatomot tartalmazó telítetlen szénhidrogének (add meg a szerkezeti képletüket), ha a termék(ek) a következők:

kiindulási anyag(ok)	termék(ek)
a) 2 pont	
b) 4+4 pont	

Számolás

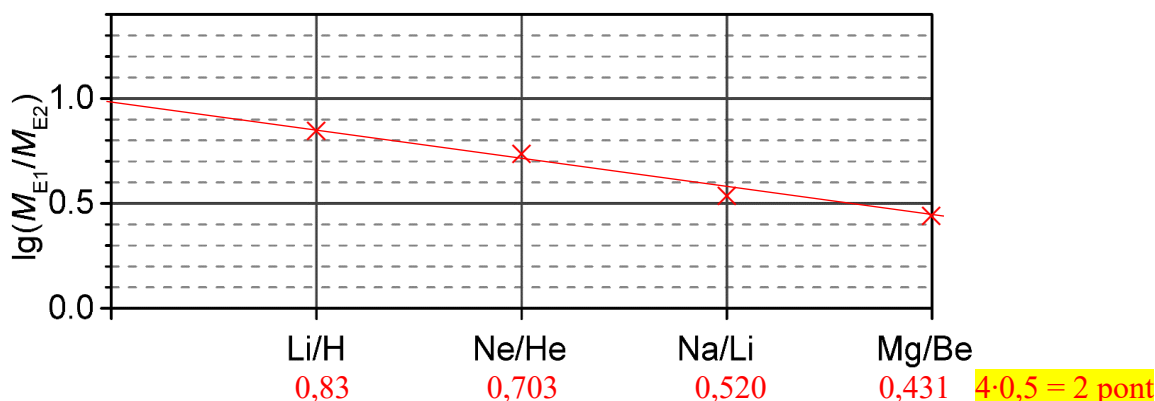
Sz1. feladat (a feladatot ezen a lapon oldd meg!)

14 pont

Mengyelejev utolsó jelentős hozzájárulását a periódusos rendszer kifejlesztéséhez 1904-ben tette. Az ezt megelőző évtizedben felfedezték a nemesgázokat, s ezeket beillesztette a rendszerbe. A Mengyelejev által 1904-ben publikált periódusos rendszer bal felső része látható a mellékelt ábrán. Az orosz tudós a nemesgázok oszlopában két, addig fel nem fedezett, a hidrogénnél könnyebb elemet is elhelyezett, ezeket x -szel és y -nal jelölte. Természetesen ilyen elemek nem léteznek, de ez akkoriban még egyáltalán nem volt világos, hiszen az atomok szerkezete még mindig ismeretlen volt. Mengyelejev mindkét elem moláris tömegére is adott becslést.

sor	0. csoport	1. csoport	2. csoport
0	x		
1	y	H	
2	He	Li	Be
3	Ne	Na	Mg
4	Ar	K	Ca
5		Cu	Zn
6	Kr	Rb	Sr
7		Ag	Cd
8	Xe	Cs	Ba

- a) Az y -ra vonatkozó becsléshez az első néhány elem moláris tömegével elosztotta az alatta lévő elem moláris tömegét, így kapta az M_{Li}/M_H , M_{Ne}/M_{He} stb. hányadosokat. Amikor ezen hányadosok értékének tízes alapú logaritmusát ábrázolta az alábbi ábra szerint, akkor azt tapasztalta, hogy az első négy pont jó közelítéssel egy egyenesre esik. Egészítsd ki az alábbi grafikont, és határozd meg, vajon milyen becslést adott Mengyelejev y moláris tömegére!



Ábrázolás (1 pont) és 0,99 leolvasása (1 pont).

$$\lg \frac{4,003}{M_y} = 0,99, \text{ tehát } M_y = 0,409 \text{ g/mol (2 pont)}$$

- b) Az x elem moláris tömegét már nem így becsülte meg, mivel az alatta lévő y moláris tömege is csak becslés volt. Az 1904-es periódusos rendszerben látható, hogy Mengyelejev felírás módjában az x alatt két sorral a He, az alatt két sorral az Ar, az alatt két sorral a Kr, az alatt két sorral pedig a Xe szerepelt. Így ezekre az elemekre alapozva becsülte meg x moláris tömegét egy érdekes táblázat segítségével: a táblázatban a felső sorba a moláris tömegek hányadosait kell írni, majd a további 2. és 3. sorokba minden egyes mezőben a vele fentről érintkező két mező különbségét kell beírni. Mennyinek becsülte ez alapján x moláris tömegét Mengyelejev?

$M_{\text{He}}/M_x = \dots\dots\dots 25,21$	$M_{\text{Ar}}/M_{\text{He}} = \dots\dots\dots 9,98$	$M_{\text{Kr}}/M_{\text{Ar}} = \dots\dots\dots 2,10$	$M_{\text{Xe}}/M_{\text{Kr}} = \dots\dots\dots 1,57$
15,23	7,88	0,53	
	7,35	7,35	
		0	

Minden rész-számadat a táblázatban 0,5 pont, azaz összesen 4,5 pont.

A táblázatból $M_x = M_{\text{He}}/25,21 = 0,159 \text{ g/mol}$ 1,5 pont

- c) A mai ismereteinket is felhasználva indokold meg, miért tévedett Mengyelejev az x és y elem feltételezésével?

1-nél nem lehet kisebb egy elem moláris tömege, mert a proton relatív tömege 1, és legalább 1 proton van minden atommagban. 2 pont

Sz2. feladat**12 pont**

A gázok ideális viselkedéstől való elérését a kompresszibilitási együtthatóval (Z) szokták jellemezni, amelynek definíciója:

$$Z = \frac{pV_m}{RT}$$

A képletben p a nyomás, V_m a moláris térfogat, T a hőmérséklet, R az egyetemes gázállandó.

a) Mennyi Z értéke ideális gázokra?

A reális gázok viselkedését több különböző egyenlettel is megkísérelték leírni. Egy ilyen lehetőség a van der Waals-egyenlet, amelynek alakja:

$$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT$$

A képletben a és b a gáz anyagi minőségére jellemző állandók.

Egy másik egyenlet, ugyanezre a célra a Dieterici-egyenlet, amelynek alakja:

$$p e^{a_D/(RTV_m)} (V_m - b_D) = RT$$

Hasonlóan az előző egyenlethez, a_D és b_D a gáz anyagi minőségére jellemző állandók (nem azonosak a -val és b -vel), és az e a természetes alapú logaritmus alapja. Egy gáz kritikus állapota az a hőmérséklet (T_c) és nyomás (p_c), ahol a folyadék és gázfázis között hirtelen megszűnik a különbség. Elméleti megfontolások alapján a kritikus moláris térfogatot (V_c) és hőmérsékletet ki lehet fejezni az a és b , illetve a_D és b_D állandók segítségével. A van der Waals-egyenletben:

$$T_c = \frac{8a}{27bR} \quad V_c = 3b$$

Míg a Dieterici-egyenletben:

$$T_c = \frac{a_D}{4b_D R} \quad V_c = 2b_D$$

b) Fejezd ki a kritikus nyomás (p_c) értéket mindkét egyenletből úgy, hogy az csak az a és b , illetve a_D és b_D állandókat tartalmazza!

c) Fejezd ki a kritikus kompresszibilitási együttható (Z_c) értéket mindkét egyenletből!

a) Az ideális gáztörvény $pV = nRT$. A moláris térfogat $V_m = V/n$, ennek segítségével a $pV_m = RT$, tehát $Z = (pV_m/RT) = 1$. Ideális gázok kompresszibilitási együtthatója mindig 1. **2 pont**

b) A van der Waals egyenletet a kritikus körülményekre felírva és a hőmérsékletet kifejezve:

$$p_c = \frac{RT_c}{V_c - b} - \frac{a}{V_c^2} = \frac{R \frac{8a}{27Rb}}{3b - b} - \frac{a}{9b^2} = \frac{4a}{27b^2} - \frac{a}{9b^2} = \frac{a}{27b^2}$$

3 pont

Ugyanez a Dieterici-egyenletben:

$$p_c = \frac{RT_c}{e^{a_D/(RT_c V_c)} (V_c - b_D)} = \frac{R \frac{a_D}{4b_D R}}{e^{a_D/\left(R \frac{a_D}{4b_D R} 2b_D\right)} (2b_D - b_D)} = \frac{\frac{a_D}{4b_D}}{e^{a_D/\left(\frac{a_D}{2}\right)} b_D} = \frac{a_D}{4e^2 b_D^2}$$

3 pont

c) A van Der Waals-egyenletben:

$$Z_c = \frac{p_c V_c}{RT_c} = \frac{\frac{a}{27b^2} 3b}{R \frac{8a}{27Rb}} = \frac{\frac{a}{b} 3b}{R \frac{8a}{Rb}} = \frac{3}{8} = 0,375$$

2 pont

A Dieterici-egyenletben:

$$Z_c = \frac{p_c V_c}{RT_c} = \frac{\frac{a_D}{4e^2 b_D^2} 2b_D}{R \frac{a_D}{4b_D R}} = \frac{a_D 2b_D}{4e^2 b_D^2 R \frac{a_D}{4b_D R}} = \frac{a_D 2b_D}{e^2 b_D a_D} = \frac{2}{e^2} \cong 0,2707...$$

2 pont

Sz3. feladat

15 pont

Az alábbi táblázat égéshő-értékeket mutat be kJ/mol egységben. Becsüld meg ezek alapján a benzol aromás stabilizációs energiáját (azaz hogy mennyivel kisebb az energiája a benzolnak, mint a hipotetikus 1,3,5-ciklohexatriénnek, amiben a kettős kötések lokalizáltak). Nem feltétlenül kell mindegyik égéshőt használni a becsléshez!

hidrogén	285,8	szén	393,5
hexán	4163,2	etén	1411,2
cisz-3-hexén	3996,9	benzol	3267,6
ciklohexán	3919,6	fenol	3053,5
ciklohexén	3751,5	benzoesav	3228,2
ciklohexanol	3727,6	toluol	3910,3

A számolás stratégiája a következő: Meghatározzuk a ciklohexén hidrogénezési hőjét. Ha a benzolban egymástól független kettős kötések lennének, akkor a benzol hidrogénezési hőjének éppen a ciklohexénnél kapott érték háromszorosának kellene lennie (mivel ekkor a benzolban 3 ugyanolyan kettős kötés lenne, mint amilyen a ciklohexénben van). A valóságban ez abszolút értékben kisebb lesz: a várt és a mért érték közötti különbség a benzol aromás stabilizációs energiája. **6 pont**

A hidrogénezési hőt az égéshőkből ki tudjuk számolni (termékek – reaktánsok) **3 pont**

Ciklohexén: $C_6H_{10} + H_2 \rightarrow C_6H_{12}$ $Q = 3919,6 - (3751,5 + 285,8) = -117,7$ kJ/mol **2 pont**

Benzol: $C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$ $Q = 3919,6 - (3267,6 + 3 \cdot 285,8) = -205,4$ kJ/mol **2 pont**

Így a benzol stabilizációs energiája $-205,4 - 3 \cdot (-117,7) = 147,7$ kJ/mol **2 pont**

Megjegyzés: Számos különböző logika használható.

- Egy kettős kötés hidrogénezésének reakcióhőjét a cisz-3-hexén hexánáé hidrogénezéséből is meg lehet becsülni, ebből $-119,5$ kJ/mol következik, a stabilizációs energiára pedig $153,1$ kJ/mol, ez is teljes értékű megoldás.
- Az aromás hidrogénezés reakcióhője a ciklohexanol-fenol párból is megbecsülhető ($-183,8$ kJ/mol adódik), de ez már nem teljes értékű megoldás, mert ez a fenol aromás stabilizációs energiája lesz ($169,3$ kJ/mol), nem a benzolé (ha minden jól van kiszámolva, egy ilyen megoldás 14 pontot ér a max. 15-ből.)
- Sok különböző körfolyamat elképzelhető, esetleg közbenső adatként a képződéshőket is figyelembe lehet venni. Ha végeredményként $3Q_{\text{égés}}(\text{ciklohexán}) - Q_{\text{égés}}(\text{benzol}) - 2Q_{\text{égés}}(\text{ciklohexán})$ adódik, akkor nagy valószínűséggel helyes a gondolatmenet.

Sz4. feladat**18 pont**

A glioxálsav egyértékű gyenge sav, molekulaképlete $C_2H_2O_3$. 3,735 g glioxálsavat feloldunk $250,0 \text{ cm}^3$ vízben, majd ehhez az oldathoz $100,0 \text{ cm}^3$ 1,95-ös pH-jú sósavoldatot adunk. Az így létrejött oldat pH-ja is 1,95. Írd fel a glioxálsav szerkezeti képletét és határozd meg a pK -ját!

A glioxálsav egyértékű sav, tehát egy $-COOH$ csoportnak kell benne lennie. **1 pont**

Így marad összesen egy C, egy H és egy O-atom, vagyis egy formilcsoport. A glioxálsav képlete tehát $HOOC-CHO$. **2 pont**

A glioxálsav moláristömege 74 g/mol **1 pont**,

így $3,735 \text{ g}$ anyagmennyisége $0,05047 \text{ mol}$ **1 pont**,

tehát a 250 cm^3 oldat koncentrációja $0,2019 \text{ mol/dm}^3$. **1 pont**

Ha a sósavhozzáadás hatására nem változott a pH, akkor az eredeti glioxálsavoldat pH-ja is 1,95 volt. **6 pont**

Tehát benne a hidrogén-ion koncentrációja $0,01122 \text{ mol/dm}^3$ **1 pont**,

a glioxalation koncentrációja is $0,01122 \text{ mol/dm}^3$ **1 pont**

a disszociálatlan glioxálsavé pedig $0,2019 - 0,01122 = 0,1907 \text{ mol/dm}^3$ **1 pont**

Így $K = 0,01122^2 / 0,1907 = 6,60 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ **2 pont**

vagyis $pK = 3,18$ **1 pont**

(Megjegyzés: Hosszabb, de ugyanígy helyes számolási út:

A keverés után a glioxálsav teljes koncentrációja $0,2019 \cdot 250 / 350 = 0,1442 \text{ mol/dm}^3$. **1 pont**

A sósav koncentrációja eredetileg $10^{-1,95} = 0,01122 \text{ mol/dm}^3$ volt, **2 pont**

a keverés után $0,01122 \cdot 100 / 350 = 0,1442 \text{ mol/dm}^3 = 0,003206 \text{ mol/dm}^3$. **1 pont**

Az 1,95-ös pH miatt a hidrogén-ion koncentrációja $0,01122 \text{ mol/dm}^3$, **1 pont**

így $0,01122 - 0,003206 = 0,008014 \text{ mol/dm}^3$ hidrogénion származik a glioxálsav disszociációjából. **2 pont**

Így a glioxalation koncentrációja $0,008014 \text{ mol/dm}^3$, **1 pont**

a disszociálatlan glioxálsavé pedig $0,1442 - 0,008014 = 0,1362 \text{ mol/dm}^3$. **1 pont**

Tehát $K = 0,008014 \cdot 0,01122 / 0,1362 = 6,60 \cdot 10^{-4} \text{ mol/dm}^3$ **2 pont**

vagyis $pK = 3,18$ **1 pont**)

Sz5. feladat**18 pont**

Egy fémeket azonos oxidációs állapotban tartalmazó szulfátot, nitrátot és karbonátot úgy keverünk össze, hogy a szulfátban, nitrátban és karbonátban lévő fém mennyisége azonos legyen. A keverék 30,0 tömeg%-a fém. $1500 \text{ }^\circ\text{C}$ fölé hevítve $9,28 \text{ g}$ tömegcsökkenés tapasztalható, a hevítési maradék pedig egyetlen vegyület. Melyik fém alkotja a vegyületeket, és mennyi volt az eredeti keverék tömege? Írd fel a lejátszódó reakciók egyenletét!

Legyen Me^{n+} a fémion (n lehet 1, 2, 3...).

A reakcióegyenletek így: $Me_2(SO_4)_n \rightarrow Me_2O_n + n SO_3$ **2 pont**

$2 Me(NO_3)_n \rightarrow Me_2O_n + 2n NO_2 + 0,5n O_2$ **2 pont**

$Me_2(CO_3)_n \rightarrow Me_2O_n + n CO_2$ **2 pont**

Ezek alapján a reakcióegyenletek alapján a hevítési maradék a Me_2O_n (fém-oxid).

Ha mindhárom sóban a fémion anyagmennyisége $2X$ mol (tehát X mol $\text{Me}_2(\text{SO}_4)_n$, $2X$ mol $\text{Me}(\text{NO}_3)_n$ és X mol $\text{Me}_2(\text{CO}_3)_n$ van a hevített keverékben), akkor a tömegcsökkenés:

$$n \cdot X \cdot M_{\text{SO}_3} + 2n \cdot X \cdot M_{\text{NO}_2} + 0,5n \cdot X \cdot M_{\text{O}_2} + n \cdot X \cdot M_{\text{CO}_2} = 80,06 \cdot n \cdot X + 92,01 \cdot n \cdot X + 16 \cdot n \cdot X + 44,01 \cdot n \cdot X = 232,08 \cdot n \cdot X = 9,28 \text{ g}$$

1 pont

A keveréknek 30 tömeg%-a fém, azaz

$$6 \cdot M_{\text{Me}} = 30\%$$

1 pont

$$6 \cdot M_{\text{Me}} + n \cdot M_{\text{SO}_4} + 2n \cdot M_{\text{NO}_3} + n \cdot M_{\text{CO}_3} = 100\%$$

$$n \cdot M_{\text{SO}_4} + 2n \cdot M_{\text{NO}_3} + n \cdot M_{\text{CO}_3} = (96,06 + 124,01 + 60,01)n = 70\%$$

1 pont

Tehát $\frac{6M_{\text{Me}}}{280,08n} = \frac{30}{70}$, azaz $M_{\text{Me}}/n = 20,005$

2 pont

Ha $n = 1$, akkor $M_{\text{Me}} = 20,005$ (ilyen fémion nincs).

1 pont

Ha $n = 2$, akkor $M_{\text{Me}} = 40,01$ (Ca).

2 pont

Ha $n = 3$, akkor $M_{\text{Me}} = 60,017$ (ilyen fémion nincs).

Ha $n = 4$, akkor $M_{\text{Me}} = 80,02$ (ilyen fémion nincs).

A keverékben volt $0,0400$ mol CaSO_4 , $0,0400$ mol CaCO_3 és $0,0400$ mol $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

1 pont

A keverék tömege: $0,0400 \cdot 136 + 0,0400 \cdot 100 + 0,0400 \cdot 164 = 16,0$ g.

2 pont

Bármilyen más jó megoldás maximális pontot ér (többféle logikával el lehet jutni a helyes eredményhez).

Sz6. feladat

8 pont

100,0 mol víz 20°C hőmérsékleten $6,660$ mol, 80°C -on pedig $9,980$ mol kristályvízmentes MgSO_4 -ot old. Ha 50 mol vízzel 80°C -on telített oldatot készítünk és azt 20°C -ra lehűtjük, akkor $3,110$ mol kristályvíztartalmú magnézium-szulfát válik ki az oldatból. Hány mól kristályvizet tartalmaz a MgSO_4 egy mólja?

50 mol víz old 80°C -on $9,980/2 = 4,990$ mol MgSO_4 -ot.

1 pont

A MgSO_4 X mol kristályvizet tartalmaz, tehát ha a hűtés hatására kiválik $3,110$ mol MgSO_4 , akkor ez $3,110 \cdot X$ mol vizet "visz magával".

2 pont

A lehűlés után tehát a vízből oldatban marad $50 - 3,110 \cdot X$ mol,

1 pont

a MgSO_4 -ból pedig $4,990 - 3,110$ mol = $1,880$ mol.

1 pont

20°C -os hőmérsékleten ez 50 mol vízre $3,330$ mol MgSO_4 -ot jelent (1 pont), azaz

$$\frac{3,330}{50} = \frac{1,880}{50 - 3,110X}, \text{ amiből } X = 7 \text{ mol kristályvizet tartalmaz a } \text{MgSO}_4 \text{ egy mólja.}$$

2 pont