



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.

LI. 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!

Feladatsor

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 sajátságait 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 betöltve, jól bedugaszolva azonnal lepecsételtetett. A víz teljes kihűlése után (mintegy 1 óra múlva) a kéntartalmú gáz, 1/100 normál jódoldatnak megfelelő **jódsavas kalium**oldattal határozott 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 lehetek 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: szénéleg: köneny:

légenysavas ezüst: éleny: kénköneny:

jódsavas kali(um): légeny: szénsav:

kalihydrat: ammóniák: kénessav:

methyilköneny (mocsárlég):

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

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

„a szénélegkénének vízzel cserebomlása”:

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

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: B:
- b) Írd fel az összes említett reakció egyenletét!

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

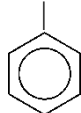
E3. feladat (Szerves kémia)**10 pont**

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.

- Add meg az izoprén szerkezeti képletét és a szabályos nevét!
- Add meg a guttapercha ismétlődő egységének szerkezeti képletét!
- Add meg a latex ismétlődő egységének szerkezeti képletét!
- Mi a neve annak a reakciónak, amelyikkel a latexből gumit készíthetünk, és mi lehet az alkalmazott reagens?
- Add meg az ekkor kialakuló szerkezeti egység szerkezeti képletét!

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—		—C— O
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> :
B oszlop (B)	A vegyület és a HCl közötti <u>reakció egyenlete</u> :
C oszlop (C)	A vegyület és a Br ₂ közötti <u>reakció egyenlete</u> :
1. sor (1)	A vegyület redukciós és oxidációs termékének <u>képlete</u> :
2. sor (2)	A vegyület dehidratációjának <u>egyenlete</u> :
3. sor (3)	A vegyület és a víz közötti protolitikus <u>reakció egyenlete</u> :
1A–3C átló (N)	A vegyület és kevés Cl ₂ közötti, UV-megvilágításkor lejátszódó <u>reakció egyenlete</u> :
1C–3A átló (I)	A vegyület tökéletes égésének <u>egyenlete</u> :

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

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

..... Könnyen cseppfolyósítható gáz.

..... Gyűrűs keton.

..... Mandulaszagú folyadék.

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:
 b) Kémia anyag(ok) neve, de nem egyértelmű:

A nem egyértelmű nevek pontosításával add meg annak a vegyületnek a nevét,

- amely primer alkohol:
- amelynek létezik cisz-transz izomerje:
- amelyből HCl-addíció során egyféle termék lesz:

- c) Egyértelmű név, de nem szabályos:

- Add meg ezen vegyület(ek) szabályos nevét és szerkezeti képletét!**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)	
b)	

Számolás

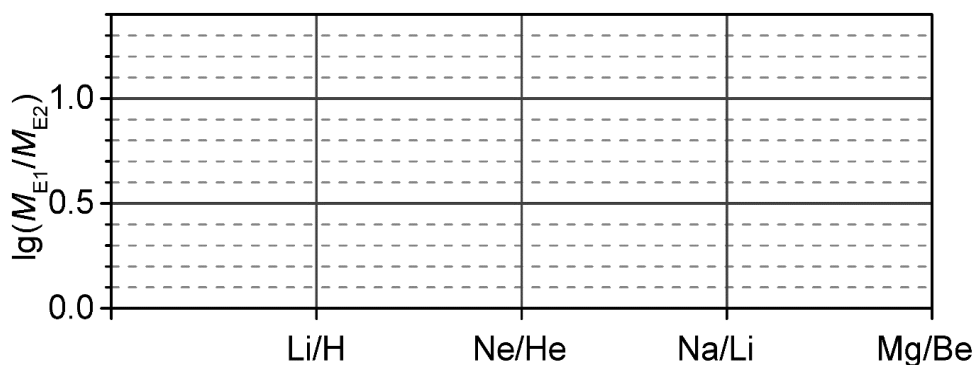
Sz1. feladat (a feladatot ezen a lapon oldd meg!)

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 $M_{\text{Li}}/M_{\text{H}}$, $M_{\text{Ne}}/M_{\text{He}}$ 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!



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!

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 kettőskötések 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

Sz4. feladat**18 pont**

A glioxálsav egyértékű gyenge sav, molekulaképlete $C_2H_2O_3$. 3,735 g glioxálsavat feloldunk 250,0 cm³ vízben, majd ehhez az oldathoz 100,0 cm³ 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!

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 °C fölé hevítve 9,28 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!

Sz6. feladat**8 pont**

100,0 mol víz 20 °C hőmérsékleten 6,660 mol, 80 °C-on pedig 9,980 mol kristályvízmentes MgSO₄-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 mol kristályvizet tartalmaz a MgSO₄ egy mólja?

1																	18
1 H 1,008	2											13	14	15	16	17	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 -