



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 – I.a, I.b és I.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 dolgozathoz idézünk részleteket:

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

... igyekezvén a **szénélegkéneg**et 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 kihülés után is érezhető rajta. E zamat határozottan a **szénélegkéneg** vízdátáéhoz hasonló. 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: Dóbiné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Márkus Teréz, Nagy Mária, Pálkó 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 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 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: 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 kénigőzt gyengén izzó porcelláncsövön vezettem át”:

„a szénélegkénegnek vízzel cserebomlása”:

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

E2. feladat (Általános kémia)

12 pont

Három színtelen gázt (A, B és C) vizsgálunk meg, amelyek sűrűsége azonos állapotban megegyezik. A nem ég, és az égést nem táplálja. B és C tökéletesen elégethető, égésterméke a meszes vízzel átöblített tölcséren zavarosodást okoz. C égésekor bepárasodik a láng fölé helyezett főzőpohár.

Megfelelő katalizátorok jelenlétében mindhárom gáz reagált hidrogénnel. A gázok maradéktalan hidrogénezésekor A, B, C sorrendben 3-szoros, 2-szeres, illetve azonos mennyiségű ugyanolyan állapotú hidrogén reagál. A termékeket szobahőmérsékletre hűtve egy esetben a termék lecsapódását tapasztaltuk. A termékgázok egyike elégett, a másik a nedves pH-papíron kék színt eredményezett.

a) Mi a képlete a három gáznak? Röviden indokold válaszodat!

b) Írd fel a vizsgálat során lejátszódott összes reakció egyenletét!

E3. feladat (Általános kémia)**14 pont**

Töltsd ki a következő táblázatot olyan részecskékkel, amelyek 32 elektront tartalmaznak és nem szerves vegyületek vagy ionok.

Jellemzője	vegyjel/képlet	név
Atom		
Molekula (1)		
Molekula (2)		
Molekula (3)		
Összetett anion (1)		
Összetett anion (2)		
Összetett anion (3)		

E4. 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 sót 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!

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

Az ókorban 7 „bolygót” (azaz mozgó égitestet) és 7 fémeket ismertek; ezek között kapcsolatot véltek felfedezni:

"Bolygó":	Merkúr	Vénusz	Mars	Jupiter	Szaturnusz	Nap	Hold
Fém:	Hg	Cu	Fe	Sn	Pb	Au	Ag

Válaszd meg a fémekre vonatkozó kérdéseket, feladatokat!

Higany: Becsüld meg egyetlen higanyatom térfogatát a higany moláris tömegének (200,59 g/mol) és sűrűségének (13,60 g/cm³) ismeretében!

Réz: Írd fel az alapállapotú rézatom elektronszerkezetét!

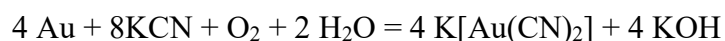
Vas: Melyikben van több elemi részecske, a 26-os rendszámú és 56-os tömegszámú vasatom Fe²⁺-ionjában, vagy a 26-os rendszámú és 58-as tömegszámú vasatom Fe³⁺-ionjában?

Ón: Az alábbi galvánelem (standard) elektromotoros ereje 0,14 V. Mennyi az ón standard redoxipotenciálja?



Ólom: A 82-es rendszámú, 187-es tömegszámú radioaktív ólomatom alfa-bomlással hasad. Mi a keletkező részecske rendszáma, neve és tömegszáma?

Arany: Az arany vegyületéből való előállítás (egyik) technológiájának reakcióegyenlete:



Mennyi az arany oxidációs száma a jobb oldali komplex vegyületben?

Ezüst: A 47-es rendszámú ezüstnek két izotópja ismert: a 107 és 109-es tömegszámú. Ezek gyakoriságának aránya 13:12. Mennyi az ezüst relatív atomtömege négy tizedesjegy pontossággal, ha a két izotóp relatív atomtömege 106,9050, illetve 108,9047?

E6. feladat (Szervetlen kémia)**16 pont**

A Solvay-féle (ammóniákszóda) gyártási folyamatot vázlatosan három lépésben írhatjuk fel:

1. az alapfolyamat a kősó vizes oldata és két gáz, az ammónia és a széndioxid között játszódik le (1. reakcióegyenlet),
2. a nátrium-hidrogén-karbonátot égetőkemencébe vezetik, ahol az hevítés hatására kristályszódává alakul (2. reakcióegyenlet),
3. az ammónia visszanyerésére az ammónium-kloridot mésztejjel kezelik (3. reakcióegyenlet). A mésztejet az üzembe beépített mészégető szolgáltatja (4. és 5. reakcióegyenlet).

a) Írd le a lejátszódó folyamatok egyenleteit!

b) Milyen alap- és nyersanyagok kellenek a szóda gyártásához?

c) Milyen egyenlet szerint hidrolizál a szóda? Milyen ionok lesznek az oldatban?

d) Hol fordul elő a szóda?

e) Miért alkalmas a szóda a víz lágyítására?

Számolás

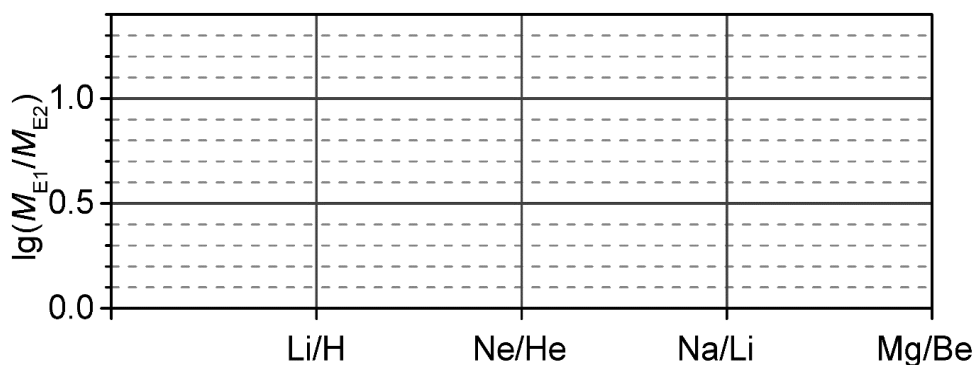
Sz1. feladat (a feladatot ezen a lapon oldd meg!)

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!



- 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?

$M_{\text{He}}/M_x = \dots\dots\dots$	$M_{\text{Ar}}/M_{\text{He}} = \dots\dots\dots$	$M_{\text{Kr}}/M_{\text{Ar}} = \dots\dots\dots$	$M_{\text{Xe}}/M_{\text{Kr}} = \dots\dots\dots$
0			

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

Sz2. feladat**12 pont**

A termitreakciók olyan, nagyon exoterm kémiai folyamatok, amelyekben egy fém egy másik fém oxidjával reagál. A fém gyakran az alumínium, mert ez elég erős redukálószer és forráspontja is elég magas: nem kell tartani attól, hogy a reakció körülményei között elpárolog. Az alábbi táblázatban néhány fém-oxid képződéshőjét gyűjtöttük össze.

- Írd fel az alumínium és réz(II)-oxid, alumínium és vas(III)-oxid, alumínium és mangán(IV)-oxid, alumínium és titán(IV)-oxid, illetve az alumínium és magnézium-oxid közötti reakció egyenletét, és számold ki a reakcióhőket!
- A táblázatból melyik fém(ek)et nem lehet előállítani alumíniumos termitreakcióban? Röviden indokold a válaszodat!

Al ₂ O ₃ (s)	-1675,7 kJ/mol	MnO ₂ (s)	-520,0 kJ/mol
CuO (s)	-157,3 kJ/mol	MgO (s)	-601,6 kJ/mol
Fe ₂ O ₃ (s)	-824,2 kJ/mol	TiO ₂ (s)	-944,0 kJ/mol

Sz3. feladat**17 pont**

Lúgoldaton olyan, vízgőzt nem tartalmazó gázelegy 200 cm³-ét buborékoltatjuk át, amelyet izzó szén és vízgőz reakciójával állítottunk elő. A gázelegy térfogata az eredeti hőmérsékleten és nyomáson 6,00 %-ot csökkent.

- Írd le a végbement folyamatok reakcióegyenleteit!
- Számítsd ki az eredeti gázelegy térfogat%-os összetételét!
- Add meg az eredeti- és a lúgoldatot elhagyó gázelegy átlagos moláris tömegét!
- Hány cm³ vízgőzt kell az eredeti gázelegy 100 cm³-éhez adni, hogy a szén-monoxid 90 %-a átalakuljon a $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ egyensúlyi reakcióban ($K = 6,0$)?

Sz4. feladat**16 pont**

A kétértékű ditionsav (H₂S₂O₆) – amit tisztán még nem sikerült előállítani, csak híg vizes oldatban ismert – anionja a ditionátion (S₂O₆²⁻). Báriumionokkal nem képez csapadékot.

12,7634 g kristályos nátrium-ditionátot 130 °C-on tartunk egy órán át. Lehűlés után az anyag tömege 10,8642 g. Ezek után egy másik, 11,3293 g tömegű kristályos nátrium-ditionát-mintát 2 órán át 300 °C-on tárolunk. A visszamaradó fehér por tömege 6,6458 g, ez vízben jól oldódik, és báriumionokkal csapadékot képez.

- Milyen reakciók zajlanak le hevítéskor? Mennyi kristályvizet tartalmaz a nátrium-ditionát?

Ezután 10,2551 g kristályos nátrium-ditionátból 100,00 cm³ oldatot készítünk, és ezt 70,00 cm³ 0,642-es pH-jú sósavoldattal keverjük (keveréskor a térfogatok összeadhatók), az így kapott oldat pH-ja 1,027.

- Számolással dönts el, hogy erős vagy gyenge sav-e a ditionsav!

Sz5. feladat**18 pont**

Egy fém 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 mól kristályvizet tartalmaz a MgSO₄ egy mólja?

1																	18
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 -