

A program részben az Emberi Erőforrások Minisztériuma megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TMV-M-B-0020 azonosítószámú pályázati támogatásból valósul meg.

Tanuló neve és kategóriája

Iskolája

Osztálya (mostani!)

LII. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

2020. szeptember 10.

Országos döntő (írásbeli rész) – I.a, I.b és I.c kategória

- Munkaidő:** ✓ Kérjük, hogy erre a címoldalra ne írj feladatmegoldást, csak fentre (a pontozott vonalakra)
180 perc a nevedet, kategóriádat, iskoládat, és hogy melyik osztályba jársz jelenleg!
- Összesen:** ✓ Ezeket az adatokat a többi oldalon már ne add meg, kizárólag itt a címoldalon!
- 180 pont** ✓ A feladatok megoldásához segédeszközként a címoldalon (lentebb) található periódusos rendszer, valamint toll és számológép használható.
 ✓ A számolási feladatokat külön lapokon oldd meg (egy lapra több feladat megoldása is kerülhet), az elméleti feladatokat pedig a feladatlapon!

1																2					
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 14,01	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 209,0	85 At 210,0	86 Rn 222,0				
87 Fr 223	88 Ra 226	89 Ac 227	104 Rf 267	105 Db 268	106 Sg 269	107 Bh 270	108 Hs 269	109 Mt 278	110 Ds 281	111 Rg 282	112 Cn 285	113 Nh 286	114 Fl 289	115 Mc 289	116 Lv 293	117 Ts 294	118 Og 294				
				58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm 145	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 237	94 Pu 244	95 Am 243	96 Cm 247	97 Bk 247	98 Cf 251	99 Es 252	100 Fm 257	101 Md 258	102 No 259	103 Lr 266				

Feladatkészítők: Dóbéné Cserjés Edit, Forgács József, Lente Gábor, Markovics Ákos, Márkus Teréz, Musza Katalin, Nagy Mária, Pálínkó István, Tóth Albertné, Tóth Imre, Várnagy Katalin

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

Lektorok: Bárány Zsolt Béla, Körtvélyessy Gyula, Várnagy Katalin

Feladatsor

Elmélet

E1. feladat

24 pont

A táblázat oszlopaiban szereplő gázok reakcióba lépnek vízzel, illetve reakcióba lépnek a vízszintes sorokban szereplő további anyagokkal (megfelelő körülmények között). Töltsd ki a táblázat üres, számozott celláit a két anyag között végbemenő reakció egyenletének beírásával! Ahol többféle reakció-egyenletet is fel tudnál írni a reaktánsok között, ott előbb nézd meg a feladat második részét, és az abban szereplő állítások alapján dönts el, hogy melyik reakcióegyenletet kell felírni!

	SO₂	Cl₂	NH₃
H₂O	1:	2:	3:
H₂S	4:	5:	6:
O₂	7:		8:

A következő állításokra az előző táblázatban lévő egyenletekhez rendelt sorszámmal (1-8) válaszolj, melyet a mondat elején lévő cellába írsz! Minden szám csak egyszer szerepelhet!

	Az egyik reakciópartnert redukáló hatása miatt fertőtlenítésre, csíráatlanításra használják. A végtermék vizes oldata savas kémhatású.
	Az egyik reakciópartner szúrós szagú gáz. A reakciótermék kémhatását sav-bázis indikátorral állapíthatjuk meg: a fenolftaleines vizet rózsaszínűvé változtatja.
	A két reakciópartner mindegyike jellegzetes szagú, mérgező gáz. Vizes közegben a reakciójuk eredményeképpen keletkező szuszpenzió sárga színű.
	Az egyik reakciópartner és a keletkező termékek egyike is színes. A két anyag nem azonos színű és nem azonos halmazállapotú. A végtermékek anyagmennyisége nagyobb a kezdetinél.
	Ezen reakció kémiai hatása által lett Dr. Semmelweis Ignác az „Anyák megmentője”
	A katalizátorral gyorsított reakció a kénsavgyártás folyamatának fontos része.
	A keletkezett termék só típusú vegyület, vízben jól oldódik, vizes oldata lúgos kémhatású. Régen a minőségi analízis fontos kémszere volt.
	A reakcióterben a reakció előrehaladtával a színtelen szúrós szagú gázt felváltja a keletkező (másként) szúrós szagú vörösbarna színű gáz.

E2. feladat**11 pont**

Tekintsd át a következő, kémiai jellel felsorolt 14 anyagot!

Al, Br₂, CH₄, CaO, Cu, HCl, He, Hg, H₂O, I₂, K₂CO₃, Kr, MgCl₂, Na₂SO₄

Standard nyomás- és hőmérsékleti viszonyok között elemezd a részecskék közötti kémiai kötést, halmazszerkezetüket, illetve tulajdonságaikat. Ezek alapján az alábbi táblázat bal oldali celláiba írd be egy-egy lehetséges kérdést vagy csoportosítási szempontot, amelyekre a helyes válasz a jobb oldali oszlopban szerepel. Egy cellába csak egy kérdést vagy szempontot írd!

Mi lehet a kérdés? Mik a csoportosítás szempontjai?	Válasz
	K ₂ CO ₃ , Na ₂ SO ₄
	He, Kr
	Br ₂ , CH ₄ , HCl, H ₂ O, I ₂
	Br ₂ , CH ₄ , HCl, He, H ₂ O, I ₂ , Kr
	Br ₂ , CH ₄ , He, I ₂ , Kr
	Br ₂ , He, I ₂ , Kr
	Al, Cu, Hg
	Br ₂ , Hg
	CaO, K ₂ CO ₃ , MgCl ₂ , Na ₂ SO ₄
	CaO, K ₂ CO ₃
	CH ₄ , HCl, He, Kr

E3. feladat**17 pont**

Tanulmányozd az alábbi táblázatot! X, Y és Z betűk a periódusos rendszer első három sorából egy-egy vegyjelet helyettesítenek. Mindegyik vegyjel másik sorból való.

	Oxidációs számok		Kristályszerkezet típusa	Rácsösszetartó erő	Vízzel reagál?	Vízben oldódik?
XY	X: +1	Y:	ionrács	ionkötés	igen	——
XZ	X:	Z:	ionrács			
YZ	Y:	Z:		dipólus-dipólus kölcsönhatás		
Y₂	Y:				nem	nem

- a) Mi írható az X, Y és Z betűk helyére? Segítségül annyit megadunk, hogy a három közül az egyik elem a lítium. Az azonos betűk mindig azonos vegyjelet jelentenek a táblázatban (és az Y természetesen nem ittrium, az ugyanis a periódusos rendszer ötödik sorában van 😊!)

X: Y: Z:

- b) Értelemszerűen töltsd ki a fenti táblázat üresen hagyott mezőit!

E4. feladat**9 pont**

A KOBALKIVI (Kozmikus Baleseteket Kivizsgáló Intézet) szakemberei a klingon űrflotta egy csatacirkálójának pusztulását vizsgálják, amely a *Rura Penthe* bolygón megkísérelt leszállás közben annyira felmelegedett, hogy minden megolvadt benne. A feljegyzések szerint a bolygó felszínén a hőmérséklet -57 °C , s a sziklás vidéket nagy mennyiségű fehér színű, jégre hasonlító anyag borítja, amely hamarosan nyomtalanul eltűnik, ha egy földi űrhajó belsejébe viszik. A bolygó légköre is ugyanebből az anyagból áll.

A szakértők arra gyanakodtak, hogy az űrhajó külső borítása – mely könnyűfém-ötvözetből készült – reakcióba léphetett a légkörrel. Ezt igazolta a *Rura Penthe* öslakóinak beszámolója, akik szerint a cirkáló leszállás közben túlragyogta a Napot, a leszállás helyén pedig ismeretlen anyagot találtak, amely fekete és fehér szemcsék keverékéből állt. A porszerű fehér szemcsék idővel nagyobb, láthatóan más szerkezetű fehér kristályokká álltak össze.

a) Mi lehetett a bolygó felszínén lévő, jégre hasonlító fehér anyag? Add meg az anyag kémiai jelét és hétköznapi nevét!
b) Milyen fém léphetett reakcióba a légkörrel?
c) Mik a termékben a fehér és a fekete szemcsék, illetve mi lehet az idővel keletkező fehér kristályok anyaga? Írd fel a lejátszódott reakciók rendezett egyenletét! • Fehér szemcsék: • Fekete szemcsék: • Fehér kristályos anyag: • Reakcióegyenletek:

E5. feladat**16 pont**

a) Töltsd ki a táblázat üres celláit a megadott szempontoknak megfelelően, konkrét szám adatok nélkül, úgy ahogy azt az első sorban mutatjuk (ott pl. a *nitrogénatom* az egyik jó megoldás). Ha több jó megoldást is tudnál írni, akkor is cellánként csak egyet adj meg!

Szempont	Növekvő tendencia (növekvő szám adat) →		
Az atomban található vegyértékelektronok száma	szénatom	<i>nitrogénatom</i>	oxigénatom
A részecskék átmérőjének nagysága	atommérete klóratom esetén		klórion mérete
Három alkálifém első ionizációs energiája		nátrium	
Fématomok száma az egyes fémrács típusokban egy elemi cellában			hexagonális
Kötésszögek nagysága három molekulaalkat esetén	V-alakú molekula		lineáris alakzat
Valamely oldatban az oldott anyag részecskéjének mérete	valódi oldat		heterogén rendszer
Az oldott anyag mennyisége az oldatban		telített oldat	túltelített oldat
Az atomok elektronegativitása	lítium	oxigén	
Három fém felfedezésének az „időpontja”		alumínium	plutónium

b) Válaszold meg a következő kérdéseket! Döntésedet indokold is meg röviden!

A félvezetés (félvezető viselkedése) miért nem tekinthető kismértékű vagy rossz vezetésnek?

Lehetséges-e, hogy azonos nyomáson két különböző hőmérsékletű desztillált víz mintának azonos a sűrűsége?

Valamely elem egy bizonyos izotópjának relatív atomtömege nagyobb, kisebb, vagy ugyanannyi, mint az elemhez tartozó relatív atomtömeg értéke?

E6. feladat

10 pont

Az alábbi táblázatban kitöltés után tízféle kovalens kötésű anyag képletének kell majd szerepelnie; ezek közül kilencnek a neve a következő:

- ammónia
- dihidrogén-szulfid
- foszfor (fehér)
- hidrogén-klorid
- kén-trioxid
- klórgáz
- ózon
- szén-monoxid
- szén-dioxid

Ezeket az anyagokat azonosítsd a táblázat soraiban szereplő ismérvek alapján, majd írd a képletüket (ne a nevüket) a megfelelő sor elejére! A táblázat kimaradt sorához keress egy olyan anyagot, amelyikre ráillik a jellemzés! Írd be ennek is a képletét!

Képlet	Kötés polaritása	Molekula alakja	Molekula polaritása	A halmazban fellépő legerősebb kölcsönhatás
	apoláris	lineáris	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
	apoláris	tetraéder	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
	apoláris	V-alak	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
	gyengén poláris	lineáris	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
	poláris	lineáris	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
	poláris	tetraéderes	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
	poláris	síkháromszög	apoláris	diszperziós kölcsönhatás
	poláris	lineáris	poláris	dipólus-dipólus kölcsönhatás
	poláris	V-alak	poláris	dipólus-dipólus kölcsönhatás
	poláris	háromszög alapú piramis	poláris	hidrogénkötés

Számolás

Sz1. feladat

22 pont

Két háztulajdonos vitatkozik, hogy melyikük fűtési rendszere korszerűbb és gazdaságosabb. Aladár elektromos fűtőfóliát telepített, mely az elektromos áram hőhatását szinte teljes mértékben kihasználva, a padlót melegíti. Béla kondenzációs gázkazánt terveztetett a házába, melynek lényege, hogy az égéstermékek a hagyományos gázkazánoknál alacsonyabb hőmérsékleten távoznak a kéményen át. A kondenzációs kazánokban – ahogy a nevük is utal erre – a füstgázok vízgőztartalma már jórészt a készülék belsejében lecsapódik, így a fűtési rendszernek átadja a benne rejlő rejtett hőenergiát is.¹

Béla havi földgázfogyasztása – mely csak fűtésre fordítódik – mintegy 200 m³ egy átlagos téli hónapban. A szolgáltató tájékoztatása alapján a gáz összetétele 97% metán, 1% etán, a többi gáz mennyisége elhanyagolható.

- Írd fel a földgáz égésének kémiai egyenleteit, és számítsd ki a folyamatok reakcióhőjét hagyományos és kondenzációs gázkazán esetére is! (Tételezzük fel, hogy a hagyományos kazánban csak vízgőz, a kondenzációsban csak cseppfolyós víz keletkezik!)
- Mennyi a földgáz égéshője a két esetben MJ/m³ egységben kifejezve, standard állapotban?
- Mennyi lenne Béla havi fogyasztása, ha nem kondenzációs kazánja lenne? Mennyit spórol egy hónapban, ha egy m³ gáz ára 100 Ft körül van?
- Hány kWh villamos energia tudná Béla házának energiaigényét fedezni és ez mennyibe kerülne, ha tudjuk, hogy 1 kWh más mértékegységben 3,6 MJ-nak felel meg? 1 kWh villamos energia ára közelítőleg 35 Ft. Energiatartalmukat nézve melyik az olcsóbb?
- Hány tonna szén-dioxid távozik évente Béla kéményén, ha évente 1500 m³ földgázt fogyaszt?

A következő képződéshő adatok ismertek: $\Delta_k H(\text{CO}_2) = -394 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(f)}) = -286 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{H}_2\text{O}_{(g)}) = -242 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{CH}_4) = -75 \text{ kJ/mol}$, $\Delta_k H(\text{C}_2\text{H}_6) = -84 \text{ kJ/mol}$.

¹ KIEGÉSZÍTÉSEK az Sz1 feladathoz, melyek ismerete nem szükséges a feladat megoldásához:

Valójában sem a normál kazánban, sem a kondenzációsban nem használódik fel a teljes képződött hő, hiszen az égéshőben mind a kiindulási anyagok, mind az égéstermékek normál állapotúak, tehát a forró füstgázok által elvitt látens hőt a számításakor elhanyagoljuk. Ez a kondenzációs kazán előnyéhez képest nyilván nem sok, de elvi hiba.

Ha kiszámolnánk, hogy egy gázzal működő hőerőmű mennyi szén-dioxidot ereszt ki ahhoz, hogy a feladatban kiszámolt adott hőt kiadó villamos fűtőrendszer energiamennyiséget megtermelje, sokkal több tonna szén-dioxid jönne ki, tekintettel arra, hogy a gázturbinás hőerőművek a bevitt szénhidrogén égéshőjének csak 20-40%-át hasznosítják, a feladatban meg szinte az egészet. Ezért is olyan drága a villamosenergia, de egyáltalán nem környezetbarátabb, ha hőerőművekben állítjuk elő.

Sz2.**16 pont**

Foszforsav-oldat 200,00 grammját két egyenlő részre (I. és II. oldat) osztjuk.

- I. Az I. oldatot 10,00 tömeg%-os NaOH-oldattal közömbösítjük. A keletkező oldat sóra nézve 12,235 tömeg%-os. Az oldat bepárlásával 271,54 g kristályos trisót kapunk.
- II. A II. oldatot *olyan* töménységű és *annyi* tömegű NaOH-oldattal közömbösítjük, hogy a keletkező anyag maradék nélkül, teljes egészében kristályos só legyen.

Ezen adatok ismeretében határozd meg

- a) a kristályos trinátrium-foszfát (trisó) képletét,
- b) a foszforsav-oldat tömeg%-os összetételét,
- c) az ismeretlen NaOH-oldat tömegét és tömeg%-os összetételét!

Sz3.**10 pont**

X gramm X tömeg%-os kénsavoldatban X gramm kén-trioxidot oldva a kénsav tömegszázalékának számértéke X-szel növekszik. Mennyi az X értéke?

Sz4.**15 pont**

A Bejrútban 2020. augusztus 4-én történt nagy robbanást ammónium-nitrát okozta, amelyet az óvatossági szabályokat figyelmen kívül hagyva tároltak. Az ammónium-nitrát magas hőmérsékleten úgy bomlik, hogy belőle csak nitrogén, oxigén és víz keletkezik.

- a) Mi a bomlási reakció egyenlete?
- b) Becsüld meg, mekkora lett a hőmérséklet a robbanás előtt 35 °C hőmérsékletű raktárépületben, ha benne 2700 tonna ammónium-nitrát hirtelen felrobbant? A hőmérsékletváltozás kiszámolásához használd fel a következő adatokat: az ammónium-nitrát képződéshője $-365,6 \text{ kJ/mol}$, a vízgőzé $-241,8 \text{ kJ/mol}$; a vízgőz mólhője $25,3 \text{ J/}^\circ\text{C/mol}$, az oxigéné $21,1 \text{ J/}^\circ\text{C/mol}$, a nitrogéné $20,8 \text{ J/}^\circ\text{C/mol}$ (a **mólhő** azt adja meg, hogy 1 mol anyag 1 °C-kal való felmelegítéséhez hány Joule energiára van szükség). A raktárban eredetileg is benn lévő levegő mennyisége olyan kicsi a képződött gázok mennyiségéhez képest, hogy nem kell figyelembe venni a számolásnál.
- c) Milyen volt a robbanás után a keletkezett gázkeverék mol%-os összetétele?

Sz5.**20 pont**

A „tisztának” nevezett anyagoknak kisebb-nagyobb mértékben sikerül a 100%-os tisztaságot megközelíteni. A gázoknál is, de legrégebb óta a fémeknél vezették be a „tisztasági fok” jelzőszámot az anyag tisztaságának mutatójaként. Tekintsd át a táblázatot! Az első oszlop tisztasági fokát pl. *hat pont nullának* mondjuk.

Tömeg%-os tisztaság	99,9999	99,999	99,993	99,99	99,92
Tisztasági fok:	6.0	5.0	4.3	4.0	3.2

Látható, hogy a tisztasági fok egész részei a 9-es számjegyek számát fejezik ki, a tizedespon utáni érték pedig a kilencesek utáni számjegy.

Ennél a feladatnál nagyon fontos, hogy a címlapon található periódusos rendszerben szereplő *pontos* atomtömegekkel számolj!

- Határozd meg, hogy hány %-a oxidálódott annak az alumíniumnak, amelynek tisztasági foka 2.7! (Tételezzük fel, hogy a „szennyeződés” alumínium-oxid.)
- Mennyi a tisztasági foka annak az alumíniumnak, melyből 3,0152 grammot sósavval reagáltatva 0,3366 gramm gázfejlődést mértünk? (A „szennyeződést” itt is alumínium-oxidnak feltételezzük a számolás során.)²
- Hány cm³ 3,2500 mol/dm³ koncentrációjú sósav fogyott az előző reakcióban?
- Vajon miért volt fontos a *pontos* atomtömegekkel való számolás?

Sz6.**10 pont**

A citromsav egy háromértékű sav, molekulaképlete: C₆H₈O₇. Nátrium-hidroxid-oldattal fenolftalein indikátort használva megtitrálható (miközben trinátrium-citrát képződik). A citromsav oldatát a háztartásban is használják vízkötelenítésre. A vízkőoldásra használt oldatból 10,0-10,0 cm³ térfogatú mintákat titráltunk meg, fenolftalein indikátor alkalmazásával 0,105 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-oldattal. Az átlagfogyás 8,92 cm³ volt. Számítsd ki, hogy

- mennyi volt a készített vízkőoldó anyagmennyiség-koncentrációja citromsavra nézve,
- hány gramm citromsavból készítettek fél liter, vízkőoldásra használt oldatot!

² KIEGÉSZÍTÉS az Sz5 feladathoz, mely nem szükséges a feladat megoldásához:

Az, hogy a „szennyeződés” tiszta alumínium-oxid lenne, valójában nem igaz: az oxid aránya – még eloxált alumínium esetén is – nagyon kicsi, csak néhány molekulányi réteg. A szennyeződés valójában inkább vas, szilícium és más szennyező elemekből áll.