

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) – II.a, II.b és II.c kategória

- Munkaidő:** ✓ Kérjük, hogy erre a címoldalra ne írd 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

15 pont

- a) A következő anyagokból válaszd ki azt a hármat, amelyek közös tulajdonsága, hogy reagálnak kálium-jodiddal! A kiválasztott anyagokkal írd fel a rendezett reakcióegyenleteket!

H₂, H₂O, H₂O₂, NaOH, NaNO₃, AgNO₃, Al(NO₃)₃, N₂, Cl₂

KI +
KI +
KI +

- b) A következő anyagokból válaszd ki azt a hármat, amelyek közös tulajdonsága, hogy vizes oldatuk savas kémhatású! A kiválasztott anyagok esetében írd fel a kémhatást igazoló egyenletet! **Al(NO₃)₃, NH₄NO₃, NaNO₃, NaHSO₄, Na₂SO₄, NaHCO₃, NaCl, piridin, etanol**

- c) A következő anyagokból válaszd ki azt a hármat, amelyek közös tulajdonsága, hogy levegőn való hevítés hatására megváltozik a színük! A kiválasztott anyagokkal írd fel a hevítés hatására bekövetkező változás kémiai egyenletét! Add meg a kiindulási vegyület és a keletkező termék színét is! **CaCO₃, Cu, CuO, Cu(OH)₂, CuSO₄, CuSO₄·5H₂O, H₂O, NaCl**

<i>Kiindulási anyag színe:</i>	<i>Termék színe:</i>
<i>Kiindulási anyag színe:</i>	<i>Termék színe:</i>
<i>Kiindulási anyag színe:</i>	<i>Termék színe:</i>

E2. feladat**10 pont**

Egy, a TNT-hez hasonló robbanóanyag, a hexogén összetétele: 16,22 tömeg% szén, 37,84 tömeg% nitrogén, 43,24 tömeg% oxigén mellett hidrogént is tartalmaz. Milyen tapasztalati képletre következtethetünk ebből?

Számolás:

Tapasztalati képlet:

Moláris tömege: 222 g/mol. Mi a molekulaképlete?

Számolás:

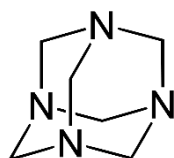
Molekulaképlet:

Mit rövidít a TNT név? Írd fel szerkezeti képletét! A TNT szabályos neve: 2-metil-1,3,5-trinitrobenzol.

Mit rövidít a TNT?

TNT szerkezeti képlete:

A hexogén előállítható a lent látható hexametilén-tetraminból (aminek a szabályos neve: 1,3,5,7-tetraaza-triciklodekán), tömény salétromsavval. A hexogén nem aromás, de gyűrűs vegyület. Mi lehet a szerkezeti képlete, ha tudjuk, hogy benne N–N kötések vannak?

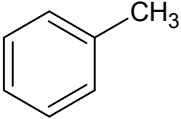
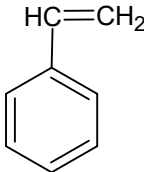


*A hexametilén-tetramin
(1,3,5,7-tetraaza-
triciklodekán) szerkezete*

Hexogén szerkezeti képlete:

E3. feladat
15 pont

a) Töltsd ki a táblázat hiányzó adatait!

Sorszám	A vegyület szabályos vagy hétköznapi neve:	A vegyület atomcsoportos képlete:
1.		$\begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$
2.		$\begin{array}{c} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{OH} \end{array}$
3.		
4.	buta-1,3-dién	
5.		$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH}-\text{CH}_3 \end{array}$
6.	aminoecetsav vagy glicin	
7.		
8.	1,2-diklóretén	
9.	piridin	
10.		$\begin{array}{ccccccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{OH} & \text{H} & & \text{H} \\ & & & & & & / \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & - & \text{C} \\ & & & & & & \backslash \\ \text{OH} & \text{OH} & \text{OH} & \text{H} & \text{OH} & & \text{O} \end{array}$

- b) A következő sorokban olyan kémiai fogalmak, jelenségek, reakciótípusok vannak, amelyek az előző oldali táblázatban szereplő vegyületekre vonatkoznak. Az állítások utáni oszlopba írd be a megfelelő vegyület sorszámát (1-10)! Minden szám csak egyszer szerepelhet!

Paraffin, és a molekulájában van harmadrendű szénatom.	
Heteroaromás vegyület.	
Van olyan reakciója, melyben a Zajcev-szabály érvényesül.	
A polimerizációja szintetikus kaucsukot eredményez.	
Vizes oldatban a molekula ikerionként van jelen.	
A molekula gyűrűs szerkezete is ismert.	
A molekulának <i>cisz-transz</i> izomerje van.	
Hosszú ideig az izomláz okozójának hitt, optikailag aktív vegyület.	
Poliaddíciós termékét nem vulkanizálják.	
Halogénnel való szubsztitúciós reakciója az alkalmazott katalizátor anyagi minőségétől függően az oldallácon, vagy az aromás gyűrű szénatomján megy végbe.	

E4. feladat

8 pont

Állítsd növekvő sorrendbe az alábbi anyagokat az alábbi tulajdonságok alapján:

C–C–C kötőszöge alapján: benzol, ciklohexán, propin
< <
forráspont alapján: <i>n</i>-pentán, neopentán (2,2-dimetilpropán), pentanol, ciklopentanon
< < <
izomerjeinek száma alapján: pentán, propán, butén, bután
< < <
a szénatom oxidációs állapota szerint: metán, szénsav, metanol, formamid
< < <

E5. feladat**20 pont**

Rajzold fel a 35 lehetséges közül 20 (azaz maximum 20!), négy szénatomos telített vegyület szerkezeti képletét, amelyek a szén- és hidrogénatomokon kívül két klóratomot tartalmaznak! A tükörképi párok is külön-külön megoldásnak számítanak, ha nem egyeznek meg egymással!

E6. feladat**10 pont**

Egy kémcsőállványban 4 kémcsőben oldatok voltak. A kémcsövek jelölése: A, B, C és D. A kémcsövekben az alábbi öt vegyület vizes oldata közül négy található meg: ***cink(II)-klorid, kálium-jodid, ólom(II)-nitrát, réz(II)-klorid, hidrogén-klorid.*** Az alábbiakat tudjuk a kémcsövekben levő oldatokról:

- A: színtelen oldat
- B: kékszínű oldat
- C: színtelen oldat
- D: színtelen oldat

Kísérletek: valamennyi mintából kémcsövekbe kb. fél ujjnyi magasságú folyadékot töltöttünk.

Minden oldatot minden másikkal összeöntöttünk, és az alábbi tapasztalatokat jegyeztük fel:

A + B: fehér csapadék

A + C: fehér csapadék

A + D: élénksárga csapadék

B + D: fekete csapadék, az oldat színe halványodik

(A felsorolásban nem szereplő párok esetén nem tapasztaltunk változást.)

Határozd meg, hogy melyik kémcső mit tartalmazott, és írd fel a megadott tapasztalatokat leíró reakcióegyenleteket!

Tapasztalatok elemzése

A fentebb szereplő ismereteknek a birtokában határozd meg, milyen vegyületet tartalmaznak az A, B, C és D kémcsövek! A vegyületeket ne névvel, hanem képlettel add meg!

Az egyes kémcsövekben lévő vegyületek:

	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat
Vegyület:				

A kimaradt vegyület:

Írj reakcióegyenletet minden csapadékképződéssel járó reakcióhoz!

Reakcióegyenletek

Kémcsövek betűjelei:	Az összeöntés során bekövetkezett változások reakcióegyenletei:
A + B	
A + C	
A + D	
B + D	

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

Sz2.

22 pont

Valamely szénhidrogént (A) 1:1 anyagmennyiség arányban klórgázzal reagáltatnak. Amennyiben a vegyület homológ sorozatának következő tagjával (B) is elvégzik ugyanezt a reakciót, akkor a halogénezett származék moláris tömege 11,08%-kal tér el az előző klórozott vegyület moláris tömegétől. Mi a két szénhidrogén (A és B) neve? Addíció vagy szubsztitúció történt? Nevezd meg az A szénhidrogén klórozásával előállítható vegyületeket, és írd fel a szerkezeti képletüket! *Fontos, hogy a címlapon található periódusos rendszerben szereplő pontos atomtömegekkel számolj!*

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 számítások 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.

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 sűrűsége $1,72 \text{ g/cm}^3$, magas hőmérsékleten úgy bomlik, hogy belőle csak nitrogén, oxigén és víz keletkezik.

- Mi a bomlási reakció egyenlete?
- Becsüld meg, hogy mekkora lehet a nyomás egy $10\,000 \text{ m}^3$ térfogatú, robbanás előtt 35 °C hőmérsékletű és légköri nyomású raktárépületben, ha benne 2700 tonna ammónium-nitrát hirtelen felrobban és közben a hőmérséklet 1500 °C -kal növekszik?² Vedd figyelembe, hogy a raktárban eredetileg is volt valamennyi levegő, amelynek az összetételét az egyszerűség kedvéért tekintjük 80 mol% N_2 -nek és 20 mol% O_2 -nek.

Sz5.**13 pont**

70,00 tömeg%-os foszforsav-oldat és 50,00 tömeg%-os nátrium-hidroxid-oldat 7:12 tömegarányban összeöntött oldata közömbösíti egymást. A keletkező 57,76 gramm tömegű anyag maradék nélkül, teljes egészében kristályos só.

Mi a kristályos só képlete? Hány gramm a közömbösített foszforsav-oldat tömege? A kiindulási oldatok oldószeréül használt víz tömege hány %-át teszi ki a kristályvíz tömegének?

Sz6.**20 pont**

$250,00 \text{ cm}^3$ térfogatú $1,075 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű 2,28 anyagmennyiség%-os kénsavoldatot 8,00 A-es egyenárammal elektrolizáltunk. A folyamat végén kapott oldat 11,75 tömeg%-os és $1,078 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű.

- Számítsd ki a kénsavoldat tömegét az elektrolízis végén!
- Nevezd meg az elektródokat, írd fel a rajtuk végbemenő reakciók egyenleteit!
- Mennyi ideig tartott az elektrolízis?
- Az elektrolízis végén kapott oldat $1,00 \text{ cm}^3$ -ét 100-szorosára hígítjuk. Hány cm^3 térfogatú, 12,00-es pH-jú NaOH-oldat közömbösíti ennek az oldatnak a $10,00 \text{ cm}^3$ -ét?

² KIEGÉSZÍTÉS az Sz4 feladathoz, mely nem szükséges a feladat megoldásához:

A hőmérsékletnövekedést (ha nem lenne megadva a feladatban) akár kiszámolhatnánk a következő termodinamikai adatokból is: az ammónium-nitrát képződéshője $-365,6 \text{ kJ/mol}$, a vízgőzé $-241,8 \text{ kJ/mol}$; a vízgőz mólhője $25,3 \text{ J/K/mol}$, az oxigéné $21,1 \text{ J/K/mol}$, a nitrogéné $20,8 \text{ J/K/mol}$.