

A program részben a Kulturális és Innovációs Minisztérium megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TMV-M-22-B-0039 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

Tanuló neve:

Kategóriája:

Iskolája:

Osztálya:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

55. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2023. január 12.

Iskolai forduló – I. kategória

Munkaidő:

120 perc

Összesen:

100 pont

- ✓ A periódusos rendszer az utolsó oldalon található. A periódusos rendszert nyugodtan letépheted a feladatlap végéről, ha úgy könnyebben tudod használni. Ezt az utolsó oldalt nem kell beadnod.
- ✓ Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.
- ✓ Az elméleti és a számolási feladatokat is a feladatlapon oldd meg!

PONTÖSSZESÍTŐ Az iskola, illetve a javító tanár tölti ki!		maximális	elért pont
		E1.	13
	E2.	8	
	E3.	21	
	E4.	19	
javító tanár:	Sz1.	10	
	Sz2.	10	
	Sz3.	7	
	Sz4.	12	

Feladatkészítők: Bárány Zsolt Béla, Forgács József, Lente Gábor, Musza Katalin, Tóth Albertné,
Tóth Imre

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

Lektor: Várnagy Katalin

Feladatsor

Elmélet

Az elméleti feladatokat (E1-E4) a feladatlapon oldd meg!

E1. feladat

13 pont

Találd meg a párját! Írd mellé a táblázatba a felsoroltak valamelyikét! Minden sorba csak egy megoldás kerüljön a következők közül, és minden megoldás csak egy helyre: **C, H, n⁰, Na⁺, Ne**

1.	Tíz elektronom van, mégis egyszer pozitív maradtam.	Na ⁺	2 pont
2.	A tömegem majdnem akkora, mint a protoné, de nem vagyok pozitív.	n ⁰	2 pont
3.	Három izotópom fordul elő a természetben, az egyiktől még a víz is nehéz lesz.	H	2 pont
4.	Nemes vagyok, tőlem aztán senki sem vesz el elektront!	Ne	2 pont
5.	Az egyik izotópotom a régészek kormeghatározásra használják.	C	2 pont

A feladat egyik meghatározásához – amennyiben nem csak az öt felsoroltból válogathatnál – akár háromnál több helyes megoldást is lehetne írni. Melyik ez a kérdés? (A kérdés sorszámával válaszolj!) Mik lennének még a jó megoldások? (Vegyjelekkel válaszolj!)

Kérdés sorszáma: 4. 1 pont	Megoldások: He, Ar, Kr, Xe, Rn, Og	Ha legalább hármat felsorol: 1 pont ha legalább ötöt felsorol: 2 pont
----------------------------	------------------------------------	--

Rossz megoldásért nem jár pontlevonás.

E2. feladat

8 pont

Igaz (I) vagy hamis (H)? Jelöld a táblázatban I vagy H betűvel!

1.	Minden elemnek legalább két természetes izotópja van.	H
2.	A 3p alhéj előbb töltődik, mint a 3d.	I
3.	Az M héjhoz maximálisan 8 elektron tartozhat.	H
4.	Egy atompályán maximálisan csak két ellentétes spinű elektron tartózkodhat.	I
5.	A periódusos rendszer periódusaiban balról jobbra haladva nő az atomok mérete.	H
6.	A szén-12 izotóp relatív atomtömege 12 g/mol.	H
7.	Az oxigénmolekulában kétszeres kovalens kötés van.	I
8.	Az ammóniamolekula síkháromszög alakú.	H

E3. feladat

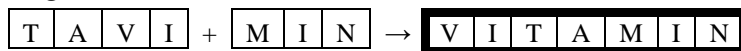
21 pont

Soronként egy 7 betűs kémiai kifejezést kell beírnod a nyíl utáni, vastaggal bekeretezett jobb oldali oszlopban. Azonban annyit segítünk, hogy a 7 betűs kémiai szakszó betűi a vele azonos sorban lévő két rövidebb szó betűinek a keveréke. A kis- és nagybetűk egyenértékűek.

Példa: Meghatározás:

tóban élő + (latin) perc rövidítve → emlősök optimális működéséhez szükséges szerves vegyület

Megoldás:



Írd be az alábbi táblázat vastagon bekeretezett részének minden sorába a 7 betűs kémiai kifejezést! Ha a segítség nélkül is sikerül megoldanod a feladványt, akkor a két rövidebb szót nem is szükséges beírnod, anélkül is maximális pontot kapsz; de ha nincs meg a 7 betűs megoldás, akkor a helyesen beírt segítő szavak is érnek valamennyi pontot.

Miután kitöltötted a vastaggal bekeretezett táblázatot, a sötétszürke háttérrel kiemelt betűk függőlegesen összeolvasva egy újabb szót adnak: a molekulák halmazában fellépő kémiai kötés nevét. Milyen kémiai kötésre gondoltunk?

MÁSODRENDŰ

1 pont

1.	N	É	G	Y	+	T	Á	M	→	G	Y	É	M	Á	N	T
2.	F	É	R	C	+	M	Á	S	→	F	É	M	R	Á	C	S
3.	P	A	N	A	S	Z	+	P	→	S	Z	A	P	P	A	N
4.	L	A	K	O	L	+	H	O	→	A	L	K	O	H	O	L
5.	S	Z	Á	J	+	M	Ó	D	→	J	Ó	D	S	Z	Á	M
6.	T	E	R	M	O	+	F	A	→	A	M	F	O	T	E	R
7.	M	E	L	L	+	I	C	A	→	M	I	C	E	L	L	A
8.	N	É	H	A	+	L	O	G	→	H	A	L	O	G	É	N
9.	A	D	Ó	+	D	C	I	I	→	A	D	D	I	C	I	Ó
10.	A	G	Y	A	M	+	N	Ű	→	M	Ű	A	N	Y	A	G

Meghatározások:

- a berillium rendszáma + ilyen fal erősíti az épületet → a szén allotróp módosulata
- textíliák átmeneti varrása + valamitől eltérő → fémek szabályos szerkezete
- zokszó, elmondott sérelem + a foszfor vegyjele → zsírsav sója
- elnyerte büntetését + a 67-es rendszámú elem jele → OH-csoportos telített szerves vegyület
- ajak + rövid módszer → a zsiradékokra jellemző számszerűség
- a hővel való kapcsolatra utaló görög eredetű szó + lombos, magas törzsű növény → kettős jellemű
- az egyik úszásnem + az Inorganica Chimica Acta című kémiai folyóirat névének a rövidítése (ugyanaz: becézett Ilona) → a szappan mosóhatása ennek képződésével értelmezhető
- ritkán, esetenként + logaritmus rövidítése → sóképző elem
- állami pénzbevétel + a 602 római számmal → telítetlen vegyületek reakciója
- gondolkodó szervem + az „n” betű görög megfelelője, jele v → szintetikusán előállított makromolekuláris anyag

3

A rövid „segítő” meghatározásokért 0,5-0,5 pont, a 7 betűs kémiai kifejezésekért 2-2 pont jár, de soronként összesen maximum 2-2 pont adható! Ha csak a 7 betűs van meg, akkor is megkapja a max. pontot!

E4. feladat**19 pont**

A táblázat celláiban háromatomos molekulák képletei szerepelnek. Az alkotó atomok: **H, C, N, S**, valamint egy **X**-szel jelölt ismeretlen elem. Az **X** mindenhol ugyanazt az elemet jelöli. A táblázat első sora és oszlopa mutatja az alkotó atomokat, és a protonszám – mely számérték a molekulát alkotó atomok protonjainak az összege – segít azonosítani a háromatomos molekulákat. Írd a táblázatba a megfelelő képleteket, valamint a hiányzó protonszámokat is! Minden cellába más-más képlet kerüljön. A szürke, áthúzott cellákba nem kell írni semmit.

	N	X	C	H
S	X	Protonszám: 32 Képlet: SO₂	Protonszám: 38 Képlet: CS₂	Protonszám: 18 Képlet: H₂S
X	Protonszám: 22 Képlet: N₂O	X	Protonszám: 22 Képlet: CO₂	X
X	Protonszám: 23 Képlet: NO₂	Protonszám: 24 Képlet: O₃	X	Protonszám: 10 Képlet: H₂O

A kitöltött táblázat alapján a képlet beírásával válaszold meg a következő kérdéseket! Mindenhol annyi választ írd be, ahány üres cellát látsz a kérdés után!

1. Melyik az a molekula, amelyben van zérus oxidációs számú atom?

O₃

2. Melyik az a két molekula, amelynek központi atomja megegyezik, de az oxidációs számaik nem, és a nagyobb oxidációs számú központi atom oxidációs száma 6-tal nagyobb a kisebbik oxidációs állapotúhoz képest?

SO₂

H₂S

3. Több molekula kötésszögére (ϕ) igaz, hogy $100^\circ < \phi < 120^\circ$. Soroljon fel ezek közül kettőt!

O₃, H₂O és SO₂ közül bármelyik kettő jó

4. Mely molekulák halmaza folyékony állapotú standard körülmények között?

H₂O

CS₂

5. Mely két gáznak egyezik meg a sűrűsége azonos állapotban?

N₂O

CO₂

Minden jó megoldás 1 pont.

A 3. kérdésre is csak max. 2 pont adható!

Rossz megoldásért nem jár pontlevonás.

Számolás

A számolási feladatokat (Sz1- Sz4) a feladatlapon oldd meg!

Sz1. feladat

10 pont

A szerves anyagokat előállító vegyipar nyersanyagként végső soron földgázt, kőolajat, levegőt és vizet használ, ezekből elvileg minden előállítható (ugyan gyakran sok lépésen keresztül). Az ibuprofén nevű, fájdalomcsillapítóknak igen gyakori hatóanyag egy mólja például elvileg előállítható 208,0 g metánból (ami a földgáz elsődleges összetevője) és 304,0 g oxigéngázból (azaz a levegő egyik komponenséből) úgy, hogy a teljes folyamatban a kívánt termék mellett 306,0 g vízen kívül semmi más nem keletkezik. Mennyi az ibuprofén moláris tömege, és mi a molekulaképlete?

A tömegmegmaradás törvény alapján a keletkezett ibuprofén tömege:

$$208,0 \text{ g} + 304,0 \text{ g} - 306,0 \text{ g} = 206,0 \text{ g.}$$

Mivel 1 mol keletkezett belőle, ezért a moláris tömege 206,0 g/mol.

$$208,0 \text{ g metán (CH}_4\text{) anyagmennyisége } \frac{208,0 \text{ g}}{16,0 \text{ g/mol}} = 13,0 \text{ mol.}$$

$$304,0 \text{ g oxigéngáz (O}_2\text{) anyagmennyisége } \frac{304,0 \text{ g}}{32,0 \text{ g/mol}} = 9,5 \text{ mol.}$$

$$306,0 \text{ g víz (H}_2\text{O) anyagmennyisége } \frac{306,0 \text{ g}}{18,0 \text{ g/mol}} = 17,0 \text{ mol.}$$

Így 1 mol ibuprofénben 13,0 mol szén,

$$4 \times 13,0 - 2 \times 17,0 = 18,0 \text{ mol hidrogén}$$

$$\text{és } 2 \times 9,5 - 17,0 = 2,0 \text{ mol oxigén van;}$$

vagyis az ibuprofén molekulaképlete: $\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2$.

1 pont

2 pont

1 pont

1 pont

1 pont

1 pont

1 pont

1 pont

Sz2. feladat**10 pont**

Az ammónia légköri nyomáson $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on cseppfolyósodik és számos anyagnak jó oldószere, így például az ammónium-kloridnak is. Egy így készített oldat teljes nitrogéntartalma 59,9 tömeg%. Hány tömeg%-os az oldat ammónium-kloridra nézve?

Legyen a keresett tömeg% x , ekkor 100 g oldatban x g ammónium-klorid (NH_4Cl) van, 1 pont
 ennek az anyagmennyisége $\frac{x\text{ g}}{53,5\text{ g/mol}} = (x/53,5)$ mol 1 pont

100 g oldatban az ammónia (NH_3) tömege $(100-x)$ g, 1 pont
 anyagmennyisége $\frac{(100-x)\text{ g}}{17,0\text{ g/mol}} = [(100-x)/17,0]$ mol. 1 pont

1 mol ammóniában egy mol nitrogén van, 1 mol ammónium-kloridban szintén 1 mol nitrogén van, így a nitrogén teljes anyagmennyisége $[x/53,5 + (100-x)/17,0]$ mol, 1 pont
 teljes tömege pedig kiszámolható a N moláris tömegével: 14,0 g/mol:

$$\left(\frac{x}{53,5} + \frac{100-x}{17,0}\right) \times 14,0 = 59,9$$
 1 pont

$$0,2617x + 82,35 - 0,8235x = 59,9$$
 1 pont

$$22,45 = 0,5618x$$
 1 pont

$$x = 40,0$$
 2 pont

Tehát az oldat ammónium-kloridra nézve 40,0 tömeg%-os.

----- MÁSIK MEGOLDÁS ÉS PONTOZÁSA: -----

x mol NH_3 , y mol NH_4Cl 1 pont

$x + y$ mol N 1 pont

A tömegszázalék felírható:

$$(x + y) \cdot 14,0 / (17x + 53,5y) = 0,599$$
 2 pont

$$14x + 14y = 10,18x + 32,0y$$
 1 pont

$$x/y = 4,71$$
 2 pont

1 mol NH_4Cl (53,5 g) van oldva 4,71 mol NH_3 -ban (80,1 g) 2 pont

$$53,5 \cdot 100/133,6 = 40,0\text{ tömeg\%}$$
 1 pont

Sz3. feladat**7 pont**

A hemoglobin egy nagyméretű fehérjemolekula, a vér egyik legfontosabb komponense. Moláris tömege 68,0 kg/mol, egy hemoglobinmolekulában négy vasatom van, és a vérben gyakorlatilag az összes vas hemoglobinhoz kötve van jelen. A mérések szerint a vér átlagos vastartalma 49,0 mg/dm³, egy emberben pedig átlagosan 5,00 liter vér van. Számold ki, hogy összesen hány gramm hemoglobin van egy átlagos ember vérében!

A vér vastartalma 49,0 mg/dm³,
vagyis öt liter (azaz 5,00 dm³) vérben **1 pont**
(5,00 dm³) × (49,0 mg/dm³) = 245 mg vas van, **1 pont**
ennek az anyagmennyisége $\frac{0,245 \text{ g}}{55,8 \text{ g/mol}} = 0,00439 \text{ mol}$ (4,39 mmol), **2 pont**
így a hemoglobin anyagmennyisége 0,00439 mol / 4 = 0,001098 mol (1,098 mmol). **1 pont**

Ennek a tömege 0,001098 mol × 68000 g/mol = 74,6 g **2 pont**

----- MÁSIK MEGOLDÁS A FELADAT UTOLSÓ 2 PONTJÁRA: -----

0,001098 mol × 68 kg/mol = 0,0746 kg = 74,6 g **2 pont**

----- HARMADIK MEGOLDÁS A FELADAT UTOLSÓ 2 PONTJÁRA: -----

1,098 mmol × 68,0 g/mmol = 74,6 g. **2 pont**

Sz4. feladat**12 pont**

A periódusos rendszer valamely főcsoportjában egymás közvetlen szomszédságában (alatt/felett) van két elem. Jelölje az egyiket „A”, a másikat „B”. A két elem egy-egy formailag megegyező összetételű vegyületét a következő adatok jellemzik:

a) Az „A” elem tömege a vegyület tömegének 34,6 %-a, a vegyület 61,5 tömegszázaléka oxigén, a többi hidrogén.

b) A „B” elem a megegyező összetételű vegyületben 17,5 tömegszázalékban van jelen.

Határozd meg a két ismeretlen elemet! Határozd meg a két elem vegyületének a képletét!

Az első vegyület 100 g-jában 34,6 g „A” és $(100-34,6) \text{ g} = 65,4 \text{ g O+H}$ van.

1 pont

A második vegyület 100 g-jában 17,5 g „B” és $(100-17,5) \text{ g} = 82,5 \text{ g O+H}$ van.

1 pont

Tehát ha ugyanannyi az O+H a két vegyületben (legyen pl. 82,5 g),

1 pont

akkor az „A” tömege $\frac{34,6 \times 82,5}{65,4} = 43,647 \text{ g}$ lenne mellette.

1 pont

Így tehát a két elem moláris tömegének aránya: $\frac{M_{„A”}}{M_{„B”}} = \frac{43,647 \text{ g}}{17,5 \text{ g}} = 2,494$

1 pont

Ezután próbálgatással (pl.: $\frac{M_{\text{Na}}}{M_{\text{Li}}} = 3,33$, $\frac{M_{\text{Mg}}}{M_{\text{Be}}} = 2,7$, $\frac{M_{\text{Al}}}{M_{\text{B}}} = 2,5$, $\frac{M_{\text{C}}}{M_{\text{Si}}} = 2,34$) megállapítható, hogy

„A” = alumínium (Al) és „B” = bór (B)

2 pont

Az O/H tömegarány az a) adatok alapján: $\frac{61,5}{100-34,6-61,5} = \frac{61,5}{3,9} = 15,8$

1 pont

Ez molarányban 1:1-nek felel meg.

1 pont

Számolással ellenőrizni, hogy a hidroxidjuk valóban olyan összetételű-e, mint a feladatban megadott.

Vegyületeik:

Al(OH)₃

1 pont

B(OH)₃ VAGY H₃BO₃

1 pont

----- MÁSIK MEGOLDÁS ÉS PONTOZÁSA: -----

Az első vegyület: 34,6% „A” elem, 61,5% O, $100\% - 34,6\% - 61,5\% = 3,9\% \text{ H}$

1 pont

$\frac{n(\text{O})}{n(\text{H})} = \frac{61,5/16,0}{3,9/1,0} = \frac{3,84}{3,9} \approx 1:1$

2 pont

Tehát $n(\text{O}) = n(\text{H})$

1 pont

A vegyület lehet: „A”OH vagy „A”(OH)₂ vagy „A”(OH)₃

1 pont

„A”OH esetén: $n(„A”) = 3,84 \text{ mol}$, $A_r(„A”) = 34,6/3,84 = 9,01$ (a Be atomtömege ennyi, de nem lehet +1 az oxidációs száma)

2 pont

„A”(OH)₂ esetén: $n(„A”) = 1,92 \text{ mol}$, $A_r(„A”) = 34,6/1,92 = 18,0$ (ilyen elem nincs)

2 pont

„A”(OH)₃ esetén: $n(„A”) = 1,28 \text{ mol}$, $A_r(„A”) = 34,6/1,28 = 27,0$ (Al jó megoldás)

1 pont

Mivel a másik vegyületben a „B” tömegszázaléka kisebb, így ez csak az Al felett levő elem lehet, így a „B” a B.

1 pont

(Ellenőrzés: B(OH)₃: $3 \times 17,0 \rightarrow 82,5\% \text{ OH}$,
 $10,8 \rightarrow 17,5\% \text{ B}$)

1 pont

Bármi más, helyes megoldásra vezető számolás ugyanennyi pontot ér.

Ezt a periódusos rendszert tartalmazó utolsó lapot nyugodtan tépd le a feladatsorról,
 hogy könnyebben tudd használni. Ezt a lapot nem kell beadnod a verseny végén.

18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H 1,0																	He 4,0
3	4																10
Li 6,9	Be 9,0														O 16,0	F 19,0	Ne 20,2
11	12																18
Na 23,0	Mg 24,3														S 32,1	Cl 35,5	Ar 39,9
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K 39,1	Ca 40,1	Sc 45,0	Ti 47,9	V 50,9	Cr 52,0	Mn 54,9	Fe 55,8	Co 58,9	Ni 58,7	Cu 63,5	Zn 65,4	Ga 69,7	Ge 72,6	As 74,9	Se 79,0	Br 79,9	Kr 83,8
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb 85,5	Sr 87,6	Y 88,9	Zr 91,2	Nb 92,9	Mo 96,0	Tc -	Ru 101,1	Rh 102,9	Pd 106,4	Ag 107,9	Cd 112,4	In 114,8	Sn 118,7	Sb 121,8	Te 127,6	I 126,9	Xe 131,3
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs 132,9	Ba 137,3	La 138,9	Hf 178,5	Ta 180,9	W 183,8	Re 186,2	Os 190,2	Ir 192,2	Pt 195,1	Au 197,0	Hg 200,6	Tl 204,4	Pb 207,2	Bi 209,0	Po 209,0	At 210,0	Rn 222,0
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr -	Ra -	Ac -	Rf -	Db -	Sg -	Bh -	Hs -	Mt -	Ds -	Rg -	Cn -	Nh -	Fl -	Mc -	Lv -	Ts -	Og -
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
Ce 140,1	Pr 140,9	Nd 144,2	Pm -	Sm 150,4	Eu 152,0	Gd 157,2	Tb 158,9	Dy 162,5	Ho 164,9	Er 167,3	Tm 168,9	Yb 173,0	Lu 175,0				
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
Th 232,0	Pa 231,0	U 238,0	Np -	Pu -	Am -	Cm -	Bk -	Cf -	Es -	Fm -	Md -	No -	Lr -				