



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.

Tanuló neve és kategóriája	Iskolája	Osztálya
----------------------------	----------	----------

II. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

2019. január 24.

Iskolai forduló – II.a, II.b és II.c kategória

Munkaidő: 120 perc

Összesen 100 pont

A periódusos rendszer az utolsó oldalon található.

Egyéb segédeszközként csak toll és számológép használható.

A számítási feladatokat külön lapon oldd meg!

Megoldókulcs és pontozási útmutató

Elmélet

E1. feladat (Általános kémia)

10 pont

A 2018. évi kémiai Nobel-díjat elnyert kutatók egyike, *Frances Arnold* az ötödik nő, aki ebben a rangos elismerésben részesült. 1993-ban neki sikerült először irányított evolúcióval olyan anyagokat létrehozni, amelyeket gyógyszerek környezetbarát gyártásánál, vagy megújuló üzemanyagok előállításánál is alkalmazhatnak. A keresztrejtvényt megfejtve a középső, szürke oszlopban olvasható, hogy *Frances Arnold* mely anyagok előállításáért kapta a Nobel-díjat.

(minden jó válasz 1 pont, a helyes végeredmény további 2 pont)

F	O	S	Z	F	O	R	1. Nemfémes elem, allotróp módosulatai: fehér, vörös, fekete.	
	S	E	B	E	S	É	G	2. A kémiai reakciók időbeli előrehaladását, lefutását jellemző adat.
O	L	Á	S	H	Ő			3. Az oldódást kísérő energiaváltozás.
		K	É	N	E	S		4.sav, szervesetlen anyag, amelynek sóit szulfitoknak nevezik.
		S	Ű	Ű	S	É	G	5. Fizikai mennyiség, egységnyi térfogatú anyag tömegét adja meg.
A	L	H	É	J				6. Egy héjon belül az azonos energiájú pályák összessége.
		K	É	M	I	A		7. Az Irinyi verseny tárgya.
M	O	L	E	K	U	L	A	8. Két vagy több atomból kovalens kötéssel létrejött, töltés nélküli részecske.

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)

E2. feladat (Szervetlen kémia)**14 pont**

Nyolc elem (A, E, G, M, Q, R, X, Z) mindegyike eltartható levegőn és a szokásos körülmények között vízzel sem reagál. Az elemek a következő vegyületeket képezik:

Hidrid	Oxid	Klorid
AH ₃	AO, AO ₂	ACl ₃
EH ₄	EO, EO ₂	ECl ₄
(GH) _n *	G ₂ O, GO	GCl, GCl ₂
(MH ₃) ₂	M ₂ O ₃	MCl ₃
QH ₂ *	QO, Q ₃ O ₄ , Q ₂ O ₃	QCl ₂ , QCl ₃
RH *	R ₂ O	RCl
XH ₃	X ₄ O ₆ , X ₄ O ₁₀	XCl ₃ , XCl ₅

Add meg az elemek nevét és vegyjelét!

A: **nitrogén, N**

E: **szén, C**

G: **réz, Cu**

M: **alumínium, Al vagy bór, B**

Q: **vas, Fe**

R: **ezüst, Ag**

X: **foszfor, P**

*A G, M és R elemek hidridje ritka, nehezen előállítható és instabil.

(minden helyesen azonosított vegyjel 1 pont, minden helyes név 1 pont. Ha valaki az ezüst helyett egy alkálifémet ad meg helyes vegyjellel és névvel, az a 2 helyett 1 pontot kaphat (ugyanis a vegyületeik jók, de a levegőn eltarthatóság és a vízzel való reakció miatt mégsem jók). Ha valaki Al vagy B helyett Ga-ot ad meg helyes vegyjellel és névvel, az szintén 1 pont.)

E3. feladat (Szerves kémia)**16 pont**

Add meg a szerkezeti képletét és nevét az összes telített szénhidrogénnek, amelye igaz, hogy...

a) csak 0-ad rendű szénatom van benne:

metán (név + szerkezet!)

(2 pont)

b) csak elsőrendű (primer) szénatom van benne:

etán (név + szerkezet!)

(2 pont)

c) három, illetve négy darab, csak másodrendű (szekunder) szénatom van benne:

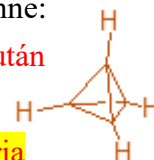
ciklopropán és ciklobután (név + szerkezet!)

(4 pont)

d) három, illetve négy darab, csak harmadrendű (tercier) szénatom van benne:

NINCS (1 pont) vagy tetrahedrán, más néven triciklo-[1.1.0.0^{2,4}]bután

(vagy név, vagy szerkezet elég!) (1 pont)



Tehát a feladat d) része 1 pontot ér. Azt is elfogadjuk jó válaszként, ha azt írja hogy NINCS (azaz nem ismeri a tetrahedránt – ezt nem is kell ismernie), és azt is ha ismeri (olvashatott róla pl. a KöKél-ben), és vagy a nevét, vagy a szerkezetét meg tudja adni. Mivel ez nem egy olyan vegyület, amely benne lenne a tananyagban, így ha vagy a szerkezetét, vagy a nevét tudja, az már 1 pont. Ha a szerkezetet és a nevet is tudja, akkor is csak 1 pont.

e) három, illetve négy darab, csak negyedrendű (kvaterner) szénatom van benne:

NINCS (1 pont)

f) a legkisebb szénatomszámú molekula, amelyben egyaránt van legalább egy primer, egy szekunder, egy terciar és egy kvaterner szénatom is:

2,2,3-trimetil-pentán, 2,2,4-trimetil-pentán és 2,3,3-trimetil-pentán

(név + szerkezet mindháromnál!) (6 pont)

Ahol úgy gondolod, hogy nincs ilyen szénhidrogén, oda írd be, hogy „NINCS”.

E4. feladat (Szerves kémia)**10 pont**

Add meg az összes olyan, egyszerűen telítetlen szénhidrogén szerkezeti képletét és nevét, amelynek hidrogénezésekor 2-metil-pentán keletkezik termékként!

2-metil-pent-1-én (név + szerkezet!) (2 pont)

2-metil-pent-2-én (név + szerkezet!) (2 pont)

cisz-4-metil-pent-2-én (név + szerkezet!) (2 pont)*

transz-4-metil-pent-2-én (név + szerkezet!) (2 pont)*

* Ha csak 4-metilpent-2-énre gondol, cisz- és transz-izomer nélkül, akkor csak 2 pont jár.

4-metil-pent-1-én (név + szerkezet!) (2 pont)

Számolás**Sz1. feladat****6 pont**

Mennyit és milyen irányba változik egy 0,100 mol/dm³ koncentrációjú sósavoldat pH-ja, ha annak 100,00 cm³-éhez 900,00 cm³ 0,100 mol/dm³ koncentrációjú NaCl-oldatot adunk? (A keveredéskor bekövetkező térfogatváltozás ilyen körülmények között elhanyagolható.)

A 0,100 mol/dm³ koncentrációjú sósavoldat pH-ja 1,00 (1 pont). A NaCl-oldat hozzáadása nem változtatja meg a hidrogénionok anyagmennyiségét (1 pont). A hidrogénionok anyagmennyisége 0,100 dm³ · 0,100 mol/dm³ = 0,0100 mol (1 pont). A hígított oldat koncentrációja így 0,0100 mol / 1,00 dm³ = 0,0100 mol/dm³ (1 pont), vagyis az oldat pH-ja így 2,00 (1 pont), tehát a pH 1,00 egységgel növekszik (1 pont).

Sz2. feladat**12 pont**

a) Mi az összegképlete annak az anyagnak, amelynek káliumtartalma 35,17 tömeg%, kéntartalma 28,84 tömeg%, és a már említett két elemen kívül csak oxigént tartalmaz? Ez a fehér kristályos anyag vízben jól oldódik, savas közegben pedig szintelen, szúrós szagú, mérgező gázt fejleszt. Borászatban, konzerviparban tartósítószerként használható.

b) Milyen gáz fejlődhet savas közegben? Írd fel a reakció egyenletét!

c) A használati útmutató szerint 5-10 g anyagot kell oldani 1 hl = 100 l vízben. Legfeljebb hány dm³ gáz képződhet 1 hl vízben oldáskor 25 °C-on és 10³ hPa nyomáson?

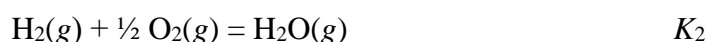
a) $K_xS_yO_z$ jelölés esetén $x:y:z = \frac{35,17}{39,1} : \frac{28,84}{32,06} : \frac{100-35,17-28,84}{16,00}$ (1 pont az oxigén tömeg%-áért) = 0,8995:0,8996:2,2494 (1 pont) = 1:1:2,5 = 2:2:5 (1 pont), így tehát a képlete: K₂S₂O₅ (1 pont)

b) A fejlődő gáz a kén-dioxid (1 pont),
a reakció egyenlete: K₂S₂O₅ + 2 H⁺ = 2 K⁺ + 2 SO₂ + H₂O (2 pont)

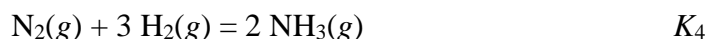
c) $M(K_2S_2O_5) = 222,32$ g/mol. (1 pont) A legfeljebb fejlődő gázhoz 10 g anyagot választunk (1 pont), melynek az anyagmennyisége $n(K_2S_2O_5) = \frac{10}{222,32}$ mol = 0,04498 mol. (1 pont)
A rendezett reakcióegyenlet alapján $n(SO_2) = 2n(K_2S_2O_5) = 0,08996$ mol. (1 pont) és $V(SO_2) = 24,5$ dm³/mol · 0,08996 mol = 2,2 dm³ (1 pont)

Sz3. feladat**10 pont**

Ismertek az alábbi reakciók egyensúlyi állandói azonos hőmérsékleten:



Fejezd ki a K_1 , K_2 és K_3 egyensúlyi állandók segítségével a következő folyamat egyensúlyi állandóját, és add meg a mértékegységét!



$$K_1 = [\text{NO}]^2 / ([\text{N}_2][\text{O}_2]) \quad (1 \text{ pont})$$

$$K_2 = [\text{H}_2\text{O}] / ([\text{H}_2][\text{O}_2]^{0,5}) \quad (1 \text{ pont})$$

$$K_3 = [\text{NO}]^2 [\text{H}_2\text{O}]^3 / ([\text{NH}_3]^2 [\text{O}_2]^{2,5}) \quad (1 \text{ pont}).$$

$$K_4 = [\text{NH}_3]^2 / ([\text{N}_2][\text{H}_2]^3) \quad (1 \text{ pont})$$

$$K_4 = [\text{NO}]^2 / ([\text{N}_2][\text{O}_2]) \cdot [\text{H}_2\text{O}]^3 / ([\text{H}_2][\text{O}_2]^{0,5})^3 \cdot [\text{NH}_3]^2 [\text{O}_2]^{2,5} / ([\text{NO}]^2 [\text{H}_2\text{O}]^3) = K_1 K_2^3 / K_3 \quad (4 \text{ pont})$$

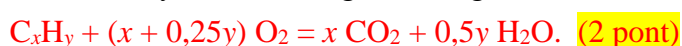
Bármilyen egyéb logika, ami ehhez a végeredményhez vezet, 4 pontot ér.

$$K_4 \text{ mértékegysége: } (\text{mol}/\text{dm}^3)^2 / ((\text{mol}/\text{dm}^3) / (\text{mol}/\text{dm}^3)^3) = \text{dm}^6 / \text{mol}^2 \text{ vagy } (\text{mol}/\text{dm}^3)^{-2}. \quad (2 \text{ pont})$$

Sz4. feladat**15 pont**

Egy ciklikus szénhidrogén gőzét oxigénnel tökéletesen elégettük. 50 cm³ gőz-gázelegyet elégetés után 55 cm³ elegyet kaptunk, amelyet tömény kénsavoldaton átbuborékolva a térfogata 35 cm³-re csökkent. A maradékot KOH-oldaton átbuborékolva 5 cm³-re csökkent a gáz térfogata. A gázok térfogatát mindig azonos körülmények (hőmérséklet, nyomás) között mértük.

- Milyen összegképletű szénhidrogént elégettünk el?
- Írd fel az égés egyenletét!
- Milyen volt a kiindulási ciklikus szénhidrogén : oxigén anyagmennyiség-arány?
- Hány százalék oxigénfelesleget alkalmaztunk az égetés során?



A vízgőz térfogata: 20 cm³ volt. (1 pont)

A CO₂ térfogata: 30 cm³. (1 pont)

A maradék oxigén 5 cm³. (1 pont)

A CO₂ keletkezéséhez 30 cm³ O₂ fogyott. (1 pont)

A víz keletkezéséhez 10 cm³ O₂ fogyott. (1 pont)

Így összesen 5 + 30 + 10 = 45 cm³ O₂ volt az égetés előtt. (1 pont)

Tehát a szénhidrogén 50 – 45 = 5 cm³ volt. (1 pont)

5 cm³ szénhidrogénből 30 cm³ CO₂ keletkezett, tehát $x = 6$. (1 pont)

5 cm³ szénhidrogénből 20 cm³ víz keletkezett, tehát $y = 8$. (1 pont)

Tehát a vegyület molekulaképlete C₆H₈. (1 pont)

Az égés egyenlete: C₆H₈ + 8 O₂ = 6 CO₂ + 4 H₂O (1 pont)

A kiindulási ciklikus szénhidrogén : oxigén anyagmennyiség-arány 5 : 45 = 1 : 9. (1 pont)

Az oxigénfelesleg 5/40 = 12,5 %. (1 pont)

Sz5. feladat**7 pont**

A Nemzetközi Doppingellenes Ügynökség tiltott anyagainak listáján két olyan gáz (X és Y) is szerepel, amelyek a kémiában a reakcióképesség hiányáról nevezetesek. Az X gáz Y gázra vonatkoztatott relatív sűrűsége nagyon közel van a 3:1 mólarányú hidrogén-nitrogén elegy tiszta nitrogéngázra vonatkoztatott relatív sűrűségéhez (az eltérés mindössze 0,1%). Mi lehet az X és Y gáz?

A relatív sűrűség egyenlő a moláris tömegek arányával. (1 pont)

A 3:1 mólarányú hidrogén-nitrogén elegy átlagos moláris tömege $0,75 \cdot 2,016 + 0,25 \cdot 28,02 = 8,5$ g/mol. (1 pont)

A nitrogén moláris tömege 28,02 g/mol, így az elegy erre vonatkoztatott relatív sűrűsége $8,5/28,02 = 0,304$. (1 pont)

X és Y is igen kevésbé reakcióképes, tehát nemesgáz vagy nitrogén. (1 pont)

Az így adódó lehetőségek közül csak az Ar-Xe párra igaz, hogy moláris tömegeik aránya 0,304. (2 pont, sok különböző logika lehetséges)

X a kisebb sűrűségű, tehát X az argon, Y pedig a xenon. (1 pont)

1 H 1,008																	18 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 -	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 -