



OKTATÁSI HIVATAL

**2020/2021. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
első forduló**

KÉMIA I-II. KATEGÓRIA

Javítási-értékelési útmutató

Az értékelés szempontjai

1. Egy-egy feladat összes pontszáma a részpontokból tevődik össze. Csak hibátlan megoldásért adható teljes pontszám. Részlegesen jó megoldásokat a részpontok alapján kell pontozni.
2. A megadottól eltérő minden elvileg helyes megoldás elfogadható.
3. Számítási vagy matematikai hiba elkövetése 1 pont elvesztésével jár. Ha a hibás adattal a továbbiakban elvileg helyesen számol a versenyző, minden további részpont megadható, feltéve, hogy a megoldás nem vezet ellentmondásra.
4. Kisebb elvi hiba elkövetésekor az adott műveletre nem jár pont, de a hibás adattal elvileg helyesen elvégzett számolás minden további részpontja megadható (de csak ellentmondásmentesség esetén). Kisebb elvi hibának minősül ebben a feladatsorban:
 - egy keverék százalékos összetételének hibás számítása
 - a tömeg, az anyagmennyiség és a moláris tömeg közti összefüggés hibás használata
 - az oldott anyag anyagmennyisége, az oldat térfogata és az oldat anyagmennyiség-koncentrációja közti összefüggés hibás használata
 - hibás mértékegység-átváltás
 - a hibás egyenletrendezés, ill. a reakció sztöchiometriai arányainak ebből következő hibás alkalmazása
5. Súlyos elvi hiba esetén nem csak az adott műveletre, hanem az adott feladatrészben az abból következő további számításokra sem adható pont.

Csak azok a feladatok értékelhetők, amelyek az adott kategória számára vannak kitűzve!

Elérhető pontszámok:	I. feladatsor:	47 pont (I/II. kategória)
	II. feladatsor:	53 pont (I/II. kategória)
	Összesen:	100 pont

Kérjük a javító tanárokat, hogy a II. feladatsor pontszámait vezessék rá a borítólap IV. oldalán található értékelő lapra.

Továbbküldhetők a legalább 50 pontot elért dolgozatok.

FONTOS! A dolgozathoz csatoltan kérjük visszaküldeni a feladatlap I-IV. oldalszámú külső borítóját, amely az ADATLAPOT és a VÁLASZLAPOT is tartalmazza.

Kérjük, hogy az ADATLAP adatainak pontos és olvasható kitöltését ellenőrizzék a javító tanárok.

Az I. és II. feladatsor nyomtatott példányai (a feladatlap 1-8. oldalai) az iskolában maradhatnak.


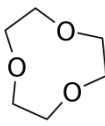
I. FELADATSOR**Feladatok mindkét kategória számára**

1.	a1) pl. $^{12}_6\text{C}$	a2) pl. $^{13}_6\text{C}$	b1) ^1_1H vagy ^3_2He
	b2) pl. $^{27}_{13}\text{Al}$	c1) pl. $^{15}_7\text{N}$	c2) pl. $^{57}_{26}\text{Fe}$

Helyes válaszonként 1 pont. Minden más helyes megoldás elfogadható.

6 pont

2.	14	2 pont	3.	Ca < S < Cl < Ar	2 pont
----	----	---------------	----	------------------	---------------

4.	a) oxirán  (1)	9-korona-3  (1)	b) B (1)
	e) KMnO_4 (1)	f) szolvátburok (hidrátburok) (1)	c) $r(\text{K}^+) < r(\text{Cl}^-)$ (1)
			d) D (1)

7 pont

5.	Várható eltérés?	A híg oldattal végbemenő reakció egyenlete	A tömény oldattal végbemenő reakció egyenlete
A	igen (0,5)	X (0,5)	$\text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
B	nem (0,5)	$\text{CaO} + 2 \text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$	$\text{CaO} + 2 \text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
C	igen (0,5)	X (0,5)	$\text{Cu} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$
D	nem (0,5)	X (0,5)	X (0,5)
E	igen (0,5)	$2 \text{Al} + 6 \text{HNO}_3 = 2 \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{H}_2$	X (0,5)

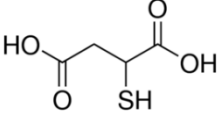
Minden helyesen és a megfelelő helyen felírt reakcióegyenlet 1 pont. Rosszul rendezett reakcióegyenletre – ha a részt vevő anyagok képlete helyes – 0,5 pont adható.

A $\text{CaO} + 2 \text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ reakcióegyenletre csak egyszer adható pont, de az akkor is megadható, ha csak az egyik esetben írja fel.

9 pont

6.	A) nő	B) csökken	C) nem változik
	D) csökken	E) csökken	

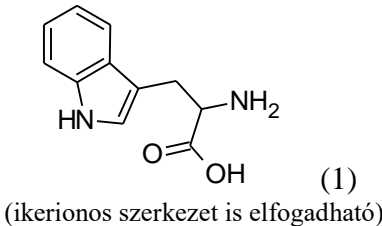
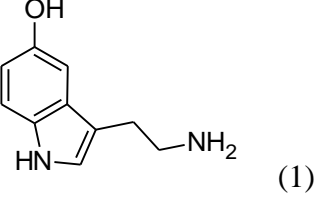
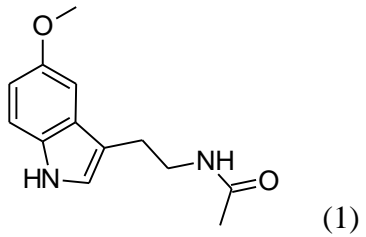
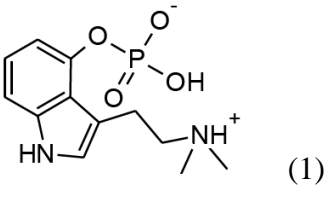
5 pont

7.	a)  (1)	b) +1 (1)	c) SnO ₂ , Au (2)
		d) $2 \text{Au}^+ + \text{Sn}^{2+} + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Au} + \text{SnO}_2 + 4 \text{H}^+$ (1)	
		e) $2 \text{HAuCl}_4 + 3 \text{Sn}^{2+} + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Au} + 3 \text{SnO}_2 + 14 \text{H}^+ + 8 \text{Cl}^-$ (1)	

6 pont

8.	D < C < B < A < E
----	-------------------

2 pont

9.	a) C ₁₀ H ₁₂ N ₂ (1)	b) 10 (1)
	c)  (1) (ikerionos szerkezet is elfogadható)	d)  (1)
	e) bufotenin, pszilocin (1)	
	f)  (1)	g)  (1) Név: pszilocibin (1)

8 pont

II. FELADATSOR**1. feladat** (I. és II. kategória)

$$M[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2] = 258,2 \text{ g/mol}; M[\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}] = 474,4 \text{ g/mol} \quad (1)$$

A kérdés az, hogy 600 g vízben hány gramm kristályvizes só oldható fel. (1)

A kristályvizes só $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ -tartalma $258,2/474,4 = 54,43 \text{ m/m}\%$. (1)

A telített oldat $14/114 = 12,28 \text{ m/m}\%$ -os (1)

Ha m tömegű $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{ H}_2\text{O}$ oldható fel, akkor

$$0,5443m = (600 + m) \cdot 0,1228 \quad (2)$$

Ebből:

$$m = 175 \text{ g}$$

Legalább 175 g kristályos sót kell a flakonba tenni. (2)

8 pont**2. feladat** (I. és II. kategória)

Vegyünk $1,00 \text{ dm}^3$ $0,500 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú, $1,01 \text{ g/cm}^3$ sűrűségű oldatot! Ekkor:

$$n(\text{sav}) = c \cdot V = 0,500 \text{ mol/dm}^3 \cdot 1,00 \text{ dm}^3 = 0,500 \text{ mol}$$

$$m(\text{oldat}) = \rho \cdot V = 1,01 \text{ g/cm}^3 \cdot 1000 \text{ cm}^3 = 1010 \text{ g}$$

$$m(\text{halogén}) = 1010 \text{ g} \cdot 0,0527 = 53,227 \text{ g} \quad (1)$$

$1,000 \text{ mol}$ vegyületben tehát $106,45 \text{ g}$ halogén található. (1)

Egy savmolekulában egész számú halogénatom kell legyen. Ez egyedül a klór esetén teljesül:

$$n(\text{Cl}) = 106,45 \text{ g} / (35,45 \text{ g/mol}) = 3 \text{ mol}$$

Vagyis egy savmolekulában 3 db klóratom található. (1)

A halogénmentes monokarbonsav-analógból való szintézis során, a szubsztitúciós reakcióban három hidrogénatom cserélődik három klóratomra.

Ha a monokarbonsav moláris tömege M , akkor a triklórszármazéké

$$M + 3 \cdot 35,45 \text{ g/mol} - 3 \cdot 1,01 \text{ g/mol} = M + 103,3 \text{ g/mol} \quad (1)$$

$$(M + 103,3 \text{ g/mol})/M = 2,72 \quad (1)$$

$$M = 60,1 \text{ g/mol} \quad (1)$$

Ez az ecetsav.

A stift hatóanyaga a triklórecetsav: CCl_3COOH . (1)

7 pont

3. feladat (I. és II. kategória)

$n(\text{HCl}$ összes hozzáadott): $0,02500 \text{ dm}^3 \cdot 1,000 \text{ mol/dm}^3 = 2,500 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$

$n(\text{NaOH})$, ami a teljes megmaradt HCl visszamérésére fogyna:

$10 \cdot 0,01029 \text{ dm}^3 \cdot 0,0486 \text{ mol/dm}^3 = 5,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$.

Ez alapján a hevítés utáni keverékkel reagáló sav anyagmennyisége:

$2,500 \cdot 10^{-2} \text{ mol} - 5,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 2,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$ (1)

Függetlenül attól, hogy a karbonát elbomlott-e a hevítés hatására vagy sem, a HCl-lel 1:2 anyagmennyiség-arányban reagál, azaz a teljes porkeverék anyagmennyisége a sav mennyiségének fele, vagyis $1,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$. (1)

A hevítési maradék átlagos moláris tömege ez alapján 165,9 g/mol, ami azt jelenti, hogy nem bomolhatott el a BaCO_3 , mivel ebben az esetben az átlagos moláris tömeg a fenténél mindenképpen kisebb lenne. (1)

Mivel a hevítés hatására történt gázfejlődés, feltételezhető, hogy az MgCO_3 elbomlott, míg a BaCO_3 az előbbieket alapján nem. A lejátszódó reakciók tehát:

$\text{MgCO}_3 \rightarrow \text{MgO} + \text{CO}_2$ (1)

$\text{MgO} + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (1)

$\text{BaCO}_3 + 2 \text{HCl} \rightarrow \text{BaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ (1)

$(\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O})$

Az 1,659 gramm tömegű keverékben legyen

x anyagmennyiségű MgO és

$(1,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol} - x)$ anyagmennyiségű BaCO_3 .

Ekkor

$x \cdot 40,3 \text{ g/mol} + (1,000 \cdot 10^{-2} \text{ mol} - x) \cdot 197,3 \text{ g/mol} = 1,659 \text{ g}$ (1)

Ebből $x = 2,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, (1)

azaz a kiindulási karbonátkeverék $2,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ MgCO_3 mellett $8,000 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ BaCO_3 -ot tartalmazott, melyek tömege: 0,1686 g MgCO_3 és 1,578 g BaCO_3 .

A kiindulási porkeverék tömegszázalékos összetétele:

9,65 m/m% MgCO_3 és 90,35 m/m% BaCO_3 . (1)

9 pont

4. feladat (I. és II. kategória)

a)

Katód: $2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- = \text{H}_2 + 2 \text{OH}^-$ (1)

Anód: $2 \text{Cl}^- = \text{Cl}_2 + 2 \text{e}^-$ (1)

A katódtér lúgos, az anódtér (a klór oldódása miatt) savas kémhatású lenne keverés nélkül. (1)

b)

$2 \text{OH}^- + \text{Cl}_2 = \text{Cl}^- + \text{OCl}^- + \text{H}_2\text{O}$ vagy $2 \text{NaOH} + \text{Cl}_2 = \text{NaCl} + \text{NaOCl} + \text{H}_2\text{O}$ (1)

nátrium-hipoklorit (1)

c) Az oldat hatóanyaga illékony (gáz). (1)

d) Klór (Cl_2). (1)

e)

$2 \text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{I}_2 + 2 \text{OH}^-$ vagy $2 \text{I}^- + \text{H}_2\text{O}_2 + 2 \text{H}^+ = \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ (1)

$2 \text{I}^- + \text{HOCl} = \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{OH}^-$ vagy $2 \text{I}^- + \text{HOCl} + \text{H}^+ = \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ (1)

f)

500 000 köbméter vízhez $5 \cdot 10^8 \text{ l} \cdot 0,5 \text{ mg/l} = 250 \text{ kg}$ Cl_2 (vagy ekvivalens oxidálószer) szükséges, ami 3526 mol.

Ennek előállításához 7052 mol elektront igényel, aminek töltése $6,80 \cdot 10^8 \text{ C}$. (1)

Ha ez egy nap 86400 másodperce alatt egyenletesen áramlik át a berendezésen, az $I = Q/t = 7870 \text{ A}$ áramerősséget jelent. (1)

11 pont

5. feladat (I. kategória)

a)

D (1)

b)

A 40 literes oxigénpalackban 25 °C hőmérséklettel számolva

 $n = pV/RT = 242 \text{ mol O}_2$ van (1)

A PB-palack tartalma:

4600 g propán, ami 104,3 mol (1)

6900 g bután és izobután, ami összesen 118,7 mol (1)

 $\text{C}_3\text{H}_8 + 5 \text{ O}_2 = 3 \text{ CO}_2 + 4 \text{ H}_2\text{O}$ $\text{C}_4\text{H}_{10} + 6,5 \text{ O}_2 = 4 \text{ CO}_2 + 5 \text{ H}_2\text{O}$ *a kettő együtt (vagy a sztöchiometriai arányok helyes alkalmazása):* (1)

Az égéshez szükséges oxigén:

 $5 \cdot 104,3 \text{ mol} + 6,5 \cdot 118,7 \text{ mol} = 1293 \text{ mol}$ (1)1 PB-palackhoz kb. $1293/242 = 5,3$ oxigénpalack szükséges, tehát nem volt megalapozott a műszakvezető feltételezése. (1)**7 pont****6. feladat** (I. kategória)

a)

Az égési reakciók termokémiai egyenlete:

 $\text{C}_7\text{H}_8(\text{g}) + 9 \text{ O}_2(\text{g}) = 7 \text{ CO}_2(\text{g}) + 4 \text{ H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta_r H = -3776 \text{ kJ/mol}$ (1) $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}(\text{g}) + 3 \text{ O}_2(\text{g}) = 2 \text{ CO}_2(\text{g}) + 3 \text{ H}_2\text{O}(\text{g}) \quad \Delta_r H = -1280 \text{ kJ/mol}$ (1)

Az E10 üzemanyagban a toluol és az etanol anyagmennyiség-aránya:

 $n(\text{toluol}) : n(\text{etanol}) = [(9 \cdot 0,87)/92,1] : [(1 \cdot 0,79)/46,1] = 5$ (1)(Azaz az E10 üzemanyagnak $5/6 = 83 \text{ n/n\%}$ -a toluol.)

1 mol üzemanyaggot tekintve,

ha az toluol, akkor 3776 kJ energia szabadul fel,

ha az E10, akkor $0,83 \cdot 3776 + 0,17 \cdot 1280 = 3352 \text{ kJ}$ energia szabadul fel. (1)

A benzingőzből tehát 1,13-szor annyi energia szabadul fel, mint E10-gőzből. (1)

b)

Vegyünk 1 mol E10 üzemanyagot.

Ennek elégetéséhez $0,83 \cdot 9 + 0,17 \cdot 3 = 7,98 \text{ mol O}_2$ szükséges.Ennyi O_2 -ben elégethető $7,98/9 = 0,887 \text{ mol toluol}$. (1)E10 esetén a felszabaduló energia 3352 kJ , toluol esetén $0,887 \cdot 3776 = 3349 \text{ kJ}$. (1)

Tehát valamivel több energia szabadul fel az E10 égése során. (1)

c)

1 liter etanol tömege 790 g, anyagmennyisége 17,1 mol

Ezzel 17,1 mol ETBE ekvivalens, ami 1750 g, ennek térfogata 2,36 liter. (1)

d)

10 liter E10 üzemanyagnak 1 liter etanolt kell tartalmaznia, ezúttal 2,36 liter ETBE formájában.

A keresett térfogatarány tehát:

 $V(\text{benzin}) : V(\text{ETBE}) = 7,64 : 2,36 = 3,24 : 1$ (1)

e)

1 mol E10 üzemanyag 0,83 mol toluolt és 0,17 mol etanolt tartalmaz.

A toluolból 5,81 mol, az etanolból 0,34 mol CO_2 keletkezik.Tehát a kibocsátott CO_2 5,5%-a származik megújuló energiaforrásból. (1)**11 pont**

7. feladat (II. kategória)

a)

1000 liter füstgáz anyagmennyisége:

$$n = pV/RT = 11,36 \text{ mol} \quad (1)$$

A keletkező HCl-oldat $5,62 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú, tehát benne $0,0144 \text{ dm}^3 \cdot 5,62 \cdot 10^{-3} \text{ mol/dm}^3 = 8,09 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$ HCl található. (1)

Az oldat víztartalma 14,4 g, ami 0,8 mol.

A csapdába $85,0 \text{ g} - 14,4 \text{ g} = 70,6 \text{ g}$ CO_2 fagyott bele, ami 1,6 mol. (1)

A füstgáz vízgőz- és szén-dioxid-tartalma:

$$\text{H}_2\text{O}: 0,8/11,36 = 7,0 \text{ V/V\%}$$

$$\text{CO}_2: 1,6/11,36 = 14 \text{ V/V\%} \quad (1)$$

b)

A füstgáz HCl-tartalma $8,09 \cdot 10^{-5} \text{ mol} / 11,36 \text{ mol} = 7,1 \text{ ppm}$ (1)

c)

A keletkező H_2O és CO_2 anyagmennyiség-arányából (1:2) látható, hogy az elégetett műanyagban $n(\text{C}) : n(\text{H}) = 1:1$ (1)

A lehetőségek közül egyedül a polisztirol tesz eleget ennek a feltételnek, ez volt tehát az elégetett műanyag. (1)

d)

100 mol füstgáz 7 mol H_2O -t és 14 mol CO_2 -t tartalmaz.

A maradék 79 mol oxigén, nitrogén és argon.

Látható, hogy az égetéshez $14 \text{ mol} + 3,5 \text{ mol} = 17,5 \text{ mol}$ O_2 használódott el. (1)

Az égetéshez használt levegő anyagmennyisége tehát $79 \text{ mol} + 17,5 \text{ mol} = 96,5 \text{ mol}$ volt. (1)

Ebben eredetileg $96,5 \text{ mol} \cdot 0,21 = 20,3 \text{ mol}$ O_2 volt. (1)

Az égéstermékben maradt $20,3 \text{ mol} - 17,5 \text{ mol} = 2,8 \text{ mol}$ O_2 .

Az égéstermékben tehát $2,8 \text{ V/V\%}$ O_2 található. (1)

11 pont**8. feladat** (II. kategória)

a)

$1,000 \text{ dm}^3$ víz tömege 997 g, ami $55,34 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációnak felel meg. (1)

b)

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

A disszociációfok: $1,00 \cdot 10^{-7} / 55,34 = 1,8 \cdot 10^{-9} = 1,8 \cdot 10^{-7} \%$ (1)

A víz esetén a disszociációfokot értelmezhetjük azon molekulák arányaként, amelyek részt vesznek az autoprotolízisben. Ez esetben $2 \cdot 1,00 \cdot 10^{-7} / 55,34 = 3,6 \cdot 10^{-9} = 3,6 \cdot 10^{-7} \%$.

Mindkét megoldás elfogadható.

c)

Az oldatban $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-12} \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

A disszociációfok: $1,00 \cdot 10^{-12} / 55,34 = 1,8 \cdot 10^{-14} = 1,8 \cdot 10^{-12} \%$ (1)

A b) pontban említett értelmezés alapján itt is elfogadható a $3,6 \cdot 10^{-12} \%$ válasz.

d)

Az oldatban $[\text{OH}^-] = 10^{-2} \text{ mol/dm}^3$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-12} \text{ mol/dm}^3 \quad (1)$$

A disszociációfok: $1,00 \cdot 10^{-12} / 55,34 = 1,8 \cdot 10^{-14} = 1,8 \cdot 10^{-12} \%$ (1)

A b) pontban említett értelmezés alapján itt is elfogadható a $3,6 \cdot 10^{-12} \%$ válasz.

7 pont