



A program részben a Miniszterelnökség Családokért Felelős Tárcá Nélküli Miniszter megbízásából a Nemzeti Tehetség Program és az Emberi Erőforrás Támogatáskezelő által meghirdetett NTP-TMV-M-20-B-0039 azonosító számú pályázati támogatásból valósul meg.

LIII. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny

2021. március 4.

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

- Munkaidő:** 150 perc
Összesen: 170 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.
 - ✓ A számolási feladatokat külön lapokon oldd meg (egy lapra több feladat megoldása is kerülhet), az elméleti feladatokat és a laborfeladatot pedig a feladatlapon!

PONTÖSSZESÍTŐ		maximális	elért pont
Az iskola, illetve a javító tanár tölti ki!	E1.	26	
	E2.	16	
	E3.	13	
	E4.	19	
Tanuló heti óraszám (az igazgatói nyilatkozatban megadott óraszám):	L1.	20	
	Sz1.	12	
9. osztályban: 10. osztályban:	Sz2.	17	
	Sz3.	17	
javító tanár:	Sz4.	18	
	Sz5.	12	
	Összesen:	170	

Feladatsor

Elmélet

E1. feladat

26 pont

Sokféle gázt, és sokféle keletkezési / előállítási módot ismerünk. A következő reagensek, és valamennyi vegyszer felhasználásával a táblázatban feltüntetett módon gázok, gőzök keletkeztek. Töltsd ki a táblázat hiányzó celláit!

Reagensek: *marónátron, tömény kénsav, tömény sósav, desztillált víz*

Vegyszerek: **alumínium, ammónium-hidrogén-karbonát, kalcium-karbid, kálium-permanganát, réz, szalmiáksó**

A gáz előállításának módja:		Vegyszer <u>képlete</u> :	Keletkezett gáz/gőz <u>képlete</u> :		
A szilárd anyagot <i>vízzel</i> reagáltatjuk.					
A szilárd anyagra <i>tömény lúgoldatot</i> öntünk.					
A színes fémre <i>tömény kénsavat</i> öntünk.					
A szilárd anyagra	<i>tömény sósavat</i> öntünk.				
	<i>tömény lúgoldatot</i> öntünk.				
A szilárd anyagot hevítjük (nincs hevítési maradék; az anyag elillan).					
A szilárd anyagot hevítjük (van szilárd hevítési maradék).					

- a) A fent szereplő gázelőállítási módok közül írd egy példát reakcióegyenlettel arra, hogy a gáz redoxireakcióban keletkezett!

--

- b) A fent szereplő gázelőállítási módok közül válassz ki **kettőt** (de ne ugyanazt, amit az előző kérdésnél választottál), és írd fel a folyamatok reakcióegyenletét!

--

- c) A keletkező gázok közül válassz egyet, amelyik redukáló tulajdonságú! Mutasd be ezt a képességét egy reakcióegyenlettel!

- d) A kénsav milyen tulajdonságai miatt fontos a hígítási szabályok betartása? Melyek ezek a hígítási szabályok?

Azért fontos, mert ...

Hígítási szabályok:

E2. feladat

16 pont

A periódusos rendszer segítségével írd meg egy-egy olyan elemet (X), amelyben az elem oxigénnel és hidrogénnel alkotott vegyületében az alábbi sorokban megadott összetételű lehet. Egy elem akár több sorban is lehet jó megoldás!

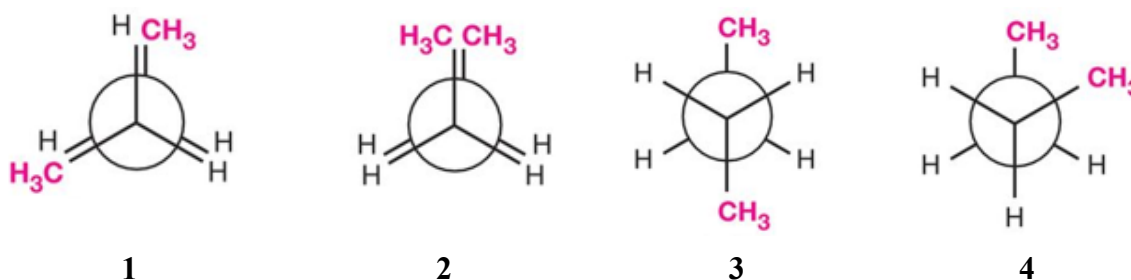
	Oxigénnel alkotott vegyületének összetétele:	Hidrogénnel alkotott vegyületének összetétele:	X:
a)	X ₂ O	XH	
b)	XO	XH ₂	
c)	XO	XH ₃	
d)	XO ₂	XH ₂	
e)	XO ₂	XH ₄	
f)	XO ₃	XH ₂	
g)	X ₂ O ₄	X ₂ H ₄	
h)	X ₂ O ₅	XH ₃	

E3. feladat**13 pont**

Az egyenes szénláncú bután többféle szerkezettel (konformációval) rendelkezik. Tekintsük a 2. és 3. szénatomot tengelynek, ekkor a következő szerkezeteket szoktuk megkülönböztetni:

- fedő állás, amelyben a metilcsoportokat hidrogének fednek;
- fedő állás, amelyben a két metilcsoport is fedi egymást;
- nyitott állás, ahol a két metilcsoport a lehető legtávolabb van egymástól (*anti* helyzet);
- nyitott állás, amelyben a két metilcsoport nem fedi egymást, de nem is a lehető legtávolabb helyezkednek el egymástól (*gauche* helyzet).

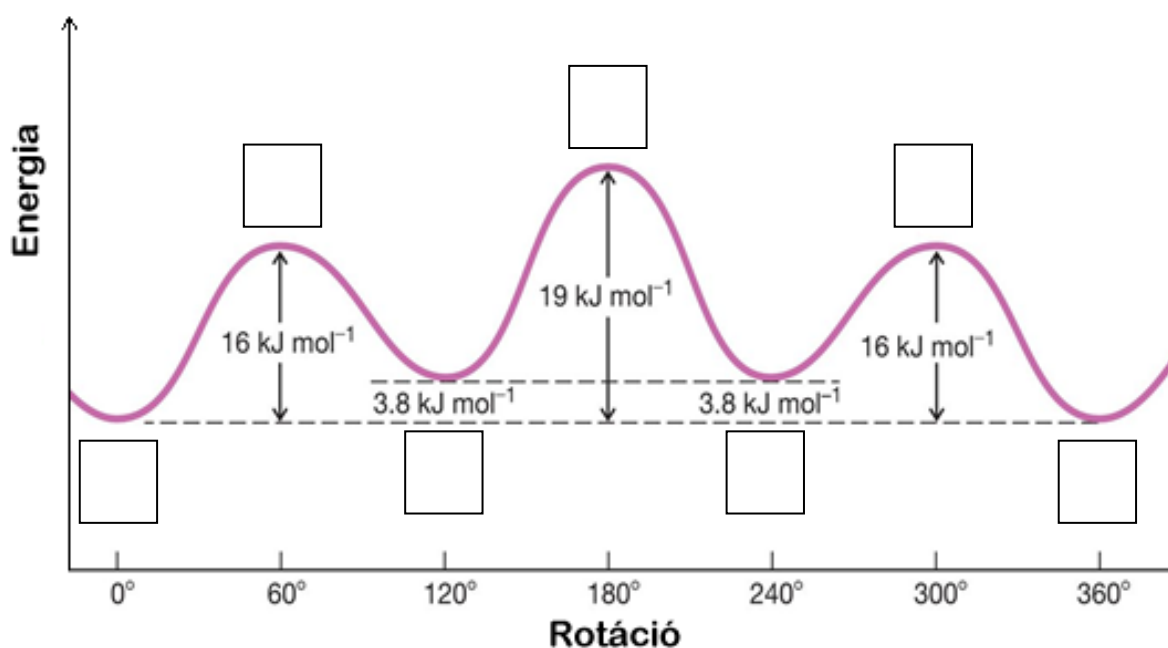
Egyfajta ábrázolás (a Newman projekció) szerint ezek a szerkezetek így néznek ki:



A szomszédos szénatomokon lévő atom vagy csoport kötéseinek az elektronpárjai taszítják egymást, – a nagy térkitöltésűek (esetünkben a CH_3 -csoportok) jobban, mint a kicsik (esetünkben a H-atomok) – azaz igyekeznek úgy elhelyezkedni, hogy a lehető legtávolabb legyenek egymástól. Azonban biztosan van egy molekulahalmazban olyan szerkezetű molekula is, amelyben ezek a lehető legközelebb vannak. Ekkor a molekulában feszültség lép fel (*torziós feszültség*), amelyet a molekula igyekszik csökkenteni úgy, hogy energetikailag stabilis állapotba kerüljön. A nagy térkitöltésű csoportok jobban taszítják egymást, mint a kicsik (azaz nagyobb a *torziós feszültségük*).

A legstabilisabb helyzet az, amikor a nagy térkitöltésű csoportok a legmesszebb vannak egymástól. Stabilis helyzet még az is, – de az előbbihez képest feszültebb térállás (ez a *szterikus feszültség* egyik fajtája) – amikor az atomok/funkciós csoportok nem fedik egymást, de a nagy térkitöltésű csoportok nem a lehető legmesszebb vannak egymástól.

Az energetikai viszonyokat a következő görbe jellemzi:



- a) A felrajzolt szerkezetek (1, 2, 3, 4) melyike van energiaminimumban és melyike energia-maximumban? Jelöld az előző oldalon lévő (energiát a rotáció függvényében ábrázoló) ábrán a megfelelő számoknak a négyzetekbe való beírásával!
- b) Ismert, hogy egy pár C–H kötéstasztítás 4 kJ/mol-lal növeli az energiát. Ennek és a fenti ábrán levő adatoknak a felhasználásával állapítsd meg, hogy mekkora energiával növeli a szerkezet energiáját, ha a 2-es és 3-as szénatomon
- egy H-atom és egy CH₃-csoport,
 - egy-egy CH₃-csoport fedi át egymást?

--	--

- c) Mekkora a sztérikus feszültség energianövelő hatása?

--	--

E4. feladat

19 pont

Az alábbi szerves vegyületek csak szenet, hidrogént és oxigént tartalmaznak. A megadott információk alapján azonosítsd, melyik vegyületről van szó! Add meg a szerkezeti- és az összegképletét!

- a) Alkohol, amelyben egyetlen oxigén van és nincs szén-szén kötés.

- b) A legkisebb szénatomszámú, nyílt láncú, telített, szekunder alkohol.

- c) A legkisebb moláris tömegű, csak szén–hidrogén és szén–oxigén egyszeres kötések tartalmazó molekula.

<i>A csak oxigént, szenet és hidrogént tartalmazó szerves vegyület szerkezeti- és összegképlete:</i>	

d) A legkisebb molekula, ahol a hidrogének száma megegyezik a szénatomok és oxigénatomok számának összegével.

e) A legkisebb molekula, ahol a hidrogénatomok száma kétszer annyi, mint a szénatomok és oxigénatomok számának összege.

f) Hidrogént nem tartalmazó lineáris molekula, amelyben öt atom van.

g) Huszonegy atomból álló molekula, amiben a hidrogénatomok száma a szénatomok számának kétszerese, ami az oxigénatomok számának a kétszerese. Minden szénatomja egyenértékű, minden oxigénje egyenértékű, valamint minden hidrogénje egyenértékű. (Ez a vegyület egyébként a **korona**-éterek csoportjába tartozik.)

h) Négy darab, 1,3-helyzetű éterkötésekén át kapcsolódó benzolgyűrűből álló molekula. Atomjai számának az összege 44.

Labor

L1. feladat

20 pont

Egy kémcsőállványban 6 kémcsőben oldatok voltak. A kémcsövek jelölése: A, B, C, D, E és F. A kémcsövekben az alábbi hat vegyület vizes oldata található meg: *ezüst(I)-nitrát, cink-klorid, kálium-jodid, nátrium-hidroxid, nikkel(II)-nitrát, vas(III)-klorid*.

A további vizsgálatokat a 6 kémcső (A-F) közül csak öttel (A-E) végezzük el.

Az alábbiakat tudjuk a kémcsövekben levő oldatokról:

- A: almazöld színű oldat
- B: színtelen oldat
- C: színtelen oldat
- D: színtelen oldat
- E: színtelen oldat

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

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

- A + E: zöld csapadék
- B + C: sárga csapadék
- C + D: fehér csapadék, ami állás során lassan megszürkül
- C + E: a kezdetben leváló fehér csapadék sötétbarna lett
- D + E: az E oldatból keveset adva fehér csapadék képződik, ami további E oldat hatására feloldódik

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

Határozd meg, hogy az A-E kémcsövek melyik oldatot tartalmazták! Írd fel a megadott tapasztalatokat leíró reakcióegyenleteket!

Tapasztalatok elemzése

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

Az A-E kémcsövekben lévő vegyületek:

	A oldat	B oldat	C oldat	D oldat	E oldat
Vegyület:					

Írj reakcióegyenletet minden csapadékképződéssel járó reakcióhoz! Értelmezd reakcióegyenletekkel a csapadékok oldódását is!

Reakcióegyenletek

Kémcsövek betűjelei:	Az összeöntés során bekövetkezett változások reakcióegyenletei:
A + E	

B + C	
C + D	
C + E	
D + E	

Vajon mit tartalmazott az F kémcső?

	F oldat	az oldat színe:
Vegyület:		

Mit tapasztaltunk volna, ha az F kémcsőben lévő oldat kb. fél-fél ujjnyi mennyiségét az A–E kémcsőekben lévő oldatokkal reagáltattuk volna? **Jegyeld fel az alábbi táblázatba a tapasztalatokat és írd fel minden változás (csapadékképződés, csapadék feloldódása, színváltozás, gázfejlődés) esetén a keletkező anyagok képletét!**

Kémcsövek betűjelei:	Tapasztalat: (azt is írd be, ha nem történik változás)	Az összeöntés során – amennyiben változás figyelhető meg – a keletkező anyagok <u>képletei:</u>
F + A		
F + B		
F + C		
F + D		
F + E		

Számolás

Sz1. feladat

12 pont

Platinaelektrodok között elektrolizálunk 230 g 6,90 tömeg%-os nátrium-szulfát-oldatot 10,5 A erősségű árammal, míg az oldat 8,15 tömeg%-os lesz.

- Írd fel a katód- és anódfolyamatok egyenletét!
- Mekkora a cellán áthaladt töltésmennyiség?
- Hány órán keresztül tartott az elektrolízis?
- Mekkora térfogatot tölt be az anódon keletkező gáz 0,100 MPa nyomáson és 15 °C-on?

Sz2. feladat

17 pont

Szárítás során a kristályos szóda (kristályvizes nátrium-karbonát) kristályvizének 20,0 %-át „elveszítette”. Egy ilyen mintának 10,0 grammjából 13,5 cm³ desztillált vízzel 20 °C-on telített oldatot készítettünk. Ehhez sósavat adtunk, ami 2,92 g HCl-ot tartalmazott, majd a kapott oldatot bepárolva szilárd konyhasóhoz jutottunk. A víz sűrűségét 20 °C-on tekinthetjük 1,000 g/cm³-nek.

- Számítással határozd meg a kristályos szóda képletét!
- Mennyi a vízmentes nátrium-karbonát oldhatósága 20 °C-on?
- A sósav hatására keletkezett gáznak hány cm³ a térfogata standard nyomáson-, és hőmérsékleten?
- Hány gramm a bepárlás utáni konyhasó tömege?

Sz3. feladat

17 pont

Valamely ismeretlen anyagmennyiség-koncentrációjú sósav pontos koncentrációját KHCO₃ segítségével határoztuk meg. A kristályos KHCO₃ 1,0711 grammjából készült 100,0 cm³ törzsoldat 10,00 cm³-es részletei átlagosan 10,70 cm³ sósavval reagáltak.

- Határozd meg a sósav koncentrációját mol/dm³-ben!

Ezt a sósavat ismeretlen töménységű NaOH-oldattal reagáltattuk különböző térfogatarányban, és mérőműszerrel mértük az elegyített oldatok pH-ját. Az adatok egy részét az alábbi táblázat tartalmazza.

- Határozd meg a nátrium-hidroxid-oldat anyagmennyiség-koncentrációját!
- Számold ki a táblázat üres celláihoz tartozó arányt és pH-kat!

(Minden oldat sűrűsége 1,00 g/cm³.)

$V_{\text{HCl}}:V_{\text{NaOH}}$	7:3	4:1		1:4	3:7
Az összeöntött oldat pH-ja		1,26	7,00	12,904	

Sz4. feladat**18 pont**

Egy alkil-bromid moláris tömege 109,6 %-kal nagyobb az ugyanolyan szénatomszámú alkánénál.

- Mi az alkán és az alkil-bromid összegképlete?
- Hány db konstitúciós izomerje lehet az alkánnak, és hány a brómalkánnak?
- Melyik alkán és alkil-bromid izomerekben van királis szénatom? (Szerkezeti képletekkel vagy a vegyületek nevével válaszolj!)
- Melyik az a monobrómozomer, amelyben és a belőle eliminációjával keletkező vegyületben is van térbeli izomer? Mi a keletkező vegyület? (Szerkezeti képletekkel vagy a vegyületek nevével válaszolj!)

Sz5. feladat**12 pont**

Zárt térben, ha sok ember van jelen, a levegő hamar elhasználódik, ezért fontos a gyakori szellőztetés. A szakirodalom szerint nyugalmi állapotban 500 ml levegőt lélegzünk be és átlagosan 5 másodpercenként veszünk levegőt, a belélegzett levegő közelítőleg 21 térfogat%, míg a kilélegzett 16 térfogat% oxigént tartalmaz. Ahogy a szén-dioxid koncentrációja nő, fejfájás, aluszékonyság törhet ránk, nem tudunk koncentrálni. A levegőben kis mennyiségben jelenlévő gázok koncentrációját ppm-ben szokás megadni, ez az angol „parts per million” rövidítése. Olyan egység ez, mint a százalék, csak nem század, hanem milliomodrész jelent. A friss levegőben a szén-dioxid koncentrációja 400 ppm körüli, vagyis 1,00 m³ levegőben 0,000400 m³ szén-dioxid található. Mintegy 2000 ppm körül már elhasználnak, rossznak kezdjük érezni a levegőt.

Ha egy 20 m² alapterületű, 2,5 m belmagassággal rendelkező tanteremben 10 ember tartózkodik, milyen gyakran kell szellőztetni, hogy ne legyen rossz a levegő? (Az ajtóréseken és ablakréseken történő cserével ne számolj, az ugyanis elhanyagolható, ha jól záródnak a nyílászárók.)

Ezt a periódusos rendszert tartalmazó utolsó lapot nyugodtan tépd le a feladatsorról,
 hogy könnyebben tudd használni. Ezt a lapot nem kell beadni 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																Ne 20,2
11	12																18
Na 23,0	Mg 24,3																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 -				