



Magyar Kémikusok
Egyesülete

XLI. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny 2009. Döntő Feladatlap



Munkaidő: 180 perc

Periódusos rendszer a feladatlap 6. oldalán található

Összpontszám 160 pont

I. ÁLTALÁNOS KÉMIA ÉS ANYAGSZERKEZET

(Összesen: 30 pont)

1. A sav-bázis indikátorok között nagy számban találunk olyanokat, amelyeknek a savas vagy a bázikus formája vörös színű. Néhány ezek közül:

indikátor	pH-tartomány, ahol az indikátor színt vált	savas forma színe	bázikus forma színe
Timolkék	1,2 – 2,8	vörös	sárga
Metilsárga	3,0 – 4,4	vörös	sárga
Klórfenolvörös	4,8 – 6,4	sárga	vörös
Lakmusz	5,5 – 8,0	vörös	kék
Fenolvörös	6,8 – 8,0	sárga	vörös
Alizarinsárga R	10,1 – 12,0	sárga	vörös

Az alábbi táblázatban szereplő hat anyag 0,1 mol/dm³-es oldatát vizsgáltuk a fenti hat indikátorokkal. Minden oldatba csak egy indikátort cseppentettünk és minden indikátort csak egyszer használtunk, mégis mind a hat oldatunk tiszta vörös színt mutatott. (Az átmeneti színt - ahol az indikátor színt vált - ne tekintjük tiszta vörösnek! $K_s(\text{ecetsav}) = 2 \cdot 10^{-5}$ mol/dm³, $K_{1s}(\text{szénsav}) = 4 \cdot 10^{-7}$ mol/dm³)

Írja be az alábbi táblázatba, hogy melyik oldatba melyik indikátort cseppentettük!

	sósav	víz	ecetsav	nátrium-hidroxid	szénsav	nátrium-hidrogén-karbonát
<i>indikátor</i>						

6 pont



megfordítható reakcióra vonatkozó megállapítások közül határozza meg, hogy melyik igaz (+) és melyik hamis (-)!

9 pont

- a hőmérséklet emelésével nő az ammónia keletkezési sebessége
- a hőmérséklet emelésével nő az ammónia bomlási sebessége
- a hőmérséklet emelésével nő az ammónia egyensúlyi koncentrációja
- a nyomás növelésével (a tartály térfogatának csökkentésével) nő az ammónia keletkezési sebessége
- a nyomás növelésével (a tartály térfogatának csökkentésével) nő az ammónia bomlási sebessége
- a nyomás növelésével (a tartály térfogatának csökkentésével) nő az ammónia egyensúlyi koncentrációja
- megfelelő katalizátor alkalmazásával nő az ammónia keletkezési sebessége
- megfelelő katalizátor alkalmazásával nő az ammónia bomlási sebessége
- megfelelő katalizátor alkalmazásával nő az ammónia egyensúlyi koncentrációja

3. Töltse ki az alábbi elemekre vonatkozó táblázat hiányzó adatait!

6 pont

	S ₈	P ₄	O ₃
a molekulában található σ -kötések száma			
kötésszög			
nemkötő elektronpárok száma			
halmazának színe			

4. A táblázat első oszlopában található anyagok tiszta halmazát vagy vizes oldatát elektrolizáljuk indifferens elektródok között. Töltse ki a táblázat üres celláit!

9 pont

Anyag	Előállítandó anyag képlete	Melyik elektródon keletkezik?	Az előző oszlopban megnevezett elektródon lejátszódó reakció egyenlete	Oldat vagy olvadék elektrolízis?	1 F töltésmennyiség hatására a megnevezett elektródon leváló anyag tömege
konyhasó		Anód		Oldat	
timföld	Al				
kalcium-klorid					20 g
réz-szulfát		Anód		oldat	

II. SZERVETLEN KÉMIA

(Összesen: 25 pont)

1. Szürke, illetve fekete porokat vizsgálunk. Valamennyiről tudjuk, hogy csak egyféle anyagot tartalmaz. Az ismeretlen anyagok fele elem, fele pedig vegyület.

I. Az egyik por sem vízben, sem benzinben nem oldódik. Sósavba téve pezseg, színtelen gáz fejlődik. A keletkezett oldatból NaOH-oldattal zöld csapadék válik le, amely H_2O_2 hozzáadásakor vörösbarna színűvé válik: 18 pont

a) Mi lehet az ismeretlen por kémiai összetétele (képlete)? _____

b) Írja fel a lezajlott reakciók egyenleteit!

II. A másik por benzinben nem, vízben lila színnel oldódik. Tömény sósavba szórva sárgászöld, szúrós szagú gáz keletkezik. A szilárd por hevítéskor bomlik, színtelen gáz képződik.

a) Mi az ismeretlen por képlete? _____

b) A sósavas reakció egyenlete:

c) Mi a hevítéskor keletkező színtelen gáz képlete? _____

III. A harmadik por vízben nem, benzinben lila színnel oldódik. Melegítés hatására lila gőz képződik belőle.

Mi az ismeretlen por kémiai összetétele (képlete)? _____

IV. A negyedik por sem vízben, sem benzinben, sem híg, sem tömény savakban és lúgokban nem oldódik. Enyhe hevítésre nem változik.

Mi lehetett ez a szürke por? _____

V. Az ötödik por sem vízben, sem benzinben nem oldódik. Tömény sósavba szórva a II. kísérletben is szereplő színes gáz fejlődik, hidrogén-peroxidba szórva a II. kísérletben is szereplő színtelen gáz fejlődik.

a) Mi lehet a por kémiai összetétele (képlete)? _____

b) A sósavas reakció egyenlete:

c) A hidrogén-peroxidos reakció egyenlete:

VI. A hatodik por sem vízben, sem benzinben nem oldódik. Kénsavoldatban viszont pezsgés nélkül feloldódik, és világoskék oldat keletkezik. Az oldathoz nátrium-hidroxid-oldatot adagolva kék csapadék válik le, amelyből hevítés hatására visszakapjuk az eredeti fekete anyagot.

a) Mi a fekete por képlete? _____

b) A reakciók egyenletei:

2. Jellemző színűek az alább felsorolt vegyületek, nemfémes elemek, illetve a fémek lángfestése. Rendezze ezeket a táblázat megfelelő rovatába!

Elemek: Ba; Cl_2 ; Cs; I_2 ; K; Li; Na; P_{∞} ; S_8 ;

Vegyületek: Agl; $Cu(OH)_2$; HgO; $KMnO_4$; $Ni(OH)_2$;

7 pont

Színek	Nemfémes elem	Vegyület	Fém lángfestése
Sárga			
Vörös			
Zöld			
Kék	_____		
Ibolya (gőze vagy vizes oldata)			

III. SZERVES KÉMIA

(Összesen: 25 pont)

1. Gyenge savak erősségét a savi disszociációs állandójuk (K_s) jellemzi. Rendelkezésére állnak az alábbi táblázatban látható adatok, és a táblázat alatt négy másik adat. A táblázatban lévő képletek és szám adatok alapján írja be a táblázat alatti szám adatokat a megfelelő cellákba!

4 pont

Sav	K_s	Sav	K_s
FCH_2COOH	$2,57 \cdot 10^{-3}$	F_3CCOOH	
ICH_2COOH	$7,59 \cdot 10^{-4}$	Cl_3CCOOH	
$Cl_2CHCOOH$	$5,50 \cdot 10^{-2}$	$ClCH_2COOH$	
		$BrCH_2COOH$	

$1,29 \cdot 10^{-3}$ $5,89 \cdot 10^{-1}$ $1,41 \cdot 10^{-3}$ $2,29 \cdot 10^{-1}$

2. A következő feladatban a kalcium vegyületeit felhasználva, írja fel a folyamatok reakcióegyenleteit! 6 pont

- A karbidlámpa működése:
- Márványra ételecet csöppen:
- Egy bizonyos karbonsav vizes oldatához kalcium-klorid-oldatot öntve a vesekövek egy lehetséges anyagát is képző vegyület keletkezik:
- Kemény vízben nem habzik a szappan:
- Az aceton ipari gyártása:

3. Kettős kötésű vegyületek szerkezetvizsgálatára használható az ún. ozonolízis. Ennek során egy ózonmolekula addicionálódik a kettős kötésű szénatompárra, és egy gyűrűs vegyület (ozonid) képződik. Ebből megfelelő körülmények között (pl. víz hozzáadására) láncszakadás jön létre, és két kisebb szénatomszámú oxovegyület keletkezik. A terminális (láncvégi) helyzetű, elágazást nem tartalmazó kettős kötés, formaldehiddé és aldehiddé oxidálódik a kettőskötés felhasadása közben. Láncközi, elágazást nem tartalmazó kettőskötés esetén két aldehid képződik, ha elágazás van a kettős kötésen akkor az elágazást tartalmazó részből keton, az elágazást nem tartalmazóból aldehid képződik. Adja meg a kiindulási olefin félkonstitúciós képletét és nevét, ha a termékek a következők voltak:

7,5 pont

a) $HCHO$ és CH_3CH_2CHO

b) $HCHO$ és $(CH_3)_2C=O$

c) CH_3CHO

d) $OHCCH_2CH_2CH_2CH_2CHO$

4. Van öt makromolekulánk: a) DNS, b) inzulin, c) terilén, d) nejlon, e) cellulóz. Írja az állítások után a megfelelő vegyületeket jelölő betűket!

5 pont

Éterkörést tartalmaz:

Amidkötést tartalmaz:

Poliészter:

Hidrogénkötés alakulhat ki a láncok között és/vagy a láncon belül:

5. A család tulajdonában van egy benzinüzemű és egy dízelüzemű autó is. A garázsban van két kanna. Az a) jelű kanna felírata: 2,2,4-trimetilpentán, a b) jelűé pedig: cetán. Melyik kannából melyik autó üzemanyag tartályába töltsene, ha azt akarná, hogy az illető motor működjön. Rajzolja fel a vegyületek félkonstitúciós szerkezeti képletét is!

2,5 pont

IV. SZÁMÍTÁSI FELADATOK

(A számításhoz szükséges adatok a 6. oldalon látható periódusos rendszerben találhatóak.)

1. A bronznak rendkívül fontos szerepe volt a történelemben, és mindmáig sokoldalúan használatos ötvözet. A bronzban a réz és az ón aránya széles határok között változhat, ám már a középkorban is tudták, hogy bizonyos arányok különleges tulajdonságokat eredményeznek.

a) Mennyi a réz-ón tömegarány abban a bronz harangban, melyet úgy készítenek, hogy a réz 1,00 g-jához annyi ónt adnak, amennyiből sósavban való oldás után 51,6 cm³ standard nyomású és 25 °C-os hidrogéngáz keletkezik?

b) Sárgaréz-gyártásnál a rezet cinkkel ötvözik. Ha a réz azonos mennyiségéhez az ónnal megegyező tömegű cinket adunk, több vagy kevesebb hidrogén fejlődne? Válaszát indokolja!

6 pont

2. Egy sónak azonos tömegű vízmentes illetve kristályvizes mintáját feloldottuk azonos tömegű vízben. A keletkezett oldat 12,5 mol%-os és 50,0 tömeg%-os a sóra nézve.

a) Adja meg a vízmentes só moláris tömegét!

b) Hány mol vízzel kristályosodik a só?

c) Számítással határozza meg a só képletét, ha tudjuk, hogy a kristályvizes só 18,25 tömeg% nátriumot és 63,49 tömeg% oxigént tartalmaz!

14 pont

3. Etén és etin gázelegy reakcióját vizsgáljuk vízgőzzel az alábbi reakciókörülmények között:

a) savas közeg, vízgőzfelesleg, magas hőmérséklet és nagy nyomás,

b) víz feleslegben alkalmazva, Hg²⁺-ionok jelenlétében.

Írja le a reakcióegyenleteket mind a) mind b) esetben! A termékek mennyisége: a) esetben 2,76 gramm, b) esetben 4,52 gramm. Milyen az eredeti gázelegy anyagmennyiség%-os összetétele?

7,5 pont

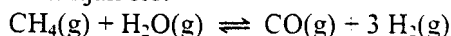
4. A direkt metanolos tüzelőanyagcella (DMFC), amelyet Oláh György vezetésével a Dél-Kaliforniai Egyetem Loker Szénhidrogénkutató Intézetében fejlesztettek ki a Jet Propulsion Laboratory-val közösen, közvetlenül alakítja át a metanolt (vagy más folyékony szerves tüzelőanyagot) elektromos árammá egy polimer elektrolit membrán segítségével. Működése a tüzelőanyag híg vizes oldatának oxigénnel, illetve levegővel történő közvetlen katalitikus oxidációján alapul. A DMFC szobahőmérsékleten is biztonságosan működik, elektromos áramot, szén-dioxidot, vizet és hőt termel. Metanol és levegő betáplálásával folyamatosan üzemeltethető. A metanolos elem elektrokémiai cellájában az egyik (platina) elektródon a metanol egészen szén-dioxiddá oxidálódik, míg a másik (platina) elektródon az oxigén redukálódik, és az alkohol oxidációjából származó protonokkal vizet képez.

a) Írja fel az elektródfolyamatokat és a teljes reakció egyenletét!

b) Elvileg hány óráig világít a 10 mA-es áramerősséggel működő félvezető dióda (LED), ha a 10 cm³ 10 térfogat%-os metanol–víz elegyet tartalmazó cellára kötjük? A metanol sűrűsége 0,80 g/cm³.

11 pont

5. A szerves vegyületek előállításához elterjedten használt szintézisgázt a földgázban levő metán és vízgőz megfordítható reakciójával állítják elő:



A reakcióhő (az odaalakulás irányában): +206 kJ/mol

A folyamat egyensúlyi állandója 800 °C-on: 170 (mol² dm⁶)

Az ipari szintézishez előzőleg elméleti számításokat kell elvégezni.

1 : 3 anyagmennyiség-arányú CH₄–H₂O gázelegyből 800 °C-on a metán 99,0%-át szeretnénk átalakítani. (R = 8,314 J/Kmol)

a) Mekkora térfogatú 25 °C-os, standard nyomású (101,3 kPa) szintézisgázt nyerhetünk így 100 m³ azonos állapotú metánból?

b) Mekkora lesz ilyen körülmények között a vízgőz átalakulási százaléka?

