



2014/2015. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
második forduló

KÉMIA
I. kategória

FELADATLAP

Munkaidő: 300 perc
Elérhető pontszám: 100 pont

ÚTMUTATÓ

A munka megkezdése előtt nyomtatott nagybetűkkel ki kell tölteni a versenyző adatait tartalmazó részt! A munkalapokra nem kerülhet sem név, sem más megkülönböztető jelzés, kizárólag a **versenyző kódszáma**, amelyet minden munkalapra rá kell írni!

A feladatok megoldásához íróeszközön kívül csak függvénytáblázat és elektronikus zsebszámológép használható, de egyéb elektronikus eszköz (pl. mobiltelefon) nem!

A pótlapok száma:

A megoldást tartalmazó lapok sorszámozva, ezzel a borítólapal együtt küldendők be!

A VERSENYZŐ ADATAI

A versenyző kódszáma:

A versenyző neve: oszt.:

Az iskola neve:

Az iskola címe: irsz. város

.....utcahsz.

Megye:

A felkészítő tanár(ok) neve:

.....

Ú T M U T A T Ó

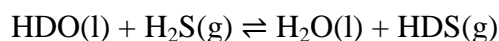
a dolgozat elkészítéséhez

1. A második forduló feladatlapja két feladatsort tartalmaz.
Az **I. feladatsor** megoldásait a **borító III. és IV. oldalán lévő VÁLASZLAPON** jelöljük.
A **II. feladatsor** számpéldáit **feladatonként külön lapra** kérjük megoldani. A lap felső részén tüntessük fel a versenyző
kódszámát,
kategóriáját és
a feladat sorszámát.
2. **FIGYELEM!**
A **dolgozathoz** (a II. feladatsor megoldásához) **csatolni kell** az **ADATLAPOT** és a **VÁLASZLAPOT (a feladatlap I-IV. oldalszámú borítólapját)!**
Az I. és a II. feladatsor nyomtatott feladatait (**csak a feladatlap 1-8. oldalait!**) megtarthatják a versenyzők.
3. A megoldásokat tetszés szerinti sorrendben lehet elkészíteni. Fogalmazványt (piszkozatot) nem szükséges készíteni. Törekedjünk a megoldások világos, szabatos megfogalmazására és **olvasható, áttekinthető leírására!**
4. A dolgozatnak **a feladat megoldásához szükséges egyenleteket, mellékszámításokat, indoklásokat is tartalmaznia kell!** Ferde vonallal határozottan áthúzott részeket nem veszünk figyelembe.
A számítások végeredményét – **a mértékegységek megjelölésével** – kétszer húzzuk alá!
A végeredmény pontossága feleljen meg az adatok pontosságának!
5. Segédeszközként függvénytáblázat és elektronikus zsebszámológép használható.

I. FELADATSOR

Az I. feladatsorban 12 feladat szerepel. Válaszait a borítólapon III. és IV. oldalán található **VÁLASZLAPRA** írja! Azok a feladatok, amelyeknél azt külön nem jelöltük, 1 pontot érnek.

- Az alábbiak közül melyik sorban egyezik meg mindegyik molekula, illetve ion téralkata?*
 - CH₄, XeF₄, SO₄²⁻, NH₄⁺
 - CO₂, HCN, KrF₂, COS
 - BF₃, H₃O⁺, CO₃²⁻, NO₃⁻
 - H₂O, O₃, SO₂, CS₂
 - ClF₅, AsCl₅, SbF₅, PCl₅
- Melyik az a legkisebb rendszámú elem, amelynek alapállapotú atomjában telített a 4-es főkvantumszámú héj?*
- Az ittrium-klorid ionvegyület, amelynek mindkét ionja nemesgáz-szerkezetű. Rácstípusa olyan, mint a nátrium-kloridé, csak éppen a kockarács rácspontjainak egy részéről hiányoznak az ionok. Melyik állítás írja le helyesen az ittrium-klorid rácsszerkezetét?*
 - Az anionhelyek mind betöltöttek, de a kationhelyek fele üres.
 - A kationhelyek mind betöltöttek, de az anionhelyek fele üres.
 - Az anionhelyek mind betöltöttek, de a kationhelyek kétharmada üres.
 - A kationhelyek mind betöltöttek, de az anionhelyek kétharmada üres.
 - Az anionhelyek mind betöltöttek, de a kationhelyek egyharmada üres.
- A víz deutériumban való dúsítására leggyakrabban alkalmazott eljárás során kén-hidrogént használnak. A módszer lényege, hogy a természetes vízben kis mennyiségben található deutérium kicserélődési reakcióban képes átkerülni a kén-hidrogén molekulájába:*



Ennek a folyamatnak az egyensúlyi állandója 30 °C-on $K_{30} = 0,426$; 130 °C-on $K_{130} = 0,524$.

(A deutérium megoszlását más folyamatok nem befolyásolják.)

A deutériumdúsítóban nagy nyomású kén-hidrogént keringtetnek két különböző hőmérsékletű (30 °C-os és 130 °C-os) vizet tartalmazó térrész között.

Állapítsa meg, hogy a következő állítások igazak vagy hamisak! Tegyén X jelet a táblázat megfelelő oszlopába!

Állítás	Igaz	Hamis
A fenti reakcióban a HDS képződése exoterm folyamat.		
Az említett ipari folyamatban a hidegebb víz dúsul deutériumban.		
A magasabb hőmérséklet kedvez a deutérium kén-hidrogénbe történő beépülésének.		
A folyamat során lényegében a kén-hidrogén szállítja a deutériumot a melegebb vízből a hidegebbe.		

4 pont

5. $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú oldatokat elegyítünk kémcsőben oly módon, hogy egyszer az első oldat 10 ml-nyi mennyiségéhez csepegtetünk a második oldatból, majd fordítva, 10 ml második oldathoz csepegtetünk az első oldatból.

Mit látunk az egyes esetekben? Röviden írja le a tapasztalatokat, és az azokat megmagyarázó reakcióegyenleteket!

	10 ml A oldat + néhány csepp B oldat	10 ml B oldat + néhány csepp A oldat
A oldat: AgNO_3 -oldat B oldat: NH_3 -oldat		
A oldat: meszes víz B oldat: szódavíz		
A oldat: CuSO_4 -oldat B oldat: NaOH -oldat		

5 pont

6. Az alábbi vegyületek azonos tömegű részleteivel elvégezzük az ezüstitükörpróbát:

formaldehid, hangyasav, szacharóz, butándial

Állítsa az anyagokat sorba aszerint, hogy melyik esetben mekkora tömegű ezüst leválását várjuk a reakció során! (Azzal az anyaggal kezdje, amelyik a legkevesebb ezüstöt választja le.)

7. Az alábbiak közül melyik sor tartalmaz csupa olyan anyagot, amelynek a képződéshője 0 kJ/mol ?

A) O(g) , $\text{O}_2(\text{g})$, $\text{O}_3(\text{g})$

B) Hg(f) , $\text{Br}_2(\text{f})$, $\text{N}_2(\text{f})$

C) gyémánt(sz), Hg(f) , $\text{Cl}_2(\text{g})$

D) grafit(sz), $\text{O}_2(\text{g})$, $\text{Br}_2(\text{f})$

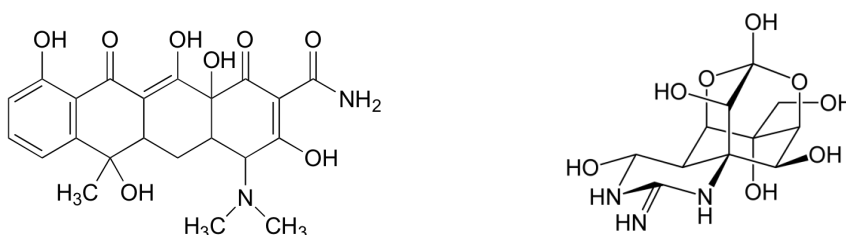
E) Az A–D válaszok mindegyike helyes, hiszen elemi állapotú anyagokra a képződéshő értéke minden esetben 0 kJ/mol .

8. A szén-dioxid elektrokémiai redukciójának lehetőségeit intenzíven kutatják az utóbbi 2-3 évtizedben. Találtak olyan elektródot, amelyen a szén-dioxid szelektíven formiácionná alakul. Elektrolitként lúgos kémhatású vizes oldatot használnak.

Feltéve, hogy mindkét elektródon csak egyetlen folyamat megy végbe, hány mol formiácion képződik addig, amíg a másik elektródon 1 mol gáz fejlődik?

2 pont

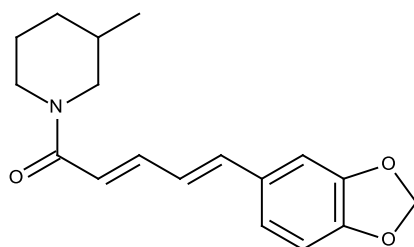
9. Robert Woodward többek között az alábbi molekulák szintéziséért és szerkezet-vizsgálatáért kapta 1965-ben a kémiai Nobel-díjat:



Karikázza be a képleteken a kiralitáscentrumokat!

2 pont

10. A bors csípős ízéért felelős piperin egy egyszerű metilezett származékát mutatja a következő képlet (amely csak a nitrogéntartalmú hatos gyűrűn lévő metilcsoportban különbözik magától a piperintől):



- a) Hány sztereoizomer létezik a megadott konstitúcióval?
 b) Állapítsa meg a következő állításokról, hogy igazak vagy hamisak! A megfelelő oszlopba tegyen X jelet!

	Igaz	Hamis
A metil-piperin vizes oldata lúgos kémhatású.		
A metil-piperin kloroformban jobban oldódik, mint vízben.		

- c) A metil-piperin erősen savas közegben, magas hőmérsékleten hidrolizál. Adja meg a hidrolízis nitrogéntartalmú termékének szerkezetét!

3 pont

11. Jól ismert tény, hogy a D-glükóz vizes oldatában egyensúlyban van egymással a hattagú gyűrűs α - és β -D-glükóz, valamint a formilcsoportot tartalmazó nyílt láncú D-glükóz. Nagyon pontos mérésekkel meghatározták a különböző formák arányát 31 °C-on (az összes oldott D-glükóz %-ában):

α -D-glükóz (6 tagú gyűrű)	37,672 %
β -D-glükóz (6 tagú gyűrű)	61,956 %
nyílt láncú D-glükóz	0,0033 %

- a) Rajzolja fel a hattagú gyűrűs szerkezetek konstitúcióját és egyértelműen jelölje azt a szénatomot, amelynek konfigurációja eltér az α és a β „változat” esetén!
 b) Milyen sztereokémiai viszonyban van egymással a hattagú gyűrűs α -D-glükóz és β -D-glükóz molekulája?

- A) konstitúciós izomerek
 B) enantiomerek
 C) diasztereomerek
 D) ugyanannak a molekulának különböző konformációi

Érdekes kérdés, hogy vajon milyen formában van jelen a glükóz hiányzó néhány tizedes százaléká. A vizsgálatok kimutatták, hogy 0,363 %-ban öttagú gyűrűs formák (szintén α és β) vannak jelen.

- c) Rajzolja fel az öttagú gyűrűs D-glükóz molekulájának konstitúcióját!
 d) A még mindig hiányzó 0,0057 %-nyi glükózzal azt tudjuk, hogy $C_6H_{14}O_7$ összegképletű molekulaként van jelen. Rajzolja fel ennek a molekulának a konstitúciós képletét!

5 pont

12. A hidrogén-kloridot laboratóriumban nátrium-klorid és tömény kénsavoldat reakciójával állítják elő.

a) *Írja fel a reakció egyenletét!*

A hidrogén-jodid analóg előállításmódja (nátrium-jodidból és tömény kénsavoldatból) nem igazán használható eljárás, mert egy mellékreakció következtében a képződő hidrogén-jodidot két gáz-halmazállapotú anyag is szennyezi (a vízgőzön kívül). Az egyik szennyezőt jellegzetes színéről könnyen fel is ismerjük.

b) *Milyen két szennyező képződik?*

c) *Írja fel a mellékreakció egyenletét!*

Emiatt más módszereket dolgoztak ki. Az egyik lehetőség szerint a tömény kénsavoldatot cseréljük le egy másik savoldatra.

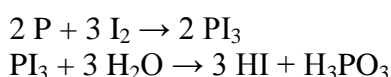
d) A felsoroltak közül csak az egyik savoldat alkalmas gyakorlatilag szennyezésmentes hidrogén-jodid előállítására nátrium-jodidból. *Melyik az?*

- A) tömény sósav
- B) tömény hidrogén-fluorid-oldat
- C) tömény salétromsavoldat
- D) tömény foszforsavoldat
- E) tömény ecetsavoldat

Egy másik eljárásban jód vizes szuszpenziójába kén-hidrogént vezetnek a jód színének eltűnéséig. A keletkező szilárd anyagot leszűrik, és az oldatból kidesztillálják a hidrogén-jodidot.

e) *Írja fel a lejátszódó reakció egyenletét!*

A hidrogén-jodidot elő lehet állítani úgy is, hogy vörösfoszfor és jód keverékére kevés vizet csepegtetünk, majd a reakcióelegyet enyhén melegítjük. Ekkor a következő reakciók játszódhatnak le:



A gázfejlesztő készülék lombikjába 0,62 g vörösfoszfort és 6,1 g jódot mértünk be.

f) *Melyik reagenst alkalmaztuk feleslegben?*

g) *Elvileg legalább hány csepp víz kell a reakció teljes lejátszódásához?(Egész számot adjon meg!) (1 csepp térfogata 0,05 cm³.)*

9 pont

II. FELADATSOR

1. feladat

A mezőgazdaságban a műtrágyák leggyakrabban a talaj nitrogén-, foszfor- és káliumtartalmát hivatottak pótolni. A gyakorlatban egy adott műtrágya „NPK-értékét” szokták megadni. Ez három szám. Az első szám a műtrágya tömegszázalékos N-tartalmát, a második a foszfortartalmat mutatja, de nem a foszfor, hanem a műtrágyával azonos mennyiségű foszfort tartalmazó P_2O_5 tömegszázalékában kifejezve. Tehát a tiszta P_2O_5 NPK értéke 0-100-0 lenne. Az utolsó szám a káliumtartalmat adja meg, hasonlóan, K_2O -tartalomra vonatkoztatva.

- Mennyi az ammónium-nitrát NPK-értéke?*
- Egy oldat formában kapható műtrágya NPK-értéke 0-10-11. Hogyan kell 1,00 tonna ilyen műtrágyát K_2HPO_4 és KH_2PO_4 vízben való oldásával előállítani?*

7 pont

2. feladat

Egy ismeretlen elem 1,000 g-ját oxigénfeleslegben elégettük, majd a kapott 1,233 g tömegű anyagot feleslegben vett kénsavval reagáltattuk. Ennek hatására fehér csapadék vált ki az oldatból. A csapadék fölötti oldathoz KI-oldatot öntve, majd az oldat fölé benzint rétegezve és az elegyet összerázva a benzines fázisban lila szín megjelenését tapasztaltuk.

- Mi volt a kiindulási elem? Állítását számítással igazolja!*
- Írja fel a lejátszódott reakciók egyenletét!*

8 pont

3. feladat

Vízbontást végzünk kálium-szulfát-oldat platinaelektrodok között történő elektrolízisével. 10 percig tartó elektrolízis során a katódon $22,00 \text{ cm}^3$, az anódon $10,60 \text{ cm}^3$ térfogatú gáz fejlődött. A térfogatokat szárítás után $22,0^\circ\text{C}$ -on és 997 hPa nyomáson mérték.

- Írja fel a katód folyamat és az anódon végbemenő reakciók egyenletét, figyelembe véve, hogy az anódon a főtermék mellett kevés ózon is keletkezik!*
- Milyen áramerősséggel végeztük az elektrolízist?*
- Hány térfogatszázalék ózont tartalmazott az anódon képződő gázkeverék?*

Ózontartalmú gázkeverékek ózonkoncentrációját meghatározhatjuk úgy, hogy az elegyet ezüsthálón (mint katalizátoron) vezetjük át, amelyen az ózon dioxigénre bomlik. A térfogatnövekedésből kiszámítható az eredeti elegy ózontartalma.

- Hány százalékos térfogat-növekedést mérnénk egy ilyen kísérletben (a kiindulási gázelegy térfogatához viszonyítva), ha az anódon fejlesztett gázt vezetnénk át az ezüsthálón?*

9 pont

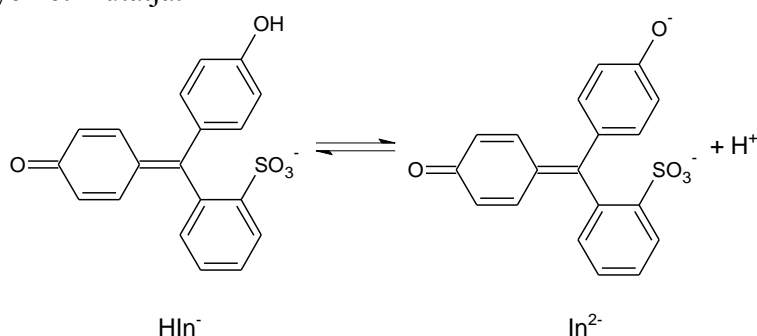
4. feladat

Az indikátorok olyan vegyületek, amik maguk is gyenge savak (vagy bázisok), és a disszociáció során egymásba alakuló két forma eltérő (és élénk) színű. Az oldat színét (a szín árnyalatát) a két forma koncentrációjának aránya határozza meg. Ha a savas közegre jellemző forma koncentrációja legalább tízszerese a bázikus alakénak, akkor az indikátor a savas közegre jellemző színt mutatja. Fordítva, ha a bázisos közegre jellemző forma koncentrációja haladja meg minimum tízszeresen a savas közegre jellemző forma koncentrációját, akkor az indikátor bázisos közegre jellemző színét látjuk.

Ha az arány a két érték között van, akkor az indikátor átmeneti színe jelenik meg.

(Mivel a látás a különböző színekre eltérően érzékeny, az 1:10-es arány nem minden indikátor esetén jellemző, azaz az átcsapási tartomány sem egyformán széles. De ettől most el fogunk tekinteni.)

A fenolvörös indikátor savas közegben sárga, lúgos közegben vörös színű. Átcsapását az alábbi reakcióegyenlet mutatja:



- A két forma közül melyik felel a savas közegben látható sárga színért? Használja az ábrán látható HIn^- , illetve In^{2-} jelöléseket!
- 1 liter ismert pH-jú oldathoz 2 csepp fenolvörösoldatot cseppentünk. Fejezze ki a fenti reakció egyensúlyi állandója (K) és a pH értéke segítségével, hogy egy adott pH-értéken mennyi a két forma koncentrációjának aránya ($[\text{HIn}^-]/[\text{In}^{2-}]$)!
- Milyen pH értékek között látjuk a fenolvörös átmeneti, narancssárga színét?
 $K = 2,5 \cdot 10^{-8}$

6 pont**5. feladat**

Egy ásványvíz kalcium- és magnéziumion-tartalmát komplexometriás titrálással határoztuk meg. 50,0 cm³ térfogatú mintát 0,0510 mol/dm³ koncentrációjú EDTA-oldattal titráltunk (az etilén-diamin-tetraecetsav dinátriumsója, amely a kalcium- és a magnéziumionokkal is 1:1 arányban képez komplexet). A titrálás végpontjának jelzéséhez kevés eriokrómfekete-T indikátort használtunk, amely szintén komplexet képez a mérendő fémionokkal, de kisebb stabilitásút, mint az EDTA. Az indikátor szabad állapotban kék, fémionokkal alkotott komplexének színe pedig lilás rózsaszín. Az EDTA szabadon is és a komplexekben is szintelen.

- Milyen színű az indikátort tartalmazó oldat a titrálás elején?
- Milyen színű lesz az oldat, ha a titráló oldatból túl sokat (az ekvivalens mennyiségnél többet) adagolunk?

c) *Meddig kell adagolni a mérőoldatot a pontos meghatározáshoz?*

- A) kezdődő színváltozásig
- B) átmeneti színig
- C) állandó szín eléréséig

Az EDTA-oldatból a titráláshoz $4,92 \text{ cm}^3$ fogyott.

d) *Összesen hány mmol kalcium- és magnéziumiont tartalmazott az $50,0 \text{ cm}^3$ ásványvíz?*

e) *Mennyi az ásványvíz keménysége német keménységi fokban kifejezve? (1 német keménységi fok a keménysége annak a vízmintának, amelynek 1 literében 10 mg kalcium-oxid kalciumtartalmával azonos anyagmennyiségű kalcium- és magnéziumion van összesen.)*

Ugyanennek az ásványvíznek $100,0 \text{ cm}^3$ -es részletét metilvörös indikátor mellett sósavval titrálva meghatározható a hidrogén-karbonát-tartalma is: a $0,0993 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú sósavból $8,04 \text{ cm}^3$ fogyott.

f) *Mennyi az ásványvíz változó keménysége német keménységi fokban?*

9 pont

6. feladat

A megfordítható reakciók egyensúlyi állandóját leggyakrabban a részt vevő anyagok egyensúlyi koncentrációjával kifejezve adják meg. Egy másik lehetőség a móltörtökkel kifejezett egyensúlyi állandó. Az ammóniaszintézis $[\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})]$ példáján:

$$K_x = \frac{x_{\text{ammónia}}^2}{x_{\text{hidrogén}}^3 \cdot x_{\text{nitrogén}}}$$

A móltört (x) a mólszázalékkal analóg mennyiség, a vizsgált gázelegyen például az ammónia móltörtje a következőképpen adható meg:

$$x_{\text{ammónia}} = \frac{n_{\text{ammónia}}}{n_{\text{összes}}}$$

Az ammónia, a hidrogén és a nitrogén egyensúlyi elegyét vizsgálták 600 K -en. Azt az érdekes megfigyelést tették, hogy bizonyos p_1 nyomáson a K_c és a K_x számértéke azonos:

$$K_c = 3,700 (\text{mol/dm}^3)^{-2}; K_x = 3,700$$

a) *Mekkora egyensúlyi össznyomásra vonatkoznak a fenti értékek? (A gázelegy viselkedését tekintjük ideálisnak.)*

Azt találták, hogy állandó hőmérsékleten néhány százalékos nyomásváltozás gyakorlatilag nem befolyásolja K_c értékét.

b) *Igaz-e ez a K_x -re is? Válaszát indokolja!*

Egy sztöchiometrikus összetételű hidrogén-nitrogén gázelegyet 600 K -re és p_1 nyomásra melegítettek, ill. komprimáltak. Az egyensúly beállása után a hőmérsékletet – állandó nyomáson – megváltoztatták. Azt találták, hogy ekkor az egyensúlyi elegyen $18,7$ térfogatszázalék ammónia található.

c) *Számítással határozza meg, hogy növelték vagy csökkentették az elegy hőmérsékletét!*

8 pont

7. feladat

A malonsav (propándisav) kétértékű karbonsav, savi disszociációs állandói: $K_{s1} = 1,48 \cdot 10^{-3}$ és $K_{s2} = 2,04 \cdot 10^{-6}$.

- Létezik-e olyan pH vagy pH-tartomány, amelynél mindhárom különbözőképpen protonált forma (H_2A , HA^- és A^{2-}) koncentrációja megegyezik? Ha igen, számolja ki a pH-t, illetve a tartomány határait, ha nem, számítással mutassa meg, miért nem!*
- Létezik-e olyan pH vagy pH-tartomány, amelynél az összes malonsav 50 %-a egyszer protonált (HA^-) formában van jelen? Ha igen, számolja ki a pH-t, illetve a tartomány határait, ha nem, számítással mutassa meg, miért nem!*

9 pont**8. feladat**

Egy ismeretlen fém szulfátjának 0,5000 g-ját $100,0 \text{ cm}^3$ vízben oldjuk. Az oldathoz feleslegben vett tömény $BaCl_2$ -oldatot öntünk addig, amíg csapadékleválást tapasztalunk. A képződött fehér csapadékot szűrjük, szárítjuk, majd megmérjük a tömegét, ami 0,8338 g-nak adódik.

Mi volt a kiindulási fém-szulfát? Írja fel a lejátszódott reakció ionegyenletét!

9 pont

V Á L A S Z L A P

1. 2. 3.

4.

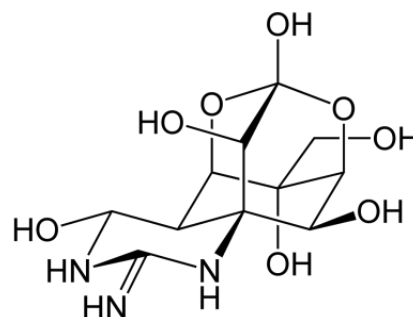
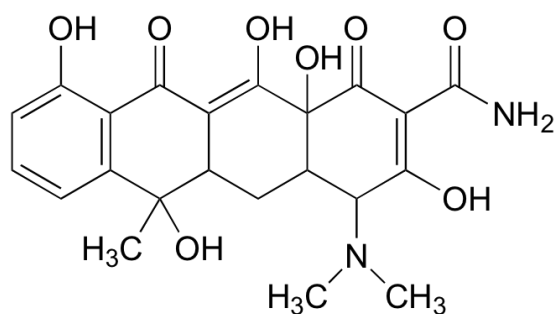
Állítás	Igaz	Hamis
A fenti reakcióban a HDS képződése exoterm folyamat.		
Az említett ipari folyamatban a hidegebb víz dúsul deutériumban.		
A magasabb hőmérséklet kedvez a deutérium kén-hidrogénbe történő beépülésének.		
A folyamat során lényegében a kén-hidrogén szállítja a deutériumot a melegebb vízből a hidegebbe.		

5.

	10 ml A oldat + néhány csepp B oldat	10 ml B oldat + néhány csepp A oldat
A oldat: AgNO ₃ -oldat B oldat: NH ₃ -oldat		
A oldat: meszes víz B oldat: szódavíz		
A oldat: CuSO ₄ -oldat B oldat: NaOH-oldat		

6. 7. 8.

9.



10. a)

b)		Igaz	Hamis
	A metil-piperin vizes oldata lúgos kémhatású.		
	A metil-piperin kloroformban jobban oldódik, mint vízben.		

c) 11. a) b) c) d) 12. a) b) c) d) e) f) g) **A továbbiakat a Versenybizottság tölti ki!**

	1. javítás	2. javítás	3. javítás
I. feladatsor			
II. feladatsor			
1. feladat			
2. feladat			
3. feladat			
4. feladat			
5. feladat			
6. feladat			
7. feladat			
8. feladat			
Összpontszám			

.....
1. javító tanár.....
2. javító tanár.....
3. javító tanár