

Huvudansökan, kandidatprogrammet i kemi

Urvalsprov 9.5.2018 kl. 10.00–13.00

Skriv ditt namn och dina personuppgifter med tryckbokstäver.

Skriv ditt namn med latinska bokstäver (abcd...), inte till exempel med kyrilliska bokstäver (абгд...).

Om du inte har en finländsk personbeteckning, skriver du istället din födelsetid.

Skriv dina personuppgifter på alla provpapper

Efternamn	
Förnamn (alla)	
Personbeteckning	
E-postadress	
Telefon	

Kontrollera med hjälp av sidnumren att du har fått alla sidor.

Skriv din namnteckning i fältet nedan för att visa att du har kontrollerat ovan nämnda saker.

Namnteckning	
--------------	--

Om du vill att dina provsvar bedöms, lämna det nedanstående fältet tomt.

Om du inte vill att dina provsvar bedöms, skriv följande text i fältet nedan: "*Jag vill inte att mina provsvar bedöms*". I detta fall får du noll poäng i provet.

Att avstå från bedömning	
--------------------------	--

wc

Läs noggrant igenom alla anvisningar

- Kontrollera att ditt provkompendium utöver titelbladet och anvisningarna (sida 1–4) innehåller följande sidor:
 - provfrågor och svarsfält (sida 5–12)
 - bilagor (sida 13–14)
 - ett konceptpapper för egna anteckningar.
- Frågor besvaras på pappret med frågor och svarsfält.
- **Kontrollera att du har skrivit ditt namn och din personbeteckning på alla svarsblanketter.**
- Skriv dina provsvar
 - på finska eller svenska. Svar som har skrivits på andra språk bedöms inte.
 - på provkompendiet. Skriv varje svar i frågans svarsfält. Anteckningar som skrivits utanför svarsfältet beaktas inte i bedömningen.
 - med blyertspenna och med tydlig handstil. Otydliga anteckningar bedöms enligt det alternativet som ger minst poäng.
- Skriv inte alternativa svar. Om du skriver alternativa svar, beaktas endast det svar som ger minst poäng.
- Du kan planera dina svar och skriva egna anteckningar på konceptpappret. Anteckningarna på konceptpappret beaktas inte i bedömningen. Du har fått ett konceptpappersark. Du kan få mera konceptpapper av övervakaren.
- Placera ditt provmaterial så att deltagare som sitter nära dig inte kan se dina svar och anteckningar.

Poäng

Urvalsprovet poängsätts på skalan 0–50. Om det ges poäng separat per uppgift, anges detta vid uppgiften.

Litteraturen till urvalsprovet

Uppgifterna i urvalsprovet baserar sig på gymnasiets obligatoriska och nationella fördjupade kurser i kemi (5 kurser enligt Grunderna för gymnasiets läroplan 2015).

Om du vill påkalla övervakarens uppmärksamhet



Om du vill påkalla övervakarens uppmärksamhet, ska du höja armen. Övervakaren kommer då fram till dig. Säg ditt ärende till övervakaren med låg röst.

Om du vill gå på toaletten



Du kan besöka toaletten ledsagad av en övervakare. Övervakarna följer en provdeltagare åt gången till toaletten.

De flesta provsalar har endast sådana toaletter i närheten som följer den traditionella könsindelningen i dam- och herrtoaletter. Därför måste den övervakare som följer dig vara en man om du vill besöka herrtoaletten och en kvinna om du vill besöka damtoaletten.

Gör så här om du vill besöka toaletten:

1. Kontrollera att det finns minst två övervakare i salen och att minst en är en person som kan följa dig till toaletten. Om dessa kriterier inte uppfylls, vänta tills situationen har ändrats.
2. Ta fram sidan 2 med texten WC med stor font och håll upp pappret så att övervakaren kan se texten och kommer fram till dig. Vänta tålmodigt. Övervakaren kan kanske inte följa dig till toaletten genast. Övervakaren kan inte heller nödvändigtvis följa provdeltagarna till toaletten i den ordning de anmäler sitt behov.
3. När övervakaren ger dig ett tecken, samla ihop dina provpapper och lägg dem innanför konceptpappret, och följ sedan övervakaren till toaletten.

När du vill lämna in ditt prov

När du vill lämna in provet, lägg in dina provpapper innanför konceptpappret i samma ordning som du fick dem.

När du går för att lämna in provet, ta med alla dina saker från din plats så att du inte behöver gå tillbaka för att hämta dem.

Lämna in alla provpapper, också konceptpappret, till övervakaren i salens främre del.

Lämna in alla papper, även om du har lämnat vissa eller alla uppgifter obesvarade. Bevisa din identitet när du lämnar in provpappren. Kom ihåg att skriva din namnteckning på provkompendiets titelblad. I samband med att du lämnar in dina provpapper antecknar övervakaren att du har deltagit i och lämnat in provet. Övervakaren kan ge dig ett separat intyg över att du deltagit i provet om du behöver det.

Uppgift 1 (10 poäng)

Skriv reaktionsformler med tillståndsbeteckningar för följande reaktioner:

- Zinkpulver tillsätts i kopparsulfatlösning.
- Magnesiumtråd förbränns.
- I en natriumsulfatlösning tillsätts bariumkloridlösning.
- Till en vattenlösning innehållande kaliumfluorid och kaliumbromid leds klorgas.
- Fast kalciumkarbonat löses i saltsyra.

Uppgift 2 (10 poäng)

- a) Den kovalenta bindningen mellan kolatomer kan vara en enkelbindning, en dubbel- eller en trippelbindning. Dessutom har aromatiska föreningar sin egen, speciella kolbindning. Hur påverkar dessa bindningstyper molekylens form och reaktivitet?
- b) Av alkener kan man framställa talrika organiska föreningar. Skriv reaktionslikheterna med strukturformler:
- (i) 2-metyl-1-buten reagerar med väteklorid.
 - (ii) *trans*-3-metylpent-2-en reagerar med brom.
 - (iii) 1-metylcyklohexen reagerar med vatten i närvaro av en syrakatalysator.

Tekniska anteckningar: KEMIA

Sida: 7 (14)

Namn: _____

Personbeteckning: _____

Uppgift 3 (10 poäng)

Ammoniumnitrat, som används som kvävegödningsmedel, är en vattenlöslig salt.

- Beräkna pH för en 0,20 M ammoniumnitratlösning. $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$.
- På lösningen i punkt a togs ett 15 milliliters prov i vilket tillsattes 30 milliliter 0,10 M natriumhydroxidlösning. Är den lösning som fås på detta sätt sur, neutral eller basisk? Motivera!
- Ammoniak hör till den kemiska industrins viktigaste föreningar. Hur framställs ammoniak för industrins behov, och hur kan man framställa ammoniak i laboratorieförhållanden?

Tekniska anteckningar: KEMIA

Sida: 9 (14)

Namn: _____

Personbeteckning: _____

Empty rectangular area for technical notes.

Uppgift 4 (10 poäng)

- a) Uppgiften är att konstruera en galvanisk cell som är så effektiv som möjligt. Vilka reduktions-oxidationspar från ur vidstående tabell väljer du för detta ändamål? Rita en figur som beskriver cellens uppbyggnad.
- b) Vilken är den elektromotoriska kraften (källspänningen) för den cell som därvid bildas?
- c) Hur förändras massan för den metall som utgör den negativa elektroden, då cellen som konstruerats i punkt a producerar en ström på i medeltal 1,2 ampere under 250 sekunder?

Reaktio	E^0/V
$Zn^{2+}(aq) + 2 e^- \rightarrow Zn(s)$	-0,76
$Ni^{2+}(aq) + 2 e^- \rightarrow Ni(s)$	-0,26
$Cu^{2+}(aq) + 2 e^- \rightarrow Cu(s)$	+0,34
$Ag^+(aq) + e^- \rightarrow Ag(s)$	+0,80

Tekniska anteckningar: KEMIA

Sida: 11 (14)

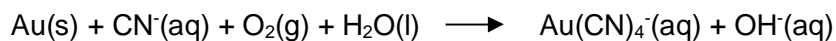
Namn: _____

Personbeteckning: _____

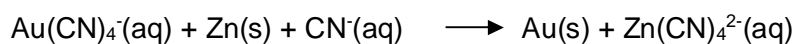
Empty rectangular box for technical notes.

Uppgift 5 (10 poäng)

Trots cyanidens skadliga miljöverknningar fås största delen av det guld som produceras i världen fortfarande med en metod där det metalliska guldet i malmen först löses i en cyanidlösning:



Därefter reduceras guldet till fri metal med zink:



- Balansera reaktionslikheterna ovan.
- Hur många gram zink behövs då man som produkt vill få 31,3 g guld?

Naturkonstanter

Avogadros konstant $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Allmänna gaskonstanten $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 0,08314 \text{ bar dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Normalförhållanden (NTP): Normaltemperatur $T_0 = 273,15 \text{ K} = 0 \text{ }^\circ\text{C}$

Normaltryck $p_0 = 101,3 \text{ kPa} = 1,013 \text{ bar}$

Vattnets jonprodukt $K_w = 1,0 \cdot 10^{-14}$.

Faradays konstant $Q = 96485 \text{ C mol}^{-1} = 96485 \text{ As mol}^{-1}$.

Periodiska systemet

IA 1	IIA 2	IIIA 3	IVA 4	V A 5	VIA 6	VIIA 7	VIII 8 9 10			IB 11	IIB 12	IIIB 13	IVB 14	V B 15	VIB 16	VII B 17	0 18	
1 H 1.0079	4 Be 9.0122	11 Na 22.990	22 Ti 47.867	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.845	27 Co 58.993	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.409	31 Ga 69.723	32 Ge 72.64	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.798	
3 Li 6.941	12 Mg 24.305	19 K 39.098	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (98)	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* 1138.91	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 (209)	85 At (210)	86 Rn (222)	
87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac** (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Uub (285)	113 Uut (284)	114 Uuq (289)	115 Uup (288)				

*Lantanidit

*Aktinidit

58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm (145)	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 173.04	71 Lu 174.97
---------------------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

90 Th 242.04	91 Pa 231.03	92 U 238.03	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lf (262)
---------------------------	---------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------	---------------------------

Helsingin yliopiston kemian valintakoe

Keskiviikkona 9.5.2018 klo 10-13.

Vastaus selvitykset:

Tehtävät:

1. Kirjoita seuraavat reaktioyhtälöt olomuotomerkinnöin:
 - a. Sinkkipulveria lisätään kuparisulfaattiliuokseen.
 - b. Magnesiumlankaa poltetaan.
 - c. Natriumsulfaattiliuokseen lisätään bariumkloridiliuosta.
 - d. Kaliumfluoridia ja kaliumbromidia sisältävään vesiliuokseen johdetaan kloorikaasua.
 - e. Kiinteää kalsiumkarbonaattia liuotetaan suolahappoon.

VASTAUKSET:

- a.
$$\text{Zn(s)} + \text{CuSO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{Cu(s)}$$
- b.
$$2\text{Mg(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{MgO(s)}$$
- c.
$$\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{BaCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{NaCl(aq)}$$
- d. Ainoastaan Br^- -ioni reagoi:

$$2\text{KBr(aq)} + \text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{KCl(aq)} + \text{Br}_2(\text{l})$$
- e.
$$2\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2(\text{aq}) + \text{CaCl}_2(\text{aq})$$

$$\text{Ca(HCO}_3)_2(\text{aq}) + 2\text{HCl(aq)} \rightarrow 2\text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq}) + \text{CaCl}_2(\text{aq})$$

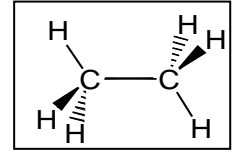
 Hiilihappo voidaan esittää myös $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

2. a. Hiiliatomien välinen kovalenttinen sidos voi olla yksinkertainen sidos, kaksois- tai kolmoissidos. Lisäksi aromaattisissa yhdisteissä on omantyyppisensä hiili-hiilisidos. Miten nämä sidostyyppit vaikuttavat molekyylin muotoon ja reaktiokykyyn?
- b. Alkeeneista voidaan valmistaa lukuisia orgaanisia yhdisteitä. Esitä rakennekaavoin reaktioyhtälöt:
 - (i) 2-metyylilibut-1-eeni reagoi vetykloridin kanssa.
 - (ii) *trans*-3-metyylipent-2-eeni reagoi bromin kanssa.
 - (iii) 1-metyylisyklohekseni reagoi veden kanssa happokatalyytin läsnä ollessa.

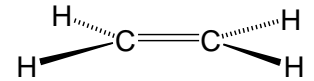
VASTAUKSET:

- a. *Hyvässä vastauksessa on kuvailtava seuraavia ominaisuuksia: sidosten luonne ja rakenne, miten monta atomia tai atomiryhmää hiiliatomi kussakin tapauksessa sitoo, millaiset ovat sitoutuneiden ryhmien väliset sidoskulmat, jäykistääkö sidostyyppi molekyylin vai salliiko kulmien muuttumisen.*

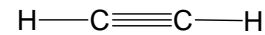
Yksinkertaisin sidoksin muodostuneesta yhdisteestä on selitettävä seuraavia ominaisuuksia: (voi mainita että kyseessä on sp^3 -hybridisoitunut hiiliatomi), hiiliatomi sitoo neljä muuta atomia tai atomiryhmää, neljä sidosta suuntautuu tetraedrin kärkiä kohti joten molekyylillä on kolmiulotteinen rakenne, yksinkertainen sidos (σ -sidos) sallii sitoutuneiden ryhmien pyörimisen toisiinsa nähden sidosakselin suhteen.



Kaksoissidoksellisen yhdisteen rakenteesta on *selitettävä* seuraavia: (hiiliatomi on sp^2 -hybridisoitunut), tasomainen rakenne kaksoissidoksen kohdalta; hiiliatomiin sitoutuu kolme ryhmää, jotka ovat samassa tasossa sidoskulmien ollessa n. 120° ; kaksoissidos muodostuu yhdestä σ -sidoksesta ja yhdestä π -sidoksesta; sitoutuneet ryhmät eivät voi pyöriä toisiinsa nähden tämän akselin suhteen.



Kolmoissidos (hiiliatomi on sp -hybridisoitunut) muodostuu yhdestä σ -sidoksesta ja kahdesta π -sidoksesta. Tällainen hiiliatomi voi sitoa kaksi muuta atomia, ja molekyyli on kolmoissidoksen kohdalta lineaarinen.

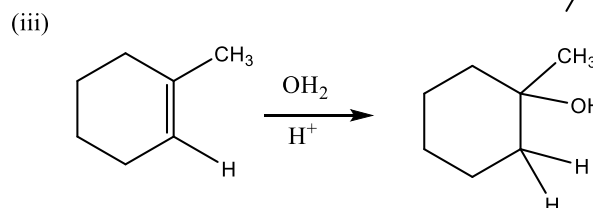
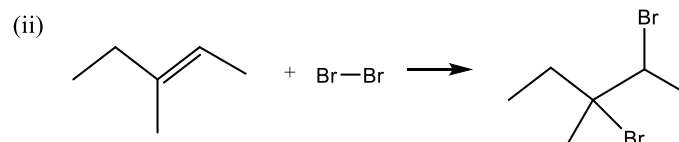
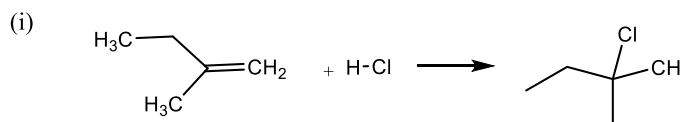


Aromaattisen yhdisteen rakenteesta: rengasrakenteinen (syklinen) molekyyli, jossa kaikki hiiliatomit ovat sp^2 -hybridisoituneita; sidokset eivät ole yksinkertaisia tai kaksoissidoksia, vaan sidoselektronit ovat jakautuneet tasaisesti; tasomainen rakenne; poikkeuksellinen pysyvyys (heikko reaktiokyky).

Reaktiokyvystä on todettava erot *ionisten reaktioiden* osalta: tyydyttynyt hiilivety (yksinkertaiset sidokset) on epäreaktiivinen, kun taas kaksois- ja kolmoissidos voi reagoida esim. additioreaktiolla, jolloin muodostuu tyydyttynyt yhdiste. Aromaattinen yhdiste on poikkeuksellisen pysyvä, mutta se voi kuitenkin reagoida katalyytin avulla.

Kaikki hiilivedyt, myös tyydyttyneet, voivat reagoida *radikaalien kautta* tapahtuvissa reaktioissa, joihin kuuluvat esimerkiksi palaminen ja UV-valolla aktivoidut substituutiot.

b.



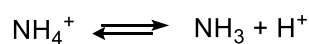
3. Typpilannoitteena käytettävä ammoniumnitraatti on vesiliukoinen suola.

- Laske 0,20 M ammoniumnitraattiliuoksen pH. $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ mol/l}$.
- Kohdan a liuoksesta otettuun 15 millilitran näytteeseen lisätään 30 ml 0,10 M natriumhydroksidiliuosta. Onko näin muodostunut liuos hapan, neutraali vai emäksinen? Perustelee!
- Ammoniakki kuuluu kemianteollisuuden tärkeimpiin yhdisteisiin. Miten ammoniakkia valmistetaan teollisuuden tarpeisiin ja miten sitä voidaan tehdä laboratorio-oloissa?

VASTAUKSET:

$$\text{a. } K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \cdot 10^{-5} \quad K_w = K_a \times K_b = 1,0 \times 10^{-14}$$

$$K_a(\text{NH}_4^+) = 1,0 \times 10^{-14} / 1,8 \cdot 10^{-5} = 5,56 \times 10^{-10}$$



$$0,20 \text{ M} - x \quad \quad x \quad \quad x$$

approksimoidaan

$$0,20 \text{ M} \quad \quad x \quad \quad x$$

sillä $x \ll 0,20$

$$K_a = [\text{NH}_3][\text{H}^+]/[\text{NH}_4^+] = x^2 / 0,20$$

$$\Rightarrow x = (0,20 \times K_a)^{1/2}$$

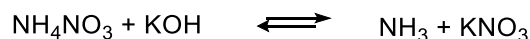
$$\Rightarrow x = [\text{H}^+] = 1,112 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 1,112 \times 10^{-5} = 4,95$$

$$\text{b. } n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = cV = 0,20 \text{ M} \times 0,015 \text{ L} = 3,0 \text{ mmol}$$

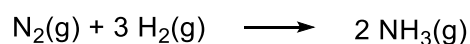
$$n(\text{NaOH}) = cV = 0,10 \text{ M} \times 0,030 \text{ L} = 3,0 \text{ mmol}$$

Reaktiossa muodostuu ammoniakkia, joka on heikko emäs ja suolaa joka ei vaikuta happamuuteen.



Ammoniakin vesiliuos on emäksinen.

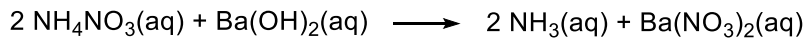
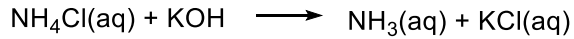
c. Teollisesti:



Korkea paine, lämpötila ja katalyytti (katalysaattori) ovat kaikki tarpeen.

Laboratoriossa näppärimmin ammoniumin ja vahvan hapon välisestä suoloista vanhalla emäksellä.

Esim.

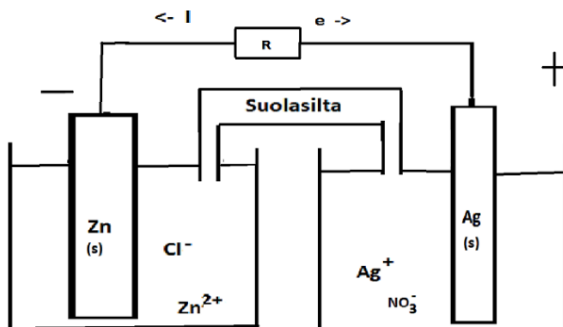


4. a. Tehtävänä on valmistaa mahdollisimman tehokas galvaaninen kenno. Mitkä alla olevassa taulukossa esitetyt hapettumis-pelkistymisparit valitset tähän tarkoitukseen? Laadi kennon rakennetta esittävä piirros.
- b. Mikä on kohdassa a muodostetun kennon lähdejännite?
- c. Miten negatiivisena kohtiona olevan metallin massa muuttuu, kun a-kohdassa valmistettu kenno tuottaa keskimäärin 1,2 ampeerin virtaa 250 sekunnin ajan?

Reaktio	E^0/V
$\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Zn}(\text{s})$	-0,76
$\text{Ni}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{s})$	-0,26
$\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$	+0,34
$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$	+0,80

VASTAUKSET

- a. Valitaan ”teho” suurimman lähdejännitteen avulla. Suurin pelkistyspotentiaaliero saadaan perustilassa sinkille ja hopealle(I)



Kuva: Sinkki/hopea –kenno. Vastus R voi olla esimerkiksi lamppu tai jännitemittari.

- b. Potentiaaliero on $0,80 \text{ V} - (-0,76 \text{ V}) = 1,56 \text{ V}$

- c. Kulkenut kokonaisvaraus on, $Q = It = 1,2 \times 250 \text{ As} = 3,0 \times 10^2 \text{ C}$

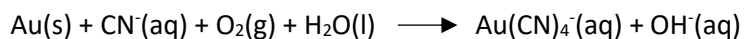
Tämä vastaa ainemäärää: $n = Q/F = 3,0 \times 10^2 \text{ C} / 96\,485 \text{ C/mol} = 0,003109 \text{ mol}$

Sinkillä on alempi potentiaali joten se hapettuu negatiivisella kohtiolla:

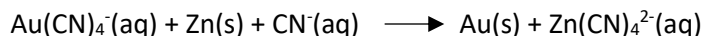
$$n(\text{Zn}) = 0,003109 \text{ mol e} / 2 \text{ e} = 0,0015545 \text{ mol}$$

$$m = nM = 0,0015545 \text{ mol} \times 65,409 \text{ g/mol} = 0,10 \text{ g}$$

5. Syanidin haitallisista ympäristövaikutuksista huolimatta suuri osa maailmalla tuotetusta kullasta saadaan yhä menetelmällä, jossa malmissa oleva metallinen kulta liuotetaan ensin syanidiliuokseen:



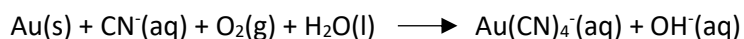
Tämän jälkeen kulta pelkistetään vapaaksi metalliksi sinkillä:



- Tasapainota edellä esitetyt reaktioyhtälöt.
- Kuinka monta grammaa sinkkiä tarvitaan, kun tuotteena halutaan saada 31,3 g kultaa?

VASTAUKSET:

- Tasapainota edellä esitetyt reaktioyhtälöt.



Molekulaarinen happi vastaanottaa kaksi elektronia, kulta luovuttaa kolme:

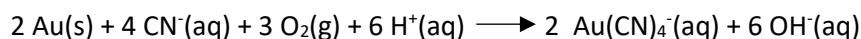
Tästä kertoimet:



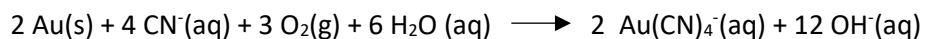
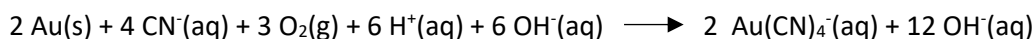
Syanidi:



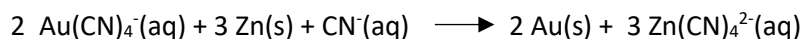
Tasapainotetaan vety:



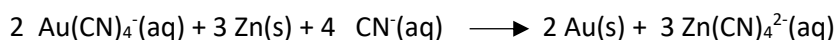
Vaihdetaan emäksiseen tuomalla kuusi hydroksidi-iona molemmille puolille



Kulta vastaanottaa kolme elektronia, sinkki luovuttaa kaksi:



Syanidi:



b. Kuinka monta grammaa sinkkiä tarvitaan, kun tuotteena halutaan saada 31,3 g kultaa?

Reaktiosta (b) nähdään että kahta kultamoolia varten tarvitaan kolme sinkkimoolia.

$$\text{Kullan ainemäärä } n = m/M = 31,3 \text{ g} / 196,97 \text{ g/mol} = 0,1589 \text{ mol}$$

$$\text{Sinkki: } 3/2 \times 0,1589 \text{ mol} = 0,23836 \text{ mol}$$

$$\text{Sinkin massa } m = nM = 0,23836 \text{ mol} \times 65,409 \text{ g/mol} = 14,937 \text{ g} = 14,8 \text{ g}$$