

UTTAGNING TILL KEMIOLYMPIADEN 2008

TEORETISKT PROV

2008-03-11

Provet omfattar **14** uppgifter

Provtid: 180 minuter. Hjälpmedel: Miniräknare, tabell- och formelsamling.

Till uppgifterna 1-10 skall du endast ge svar. Svara på bifogad svarsblankett.

Uppgift 1 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

Vilken volym $0,0250 \text{ mol/dm}^3$ järn(II)nitratlösning innehåller $0,00500 \text{ mol}$ nitratjoner?

- a) 50 cm^3 b) 100 cm^3 c) 200 cm^3 d) 400 cm^3

Uppgift 2 (2 poäng) Ett eller flera alternativ ska väljas

Ange i vilket/vilka fall fällning bildas om $0,1 \text{ mol/dm}^3$ av följande lösningar blandas:

- a) $\text{HCl(aq)} + \text{AgNO}_3(\text{aq})$ b) $\text{NaOH(aq)} + \text{CuSO}_4(\text{aq})$
c) $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq}) + \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq})$ d) $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Ba(OH)}_2(\text{aq})$
e) $\text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$

Uppgift 3 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

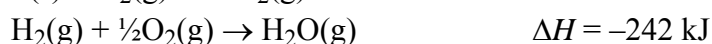
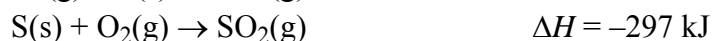
Man har lösningar av följande ämnen, alla med koncentrationen $0,10 \text{ mol/dm}^3$. Vilken lösning har högst pH?

- a) väteklorid b) natriumsulfat c) ammoniumklorid d) ättiksyra e) natriumacetat

Uppgift 4 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

När divätesulfid, $\text{H}_2\text{S(g)}$ förbränns i syrgas bildas $\text{H}_2\text{O(g)}$ och $\text{SO}_2(\text{g})$.

Använd nedan givna bildningsentalpier för att beräkna den energi som frigörs när 1 mol H_2S förbränns.

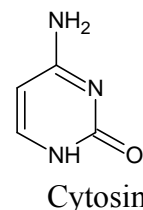
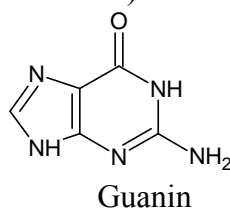
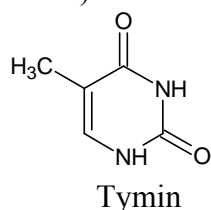
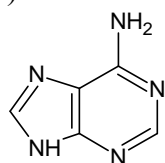


- a) -76 kJ b) 34 kJ c) -560 kJ d) -34 kJ e) -518 kJ f) 76 kJ

Uppgift 5 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

PCR-tekniken innebär att man kan öka koncentrationen av DNA genom att de två kedjorna i en DNA-molekyl separeras och en ny DNA-kedja byggs med den gamla kedjan som mall. För att separera DNA-kedjorna räcker det med en temperaturökning för att bryta vätebindningarna som håller ihop molekylerna. Ju fler vätebindningar en DNA-molekyl innehåller, ju högre temperatur krävs. Vid analys av ett DNA-segment bestående av 50 baspar befanns det innehålla 28 molprocent adenin. Hur många vätebindningar håller ihop segmentet?

- a) 50 b) 61 c) 122 d) 128 e) 145



Uppgift 6 (2 poäng) Endast ett alternativ ska väljas

^1H -NMR-spektrat för en okänd förening som har molekylformeln $\text{C}_3\text{H}_5\text{Cl}_3$ visar bara två signaler vid δ 2.20 ppm (3H-singlett) och δ 4.02 ppm (2H-singlett). Vilken struktur är mest trolig?

- a) $\text{Cl}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ b) $\text{ClH}_2\text{C}-\text{CCl}_2-\text{CH}_3$ c) $\text{ClH}_2\text{C}-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ d) $\text{ClH}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{CHCl}_2$
e) $\text{ClH}_2\text{C}-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl}$

Uppgift 7 (2 poäng)

Man elektrolyserar en vattenlösning av litiumsulfat. Skriv katodreaktionen.

Uppgift 8 (2 poäng)

Balansera reaktionsformeln $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Bi}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3$.

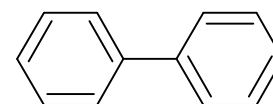
Reaktionen sker i vattenlösning.

Uppgift 9 (2 poäng)

Ett fönsterputsmedel innehåller bland annat ammoniak, salmiak (ammoniumklorid) och vatten. Lösningens pH är 11,0. Ange kvoten $[\text{NH}_4^+] / [\text{NH}_3]$ vid detta pH. Svara med två gällande siffror. $\text{pK}_a(\text{NH}_4^+) = 9,24$

Uppgift 10 (2 poäng)

PCB är en förkortning av polyklorerade bifenyler. Det är en grupp föreningar där två eller flera väteatomer i bifenyl ersatts av kloratomer. Hur många diklorerade bifenyler med molekylformeln $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{Cl}_2$ finns det?



Bifenyl

Till uppgift 11 -14 ska du ge fullständiga lösningar.

Läs Börja lösningen av varje uppgift på ett nytt papper (enkelt A4-ark).

detta Lämna en marginal om minst 3 cm på varje papper.

först! Skriv dessutom NAMN och SKOLA på alla papper.

Konstanter, som inte ges i problemtexten, hämtas ur tabell.

Du får poäng för korrekt löst deluppgift, även om du inte behandlat hela uppgiften.

Uppgift 11 (10 poäng)

I en blandning av gaserna kvävemonoxid, kvävedioxid och syre ställer följande jämvikt in sig.



a) $\Delta H = 113 \text{ kJ/mol}$ för reaktionen. Hur påverkas jämviktsläget av:

- (i) ökad O_2 koncentration ?
(ii) minskad volym på reaktionskärlet ?
(iii) ökad temperatur ?

I denna deluppgift behöver endast svar ges. OBS! Gäller endast denna deluppgift.

b) I ett reaktionskärl med volymen $2,00 \text{ dm}^3$ finns vid jämvikt $0,040 \text{ mol}$ kvävedioxid, $0,120 \text{ mol}$ kvävemonoxid och $0,080 \text{ mol}$ syrgas vid $675 \text{ }^\circ\text{C}$. Beräkna jämviktskonstanten för jämvikten ovan vid $675 \text{ }^\circ\text{C}$. Ange enhet.

c) Beräkna trycket i kärlet vid jämvikt.

forts. nästa sida

Man ville öka substansmängden NO_2 i reaktionskärlet och införde därför ytterligare O_2 . När jämvikten åter hade ställt in sig hade substansmängden NO_2 ökat till 0,060 mol.

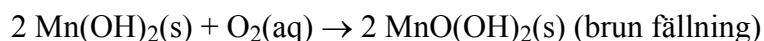
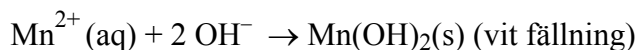
- d) Beräkna substansmängden NO vid jämvikt.
- e) Beräkna hur stor substansmängd O_2 som behövde tillsättas.

Uppgift 12 (9 poäng)

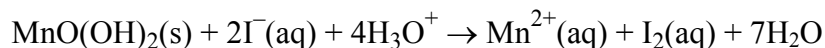
Internationella polaråret infaller 2007/2008. Syftet med polaråret är att samla ihop så mycket material för forskning som möjligt i de svårarbetade polarområdena. I ett av projekten, Swedarp 2006/2007, gjorde isbrytaren Oden en unik resa till Antarktis. Syftet var att bryta en isränna utanför den amerikanska Antarktisstationen McMurdo vid Rosshavet. I samband med detta användes Oden även som forskningsplattform för svenska, amerikanska och chilenska forskare.

Man samlade bl.a. in prover för att ta reda på syrehalterna på olika platser och djup i havet. Syrehalterna bestämde man med hjälp av en syrgasmätare, men även genom s.k. Winklertitreringar.

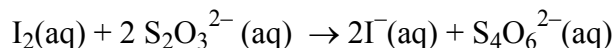
Vid ett tillfälle tog man ett prov i Rosshavet. En s.k. Winklerflaska som rymde $124,3 \text{ cm}^3$ fylldes med provvattnet och $0,50 \text{ cm}^3$ av en jodidhaltig natriumhydroxidlösning samt $0,50 \text{ cm}^3$ av en lösning innehållande mangan(II)joner. Den vita fällningen av mangan(II)hydroxid som uppstår oxideras snabbt av syret i vattnet så att en brun fällning av $\text{MnO}(\text{OH})_2$ bildas. Flaskan tillsluts med en inslipad propp som hindrar kontakt med luftens syre. Proverna kan på detta sätt förvaras under en lång tid.



I laboratoriet ombord löstes fällningen med koncentrerad fosforsyra, varvid provets jodidjoner oxiderades till I_2 samtidigt som $\text{MnO}(\text{OH})_2$ reducerades till Mn^{2+} .

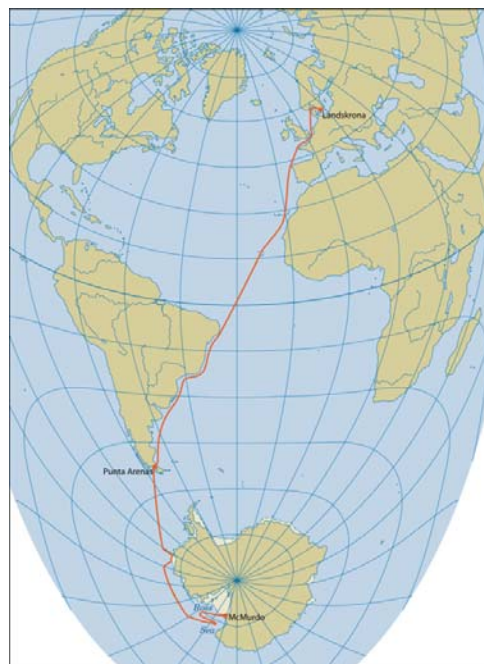


Hela Winklerflaskans innehåll fördes över till en E-kolv. Den bildade joden titrerades med natriumtiosulfat med koncentrationen $0,0200 \text{ mol/dm}^3$. Stärkelse användes som indikator.



Vid omslagspunkten då stärkelsens färg övergick från mörkblått till färglöst hade $8,527 \text{ cm}^3$ av tiosulfatlösningen förbrukats.

- a) Beräkna substansmängden tiosulfatjoner som förbrukades vid titreringen
- b) Beräkna substansmängden samt massan syrgas i Winklerflaskan.
- c) Beräkna halten löst syrgas i havsvattnet. Svara i mg/dm^3 . Vi förutsätter att ingen löst syrgas fanns i reagensen som sattes till provvattnet.



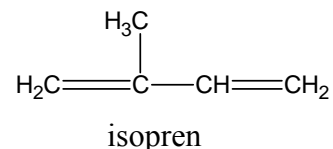
Odens rutt under Swedarpexpeditionen.

Källa: Polarforskningssekretariatet.

Karta: Stig Söderlind

Uppgift 13 (12 poäng)

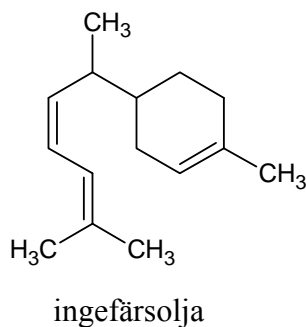
Många naturprodukter är uppbyggda av isoprenenheter. I uppgiften ges exempel på isoprenenheter som sammanfogats till polymerer och terpen. Terpener utgör de aktiva beståndsdelarna i essenser och används som smakämnen. Till höger ges strukturformeln för isopren.



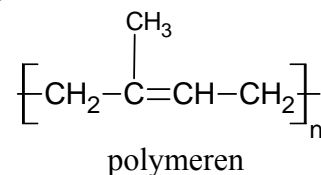
- Namnge isopren.
- Strukturformeln nedan visar ingefärsolja. Hur många isoprenenheter är ingefärsolja uppbyggd av? Rita av strukturformeln och markera med streck de olika isoprenenheterna.



ingefära

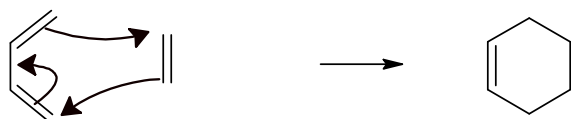


När isopren polymeriseras bildas två polymerer, naturgummi och guttaperka. Naturgummi – kautschuk – är elastiskt och består till 98% av cisformen av polymeren och utvinns ur mjölksaften från gummiträdet *Hevea brasiliensis*. Transformen bildar guttaperka som är betydligt hårdare än naturgummi. Guttaperka erhålls ur mjölksaften från vissa träd, som finns på de Ostindiska öarna. Den har använts bl.a. för isolering av undervattenskablar och som överdrag på golfbollar. Polymerens formel visas till höger och n är av storleksordningen 3000-5000.



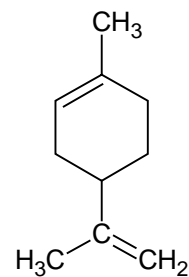
- Rita strukturformler för tre repeterande isoprenenheter i naturgummi och guttaperka. För att man tydligt ska se skillnaden mellan cis- och transformen, ska bindningsvinklarna vid kolatomerna som är bundna till dubbelbindningarna vara 120° .

En cyklisk alken kan framställas genom att en förening med dubbelbindning får reagera med en förening med två dubbelbindningar, åtskilda av en enkelbindning. Reaktionen kallas efter upptäckarna Diels-Alder-reaktionen. Det enklaste exemplet är reaktionen mellan eten och 1,3-butadien enligt formeln



När två isoprenmolekyler reagerar i en Diels-Alder-reaktion bildas fyra strukturisomerer. En av isomererna är limonen. Limonen är en optiskt aktiv terpen som förekommer bl.a. i apelsin-, citron- och bergamottolja. Den optiskt inaktiva formen kallas dipenten och finns i terpentin.

- Strukturformeln för limonen visas till höger. Visa med pilar hur limonen bildats från två isoprenmolekyler i en Diels-Alder-reaktion.
- Markera i figuren limonens stereocentrum/centra med en *.



forts. nästa sida

- f) Rita strukturformler för de tre övriga strukturisomererna som kan bildas vid Diels-Alder-reaktionen mellan två isoprenmolekyler.
- g) Hur många optiskt aktiva föreningar kan bildas vid Diels-Alder-reaktionen mellan två isoprenmolekyler? Motivera ditt svar.

Uppgift 14 (9 poäng)

När det material som används till supraleddning kyls under en viss kritisk temperatur får materialet plötsligt helt nya egenskaper. En av de nya egenskaperna visar sig vara, att ström kan flyta i materialet utan något som helst elektriskt motstånd, till skillnad från vanliga metaller där resistansen gör att en del av den elektriska energin försvinner i form av värme. En annan viktig egenskap är att magnetfält inte kan tränga igenom en supraleddare, den så kallade Meissnereffekten. Meissnereffekten ses alltså, när en magnet svävar över en supraleddare (se bild).



När yttriumoxid, bariumkarbonat och kopparoxid reagerar i fast tillstånd vid hög temperatur (900 °C) bildas en supraleddare A. A består av 13,4% Y, 41,2% Ba, 28,6% Cu och resten syre.

- a) Bestäm den empiriska formeln för A.
- b) Beräkna medeloxidationstalet för koppar i supraleddaren A. Oxidationstalet för yttrium i detta material är +III.
- c) När A reduceras av vätgas vid 200 °C bildas föreningen B och vatten. Vid reduktionen ändras oxidationstalet för koppar till +II. Oxidationstalen för yttrium, barium och syre ändras ej vid reduktionen. Beräkna masshalten av syre i procent i förening B.
- d) Beräkna massan av B som erhålls när man reducerar 84,2 mg A.

Med tanke på provets omfattning och svårighetsgrad görs inga avdrag för olämpligt antal gällande siffror i svaren. Räknefel som inte leder till uppenbar katastrof tolereras också. Om ett resultat i en deluppgift ska användas i följande deluppgifter, ges full poäng på den senare deluppgiften, även om ett felaktigt ingångsvärde använts, såvida inte resultatet är uppenbart orimligt.

Uppgift 1 (2p)

b alla övriga alternativ såväl som flera valda alternativ ger 0p 2p

Uppgift 2 (2p)

a, b, d, e alla andra svars kombinationer ger 0p 2p

Uppgift 3 (2p)

e alla övriga alternativ såväl som flera valda alternativ ger 0p 2p

Uppgift 4 (2p)

e alla övriga alternativ såväl som flera valda alternativ ger 0p 2p

Uppgift 5 (2p)

c alla övriga alternativ såväl som flera valda alternativ ger 0p 2p

Uppgift 6 (2p)

b alla övriga alternativ såväl som flera valda alternativ ger 0p 2p

Uppgift 7 (2p)

$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ 2p

Uppgift 8 (2p)

$2 \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + 3 \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Bi}_2\text{S}_3 + 6 \text{HNO}_3$ är någon koefficient fel ges 0p 2p

Uppgift 9 (2p)

0,017 Alla övriga svar ger 0p 2p

Uppgift 10 (2p)

12 Alla övriga svar ger 0p 2p

Uppgift 11 (10 p)

- a) (i) Jämvikten förskjuts åt vänster 1p
(ii) Jämvikten förskjuts åt vänster 1p
(iii) Jämvikten förskjuts åt höger 1p

- b) $[\text{NO}_2] = 0,040/2,00 \text{ mol/dm}^3 = 0,020 \text{ mol/dm}^3$
 $[\text{NO}] = 0,120/2,00 \text{ mol/dm}^3 = 0,060 \text{ mol/dm}^3$
 $[\text{O}_2] = 0,080/2,00 \text{ mol/dm}^3 = 0,040 \text{ mol/dm}^3$

$$K = \frac{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{0,060^2 \cdot 0,040}{0,020^2} \text{ mol/dm}^3 = 0,36 \text{ mol/dm}^3$$

Om enheten är felaktig eller saknas dras 0,5 p 2p

c) $p = (n_{\text{tot}} \cdot R \cdot T) / V = (0,240 \cdot 8,314 \cdot 948) / (2,00 \cdot 10^{-3}) \text{ Pa} = 9,5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ 2p

d, e) Antag att x mol O₂ tillsätts. Koncentrationen av O₂ vid jämvikt betecknas y mol/dm³.

	2NO_2	\rightleftharpoons	2NO	$+$	O_2
Substansmängd från början / mol	0,040		0,120		0,080
Ändring i substansmängd / mol	+0,020		-0,020		x - 0,010
Substansmängd vid jämvikt / mol	0,060		0,100		0,080 + x - 0,010 = 0,070 + x
Koncentration vid jämvikt / (mol/dm ³)	0,030		0,050		y

$$K = \frac{[\text{NO}]^2[\text{O}_2]}{[\text{NO}_2]^2} = \frac{0,050^2 \cdot y}{0,030^2} = 0,36 \quad ; \quad y = 0,1296 \quad ; \quad [\text{O}_2] = 0,1296 \text{ mol/dm}^3$$

$$n(\text{O}_2) = 0,1296 \cdot 2,00 \text{ mol} = 0,2592 \text{ mol} \quad ; \quad 0,070 + x = 0,2592 \quad ; \quad \mathbf{x = 0,1892}$$

Substansmängd NO vid jämvikt: 0,10 mol 1p

Substansmängd O₂ som behöver tillsättas: 0,19 mol 2p

Uppgift 12 (9 p)

a) $n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = (8,527 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0200) \text{ mol} = 1,706 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \approx 1,71 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$ 1p

b) $\left. \begin{array}{l} 2 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-} \text{ motsvarar } 1 \text{ mol I}_2 \\ 1 \text{ mol I}_2 \text{ motsvarar } 1 \text{ mol MnO(OH)}_2(\text{s}) \\ 2 \text{ mol MnO(OH)}_2(\text{s}) \text{ motsvarar } 1 \text{ mol O}_2 \end{array} \right\} 1 \text{ mol O}_2 \text{ motsvarar } 4 \text{ mol S}_2\text{O}_3^{2-}$ 3p

$$n(\text{O}_2) = \frac{1}{4} \cdot 1,706 \cdot 10^{-4} \text{ mol} = 4,264 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$
 2p

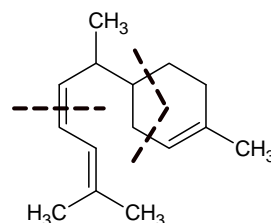
$$m(\text{O}_2) = 32,00 \cdot 4,264 \cdot 10^{-5} \text{ g} = 1,364 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 1,36 \text{ mg}$$
 1p

c) Halten syrgas: $1,364 / (0,1243 - 2 \cdot 0,00050) \text{ mg/dm}^3 = 11,1 \text{ mg/dm}^3$ 2p

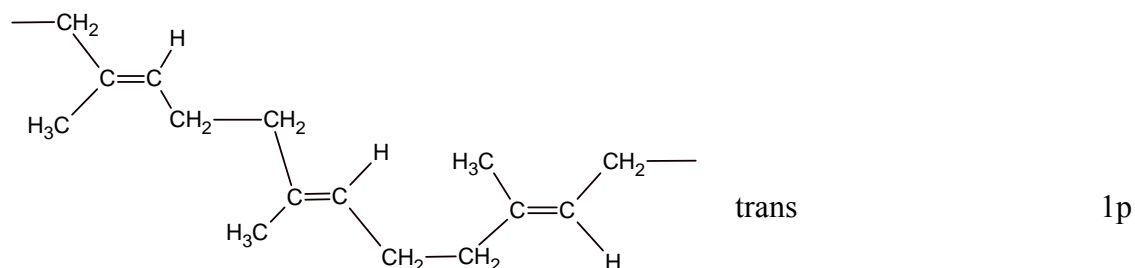
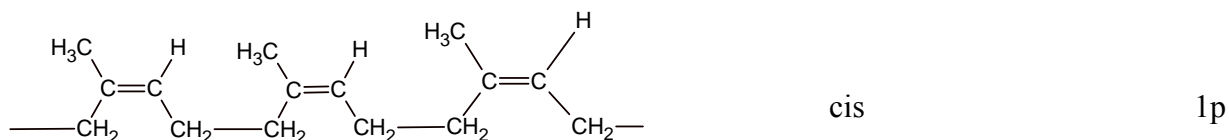
Uppgift 13 (12 p)

a) 2-metyl-1,3-butadien 1p

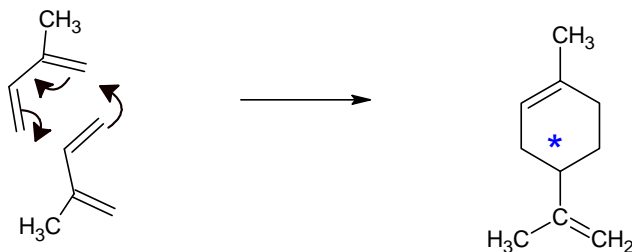
b) 3 isoprenenheter 2p



c)



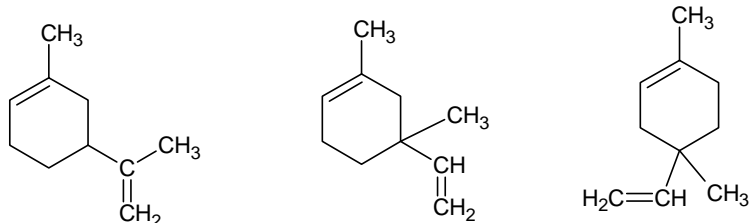
d,e)



2p

1p

f)



3p

g) De fyra strukturisomererna har var och en ett stereocentrum, som ger upphov till 2 stereoisomerer. Alltså kan det bildas 8 optiskt aktiva föreningar.

1p

Uppgift 14 (9 p)

a) Antag 100 g av föreningen

$$n(\text{Y}) = (13,4 / 88,91) \text{ mol} = 0,151 \text{ mol}$$

$$n(\text{Ba}) = (41,2 / 137,33) \text{ mol} = 0,300 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}) = (28,6 / 63,55) \text{ mol} = 0,450 \text{ mol}$$

$$m(\text{O}) = (100 - 13,4 - 41,2 - 28,6) \text{ g} = 16,8 \text{ g}$$

$$n(\text{O}) = (16,8 / 16,00) \text{ mol} = 1,050 \text{ mol}$$

$$\text{Substansmängdförhållande: Y:Ba:Cu:O} = 0,151:0,300:0,450:1,050 \approx 1:2:3:7$$

Empiriska formeln är $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$.

2p

b) Beteckna koppars medeloxidationstal x . Förening A är oladdad och villkoret att summan av oxidationstalen är noll ger: $3 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot x - 7 \cdot 2 = 0$ $x = 7/3$

Koppar har medeloxidationstalet $7/3$.

2p

c) Vid reduktion med vätgas kommer endast antalet syreatomer i föreningen att ändras. Om antalet syreatomer per formelenhet i förening B betecknas a blir den empiriska formeln $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_a$. Förening B är oladdad och villkoret att summan av oxidationstalen är noll ger:

$$3 + 2 \cdot 2 + 3 \cdot 2 - a \cdot 2 = 0 \quad \text{vilket ger } a = 6,5. \text{ Sammansättningen blir således } \text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,5}.$$

$$M(\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,5}) = 658,2 \text{ g/mol}$$

$$\text{Masshalten av syre i procent: } 6,5 \cdot 16,0 / 658,2 \cdot 100 \% = 15,8 \%$$

$$M(\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7) = 666,2 \text{ g/mol}$$

3p

d) $n(\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7) = (84,2 \cdot 10^{-3} / 666,2) \text{ mol} = 1,264 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$

1 mol $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$ motsvarar 1 mol $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,5}$

$$n(\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,5}) = 1,264 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{6,5}) = (1,264 \cdot 10^{-4} \cdot 658,2) \text{ g} = 83,2 \cdot 10^{-3} \text{ g} = 83,2 \text{ mg}$$

2p

Kemiolympiaden 2008

Andra uttagningen 2008-03-11--12

Försändelsen innehåller:

Anvisningar till ledaren för det experimentella provet 1 sida

Överlämnas utan dröjsmål till kemiansvarig lärare

Resten av materialet förvaras under sekretess till omedelbart före proven.

Teoretiskt prov 2008-03-11 5 sidor

Svarsblankett till teoretiskt prov 1 sida

Experimentellt prov 2008-03-12 2 sidor

Diagram till det experimentella provet 1 sida

Kopieras i erforderligt antal exemplar omedelbart före proven.

Svar och rättningsmall till det teoretiska provet 3 sidor

Svar och rättningsmall till det experimentella provet 1 sida

Överlämnas till ansvarig lärare i anslutning till provets genomförande.

TOTALT 14 sidor

OBS! Inget rättningsprotokoll medföljer. Rättningsprotokoll (excellfil) laddas ned från Kemistsamfundets Hemsida.

Gör så här:

- **Ladda ned rättningsprotokollet från:**
<http://www.chemsoc.se/sidor/KK/kemiolymp/kemiolymp.htm>
OBS! Spara protokollet på din hårddisk
- **Fyll i alla uppgifter i rättningsprotokollet (excellfilen)**
- **Namnge excellfilen** poäng08_skolans namn.xls
- **Emaila filen till:** cecilia.stenberg@utbildning.stockholm.se
senast 31 mars.
- **Skriv ut det ifyllda rättningsprotokollet (excellfilen) och skicka in det per post tillsammans med de rättade elevlösningarna senast måndag 31 mars till:**

Kungsholmens Gymnasium
Attn: Cecilia Stenberg
Kemiolympiaden 2008
Box 126 01
112 92 STOCKHOLM