



Chalmers Tekniska Högskola
Institutionen för Kemi och kemiteknik

TENTAMEN

KURSNAMN	Kemi
PROGRAM: år	Tekniskt Basår 2020/2021
KURSBETECKNING	LET924 / KBT320 / LET923
EXAMINATOR	Ulf Jäglid
TID FÖR TENTAMEN	Tisdag 12 januari em 2021
HJÄLPMEDEL	Alla hjälpmedel är tillåtna, definierade enligt Chalmers tentamensregler
NÄRVARANDE LÄRARE:	Ulf Jäglid (031-772 5702, 0768-501936) Pavleta Knutsson Fredrik Espegren Jan Froitzheim
DATUM FÖR ANSLAG av resultat	Senast den 2 februari
TENTAMENSGRANSKNING	Studentens granskning görs senast 8 februari
ÖVRIG INFORMATION Tentamen omfattar totalt 100 p. 50-64 p betyg 3, 65-79 p betyg 4, 80-100 p betyg 5.	

1. Ange den kemiska formeln eller kemiska namnet för följande föreningar:

a) NaHCO_3

b) HCl

c) Bariumnitrat

d) Zinkjodid

e) CuCO_3

f) AlCl_3

(6p)

2. Beräkna substansmängd, massa eller antal. Endast svaret i denna uppgift, inga uträkningar redovisas!

a) Hur stor substansmängd (mol) utgör 34,6 gram Zn?

b) Hur stor massa (gram) utgör 0,45 mol HNO_3 ?

c) Hur många kloridatomer (stycken) finns i 20,00 g NaCl?

(3p)

3. Det finns ungefär 90 olika mineral som blivit identifierade på månens yta. Ett av dessa mineral upptäckte först i Sverige. Minerallet innehåller:

Ti: 21,42 mass% (räknat på massa)

Fe: 49,96 mass %

O: 28,62 mass %

Bestäm den molära sammansättningen i minerallet.

Visa fullständig beräkningsgång!

Tips: Ange Ti som 1 och avrunda övriga till heltal, d.v.s TiFe_xO_y .



(5p)

4. En $10,0 \text{ cm}^3$ lösning med okänd mängd HCl titreras med $0,025 \text{ mol/dm}^3$ NaOH(aq) . En BTB-indikator används för att indetifiera titrerpunkten. Det åtgår $43,5 \text{ cm}^3$ NaOH(aq) för att nå titrerpunkten.

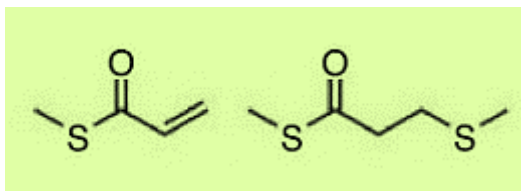
a) Vilken färg har BTB-indikatorn i sur lösning?

b) Skriv titrerreaktionen.

c) Beräkna koncentrationen (mol/dm^3) av HCl i den ursprungliga lösningen.

(5p)

5. Anosmi, vardagligt kallat luktblindhet, innebär att vissa personer (tillfälligt eller permanent) inte kan känna vissa dofter. Detta gör att vissa personer t.ex. slipper känna den oangenäma doften från urin som uppkommer efter att man ätit sparris. Denna doft från urinen utgörs av S-metyl tioakrylat (C_4H_6OS) tillsammans med S-metyl 2-(metyltio)tiopropionat ($C_5H_{10}OS_2$), se strukturformler nedan:



Skriv endast oxidationsdelen av reaktionerna när de två svavelinnehållande föreningar fullständigt reagerar med överskott av ett mycket starkt oxidationsmedel vid hög temperatur. Anta att svavel binder in syre och får då oxidationstillståndet +IV. Balansera med avseende på C, H och S. Du behöver inte balansera syre i reaktionerna eller ta med elektroner. (4p)

6. En kemisk reaktion som sker i vattenlösning i en kalorimeter vid konstant tryck höjde temperaturen på vattenlösningen med 9,3°C. Lösningens volym var 200,0 cm³ och densiteten kan sättas lika med vattens densitet (1 g/cm³). Den specifika värmekapaciteten (den energi som krävs för att höja temperaturen 1 grad hos 1 gram) för lösningen är lika med den för vatten, dvs 4,18 J/(K·g). Beräkna hur mycket energi som frigjordes vid reaktionen. Visa beräkningsgången och ange svaret i Joule. (5p)

7. Snabba kemifrågor. Ange endast svar.

I. Vilket av följande påståenden är korrekt för den spontana reaktionen $A(g) + B(g) \rightarrow C(l)$?

- a) $\Delta S_{\text{totalt}} < 0$
- b) Reaktionen måste vara exoterm
- c) $\Delta H = 0$
- d) Reaktion måste vara endoterm

II. Vilken av följande reaktion är KORREKT?

- a) $Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow Na^+(aq) + 2H^+(aq) + H_2(g)$
- b) $2Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow 2NaOH(aq) + H_2(g)$
- c) $Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow NaH(aq) + OH^-(aq)$
- d) $Na(s) + 2H_2O(l) \rightarrow NaH(aq) + H_3^-(aq)$

III. Vad händer med volymen för en gas om temperaturen minskar och substansmängd och tryck är konstanta?

- a) Minskar
- b) Ökar
- c) Oförändrad
- d) Beror på gasmolekylernas molmassa

IV. Vad är drivkraften som gör att en kemisk reaktion sker?

- a) Att $\Delta H_{\text{reaktion}} > 0$
- b) Att $\Delta S_{\text{totalt}} > 0$
- c) Att $\Delta S_{\text{reaktion}} < 0$
- d) Att $\Delta H_{\text{omgivning}} < 0$

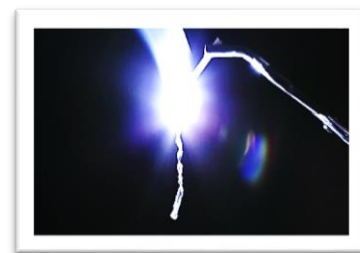
V. Vad är det för bindningstyp i NaCl?

- a) Kovalent bindning
- b) Jonbindning
- c) Polär kovalent bindning
- d) Vätebindning

(5p)

8. Magnesium brinner i luft med ett starkt och klart ljussken. 2,50 g magnesium oxideras fullständigt med syrgas.

- a) Skriv reaktionsformeln för reaktionen.
- b) Beräkna massan av reaktionsprodukten.
Visa fullständig beräkningsgång!



(5p)

9. Du har en bägare med 20,0 cm³ saltsyra med koncentrationen 0,025 mol/dm³. Du blandar saltsyran med 30,0 cm³ salpetersyra med koncentrationen 0,010 mol/dm³.

- a) Beräkna vätejonkoncentrationen efter att de två lösningarna har blandats. Visa fullständig beräkningsgång!
- b) Vilket pH får blandningen? Visa formler för beräkningen!



"12 Mole Hydrochloric Acid" by maticulous is licensed under CC BY 2.0

(5p)

10. När man tänder ljus inne är det viktigt att tänka på säkerheten. Därför ska man alltid ha en brandsläckare nära till hands. En CO₂-brandsläckare har fördelen att den inte smutsar ner hela bostaden när den används. En vanligt CO₂-brandsläckare innehåller 5,00 kg CO₂ och har volymen 31,2 dm³.



a) Vad är trycket i brandsläckaren vid 25°C? Visa beräkningsgången!

En risk med CO₂-brandsläckare är, särskilt vid användning i små utrymmen, att CO₂-koncentrationen i luften blir för hög när den används. Detta kan leda till kvävning. Detta måste man ta hänsyn till vid användning av en CO₂-brandsläckare.

- b) För brandsläckare som beskrivs ovan, hur stort måste rummet minst vara för att CO₂-koncentrationen i luften inte överstiger 5% (av den totala volymen)? Antag att brandsläckaren töms helt och trycket i rummet är samma som atmosfärstrycket, 101,3 kPa, och temperaturen är 25°C. Visa beräkningsgången! (6p)

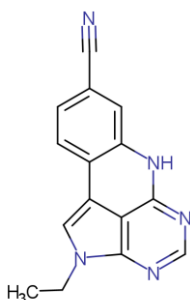
11. Julöl tillverkas med hjälp av jäst som är en encellig mikroorganism. Alkoholen i ölen bildas när jästen omvandlar sockret maltos (som består av två sammanlänkade glukosmolekyler), till etanol och koldioxid enligt den balanserade reaktionsformeln:



- a) Hur många gram etanol kan maximalt bildas från 10,00 gram glukos, C₆H₁₂O₆?
- b) För 500 cm³ julöl med 4,7% (räknat på massa) etanol, hur många gram glukos har jästen omvandlat? Anta att julölen har densiteten 1,0 g/cm³. (5p)

12. Eftersom DNA är en icke-fluorescent molekyl används ofta olika typer av fluorescenta molekyler, som har förmåga att sända ut ljus, för att färga DNA och möjliggöra studier med fluorescence. Ett sätt att göra detta är att byta ut en av de naturliga baserna i DNA mot en så kallad basanalog. En basanalog är en konstgjord bas som liknar den ursprungliga basen men som är fluorescent. Ett exempel på en sådan basanalog är 2-CNqA som kan ersätta basen adenin i DNA.

a) Nedan visas strukturen för 2-CNqA. Ange summaformeln för 2-CNqA.



Innan basanalogen inkorporeras i DNA vill man studera dess egenskaper i vattenlösning, men denna typ av basanalog är ofta svårslöslig i vatten. Därför brukar man med lösa upp basanalogen i DMSO som är ett lösningsmedel som löser många organiska molekyler, och som även blandar sig bra med vatten. Sedan blandar man en mindre mängd av DMSO-lösningen med vatten och får då en lösning som till största delen består av vatten.

- b) Hur skulle du gå tillväga för att skapa en $1,00 \text{ cm}^3$ vattenlösning med $5,00 \mu\text{mol/dm}^3$ 2-CNqA med 1,00% (räknat på volym) DMSO? Du har $1,00 \text{ cm}^3$ DMSO, $1,00 \text{ mg}$ 2-CNqA och obegränsad tillgång av vatten.

Utgå från molmassan $M(2\text{-CNqA}) = 261,2869 \text{ g/mol}$ och att alla lösningar har densitet $1,00 \text{ g/cm}^3$. Ange svaret enligt följande:

Blanda $X \text{ mg}$ 2-CNqA i $Y \mu\text{L}$ DMSO, tag $Z \mu\text{L}$ av lösningen och späd med $Q \mu\text{L}$ vatten.

Visa fullständig beräkningsgång!

μ : mikro 10^{-6} , $\mu\text{mol/dm}^3$: 10^{-6} mol/dm^3 , μL : 10^{-6} dm^3

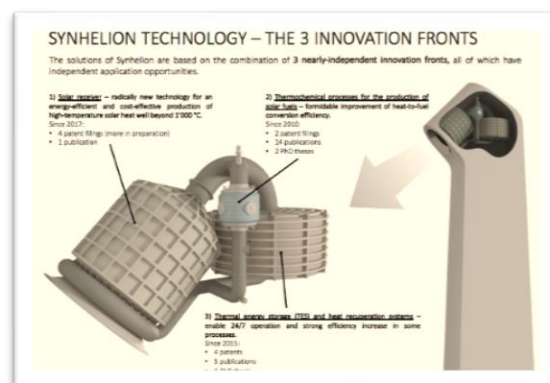
(7p)

13. Ange elektronformeln (Lewisstrukturen), kemiska bindningstypen (mellan atomerna) och den dominerande intermolekylära växelverkan i ämnena nedan. Ange dina svar i tabellform (mall se nedan).

Ämne	Elektronformel	Typ av kemisk bindning	<u>Dominerande</u> intermolekylär kraft
O ₂			
H ₂ O			
SO ₂			

(6p)

14. "Solar Jet" är ett projekt där man forskar på att tillverka flygbränsle från koldioxid och vatten med hjälp av solljus som energikälla. Projektet bygger på att omvandla koldioxid och vattenånga till syntesgas, en blandning av CO och H₂, under avlägsnandet av O₂, som är en biprodukt. Detta uppnås med energin från en "solreaktor" som fokuserar och koncentrerar solljus.



<https://www.solarpaces.org/at-synhelion-solar-jet-fuels-get-ready-for-take-off/>

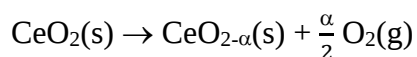
- a) Skriv en balanserad reaktionsformel som visar hur koldioxid och vattenånga bildar syntesgas.

Syntesgas kan bilda kolväten med den så kallade Fischer-Tropsch-processen. I denna process reagerar kolmonoxid och vätgas till alkaner och vatten.

- b) Utgå ifrån en alkan med n kolatomer (välj en alkan inom intervallet $n = 4-8$) och ange den balanserade kemiska reaktionsformeln för Fischer-Tropsch-processen.
- c) Huvudbeståndsdelen i flygbränsle är dodekan ($n = 12$). Bestäm det ideala molförhållandet (= reaktanterna förbrukas fullständigt) mellan kolmonoxid och vätgas ($\text{CO}:\text{H}_2$) för att bilda dodekan enligt Fischer-Tropsch-processen.

I "Solar Jet" ingår följande processteg för att bilda syntesgas och syrgas:

Steg 1. CeO_2 värms till mycket hög temperatur i "solreaktor", och reduceras till en icke-stökiometrisk ceriumoxidförening enligt:



Talet α representerar antal mol syreatomer som försvinner och bildar syrgas.

Steg 2. Temperaturen i "solreaktor" sänks. Vattenånga och koldioxid leds in i "solreaktor" och reduceras till syntesgas. $\text{CeO}_{2-\alpha}(\text{s})$ oxideras samtidigt tillbaka till $\text{CeO}_2(\text{s})$.

d) Ange oxidationstalen (OT) för ämnena som ingår i:

i) CeO_2 och $\text{CeO}_{2-\alpha}$ när $\alpha = 1$

ii) CO_2 och CO

ii) O_2 , H_2O och H_2

e) Ange nettoreaktionen med heltalskoefficienter för reduktion av koldioxid till kolmonoxid med $\text{CeO}_{2-\alpha}(\text{s})$ när $\alpha = 0,5$.

f) Ange nettoreaktionen med heltalskoefficienter för reduktion av vattenånga till vätgas med $\text{CeO}_{2-\alpha}(\text{s})$ när $\alpha = 0,5$.

g) Skriv den balanserade reaktionen när metan ($n = 1$) förbränns fullständigt i luft.

- h) Beräkna utifrån bindningsenergierna den värmen som bildas när 1 mol metan förbränns fullständigt i luft (använd tabellen nedan). Visa beräkningsgången!

Bindningsenergi kJ/mol

C-H	413
O=O	498
C=O	805
O-H	464

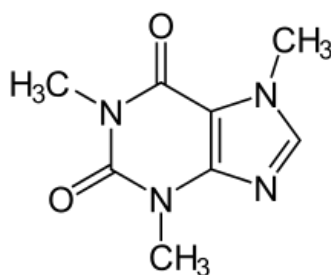
(10p)

15. Rita av tabellen och fyll i luckorna.

Ämne	Antal protoner	Medelantal neutroner	Antal elektroner	Antal valenselektroner
Rn				
	17	18	18	
	32		28	
Zn ²⁺				
	1	0	1	1

(5p)

16. Kaffe är världens mest spridda dryck efter vatten. Ungefär tre miljarder koppar kaffe dricks varje dag i världen. Kaffeböner innehåller 2–3% koffein med strukturen enligt nedan:

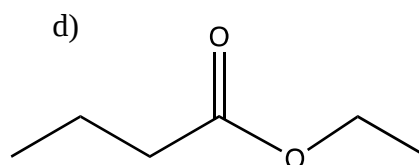
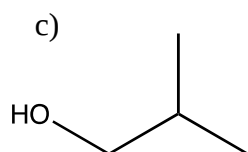
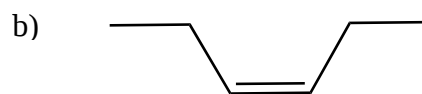
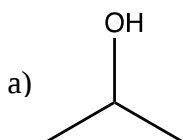


Koffein fungerar genom att blockera effekten av en grupp av naturliga signalsubstanser som kallas adenosiner, vilka naturligt utlöser trötthet. Mängden koffein i blodomloppet toppar 15 till 45 minuter efter intag. Varje kopp kaffe innehåller ca 90 mg koffein. Kaffe beröms för dess smak men också för dess arom och uppiggande verkan. Det är tusen olika föreningar som i kombination ansvarar för kaffets arom, däribland etanal (fruktig), 3-metylbutanal (malt), metylpropanal (blommig, kryddig).

- a) Ange molekylformeln för koffein.

- b) Rita streckformlerna för de föreningar som ansvarar för kaffets arom och ordna dem enligt deras förväntade vattenlöslighet (från minst vattenlösliga (vänster) till mest vattenlösliga).
- c) Vad är koncentrationen av koffein (räkna på 90,0 mg) i en kopp kaffe (150,0 cm³) uttryckt i mol/dm³? Visa fullständig beräkningsgång! (10p)

17. Ge rationella namn till ämnena i a) – d)



(8p)

Lycka till!