



Chalmers Tekniska Högskola
Institutionen för Kemi och kemiteknik

TENTAMEN

KURSNAMN	Kemi
PROGRAM: År	Tekniskt Basår 2022/2023
KURSBETECKNING	LET924/KBT320/LET923
EXAMINATOR	Ulf Jäglid
TID FÖR TENTAMEN	Lördag 7 januari em 2022, Lindholmen
HJÄLPMEDEL	Typgodkänd (Chalmers-godkänd) räknare, ”Formler och Tabeller”, valfri upplaga, (Natur och Kultur)
HUVUDANSVARIGA LÄRARE:	Ulf Jäglid (031-772 5702) Christine Geers Magnus Skoglundh
DATUM FÖR ANSLAG av resultat	Senast den 27 januari
TENTAMENSUTLÄMNING	Tid och plats för utlämning av tentamen meddelas senare
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 det kemiska namnet för följande föreningar:

- a) CaCO_3
- b) MgF_2
- c) Kopparsulfat
- d) Kaliumnitrat

(4p)

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

- a) Hur stor massa (gram) utgör 2,45 mol Fe?
- b) Hur stor substansmängd (mol) utgör 5,45 g HCl?
- c) Hur många nickelatomer (stycken) finns i 0,500 g NiCl_2 ?

(3p)

3. Metan kan framställas från förgasning av biomassa och kallas då biometan. Vid förbränning reagerar metan med syrgas och det bildas koldioxid och vatten.

a) Skriv den balanserade reaktionsformeln för förbränningsreaktionen.

b) Ange hur oxidationstalen för kol, väte och syre förändras i reaktionen.

c) Hur mycket (massa) koldioxid bildas när 250,0 kg metan reagerar fullständigt till koldioxid och vatten?

-

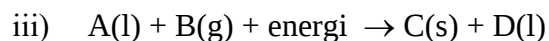
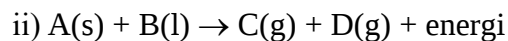
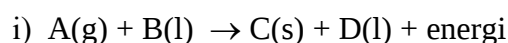
d) Vid förbränning av biometan kan man få ett negativt nettoutsläpp av koldioxid genom geologisk lagring av koldioxid i djupa borrhål (CCS, Carbon Capture and Storage). I ett första steg samlas 100 kg koldioxid upp i en tank med volym $1,00 \text{ m}^3$. Vad är trycket i tanken vid 20° ? Anta att gasen är ideal.

(9p)

4. a) Rita Lewisstrukturen (elektronformeln) för ammoniak, NH_3 .

b) Ange den korresponderande syran till HCO_3^- och sätt upp det som ett syra-baspar på formen "syra/bas".

c) Rangordna reaktionerna i)-iii) nedan enligt kategorierna "*Alltid spontan*", "*Spontan men med ett villkor*" samt "*Aldrig spontan*". Ge en kort förklaring till rangordningen.



(5p)

5. I vattenlösningar är pH-värdet normalt inom intervallet 0-14 men kan i vissa mycket starka lösningar vara <0 eller >14 . Vad är

a) pH i $0,0250 \text{ mol/dm}^3 \text{ HCl(aq)}$?

b) pH i $0,120 \text{ mol/dm}^3 \text{ NaOH}$?

c) vätejonkoncentrationen i en HNO_3 -lösning med pH-värdet 2,56?

d) pH i kungsvatten, som är en blandning av koncentrerad salpetersyra (70,0 mass-%) och koncentrerad saltsyra (37,0 mass-%) (1:3 volymförhållande) och som fått sitt namn då det kan lösa upp guld. Densiteten för salpetersyra är $1,510 \text{ g/cm}^3$ och för saltsyra $1,190 \text{ g/cm}^3$?

(8p)

6. Inom organisk kemi används streckformler för att underlätta representationen av en struktur.

a) Rita streckformler för: 2-propanol, 2-metylpentan och trans-1,2-dibromoeten

b) Ange för varje ämne typ av intramolekylära bindningar (kemisk bindning) samt den dominerande intermolekylära kraften (mellan molekylerna). Redovisa svaren i tabellform (se mall nedan).

Ämne	Intramolekylära bindningar (kemisk bindning)	Dominerande intermolekylär kraft (mellan molekylerna)
2-propanol		
2-metylpentan		
Trans-1,2-dibromoeten		

(9p)

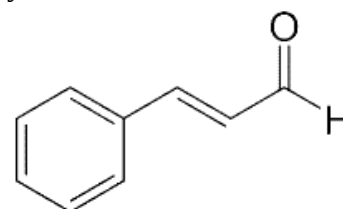
7. Molekylen i bilden till höger ger kanel dess karakteristiska lukt och smak.

a) Vilken typ av förening (= typ av karbonylförening) tillhör molekylen?

b) Vad är summaformeln för molekylen?

c) Vilken stereoisomer är molekylen?

d) Rita strukturformeln som om molekylen varit en karboxylsyra.



(5p)

8. Metylbutanoat används som smakämne för att ge en produkt ananassmak.

a) Vilken grupp av molekyler tillhör metylbutanoat?

b) Rita streckformeln för metylbutanoat.

c) Skriv summaformeln för metylbutanoat.

d) Vilka två molekyler utgår man från för att tillverka metylbutanoat?

d) Vad kallas den typ av reaktion som beskrivs i d)?

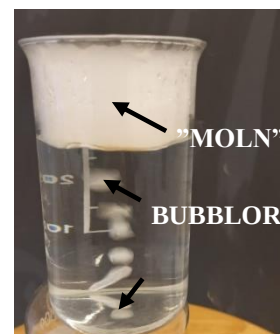
(6p)

9. 10 gram torris, $\text{CO}_2(\text{s})$, hålls i 300 cm^3 varmt vatten med temperaturen 35°C .

a) Studera bilden till höger och ange utifrån tabellen nedan vilka påståenden, **A-O**, som är korrekta. Felaktiga svar ger poängavdrag.

b) Ange vad "molnet" består av (ämnen och aggregationstillstånd).

c) Ange vad bubblorna består av (ämnen och aggregationstillstånd).



A. Reaktionen som sker är $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{aq})$	B. Det finns karbonatjoner i lösningen	C. pH i lösningen blir 7
D. pH i lösningen blir <7	E. Lösningen kokar	F. Koldioxid sublimerar
G. Koldioxiden kokar	H. pH i lösningen blir >7	I. pH i lösningen blir <1
J. Reaktionen som sker är $\text{CO}_2(\text{s}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$	K. Temperaturen i bägaren sjunker	L. Totala entropin ökar
M. Reaktionen som sker är $\text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3(\text{l})$	N. Temperaturen i bägaren stiger	O. Totala entropin minskar

(6p)

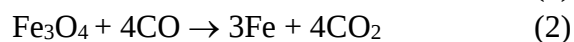
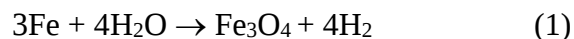
10. De stora luftskeppen hade sin storhetstid på 1920- och 30-talet. Det tyska företaget Luftschiffbau Zeppelin GmbH byggde Hindenburg, vilket är det mest kända luftskeppet. Ett problem var att lyftkroppen var fylld med brandfarlig vätgas. En av anledningarna var att vätgas är billigare än helium och även kan lyfta mer.

- a) Beräkna massan av gasen i en ballong på $1,00 \text{ m}^3$ fylld med
- luft (21% O_2 i N_2)
 - vätgas
 - helium. Antag att $P = 101,3 \text{ kPa}$ och $t = 20^\circ\text{C}$



"The Graf Zeppelin over Basel (1930)" by postaletrice is licensed under CC BY-NC-ND 2.0.

- b) Vätgas kan produceras på flera sätt. En metod som var etablerad vid denna tid var Lane-processen som den brittiska luftflottan använde. Här används vattenånga över en het järnyta för att tillverka vätgas enligt reaktion (1). Ytan regenereras sedan med hjälp av kolmonoxid enligt reaktion (2).



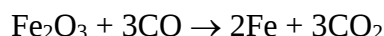
- i) Skriv totalreaktionen för Lane-processen.

- ii) Vilken typ av reaktion är (1) och (2)?

- iii) Hur mycket (massa) CO krävs för att bilda 1000 kg H_2 ?

- c) Ett problem med vätgas är att det läcker igenom många material. Vid denna tid innan plasten, gjordes gaskropparna för det brittiska luftskeppet R101 i det tätaste, lättaste och hållbaraste materialet man kände till: tiotusentals hoplimmade membran från oxars tjocktarmar (ja du läste rätt). Varför har vätgas en tendens att läcka genom olika material?

- d) Åkte man luftskepp i England skulle man resa med stil, därför var R101 utrustad med bland annat restaurang, promenaddäck med panoramautsikt och självklart rökrum(!) Skriv den balanserade reaktionen om läckt vätgas skulle antändas.
- e) Tyvärr störtade R101 år 1930 på sin första längre demonstrationsresa till Pakistan via Egypten. Hård vind i kombination med regn gjorde att luftskeppet inte kunde räta upp sig och avslutade sin resa tidigare än väntat i ett inferno i Frankrike. R101 återbyggdes inte, men stålet skrotades och såldes till Tyskland där det fick flyga igen, i Hindenburg. Stål är dyrt att tillverka då det generellt tillverkas från järnmalm och kol som sedan förädlats i flera steg. Första steget från hematitmalm är:



- i) Vad har de ingående atomerna i hematit för oxidationstal?
- ii) Vad är järnhalten i hematit (ange i massprocent)?

- -

(16p)

11. FRÅN ARKIVET....

Titan, Ti, är en lätt metall som används som konstruktionsmaterial inom många högteknologiska områden såsom inom flyg- och rymdindustrin. Titan används främst i legeringar med andra metaller. Framställning av titan sker genom Kroll-processen som utvecklades under 1940-talet och som används än idag. I processen låter man titantetraklorid, TiCl_4 , reagera med magnesium, Mg, under bildandet av titan, Ti, och

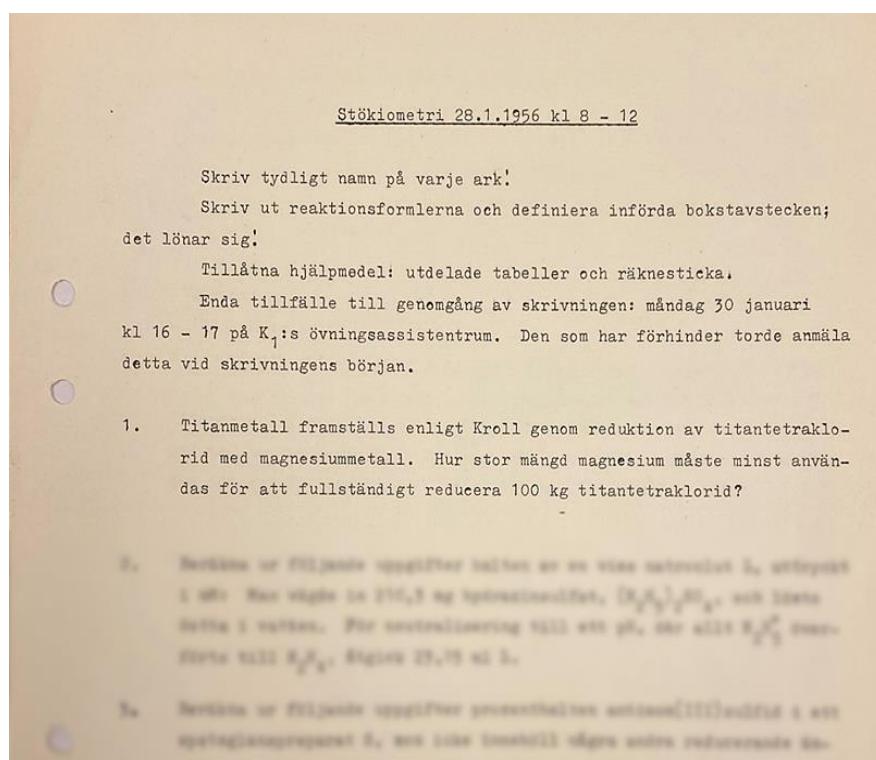


Bild. Tentamen i stökiometri, 28/1 år 1956

magnesiumklorid, MgCl_2 .

Lös uppgift 1. som visas i bilden ovan. Ange den balanserade reaktionsformeln och fullständiga och tydliga beräkningar.

1. Titanmetall framställs enligt Kroll genom reduktion av titantetraklorid med magnesiummetall. Hur stor mängd magnesium måste minst användas för att fullständigt reducera 100 kg titantetraklorid?

12. Den 25 december år 2021 skickade NASA/ESA/CSA upp James Webb-teleskopet i rymden. Teleskopet ger de mest fascinerande 3D-bilderna av universum. Det är ett av de mest komplexa och dyraste instrument som någonsin byggts. På bilden kan du se teleskopets sammansatta mittstycke, spegeln, som består av 18 individuella sexkantiga segment med en spegelyta på $1,1 \text{ m}^2$ vardera. Varje spegelsegment är tillverkat av 20 kg beryllium, eftersom det är lätt och starkt på samma gång. Beryllium har en densitet på $1,848 \text{ g/cm}^3$.

- a) Beräkna tjockleken av beryllium på ett berylliumspegelsegment.



(5p)

Var och en av de 18 berylliumhexagonerna är belagda med ett tunt guldsikt med en tjocklek på 100 nm (nanometer). Guld har densiteten $19,3 \text{ g/cm}^3$.

- b) Beräkna antal (stycken) guldatomer som finns på alla spegelsegment.

Beryllium bryts från ett mineral som kallas bertrandit, $\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$, som bland annat finns i delstaten Utah, USA.

- 12 c) Beräkna mängden (massan) bertrandit som behöver brytas och raffineras för att producera 20 kg beryllium (vilket är nödvändigt för ett spegelsegment).

James Webb-teleskopet kommer att skapa sin egen skugga där temperaturen kan vara $-219\text{ }^\circ\text{C}$.

- d) Vilket aggregationstillstånd har följande ämnen i)-iii) vid denna temperatur och normalt tryck? Använd data från *Formler och Tabeller*.

- i) H_2
- ii) Xe
- iii) F_2

(10p)

13. Alla som har flugit flygplan vet efter att ha sett säkerhetsdemonstrationen att det vid tryckfall kommer falla ner syrgasmasker. Däremot finns det ingen syrgastub på flygplan för det skulle vara extremt farligt vid en olycka eller läckage. Istället framställs syrgas efter behov på kemisk väg med en syrgasgenerator genom reaktion (1) som sätts igång när du drar ned masken:

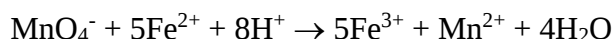


- a) Hur mycket natriumklorat (massan) behövs för att framställa 60,0 g syrgas?

- b) För att hålla reaktion (1) igång så behövs värme, detta sker vanligtvis genom att järnpulver är inblandat som reagerar och bildar järnoxid. Är reaktionen som bildar järnoxid exoterm eller endoterm? Motivera!
- c) Vid reaktionen bildas det små mängder av klorgas, saltsyra och klorsyrlighet (HClO_2). Syrorna vill man inte ha i lungorna och klorgas är en giftig gas som användes som stridsgas under första världskriget. För att rena gasen används bariumperoxid (BaO_2). Skriv upp och balansera reaktionen som sker mellan bariumperoxid och klorsyrlighet där bariumklorid, syrgas och vatten bildas. (7p)

14. Kala Namak, även kallat svart Himalaya-salt, är ett naturligt svart bergsalt som är vanligt i det indiska köket och till vegetariska rätter. Det är känt för sin svavelsmak som påminner om ägg. Utöver NaCl så innehåller även saltet andra spårämnen, bland annat greigit med den kemiska formeln Fe_3S_4 som gör saltet svart och ger den speciella smaken.

- a) Om du vet att järnet i greigit har olika oxidationstal, ett järn har +II och två järn har +III, vad är oxidationstalet för svavel?
- b) Om man skulle vilja bestämma halten greigit i saltet med hjälp av titrering skulle man kunna använda sig av den klassiska metoden för att bestämma Fe^{2+} halten i en vattenlösning med kaliumpermanganat (KMnO_4).



För att kunna titrera en vattenlösning med saltet behövs det först lösas upp. Sedan behöver man omvandla alla järnjoner till Fe^{2+} . Vad behöver du tillsätta för att göra detta (*Tips: Se reaktionen*)?

- c) Om 1,00 g svart salt löses upp och behandlas och titreras med $0,001\text{mol/dm}^3$ KMnO_4 så går det åt $5,09\text{ cm}^3$. Hur många massprocent greigit innehåller provet? (7p)