



KTH Enheten för grundläggande naturvetenskap

Tentamen A:1 i KEMI

Kurskod: HF0023/TB0013

Datum: 2024-12-09

Tid: 8.00-12.00

Rättande lärare: Sara Sebelius, Martina Lahmann och Pasi Purhonen

Examinator: Sara Sebelius

Tentamensinformation

Miniräknare: Miniräknare utan symbolhantering tillåten.

Hjälpmedel: "Formler och Tabeller" från Natur och Kultur (grön/blå) samt det periodiska system som medföljer tentamen.

Allmänt: Tentamen består av två avsnitt:
Del 1 med uppgift 1 – 13, kan ge maximalt 30 poäng, men du kan endast tillgodo göra dig 20 poäng. Del 2 med uppgift 14 – 20, kan ge maximalt 15 poäng. Denna del, del 2, rättas bara om du uppnått minst 20 poäng på del 1.

Bonus: Studenter med godkänd KS löser ej uppgift 1 – 4.

Betygsgränser: För betyg E krävs minst 20 p på Del 1.
För betyg D krävs minst 20 p på Del 1 och minst 3 p på Del 2.
För betyg C krävs minst 20 p på Del 1 och minst 6 p på Del 2.
För betyg B krävs minst 20 p på Del 1 och minst 9 p på Del 2.
För betyg A krävs minst 20 p på Del 1 och minst 12p på Del2.
Namn och personnummer skall anges på varje inlämnat blad.

Glöm ej att Skriva klass på omslaget.

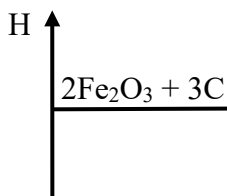
Del 1. För betyget E

Studenter med godkänd kontrollskrivning gör inte uppgift 1 – 4.

1. Vilken atom har lika många elektroner som en natriumjon Na^+ ? 1p
2. De joner som betecknas $^{40}\text{K}^+$ och $^{40}\text{Ca}^{2+}$ har samma masstal.
Ange något mer som de positiva jonerna har gemensamt? 1p
3. Rita elektronformel för:
a) en kvävemolekyl. 1p
b) en ammoniakmolekyl. 1p
4. Kiseldioxid kan reagera med aluminium så att kisel och aluminiumoxid bildas.
a) Balansera reaktionsformeln: $\text{SiO}_2 + \text{Al} \rightarrow \text{Si} + \text{Al}_2\text{O}_3$. 1p
b) Hur stor substansmängd aluminiumoxid kan bildas då 3,2 mol kiseldioxid reagerar? 1p
c) Hur stor massa aluminiumoxid kan bildas då 5,55 g kiseldioxid reagerar? 2p
Redovisa fullständig lösning på 4c).

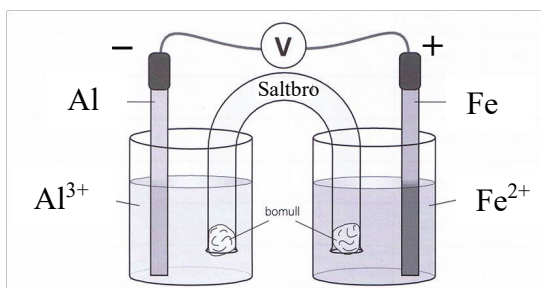
Härifrån ska alla studenter göra uppgifterna.

5. Reaktionen $2\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s}) + 3\text{C}(\text{s}) \rightarrow 4\text{Fe}(\text{s}) + 3\text{CO}_2(\text{g})$ är endoterm.
a) Vilka två av följande påståenden om reaktionen är sanna? 1p
A. $\Delta H > 0$
B. Vid reaktionen frigörs energi.
C. $\Delta H < 0$
D. Produkterna har lägre entalpi än reaktanterna.
E. Reaktanterna är stabilare än produkterna.
b) Rita av och komplettera nedanstående entalpiediagram så att det stämmer för reaktionen. 1p

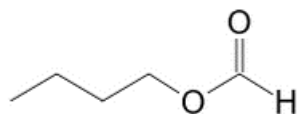


6. I mörkrostat kaffe är $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,12 \cdot 10^{-5} \text{ mol/dm}^3$.
Vilket pH-värde har kaffet? 1p
7. Vilken typ av bindning bryts då följande ämnen smälter? 2p
a) Koldioxid, $\text{CO}_2(\text{s})$.
b) Etanol, $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{s})$.
c) Kalcium, $\text{Ca}(\text{s})$.

8. a) Rita strukturformeln för propansyra och ringa in det väte som avges vid protolys. 2p
 b) Skriv protolysreaktionen för propansyra i vatten. 1p
 c) Skriv en balanserad reaktionsformel för fullständig förbränning av propansyra till koldioxid och vatten. 2p
9. a) Beräkna molmassan för kristalliserad manganklorid, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$. 1p
 b) Hur stor massa kristalliserad manganklorid behövs för att göra $0,800 \text{ dm}^3$ mangankloridlösning med koncentrationen $0,250 \text{ mol/dm}^3$? 2p
Redovisa fullständig lösning för 9b).
 c) Vilken kloridjonkoncentration har denna mangankloridlösning? 1p
 d) Ange en metall som kan sättas till mangankloridlösningen så att manganjonerna reduceras till mangan. 1p
10. Natriumhydroxidlösning med volymen 25 cm^3 och koncentrationen $0,55 \text{ mol/dm}^3$ neutraliseras med utspädd salpetersyra, $\text{HNO}_3(\text{aq})$.
 Salpetersyrans koncentration är $0,50 \text{ mol/dm}^3$.
 Hur stor volym av syran går åt för att neutralisera basen? 2p
Redovisa fullständig lösning.
11. Ange bildningsentalpin i kJ/mol för silveroxid med hjälp av reaktionen:
 $71,2 \text{ kJ} + 2\text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Ag} + \text{O}_2$ 1p
12. Figuren nedan visar en galvanisk cell.
 a) Skriv reaktionsformel för den reaktion som sker vid pluspolen. 1p
 b) Skriv reaktionsformel för cellens totalreaktion. 1p



13. I hallon finns en ester med streckformeln som visas nedan.
 Namnge den alkohol och den karboxylsyra som har reagerat för att bilda estern. 2p



Del 2. För högre betyg (A, B, C och D)

14. a) Vilken av följande partiklar är en amfolyt: HCl , CO_3^{2-} , H_3O^+ , HSO_4^- , NH_4^+ . 1p
b) Skriv en reaktionsformel för amfolytens protolys med vatten då den fungerar som syra. 1p
c) Till en buffert med syrabasparet $\text{H}_2\text{CO}_3/\text{HCO}_3^-$ tillsätts lite av den starka syran perklorosyra, HClO_4 . Skriv en reaktionsformel för den reaktion som sker. 1p
15. Hur stor volym ren syrgas med temperaturen $20,0\text{ }^\circ\text{C}$ och trycket $101,3\text{ kPa}$ behövs för fullständig förbränning av $10,0 \cdot 10^{-3}$ mol oktan? 1p
16. Bestäm, med hjälp av bindningsenergier, ΔH för reaktionen
 $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$. 2p
Redovisa fullständig lösning.
17. Till höger ser du elektronformeln för en sammansatt jon där X betecknar en halogen. Vilken laddning har jonen? 1p
- $$\left[\begin{array}{c} \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \\ | \\ \text{:}\ddot{\text{O}}-\text{X}-\ddot{\text{O}}\text{:} \\ | \\ \text{:}\ddot{\text{O}}\text{:} \end{array} \right]$$
18. Man placerar en koppartråd med massan $5,36\text{ g}$ i 475 cm^3 silvernitratlösning med koncentrationen $0,150\text{ mol/dm}^3$.
Koppartråden löses upp och lösningen färgas blå.
Hur stor del (i procent) av koppartråden kommer att kunna lösas upp? 3p
Redovisa fullständig lösning.
19. a) Alkalimetallerna reagerar häftigt med vatten och ger en lösning som färgas blå av BTB. Skriv en balanserad reaktionsformel, med valfri alkalimetall, för den reaktion som sker. 1p
b) Förklara varför alkalimetallerna blir mer reaktiva när man går nedåt i gruppen? 1p
20. Mesitylen är ett organiskt ämne vars molekyler endast består av kol och väte atomer. Då $58,6\text{ g}$ mesitylen förbränns bildas koldioxid och $52,7\text{ g}$ vatten.
a) Bestäm den empiriska formeln för mesitylen. 2p
Redovisa fullständig lösning.
b) Mesitylen är en aromatisk förening. Ge förslag på dess strukturformel. 1p

Formelblad: Grundämnenas periodiska system (atomnummer, symboler och atommassor)

1 H 1,01																	2 He 4,00
3 Li 6,94	4 Be 9,01											5 B 10,8	6 C 12,0	7 N 14,0	8 O 16,0	9 F 19,0	10 Ne 20,2
11 Na 23,0	12 Mg 24,3											13 Al 27,0	14 Si 28,1	15 P 31,0	16 S 32,1	17 Cl 35,5	18 Ar 39,9
19 K 39,1	20 Ca 40,1	21 Sc 45,0	22 Ti 47,9	23 V 50,9	24 Cr 52,0	25 Mn 54,9	26 Fe 55,8	27 Co 58,9	28 Ni 58,7	29 Cu 63,5	30 Zn 65,4	31 Ga 69,7	32 Ge 72,6	33 As 74,9	34 Se 79,0	35 Br 79,9	36 Kr 83,8
37 Rb 85,5	38 Sr 87,6	39 Y 88,9	40 Zr 91,2	41 Nb 92,9	42 Mo 95,9	43 Tc (99)	44 Ru 101,1	45 Rh 102,9	46 Pd 106,4	47 Ag 107,9	48 Cd 112,4	49 In 114,8	50 Sn 118,7	51 Sb 121,8	52 Te 127,6	53 I 126,9	54 Xe 131,3
55 Cs 132,9	56 Ba 137,3	*57 La 138,9	72 Hf 178,5	73 Ta 180,9	74 W 183,9	75 Re 186,2	76 Os 190,2	77 Ir 192,2	78 Pt 195,1	79 Au 197,0	80 Hg 200,6	81 Tl 204,4	82 Pb 207,2	83 Bi 209,0	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra (226)	**8 9 Ac (227)															

*	58 Ce 140,1	59 Pr 140,9	60 Nd 144,2	61 Pm (145)	62 Sm 150,4	63 Eu 152,0	64 Gd 157,3	65 Tb 158,9	66 Dy 162,5	67 Ho 164,9	68 Er 167,3	69 Tm 168,9	70 Yb 173,0	71 Lu 175,0
**	90 Th (232)	91 Pa (231)	92 U 238,0	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (249)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (256)	103 Lr (257)

Gasernas allmänna tillståndslag..... $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$
 Allmänna gaskonstanten..... $R = 8,314 \text{ J} \cdot (\text{mol} \cdot \text{K})^{-1}$
 Avogadros konstant..... $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Den elektrokemiska spänningsserien:

...K,...Ba,...Ca,...Na,...Mg,...Al,...Mn,...Zn,...Fe,...Ni,...Sn,...Pb,...H,...Cu,...Hg,...Ag,...Pt,...Au

Facit och lösningar

1. Neon, Ne
2. De har lika många elektroner.
3. a) $:N:::N:$ b) $\begin{array}{c} \text{H} : \ddot{\text{N}} : \text{H} \\ | \\ \text{H} \end{array}$

4. a) $3 \text{SiO}_2 + 4 \text{Al} \rightarrow 3 \text{Si} + 2 \text{Al}_2\text{O}_3$.

b) $n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{2}{3} \cdot 3,2 \text{ mol} \approx 2,1 \text{ mol}$

c) $m(\text{SiO}_2) = 5,55 \text{ g}$

$M(\text{SiO}_2) = 60,09 \text{ g/mol}$

$n = m/M$ ger $n(\text{SiO}_2) = 5,55/60,09 \text{ mol} = 0,09236 \text{ mol}$

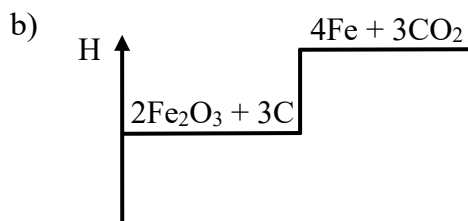
$\frac{n(\text{Al}_2\text{O}_3)}{n(\text{SiO}_2)} = \frac{2}{3} \Rightarrow n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{2}{3} \cdot n(\text{SiO}_2)$

$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{2}{3} \cdot 0,09236 = 0,06157 \text{ mol}$

$M(\text{Al}_2\text{O}_3) = 101,96 \text{ g/mol}$

$m = M \cdot n$ ger $m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,06157 \cdot 101,96 = 6,28 \text{ g}$ **Svar: 6,28 g**

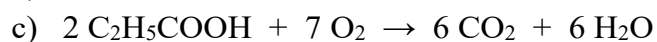
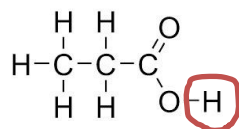
5. a) A och E är sanna.



6. $\text{pH} = 4,951$

7. a) van der Waalsbindning
- b) vätebindning
- c) metallbindning

8. a)



9. a) $M(\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 197,904 \text{ g/mol}$ (värden från PS i F.S)
 $M(\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 197,98 \text{ g/mol}$ (värden från tenta PS)
 b) $c = 0,250 \text{ mol/dm}^3$
 $V = 0,800 \text{ dm}^3$
 $n = V \cdot c \Rightarrow n(\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 0,800 \cdot 0,250 \text{ mol} = 0,200 \text{ mol}$
 $m = M \cdot n \Rightarrow m(\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}) = 197,98 \cdot 0,200 \approx 39,60 \text{ g}$ **Svar: 39,6 g**
 c) $[\text{Cl}^-] = 0,500 \text{ mol/dm}^3$
 d) Flera möjliga svar. T.ex Al eller Mg

10. $\text{NaOH(aq)} + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NaNO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}$
 $V(\text{NaOH}) = 25 \text{ cm}^3 = 0,025 \text{ dm}^3$
 $c(\text{NaOH}) = 0,55 \text{ mol/dm}^3$
 $n = V \cdot c \Rightarrow n(\text{NaOH}) = 0,025 \cdot 0,55 \text{ mol} = 0,01375 \text{ mol}$
 $\frac{n(\text{HNO}_3)}{n(\text{NaOH})} = \frac{1}{1} \Rightarrow n(\text{HNO}_3) = n(\text{NaOH})$
 $n(\text{HNO}_3) = 0,01375 \text{ mol}$
 $c(\text{HNO}_3) = 0,50 \text{ mol/dm}^3$
 $V = \frac{n}{c} \Rightarrow V(\text{HNO}_3) = \frac{0,01375}{0,5} \approx 0,0275 \text{ dm}^3 = 28 \text{ cm}^3$

Svar: 28 cm³

11. $\Delta H_f(\text{Ag}_2\text{O}) = -35,6 \text{ kJ/mol}$
 12. a) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$
 b) $2\text{Al} + 3\text{Fe}^{2+} \rightarrow 3\text{Fe} + 2\text{Al}^{3+}$

13. Metansyra och 1-butanol

14. a) HSO_4^-
 b) $\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$
 c) $\text{HClO}_4 + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{ClO}_4^- + \text{H}_2\text{CO}_3$

15. $3,01 \text{ dm}^3$
 16. $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) \rightarrow \text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g})$

Bindningar som bryts:

$$\begin{array}{ll} 1 \text{ mol C-C} & 1 \cdot 347 \text{ kJ/mol} = 347 \text{ kJ} \\ 1 \text{ mol C=C} & 1 \cdot 612 \text{ kJ/mol} = 612 \text{ kJ} \\ 10 \text{ mol C-H} & 10 \cdot 413 \text{ kJ/mol} = 4130 \text{ kJ} \end{array}$$

Det går åt totalt: $(347 + 612 + 4130) \text{ kJ} = 5089 \text{ kJ}$ för att bryta bindningar.

Bindningar som bildas:

$$\begin{array}{ll} 3 \text{ mol C-C} & 3 \cdot 347 \text{ kJ/mol} = 1041 \text{ kJ} \\ 10 \text{ mol C-H} & 10 \cdot 413 \text{ kJ/mol} = 4130 \text{ kJ} \end{array}$$

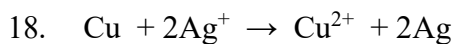
Det avges totalt: $(1041 + 4130) \text{ kJ} = 5171 \text{ kJ}$

$$\Delta H = (5089 - 5171) \text{ kJ} = -82 \text{ kJ}$$

Svar: $\Delta H = -82 \text{ kJ}$

Kan göras enklare!
 En dubbelbindning byts mot två
 enkelbindningar.
 $\Delta H = (612 - 2 \cdot 347) \text{ kJ} = -82 \text{ kJ}$

17. 1–.



$$m(\text{Cu}) = 5,36 \text{ g}$$

$$M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n(\text{Cu}) = \frac{5,36}{63,55} \text{ mol} = 0,08434 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{Ag}^+)}{n(\text{Cu})} = \frac{2}{1}$$

För att lösa upp hela koppartråden behövs dubbelt så stor substansmängd silverjoner.

$$\text{För 100\% upplösning: } \Rightarrow n(\text{Ag}^+) = 2 \cdot 0,08434 \text{ mol} = 0,1687 \text{ mol}$$

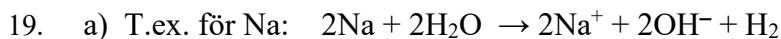
$$c(\text{AgNO}_3) = 0,150 \text{ mol/dm}^3$$

$$V(\text{AgNO}_3) = 475 \text{ cm}^3 = 0,475 \text{ dm}^3$$

$$n = V \cdot c \Rightarrow n(\text{AgNO}_3) = 0,150 \cdot 0,475 \text{ mol} = 0,07125 \text{ mol}$$

$n(\text{Ag}^+) = 0,07125 \text{ mol}$ och vi kan bara lösa upp en del av koppartråden.

$$\text{Andel som kan lösas upp: } \frac{0,07125}{0,1687} \approx 42,2\% . \quad \textbf{Svar: 42,2\%}$$



b) Alkalimetallerna avger en elektron i det yttersta skalet. Ju längre ner i gruppen metallen står, ju längre bort från den positiva kärnan befinner sig elektronen som ska lämna atomen. Det kräver mindre energi och elektronen avges lättare. Metallen blir mer reaktiv.

20. a) $m(\text{H}_2\text{O}) = 52,7 \text{ g}$

$$M(\text{H}_2\text{O}) = 18,016 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \Rightarrow n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{52,7}{18,016} \text{ mol} = 2,925 \text{ mol} \Rightarrow n(\text{H}) = 2 \cdot 2,925 \text{ mol} = 5,850 \text{ mol}$$

$$m(\text{H}) = 5,850 \cdot 1,008 \text{ g} = 5,897 \text{ g}$$

$$m(\text{C}) = 58,6 - 5,897 = 52,7 \text{ g}$$

$$M(\text{C}) = 12,0 \text{ g/mol}$$

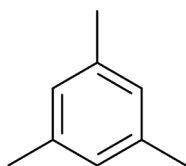
$$n(\text{C}) = \frac{52,7}{12,0} = 4,39 \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{H})}{n(\text{C})} = \frac{5,85}{4,39} \approx 1,33 \approx \frac{4}{3}$$

Den empiriska formeln blir: C_3H_4 .

Svar: C_3H_4

b)



Rättningsmall

Allmänt:

Felaktigt/saknat bokstavssamband	-1p/gång
Fel antal värdesiffror i svaret (utanför intervallet +/- en värdesiffra)	-1p första gången
Delsvar för mycket avrundat, vilket leder till fel värde i svaret	-1p/gång
Avrundningsfel	-1p/gång
Felaktig/utebliven enhet i svaret	-1p/gång
Felaktigt/ej visat substansmängdsförhållande	-1p/gång

1. -
2. -
3. Streck för bindande elektronpar OK
4. -
5. a) Något fel -1p
b) Visar exoterm reaktion -1p
6. -
7. 1 fel -1p
2 fel -2p
8. a) Skriver streckformler eller strukturformler OK
Fel eller inget H inringat -1p
9. -
10. -
11. -
12. -
13. -
14. -
15. -
16. -
17. -
18. Bestämmer $n(\text{Ag}^+)$ som behövs för 100% upplösning av Cu-tråden +1p
19. b) Att elektronen befinner sig längre från kärnan och därför lämnar lättare behöver nämnas.
20. a) Beräknar $n(\text{H})$ och $n(\text{C})$ +1p