



KTH Enheten för grundläggande naturvetenskap

TEN A:2 i KEMI

Kurskod: HF0023

Datum: 2020-01-27

Tid: 8.00-12.00

Rättande lärare: Vania Engström Lyberg och Sara Sebelius

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 – 17, som kan ge maximalt 30 poäng, men du kan endast tillgodo göra dig 20 poäng. Del 2 med uppgift 18 – 26, som kan ge maximalt 15 poäng. Denna del, del 2, rättas bara om du uppnått minst 20 poäng på del 1.

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 12 p på Del 2.
Namn och personnummer skall anges på varje inlämnat blad.

Glöm ej att Skriva klass på omslaget.

1. Ange antalet elektroner i en aluminiumjon. (1p)

2. Vilken av följande föreningar är en jonförening?

A) Ba (NO₃)₂ B) CH₄ C) CO₂ D) NO₂ (1p)

3. Studera följande tabell.

<u>Ämne</u>	<u>Smältpunkt</u>	<u>Kokpunkt</u>
A	- 20 °C	350 °C
B	800 °C	1400 °C
C	180 °C	190 °C
D	- 7 °C	59 °C

a) Vilket eller vilka ämnen är fasta vid rumstemperatur (25°C)? (1p)

b) Vilket ämne är flytande i störst temperaturintervall? (1p)

c) Vilket av ämnena bör vara en metall? (1p)

4. a) Skriv reaktionsformel för reaktionen när metallen kalcium, Ca, reagerar med syrgas och bildar kalciumoxid. (1p)

b) Vilken bindning finns i produkten? (1p)

5. Vilken massa natriumhydroxid ska vägas upp för att bereda 250 ml natriumhydroxidlösning med koncentrationen 0,20 mol/dm³?
Redovisa fullständig lösning. (2p)

6. En raket drivs med fotogen (C₁₄H₃₀) som förbränns fullständigt i syrgas.

a) Skriv reaktionsformel på förbränningen. (1p)

b) Vilken massa har den syrgas som krävs för att förbränna 1,0 kg fotogen?
Redovisa fullständig lösning. (2p)

7. Om man upphettar koppar(II)oxid och tillför vätgas under upphetningen bildas ren koppar och vatten.

a) Skriv reaktionsformeln och sätt ut alla oxidationstal. (2p)

b) Vilket ämne är reduktionsmedel? (1p)

8. I en flaska med 500 ml saltsyra mäts pH till 1,25.
Vad är saltsyrans koncentration? (1p)

9. Nedan ges fem olika lösningar som alla har koncentrationen $0,10 \text{ mol/dm}^3$.
- A) Natriumkloridlösning
 - B) Saltsyralösning
 - C) Kolsyralösning
 - D) Natriumhydroxidlösning
 - E) Ammoniaklösning

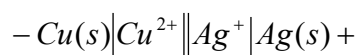
Rangordna dessa utifrån pH-värde. Börja med den suraste. (2p)

10. När litium reagerar med vatten sker följande reaktion. (2p)
- $$2\text{Li}(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow 2\text{Li}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2(g)$$

Vilka av följande påståenden om reaktionen är korrekta?

- A) Litiumatomer upptar elektroner.
 - B) Litium är ett reduktionsmedel.
 - C) Syreatomer i vattenmolekylen ändrar inte sitt oxidationstal.
 - D) Syreatomer i vattenmolekylen reduceras.
 - E) Väteatomer i vattenmolekylen höjer sitt oxidationstal.
11. En salpetersyralösning neutraliseras med en natriumhydroxidlösning. Skriv reaktionsformel för neutralisationen. (1p)

12. En galvanisk cell har följande cellschema. (2p)



När elementet gett ström en tid minskade massan koppar med $1,0 \text{ g}$ vid minuspolen.

Hur stor blir då massändringen vid pluspolen?

Det ska framgå om silvermassan ökar eller minskar.

Redovisa fullständig lösning.

13. Bestäm med hjälp av bindningsenergi ΔH för reaktionen (2p)
- $$\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightarrow 2\text{HBr}$$

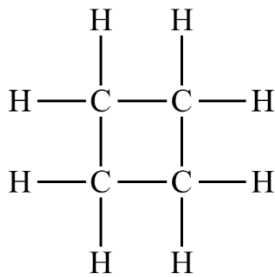
Redovisa fullständig lösning.

14. Sorbinsyra är ett konserveringsmedel som kan användas i bland annat vin. Sorbinsyra, som är en omättad förening och en karboxylsyra, har beteckningen $\text{C}_5\text{H}_7\text{COOH}$. Hur många bromatomer kan en sorbinsyramolekyl addera? (1p)

15. Nedanför visas strukturformel för cyklobutan.

Rita strukturformeln för en alken som är strukturisomer till denna .

(1p)



16. En smälta av koppar(II)klorid elektrolyseras. Skriv katodreaktionen.

(1p)

17. Här visas två olika entalpidiagram.

Fig.A

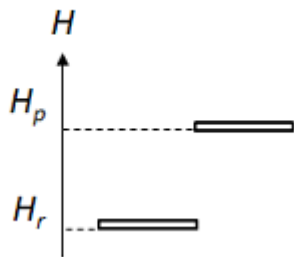
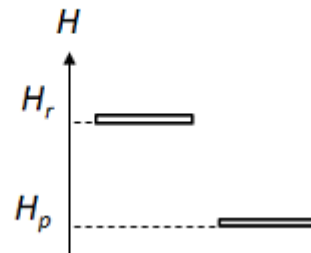


Fig.B



($H_r = H_{\text{reaktanter}}$ och $H_p = H_{\text{produkter}}$)

Koppla vart och ett av påståendena nedan till fig. A eller till fig. B.

a) Exoterm reaktion

b) $N_2 + 2H_2 + 50,6 \text{ kJ} \rightarrow N_2H_4$

c) $\Delta H > 0$

d) $H_r > H_p$

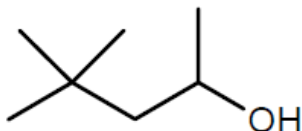
e) $C_2H_4 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O \quad \Delta H = -1411 \text{ kJ}$

(2p)

Del 2 För högre betyg (A,B,C,D)

18. Skriv en balanserad reaktionsformel för fullständig förbränning i syrgas av den alkohol som har följande streckformel.

(1p)



19. Rita elektronformeln för en sulfitjon, SO_3^{2-} .

(1p)

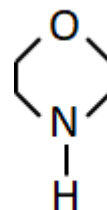
20. När du blåser upp en ballong fylls ballongen med din utandningsluft som håller temperaturen $37\text{ }^\circ\text{C}$. Hur många gånger större blir ballongens volym om du tar in den i en bastu som har temperaturen $85\text{ }^\circ\text{C}$. Luftrycket antas vara konstant.

(1p)

21. Molekylen morfolin har med streckformel följande utseende.

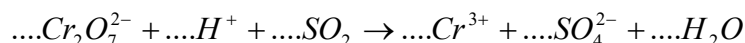
(1p)

Vilken molmassa har ämnet morfolin?



22. Balansera följande reaktionsformel

(2p)



23. H_2PO_4^- och HPO_4^{2-} är två joner som tillsammans är ett syrabaspar.

I en buffert finns de i lika koncentration i en lösning.

Om du till denna buffert tillsätter oxoniumjoner så kommer en av jonerna att reagera med oxoniumjonerna. Visa reaktionsformeln för denna reaktion.

(2p)

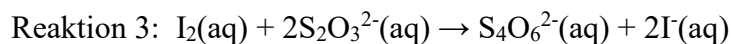
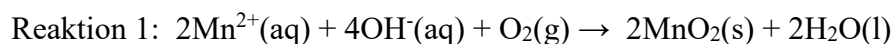
24. För ett visst experiment har man olika mängder av de båda salterna natriumsulfat och natriumfosfat i samma lösning. I lösningen är natriumjonkoncentrationen $0,350\text{ mol/dm}^3$ och sulfatjonkoncentrationen $0,055\text{ mol/dm}^3$.

Vad är fosfatjonkoncentrationen i lösningen?

Redovisa fullständig lösning.

(2p)

25. För fiskar är det livsnödvändigt att det finns syre löst i vattnet de lever i.
En metod för att bestämma syrehalten i vatten sker i tre steg.
Först bildas mangandioxid med syre i en basisk lösning (reaktion 1).
Mangandioxiden får sedan oxidera jodidjoner till jod (reaktion 2).
Jod titreras i sista steget med natriumtiosulfat (reaktion 3).



Ett vattenprov på 1000 cm^3 analyserades med denna metod.

I titreringen med natriumtiosulfat (reaktion 3) gick det åt $8,95 \text{ cm}^3$ natriumtiosulfatlösning med koncentrationen $0,100 \text{ mol/dm}^3$ för att nå ekvivalenspunkten. Hur mycket syre fanns det löst i vattenprovet? Svara i g/dm^3 .

Redovisa fullständig lösning. (3p)

26. En enprotonig karboxylsyra som används vid framställning av plaster, estrar, mediciner, insektsmedel och färgämnen, innehåller 53,3 massprocent syre. Vilken är dess molekylformel?

Redovisa fullständig lösning. (2p)

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

Lösningsförslag.

1. 10 st elektroner

2. A

3. a. Ämnena B och C är fasta vid rumstemperatur.
b. Ämne B är flytande i störst temperaturintervall.
c. Ämne B.

4. a) $2 \text{ Ca} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ CaO}$

b) jonbindning

5.

substansmängdsberäkning

$$V(\text{NaOH}) = 0,250 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{NaOH}) = 0,20 \text{ mol / dm}^3$$

$$n(\text{NaOH}) = cV$$

$$n(\text{NaOH}) = 0,20 \cdot 0,250 = 0,0500 \text{ mol}$$

massberäkning

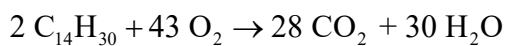
$$M(\text{NaOH}) = 39,998 \text{ g / mol}$$

$$m(\text{NaOH}) = nM$$

$$m(\text{NaOH}) = 0,0500 \cdot 39,998 = 2,0 \text{ g}$$

Svar: 2,0 g

6. Reaktionsformel:



Substansmängdsförhållande

$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{C}_{14}\text{H}_{30})} = \frac{43}{2} = 21,5 \Rightarrow n(\text{O}_2) = 21,5 \cdot n(\text{C}_{14}\text{H}_{30})$$

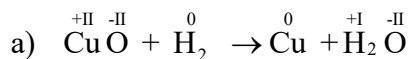
$$n(\text{C}_{14}\text{H}_{30}) = \frac{m(\text{C}_{14}\text{H}_{30})}{M(\text{C}_{14}\text{H}_{30})} = \frac{1000}{198} \text{ mol} \approx 5,65 \text{ mol}$$

$$n(\text{O}_2) = 21,5 \cdot \frac{1000}{198} \text{ mol} \approx 108,6 \text{ mol}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 21,5 \cdot \frac{1000}{198} \cdot 32 \text{ g} \approx 3,475 \text{ kg}$$

Svar: Syrgasens massa är ca 3,5 kg.

7.



- b) Väte oxideras och ger därmed elektroner till koppar som reduceras, dvs. väte fungerar som reduktionsmedel.

8. koncentrationen är $0,056 \text{ mol/dm}^3$.

9. De fem lösningarna i surhetsordning med den suraste först: B, C, A, E, D

10. Svar: B och C

11. $\text{HNO}_3 + \text{NaOH} \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaNO}_3$

12. $\text{Cu}(s) + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}(s)$

$$m(\text{Cu}) = 1,0 \text{ g}$$

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

$$n(\text{Cu}) = \frac{m(\text{Cu})}{M(\text{Cu})}$$

$$n(\text{Cu}) = \frac{1,0}{63,55} \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}) = 0,015736 \text{ mol} \Rightarrow n(\text{Ag}) = 2 \cdot 0,015736 \text{ mol}$$

$$M(\text{Ag}) = 107,9 \text{ g/mol}$$

$$m(\text{Ag}) = n(\text{Ag}) \cdot M(\text{Ag})$$

$$m(\text{Ag}) = 3,4 \text{ g}$$

Eftersom att kopparmetall förbrukas måste, enligt reaktionsformeln ovan, silvermetall bildas.

Svar: 3,4 gram silver bildas.

13. Bindningar som bryts i vätemolekylerna och i brommolekylerna:

$$436 \text{ kJ} + 193 \text{ kJ} = 629 \text{ kJ (som tillförs)}$$

Bindningar som bildas i vätebromidmolekylerna:

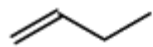
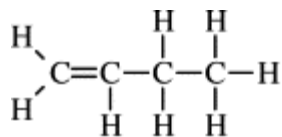
$$366 \text{ kJ} + 366 \text{ kJ} = 732 \text{ (som avges)}$$

Mer energi avges än upptas, reaktionen är exoterm. Skillnaden är 103 kJ.

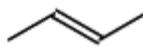
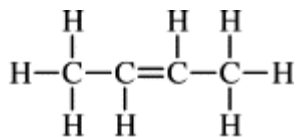
$$\text{Svar: } \Delta H = -103 \text{ kJ}$$

14. Fyra bromatomer

15. Exempelvis :

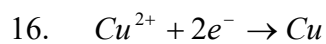


1-Butene

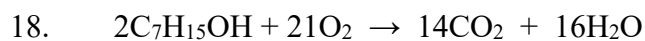


2-Butene

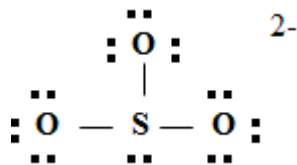
(trans-form)



17. Svar: a) B b) A c) A d) B e) B



19. Svar:



20. Vid 37°C : $pV_{37} = nR(37 + 273)$

Vid 85°C : $pV_{85} = nR(85 + 273)$

Nyfiken på kvoten $\frac{V_{85}}{V_{37}}$

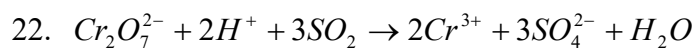
$$\frac{V_{85}}{V_{37}} = \frac{nR \cdot 358}{nR \cdot 310}$$

$$V_{85} = V_{37} \cdot \frac{358}{310}$$

$$V_{85} = 1,15 \cdot V_{37}$$

Svar: Ballongens volym blir 1,15 gånger större i bastun

21. Svar: $M(\text{C}_4\text{H}_9\text{NO}) = 87,1 \text{ g/mol}$





24. Lösningen innehåller Na_2SO_4 och Na_3PO_4 .

$$[\text{Na}^+]_{\text{Totalt}} = 0,350 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{SO}_4^{2-}] = 0,055 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{Na}^+]_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 2 \cdot 0,055 \text{ mol/dm}^3 = 0,110 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{Na}^+]_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = (0,350 - 0,110) \text{ mol/dm}^3 = 0,24 \text{ mol/dm}^3$$

$$[\text{PO}_4^{3-}] = \frac{0,24}{3} \text{ mol/dm}^3 = 0,080 \text{ mol/dm}^3$$

Svar: Fosfatjonkoncentrationen är $0,080 \text{ mol/dm}^3$ i lösningen.

25.

$$V(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 8,950 \text{ cm}^3 = 0,00895 \text{ dm}^3$$

$$c(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

$$n = V \cdot c \text{ ger } n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,00895 \cdot 0,100 \text{ mol} = 8,95 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$\frac{n(\text{O}_2)}{n(\text{MnO}_2)} = \frac{1}{2} \text{ och } \frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{MnO}_2)} = \frac{1}{2} \text{ vilket ger att } n(\text{O}_2) = n(\text{I}_2)$$

$$\frac{n(\text{I}_2)}{n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})} = \frac{1}{2} \Rightarrow n(\text{I}_2) = 0,5 \cdot n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})$$

$$\text{Vi får } n(\text{O}_2) = 0,5 \cdot n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = 0,5 \cdot 8,95 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) \cdot M(\text{O}_2) = 0,5 \cdot 8,95 \cdot 10^{-4} \cdot 32,0 \text{ g} = 0,0143 \text{ g}$$

Eftersom $1000 \text{ cm}^3 = 1,000 \text{ dm}^3$ är alltså syrehalten $0,0143 \text{ g/dm}^3$.

26. Den generella formeln för en enprotonig karboxylsyra: $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$

$$M(\text{karboxylsyran}) = (12n + 2n + 32) \text{ g/mol} = (14n + 32) \text{ g/mol}$$

$\text{massprocent}(\text{syre}) \cdot M(\text{karboxylsyran}) = \text{massa}(\text{syre}) \text{ per mol karboxylsyra}$

$$0,533 \cdot M(\text{karboxylsyran}) = 32$$

$$M(\text{karboxylsyran}) = \frac{32}{0,533} \text{ g/mol} \approx 60 \text{ g/mol}$$

Detta ger formeln:

$$14n + 32 = 60$$

$$n = \frac{60 - 32}{14} \approx 2$$

Molekylformel:

$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ eller CH_3COOH (ättiksyra)

Svar: Karboxylsyrans formel är CH_3COOH .