



KTH Enheten för grundläggande naturvetenskap

Tentamen A:1 i KEMI

Kurskod: HF0023/TB0013

Datum: 2022-12-12

Tid: 8.00-12.00

Rättande lärare: Sara Sebelius och Martina Lahmann

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 – 19, kan ge maximalt 30 poäng, men du kan endast tillgodo göra dig 20 poäng. Del 2 med uppgift 20 – 28, 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/BM 1-2 löser ej uppgift 1 – 7.

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 betyg E

Studenter med godkänd kontrollskrivning gör inte uppgift 1 – 7

1. Beräkna molmassan för $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$. 1 p

2. En jon har 18 elektroner 19 protoner och 21 neutroner.
Skriv den kemiska formeln för jonen. 1 p

3. Rita elektronformeln för CO_2 . 1 p

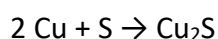
4. Ange fasövergången för följande process:



5. När kalciumoxid, CaO , reagerar med vatten bildas kalciumhydroxid. Skriv en balanserad reaktionsformel för reaktionen. 1 p

6. Ange formeln för magnesiumfosfat. 1 p

7. Koppar(I)sulfid bildas när kopparpulver reagerar med svavel enligt följande reaktionsformel:

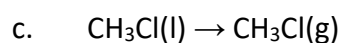
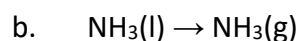
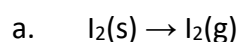


Till ett experiment används 0,120 g kopparpulver. Hur mycket Cu_2S kan det bildas?

Redovisa fullständig lösning. 2 p

Härifrån ska alla studenter göra uppgifterna.

8. Vilka bindningar bryts under följande fasövergångar: 2 p



9. Vilka tre av dessa kemiska föreningar är dipoler? 2 p

A. CS₂ B. H₂O C. HF D. CH₄ E. CH₃OH

10. Förklara kort varför ädelgaser som argon och neon inte bildar molekyler. 1 p

11. En 5-krona väger 6,10 g och tillverkas av legeringen som innehåller (i massprocent) 89,0% koppar, 5,0% aluminium, 5,0% zink och 1,0% tenn.

a. Bestäm substansmängden för aluminium i en 5-krona. 1 p

b. Vilken bindningstyp finns i 5-kronan? 1 p

12. En gammaldags blytlampa är fylld med syrgas. Lampans volym är 2,60 cm³ och trycket 230,0 kPa vid 26,50 °C.

a. Ange substansmängden för syrgas i lampan. 2 p

b. En större modell av samma typ blytlampa har volymen 7,80 cm³ och substansmängden för syrgasen är 3 gånger större än i den lilla lampan.

Vad är trycket i den större modellen vid 26,50 °C?

A. Trycket är lägre än i den mindre blytlanpan.

B. Trycket är samma som i den mindre blytlanpan.

C. Trycket är högre än i den mindre blytlanpan. 1 p

Redovisa fullständig lösning för a.

13. Vilka av följande reaktioner sker spontant? 1 p

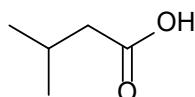
A. $\text{Zn} + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Ca}$

B. $\text{Mg} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{H}_2$

C. $\text{Fe} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{Ag}$

14. Ange oxidationstalet för svavel i aluminiumsulfat, Al₂(SO₄)₃. 1 p

15. Följande molekyl finns bland annat i ost:



a. Rita motsvarande strukturformel så att samtliga atomer syns för den givna streckformeln. 1 p

b. Rita strukturisomeren som heter 2,2-dimetylpropansyra. 1 p

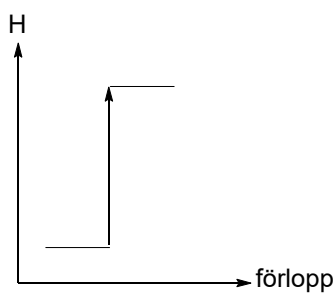
16. Beräkna pH-värdet för saltsyra, $\text{HCl}(\text{aq})$, med koncentration $0,0023 \text{ mol/dm}^3$. 1 p

17. Sverige har inget riktvärde för bariumjoner i dricksvatten men världshälsoorganisationen WHO rekommenderar att koncentrationen inte överstiger $0,700 \text{ mg/dm}^3$. Att det finns bariumjoner i dricksvatten kan påvisas med hjälp av en fällningsreaktion.

a. Ange den jon som kan användas som reagens på bariumjonerna i dricksvattnet. 1 p

b. Skriv en balanserad reaktionsformel för fällningsreaktionen. 1 p

18. Nedan visas ett generellt entalpidiagram och sex påståenden **A-F**. Ange vilka tre påståenden som skulle kunna passa till detta entalpidiagram. 2 p



- A. Diagrammet kan beskriva processen $\text{KCl}(\text{s}) \rightarrow \text{KCl}(\text{aq})$ där temperaturen sjunker när kaliumklorid löses upp i vatten.
- B. ΔH är negativ.
- C. Diagrammet visar en exoterm reaktion.
- D. ΔH är positiv.
- E. Diagrammet kan beskriva en förbränningsreaktion, till exempel när metanol förbränns med syre till koldioxid och vatten.
- F. Diagrammet visar en endoterm reaktion.

19. En kemist löste $12,83 \text{ g}$ aluminiumsulfat, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ med avjonat vatten i en $250,0 \text{ ml}$ mätkolv. Den färdiga lösningens volym var $250,0 \text{ ml}$.

a. Ange den färdiga lösningens koncentration av aluminiumsulfat. 2 p

b. Ange sulfatjonens koncentration i den färdiga lösningen. 1 p

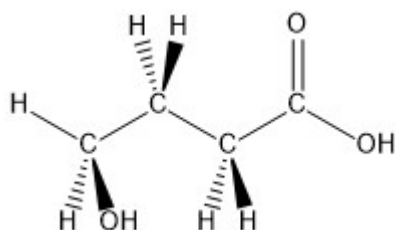
Redovisa fullständig lösning för a.

Del 2 Uppgifter för högre betyg (A, B, C och D)

20. Kombinera ihop nedanstående lösningar med deras pH-värde: 1 p

- | | |
|---|--------------|
| A. 0,1 mol/dm ³ ättiksyra | 1. pH = 13,0 |
| B. 0,1 mol/dm ³ saltsyra | 2. pH = 0,7 |
| C. 0,1 mol/dm ³ svavelsyra | 3. pH = 3,0 |
| D. 0,1 mol/dm ³ natriumhydroxidlösning | 4. pH = 1,0 |

21. Rita strukturformeln för nedanstående ämne efter protolys. 1 p



22. Rita två strukturisomerer där endast den ena är dipol. Ringa in dipolen. 2 p

23. Balansera reaktionsformeln. 2 p

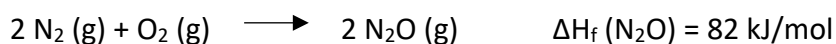


24. Ett ämne består av 40,0 massprocent kol, 6,7 massprocent väte och 53,3 massprocent syre. 1,8 g av ämnet upphettades till 291 °C och förångades. Ämnet upptog då en volym på 0,925 dm³. Trycket var 101,3 kPa.

Bestäm ämnets molekylformel. **Redovisa fullständig lösning.** 2 p

25. Bestäm koncentrationen av kloridjoner som finns kvar i lösningen när 400,0 ml av 0,0050 mol/dm³ aluminiumkloridlösning har blandats med 500,0 ml av 0,010 mol/dm³ silvernitratlösning. **Redovisa fullständig lösning.** 2 p

26. Dikväveoxid kan bildas ur kvävgas och syrgas enligt nedanstående reaktion.



Dikväveoxid är en dipol. Bindningsenergin för N=N i dikväveoxid är 690 kJ/mol.

Beräkna bindningsenergin för dubbelbindningen mellan kväve och syre i dikväveoxid (N=O). **Redovisa fullständig lösning.**

3 p

27. Vilken av följande föreningar kan uppvisa cis-trans-isomeri?

C₂H₃F, C₂H₄F₂, C₂H₂F₂, C₂H₄BrF, CH₃F, CHF₃

Rita strukturformel och namnge cis- respektive transvarianten.

1 p

28. I en behållare med volymen 200 ml finns 150 mg kol samt syre med trycket 0,2 MPa. Kolet oxideras till koldioxid. Beräkna sluttrycket i behållaren.

1 p

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:

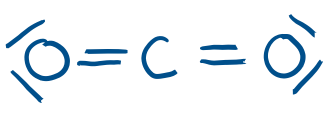
...K,...Ba,...Ca,...Na,...Mg,...Al,...Mn,...Zn,...Fe,...Ni,...Sn,...Pb,...H,...Cu,...Hg,...Ag,...Pt,...Au

Lösningförslag

Del 1

1. (1 p) $M(\text{Mg} + 2\text{N} + 6\text{O}) \approx 24,3 + 2 \cdot 14,0 + 6 \cdot 16,0 \approx 148,3 \text{ g/mol}$
2. (1 p) 19 protoner dvs K, masstal: $19 + 21 = 40$, 18 elektroner dvs 1 positiv laddning
 ${}_{19}^{40}\text{K}^+$ - svar: K^+ (kaliumjon)



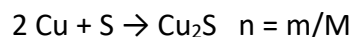
3. (1 p)  koldioxid

4. (1 p) sublimering

5. (1 p) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

6. (1 p) $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$

7. (2 p)



$$M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g/mol}, M(\text{S}) = 32,1 \text{ g/mol} \quad M(\text{Cu}_2\text{S}) = 159,1 \text{ g/mol}$$

$$\frac{n(\text{Cu})}{n(\text{Cu}_2\text{S})} = \frac{2}{1}$$

$$2 \cdot n(\text{Cu}_2\text{S}) = n(\text{Cu}) \text{ dvs } n(\text{Cu}_2\text{S}) = n(\text{Cu})/2$$

$$n(\text{Cu}) = 0,120/63,5 = 1,88976 \dots \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

$$n(\text{Cu}_2\text{S}) = 9,448818 \dots \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

$$m(\text{Cu}_2\text{S}) = 9,448818 \dots \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot 159,1 \text{ g/mol} = 0,15033 \dots \text{ g}$$

Svar: ungefär 0,150 g Cu_2S

8. (2 p) a. vdW, b. vätebindningar, c. dipol-dipolbindningar

9. (2 p) B, C, E.

10. (1 p) Argon och neon är **ädelgaser har redan 8 valenselektroner** (ädelgasskal). Därmed är de mycket stabila (oreaktiva) och bildar inga bindningar med andra.

11. a. 2 poäng, b. 1 poäng

a. $M(\text{Al}) = 26,98 \text{ g/mol}$

$$m(\text{Al}) = 0,05 \cdot 6,10 \text{ g} = 0,305 \text{ g} \quad n = m/M$$

$$n(\text{Al}) \approx 0,0113 \text{ mol}$$

b. Det finns metallbindningar i en 5-krona.

12. a. (2 p, fullständig)

$$pV = nRT \text{ därmed } n = \frac{pV}{RT}$$

$$p = 230,0 \text{ kPa} = 230,0 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$V = 2,60 \text{ cm}^3 = 2,60 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$T = 26,50 \text{ }^\circ\text{C} = 26,50 + 273,15 = 299,65 \text{ K}$$

$$R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$[1 \text{ J} = 1 \text{ Nm}, 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2]$$

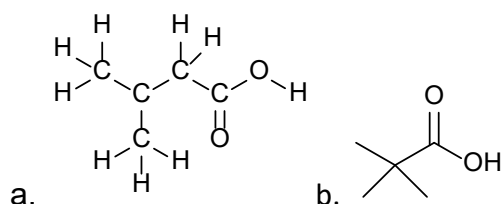
$$n(\text{O}_2) = \frac{230,0 \cdot 10^3 \cdot 2,60 \cdot 10^{-6}}{8,314 \cdot 299,65} = 2,40 \cdot 10^{-4} \text{ mol}$$

b. (1 p) **B.**

13. (1 p) B och C

14. (1 p) OT(Al) = +3, OT(O) = -2, **OT(S) = +6**

15. (1 p) + (1 p)



16. (1 p) pH $\approx 2,64\dots$

17. (1 p) + (1 p)

a. SO_4^{2-} eller sulfatjon

b. $\text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{Na}^+(\text{aq})$ (inga aggregationstillstånd krävs)

18. (2 p)

A. D. F.

19. a. (2 p, fullständig)

$$M(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \approx 342,2 \text{ g/mol} \quad m(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 12,83 \text{ g}$$

$$V_1 = 150 \text{ ml} = 0,150 \text{ dm}^3$$

$$V_2 = 250 \text{ ml} = 0,250 \text{ dm}^3$$

$$n = m/M \text{ och } n = c \cdot V \text{ och } c = n/V$$

$$n(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \approx 12,83 \text{ g} \cdot \text{mol}/342,2 \text{ g} = 0,03749\dots \text{ mol} \approx 0,0375 \text{ mol}$$

$$c(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) \approx 0,03749\dots \text{ mol}/0,250 \text{ dm}^3 = 0,14996\dots \text{ mol/dm}^3$$

Svar: lösningens koncentration är $\approx 0,150 \text{ mol/dm}^3$

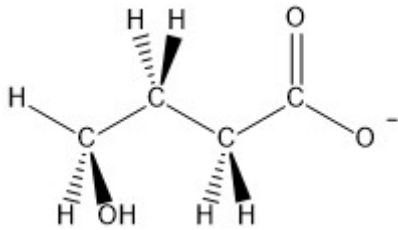
b. (1 p)

Sulfatjonernas koncentration är $c(\text{SO}_4^{2-}) \approx 0,450 \text{ mol/dm}^3$

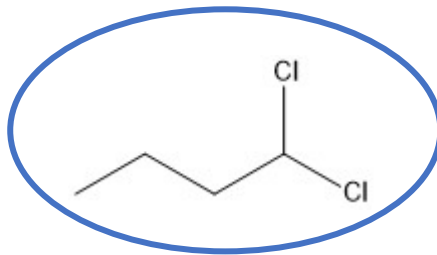
Del 2

20. **A. 3**
B. 4
C. 2
D. 1

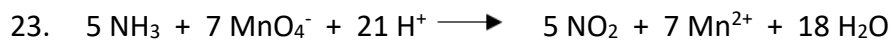
21.



22.



Det finns fler korrekta strukturer



24.	C	H	O
	40,0 massprocent	6,7 massprocent	53,3 massprocent
	40,0/12,01	6,7/1,008	53,3/16,00
	= 3,33056...	= 6,64683...	= 3,33125
	3,33056.../3,33056...	6,64683.../3,33056...	3,33125/3,33056...
	= 1	= 1,99571... \approx 2	= 1,00021... \approx 1

Ämnets empiriska formel är **CH₂O**

$pV = nRT$

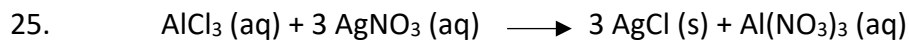
$$n = pV/RT = (101\,300 \cdot 0,000925)/(8,314 \cdot 564,15) = 0,01998 \text{ mol}$$

$$m = 3,6 \text{ g}$$

$$M (\text{ämnet}) = m/n = 1,8/0,01998 = 90,1 \text{ g/mol}$$

$$M (\text{CH}_2\text{O}) = 30,026 \text{ g/mol}$$

$$90,1/30,026 = 3 \rightarrow \text{Ämnets molekylformel är } (\text{CH}_2\text{O})_3 \text{ eller } \underline{\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3}$$



1	:	3	:	3	:	1
V: 0,4000 dm ³		0,5000 dm ³				
c: 0,0050 mol/dm ³		0,010 mol/dm ³				
n=c·V=0,0050·0,4000=		n=c·V=0,010·0,5000=				
=0,002 mol		=0,005 mol				
överskott		begränsande				
		ämne				
n(Cl ⁻)kvar = 3·0,002 – 0,005 = 0,001 mol						
c(Cl ⁻)kvar = 0,001/0,9 = 0,001111 ≈ <u>0,0011 mol/dm³</u>						



$\text{N}=\text{N} \quad \text{O}=\text{O} \quad \text{N}=\text{N}=\text{O}$

$$\Delta H = 2 \cdot 945 + 498 - (2 \cdot 690 + 2X)$$

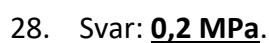
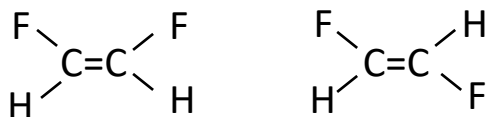
$$2 \cdot 945 + 498 - (2 \cdot 690 + 2X) = 164$$

$$2 \cdot 945 + 498 - 2 \cdot 690 - 2X = 164$$

$$2 \cdot 945 + 498 - 2 \cdot 690 - 164 = 2X$$

$$2X = 844$$

X = 422 kJ/mol



(Behöver inte beräknas, ty $n(\text{O}_2) = n(\text{CO}_2)$).

Rättningsmall

Allmänt:

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

1. heltal eller fritt antal decimaler (1 p)
2. bara kaliumjon räcker ej (1 p)
3. - (1 p)
4. - (1 p)
5. aggregationstillstånd behövs ej (1 p)
6. - (1 p)
7. korrekt substansmängd för Cu_2S +1 p (2 p)
8. 1 fel -1 p, 2 fel 0 p (dipolbindningar i stället för dipol-dipolbindningar ok för mig – känns som tårta på tårta) (2 p)
9. 1 fel -1 p, 2 fel 0 p (2 p)
10. ädelgasskal eller 8 valenselektroner eller full valensskal är okej (1 p)
11. a. - (1 p)
b. - (1 p)
12. a. - (2 p)
b. - (1 p)
13. - (1 p)
14. - (1 p)
15. a. - (1 p)
15. b. - (1 p)
16. - (1 p)
17. a. - (1 p)
17. b. - (1 p)
17. - (2 p)
18. 1 fel -1 p, 2 fel 0 p (2 p)
19. a. - (2 p)
b. - (1 p)
20. – (1 p)
21. – (1 p)
22. ritar bara två strukturisomerer med samma summaformel - 1 p
23. rätt balansering på redox-paret + 1 p
24. korrekt empirisk formel + 1 p
25. $n(\text{AlCl}_3)$ och $n(\text{Cl}^-)$ är korrekta och insett att det sker en fällningsreaktion + 1 p

26. energi för brutna och bildade bindningar är korrekt beräknade + 1 p
felaktigt tecken på ΔH
27. – (1 p)
28. – (1 p)