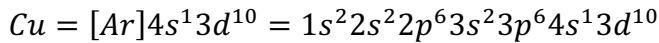


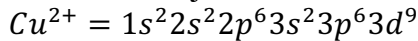
## Løsningsforklaringer til Aug20 Eksamen

### Opgave 1

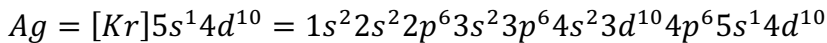
#### Svar A



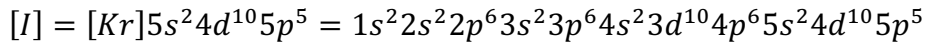
4s elektroner fjernes før 3d elektronerne, dermed fås at:



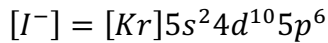
Herved ses at vi i alt har 6 elektroner i s-orbitalerne.



For et Ag atom er der dermed 9 elektroner i s-orbitalerne.



For  $I^-$  vil der komme en ekstra elektron, og denne vil placeres i 5p orbitalen:



Ved at sammenligne med Ag ses, at vi nu har en elektron ekstra i en 5s-orbitalen. Dermed må vi have 10 elektroner i s-orbitalerne.

### Opgave 2

#### Svar A

$$E = h \cdot \frac{c}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{h \cdot c}{E}$$

Slå Argons første ioniseringsenergi op i bogen (Tabel 8.2 s. 265):

$$E = 1521 \frac{kJ}{mol}$$

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s$$

$$c = 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$$

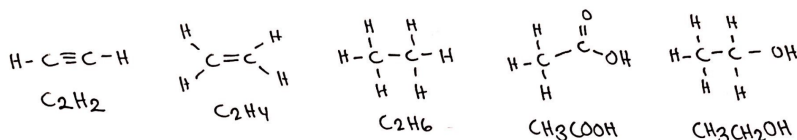
$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} mol^{-1}$$

Bemærk at fordi vi har fået givet energien i kJ/mol, så skal vi dele energien med Avogadros tal, så vi får energien i kJ.

$$\lambda = \frac{h \cdot c}{\frac{E}{N_A}} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} J \cdot s \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}}{\frac{1521 \cdot 10^3 \frac{J}{mol}}{6,022 \cdot 10^{23} mol^{-1}}} = 7,87 \cdot 10^{-8} m$$

### Opgave 3

#### Svar A



Desto højere bindingsorden, desto kortere bindingslængde. Dermed vil den korteste bindingslængde være for ethyn ( $C_2H_2$ ), som har en tripelbinding mellem to carbon-atomer.

### Opgave 4

#### Svar A

En polær kovalent binding dannes, når der er en elektronegativitetsforskel mellem atomerne på 0,3-2. Dermed kan elektronegativitetsforskellene udregnes for at se om molekylerne er polære (anvend figur 9.5 s. 296). Derudover har den geometrisk struktur også betydning for polariteten af et molekyle. Et symmetrisk molekyle vil være upolært.

$$BH_3: \chi(BH_3) = 2,1 - 2,0 = 0,1 \text{ (upolært)}$$

$$NH_3: \chi(NH_3) = 3,0 - 2,1 = 0,9 \text{ (polært)}$$

$NH_4^+$ : Upolært fordi dets struktur er tetraeder, hvor alle fire hydrogen-atomer er symmetrisk bundet til nitrogen-atomet, hvilket "fjerner" polariteten af N-H bindingerne.

$CH_2Cl_2$ : Struktur er tetraeder, som i dette tilfælde **ikke** er symmetrisk. Forskellen i elektronegativitet mellem carbon, hydrogen og chlor skaber et dipolmoment. Der vil derfor være en delvist positiv ladning ved hydrogen og en delvist negativ ladning på chlor.

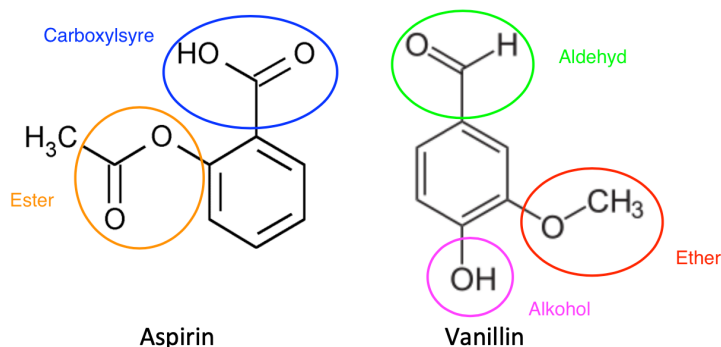
Elektronegativitetsforskellen mellem hydrogen og chlor indikerer også, at det er et polært stof:

$$\chi(Cl) - \chi(H) = 3,0 - 2,1 = 0,9$$

$XeF_2$ : Struktur er lineær og symmetrisk. Symmetrien gør, at det er upolært til trods for en polær Xe-F binding.

## Opgave 5

### Svar A



På ovenstående figur ses de funktionelle grupper, som er til stede i henholdsvis Aspirin og Vanillin. Dermed indeholder de to stoffer hverken en keton eller et amid.

## Opgave 6

### Svar A

Ioniske forbindelser: Dannes normalt mellem et metal og ikke-metal (positiv ladet ion og negativ ladet ion).

Kovalente forbindelser: Kovalente bindinger dannes mellem to atomer (ikke-metaller eller halv-metaller), som deles om elektronpar.

Molekylære forbindelse: Holdes sammen af intermolekylære kræfter f.eks. Van der Waals-kræfter.

Metalliske forbindelser: Bindinger dannes mellem metalatomer.

$\text{CuCl}$ : Er en ionisk forbindelse, da vi har en positivt ladet metal-ion  $\text{Cu}^+$  og en negativt ladet ikke-metal-ion  $\text{Cl}^-$ .

$\text{SiO}_2$ : Kovalent forbindelse, da silicium og oxygen deles om elektronpar for at danne bindinger til hinanden.

Ar: Molekylær forbindelse. Argon er upolært, og de enkelte argon-atomer vil interagere med hinanden via dispersions kræfter (Van der Waals-kræfter).

## Opgave 7

### Svar D

Anvend formelen for frysepunktssænkning:  $\Delta T_f = i \cdot K_f \cdot m$

Slå  $K_f$  op i bogen for vand (tabel 13.2 s.453):

$$K_f = 1,86 \frac{^{\circ}\text{C}}{m}$$

Det stof med den største frysepunktssænkning vil have det laveste frysepunkt.  
Frysepunktssænkningen udregnes for hvert af de 6 stoffer:

0,2 m NaCl:

$i = 2$ , da vi har 1  $\text{Na}^+$  og 1  $\text{Cl}^-$

$$\Delta T_f = i \cdot K_f \cdot m = 2 \cdot 1,86 \frac{^{\circ}\text{C}}{m} \cdot 0,2m = 0,74^{\circ}\text{C}$$

0,15 m  $\text{CaCl}_2$ :

$i = 3$ , da vi har 1  $\text{Ca}^{2+}$  og 2  $\text{Cl}^-$

$$\Delta T_f = i \cdot K_f \cdot m = 3 \cdot 1,86 \frac{^{\circ}\text{C}}{m} \cdot 0,15m = 0,84^{\circ}\text{C}$$

0,25 m  $\text{CH}_2(\text{OH})\text{CH}_2(\text{OH})$ :

$i = 1$

$$\Delta T_f = i \cdot K_f \cdot m = 1 \cdot 1,86 \frac{^{\circ}\text{C}}{m} \cdot 0,25m = 0,47^{\circ}\text{C}$$

0,12 m  $\text{FeCl}_3$

$i = 4$ , da vi har 1  $\text{Fe}^{3+}$  og 3  $\text{Cl}^-$

$$\Delta T_f = i \cdot K_f \cdot m = 4 \cdot 1,86 \frac{^{\circ}\text{C}}{m} \cdot 0,12m = 0,89^{\circ}\text{C}$$

0,3 m urea:

$i = 1$

$$\Delta T_f = i \cdot K_f \cdot m = 1 \cdot 1,86 \frac{^{\circ}\text{C}}{m} \cdot 0,3m = 0,56^{\circ}\text{C}$$

Herved ses, at 0,12 m  $\text{FeCl}_3$  har den største frysepunktssænkning og dermed må denne opløsning have det laveste frysepunkt.

## Opgave 8

### Svar A

For en 1. ordens reaktion kan halveringstiden findes ved at bruge følgende formel:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{k}$$

Dermed skal vi finde hastighedskonstanten ved 50°C, dette gøres ved at bruge følgende ligning:

$$\ln\left(\frac{k_1}{k_2}\right) = \frac{E_a}{R} \left( \frac{T_1 - T_2}{T_1 T_2} \right)$$

$$\ln\left(\frac{8 \cdot 10^{-4} \text{ s}^{-1}}{k_2}\right) = \frac{85 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}}{8,314 \frac{\text{J}}{\text{molK}}} \left( \frac{303\text{K} - 323\text{K}}{303\text{K} \cdot 323\text{K}} \right) \quad (\text{løs for } k_2 \text{ i f.eks. Maple})$$

$$k_2 = 6,46 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Halveringstiden kan da udregnes til:

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{k_2} = \frac{\ln(2)}{6,46 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}} = 107,2 \text{ s}$$

## Opgave 9

### Svar A

Ligevægtskonstanten opskrives:  $K_p = \frac{p(A_2)p(B_2)^3}{p(AB_3)^2}$

Partialtrykkene skal udregnes, og her anvender vi idealgasligningen med en antagelse om, at vi har et volumen på 1L:

$$p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V}$$

$$p(A_2) = \frac{0,11 \text{ mol} \cdot 0,0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 573\text{K}}{1\text{L}} = 5,17 \text{ atm}$$

$$p(B_2) = \frac{1,91 \text{ mol} \cdot 0,0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 573\text{K}}{1\text{L}} = 89,85 \text{ atm}$$

$$p(AB_3) = \frac{0,25 \text{ mol} \cdot 0,0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 573\text{K}}{1\text{L}} = 11,76 \text{ atm}$$

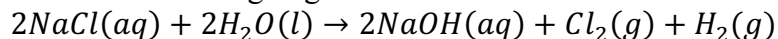
Partialtrykkene indsættes i udtrykket for ligevægtskonstanten:

$$K_p = \frac{p(A_2)p(B_2)^3}{p(AB_3)^2} = \frac{5,17 \cdot 89,85^3}{11,76^2} = 27116$$

## Opgave 10

### Svar C

Afstem reaktionsligningen:



Udregn stofmængden af NaCl der anvendes:

$$M(\text{NaCl}) = 58,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$n(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ g}}{58,44 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 17,11 \text{ mol}$$

Ud fra reaktionsligningen ses at NaCl og Cl<sub>2</sub> reagerer i forholdet 2:1. Stofmængden af Cl<sub>2</sub> er da:

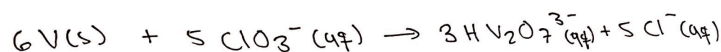
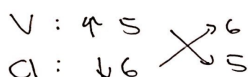
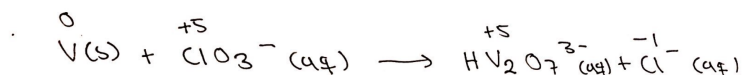
$$n(\text{Cl}_2) = \frac{1}{2} \cdot 17,11 \text{ mol} = 8,56 \text{ mol}$$

Voluminet af Cl<sub>2</sub> (g) kan regnes ud fra idealgasligningen:

$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{8,56 \text{ mol} \cdot 0,0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298 \text{ K}}{1 \text{ atm}} = 209 \text{ L}$$

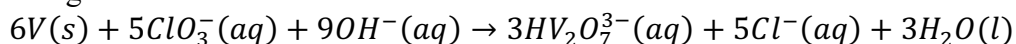
## Opgave 11

### Svar D



Først bestemmes oxidationstrinnene for vanadium og chlor. Her ses at vanadium oxideres (oxidationstrin stiger fra 0 til +5), mens chlor reduceres (oxidationstrin falder fra +5 til -1). Herved skal koefficienten foran vanadium være 6 (bemærk at vi på højre side allerede har to vanadium-atomer, og dermed skal koefficienten foran være 3) og koefficienten foran chlor være 5. Summen af koefficienterne er dermed: 6+5+3+5 = 19

Den fuldstændig afstemte reaktion ses neden for:



### Opgave 12

#### **Svar B**

Beregn stofmængden af luft ved at anvende idealgasligningen:

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{2 \text{ atm} \cdot 2 \text{ L}}{0,0821 \frac{\text{L} \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 298 \text{ K}} = 0,163 \text{ mol}$$

$$M(N_2) = 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$m(N_2) = 0,163 \text{ mol} \cdot 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4,56 \text{ g}$$

### Opgave 13

#### **Svar D**

Anvend Appendix 2 i lærebogen.

$$\begin{aligned}\Delta G^\circ_{rxn} &= \sum n \Delta G^\circ_f(\text{produkter}) - \sum m \Delta G^\circ_f(\text{reaktanter}) \\ \Delta G^\circ_{rxn} &= 4 \cdot G^\circ_f(CO_2(g)) + 6 \cdot G^\circ_f(H_2O(l)) - (2 \cdot G^\circ_f(C_2H_6(g)) + 7 \cdot G^\circ_f(O_2(g))) \\ \Delta G^\circ_{rxn} &= (4 \cdot (-394,4) + 6 \cdot (-237,2) - (2 \cdot (-32,89) + 7 \cdot 0)) \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -2935 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\end{aligned}$$

### Opgave 14

#### **Svar A**

Anvend formel for varmekapacitet:

$$q = m \cdot s \cdot \Delta T = C \cdot \Delta T$$

Ved konstant tryk gælder at:

$$\Delta H = q$$

Det vil sige:

$$\Delta H = m \cdot s \cdot \Delta T$$

Vands specifikke varmekapacitet er givet ved (Tabel 6.2 s 193):

$$s = 4,184 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}$$

$$m = 1000 \text{ g}$$

Temperaturændringen kan da udregnes til:

$$\Delta T = \frac{\Delta H}{m \cdot s} = \frac{-132,5 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} \cdot 1 \text{ mol}}{1000 \text{ g} \cdot 4,184 \frac{\text{J}}{\text{g}^\circ\text{C}}} = -32^\circ\text{C}$$

Temperaturen ændres dermed med 32°C.

### Opgave 15

#### Svar A

Udregn pOH:

$$pOH = 14 - pH = 14 - 1,5 = 12,5$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-12,5} = 3 \cdot 10^{-13} M$$

### Opgave 16

#### Svar A

	HCN	+	H <sub>2</sub> O	→	CN <sup>-</sup>	+	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>
Før ligevægt	0,5 M						
Ligevægt	0,5 M-x				x		x

Opskriv ligevægtskonstanten:

$$K_a = \frac{[CN^-][H_3O^+]}{[HCN]}$$

$$K_a = 10^{-pK_a} = 10^{-9,3} = 5,01 \cdot 10^{-10}$$

Ud fra ovenstående tabel kan vi indsætte følgende i ligevægtsudtrykket for K<sub>a</sub>:

$$K_a = \frac{[CN^-][H_3O^+]}{[HCN]} = \frac{x \cdot x}{(0,5 - x)}$$

Dermed kan vi løse følgende ligning for at finde x:

$$K_a = \frac{x^2}{(0,5 - x)} \Leftrightarrow 5,01 \cdot 10^{-10} = \frac{x^2}{(0,5 - x)} \Rightarrow x = 1,58 \cdot 10^{-5} M$$

Det vil sige at  $[H_3O^+] = 1,58 \cdot 10^{-5} M$

pH kan nu udregnes for opløsningen:

$$pH = -\log([H_3O^+]) = -\log(1,58 \cdot 10^{-5}) = 4,8$$

Obs: Når I regner i Maple så husk at skriv log10



### Opgave 17

#### **Svar E**

Til at løse opgaven anvend tabel 19.1 s. 673.

Ved anoden forløber oxidation og ved katoden forløber reduktion. Vi skal finde et metal, som er stærkt nok til at kunne oxidere Pb, dvs. have et højere reduktionspotentiale end Pb. Hg er det eneste metal ud af de fem, som har et større reduktionspotentiale end Pb, og må derfor være den rigtige svarmulighed.

### Opgave 18

#### **Svar A**

Til besvarelse af opgaven anvendes Tabel 19.1 s. 673

Først opskrives halvcellereaktionerne:

Katode (reduktion):  $2Fe^{3+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow 2Fe^{2+}$  ( $E^{\circ} = +0,77V$ )

Anode (oxidation):  $Sn(s) \rightarrow Sn^{2+} + 2e^{-}$  ( $E^{\circ} = -0,14V$ )

$$E^{\circ}_{celle} = E^{\circ}_{katode} - E^{\circ}_{anode} = 0,77V - (-0,14V) = 0,91V$$

K kan udregnes ud fra følgende ligning:

$$E^{\circ}_{celle} = \frac{0,0257V}{n} \cdot \ln(K)$$

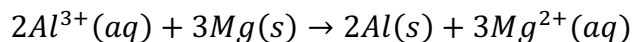
$n = 2$ , da der sker en overførsel af 2 elektroner i reaktionen (se halvcellereaktioner).

$$E^{\circ}_{celle} = \frac{0,0257V}{n} \cdot \ln(K) \Leftrightarrow 0,91V = \frac{0,0257V}{2} \cdot \ln(K) \Rightarrow solve$$

$$K = 5,7 \cdot 10^{30}$$

## Opgave 19

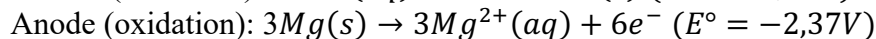
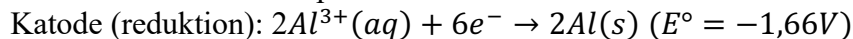
### **Svar E**



*Udsagn A: rigtigt*

Hvis  $E_{\text{celle}}^{\circ} > 0$  så er reaktionen spontan.

Halvcellereaktionerne opskrives:



$$E_{\text{celle}}^{\circ} = E_{\text{katode}}^{\circ} - E_{\text{anode}}^{\circ} = -1,66V - (-2,37V) = 0,71V$$

$E_{\text{celle}}^{\circ} > 0$  og dermed er reaktionen spontan.

*Udsagn B: rigtigt*

Anvend formel  $\Delta G^{\circ} = -nFE_{\text{celle}}^{\circ}$

Af ovenstående halvcellereaktioner ses at  $n = 6$ .

$$\Delta G^{\circ} = -6 \cdot 96500 \frac{C}{mol} \cdot 0,71V = -411 \frac{kJ}{mol}$$

*Udsagn C: rigtigt*

Cellespændingen afhænger ikke af reaktionskoefficienterne.

*Udsagn D: rigtigt*

Ved at betragte ligningen neden for ses, at celledspændingen afhænger af koncentration:

$$E_{\text{celle}} = E_{\text{celle}}^{\circ} - \frac{0,0257V}{n} \ln Q$$

$$Q = \frac{[Mg^{2+}]^3}{[Al^{3+}]^2}$$

Når  $Q$  øges, så falder  $E_{\text{celle}}$ . Ved at fordoble koncentrationen af  $Al^{3+}$  ses, at  $Q$  mindskes og dermed må  $E_{\text{celle}}$  øges.

*Udsagn E: forkert*

Ved ligevægt er  $Q = K$

$K$  kan udregnes ud fra følgende ligning:

$$\Delta G^{\circ} = -R \cdot T \cdot \ln(K)$$

$$-411 \frac{kJ}{mol} = -8,314 \frac{J}{mol \cdot K} \cdot 298K \cdot \ln(K) \Rightarrow \text{løs ligning}$$

$K = 1,1 \cdot 10^{72}$  og dermed ikke lig med 1.

## Opgave 20

### Svar C

I komplekset  $[CoCl_4]^{2-}$  har cobalt oxidationstrin +2, og dermed har vi 7 d-elektroner, da cobalt står i gruppe 9 i det periodiske system.

Antal d-elektroner: Gruppenummer – oxidationstrin =  $9 - 2 = 7$

Co(II) =  $d^7$

$[CoCl_4]^{2-}$  er et høj-spin kompleks, og ud fra dets energidiagram (tetraeder) ses, at der er 3 uparrede elektroner.

