



Chalmers Tekniska Högskola
Institutionen för Kemi och kemiteknik

TENTAMEN

OBS! ALLA LÖSNINGAR OCH SVAR SKRIVS DIREKT I TESEN. INGA LÖSBLAD KOMMER ATT RÄTTAS!

KOD:

KURSNAMN	Kemi
PROGRAM: år	Tekniskt Basår 2019/2020
KURSBETECKNING	LET923 0104
EXAMINATOR	Ulf Jäglid
TID FÖR TENTAMEN	Måndag 13 januari 2020
HJÄLPMEDEL	Typgodkänd (Chalmers godkänd) räknare, ”Formler och Tabeller” (Natur och Kultur)
ANSV. LÄRARE:	Robin Faust Jan Froitzheim Christine Geers Cecilia Geijer Fredrik Hildor Ulf Jäglid Pavleta Knutsson Mikael Molin Tommy Sand Britt-Marie Steenari
DATUM FÖR ANSLAG av resultat	Senast den 6 februari
TENTAMENSGRANSKNING	Meddelas senare
ÖVRIG INFORMATION Tentamen skrivs anonymt. Konstanter fås ur tabell. Tentamen omfattar totalt 100 p. Svar och lösningar skrivna på lösblad kommer <u>inte</u> att rättas. 50-64 p betyg 3, 65-79 p betyg 4, 80-100 p betyg 5.	

- b) Beräkna volymen på väderballongen (fullständigt elastiskt) på 4500 meters höjd då trycket är 56,5 kPa och temperaturen är -15°C.

$$PV = nRT$$

$$V = nRT / P = (8,205973 \cdot 10^4 \cdot 8,314 \cdot 258,15) / 56,5 \cdot 10^3 = 3128,267 \text{ m}^3$$

Svar: 3117 m³

(6p)

4. Föroreningar kan vara ett stort problem när man jobbar i labbet. Att tvätta sina bägare och kolvar är därför en självklarhet. I vilken utsträckning man behöver skölja ur sitt laboratorieglas är en intressant fråga.
- a) Anta att 0,5 volym% av en lösning i en 100 cm³ mätkolv stannar kvar i kolven efter varje tömning. Du har 100 cm³ av en 5,0 mol/dm³ lösning av CuSO₄(aq) i kolven. Du tömmer mätkolven och fyller direkt på med vatten till volymen 100 cm³ (du glömmer alltså att skölja ur den). Vilken koncentration (mol/dm³) av CuSO₄ finns kvar i kolven?

Volym lösning kvar i kolven efter tömning: $v = 100 \text{ cm}^3 \cdot 0,005 = 0,5 \text{ cm}^3$

Antal mol CuSO₄ i 0,5 cm³: $n = 5,0 \text{ mol/dm}^3 \cdot 5,0 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^3 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

$C = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / 0,0995 \text{ dm}^3 = 0,025 \text{ mol/dm}^3$ (antagandet 0,1 dm³ är okej)

Svar: 0,025 mol/dm³

- b) När man bearbetar metaller kan även små mängder av ”föroreningar” göra stor skillnad på egenskaperna. Olika legeringar kan exempelvis ändra styrkan hos stål. I verktyg som skiftnycklar kan stål med en legering innehållande bland annat krom och vanadin användas. Enligt standarden SAE-AISI 6150 gäller följande för stålet i skiftnycklar:
Krom (1 mass%), Mangan (0,8 mass%), Kol (0,5 mass%), Kisel (0,20 mass%) och Vanadin (0,25 mass%) i järn. Vad är molförhållandet mellan dessa ämnen? Skriv svaret på formen Fe:Cr:Mn:C:Si:V där Fe = 1. Visa beräkningsgången!



$$\text{Mass\% Fe} = 100 - 1 - 0,8 - 0,5 - 0,2 - 0,2 - 0,5 = 97,25 \text{ mass\%}$$

Antag 100 g totalt

$$n(\text{Fe}) = 97,25 \text{ g} / 55,85 \text{ g/mol} = 1,741 \text{ mol}$$

$$n(\text{Cr}) = 1 \text{ g} / 52 \text{ g/mol} = 0,01923 \text{ mol}$$

$$n(\text{Mn}) = 0,8 \text{ g} / 54,94 \text{ g/mol} = 0,01456 \text{ mol}$$

$$n(\text{C}) = 0,5 \text{ g} / 12,01 \text{ g/mol} = 0,04167 \text{ mol}$$

$$n(\text{Si}) = 0,2 \text{ g} / 28,09 \text{ g/mol} = 0,007120 \text{ mol}$$

$$n(\text{V}) = 0,25 \text{ g} / 50,94 \text{ g/mol} = 0,004908 \text{ mol}$$

Fe:Cr:Mn:C:Si:V

$$1,741:0,01923:0,01456:0,007120:0,004908 \Rightarrow 1:0,011:0,0082:0,024:0,0041:0,0028$$

Svar: 1 (Fe) : 0,011 (Cr) : 0,0082 (Mn) : 0,024 (C) : 0,0041 (Si) : 0,0028 (V)

(6p)

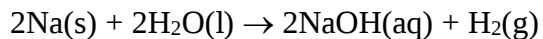
5. Ange i tabellen nedan den kemiska bindningstypen (mellan atomerna) och den dominerande intermolekylära växelverkan i föreningarna nedan.

Formelenhet	Typ av kemiska bindningar	<u>Dominerande</u> intermolekylär kraft
CH₃OH	<i>C-H</i> Kovalent bindning <i>C-O</i> Polär kovalent bindning <i>O-H</i> Polär kovalent bindning	Vätebindning
NH₃	<i>N-H</i> Polär kovalent bindning	Vätebindning
CH₃Cl	<i>C-H</i> Kovalent bindning <i>C-Cl</i> Polär kovalent bindning	Dipol-dipol växelverkan
NaCl	<i>Na-Cl</i> Jonbindning	Jon-jon växelverkan

(6p)

6. "Korta frågor - Snabba svar" - Markera ditt svar med ett tydligt kryss "X" i cirkeln för det alternativ som är rätt.

A. Hur många mol Na(s) krävs för att producera 5 mol vätgas enligt reaktionen



- ☐ 5 mol
- ☒ 10 mol
- ☐ 2,5 mol
- ☐ 15 mol

B. Vilket av följande system har mest troligt högst entropi?

- ☐ Vatten i fast fas
- ☒ Etanol i gasfas
- ☐ Oktan i vätskefas
- ☐ Alla har samma entropi

C. Vilken förening kan förväntas ha högst kokpunkt?

- ☐ CH₄
- ☐ C₂H₆
- ☐ CH₃Cl
- ☒ CH₃OH

D. Vilken av följande elektronkonfiguration är rätt för kalcium, Ca?

- ☐ K: 2 L: 8 M: 10
- ☐ K: 1 L: 1 M: N: 18
- ☐ K: 1 L: 8 M: 8 N: 3
- ☒ K: 2 L: 8 M: 8 N: 2

E. Vilket av följande ämnen är en keton?

- ☐ C₃H₇OH
- ☐ C₂H₅COOH
- ☒ CH₃COCH₃
- ☐ CH₃COOCH₃

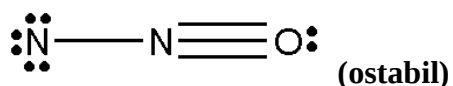
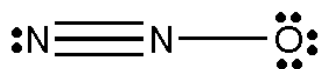
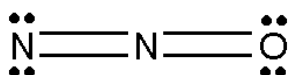
7. I lustgassystemet NOS (Nitrous Oxide System) används lustgas (N_2O) istället för luft vid förbränning av ett bränsle. Detta system kan användas i bilar för att ge en extra boost och har blivit allmänt känt sedan det använts i dataspel som "Need For Speed".

- a) Rita de två möjliga elektronformlerna (Lewisstruktur) för lustgas.
Tips: En kväveatom är i mitten och alla atomer följer oktettregeln

I.

II.

Två av dessa tre ger poäng:



- b) Skriv upp oxidationstalet (OT) för lustgas och andra vanliga kväveföreningar.



OT för N: +I

OT för O: -II



OT för N: +IV

OT för O: -II



OT för N: -III

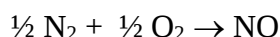
OT för H: +I



OT för N: +V

OT för O: -II

- c) Beräkna entalpiändringen för reaktionen när NO bildas enligt

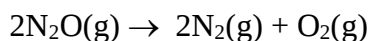


utifrån bindningsenergierna: $E(\text{N}\equiv\text{N}) = 944 \text{ kJ/mol}$, $E(\text{O}=\text{O}) = 498 \text{ kJ/mol}$,
 $E(\text{N}=\text{O}) = 630 \text{ kJ/mol}$. Är reaktionen exoterma eller endoterm? Visa beräkningsgången.

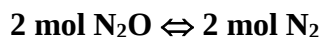
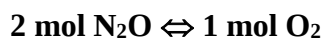
$$\Delta H = (\frac{1}{2} E(\text{N}\equiv\text{N}) + \frac{1}{2} E(\text{O}=\text{O})) - E(\text{N}=\text{O}) = (\frac{1}{2} \cdot 944 + \frac{1}{2} \cdot 498) - 630 = +91 \text{ kJ/mol}$$

Svar: +91 kJ/mol Reaktionen är Endoterm (krävs energi)

- d) I lustgassystem sönderfaller lustgasen till kvävgas och syrgas enligt reaktionen:



Vad blir halten syrgas i en cylinder i bilens motor? Anta att systemet är idealt och volymen som bränslet upptar är försumbar och att lustgasen sönderfaller helt. Ange svaret i volym%.



V är proportionellt mot n (enligt $PV = nRT$)

vilket ger $\Rightarrow$ volym% syrgas = $(1 / (1+2)) \cdot 100 = 33,33 \text{ volym\% syrgas}$

Svar: 33 volym%

- e) Lustgas framställs industriellt från ammoniumnitrat som hettas upp i inert atmosfär och sönderfaller till lustgas och vatten. Ange en balanserad reaktionsformel för denna reaktion.



- f) Utifrån reaktionsformeln i d), hur mycket ammoniumnitrat (massa) krävs för att tillverka lustgas till en 10,0 pund flaska (10,0 pund = 4,54 kg)? Anta 100% utbyte. Visa beräkningsgången.

$$m(\text{N}_2\text{O}) = 4540 \text{ g}$$

$$n(\text{N}_2\text{O}) = m(\text{N}_2\text{O}) / M(\text{N}_2\text{O}) = 103,2 \text{ mol}$$

$$1 \text{ mol NH}_4\text{NO}_3 \Leftrightarrow 1 \text{ mol N}_2\text{O}$$

$$n(\text{NH}_4\text{NO}_3) = n(\text{N}_2\text{O}) = 103,2 \text{ mol}$$

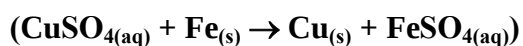
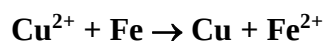
$$m(\text{NH}_4\text{NO}_3) = n(\text{NH}_4\text{NO}_3) \cdot M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 103,2 \text{ mol} \cdot 80,06 \text{ g/mol} = 8262 \text{ g}$$

Svar: 8,26 kg

(10p)

8. I Falu gruva erhöjls i historisk tid en del koppar genom att man lät kopparsulfathaltigt gruvvatten reagera med järn.

- a) Förklara med reaktionsformel hur detta sker kemiskt.



- b) Vad kallas denna reaktionstyp?

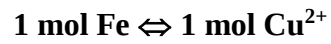
Redox



- c) Hur mycket järn måste minst tillsättas till 1,0 m³ gruvvatten som innehåller 0,05 gram/dm³ kopparjoner. Visa beräkningsgången.

$$m(\text{Cu}^{2+}) = 0,05 \cdot 1000 = 50,0 \text{ g}$$

$$n(\text{Cu}^{2+}) = m / M = 50,0 / 63,55 = 0,786782 \text{ mol}$$

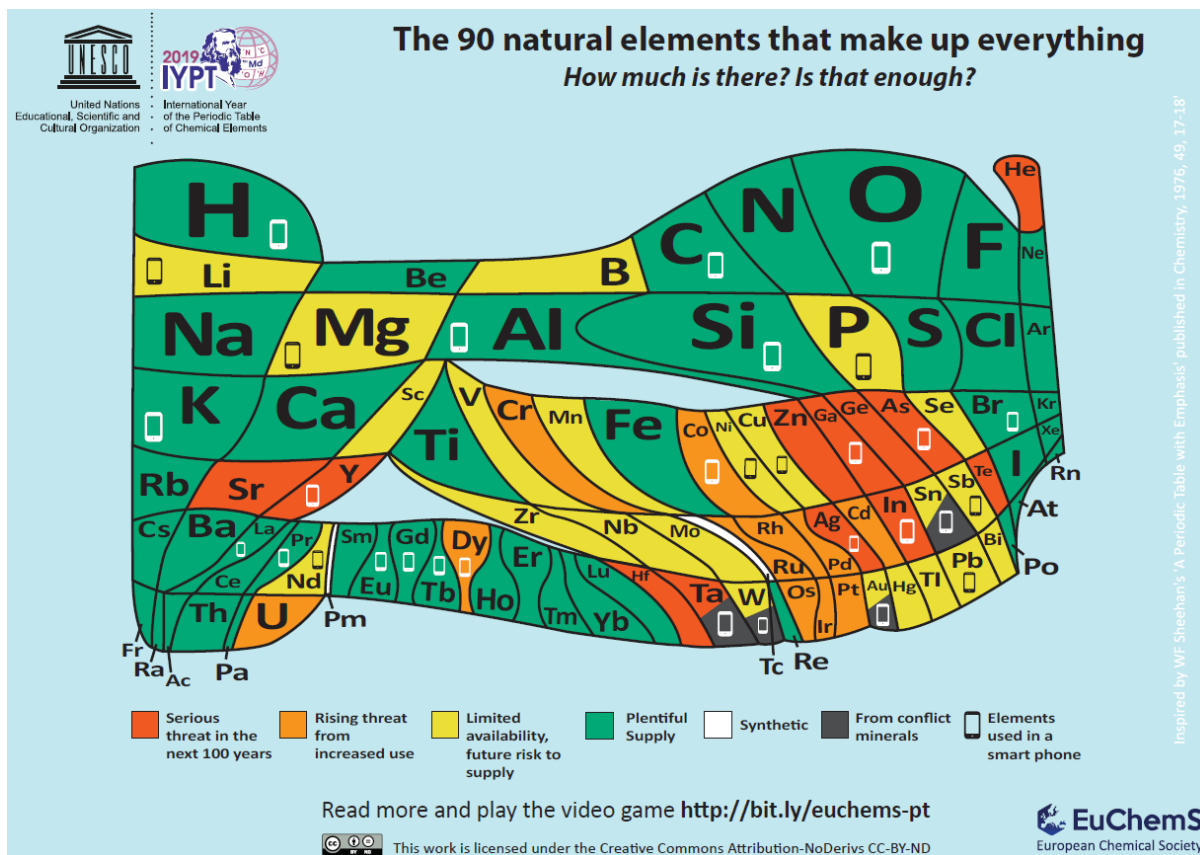


$$m(\text{Fe}) = (1/1) \cdot 0,786782 \cdot 55,84 = 43,9339 \text{ g}$$

Svar: 44 gram järn

(6p)

9. Grundämnena som finns i jordskorpan och som ingår i våra mobiltelefoner är inte jämnt fördelade geografiskt eller mängdmässigt. Nedan är en figur innehållande de 90 grundämnena som vi vanligtvis hittar i naturen. Storleken på varje ruta indikerar hur vanligt förekommande ämnet är. Många av de mer ovanliga ämnena är mycket viktiga i våra mobiltelefoner för att kunna driva alla dess funktioner, se  markeringen i figuren nedan.



- a) Nämn tre grundämnena som finns i den fjärde perioden och som används i mobiltelefoner.

Svar: Tre av dessa: K, Co, Ni, Cu, Ga, As, Br

- b) Ange en alkalimetall, alkalisk jordartsmetall och halogen som är vanliga i mobiltelefoner?

Svar: Alkalimetall: Li eller K

Alkalisk jordartsmetall: Mg

Halogen: Br

- c) Litium som används i Li-jon batterier i mobiltelefoner har blivit mycket omdiskuterade. Det gäller både tillgången av litium samt säkerheten vid användandet och olyckor. Vid en olycka eller överhettning sker många olika reaktioner som kan leda till kortslutning och att batterierna exploderar. Skriv och balansera två reaktioner; en när Li-metall reagerar med luftens syre samt en när Li-metall reagerar med vatten under gasutveckling.

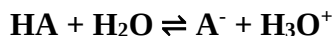
Svar: Li(s) reagerar med $\text{O}_2(\text{g})$: $4\text{Li} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Li}_2\text{O}$

Li(s) reagerar med $\text{H}_2\text{O(l)}$: $2\text{Li} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{LiOH} + \text{H}_2$ (7p)

10. Dadlar, som många äter till jul, innehåller bland annat antioxidanten resveratrol, som är en polyfenol. Fenol är det enklaste ämnet i gruppen fenoler. Fenol har molekylformeln $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ och är en svag syra.



- a) Skriv reaktionsformeln för fenols protolys i vatten. Ange fenol med den generella formen HA.



- b) Fenol har syrakonstanten $K_a = 3,02 \cdot 10^{-10}$. I en vattenlösning av fenol mäts pH till 5,26 vid 25 °C. Koncentrationen av fenolatjoner (den korresponderande basen till fenol) är samma som vätejonkoncentrationen i lösningen. Vad är fenolkoncentrationen i lösningen? Visa beräkningsgången.

$$K_a = [\text{A}^-][\text{H}_3\text{O}^+] / [\text{HA}]$$

$$[\text{HA}] = (10^{-5,26} \cdot 10^{-5,26}) / 3,02 \cdot 10^{-10} = 0,100 \text{ mol/dm}^3$$

Svar: $0,100 \text{ mol/dm}^3$ fenol

(6p)

11. a) Vad är vätejonkoncentration i en salpetersyralösning när $\text{pH} = 5,6$?

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-5,6} = 2,5119 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$$

Svar: $[\text{H}^+] = 2,5 \cdot 10^{-6} \text{ mol/dm}^3$

b) Vad är pH och pOH i en $0,001 \text{ mol/dm}^3 \text{ HCl(aq)}$ -lösning?

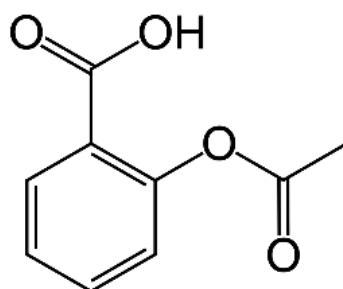
$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 0,001 = 3,0$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14 \Rightarrow \text{pOH} = 14 - 3 = 11,0$$

Svar: $\text{pH} = 3,0 : \text{pOH} = 11,0$

(4p)

12. Aspirin är världens äldsta syntetiska läkemedel (120 år) som har smärtstillande, febernedsättande och antiinflammatorisk effekt. Det är också ett av de mest använda läkemedlen med 100 miljarder tabletter som konsumeras per år (16 tabletter / världsmedborgare). Det verksamma ämnet i aspirin är acetylsalicylsyra. Stenåldersmänniskor tuggade bark eller blad från pilträdet som innehåller acetylsalicylsyra. Det kan därför sägas vara ett världens äldsta naturläkemedel. Acetylsalicylsyra har följande kemiska formel:



a) Ange summaformeln för denna molekyl (dvs. med varje atomslag summerat i formen $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$)

Svar: $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4$

- b) En aspirintablett innehåller 500 mg acetylsalicylsyra. Hur många molekyler acetylsalicylsyra finns i en tablett aspirin? Visa beräkningsgången.

$$n(\text{acetylsalicylsyra}) = 500 \cdot 10^{-3} / 180,16 = 2,775311 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

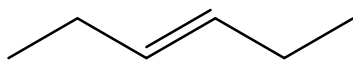
$$\text{Antal} = 2,775311 \cdot 10^{-3} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 1,6713 \cdot 10^{21}$$

Svar: $1,67 \cdot 10^{21}$ stycken molekyler

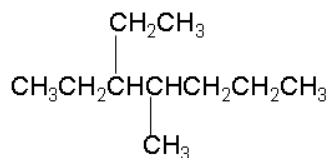
(6p)

13. Ge rationella namn på följande ämnen:

a)



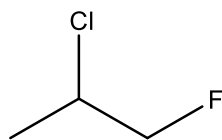
b)



trans-3-hexen

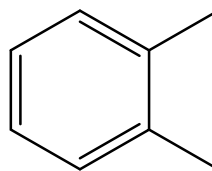
3-etyl-4-metylheptan

c)



1-fluoro-2-kloropropan

d)

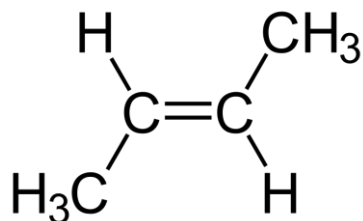


1,2-dimetylbensen

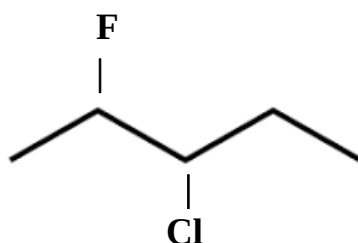
(8p)

14. Rita strukturformler för följande ämnen:

b) trans-2-buten



d) 2-fluoro-3-kloropentan



(4p)

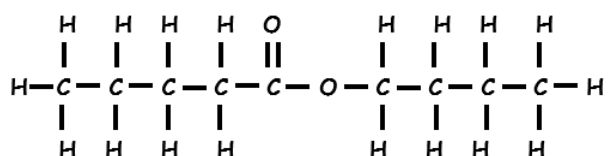
15. Ange reaktionstyp och vilken produkt som bildas (namn och strukturformel) när:

a) Pentansyra reagerar med 1-butanol

Reaktionstyp: Kondensation

Produktens namn: Butylpentanoat

Strukturformel:

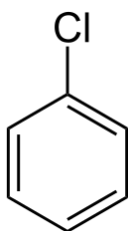


b) Bensen reagerar med klorgas

Reaktionstyp: Substitutionsreaktion

Produktens namn: Klorbensen

Strukturformel:

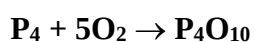


(6p)

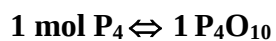
16. Carl Wilhelm Scheele (år 1742-1786) var en svensk kemist som anses som upptäckare av flera grundämnen och kemiska föreningar. Han tog även fram en teknik som gjorde det möjligt att utvinna fosfor i stor skala. Denna upptäckt bidrog även till att Sverige blev en av världens största tändstickstillverkare. Först användes vit fosfor i tändstickor då dessa gick att antändas mot alla sträva ytor (tända mot skosulan var populärt) men då vit fosfor självantänder vid 30°C fanns det stor risk att dessa tändstickor orsakade brand.



- a) Skriv en balanserad reaktionsformel när vit fosfor (P_4) förbränns i luft och bildar fosforpentoxid (P_4O_{10}).



- b) Hur mycket (massa) vit fosfor (P_4) behövs för att tillverka 150,0 gram fosforpentoxid (P_4O_{10})? Visa beräkningsgången.



$$n(P_4O_{10}) = 150,0 / 283,886 = 0,528381 \text{ mol}$$

$$m(P_4) = (1/1) \cdot 0,528381 \cdot 123,90 = 65,4664 \text{ g}$$

Svar: 65,5 gram

- c) Fosforpentoxid är också ett kraftigt torkmedel. Skriv en balanserad reaktionsformel när vatten reagerar med fosforpentoxid. *Tips: det bildas en ganska vanlig syra.*



- c) En förening som Scheele upptäckte var vätecyanid (HCN) som är mycket giftig och har en lukt av bittermandel. Intag av vätecyanid i farliga doser kan leda till andnöd och dödsfall. Dessvärre innehåller många olika livsmedel så kallade cyanogena glykosider som bildar vätecyanid, exempel är kassava, bittermandel och linfrön. Livsmedelsverket rekommenderar därför ett intag av hela linfrön till maximalt 2 msk/dag (= 5 gram/dag) och faktiskt helt avråder från att äta krossade linfrön då de inte kan ge något helt säkert svar på vad som är säkert att äta (Livsmedelsverket 2019).
En studie visar att hela linfrön innehåller 120 mg/kg vätecyanid. Den akuta referensdosen för en vuxen person har uppskattats till 0,020 mg vätecyanid/kg kroppsvikt. Anta att en vuxen person har en kroppsvikt på 60 kg. Visa med beräkningar hur stor marginal Livsmedelsverket har antagit med avseende på linfrön och antagandet att allt vätecyanid går ut i kroppen. (Denna uppgift är baserat på en TB-lärares nyfikenhet/oro hur mycket linfrön hans mamma egentligen kan äta.)

Akut referensdos HCN för person som väger 60 kg: $0,02 \text{ mg/kg} \cdot 60 \text{ kg} = 1,2 \text{ mg}$

Massan linfrön som innehåller akut referensdos: $1,2 \text{ mg} / 120 \text{ mg/kg} = 0,01 \text{ kg} = 10,0 \text{ g}$

Svar: Livsmedelsverket rekommenderar en daglig dos på maximalt 5 gram linfrön.

För en person som väger 60 kg är akut referensdos: : 10,0 gram linfrön.

- d) Scheele upptäckte vätecyanid när han undersökte det mycket populära blå färgpigmentet "Prussian Blue", som var vanligt inom konstnärsvärlden fram till 1970-talet. De impressionistiska konstnärerna Mary Cassat och Vincent van Gogh använde till exempel delvis denna färg i sina tavlor. "Prussian Blue" har den kemiska formeln $[\text{Fe(III)}]_4[\text{Fe(II)(CN)}_6]_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ där $x = 14-16$. Vilken massa HCN går det åt för att tillverka 12,0 g "Prussian Blue" då $x = 14$? Visa beräkningsgången!



$$M(\text{PB}) = 1111.228 \text{ g/mol}$$

$$n(\text{PB}) = m(\text{PB}) / M(\text{PB}) = 0,0108 \text{ mol}$$

$$n(\text{HCN}) = 3 \cdot 6 \cdot n(\text{PB}) = 0,1944 \text{ mol}$$

$$m(\text{HCN}) = n(\text{HCN}) \cdot M(\text{HCN}) = 0,1944 \cdot 27,0253 = 5,2537 \text{ g}$$

Svar: 5,2 gram HCN

(11p)

Lycka till!