

Dansk kemiolympiade – 1. runde november 2022

Skriv kun på disse sider, og brug evt. Bagsiderne

Det forventes IKKE, at du kan nå at besvare alle spørgsmålene

Tidsrum: 120 min.

Tilladte hjælpemidler: Formelsamling, DATABOG *fysik & kemi* og lommeregner/PC. CAS-regner er ok.

Øvrige bøger og internet er IKKE tilladte.

Der er i alt 6 opgaver med i alt 33 spørgsmål.

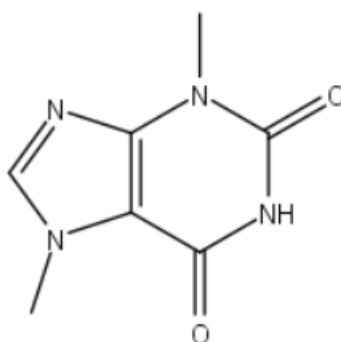
Der gives 10 point for hvert korrekt besvaret spørgsmål.

Navn, klasse og skole: _____

Opgave 1

I Schweiz kan de godt lide chokolade – og det kan vi også!

Hovedbestanddelen af kakaoen, der anvendes til at fremstille mørk og lys chokolade er stoffet theobromin, der kan ses herunder.



a) Angiv sumformlen for theobromin.

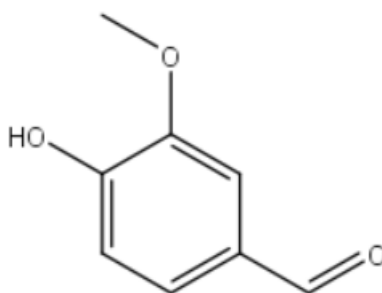
I mørk chokolade er der mindst 35 % theobromin, hvorimod der i lys chokolade typisk er ca. 20 – 30 % theobromin. I det følgende antager vi for nemheds skyld, at der er 35 % theobromin i mørk chokolade og 25 % theobromin i lys chokolade.

b) Beregn hvor mange flere theobromin-formelenheder, der er i 1,00 g mørk chokolade i forhold til 1,00 g lys chokolade.

Mennesker tolererer theobromin forholdsvis godt med en LD_{50} -værdi på ca. $1000 \frac{\text{mg}}{\text{kg kropsvægt}}$. Anderledes forholder det sig med vores firbenede venner. For hunde er $LD_{50} = 300 \frac{\text{mg}}{\text{kg kropsvægt}}$ mens det for katte er $LD_{50} = 200 \frac{\text{mg}}{\text{kg kropsvægt}}$ (men katte kan ikke smage sødt som hunde kan, så det er mindre sandsynligt, at en kat vil være interesseret i chokolade end en hund).

- c) Beregn hvor meget lys chokolade (målt i g) som en labrador på 65 kg maksimalt kan tåle at indtage i forhold til LD_{50} . Antag igen at theobrominindholdet er 25 %.

I lys chokolade tilsættes der ofte vanillin for at nedtone den bitre smag af theobromin.



- d) Hvilke funktionelle grupper indeholder vanillin og hvilken stofklasse tilhører de?

Vanillin kan oxideres til vanillinsyre.

- e) Beregn hvor meget vanillinsyre der skal til for at fremstille 0,500 L med en koncentration på 0,100 M.

Opløsningen fra e) ($c_{\text{vanillin}} = 0,100 \text{ M}$) anvendes til at bestemme koncentrationen af en ukendt opløsning af NaOH. Der afmåles 10,00 mL af vanillinsyre-opløsningen og ved ækvivalenspunktet var der anvendt 11,67 mL NaOH-opløsning.

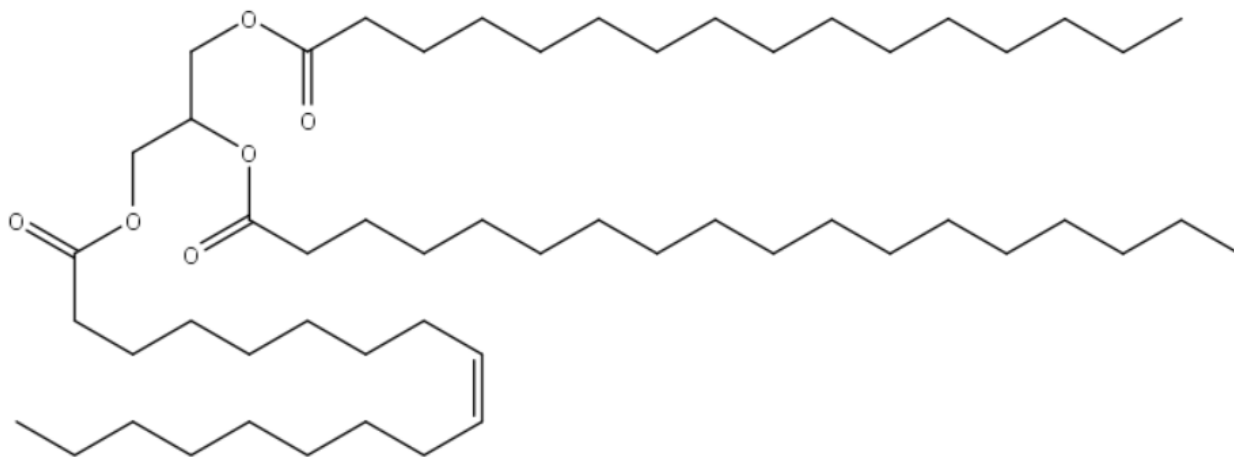
- f) Beregn c_{NaOH} .

Vanillinsyre er en svag syre. På et tidspunkt under titreringen er der 0,00025 mol vanillinsyre tilbage. På dette tidspunkt er $\text{pH} = 4,64$.

g) Bestem $\text{p}K_s$ for vanillinsyre.



I hvid chokolade er der slet ikke theobromin, men derimod kun kakaofedt. Kakaofedt består primært af triglyceridet PSO (P = palmitinsyre, S = stearinsyre, O = oliesyre), der kan ses herunder ($M_{\text{PSO}} = 861,431 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$).



Iodtallet for et fedtstof angiver hvor mange gram diiod, der kan adderes til 100 g af fedtstoffet.

h) Beregn iodtallet for triglyceridet PSO.

Opgave 2

Nogle elever kludrer lidt i det, da de skal lave en opløsning af $\text{Ba}(\text{OH})_2$. De afvejer 0,154 g vandfrit $\text{Ba}(\text{OH})_2$, men spilder noget af det da de vil overføre det til en 0,250 mL målekolbe. I stedet for at lave det om beslutter de sig for alligevel at fylde op med vand (det vil sige færdiggøre fremstillingen af opløsningen).

Derefter bliver de enige om at titrere 10,00 mL af opløsningen med 0,100 M HCl med phenolphthalein som indikator. Ved ækvivalenspunktet havde eleverne brugt 14,3 mL HCl.

- a) Beregn den forventede koncentration af den $\text{Ba}(\text{OH})_2$ -opløsning som eleverne havde tænkt sig at fremstille.

- b) Beregn den forbrugte stofmængde af HCl.

- c) Beregn hvor stor en masse vandfrit $\text{Ba}(\text{OH})_2$ eleverne spildte under fremstillingen af opløsningen.

- d) Beregn pH af den opløsning eleverne endte med at fremstille (ikke den planlagte).

Opgave 3

Chlorid, Cl^- , kan i sur væske reagere med chlorat ClO_3^- , hvorved der dannes dichlor, Cl_2 .

a) Opskriv et afstemt reaktionsskema for ovennævnte reaktion.

Reaktionen i a) blev undersøgt ved at måle en række sammenhørende værdier mellem startkoncentrationer og initialhastigheder. Forsøget blev udført ved 25 °C og resultatet kan ses herunder.

Forsøg	$[\text{Cl}^-]_0 / \text{M}$	$[\text{ClO}_3^-]_0 / \text{M}$	$[\text{H}^+]_0 / \text{M}$	v_0 / Ms^{-1}
1	0,15	0,080	0,20	0,000010
2	0,15	0,080	0,40	0,000040
3	0,15	0,16	0,40	0,000080
4	0,30	0,080	0,20	0,000020

b) Bestem reaktionsordenen med hensyn til både Cl^- , ClO_3^- og H^+ .

c) Bestem hastighedskonstanten, k , for reaktionen ved 25 °C.

- d) Beregn hvad initialhastigheden ville være hvis man havde lavet et eksperiment hvor $[\text{Cl}^-] = 0,25 \text{ M}$, $[\text{ClO}_3^-] = 0,14 \text{ M}$ og $[\text{H}^+] = 0,35 \text{ M}$.

Forsøget blev gentaget ved 135°C og her blev hastighedskonstanten bestemt til $k_{135} = 0,1397 \text{ M}^{-3}\text{s}^{-1}$.

- e) Bestem aktiveringsenergien for reaktionen.

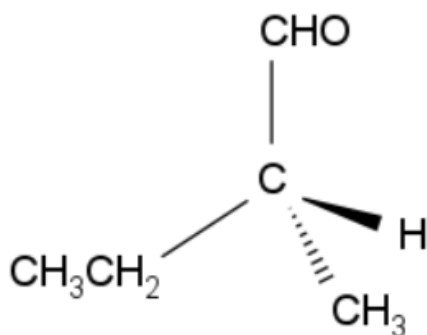
Opgave 4

Herunder ses en af de to mulige strukturer for 2-methyl-butanal. Det asymmetriske carbonatom er angivet med *.

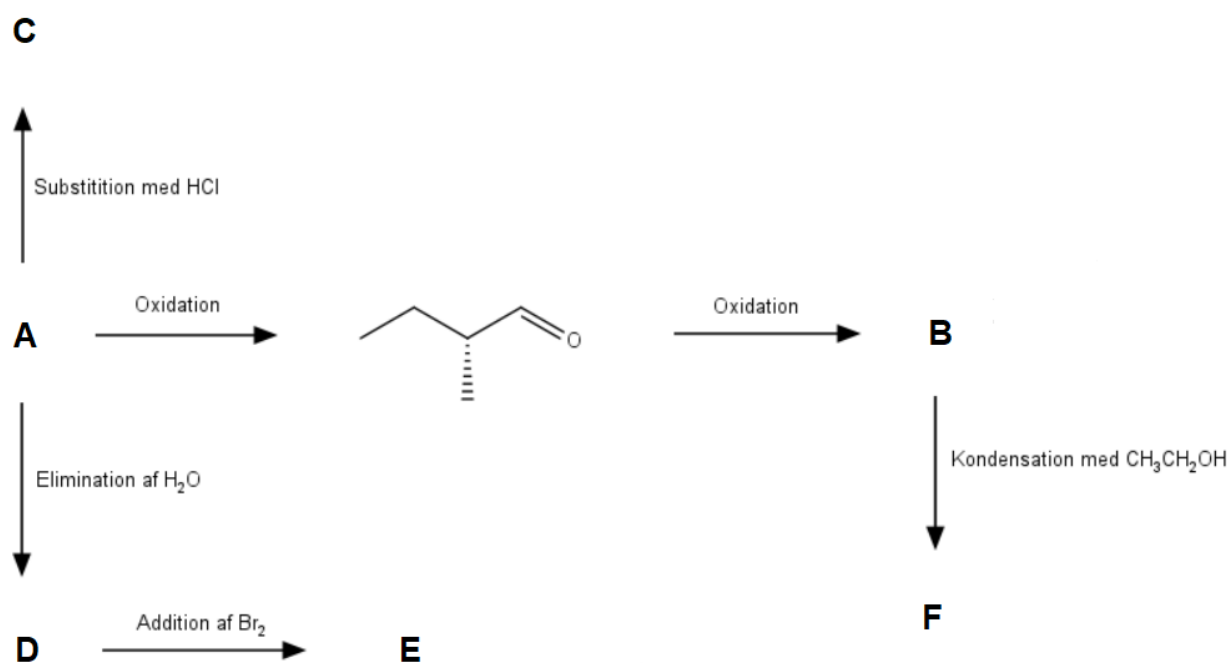


Den angivne isomer er *R*-formen. I svarboksen ses strukturen tegnet helt ud.

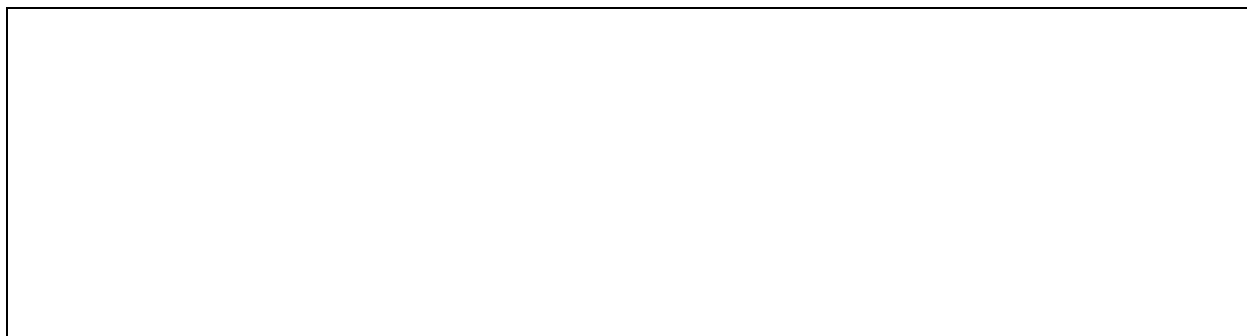
- a) Angiv med numrene 1, 2, 3 og 4 hvordan de fire substituenten skal prioriteres (1 = højest prioritet, 4 = laveste prioritet).



Med (2*R*)-2-methyl-butanal i centrum ses herunder en række reaktioner.



b) Tegn strukturen af **A**.



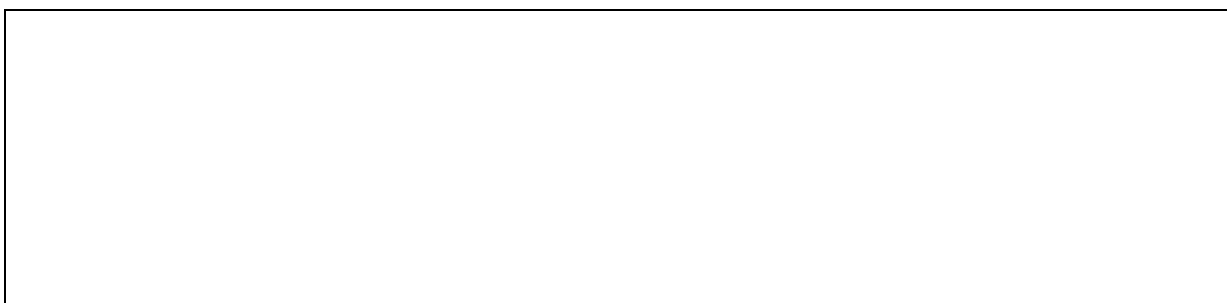
c) Tegn strukturen af **B**.



d) Tegn strukturen af **C**.



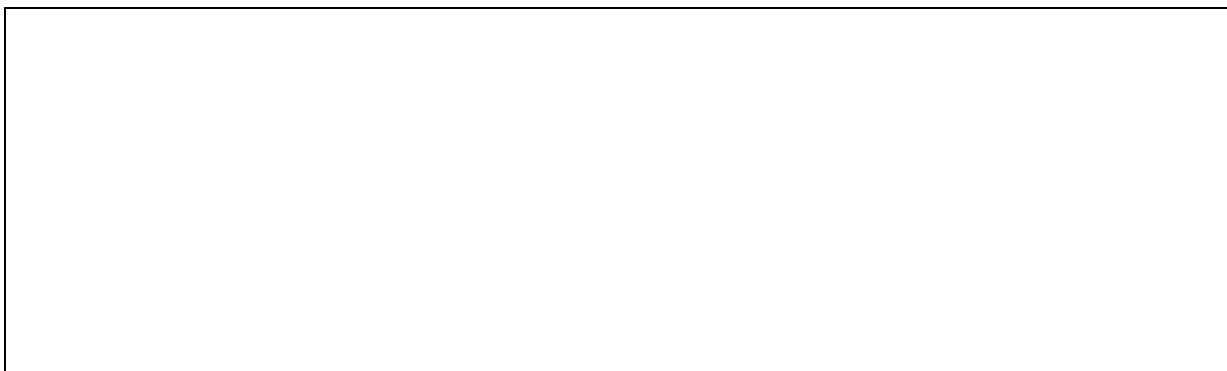
e) Tegn strukturen af **D**.



f) Tegn strukturen af **E**.

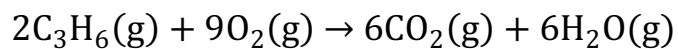


g) Tegn strukturen af **F**.



Opgave 5

Prop-1-en kan som alle andre carbonhydrider brænde. Reaktionen for den fuldstændige forbrænding kan ses herunder.



- a) Bestem oxidationstallene for de tre C'er i prop-1-en.

- b) Hvor mange elektroner overføres i alt ved denne redoxreaktion?

- c) Beregn ændringen i entalpi for forbrændingsreaktionen.

d) Beregn ændringen i entropi for forbrændingsreaktionen.

e) Beregn ændringen i standard Gibbs fri energi ved 400 °C for forbrændingsreaktionen.

f) Beregn ligevægtskonstanten for forbrændingsreaktionen ved 400 °C.

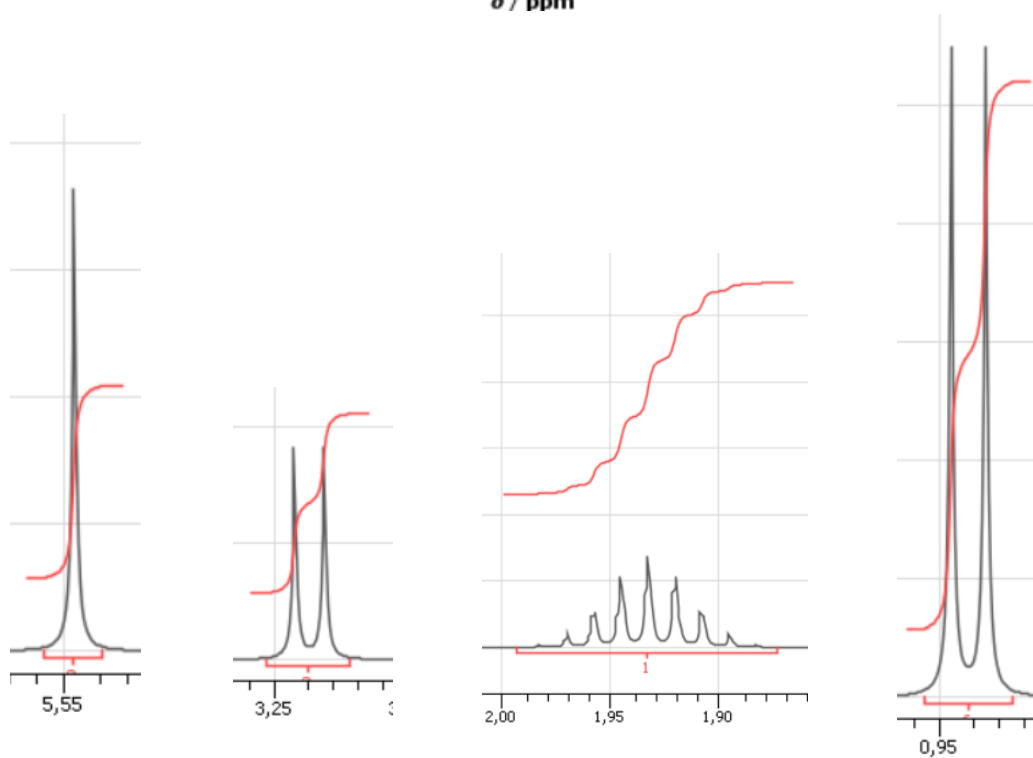
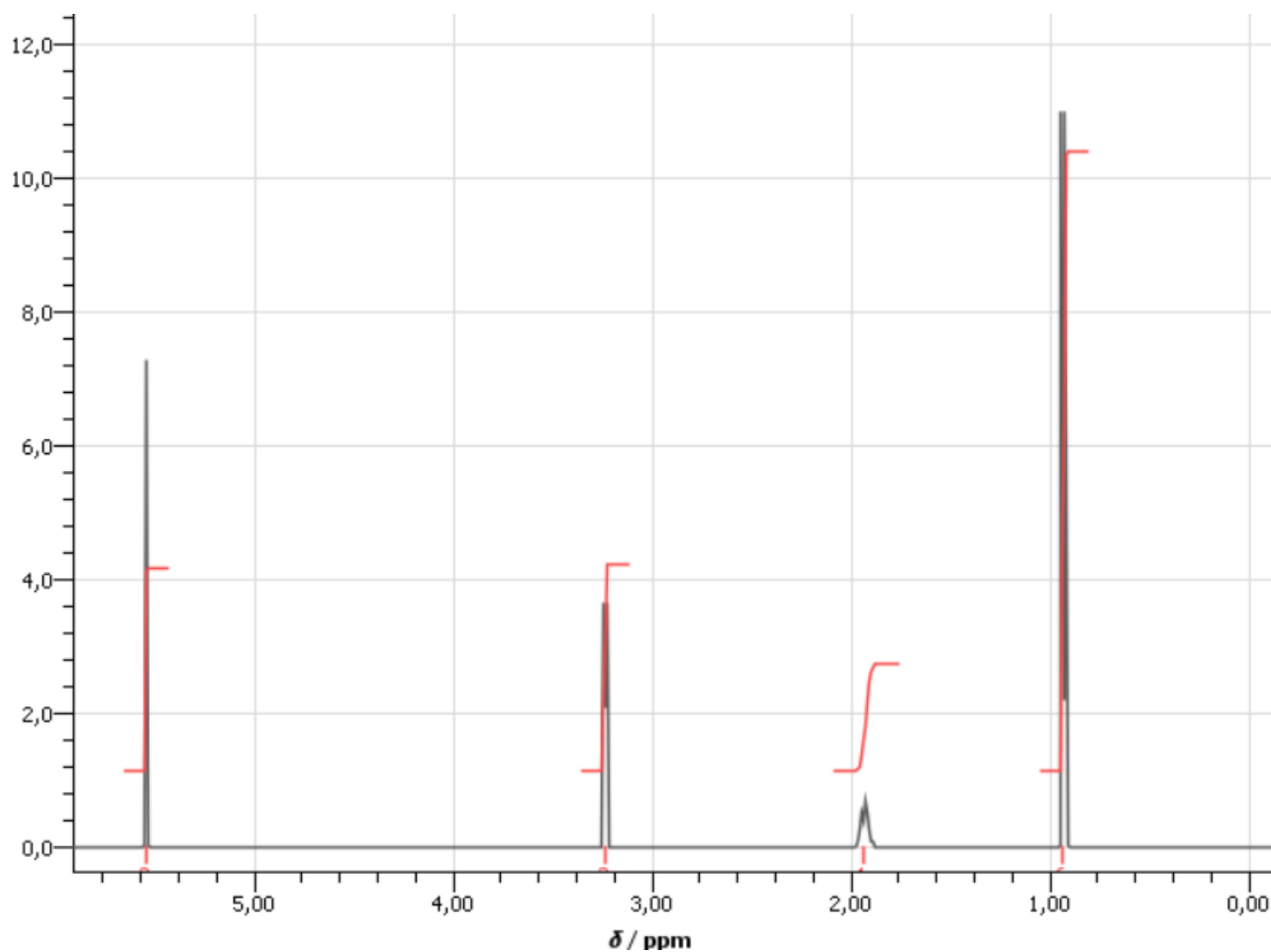
Opgave 6

En ikke-cyklisk organisk forbindelse **A** skal identificeres. Elementaranalyse af **A** giver, at forbindelsen indeholder (i masseprocent) 48,99 % C; 9,04 % H; 28,92 % Cl og 13,05 % O.

- a) Beregn den empiriske formel for **A**.

- b) Molarmassen bestemmes til at være $M(\mathbf{A}) = 122,59 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$. Bestem molekylformlen for **A**.

Herunder ses ^1H -NMR-spektret af **A** (forstørrelser indsat under fuldt spektrum).



c) Benyt integraler, kemiske skift og multiplicitet til at bestemme strukturen af **A**.