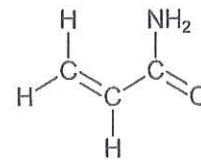


Opgave 2

Acrylamid i fødevarer

I 2002 viste undersøgelser af carbohydratholdige fødevarer, at der dannes acrylamid under grill-, friture- og ovntilberedning ved høje temperaturer. Det er et fænomen, vi har levet med i flere tusinde år, men da acrylamid anses for at være kræftfremkaldende, har den nye viden givet anledning til en del bekymring.

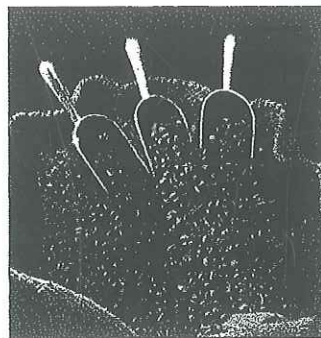


acrylamid

Der findes i dag ikke en grænseværdi for acrylamidindholdet i fødevarer. Men EU har i 1998 sat en grænseværdi på 0,1 µg/L i drikkevand.

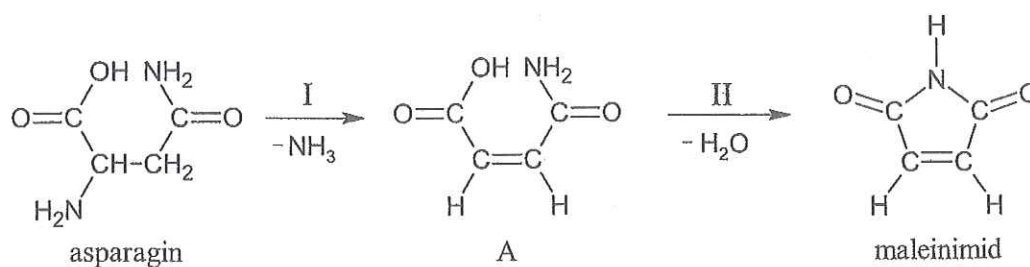
Der er fundet forholdsvis høje koncentrationer af acrylamid i kartoffelchips, pommes frites, knækbrød, morgenmadsprodukter og kaffe.

Fødevarergruppe	Indhold i µg/kg
Chips	330 - 3700
Pommes frites	50 - 5000
Knækbrød	< 30 - 4000
Morgenmadsprodukter	< 30 - 1400
Kaffe (færdigbrygget)	< 10 - 37 (µg/L)



Under tilberedning af fødevarer ved høje temperaturer reagerer aminosyren asparagin med carbohydrater og danner acrylamid.

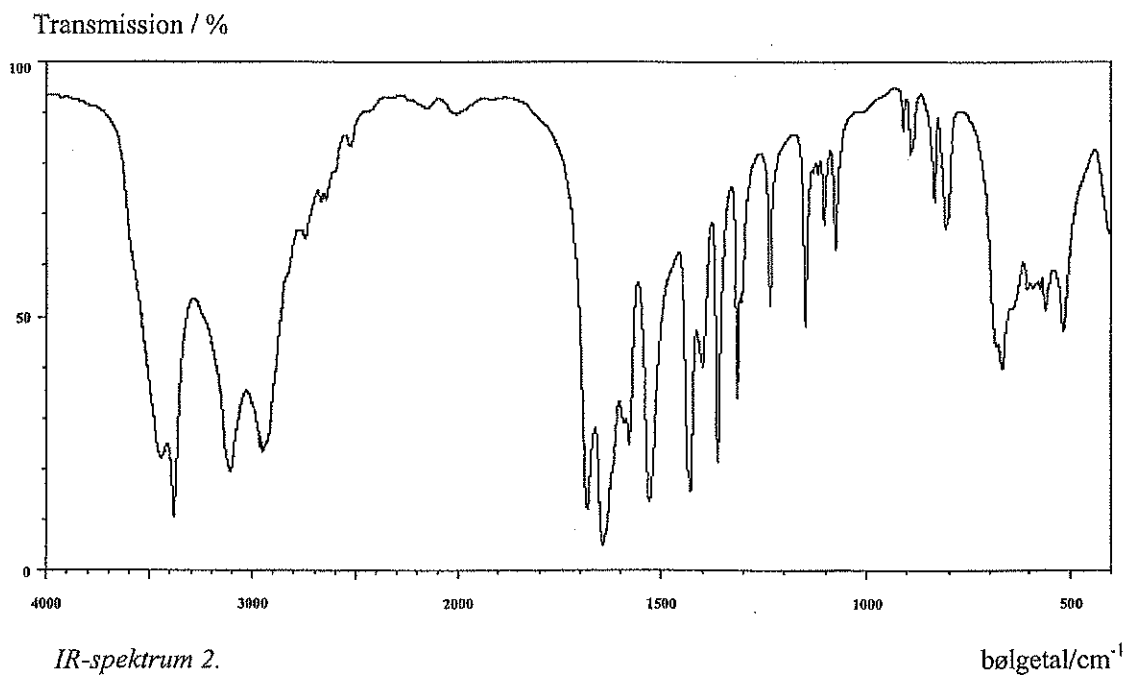
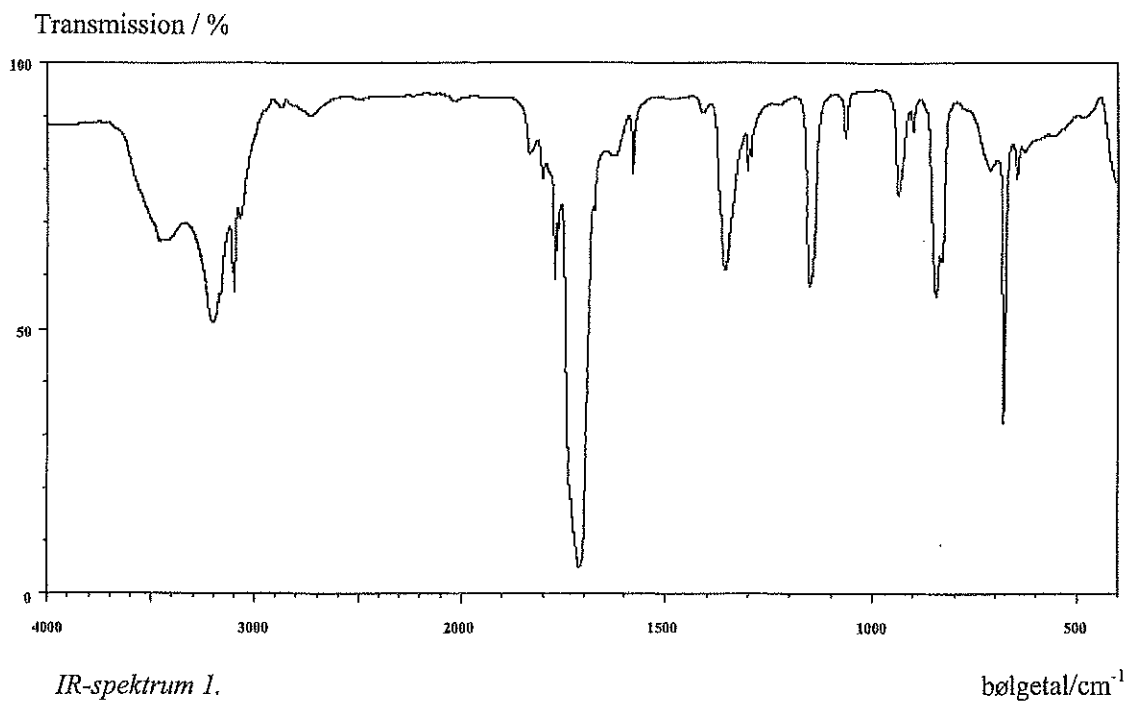
Hvis der ikke er carbohydrater til stede i fødevarer, omdannes asparagin udelukkende til maleinimid, som vist i nedenstående reaktionsskema.



- Gør rede for, at A findes i to stereoisomere former.
- Begrund, hvilken reaktionstype der er tale om i reaktion I og i reaktion II.

(Opgave 2)

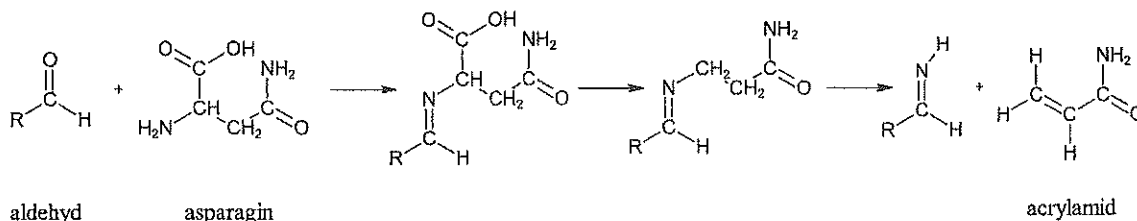
Nedenfor ses IR-spektre for asparagin og maleinimid.



- c) Argumenter for, hvilket IR-spektrum der hører til hvilket stof.
Benyt evt. bilag 1.

(Opgave 2)

Asparagin reagerer med carbonylgruppen i et carbohydrat, RCHO, under dannelse af acrylamid. Reaktionsforløbet kan forenklet skrives som vist nedenfor.



Dannelse af acrylamid sker i sidste fase af tilberedningen, hvor vandindholdet er lavt og overfladen bliver brun. Jo højere temperatur, jo højere bliver indholdet af acrylamid.

Ved en undersøgelse blev to portioner pommes frites stegt ved forskellige temperaturer, hvorefter acrylamidindholdet blev bestemt. Resultaterne er anført under billederne.



Pommes frites stegt ved 170 °C i 7 min:
70 µg acrylamid/kg



Pommes frites stegt ved 180 °C i 7 min:
500 µg acrylamid/kg

Kilde: Kantonales Labor Zürich, Januar 2003.

I friske kartofler udgør asparagin 0,1 % af massen.

Kartoflernes masse blev reduceret med 80 % under tilberedningen af pommes frites.

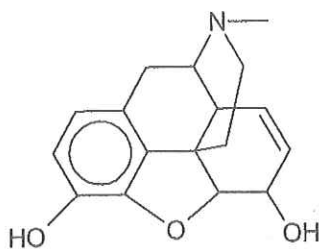
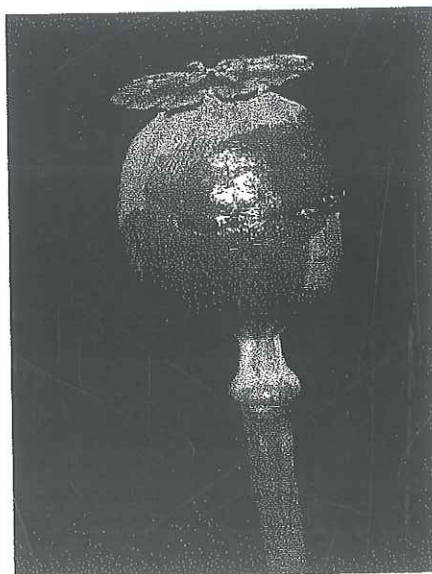
- d) Hvor stor en procentdel af asparaginindholdet i kartoflerne er omdannet til acrylamid under stegningen ved 180 °C i 7 minutter?

Opgave 4

Morfin i birkes

Morfin anvendes som et smertestillende lægemiddel, men det er også et rusmiddel for narkomaner. Morfin udvindes af saften fra opiumvalmuens frøkapsel, og stoffet findes fx også i birkes. Undersøgelser har vist, at man alene ved at spise birkesbelagte brød kan opnå højere koncentrationer af morfin i blodet end den maksimalt tilladte.

Hvis en person, som er under mistanke for at have et stofmisbrug, får målt et indhold af morfin i blodet til at være højere end 300 ng/L, tages det som udtryk for, at personen ulovligt har indtaget morfin.



morfin

- a) Vis, at stoffets molekylformel er $C_{17}H_{19}NO_3$.
Benyt bilag 3.

1,0 L mættet opløsning af morfin i vand indeholder 0,2 g morfin ved 25 °C.

- b) Beregn stofmængdekonzentrationen i den mættede opløsning af morfin i vand.

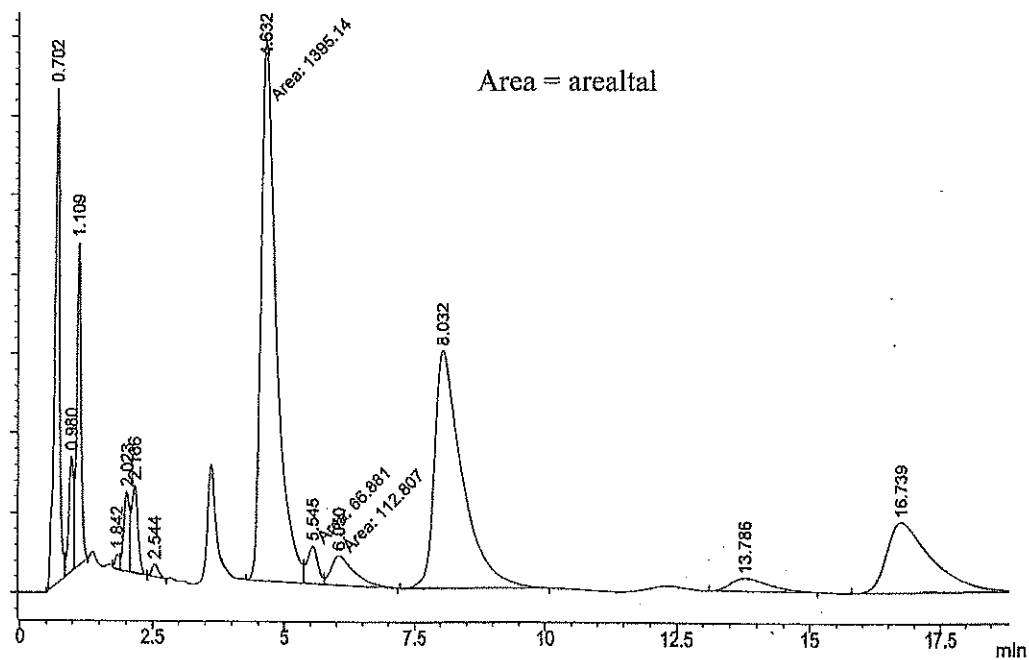
Morfin er en base med $pK_b = 6,13$ ved 25 °C.

Morfin har også syreegenskaber, men de er så svage, at vi her kan se bort fra disse.

- c) Beregn pH i den mættede opløsning af morfin ved 25 °C.

(Opgave 4)

Birkes indeholder flere forskellige morfinlignende forbindelser, som tilhører en stofgruppe kaldet *opiat*. Opiaterne kan ekstraheres fra birkesfrø, og stoffblandingen kan analyseres ved en form for chromatografi, som kaldes HPLC. Princippet i HPLC er, at blandingen føres igennem en kolonne af en væske under tryk. Molekylernes polaritet bestemmer, hvor længe de opholder sig i kolonnen, og de kommer derfor ud af kolonnen til forskellige tidspunkter, retentionstider. Der fremstilles et chromatogram, hvor retentionstiden er angivet på 1. aksens. For hver top beregnes et arealtal, som er et udtryk for stofmængden af et stof i ekstraktet.



Med henblik på at bestemme morfinindholdet i birkes, fremstilles en række standardopløsninger, som indeholder kendte stofmængder af morfin. Disse analyseres ved HPLC. Der er en lineær sammenhæng mellem arealtallet og stofmængden af morfin, $n(\text{morfin})$, i standardopløsningerne. Sammenhængen kan udtrykkes ved nedenstående forskrift

$$\text{Areal} = 3,74 \cdot 10^{10} \text{ mol}^{-1} \cdot n(\text{morfin}) - 9,77$$

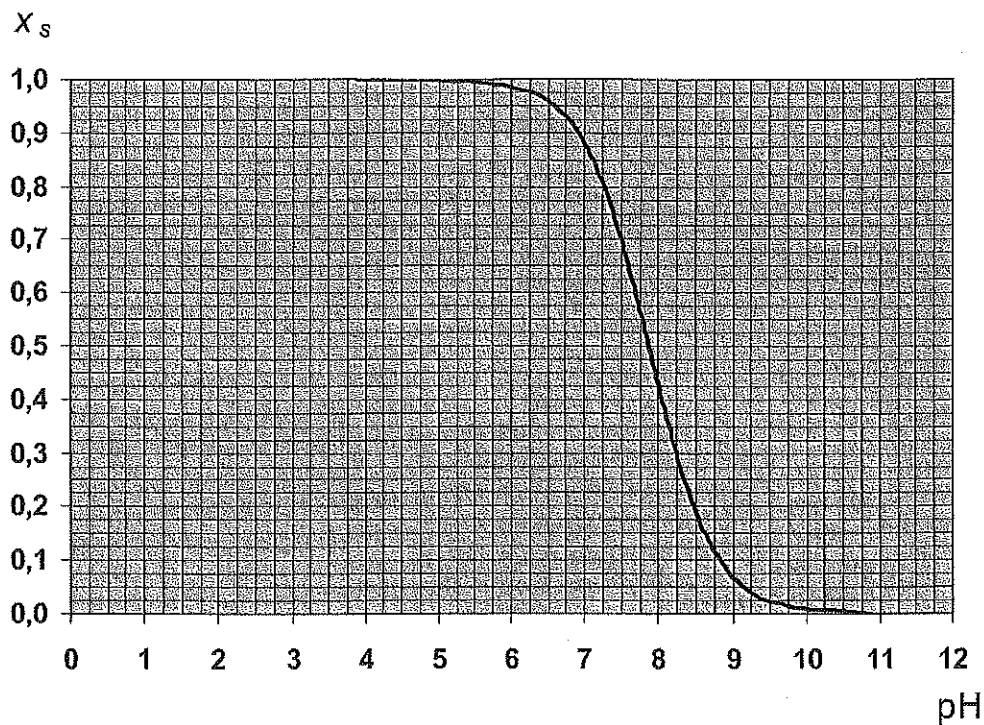
Morfinindholdet fra 0,516 g birkes ekstraheres og analyseres ved HPLC. Herved fremkommer ovenstående chromatogram, hvor toppen ved retentionstiden 4,632 minutter skyldes morfinindholdet i ekstraktet.

- d) Beregn morfinindholdet i de analyserede birkes, udtrykt i $\mu\text{g/g}$ birkes.

(Opgave 4)

Undervejs i ekstraktionsprocessen befinder morfin og andre opiater fra birkesfrøene sig i en trichlormethanfase, $\text{CHCl}_3(\text{l})$. Denne trichlormethanfase hældes over i en skilletragt, og der tilsættes en vandfase. Morfin og andre opiater ønskes ekstraheret over i vandfasen fra trichlormethanfasen.

Nedenfor ses bjerrumdiagrammet for morfin.



- e) Gør rede for, om morfin findes på syreform eller på baseform i en vandfase, hvor pH er 2.
Gør rede for, om morfin findes i trichlormethanfasen eller i vandfasen når pH er 9.
Benyt evt. bilag 3.

Opgavesættet slut