

## **Forslag til forløb om syrer og baser i 1.g (kemi eller naturfag) eller 1.HF (fysik-kemi)**

*Ruth Bluhm, Amtsgymnasiet i Hadsten*

*Inge Kaufmann, Risskov Amtsgymnasium*

*Gunhild Kjeldsen, Marselisborg Gymnasium*

*Kirsten Brink Lund, Århus Akademi*

*Vivi Gammelgaard Nielsen, Århus Statsgymnasium*

*Per Bo Pedersen, Århus Dag- og Aftenseminarium*

Vores formål var at lave et forslag til et syre-baseforløb, hvor teorien blev koblet sammen med et overordnet tema. Temaet blev levnedsmidler. Forløbet skulle være en blanding af teori, opgaver og eksperimenter, og der måtte gerne være eksperimenter, hvor eleverne havde mulighed for at arbejde mere selvstændigt. Vi diskuterede først, hvad der var væsentligt at lære inden for emnet syrer og baser på ovennævnte niveauer. Det resulterede i nedenstående "ønskeseddel". Derefter udvalgte vi nogle opgaver og eksperimenter, som ville være egnede til – i en vekselvirkning med teorien – at aktivere eleverne, skærpe deres interesse og dermed øge indlæringen.

"Ønskeseddel" inden for emnet syrer og baser:

- Definition på syrer og baser
- Kendskab til nogle syrer og baser - gerne med eksempler fra hverdagen
- Anvendelse af syrer og baser – sammenkædet med deres kemiske egenskaber
- Opskrivning af syre-base-reaktioner
- Forskel på stærke og ikke-stærke syrer og baser
- pH-begrebet

### **Forslag til rækkefølge af eksperimenter, opgaver og teori**

## **Eksperiment A1-A4**

Vi foreslår, at man starter med introduktionseksperimenterne A1 – A4, der i forskellig og lidt utraditionel sammenhæng omhandler natriumhydrogencarbonats reaktion med syre. Vi anbefaler, at eksperimenterne afvikles parallelt i grupper, som derefter fremlægger deres observationer for klassen. Til sidst laver klassen fælles konklusioner over eksperimenterne. Alternativt kan man lade klassen udføre et eller flere af eksperimenterne (men ikke alle) som ligefronts- eksperimenter.

## **Teori**

Herefter kommer en teoridel, der dækker ønskesedlen.

## **Opgave 1**

Dernæst løser eleverne opgave 1, som er en træningsopgave. Vi foreslår, at den bliver brugt til et gruppearbejde uden bog, hvor grupperne fremlægger deres begrebskort som afslutning på gruppearbejdet og samtidig som afrunding af teorien.

## **Opgave 2**

Opgave 2 tager udgangspunkt i hverdagen. Eleverne skal en tur i et supermarked, hvor de skal se på varedeklarationer og finde forskellige fødevarer, der indeholder syrer. Herved opnås

blandt andet kendskab til tilsætningsstoffer og deres E-numre.

## **Eksperiment B1 og B2**

B1 omhandler en af elevernes hverdagsforestillinger om, at sødt og surt er modsætninger, og at sukker derfor kan neutralisere syre. B2 er et mere traditionelt eksperiment.

## **Eksperiment C**

C er et kvantitativt eksperiment, som er beskrevet kort, idet vi forudsætter, at eleverne har kendskab til titreringer .

## **Opgave 3**

Forløbet afsluttes med ”en anderledes opgave”, hvor eksperiment C skal beskrives på mikroskopisk niveau.

### **Eksperimenter**

## **Introduktionseksperimenter A1–A4**

- A1 Kogning af ”dumplinger”
- A2.1 Bollebagning
- A2.2 Er mel surt eller basisk, når det opslemmes i vand?
- A3 Boblepulver
- A4.1 Måling af pH i vandige opløsninger af citronsyre og natriumhydrogencarbonat
- A4.2 Reaktion mellem citronsyre og natriumhydrogencarbonat

## **Eksperimenter B1 og B2**

- B1 Blandinger af sukker og citronsyre
- B2 Måling af pH i forskellige føde- og drikkevarer

## **Eksperiment C**

- C Bestemmelse af syreindholdet i forskellige opløsninger – herunder drikkevarer – ved titrering med en natriumhydroxidopløsning

## **Introduktionseksperimenter A1-A4**

### **A1 Kogning af ”dumplinger”**

Mange fødevarer, især de der fremstilles ud fra en dej, hæver under tilberedningen. Der findes en række hævemidler, der benyttes i fødevarefremstillingen. Nogle hævemidlers virkning beror på en reaktion mellem en syre og en base.

Du skal nu foretage en undersøgelse af betydningen af komponenterne i nogle udvalgte hævemidler. For at gøre det må du fremstille 4 ”dumplinger” ud fra forskellige opskrifter.

### **Opskrift A**

50 g hvedemel (og ikke andet)

### **Opskrift B**

50 g hvedemel blandes grundigt med  
0,60 g natriumhydrogencarbonat

### **Opskrift C**

50 g hvedemel blandes grundigt med  
0,78 g kaliumdihydrogenphosphat  
(eller 0,79 g natriumdihydrogenphosphatmonohydrat)

### **Opskrift D**

50 g hvedemel blandes grundigt med  
0,60 g natriumhydrogencarbonat og  
0,78 g kaliumdihydrogenphosphat  
(eller 0,79 g natriumdihydrogenphosphatmonohydrat)

### **Fremgangsmåde**

- To enliters-beholdere - hver med ca.  $\frac{1}{2}$  L - vand bringes i kog. Imens æltes melet fra opskrift A til en fast dej ved at tilsætte tilstrækkeligt vand - dejen formes til en "dumpling" dvs. en kugle. Tilsvarende fremstilles "dumplinger" af melblandingerne fra opskrifterne B, C og D.
- Kog "dumplingerne" parvis i 15 minutter. Sørg for, at du kan identificere "dumplingerne". Pas på, at "dumplingerne" ikke brænder på.
- Tag "dumplingerne" op af vandet, og lad dem køle i et par minutter
- Halver "dumplingerne" med en kniv, så du kan se dem indeni, og sammenlign dem.
- Ordn efter volumen
- Beskriv farverne
- Beskriv strukturen (fast/tung - medium - let/luftig) - tag evt. et aftryk af snitfladen (kopi, scan, foto)
- Anbring et lille stykke fugtet indikatorpapir på snitfladen af hver "dumpling", og læg den anden halvdel over. Vent 1 minut. Noter det, du kan slutte om pH.

Forklar dine iagttagelser med det fagsprog, som en kemiker kunne finde på at bruge. Giv et forslag til, hvorledes en optimal opskrift kunne produceres.

## **A2.1 Bollebaging**

En fødevarer, der indeholder mel, skal tilberedes ved en opvarmning - stivelsen i melet omdannes derved og bliver lettere fordøjelig for mennesker. Mel benyttes i et væld af fødevarer og specielt i retter, hvori der indgår en dej. Brød, kager og lignende indeholder tillige ofte et hævemiddel.

De hævemidler, du her skal arbejde med, består af en syre og en base. Der bliver benyttet mange forskellige syrer, mens den base, der hyppigst benyttes, er natriumhydrogencarbonat. Komponenterne i hævemidlerne er klassificerede som tilsætningsstoffer - de nævnes på varedeklarationerne, ofte med deres E-numre. Fx kaliumdihydrogenphosphat (E 340) eller natriumdihydrogenphosphatmonohydrat (E 339) og natriumhydrogencarbonat (E 500).

**Hvad får boller til at hæve?**

Der skal produceres 4 bolleprøver. Det kan være en fordel at arbejde i 2 eller 4 grupper, som deler resultaterne med hinanden. Eller man kan producere bollerne hjemme i eget køkken.

### **Opskrift A**

Afvej 250 g hvedemel i en skål.

62,5 g margarine smuldres med melet.

Ca. 1,2 dL vand tilsættes gradvist, mens der æltes, til dejen bliver god. Mængden af vand kan variere, idet den tilpasses den aktuelle dej.

Dejen opdeles i 6 lige store dele, der formes/rulles til boller.

Bollerne anbringes på bagepapir på en bageplade og bages (sammen med de andre boller) i en ovn ved 220 °C i 15-20 min.

### **Opskrift B**

Afvej 250 g hvedemel.

3,00 g natriumhydrogencarbonat blandes meget omhyggeligt med melet.

Der udtages en lille portion (2-3 g) af denne melblanding til senere brug - resten behandles som i trin 2-5 i opskrift A ovenfor.

### **Opskrift C**

Afvej 250 g hvedemel.

3,90 g kaliumdihydrogenphosphat (eller 3,95 g natriumdihydrogenphosphatmonohydrat) blandes meget omhyggeligt med melet.

Der udtages en lille portion (2-3 g) af denne melblanding til senere brug - resten behandles som i trin 2-5 i opskrift A ovenfor.

### **Opskrift D**

- Afvej 250 g hvedemel.
- 3,00 g natriumhydrogencarbonat, 3,90 g kaliumdihydrogenphosphat (eller 3,95 g natriumdihydrogenphosphatmonohydrat) blandes meget omhyggeligt med melet.
- Der udtages en lille portion (2-3 g) af denne melblanding til senere brug - resten behandles som i trin 2-5 i opskrift A ovenfor.
  
- Når bollerne er bagt og afkølet, halveres bollerne, så du kan se dem indeni og sammenligne dem.
- Ordn bolleproduktionerne efter volumen
- Beskriv farverne
- Beskriv strukturen (fast/tung - medium - let/luftig) - tag evt. et aftryk af snitfladen (kopi, skan, foto)
- Anbring et lille stykke fugtet indikatorpapir på snitfladen af hver bolle, og læg den anden halvdel over. Vent 1 minut. Noter det, du kan slutte om pH.

Forklar dine iagttagelser med det fagsprog, som en kemiker kunne finde på at bruge.

Giv et forslag til, hvorledes en optimal opskrift kunne produceres.

## **A2.2 Er mel surt eller basisk, når det opslemmes i vand?**

Du bør nu have 3 melblandinger, almindeligt hvedemel og endelig en købt selvhævende melblanding.

- Anbring en mindre prøve (ca. 1 g) af selvhævende mel i en passende beholder fx et

reagensglas.

- Tilsæt så meget vand, at melet kan opslemmes deri. Vent et par minutter, og mål derefter opslemningens pH.
- Gentag pkt. 1 og 2 med de 3 melblandinger og med almindeligt hvedemel.

Forklar dine iagttagelser med det fagsprog, som en kemiker kunne finde på at bruge.

## **A3Boblepulver**

### **Fremstilling af boblepulver**

Boblepulver fremstilles ud fra en blanding af 3 faste stoffer. Denne blanding vil boble, når den blandes med væsken på din tunge. Boblepulver kan fremstilles ved at blande sukker, citronsyre og natron (natriumhydrogencarbonat).

### **Opskrift på boblepulver**

9 teskefulde flormelis

2 teskefulde citronsyre (finkornet)

1 teskefuld natron

Bland alle ingredienser grundigt og spis. Svar derefter på følgende spørgsmål:

- Hvad tror du, at boblerne består af?
- Hvor kommer boblerne fra? Er det ét af de tre kemikalier, der alene kan give denne effekt, eller er det nødvendigt at blande nogle eller alle tre komponenter for at få den ønskede effekt?
- Hvis blandingen ikke skal spises med det samme, kan den opbevares i en lukket beholder. Hvorfor er det vigtigt at holde beholderen lukket?

### **Eksperiment**

Planlæg og udfør nogle eksperimenter, der kan give dig svar på spørgsmål 2.

Svar derefter på følgende spørgsmål:

- Forsøg at give en kemisk forklaring på de observerede fænomener.
- Find andre eksempler på faste produkter, der ved blanding med vand giver sig til at bruse. Undersøg eventuelt, hvad forklaringen på fænomenet er i de nævnte tilfælde.

## **A4.1 Måling af pH i vandige opløsninger af citronsyre og natriumhydrogencarbonat**

Fremstil to opløsninger, idet du opløser 2 g af hvert stof i hvert sit bægerglas med 50 mL demineraliseret vand. Mål pH med universalindikatorpapir eller pH-meter, og kommenter resultaterne.

## **A4.2 Reaktion mellem citronsyre og natriumhydrogencarbonat**

- Bland 10 mL af den fremstillede citronsyreopløsning med 20 mL af natriumhydrogencarbonatopløsningen, og iagttag, hvad der sker.
- Mål pH for blandingen, når reaktionen er færdig.
- Hvilken gas tror du, der udvikles i reaktionen? Hvordan kan du undersøge, om dit forslag

er det rigtige? Hvis der er tid, udføres eksperimentet.

- Formuler reaktionen i ord og/eller i formelsprog.

### Lærervejledning til eksperiment A1

#### Typiske resultater

opskrift	volumen	farve	struktur	universal-indikator
A	mindst/næstmindst	off white	fast/tung	pH 5-6
B	næststørst	gullig	medium	pH 8-9
C	mindst/næstmindst	off white	fast/tung	pH 4-5
D	størst	hvid	let/luftig	pH 7

Termisk dekomponering af natriumhydrogencarbonat spiller en rolle.

### Lærervejledning til eksperimenterne A2.1 og A2.2

#### Typiske resultater for de bagte boller

opskrift	volumen	farve	struktur	universal indikator
A	mindst/næstmindst	off white	fast/tung	pH 5-6
B	næststørst	gullig	medium	pH 8-9
C	mindst/næstmindst	off white	fast/tung	pH 4-5
D	størst	hvid	let/luftig	pH 7

Termisk dekomponering af natriumhydrogencarbonat spiller en rolle.

#### Typiske resultater for melblandingerne:

opskrift	pH-måling
selvhævende	pH 4-5
A	pH ~5
B	pH 6-7,5
C	pH 4-5
D	pH 4-5

## **B 1 Blandinger af sukker og citronsyre**

I mange drikkevarer er der både sukker og citronsyre, og smagen er meget afhængig af forholdet mellem de to ingredienser. Design et eksperiment med en række blandinger af sukker og citronsyre med det formål at finde den blanding, der smager bedst. Bestem også pH for blandingerne. Du må maksimalt lave 10 blandinger, og du har begrænsede mængder citronsyre og sukker til rådighed.

I din journal skal du beskrive tankerne bag eksperimentet, og du skal præsentere resultaterne på en overskuelig måde. En del af arbejdet kunne bestå i at formulere en øvelsesvejledning, som en anden klasse på jeres niveau ville kunne bruge.

## **B 2 Måling af pH i forskellige føde- og drikkevarer**

Mål pH med enten universalindikatorpapir eller pH-meter i en række føde- og drikkevarer, som du selv vælger - fx vandhanevand, forskellige typer sodavand og juicer, mælk, yoghurt, saft af diverse frugter o.l. Præsenter målingerne på en overskuelig måde, og kommenter resultatet.

## **C Bestemmelse af syreindholdet i forskellige opløsninger - herunder drikkevarer ved titrering med en natriumhydroxidopløsning**

Der titreres først på en vandig opløsning af ren citronsyre. Derefter vælger du selv nogle drikkevarer, som du ønsker at undersøge. Overvej, hvilke problemer der kan opstå i forbindelse med titrering af kulsyreholdige drikkevarer. Løs om muligt problemerne.

Beregn syreindholdet i de undersøgte drikkevarer, idet resultatet angives som antal gram citronsyre pr. liter opløsning - også selvom vi godt ved, at der i mange drikkevarer er andre syrer end citronsyre. Nedenfor er anført en række spørgsmål som hjælp til beregningerne:

Beregn for hver drikkevare den tilsatte stofmængde natriumhydroxid ud fra gennemsnittet af to anvendelige værdier for  $V_{\text{brugt}}$ .

Beregn den ækvivalente stofmængde citronsyre. (Citronsyre er en triprot (trivalent) syre, hvilket betyder, at hvert citronsyremolekyle ved titreringen afgiver tre hydrogenioner).

Beregn massen af citronsyre og omregn derefter til antal gram pr. liter opløsning.

### **Opgaver**

## **Kommentarer til opgaverne**

I forbindelse med opgaver har vi talt om, at der både er brug for deciderede træningsopgaver, og opgaver som enten tager udgangspunkt i elevernes hverdag eller udfordrer deres intellektuelle og kreative sider på en anden måde, end de gængse opgaver plejer. Vi har kun haft tid til at udtænke ganske få opgaver, der kan illustrere vore idéer, og vi håber så, at de kan inspirere andre til at designe flere, så vi kan få en større "opgavebank".

Vi har diskuteret, om vi i vores undervisning for hurtigt stiller spørgsmål på et

abstraktionsniveau, der er for højt for en stor del af eleverne. Mange undersøgelser har vist, at vore elever ikke er på det abstraktionsniveau, vi tror - hvad enten man tænker i Piaget-niveauer eller noget andet. Vores idé er derfor at designe nogle opgaver, der tager udgangspunkt i noget meget konkret (hverdags erfaringer, viden fra folkeskolen e.l.) og derefter langsomt stiger i abstraktionsniveau. Rækkefølgen af spørgsmålene i opgave 1 er derfor ikke vilkårlig, men kan naturligvis altid diskuteres. Vi har udover at tænke i stigende abstraktionsniveau også gerne villet gruppere spørgsmålene. Disse mål strider visse steder mod hinanden.

### **Opgave 1 kan anvendes på flere måder:**

Man kan bruge den til et gruppearbejde uden bog, hvor grupperne evt. fremlægger deres begrebskort for klassen som afslutning på gruppearbejdet. Dette gruppearbejde kan naturligvis ligge enten som en indledning til emnet for at afdække, hvad eleverne har med sig af viden, eller - og det vil vi anbefale - som en opsamling og afrunding af den teoretiske del af emnet.

Man kan tage spørgsmålene ind undervejs i undervisningen.

Man kan anvende den som test.

I kemiundervisningen er der i de senere år anvendt flere og flere opgaver (og eksperimenter), der tager udgangspunkt i problemstillinger og kemikalier, som eleverne kender fra deres hverdag. Denne udvikling finder vi læringsmæssig god, og vi håber, den vil fortsætte. Et eksempel på en sådan opgave er opgave 2, som derudover har indbygget et formidlingsmæssigt aspekt, som vi finder særdeles vigtigt.

En opgavetype, som vi ikke bruger så tit, er den, hvor man prøver at illustrere fx kemiske begreber på lidt utraditionelle måder (se opgave 3). Vi ved godt, at nogle af vore kolleger ikke bryder sig om denne "visualisering" af kemien, idet man er bange for, at eleverne måske indlærer nogle vrangforestillinger og en forkert sprogbrug. Vi tror, at hvis man som lærer er bevidst om faldgruberne, så er disse anderledes fremstillingsformer et godt supplement, som formodentlig kan øge læringen hos den gruppe elever, som ikke nås ret godt med mere traditionelle metoder.

## **Opgave 1**

1. Hvilke syrer og/eller baser kender I? Prøv at sortere dem efter anvendelse e.l.
2. Hvilken funktion har de syrer/baser, I har fundet frem? (Hint: Hvilke produkter findes de i?)
3. Kender I nogle situationer, hvor syrer/baser er skadelige?
4. Kender I nogle skadevirkninger af syrer og/eller baser?
5. Hvad er definitionen på henholdsvis en syre og en base?
6. Hvad ved I om reaktioner mellem syrer og baser?
7. Hvilke erfaringer har I med syrers/basers styrke - enten fra jeres hverdag eller fra undervisningen?
8. Hvad er karakteristisk for en stærk syre/base? (Hvornår siger man, at en syre/base er stærk?)
9. Hvad er forskellen på en stærk og en ikke-stærk syre/base?
10. Hvordan sammenligner man syrers/basers styrke?
11. Beskriv med ord, hvad forskellen er på en stærk syre/base og en stærkt sur/basisk opløsning.

12. Hvordan defineres pH?
13. I hvilke af følgende prøver kan man ikke måle pH? (Begrund svaret):
14. Husholdningssprit, saltvand, benzin, sukkervand, madolie, neglelakfjerner, oliemaling, eddike, flydende afløbsrens. Find evt. selv på flere eksempler.
15. Hvad forstås ved en amfolyt? Giv et eller flere eksempler på amfolytter.
  
16. Til sidst udarbejder I et begrebskort, hvor I angiver de begreber, I kender inden for emnet "syrer og baser". Husk at angive begrebernes indbyrdes sammenhæng.

## Opgave 2: Undersøgelse af syrer (og baser) i mad

Meget af den mad, vi spiser, indeholder syrer, der ofte er tilsat ved fremstillingen af maden. En af de syrer, der kan gøre maden sur, er citronsyre. For ca. 200 år siden blev citronsyre for første gang ekstraheret fra citronsaft. Det er altså et naturligt tilsætningsstof, der bruges i både madvarer, drikkevarer og medicinske produkter. Der fremstilles årligt ca. 750.000 tons citronsyre, hvoraf der alene i Europa anvendes omkring 250.000 tons årligt



Du skal i et supermarked undersøge varedeklarationerne på mindst 10 syreholdige levnedsmidler (herunder også drikkevarer). Lav en liste over levnedsmidlerne med angivelse af den/de syre(r), som de hver især indeholder. Hvis nogle indeholder baser, noteres dette. Noter desuden E-numre og navne på syrerne (og baserne). Find også nogle levnedsmidler, der indeholder citronsyre eller citronsyresalte.

Hvor mange forskellige syrer (og evt. baser) fandt du?

Hvorfor mon producenterne anvender syrer som tilsætningsstoffer?

Find ud af, om de anvendte syrer er stærke eller ikke-stærke, og kommenter resultatet.

Kontroller, om de fundne syrer (og baser) er tilladte ifølge Positivlisten. Kender du nogle syrer, der ikke er nævnt i Positivlisten? Hvis ja, hvorfor tror du så, at de ikke er tilladte som tilsætningsstoffer?

Hvilken funktion har citronsyren eller citronsyresaltene i levnedsmidlerne?

### Produktkrav

Der er flere forskellige muligheder:

Fremstil en pjece til den almindelige forbruger om syrer og baser i levnedsmidler.

Fremstil en pjece om brugen af citronsyre og citronsyresalte i levnedsmidler.

Lav en planche eller en hjemmeside om citronsyre.

Lav en planche eller en hjemmeside om syrer og mad.

Yderligere information om citronsyre kan fås på web-siderne:

<http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/ipcs0855.html>

<http://chemfinder.camsoft.com> (søg under citric acid)  
[http://www.chemistrystore.com/Citric\\_Acid.htm](http://www.chemistrystore.com/Citric_Acid.htm)

### **Litteratur**

Orla Zinck og Torben Hallas-Møller: E-nummerbogen, Aschehoug  
Positivlisten (seneste udgave er pt. april 2000)

## **Opgave 3**

I har lavet et eksperiment, hvor I har titreret citronsyre med natriumhydroxid, og I har fx brugt phenolphthalein som indikator. Beskriv forløbet på mikroskopisk niveau fra titreringen startes, og til ækvivalenspunktet er nået, idet I anvender én eller flere af følgende fremstillingsformer:

- En tegneserie
- Et "drama"
- En sammenhængende tekst