

↓ COVID-19

Neandertal-genen
kan göra dig sjukare

Tekniken som
går som tåget



↓ SVENSK UPPFINNING

Genombrottet som
gav oss mjölkpulver

↓ MIKROSKOP

De kan se enskilda
atomer i närbild



ALLKEMI

TIDNINGEN FÖR BLIVANDE KEMISTER

Atomerna i din mobil

Under skalet finns en fjärdedel av alla grundämnen

ALLKEMI #1-2021

Från uppfinning till industriproduktion – när storpolitik satte käppar i hjulet för en svensk innovation.

Var Axel en tysk agent?

När andra världskriget bröt ut var Axel Wenner-Gren på väg till Bahamas i sin lustjakt Southern Cross. Under resan räddade han och hans besättning 300 amerikaner från passagerarfartyget Athenia som träffats av en ubåtstorped. Axel kände flera tyska nazister och andra internationella toppolitiker. Han försökte också agera fredsmäklare. Allt detta fick stora konsekvenser för en svensk uppfinnare.

Ninni Kronberg hade utvecklat en ny metod för framställning av mjölkpulver. För att starta produktionen behövde hon kapital. Hon ville ta sin teknikuppfinning till att bli en innovation. Ett vanligt sätt att definiera en innovation är ”något originellt och principiellt nytt av betydelse – inom vilket område som helst – som vinner insteg i ett samhälle”.

Det var där Axel Wenner-Gren kom in. Han hade grundat Electrolux och var stormrik. På sidan 14 i det här numret av Allkemi kan du läsa mer om Ninni Kronberg och hennes mjölkpulver.

Men var Axel Wenner-Gren verkligen tysk agent? Nej, troligen inte. Han var bara en framgångsrik affärsman som överskattade sin politiska förmåga. FBI bevakade honom under flera år, bland annat betraktade FBI Southern Cross som ett tänkbart terroristfartyg. 1941 svartlistades Axel Wenner-Gren av USA. Sedan gick det utför med affärerna.

Ett annan teknik som har gått från uppfinning till innovation är bränslecellen. Redan i dag används den för att driva tåg, färjor och lastbilar, utan andra utsläpp än vatten. På sidan 8 berättar kemiforskaren Carina Lagergren om hur flygplanen står på tur.

Trevlig läsning!

Ulla Nyman

Ulla Nyman

IKEM – Innovations-
och kemiindustrierna



ALLKEMI #1—2021

Allkemi ges ut av IKEM
– Innovations- och kemiindustrierna
och bygger huvudsakligen på artiklar
från Kemisk Tidskrift.

Upplaga 20 000

VILL DU PRENUMERERA?
Som elev eller lärare kan du
beställa en gratisprenumeration på:
www.allkemi.nu

FRÅGOR OM DIN PRENUMERATION?
Industrilitteratur, 0150–133 30
susanne@lamanica.se

PRODUKTION
Vetenskapsmedia i Sverige AB
Redaktör: Anders Svensson
anders.svensson@vetenskapsmedia.se
Grafisk form: Anders Svensson
Korrektur: Maria Arnstad

SKRIBENTER
Marie Alpman, Eva Barkeman, Karolina
Broman, Siv Engemark, Andreas
Håkansson, Carina Lagergren, Ulla Nyman,
Agneta Sjögren, Per Westergård.

POSTADRESS
IKEM – Innovations- och
kemiindustrierna
Box 55915, 102 16 Stockholm

TRYCK
Pipeline Nordic, 2021

OMSLAG
Istockphoto

»Kemister kallas de,

som förstå att utreda whad hwarje sak består utaf, och huru man af beståndsdelarne må kunna sammansätta nya ämnen. Kunskapen härom kallas Kemi. Den störste kemisten war vår landsman Jacob Berzelius, som föddes 1779 i Wäfwersunda i Östergötland och dog i Stockholm 1848.«

Ur N.J. Berlin, »Läsebok i Naturläran för Sweriges allmoge«, 1852.

I detta nummer av Allkemi:

4.

Mötet

→ Hugo Zeberg om neandertal-genen.



5.

Elementärt

→ Nobelpristagare mötte elever
→ Molekylen som lagrar solljus
→ Gruvjätten blir grönare



8.

Glödheta bränsleceller

→ Det enda utsläppet är vatten. Just därför satsar allt fler på bränsleceller. Redan i dag används de för att driva tåg, färjor och lastbilar. Och flygplan står på tur.

14.

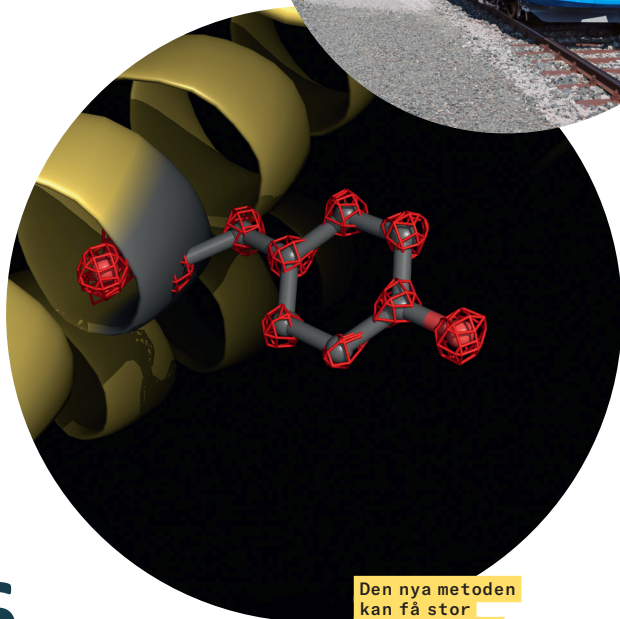
Svensk pionjär bakom mjölkpulver

→ Ninni Kronberg hittade metoden som bevarade mjölkens smak.

18.

Kemin i din mobiltelefon

→ En fjärdedel av alla grundämnen finns i en modern mobil.

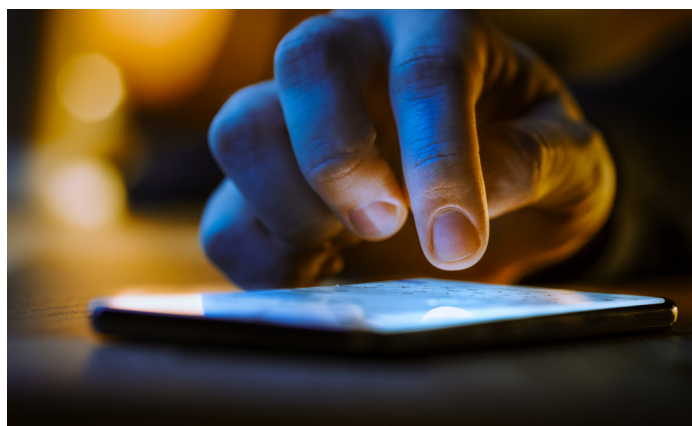


Den nya metoden kan få stor betydelse för läkemedelsindustrin.

6.

Atomer i närbild

→ Blixtsnabb nedfrysning gör det möjligt att studera enskilda molekyler.



Hallå där HUGO ZEBERG, som står bakom en artikel om att en gen som vi ärvt från neandertalarna ökar risken att bli svårt sjuk i covid-19. Artikeln har enligt Almetrics mätningar blivit en av tidskriften Natures mest uppmärksammade någonsin.

Neandertalarnas gen kan göra dig sjukare

Att gener som vi ärvt från neandertalarna ökar risken för att bli svårt sjuk i covid-19 blev en världsnöhet i slutet av förra året. Bakom upptäckten står Hugo Zeberg, som forskar vid Karolinska institutet i Solna och vid Max Planck-institutet i Leipzig i Tyskland. Innan han gjorde sin upptäckt så hade andra forskare redan sett att det finns en gensekvens på kromosom 3 som kan kopplas till ökad risk för att bli svårt sjuk i covid-19.

– Jag och mina kolleger i Leipzig har kunnat visa att det är en sekvens som vi har ärvt från neandertalarna. De människor som bär denna genvariant har upp till tre gånger så hög risk att hamna i respirator om de smittas av det nya coronaviruset, jämfört med dem som inte bär den, berättar han.

Hugo är utbildad läkare och forskar om skillnader mellan generna hos neandertalare och nutida människor. Men under pandemin pausade han forskningen för att jobba på akuten på Karolinska sjukhuset.

– Covid-19-patienter blev så olika sjuka och då ville jag kolla genvarianter.

HUGO ZEBERG



Forskare på KI och Max Planck-institutet i Leipzig.

Hugo Zeberg hittade först en genvariant som finns hos dem som blev väldigt sjuka i covid-19, på kromosom 3. Han har även identifierat en variant hos dem som blir mindre sjuka, på kromosom 12.

Hur vanlig är gensekvensen?

– Den är väldigt vanlig. Neandertalgener brukar finnas hos en procent, eller färre, av moderna människor. Den här genen finns hos en av sex i Sverige, och något lite lägre andel i södra Europa. I södra Asien bär halva befolkningen på gensekvensen, medan den i stort sett saknas i Afrika och i östra Asien.

Hugo och hans kolleger tror att en av de aktuella neandertalgenerna påverkar immunförsvaret.

– Det skulle kunna vara så att de kan få en överreaktion i immunförsvaret, som vi har sett hos dem som har blivit väldigt sjuka, säger han och berättar att en annan gen i området kodar för ett protein som påverkar cellmembranet som SARS-Cov-2-viruset binder till. ●

73

olika doftreceptorer har identifierats hos granbarkborren. Förhoppningen är att upptäckten ska göra det lättare att bekämpa insekten.

↓ PRISTAGARMÖTE

Nobelvinnare på Berzeliusdagarna

Varje år bjuder Svenska Kemisamfundet in elever och lärare från hela Sverige till forskarföreläsningar i kemins värld. Årets Berzelius-dagar hölls digitalt i januari. Forskare som är verksamma inom olika områden inom kemien höll presentationer.

En av de mest uppskattade föreläsarna var Frances Arnold från USA. Hon fick Nobelpriset i kemi 2018 för sin forskning om enzymer som lett till en mer miljövänlig tillverkning av läkemedel och bränslen.

– Frances Arnold var riktigt intressant och det kändes helt otroligt att få möjligheten att lyssna på henne, säger Louisa Eskelson, som går IB-programmet (international baccalaureate) vid Sven Eriksonsgymnasiet i Borås.

Louisa Eskelson tar studenten i juni.
Vet du nu vad du vill göra efter gymnasiet?

– Jag har alltid siktat på att bli läkare men nu ser jag också medicinsk kemi eller kemiingenjör som spännande möjligheter. Förmodligen kommer jag att hamna i Sverige eller Tyskland.

Tony Le vid samma gymnasium tar studenten nästa år. Även han tyckte Frances Arnold och hennes tips var intressantast.

– Hon nämnde bland annat att ju mer man lär sig desto roligare jobb får man. Jag vill definitivt utbilda mig vidare och få ett bra jobb, säger han.

Nästa år är planen att Berzeliusdagarna ska hållas som ett fysiskt möte. Det blir i Aula Magna vid Stockholms universitet den 21–22 januari. [Läs mer på berzeliusdagarna.se](http://berzeliusdagarna.se)



Nobelpris-tagaren Frances Arnold mötte svenska elever och lärare.



Tekniken ska på sikt användas för att fånga in och lagra solljus för framtida bruk.

↓ SVENSK FORSKNING

Stabil molekyl lagrar solljus

Forskare i Linköping har utvecklat en molekyl som absorberar energi från solljus. Den lagrar energin i de kemiska bindingarna. Molekylens grundform kan ta upp energi från solljus. När den gör det ändras strukturen till en form som är mer energirik men ändå stabil. På så sätt är det möjligt att lagra energin från solljuset i molekylen.



↓ OMSTÄLLNING

Fossilfritt med vätgas

Gruvjätten LKAB genomför nu "den största omställningen i företagets 130-åriga historia". Företaget ska 2045 ha gå från att vara Sveriges fjärde största utsläppare av koldioxid till att bli helt fossilfritt. I stället för att tillverka järnmalmspellet ska företaget med hjälp av vätgas leverera koldioxidfri järnsvamp som kunderna smälter till stål i ljusbågsugnar. Det bidrar till att minska koldioxidutsläppen med 35 miljoner ton. ●

↓ KROPPENS KEMI

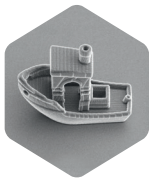
Immuncell gör dig deppig

Förkylning, influensa och andra inflammationer i kroppen skapar ofta obehagskänslor och nedstämdhet. På något sätt påverkar immunsystemets aktivitet nervcellerna. De vanliga immuncellerna släpps dock inte in i hjärnan. Där finns i stället en särskild sorts immuncell, mikroglia. Enligt en studie räckte det att aktivera mikroglia-celler hos möss för att skapa obehagskänslor och sänkt stämningsläge.

↓ 3D-TEKNIK

Mikrobåt kan segla i lösning

30 mikrometer lång är båten som forskare i tyska Leiden skrivit ut med en 3D-skrivare och delvis täckt med platina. De har fått den att segla i en lösning av väteperoxid, driven av den kemiska reaktionen mellan platina och väteperoxid. En mikrometer är en miljondels meter. ●



↓ UTBILDNING

Allt fler läser kemi i Sverige

Uppsala universitet har inte haft så många sökande till kandidatprogrammet i kemi sedan 2008.

– Det är kul, säger Pia Lindberg, som är vikarierande studierektor vid en av kemiinstitutionerna på Uppsala universitet.

Flera av de klassiska kemiutbildningarna har i år tagit in fler studenter än tidigare. Till exempel hade civilingenjörsutbildningen i kemiteknik vid Lunds tekniska högskola 124 fler sökande i år jämfört med förra höstterminen.

– Det som lockar är miljöfrågor och viljan att bidra till att bygga ett hållbart samhälle. Även intresset för livsmedel, och då speciellt vegetarisk och vegansk mat, bidrar, säger Leif Bülow, som är prefekt för kemiska institutionen vid Lunds tekniska högskola.

En tydlig trend är också att programmet lockar allt fler kvinnor. ●

4 000

nya platser skapas på det teknisk-naturvetenskapliga basåret. Basåret består av gymnasiekurser i matematik, biologi, fysik och kemi.



Gamla bomulls-fibrer kan bli nya jeans med Renewcells teknik.

↓ ÅTERVINNING

Gamla trasor blir nya kläder

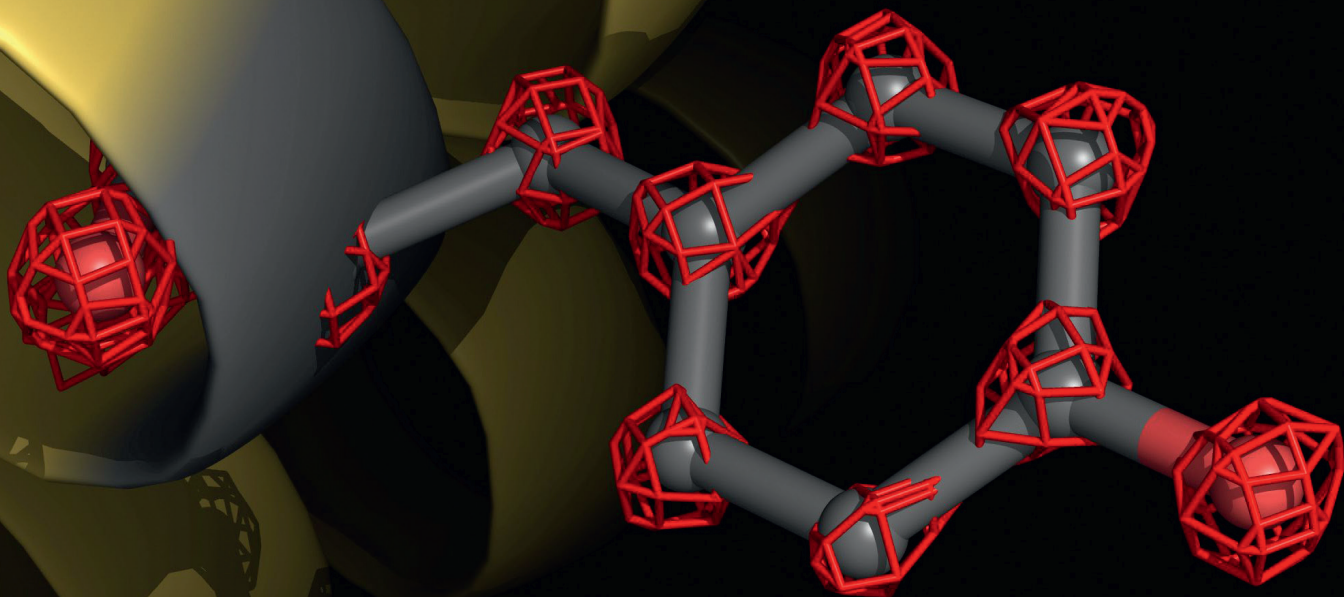
Klädbranschen jobbar för att minska sitt avtryck på miljön och vill öka andelen återvunnet. Det vill företaget Renewcell hjälpa till med.

– Hundratals varumärken har tagit kontakt med oss och vill använda vårt material, säger Harald Cavalli-Björkman på Renewcell.

Tekniken började utvecklas av kemiforskare vid Kungliga tekniska högskolan, KTH, i Stockholm. Sedan har Renewcell förbättrat den. Råvaran är insamlat textilavfall och spill från textilproduktion av bomull. I processen sönderdelas cellulosan i textilen kemiskt, separeras från andra ämnen, torkas och pressas till ark av så kallad dissolvingmassa. Arken skeppas sedan till andra länder där de vidareförädlas till viskos.

Eftersom tekniken är ny har Renewcell hittills bara haft en liten återvinningsfabrik där de har testat och finslipat metoden. Men nu bygger företaget en ny fabrik i Ortvikens utanför Sundsvall för att kunna ta emot ännu mer gamla kläder och andra textilier.

– Vi kan ta emot 60 000 ton textil för kemisk återvinning. Det motsvarar ungefär hälften av Sveriges årliga konsumtion av textil. ●



↓ MIKROSKOP

De kan se enskilda atomer

En ny teknik för att skapa bilder håller på att utvecklas. Tekniken bygger på att man blixtnsnabbt fryser ner de molekyler man ska studera. Den har fått sitt namn från grekiska *kry'os*, som betyder frost. Genom det frysta provet skickar man en elektronstråle. Då får man bilder som kan användas för att

beräkna den tredimensionella strukturen.

– Det är en metod under ständig utveckling. Varje månad kommer vi lite längre, säger Linda Sandblad, som är forskare och chef för Umeå center för kryoelektronmikroskopi.

Nu har forskare vid Max Planck-institutet i Göttingen i Tyskland lyckats visualisera enskilda atomer i proteinet apoferritin med kryoelektronmikroskopi. Forskarna har tagit mer än en miljon bilder och lyckats beräkna proteinets struktur med en upplösning på 1,25 ångström, en extremt liten måttenhet som uppkallats efter den svenska fysikern Anders Ångström.

Det gula visar en del av proteinet apoferritin. Den grå sidokedjan är aminosyran tyrosin. Det röda nätet visar elektrontätheten runt aminosyrans kolatomer.

– Man kan se exakt hur aminosyran är veckad i proteinet. Det har stor betydelse framför allt för läkemedelsforskningen, säger Linda Sandblad. Hon förklarar att ju högre upplösning, desto bättre kan man studera hur ett läkemedel binder till de celler i kroppen som medicinen ska påverka. ●

Bränsleceller kan driva tåg, färjor och lastbilar. De kan användas för småskalig kraftvärme-
produktion – utan andra utsläpp än vatten. Nu ökar intresset för tekniken som kan snabba på omställningen till ett fossilfritt energisystem.



Vätgaståget
går i passa-
gertrafik
längs en
åtta mil lång
linje
i Nieder-
sachsen
i nordvästra
Tyskland.

Av Carina Lagergren



Bränsleceller är glödheta



Takt med en växande oro för den negativa klimatpåverkan som fossila bränslen medför ökar intresset för vätgas i ett hållbart energisystem. 2020 meddelade EU-kommissionen att man ska satsa 430 miljarder euro fram till år 2030 för att göra Europa ledande i förnybar vätgasframställning.

Flera europeiska länder har också egna nationella vätgasstrategier. I februari bestämde regeringen att Energimyndigheten ska ta fram en svensk vätgasstrategi. Vätgas kan till exempel användas för att framställa transportbränslen, men också för att generera el i olika typer av bränsleceller.

Bränsleceller kan i princip nyttjas varhelst el behövs. De har en hög energitäthet och ger inga farliga utsläpp. Tekniken finns i allt från små mobiltelefonladdare till stora kraftverk. Där emellan hittar vi en rad exempel bland annat från transportsektorn, där man

strävar efter att använda mer el i stället för bensin och diesel.

Flera personbilstillverkare stoltserar med bränslecellsmodeller, till exempel Honda, Toyota och Hyundai. Intresset från tillverkare av tyngre fordon, som Scania och AB Volvo, är också stort. Då bränsleceller kan lagra mer energi än batterier i samma storlek, blir det lättare att låta stora fordon som långträdare åka långa sträckor på el. I Tyskland har

”Tekniken finns i allt från små mobiltelefonladdare till stora kraftverk.”



I somras provflög brittiska Zeroavia det första passagerarplanet som drivs med bränsleceller.

BILD: Zeroavia

Vätgas omvandlas till elektrisk energi

Bränslecellen är en energi-omvandlare där den kemiska energin i bränslet (vätgasen), med hjälp av elektrokemiska reaktioner, kan omvandlas till elektrisk energi. Cellen består, i likhet med ett batteri, av två elektroder med mellanliggande elektrolyt. Bränslet tillförs och reagerar på anoden, medan syre (som oftast tas direkt ur luften) reagerar på katoden. De två elektroderna deltar inte själva i reaktionerna, utan utgör endast katalysator för dessa. Tack vare en potentialskillnad mellan de två elektrodreaktionerna, rör sig elektroner och joner via olika vägar från den ena elektroden till den andra.

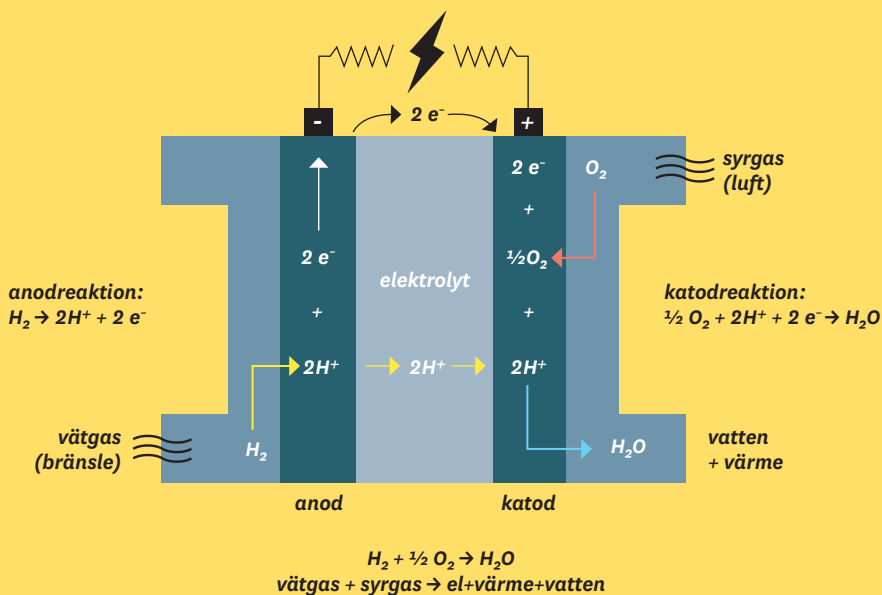
Bland bränslecellerna hittas en rad olika varianter. Beroende av material i elektroder och elektrolyt får de olika egenskaper, vad gäller utformning av cellen, arbetstemperatur och lämpligt användningsområde. Namnet på

de olika bränslecellerna avslöjar, med några få undantag, vilken typ av elektrolyt som bränslecellen har. Bland elektrolyterna återfinns såväl vätskor och salt-smältor som ledande polymerer och fasta oxider, men gemensamt för dem är att de måste vara jonledande. Arbetstemperaturen för bränslecellen avgörs till stor del av materialet i elektrolyten och dess jonledningsförmåga. Bränsleceller med saltsmälte- eller fastoxidelektrolyt måste typiskt upp i temperaturer högre än 600 °C, medan övriga bränsleceller alla arbetar under cirka 200 °C. Temperaturen har också en stor inverkan på vilka katalysatorer används i elektroderna. Ju högre temperatur i cellen, desto lägre är behovet av ädelmetaller som katalysator i elektroden. Under senare år har polymerelektrolyt-bränsleceller med protonledande elektrolyt kommit att bli alltmer dominerande, både då det gäller antal sålda enheter och installerad kapacitet. I denna bränslecell är platina en mycket effektiv katalysator.

dieseldrivna lok ersatts av världens två första vätgaståg. Tågen kan köra cirka 80 mil utan att tanka och som passagerare kan man åka en åtta mil lång linje i nordvästra Tyskland. Vid en av ändstationerna finns en vätgastankstation som har byggts och drivs av gasföretaget Linde. Ytterligare 14 tåg är beställda av regionen.

ÄVEN FÖR BÅTAR och flygplan märks intresset för bränsleceller. I det så kallade Water-go-round-projektet i San Francisco bay körs den första kommersiella bränslecellsfärjan i världen. Inom flygindustrin arbetar man hårt med kravet på att sänka sina utsläpp. Enligt Airbus är vätgas framtidens bränsle och de har lanserat tre olika koncept för vätgasflygplan. Dessa tre bygger dock på förbränning av vätgas, men intresset för bränsleceller i framtida plan finns också. Att det är möjligt att köra flyg-

Så fungerar bränslecellen



plan med hjälp av bränsleceller, visades av den brittiska flygplanstillverkaren Zeroavia, som i somras för första gången i världen provflög sitt bränslecellsdrivna passagerarplan. Turen varade inte mer än knappt tio minuter, men är ett bevis på att tekniken fungerar även för lufttransporter. Bränslecellssystemet på 100 kilowatt kom i detta fall från det svenska företaget Powercell.

BRÄNSLECELLSTEKNIKEN fungerar och kan användas i alla möjliga olika sammanhang. Så varför ser vi inte mer av dessa? Som så ofta när alternativa tekniker introduceras så anses kostnaden vara en av stötestenarna, en annan är bränslecellernas livslängd. Men det går inte att sätta ett generellt mål för pris eller livslängd, då det kommer att bero mycket på användningsområde. Exempelvis har amerikanska energidepartementet satt ett mål för år 2020 på 5 000 timmars livslängd för en bränslecell i en personbil, medan man allmänt anser att minst 40 000 timmar krävs för bränsleceller i stationär kraftproduktion. Det senare är något som redan uppnås av åtminstone smältkarbonatbränslecellen och fosforsyrbränslecellen, två bränslecellstyper lämpliga för storskalig kraftproduktion.

Utöver kostnad och livslängd ställs förstås också krav på att de material som används i bränslecellerna ska vara hållbara också ur ett samhälls- och miljöperspektiv. Så vad görs då inom forskningen för att möta dessa krav? Överlag så ligger ett stort fokus på att ta fram och utveckla nya cellkomponenter och material. Forskare vid KTH har under flera decennier forskat på bränsleceller. Huvudfokus ligger i dag på polymerelektrolytbränsleceller. I några olika forskningsprojekt i samarbete med Chalmers och Lunds universitet utvecklas nya katalysatorer och polymerelektrolyter. Ett sätt att få ner kostnaden för bränslecellen är att reducera mängden platina i elektroderna, till exempel genom legering. Katalysatorer av flera legeringar (till exempel platina-yttrium, platina-gadolinium, platina-terbium) ger flera gånger högre elektrokemisk aktivitet än ren platina, samtidigt som mängden platina minskas.

Helst vill man dock undvika ädelmetaller. Genom att byta ut den sura protonledande elektrolyten till ett anjonledande membran öppnar sig nya



Den vätgasdrivna pistmaskinen från italienska Prinoth premiärvisades i december. Den kan köras i upp till fyra timmar.

möjligheter. Den alkaliska miljön möjliggör användning av platinafria katalysatorer, som silver och nickel, vilket sänker kostnaden. Tack vare en mindre korrosiv miljö kan också hållbarheten hos cellkomponenterna förbättras. Denna typ av bränslecell är relativt ny och lider ännu av begränsningar i form av dålig jonledningsförmåga, katalysatoraktivitet och långtidsstabilitet, men intresset är stort

”De material som används i bränslecellerna ska vara hållbara också ur ett samhälls- och miljöperspektiv.”

inom forskarvärlden. Så också i Sverige. Nya typer av anjonledande membran och jonomerer för elektroderna har tagits fram på Lunds universitet och utvärderats i bränslecell på KTH. Det görs också studier av flera olika katalysatorer för bränslecellstypen. Vid byte från sur till alkalisk miljö ändras också de delreaktioner som sker på elektroderna. Vatten kommer att produceras på anoden och konsumeras på katoden. Hur vattnet kan transporteras genom cellen har inverkan på elektrodreaktionerna och cellens prestanda och studeras med hjälp av matematiska modeller.

SAMMANFATTNINGSVIS ses ett markant ökat intresse för vätgas, bränsleceller och elektrolys, såväl från industri och forskningsfinansierare som från samhället i stort.

Carina Lagergren är professor i kemiteknik med inriktning mot elektrokemiska strömkällor vid KTH. Hennes forskning fokuserar främst på bränsleceller, men även på elektrolys.



BILD : Mirko Boeck/Prinoth, Scania

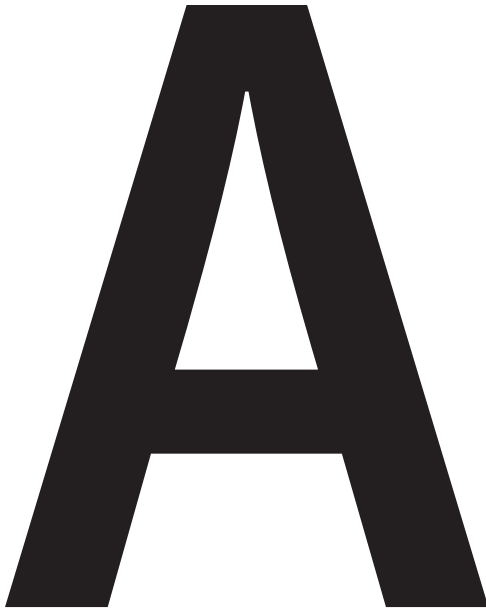
Den bränslecellsdrivna sopbilen från Scania rullar från slutet av februari på gatorna i Göteborg.

Materialen ger olika egenskaper

| BRÄNSLECELLSTYP | MATERIAL | | DRIFTS-TEMPERATUR | ELEKTRISK EFFEKT | TILLÄMPNINGS-OMRÅDEN |
|---|---|-------------------------|-------------------|------------------------------------|--|
| | ELEKTROLYT | KATALYSATOR | | | |
| Alkalisk bränslecell (AFC) | Kaliumhydroxid | Platina, silver, nickel | < 90 °C | < 10 kW | Nischtillämpningar (begränsat intresse idag) |
| Fosforsyrabränslecell (PAFC) | Fosforsyra | Platina | 150–200 °C | < 200kW | Kraftvärmeproduktion, reservkraft |
| Polymerelektrolytbränslecell, med sur elektrolyt (PEMFC) | Protonledande membran | Platina | < 90 °C | Några W–250 kW | Bärbar elektronik, transport, småskalig kraftvärmeproduktion |
| Polymerelektrolytbränslecell, med alkalisk elektrolyt (AEMFC) | Anjon/hydroxidjonledande membran | Platina, silver, nickel | < 60 °C | Forsknings- och utvecklingsstadiet | |
| Smältkarbonatbränslecell (MCFC) | Smält blandning av alkalimetallkarbonater | Nickel | 600–700 °C | 10 kW–2 MW | Kraftvärmeproduktion |
| Fastoxidbränslecell (SOFC) | Oxidjonledande keram | Perovskiter | 600–1 000 °C | < 100 kW | Kraftvärmeproduktion |

Den svåra konsten att torka mjölk

Många försök att ta fram det eftertraktade mjölkpulvret misslyckades. Tills uppfinnaren Ninni Kronberg i början av 1930-talet hittade ett sätt att både torka mjölken och bevara smaken.



tt Ninni Kronberg kom att ta sig an torrmjölksfrågan var egentligen inte så förvånande. På Rydsgårds gods där hon bodde fanns en besättning svartvita Holstein-kor. Tillsammans mjölkade de ungefär 50 liter om dagen. Utmaningen det innebar att på ett säkert och ekonomiskt sätt ta tillvara all denna näringsrika mjölk kan inte ha undgått henne.

Ninni Kronberg ville bidra med den sista pusselbit som behövdes för en framgångsrik kommersialisering av torrmjölken i Sverige. Lösningen stod klar 1934 och presenterades som världens första smakliga torrmjölk – uppblandad med vatten smakade den som ”riktig” mjölk.

HENNES METOD gick ut på att mjölken pumpas genom ett fint munstycke in i en stor kammare med torr och varm luft, där små, små mjölkdroppar bildas och faller långsamt mot botten. Kontakten med den heta luften får vattnet i mjölkdroppen att avdunsta. När droppen når botten, två till tre sekunder senare, har den redan förlorat tillräckligt med vatten för att ha förvandlats till en liten pulverpartikel.

Det finurliga med metoden är att avdunstningen hjälper till att bevara de värmekänsliga vitaminerna i mjölken. De vattenmolekyler som sliter sig loss från droppen gör detta genom att ta energi från mjölken. Avdunstningen kylar därför mjölkdroppen på samma sätt som kroppen kyls av att svettas en het sommardag, så att temperaturen i den fallande mjölkdroppen aldrig rusar iväg. Både smaken, hållbarheten och näringsinnehållet var följaktligen bättre i hennes torrmjölk än i den torrmjölk som producerats tidigare med andra metoder.

Metoden att framställa ett pulver genom att spreja små droppar i en het kammare kallas sprejtorkning och används fortfarande över hela världen. Samma metod används vid tillverkning av allt från antibiotika till snabbkaffe och tvättmedel.

MEN SPREJTORKEN VAR inte hela hemligheten bakom Ninni Kronbergs metod. Stoltast var hon över den andra delen av sin lösning. Från sin forskning och efter att ha startat en industri som tillverkade jästersättningsmedlet Practicmjöl var hon en hängiven anhängare av mjölk-syrabakterier. Hon hade kommit på att hon kunde förbehandla mjölken med en liten mängd renframställda sådana. På så sätt skulle de skadliga bakterier som försökte invadera mjölkpulvret tvingas konkurrera med hennes goda mjölk-syrabakterier, och därmed fick mjölken ett extra skydd.

Ninni Kronberg var redan från början inställd på att patentera och kommersialisera sin uppfinning. I intervjuer poängterade hon gärna att det var arbetet i sig som var den största belöningen, men efter att hennes före detta make dött 1930 var hon inte längre ekonomiskt beroende. Uppfinnandet blev därför också

”Ninni Kronberg ska ha erbjudits motsvarande över 30 miljoner kronor.”

Det här är ett bearbetat utdrag ur *Pulverpionjärerna: Den explosiva historien om torkad mjölk* av Andreas Håkansson (Fri tanke, 2020)

den före detta societetsfruns sätt att söka en egen försörjning.

Erfarenheten av att driva Practicbolaget hade inte gett mersmak och Ninni försökte i stället hitta en lämplig köpare till sitt nya patent. Den största marknaden för industriell mejeriproduktion fanns fortfarande i England, och det var dit hon skickade sin representant, en direktör Lysell, hösten 1933. Det engelska äventyret förde med Ninni ut på en känslomässig berg-och-dalbane-tur, som tyvärr slutade i svår besvikelse.

Till en början såg allting gott ut. Den 27 oktober 1933 berättar de svenska tidningarna att Lysells förhandlingar gått lysande: Ninni Kronberg ska ha erbjudits motsvarande över 30 miljoner kronor bara för de brittiska rättigheterna till sitt patent. Ett engelskt konsortium stod nu redo att starta upp 15 fabriker för tillverkning av torrmjölk enligt Kronbergs metod.

Det bästa var kanske att resten av världen fortfarande låg öppen för exploatering – de 30 miljonerna hon enligt uppgift hade erbjudits gällde bara själva England. De 15 fabriker skulle inte ens ha rätt att sälja till imperiets kolonier. Ninni Kronberg började genast föreställa sig etableringen av en ny torrmjölksfabrik i Ystad.

DRÖMMEN FICK DOCK ett abrupt slut redan ett par dagar senare. Tisdagen den 31 oktober hade ett stort pressuppbåd samlats i Göteborgs hamn för att ta emot passagerarfartyget Suecia. Ombord fanns den direktör som drivit förhandlingarna å Kronbergs vägnar, och tidningarna slogs om intervjuplats – alla ville veta mer om det stora mjölkpulverprojektet. Men journalisterna blev besvikna, rapporterna från London hade varit överdrivna. Förhandlingarna hade visserligen gått bra, engelsmännen var intresserade av att starta upp en fabrik, meddelade han. Men ingenting var avgjort. Också det visade sig vara alltför optimistiskt. Affären gick i stöpet. Det blev ingen engelsk fabrik, inga Kronbergska miljoner och därför fanns inte heller pengar till en ny svensk fabrik.

Ninni Kronberg gav inte upp. Hon fortsatte att finslipa sin uppfinning och uppvakta möjliga finansörer. 1938 hade metoden med hennes egna ord ”utexpe-

rimiterats och fulländats så att den enligt experternas utsagor överträffar allt som finns av detta slag på den internationella marknaden”. Året dessförinnan hade hon lyckats få det svenska försvaret att testa hennes produkt. De var redan storköpare av mjölkpulver producerat med en gammal metod. Torrmjölks är nämligen med sin låga vikt och sin höga näringsstäthet perfekt som fältkost. Testerna utföll mycket fördelaktigt för Ninni Kronberg – soldaterna intygade att både hållbarhet och smak var vida överlägset allt de provat tidigare.

1938 kom genombrottet så äntligen. Ninni Kronberg beviljades ett statsanslag om 25 000 kronor – lite drygt

Torrmjölken som byggde på Ninni Kronbergs metod presenterades 1934.

700 000 i dagens penningvärde – för att igångsätta storskalig produktion. Men det fanns ett förbehåll. Fabriken måste ligga i Sverige och styras av ett svenskt bolag med ett aktiekapital på sammanlagt 250 000 kronor. Drömmen var inom räckhåll, men fortfarande behövde hon mer kapital.

FÖRST FÖRSÖKTE HON med mejerierna. Detta var före mejerisammanslagningarna, och det fanns fortfarande hundratal mejerier bara i Skåne, många av dem utspridda på landsbygden – det närmaste mejeriet fanns i den lilla byn Tånebro bara ett par kilometer söder om Rydgårds gods. Men mejerierna visade inget intresse för Kronbergs torrmjölksföretag. Hennes argument om oanade exportmöjligheter nådde inte fram. Mjölkpulver föreföll fortfarande alltför otraditionellt, alltför osäkert.

När hon till sist fick napp var det inte från mejeribranschen. Det började med att Wilhelm Westrup introducerade henne för sin kamrat Rolf Forsell, känd för sina goda branschkontakter och sin utmärkta näsa för lukrativa affärsmöjligheter. Forsell var direktör på en stor konserverfabrik i



Maillardreaktioner förstör mjölkpulvret

Skummjölkspulver – torkad mjölk – används flitigt i livsmedelsindustrin. Pulvret finns i modersmjölksersättning, mejeri- och bageriprodukter, rökt korv och många andra matvaror.

Att framställa detta pulver och samtidigt bevara mjölkens näringsinnehåll är dock ingen

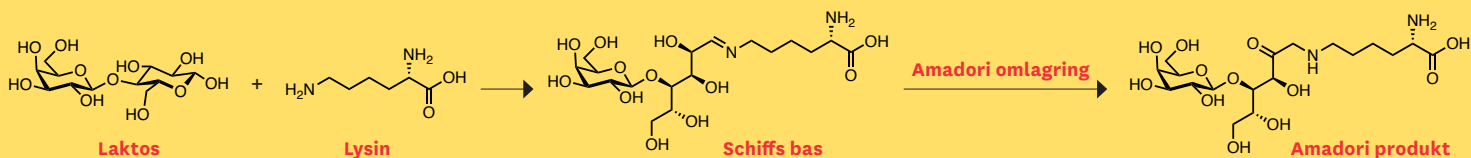
enkel sak. Själva torkningen sätter igång kemiska reaktioner i mjölken, bland annat så kallade Maillardreaktioner. Det som då händer är att mjölksocker (laktos) och aminosyran lysin i mjölkproteinet reagerar med varandra. Reaktionen kräver värme för att komma igång men har den väl gjort det så fort-

sätter den även vid lägre temperaturer. Hur snabbt reaktionen sedan utvecklas beror bland annat på vilken torkningsteknik man använder.

Forskaren Kataneh Aalaei studerade i sitt doktorandprojekt vid Lunds universitet 2017 denna speciella Maillardreaktion. Hon jämförde tre olika

torkningstekniker – frystorkning, trum- eller valstorkning och sprejtorkning – och kunde visa att frystorkning är den metod som bevarar mjölken bäst.

Då fryser man först mjölken och sedan omvandlas iskristallerna till ånga under vakuum. Vid trum- eller valstorkning bildas ett mycket tunt lager mjölk på ytan av en het rotterande trumma som torkar mjölken. Sprejtorkning – som är den vanligaste tekniken – bygger på att mjölken sprutas in i en kammare vid hög temperatur. De droppar som då



Göteborg. Kronberg övertygade honom om att hon var någonting mycket stort på spåren, och han kontaktade i sin tur bankmannen Carl Bertil Lilja. Och det är här, genom Lilja, som uppfinnaren Ninni Kronberg får kontakt med affärsmagnaten Axel Wenner-Gren. När han får höra om Kronbergs uppfinning nappar han genast.

Den 9 september 1938 bildades företaget Svenska Mjolkprodukter AB – eller SMP som det kom att kallas. Företaget bytte 1963 namn till Semper. Företagets grund var Kronbergs idéer, uppbackade av Wenner-Grens finansiella muskler. En fabrik byggdes i östgötska Kimstad, med planer på att torka 25 000 liter mjölk om dagen.

NÄR GUSTAF DE LAVAL och uppfinnaren Martin Ekenberg tidigare gått in i liknande samarbeten hade de fått ägarandelar i de bolag deras uppfinningar lagt grunden för. Ninni Kronberg, däremot, fick hela sin betalning i form av royaltier och kontantersättningar. Summan var visserligen rejält tilltagen. Kontantersättningen låg på motsvarande knappt en miljon kronor och 25 procent av företagets vinst ”i den mån densamma härflyter av exploateringen av Kronbergs uppfinningar”. Det skulle bli en rejäl slant med tiden. Avtalet kan vid en första anblick uppfattas som generöst.

”Det är svårt att tänka sig en mindre väl vald dag att starta en internationell exportindustri.”

Men precis som Baltzar von Platen och Carl Munters, som hade uppfunnit ett kylskåp, skulle hon med tiden komma att inse att Wenner-Gren inte drog sig för att smyga in små fallgropar i det finstiltat.

Wenner-Gren använde sitt stora kontaktnät och sitt exceptionella sinne för att sälja för att få upp intresset för fru Kronbergs nya mjölkpulver. I början av augusti 1938, medan mjölkpulverbolaget ännu var under uppbyggnad, hade redan uppköpare i England och Frankrike hört av sig och försökt lägga ordrar. Brittiska dagstidningar beskrev i lyriska ordalag ”Mrs. Ninni Kronberg of Rydsgaard” och hennes nya metod att torka mjölk på. Äntligen var så Axel Wenner-Gren och Ninni Kronberg på väg att åstadkomma det man drömt om i Sverige sedan slutet

av 1800-talet – en stor svensk högteknologisk torrmjölksfabrik som försåg världen med närande mjölk, och svenska kassakistor med guld. Tekniken var på plats, finansieringen var ordnad och genom Wenner-Gren hade SMP tillgång till en av sin tids största experter på internationell handel. ”Torrmjölken blir med all sannolikhet en världsindustri”, sammanfattade tidningarna läget.

Produktionen i Kimstadsfabriken kunde påbörjas den 1 september 1939. Tekniskt gick allt som det skulle. Till och med den omfattande logistiken fungerade – redan samma dag transporterades de första säckarna till Göteborg för utskeppning. Men det är svårt att tänka sig en mindre väl vald dag att starta en internationell exportindustri. På andra sidan Östersjön, vid den norra delen av polsk-tyska gränsen, belägen endast 35 mil sydost om Rydsgård, var ett nytt världskrig på väg att bryta ut. Kriget innebar ett hinder för varje företag inriktat på export. Men just för SMP skulle problemen bli både större och mer långlivade än för många andra. Ninni Kronbergs mjölkpulverdrömmar var nära att helt komma av sig, mycket på grund av en serie tragiska händelser på Atlanten en stormig natt ett par dagar senare, och den roll hennes affärspartner Axel Wenner-Gren tillskrevs i dessa. ●

bildas omvandlas till pulver på några sekunder. (Ninni Kronberg som vi möter i utdraget ur Andreas Håkanssons bok använde sprejtorkning.)

Kataneh Aalaei undersökte aminosyran lysin och hur den reagerar med den reducerande sockerarten laktos i mjölken under torkningsprocessen, samt nedbrytningsprodukten karboximetyllysin. Det visar hur Maillard-reaktionen har satts igång och hur länge den fortsatt under efterföljande lagring.

Efter 200 dagar hade det bildats dubbelt så mycket

karboximetyllysin i sprejtorkade än i frystorkade prover. I trumtorkade prover fanns 1,6 gånger mer än i de frystorkade proverna.

Undersökningen visade också att reaktionen påverkades av lagringsförhållanden som temperatur och relativ luftfuktighet. Ju högre temperatur och relativ fuktighet, desto mer hade aminosyran brutits ner. Lagrades mjölkpulvret vid 33 procents relativ luftfuktighet och 20 grader, syntes ingen förändring. I 52 procents relativ luftfuktighet i 30 grader hade

lysininnehållet däremot minskat med nästan hälften efter 200 dagar.

Om inte pulvret förvaras torrt och svalt påverkas med andra ord kvaliteten. Resultatet blir ett pulver som är sämre

och också kan vara mindre hälsosamt att äta. Bland annat har den essentiella aminosyran lysin brutits ner.

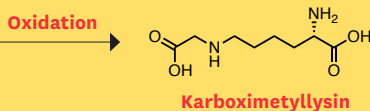
Forskningen finansierades av Vetenskapsrådet. ○
Av Siv Engelman

Mjölk innehåller flera näringsämnen
(från Walstra, et al. 2005)

| | Skummjölkpulver | Helmjölkpulver |
|-----------------|-----------------|----------------|
| Fett | 1% | 2,6% |
| Laktos | 51% | 38% |
| Kasein | 27% | 19,5% |
| Vassleproteiner | 6,6% | 5,3% |
| Aska* | 8,5% | 6,3% |
| Vatten | 3-4% | 2,5% |

*Aska är den del av mjölken som inte innehåller fett eller proteiner. Den består till största delen av mineraler och vitaminer.

Mjölkpulver finns i många livsmedel, bland annat i välling.



Din telefon innehåller många olika slags ATOMER.

Under skalet på mobilen

LÄGG INTE BORT MOBILTELEFONEN.

Titta i stället på den, utan att slå på skärmen. Har du funderat på hur den egentligen fungerar? Det krävs oerhört mycket avancerad teknik för att en mobiltelefon ska fungera. Det mesta av denna teknik är baserad på kemi. Av de 118 grundämnen vi känner till i dag kan vi hitta drygt en fjärdedel i en modern mobiltelefon.

Skärmen är speciell eftersom vi kan styra mobilen genom att röra vid den.



↓ FAKTA

Din Kemi sätter kemin i sammanhang

Din Kemi är ett nytt digitalt läromedel för dig som går i skolan.

– Tanken är att sätta in kemin i ett sammanhang som är relevant och intressant, säger Karolina Broman, som är forskare i kemididaktik vid Umeå universitet och en av redaktörerna för Din Kemi tillsammans med Ulf Ellervik, professor i organisk kemi vid Lunds universitet, och Linda Lindberg, matematik- och NO-lärare i Partille.

Artiklarna är skrivna av ett fyrtiotal forskare. I texterna kan du klicka vidare för att hitta förklaringar till ord. De flesta avsnitten avslutas med ett test. Där finns också filmer och animeringar.

Din Kemi finns på dinkemi.se och är fritt för vem som helst att använda.

Skärmen är gjord av glas. Glas tillverkas genom att smälta sand. Sand består till största delen av kisel-dioxid med inslag av metalloxyder, ofta aluminium (Al). Med oxider menas föreningar av olika ämnen med syre (O). Glaset i telefonen byggs alltså upp av positivt laddade aluminiumjoner och kiseljoner och negativt laddade syrejoner.

Glaset i en mobiltelefon måste vara väldigt starkt. För att göra glaset starkare blandas atomslaget kalium (K) in i glaset. Kaliumjoner är större än kiseljoner och aluminiumjoner – och skapar därmed spänningar i glaset. Spänningarna gör att glaset hålls ihop bättre.

För att vi ska kunna styra mobilen måste glasets yta vara elektriskt ledande. Vanligt glas kan inte leda ström. Det är elektriskt isolerande. Så för att glaset på mobiltelefonen ska kunna leda ström används ett tunt lager av indiumoxid, en förening av metallen indium (In) och syre. Till indiumoxiden tillsätts små mängder av metallen tenn (Sn) för att ytterligare öka den elektriska ledningsförmågan.

Dessutom används små mängder av metallerna yttrium (Y), europium (Eu), terbium (Tb), lantan (La), dysprosium (Dy) och gadolinium (Gd). Dessa metaller kan ta upp och även skicka ut ljus. Varje metall har en unik färg och de används för att skärmen ska kunna visa bilder i färg. Dessa metaller hindrar även solens UV-strålning från att skada telefonen.

RESTEN AV TELEFONENS hölje är antingen gjort av plast eller av en legering av aluminium (Al) och magnesium (Mg). Om telefonen har ett hölje av plast, som består av kol (C) och väte (H), är det vanligt att tillsätta flamskyddsmedel. Flamskyddsmedel används för att förhindra att telefonen brinner upp om den blir överhettad. Flamskyddsmedlet består av mole-

kyler som innehåller brom (Br). När plast brinner reagerar kolet och vätet i plasten med luftens syre och bildar koldioxid och vatten. Brom-kolbindningar gör att kolatomerna inte längre kan reagera med syre. Då slocknar elden.

INNANFÖR TELEFONENS HÖLJE finns ett batteri. Batterier bygger på kemiska reaktioner där elektroner flyttas från en atom till en annan. De flesta metaller lämnar lätt ifrån sig sina elektroner och blir då positiva joner. Vi kallar sådana metaller oädlade. Ett exempel är järn som lätt förvandlas till joner. Det är därför järn lätt rostar. Andra metaller håller hårt i sina elektroner. De kallas ädla. Ett exempel är guld. Om vi har två metaller som är olika bra på att hålla kvar sina elektroner kan vi få elektronerna att röra sig mellan dem. Då får vi ett flöde av elektroner – en elektrisk ström.

Ett batteri är uppbyggt av ämnen som är olika bra på att hålla kvar sina elektroner. När vi kopplar ihop pluspolen med minuspolen sker kemiska reaktioner. I den ena reaktionen avges elektroner och i den andra tas de upp.

Batteriet är ett litiumjonbatteri. Det betyder att det är joner av metallen litium (Li) som rör sig i batteriet när en ström skapas. Litiumjonerna rör sig från batteriets anod (minuspol) till batteriets katod (pluspol). I anoden är litiumjonerna inkludade i en grafitkristall. Grafit är en av kristallformerna av kol (C). I katoden reagerar litiumjonerna med metallen kobolt (Co) och syre (O) och bildar en kristall av litiumkoboltoxid, LiCoO_2 . När vi sedan laddar batteriet igen, tvingar vi tillbaka litiumjonerna från LiCoO_2 -kristallen in i grafitkristallen. Själva batteriet är inkapslat i ett hölje av aluminium (Al).

EN LYSDIOD ÄR en elektrisk komponent som kan ge ifrån sig ljus. De kallas för ljusemitterande dioder och brukar förkortas LED. Lysdioden till kameralampan byggs upp av så kallade halvledare. I alla material finns elektroner. I vissa material rör sig elektronerna lätt. Sådana material

”Glaset i en mobiltelefon måste vara väldigt starkt.”



kallas ledare. De leder ström. Metaller är ledare. I andra material rör sig inte elektronerna alls. Sådana material kallas isolatorer.

Det finns också material som är halvledare. Med hjälp av energi kan man få elektronerna i halvledare att röra på sig. Den energi som krävs för att elektronerna ska bli lätttrörliga kallas för bandgapet. Halvledare har ett halvstort bandgap. I en lysdiod används elektrisk energi för att flytta elektroner över bandgapet. När de sedan vill tillbaka igen måste de göra sig av med energin. Det gör de genom att sända ut en foton, en ljuspartikel. För att skapa synligt ljus behövs ett material som har ett bandgap som motsvarar energin i synligt ljus.

Lysdioder görs av föreningar mellan kväve (N) och metallerna aluminium (Al), gallium (Ga) och indium (In). För att justera bandgapets storlek hos dessa föreningar används ofta magnesium (Mg) eller järn (Fe). Olika ämnen ger ljus av olika färg.

TELEFONENS HJÄRNA är dess elektronik. Om vi skulle bryta upp mobiltelefonen skulle vi hitta kretskort med små komponenter på. Elektroniken bygger på transistorer. Transistorerna skapar de digitala signaler som styr allt i mobiltelefonen.

Det finns flera miljarder transistorer i en mobiltelefon. En transistor i en mobiltelefon är omkring tio nanometer stor. En nanometer är en miljarddel meter.

Grunden för all elektronik i mobiltelefonen är halvledare, precis som för kameran lysdiod. Den vanligaste halvledaren är grundämnet kisel (Si). Kisel bygger också upp elektroniken i telefonen. I en mobiltelefon ändras bandgapet hos kisel genom att tillsätta små mängder av bor (B) eller fosfor (P). Dessutom behövs en elektrisk isolator av antingen kiseldioxid, SiO_2 eller en oxid av metallen hafnium (Hf).

För att vi ska kunna ringa och surfa krävs elektriska komponenter med speciella egenskaper. Dessa görs av andra halvledare. Ett exempel är en förening mellan metallen gallium (Ga) och halvmetallen arsenik (As). För att skapa elektriska kontakter på transistorerna används antingen metallen volfram (W) eller föreningar mellan metallerna titan (Ti), aluminium (Al) och tantal (Ta) och kväve (N).

För att leda ström mellan transistorerna används volfram (W), koppar (Cu), silver (Ag) eller guld (Au). I ett ton uttjänta mobiltelefoner kan det finnas 300 gram rent guld. 10 000 mobiler väger ungefär ett ton. Detta är ungefär tio gånger högre halt än i guldmalm från en guldgruva. ●

Testa dina kunskaper

1. Denna komponent skapar de digitala signaler som styr allt i mobiltelefonen.

- A. lysdiod
- B. transistor
- C. spole
- D. kondensator

2. Denna elektriska komponent kallas också för LED.

- A. kretskort
- B. transistor
- C. lysdiod
- D. spole

3. Det finns flera miljarder av denna komponent i en mobiltelefon.

- A. kretskort
- B. transistor
- C. spole
- D. lysdiod

4. Styr om ett ämne leder ström eller inte. Hos halvledare är det halvstort.

- A. legeringar
- B. flamskyddsmedel
- C. bandgap
- D. oxider

5. Detta grundämne är en halvledare.

- A. volfram
- B. litium
- C. järn
- D. kisel

6. I detta ämne gör brom-kolbindningar så att kolatomerna inte kan reagera med syre och förhindrar på så sätt en brand.

- A. oxider
- B. flamskyddsmedel
- C. legeringar
- D. bandgap

7. Förhindrar att telefonen brinner upp om den överhettas.

- A. oxider
- B. bandgap
- C. legeringar
- D. flamskyddsmedel

8. Kallas föreningar av olika ämnen med syre.

- A. bandgap
- B. flamskyddsmedel
- C. oxider
- D. legeringar

RÄTT SVAR: 1 B, 2 C, 3 B, 4 C, 5 D, 6 B, 7 D, 8 C.

Äntligen – periodiska systemet i fickan!

Nyhet!
Nu med smart kemiquiz i appen



Ladda ner appen gratis!



Fickfakta Kemi är världens första app med det periodiska systemet på svenska. Den innehåller dessutom massor av annan kemifakta och en quiz där du kan testa dina kunskaper. Ladda ner den redan idag. Du vet aldrig när du behöver ha periodiska systemet i fickan.



**SVENSKA
KEMISAMFUNDET**