

ALLKEMI

TIDNINGEN FÖR BLIVANDE KEMISTER



Kvinnorna bakom upptäckterna

NU LYFTS KVINNORS
INSATSER FRAM

BEVISMATERIAL Så används dna i brottsutredningar.

LABBET PÅ LANDET Här får studenter möta kemi i praktiken.

LADDAD UPPTÄCKT Nobelpris till litiumbatteriets uppfinnare.

CORONA Forskare tar fram unik modell av viruset.

#1/2020

En bild säger mer än tusen ord

För bara några år sedan, år 2017, fick de tre fysikerna Jacques Dubochet, Joachim Frank och Richard Henderson Nobels kemipris för utvecklingen av kryoelektronmikroskopet. Tekniken, som gör det möjligt för forskarna att få fram tydliga och skarpa bilder av biomolekyler på atomnivå, har revolutionerat biokemin. På sid 5 i den här tidningen finns en bild på coronaviruset som är tagen med ett kryoelektronmikroskop. En vacker bild, men också mycket informativ. Med hjälp av den kan forskarna förstå hur coronaviruset fungerar. Det underlättar förstås sökandet efter läkemedel mot covid-19, den sjukdomen som viruset orsakar.

Under den här våren har mycket handlat om coronaviruset och hur det påverkar vår värld. Men det finns förstås även andra utmaningar som forskarna jobbar med. På sidan 8 kan du läsa om 2019 års Nobelpris i kemi, som gick till John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham och Akira Yoshino för utvecklingen av litiumjonbatterier. Lätta, laddningsbara och kraftfulla batteri som i dag används i allt från mobiltelefoner till elbilar och som är viktiga när vi ska ställa om till ett fossilfritt samhälle.

Just nu bygger Northvolt norra Europas största batterifabrik i Skellefteå. I Västerås finns deras utvecklingscenter. Ett spännande företag som just nu har ett stort behov av processingenjörer, kemister och kemiingenjörer. På Kemikarriär, kemikarriar.se, kan du se intervjuer med Jennifer Ludwig, processingenjör på Northvolt och Peter Carlsson, företagets grundare och vd. På sidan 7 i det här numret av Allkemi kan du läsa en intervju med Emma Nehrenheim som arbetar som hållbarhetschef på företaget.



Trevlig läsning!

Ulla Nyman

Ulla Nyman

PS. Vill du läsa mer om kryoelektronmikroskopet så finns en artikel i Allkemi 1/2018 som finns att ladda ner på www.allkemi.nu DS.

»Kemister kallas de, som förstått att utreda vad hvarje sak består utaf, och huru man af beståndsdelarne må kunna sammansätta nya ämnen. Kunskapen härom kallas Kemi. Den störste kemisten var vår landsman Jacob Berzelius, som föddes 1779 i Wälfwertsunda i Östergötland och dog i Stockholm 1848.«

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

Källa: Nationalencyklopedin

ALLKEMI #1/2020

UPPLAGA 20 000

ALLKEMI

Ges ut av IKEM – Innovations- och kemiindustrierna i Sverige och bygger på artiklar från Kemisk Tidskrift och Modern Psykologi.

VILL DU PRENUMERERA?

Som elev eller lärare kan du beställa en gratisprenumeration på: www.allkemi.nu

FRÅGOR OM DIN PRENUMERATION?

Lamanica
0150-788 80
susanne@lamanica.se

PRODUKTION

Vetenskapsmedia i Sverige AB
Redaktör: Jonas Mattsson
jonas.mattsson@vetenskapsmedia.se
Grafisk form: Anders Svensson
Korrektur: Cecilia Christner Riad

SKRIBENTER

Mats Almgård, Siv Engelmark,
Catarina Gisby, Annette Lyknes,
Jonas Mattsson, Ulla Nyman,
Karin Skagerberg, Per Westergård

POSTADRESS

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

TRYCK

Pipeline Nordic, 2020

OMSLAG

Karin Söderquist



4. Elementärt

Syntetisk spindeltråd. Riktigt rent vatten. Inspiration på Berzelius-dagen. Färre kvinnliga forskare blir publicerade.



10. Bidrog i skymundan

Kvinnor hade viktiga roller för att upptäcka grundämnen. Men insatserna förtegs.



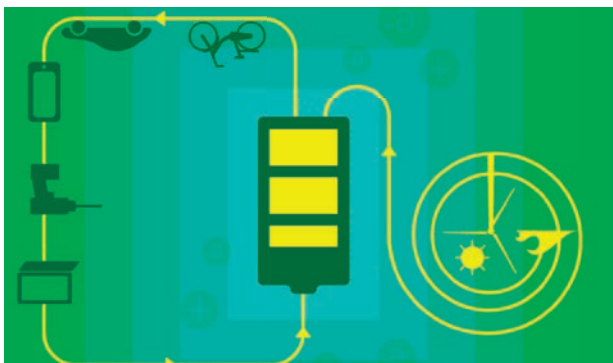
5. Coronaviruset i närbild

Forskare tar fram en tredimensionell struktur av det protein på coronaviruset som infekterar den mänskliga cellen.



12. Dna blir allt viktigare

I allt fler brottsutredningar används dna som bevismaterial.



8. Äntligen litium

Nobelpriset i kemi gick till uppfinnarna av litiumbatteriet.

6. Nya celler hela livet, gigantisk kartläggning av gener, nytt labb för gamla gener, Lennart Nilsson award

7. Hon bidrar till klimatet i kemiindustrin

15. Studenter möter kemi i praktiken

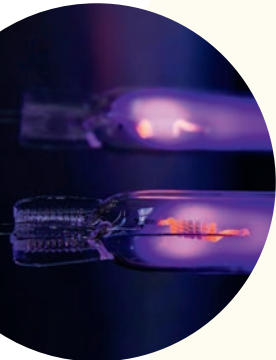
Alternativ för att rena vatten

Våra avloppsreningsverk är inte byggda för att kunna ta bort läkemedelsrester som bland annat kan påverka vattenlevande djur och växter. En rad pågående projekt utvecklar teknik som kan lösa problemet.

Växjö kommun har i ett försök på ett kommunalt reningsverk undersökt om en kombination av UV-ljus och väteperoxid kan få bort resterna. Bakom försöket finns utöver kommunen också kemiföretaget Nouryon och holländska Van Remmen UV Technology. Resultatet tyder på att mer än 90 procent av den samlade mängden bryts ner.

UV-ljuset sönderdelar väteperoxid så att det bildas hydroxylradikaler som oxiderar och bryter ned läkemedelsresterna. Några toxiska nedbrytningsprodukter har inte kunnat påvisas i labb- och pilot örsök där tekniken testats tidigare.

I dag renas avloppsvatten från läkemedelsrester i full skala på två platser i Sverige. I Linköping görs reningen med hjälp av ozon, i Simrishamn med ozon och aktivt kol. I båda fallen försvinner 90–95 procent av resterna vid rimliga doser.



Metioninets sidokedjor är markerade som färgade pinnar i bilden.



Gör stark tråd formbar

Spindeltråd är både exceptionellt stark och töjbar. Trots många försök har det varit svårt att producera en syntetisk motsvarighet. Men nu tycks en grupp tyska forskare vara spindelns hemlighet på spåret. De har studerat en domän (en del av ett protein) i ett spindeltrådsprotein och sett att aminosyran metionin är viktig.

Den ger proteinet en plasticitet som väsentligt ökar styrkan i bindningen mellan de individuella domänerna. Metionin har låg löslighet i vatten. Aminosyror med den egenskapen finns ofta i ett protein, där de stabiliserar den veckade formen av proteinet. Sidokedjan i metionin är extremt flexibel jämfört med sidokedjan hos andra naturliga aminosyror. Forskarna har nu kunnat visa att det finns ett stort antal metionin i kärnan av den studerade domänen, vilket kan göra den flexibel och formbar.

Inspiration på Berzeliusdagarna

Under Berzeliusdagarna i januari fick gymnasister från hela Sverige lyssna till föreläsningar och träffa studenter som läser kemi på något av universiteten. Bakom arrangemanget som hålls i Stockholm varje år står Svenska Kemisamfundet.

– Väldigt många av dem som jobbar med kemi i dag har varit på Berzeliusdagarna, eller har inspirerats av någon kompis som har varit där, säger Helena Grennberg, som är Kemisamfundets ordförande.

I år kom över 350 elever, från Kiruna i norr till Trelleborg i söder. Deltagarna fick lyssna till föreläsare från universitet och företag. Det är inte ovanligt att föreläsarna själva en gång har varit med på Berzeliusdagarna. Forskaren Stefan Jansson – som bland annat berättade om genmodifieringstekniken Crispr – var ett exempel på plats 1978. Han blev så småningom professor i växters cell- och molekylärbiologi vid Umeå universitet.



Ojämsställd publicering av forskning i kemi

Sannolikheten att en vetenskaplig artikel publiceras är mindre om det finns en kvinna bakom artikeln än om det finns en man. Det visar en analys av brittiska Royal Society of Chemistry som har arbetat på mer än 700 000 forskningsartiklar som har skickats in till någon av deras tidskrifter. Nästan 36 procent av författarna var kvinnor, men bara cirka 23 procent av de artiklar som accepterades hade en kvinna som korresponderande författare. Analysen visar också att rapporter av kvinnor i genomsnitt citeras mindre.

– Vi måste bli medvetna om hur vi tänker. Vetenskapliga publiceringar är en viktig del på meritlistan när man bedömer vem som ska få finansiering. Om det är svårare för kvinnor att publicera sina resultat, blir det också svårare att få finansiering, säger Pernilla Wiung Stafshede, kemiprofessor som leder jämställdhetsutskottet Genie vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg.

Läs mer om kvinnor och kemi på sidan 10 ►

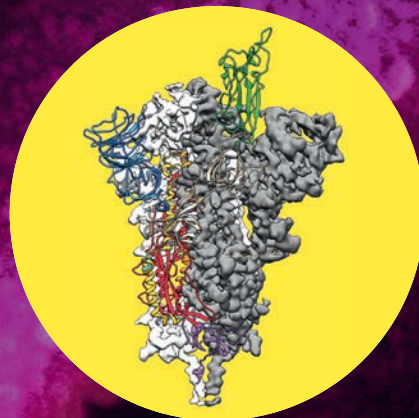
Därför smittar Covid-19 så lätt

Forskare vid University of Texas i Austin har med hjälp av kryoelektronmikroskopi lyckats ta fram en tredimensionell struktur av det protein på coronaviruset som infekterar den mänskliga cellen.

Proteinet kan ha två olika former, en innan det infekterar en cell, som på bilden in till vänster, och en annan under infektionen. Forskarna i Austin – som har publicerat sin kartläggning i tidskriften Science – har under flera år studerat andra coronavirus, som sars och mers. Nu tog det mindre än två veckor från det att de hade fått proteinets gensekvens från kinesiska forskare

att de kunde lösa den tredimensionella strukturen.

Viruset binder till samma receptor på cellytan som sars, men 10–20 gånger hårdare, vilket kan bidra till att det sprids lättare. Kartläggningen kan bli viktig i arbetet för att utveckla ett vaccin.



Nya celler hela livet

Tidigare har forskarna inte sett någon nybildning av hjärnceller efter puberteten. Men nu visar det sig att deras resultat kan ha påverkats av att de har studerat gammal hjärnvävnad. Redan efter 48 timmar är det svårt att binda hjärnvävnaden till proteinet som används för att markera nya, utvecklade nervceller. I en svensk studie, publicerad i den vetenskapliga tidskriften Science, användes max 24 timmar gammal vävnad. Forskarna hittade då 42 000 utvecklade neuroner per kvadratmillimeter hos en 43-årig donator. Även i en 87-årig donators hjärnvävnad hittades utvecklade neuroner, om än färre.

Gigantisk kartläggning av gener

Målet med Earth biogenome project är att kartlägga arvsmassan för över en miljon olika arter, djur och växter. Svenska Science for life laboratory bidrar med både utrustning och kompetens för att analysera arvsmassor. Sverige ligger i fronten inom detta område och har tidigare kartlagt genomet hos bland annat asp, gran, ällräv och omkring 200 andra arter. Arbetet ska öka kunskaperna om hur arter anpassar sig till omgivningen och till förändringar, som till exempel varmare klimat.



Nytt labb för gamla gener

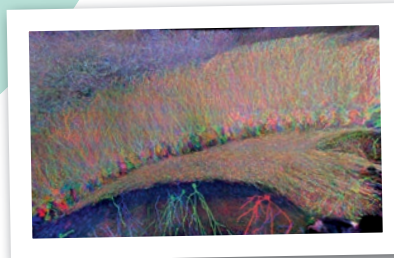
Nya Centrum för paleogenetik samlar forskare som undersöker dna från arkeologiska fynd, paleontologiska lämningar eller historiska samlingar. Bakom finns forskargrupper från Naturhistoriska riksmuseet respektive Insitutet för arkeologi och antikens kultur vid Stockholms universitet. De två forskargrupperna arbetar i ett helt nytt, högre, labb på Stockholms universitet. Inne i labbet är det övertryck så att inga partiklar kan komma in. Forskarna själva använder speciella säkerhetsdräkter för att inte kontaminera de gamla proverna med sitt eget dna.

Labbets senaste rapport handlar om en dna-analys av vad som troligen är det första fyndet av en fågel från den senaste isåldern. Fågeln har bevarats i permafrosten i Sibirien. Bakom rapporten står Love Dalén, professor i evolutionär genetik.

– Våra analyser visar att fågeln är en 46 000 år gammal berglärka. Dessutom tyder våra resultat på att den tillhörde en populär grupp som senare, vid isålderns slut, diversifierades till två olika underarter av berglärka, en i norra Sibirien och en som lever på stäppen i Mongoliet.

Ed gör det osynliga synligt

Ed Boyden är 2019 års vinnare av Lennart Nilsson Award för sin avbildningsteknik "som gör det osynliga synligt". Genom att tånja ut vävnaden innan den avbildas kan preparat som tidigare varit svårt att studera bli möjliga att avbilda, som denna hippocampus från en mushjärna. Ed Boyden är professor i neuroteknik i USA.



Läs om Nobelpriset till litiumjonbatteriets skapare på nästa sida ►

Hallå där Emma Nehrenheim, miljö- och hållbarhetschef hos batteritillverkaren Northvolt. Företaget ska bygga en fabrik i Skellefteå med fokus på återvinning.

”Vi kan förbättra klimatet”

Emma Nehrenheim var professor i miljöteknik på Mälardalens högskola på halvtid och jobbade halvtid på ABB när hon kom i kontakt med Northvolt, där hon nu arbetar som hållbarhetschef. Northvolt grundades 2015 och är ett snabbt växande företag inom tillverkning av batterier.

– Det är ett företag som kan lämna ett stort fotavtryck vad gäller att förbättra det globala klimatet och jag har längtat efter att jobba med det, säger Emma Nehrenheim.

Som hållbarhetschef har hon ansvar för tillståndsprocesser, miljöstyrningssystem, energieffektivisering, vatten- och luftrening med mera. Dessutom är hon med och bygger upp en verksamhet för återvinning av batterier. Det gör hon i samarbete med forskare vid Chalmers tekniska högskola i Göteborg.

– De har hjälpt oss att optimera vår återvinning så att den blir resurs- och miljöeffektiv.

Hennes ambition är att så småningom utveckla återvinning och koppla den till



Emma Nehrenheim är hållbarhetschef på Northvolt. Hon arbetar för att återvinna batterier i industriell skala i fabriken som ska byggas i Skellefteå.

tillverknigen i den batterifabrik som företaget ska bygga i Skellefteå. I staden finns nära band till gruvnäringen.

– Där finns industri och akademisk forskning runt råvaruproduktion, metallkemi och återvinning som är intressant.

I sina batterier använder Northvolt ett katodmaterial med nickel, kobolt och mangan i förhållande 80–10–10 procent, ”811”.

– Vi har hela tiden strävat efter att få nickelhalten att bli högre, framför allt för att få upp energidensiteten. ”811” är det bästa man kan göra i dag i industriell skala. För framtiden gäller systematisk förbättring av energidensiteten.

Vad är det för kompetens ni behöver?

– Europa har alltid varit framstående inom forskning, men utmaningen är att hitta dem som byggt batterier i industriell skala. Vi har också ett stort behov av processingenjörer, kemister och kemiingenjörer.

Av Siv Engelmark, chefredaktör för Kemisk Tidskrift

Så skapas miljövänliga batterier

I höst drar Northvolt igång återvinning vid företagets pilotabrik i Västerås.

År 2022 ska en anläggning i full skala börja byggas i den fabrik som nu byggs i Skellefteå. Återvinningsprocessen utgår från en metod som har utvecklats i samarbete med Chalmers tekniska högskola i Göteborg. Metallerna utvinns som salter av litium, nickel, mangan och kobolt.

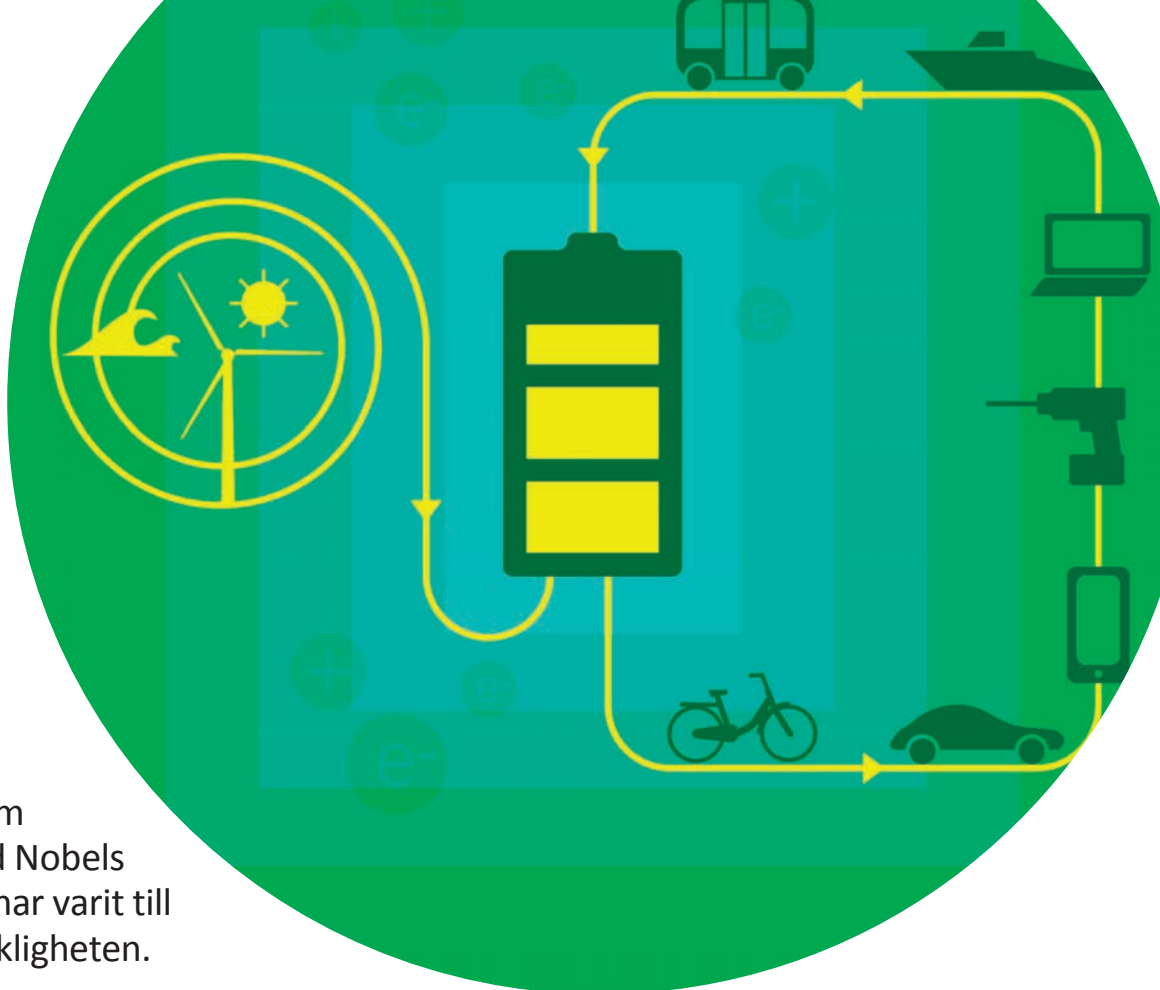
Att återvinna metallerna i uttjäta batterier blir allt viktigare. Elbilsboomen ökar kraftigt och efterfrågan på batterier, men tillgången på råvara är begränsad.

NYFIKEN PÅ EN KARRIÄR INOM KEMI?

Är du praktiskt intresserad är utbildningen till högskoleingenjör i kemi ett bra val.

Vill du ha mer teoretiska inslag är studier till kemivilingenjör eller kemistudier på högskola och universitet det givna valet. Att bli lärare i naturvetenskapliga ämnen ger säkra jobb. Läs mer på kemikarriar.se

ÄNTLIGEN!



Upptäckten som belönades med Nobels kemipris 2019 har varit till nytta för mänskligheten.

Laddat Nobelpris

Litiumjonbatterierna finns i mobiltelefoner och bärbara datorer, elbussar och elbilar. De har även börjat spela roll för lagring av energi från förnybara variabla energikällor som sol och vind. Det ständigt uppkopplade samhället med alla tjänster skulle inte vara möjligt utan litiumjonbatteriet, vars utvecklare belönades med 2019 års Nobelpris i kemi.

– Det var på tiden med tanke på det genomslag litiumjonbatteriet har haft i samhället, säger Patrik Johansson, som är professor i fysik och batteriforskare vid Chalmers tekniska högskola.

Det är tre forskare som belönades för olika bidrag till utvecklingen av litiumjonbatteriet: Akira Yoshino, John B. Goodenough och M. Stanley Whittingham.

ALLT BÖRJADE MED energikrisen på 1970-talet. Inför hotet om att oljan skulle ta slut ville den amerikanska

oljejätten Exxon bredda sin verksamhet. Företaget rekryterade några av de mest framstående forskarna inom energiområdet. En av dessa var Stanley Whittingham, som hade sysslat med materialforskning vid Stanforduniversitetet.

Vid Exxon upptäckte Stanley Whittingham ett sätt att öka materials ledningsförmåga. Han använde det för att utveckla ett batteri med titandisulfid som positiv elektrod. Som negativ elektrod valde han litium. **Resultatet blev ett laddningsbart litiumbatteri som fungerade i rumstemperatur.** Exxon beslutade att utveckla upptäckten till ett kommersiellt gångbart batteri.

Men arbetet var inte utan problem. När batterierna laddades flera gånger, bildades tunna utskott av litium från den negativa elektroden. När dessa nådde den positiva elektroden blev det kortslutning.

Brandkåren fick rycka ut flera gånger.

För att göra batteriet säkrare blandades aluminium in i litiumelektroden. År 1976 kunde batteriet börja produceras i liten skala för en schweizisk klocktillverkare som skulle använda det i soldrivna ur. I början av 1980-talet tvingades dock Exxon lägga ner batteriutvecklingen. Tekniken licensierades ut till tre företag i tre olika världsdelar.

OLJEKRISEN HADE FÅTT också John Goodenough att intressera sig för batterier. När han blev erbjuden en tjänst som professor i oorganisk kemi vid Oxford-universitetet i Storbritannien, tog han chansen och gav sig in i energiforskningen.

John Goodenough kände till Whittinghams batteri, men valde att bygga den positiva elektroden av en metalloxid i stället för en metallsulfid. Den negativa elektroden bestod fortfarande av metalliskt litium. Batteriet genererade en spänning på fyra volt, nästan dubbelt så mycket som Whittinghams batteri.

År 1980 publicerade han upptäckten av det nya energitäta katodmaterialet.

Med Goodenoughs katod som grund, skapade Akira Yoshino 1985 det första kommersiellt gångbara litiumjonbatteriet. I stället för reaktivt metalliskt litium som negativ elektrod använde han petroleumkoks, en slaggprodukt från oljeindustrin. Han laddade petroleumkoksen med elektroner och litiumjoner drogs in, interkalerades, i materialet. När han sedan använde batteriet, strömmade både elektroner och litiumjoner mot koboltoxiden i den positiva elektroden.

Resultatet: ett lätt, hållbart och laddbart batteri.

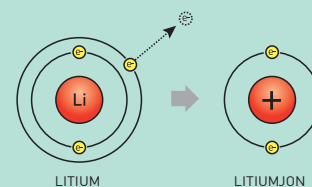
DEN STORA FÖRDELEN med litiumjonbatteriet är att jonerna interkaleras i elektroderna. När batteriet laddas upp eller ur, transporteras joner genom elektrolyten mellan elektroderna utan att reagera med omgivningen. Det gör att batteriet blir långlivat och kan laddas tusentals gånger innan det får för dålig prestanda.

Före 2019 års pris har Nobelpriset fem år i rad gått till upptäckter inom bioteknik och angränsande områden. Det är något som forskare har reagerat på.

– Jag tycker att det har funnits ett problem en längre tid med vad Nobelpriset belönar för typ av kemi – det har varit för ensidigt. Det här är absolut en annan typ av kemi, men det återstår att se om det är ett trendbrott och om priset kommer att avspegla hela bredden av kemiämnet, säger Patrik Johansson.

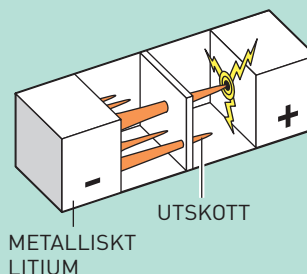
Av Siv Engelman, chefredaktör för Kemisk Tidskrift

Från li um ll li umjoner



HITTADES PÅ UTÖ

År 1817 renade de svenska kemisterna Johan August Arfwedson och Jöns Jacob Berzelius fram ett litiumsalt ur ett mineralprov från Utö gruva i Stockholms skärgård.

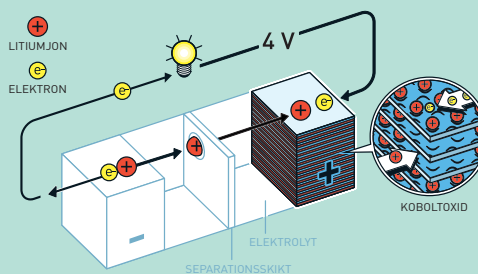
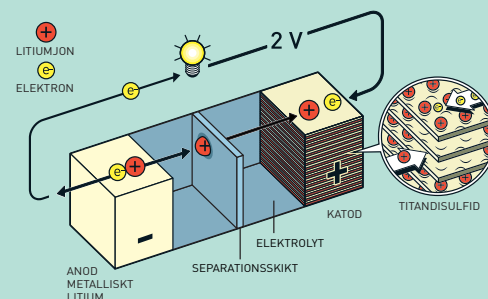


REAKTIVT

När batterier med metalliskt litium i anoden laddas, bildas utskott av litium som kan kortsluta batteriet och orsaka en explosion.

WHITTINGHAMS BATTERI

Litiumjoner lagras i hålrum i tandsulfiden i katoden.

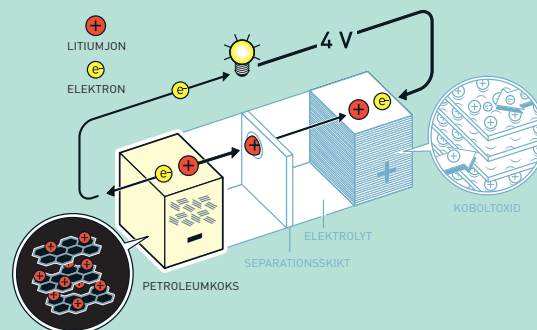


GOODENOUGHS BATTERI

Kobaltoxid i stället för tandsulfid i katoden.

YOSHINOS BATTERI

Petroleumkoks, en slaggprodukt från oljeindustrin, används som anod.





Kvinnorna som gjorde jobbet

Många kvinnor har bidragit till upptäckten eller isoleringen av nya grundämnen. Men få har fått erkännande som den första upptäckaren.

På 1800-talet utfördes mycket kemiskt arbete i hemmet, i nära anknytning till och många gånger i köket. Ofta användes samma utrustning i köket och på laboratoriet, som till exempel mortlar och pistiller för malning, samt ugnar för sandbad. Likheterna i utrustning och procedurer har medfört att köket ofta använts som metafor för laboratoriet – och laboratoriearbete kom därför att ligga närmare till hands för kvinnor. Sara Pohl, som var Carl Wilhelm Scheeles hushållerska, och Anna Sundström, som arbetade hos Jöns Jacob Berzelius, är två exempel på kvinnor som bidragit till kända kemisters analytiska arbete.

Astrid Cleve, dotter till kemiprofessorn Per Cleve, arbetade i slutet av 1800-talet tillsammans med sin

far med kemiskt analysarbete i deras hem. Hon studerade kemi och botanik och var 1898 den första kvinnan i Sverige som disputerade i ett naturvetenskapligt ämne. Hon fick tidigt anställning som amanuens vid Stockholms högskola. Inspirerad av sin far, som bidrog till upptäckterna av holmium och thulium i mineraler från Ytterbygruvan, och som studerat de sällsynta jordartsmetallerna, inledde hon forskning kring ytterbium, vilken publicerades 1901. Syftet var att utöka kunskaperna om vissa jordartsmetaller och att undersöka förhållandet mellan dem. Jordartsmetallerna var extremt svåra att skilja från varandra, men Astrid Cleve lyckades framställa vad hon ansåg vara rent ytterbium. Emellertid visade det sig, som för många andra jordartsmetaller, att det man ursprungligen trodde var ett grundämne, bestod av flera. I det ytterbium hon hade undersökt blev i stället två nya grundämnen identifierade, vilka fick namnen lutetium och neoytterbium, det sista senare ändrat till ytterbium.

UPPTÄCKTEN AV RADIOAKTIVITET skulle få stor betydelse för kvinnors möjlighet att bedriva naturvetenskaplig forskning. Det nya forskningsområdet som uppstod runt förra sekelskiftet lockade ovanligt många kvinnliga forskare. I dessa forskningsmiljöer fick kvinnorna möjligheter att utveckla sitt vetenskapliga arbete. Den mest kända kvinnan här är Marie Curie, som tillsammans med maken Pierre upptäckte de radioaktiva grundämnena polonium och radium, och därmed grundlade en helt ny vetenskap. Grundämnet protactinium upptäcktes också i samband med forskning kring radioaktivitet, denna gång 1918 i Berlin, av Lise Meitner och Otto Hahn.

Även för dessa forskare var det analytiskt kemiska laboratoriearbetet centralt. Paret Curie och deras medarbetare använde nästan fyra år till att arbeta sig igenom flera ton uranmineral och för att genomföra tusentals spädningar, fällningar eller kristallisationer och filtreringar, bara för att få fram 0,1 gram radiumklorid. Också Meitner och Hahn använde fem år av kemiska analyser för att komma fram till actiniums moderssubstans, alltså protactinium. År 1939, några år efter Marie Curies död, upptäckte teknikern Marguerite Perey vid Curie-laboratoriet grundämnet francium, då hon arbetade med actinium-serien. Upptäckten banade väg för en vetenskaplig karriär för henne, först en doktorsgrad, senare en professur i kärnkemi.

Inom forskningen om radioaktivitet bidrog kvinnorna till att etablera isotopbegreppet och till



förståelsen av det. Stefanie

Horovitz arbetade vid Radiuminstitutet i Wien, när hon 1914–15 tillsammans med sin handledare Otto Höningsschmid fann olika isotoper av bly. Detta var det första definitiva experimentella beviset på att isotoper existerade, ett drygt år efter att Frederick Soddy hade introducerat isotopbegreppet, som för övrigt fått sitt namn på förslag av läkaren Margaret Todd ("isotop", grekiska för "samma plats", alltså samma plats i det periodiska systemet). Den norska radiokemisten Ellen Gleditsch visade att andelen olika isotoper av samma grundämne i naturen var konstant, med undantag för dem som uppstått genom radioaktivt sönderfall.

I DAG ARBETAR flera kvinnor med framställning av nya supertunga grundämnen, bland annat Dawn Shaughnessy vid Livermore National Laboratory i Kalifornien. På 1980-talet blev Darleane Hoffman i Berkeley den första kvinnliga ledaren för en forskningsgrupp som arbetade med supertunga grundämnen. Kvinnor har gett många bidrag till vår kunskap om grundämnena och om atomen, som i dag utgör grunden för det periodiska systemet som system.

Av Annette Lykknes, vetenskapshistoriker. Texten är översatt till svenska av Anders Lundgren och baseras på boken *Women in their element: Selected women's contributions to the periodic system* (World Scientific, 2019). Redaktörer för boken är Annette Lykknes och Brigitte Van Tiggelen.

På bilden, som pryder omslaget till boken *Women in their element*, syns medlemmar i kemi-klubben vid Wilson college i Chambersburg i Pennsylvania, USA, år 1937.

Dna säger allt mer



I dag räcker det med en enda cell för att kunna få fram en fullständig dna-profil.

I dag kan polisen matcha spår från brottsplatser mot register där det kan finnas dna från släktingar som begått brott. Samtidigt försöker forskare få ut information om en persons utseende via dna.

Nationellt forensiskt centrum, NFC, har sitt huvudkontor i Linköping. Det är här alla dna-analyser i Sverige genomförs. – Förra året gjorde vi mer än 56 000 analyser av spår från olika brottsplatser. Siffran ökar från år till år. Antalet ärenden per år är annars cirka 16 000. **Ungefär 40 procent handlar om grova brott som mord, mordförsök, sexualbrott och rån.** Övriga brott är så kallade mängdbrott som inbrott och stölder, säger Christina Forsberg. Hon är verksamhetsexpert på NFC och har arbetat med dna-analyser sedan hon kom till myndigheten 2003.

Föregångslandet när det handlar om dna-analys är Storbritannien. Dit skickade Sverige bevismaterial

fram till 1991. Då gjordes de första dna-analyserna i Sverige. Åtta år senare skapades det första svenska dna-registret.

2006 är ett annat viktigt år i sammanhanget. Då fick polisen möjlighet att ta prover från skäligen misstänkta för brott som ger fängelse i straffskalan, och dessutom på frivillig grund från andra som kunde tänkas vara relevanta för utredningen.

I dag har polisen inte mindre än tre olika register för dna-profiler: spårregistret, utredningsregistret och dna-registret.

CHRISTINA FORSBERG TAR MED oss till ett utbildningslaboratorium för att visa hur en dna-analys

inledningsvis kan gå till. De riktiga laboratorierna kommer vi inte in i. Risken för kontaminering är för stor. Hon tar fram en tops med en blodfläck och klipper av två gånger två millimeter som hon petar ner i ett litet rör. Därefter fyller hon på med en lösning för att utvinna dna.

– Cellmembranet och cellkärnan ska slås sönder så att dna frigörs. Det krävs olika kemiska lösningar beroende på vilket material vi analyserar och vad materialet sitter på, förklarar hon. Det krävs till exempel tuffare kemikalier för att slå sönder sperma än blod.

Utvunnet dna masskopieras med PCR-teknik. Målet är att komma åt markörer för de så kallade STR-områdena. STR står för *short tandem repeats* och är de delar av dna där vi människor är olika. STR-markörerna mångdubblas och förses med fluorescerande färgämnen för att kunna hittas i den fortsatta processen. När det är klart finns miljontals kopior av STR-områden som separeras med hjälp av tekniken kapillärelektrofores. Resultatet är en dna-profil i sifferform som kan jämföras med andra dna-profiler, till exempel dem som finns i de olika registren.

NFC ÄR MED i ett EU-forskningsprojekt som heter Visage (Visible attributes through genomics). Ytterligare tolv laboratorier i Europa deltar. I projektet hoppas man kunna få fram utseendemässiga karaktärsdrag via dna. De utvecklar metoder för att fastställa färgen på ögonbrynen, om håret är krulligt eller vågigt, eller om dna kommer från en person som är skallig. Ytterligare ett mål är att ta fram teknik för att bestämma en persons ålder med hjälp av dna.

Men det betyder inte att man nu är på väg att kunna ta fram så kallade fantombilder med hjälp av dna.

– Dit är det mycket långt, understryker Christina Forsberg bestämt. Det finns ännu inte något vetenskapligt stöd för sådana bilder. I nuläget kan vi bestämma bio-geografiskt ursprung på kontinentnivå, det vill säga om en person kanske har afrikansk eller europeisk bakgrund, men inte på nivån Sverige-Danmark.

Det finns flera skillnader i enskilda nukleotider i dna som kan kopplas till olika geografiska ursprung. Dessutom finns analyser som visar pigmentering, det vill säga ögon-, hår- och hudfärg.

– Vi förändras ju utseendemässigt under livet, fortsätter Christina Forsberg. **En människa som är blond som barn kan få en mycket mörkare hårfärg som**



Christina Forsberg har arbetat med dna-analyser sedan 2013.

vuxen för att därefter bli helt gråhårig. Han eller hon är dock fortfarande blond i sitt dna. Stirrar man sig då blind på att leta efter en blond, blåögd person kan man hamna helt fel.

I ETT KÄNT SVENSKT FALL, dubbelmordet i Linköping, har polisen dock försökt att dra nytta av denna teknik. En tidig oktobermorgon 2004 knivskars en 8-årig pojke och en 56-årig kvinna till döds. Mördaren slängde ifrån sig en mössa längs med flyktvägen. På den fanns dna. För ett par år sedan skickades detta dna till ett laboratorium i Rotterdam, där analysen visade att gärningsmannen sannolikt är en nord-europé med blå ögon. Men trots att polisen har mördarens dna, och trots att det har gått att ringa

KEMI LÖSER BROTT

in honom ytterligare sedan tiden för mordet är han fortfarande på fri fot.

Rent teoretiskt skulle brottsutredarna kunna hitta honom via en släktforskningsdatabas. Detta är det andra stora nya i dna-analys-världen.

Det finns flera kommersiella företag som erbjuder privatpersoner att analysera sin arvs massa. Globalt handlar det om miljontals människor som frivilligt har lämnat ifrån sig sitt dna till databaser.

– Någon har räknat ut att det räcker med att tre procent av jordens invånare vänder sig till de här företagen – då skulle vi kunna kartlägga oss allihop, inflikar Ricky Ansell, även han verksamhetsexpert på NFC.

Sedan i vintras ingår han i en grupp som tittar närmare på om det skulle kunna vara möjligt för svensk polis att utnyttja den här typen av släktforskningsdatabaser.

– Vi har inlett ett pilotprojekt där vi jobbar med några konkreta fall. Något av dem hoppas vi kunna lösa den här vägen.

Nej, han säger inte vilka fallen är.

I USA HAR FLER ÄN 80 sedan länge olösta fall klarats upp tack vare släktforskningsdatabaserna. Det mest kända är det som handlar om "the golden state killer". På 1970- och 80-talen visade den tidens analyser att en och samma man låg bakom tretton mord, över femtio våldtäkter och flera hundra inbrott. Han greps aldrig.

År 2018 lade polisen i Kalifornien upp mannens dna i släktforskningsdatabasen Gedmatch. Via den kunde en avlägsen släkting identifieras ganska snart. Steg för steg ringades brottslingen in och i april samma år

greps han – den nu 72-årige, före detta polisen Joseph James De Angelo.

Den amerikanska polisens användning av släktforskningsdatabaser i brottsbekämpande syfte har väckt diskussioner om etik och integritet, och dna-profiler får nu bara matchas mot dem i registret som gett tillstånd till det.

Här hemma utnyttjar polisen sina egna dna-register allt bredare efter att det den 1 januari i år blev tillåtet att göra nya former av sökningar i registren. De kan nu söka efter släktingar till personer som begått grova brott och lämnat dna efter sig. En av de första sökningar som gjordes gav omedelbart resultat.

Det handlar om en våldtäkt i Billdal 1995. En åttaårig flicka, på väg hem på cykel från skolan, misshandlades och våldtogs av en vuxen man. På flickans tröja fanns tydliga dna-spår efter mannen.

Våldtäktsmannen i Billdal hittades. Det visade sig vara en nu 58-årig man med en släkting som fanns i registret. **Länge höll han sig undan och vägrade låta sig topsas när polisen sökte honom, men i februari förra året kunde han gripas och senare dömdes han till sex års fängelse.**

PÅ NFC I LINKÖPING finns en frys där spår från äldre, olösta, allvarliga brott sparas. Vi får inte se frysen, så vi har ingen aning om huruvida det handlar om en box eller ett helt rum. Men vi kan berätta om ett brott som löstes sju år efter att det begåtts, tack vare att teknisk bevisning har sparats.

Det handlar också om en våldtäkt. En taxichaufför i Stockholm våldtog en kvinna 2011. Hans sperma fanns på hennes kläder, men dna:t kunde inte kopplas till någon gärningsman. Då.

Sju år senare fick NFC en träff i dna-registret. En man misstänkt för brott i en nära relation hade topsats, och när hans dna-profil jämfördes med spårregistret stämde den med det dna som säkrats från våldtäkten 2011. Mannen, i dag i 40-årsåldern, dömdes slutligen till ett år och åtta månaders fängelse i hovrätten. Dessutom ska han betala ut 110 000 kronor i skadestånd till kvinnan han förgrep sig på i taxin.

Christina Forsberg tar av sig den vita rocken, munskyddet och hättan som täcker huvudet.

– Dna har ett otroligt starkt bevisvärde, konstaterar hon. Men man ska inte glömma att det fungerar omvänt också. Det kan fria en oskyldig från att dömas för ett brott han eller hon aldrig har begått.

Av Catarina Gisby

Växande arbetsplats

Forensiker på Nationellt forensiskt centrum, NFC, har vanligtvis en utbildning inom kemi, biologi eller it, men det finns medarbetare med helt andra grundutbildningar.

NFC är en avdelning inom Polismyndigheten och har i uppdrag att genomföra forensiska undersökningar åt rättsväsendet, det vill säga polis, åklagare och domstolar.

NFC bildades den 1 januari 2015 av SKL, Statens kriminaltekniska laboratorium, som fanns i Linköping och de tekniska rotlarna i Stockholm, Göteborg och Malmö. NFC finns i dag på alla de här orterna. Huvudkontoret ligger i Linköping.

NFC har cirka 520 anställda. Men snart kommer de att vara fler. I september 2019 beslutade Polismyndigheten att NFC under 2020 ska utökas ytterligare åtta orter i landet: Borås, Halmstad, Kristianstad, Sundsvall, Umeå, Uppsala, Växjö och Örebro.

STUDERA KEMI PÅ HÖGSKOLAN



När KTH inte fick plats med skrymmande apparater köpte Janne Vedin utrustningen.



Studenter från Uppsala universitet testar hur olika vätskor blandas i omröraren.



Studenterna får ökad förståelse för det de räknar teoretiskt på när de får se och ta på fysiska apparater.



Ramfilterpressen står i det gamla stallet på gården i Gnarp.

Labba på landet

I en bondgård får studenter pröva på apparatteknik.

Vi befinner oss på en gammal bondgård utanför Gnarp i norra Hälsingland. Hit kommer studenter från KTH, Uppsala universitet, Mittuniversitetet och från Yrkeshögskolan för att lära sig mer om alla de kemiska apparater som de annars bara möter i läroböcker. Utrustningen fanns tidigare på KTH, Uppsala universitet och på Mittuniversitetet.

– Jag arbetade i många år som lärare på KTH. Där fanns länge en ordentlig apparathall, fylld med alla de apparater som kemistudenter behöver lära sig att använda för att klara sina framtida jobb. Men hyran var en kostnad som KTH:s ledning inte ansåg sig kunna bära, berättar Janne Vedin som äger gården där han haft kurser sedan 2002.

Allkemi besöker gården samtidigt

som 20 studenter som går civilingenjörsprogrammet i kemiteknik vid Uppsala universitet. På kort tid ska de få kläm på vad som händer när de vrider på olika kranar, hur man bäst blandar vätskor med olika densitet och bokstavligen upptäcka att en filterpress som inte är tät gör en blöt.

– Många som kommer hit har massor av teoretisk kunskap men få av dem har sett den här typen av apparater i verkligheten, säger Janne Vedin.

Studenten Raminta Avelyté instämmer:

– Hemma i Uppsala har vi bara gjort några mindre labbar, men aldrig använt apparater i den här storleken. Det är en kunskap som förmodligen kommer att vara värdefull när vi fortsätter med vår i övrigt väldigt teoretiska utbildning, säger hon.

På stationen "Omrörning" ska studenterna få olika vätskor att blandas. Till sin hjälp har de en cylinderformad centrifug fylld med vatten och indianpärlor med olika densitet.

– Tidigare har jag läst om vad som ska hända, men nu förstår jag på riktigt, säger Julia Sundmark, när hon ser hur pärlorna på ett önskvärt kaosartat sätt snurrar runt i centrifugen.

För att studenterna ska få ut så mycket som möjligt av de två dagarna i Gnarp har Janne Vedin kallat in två hjälplärare från Uppsala. Det är Ville Nyström och Tim Melin som så sent som för två år sedan själva var på gården som studenter.

– Även i dag när jag doktorerar om litiumjonbatterier har jag nytta av det jag lärde mig här, säger Ville Nyström.

Att undervisningen sker i Gnarp är ingen större nackdel, menar flera av studenterna. Kursen blir till en happening med övernattnings och tid att umgås bortom storstadens alla måsten.

Av Per Westergård



FOTO: ISTOCKPHOTO

Gillar du Allkemi?

Går du i årskurs 7–9 eller på gymnasiet?
Bli prenumerant om du inte redan är det!
Det kostar inget.

Du får:

- Allkemi, ungdomsmagasinet med spännande nyheter om kemi, från Sverige och världen.
- Folder om periodiska systemet.
- En jättefin penna med utdragbart periodiskt system.

När du går tredje året på gymnasiet får du även IKEM:s informationspaket om högskoleutbildningar i kemi direkt hem i brevlådan, i god tid innan ansökningarna till högskolorna ska vara inne.



Det här är IKEM

Allkemi ges ut av IKEM – innova ons- och kemi-industrierna i Sverige. IKEM har 1 400 medlemsföretag med sammanlagt cirka 70 000 medarbetare.

Många av våra medlemmar ser möjligheten a utveckla biobaserad produk on av kemikalier, material, drivmedel och produkter i Sverige. Det kommer på sikt ge nya hållbara material som helt kan förändra både industriella lösningar och konsumentprodukter.

För företag som vill producera i Sverige är llgång ll rä kompetens en vik g faktor. Utan en fungerande skola med bra undervisning i naturvetenskap och kemi, står sig Sverige sig slä . Därför satsar IKEM på skolan.

Beställ din gratisprenumeration på Allkemi.nu