

Stenomusen runder et blødt hjørne

Med dette nummer er *Stenomusen* udkommet i 80 udgaver. I den anledning fortæller en litteraturhistoriker og en matematikhistoriker om tallet 80, spejlsymmetri og matematiske finurligheder.

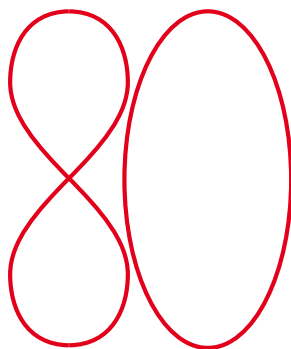
Tallet 80 – det er jo et smukt, rundt tal, fyldt af runde former og udgjort af de to eneste cifre, der har fuldstændig spejlingssymmetri: Både 8 og 0 ligner sædvanligvis sig selv, uanset om vi læser dem fra venstre eller højre. Med andre ord vil de også ligne sig selv, hvis vi læser deres spejlbilleder, og derfra kommer begrebet om spejlingssymmetri, som spiller en meget stor rolle i matematikken, videnskaben og æstetikken.

Mærkedag værd at huske

På en ellers ganske tilfældig torsdag i begyndelsen af dette år kunne Folkekirken rapportere om en usædvanlig stor gifte-lyst. Mange par havde taget beslutningen om netop denne bryllupsdag – måske, fordi den var æstetisk flot, måske bare som en dårlig undskyldning, eller måske

forudså de bare års forvirring, hvis de ikke valgte en dag, der var til at huske af andre grunde.

Men den 2. februar 2020 var sådan en dato, der var nem at huske, fordi datoen – skrevet som 02022020 – er et såkaldt palindrom: et tal eller et ord, der har spejlingssymmetri og altså kan læses ens fra venstre og højre. På nettet eller blandt de studerende omkring TÅGEKAMMERET kan man finde



Står her 80 eller er det en lemniskat og en ellipse? Matematik og skønhed kan være – og har f.eks. hos Ørsted været – nært forbundne.

mange sjove eksempler på palindromer, både som enkelte ord og som hele sætninger. F.eks. er “dameskibs-koksbiksemad” et palindrom, men man skal nok lede lidt efter en meningsfuld sætning, hvor det indgår.

Symmetrier i matematikken

I matematikken spiller symmetrier – af alle mulige forskellige slags – en meget stor rolle, fordi de gør det muligt kun at betragte de ‘egentlig’ forskellige tilfælde. På den måde udvider matematikeren den simpleste spejlingssymmetri til rotationssymmetrier og andre slags transformationer, der ændrer på det, vi studerer, men bevarer den eller de centrale egenskaber.

Der er også en mere alvorligt ment side til symmetri, som rækker langt ud over sproglige finurligheder og snævert matematiske betragtninger, og som kommer til at blive aktuelt her i 2020 på og omkring udstillingen i Steno Museet (se side 3). I år er det 200 år siden H.C.

Ørsted opdagede elektromagnetismen, og dette jubilæum skal selvfølgelig fejres. Men som mange er bekendt med, var Ørsted meget mere end en berømt naturvidenskabsmand. Han var en af landets store kulturpersonligheder, og han bidrog til mange forskellige områder fra sprog over poesi til æstetik. Denne bredde var baseret på en holistisk, romantisk verdensopfattelse, hvor kulturen og naturen kunne studeres fra et fælles, integreret ståsted.

Et af de få områder, som Ørsted ikke betragtede særligt indgående, var matematikken, men matematiske argumenter fandt alligevel vej ind i hans publikationer, ikke mindst i hans æstetiske overvejelser. For nogle ma-

tematiske former er – mente han – klart skønnere end andre, og deres skønhed er blandt andet givet ved deres grad af symmetri. Så cirkler og ellipser er skønne, fordi de har spændende symmetriforhold – i sig selv eller fra en beskueres synsvinkel. Man er fristet til at sætte en anden af 1800-tallets kurver – lemniskaten, som norske Niels Henrik Abel studerede indgående – på listen over skønne former, for så kan man se, hvordan tallet 80 og skønne matematiske kurver kommer ud på en og samme ting.

Ørstedes symmetriargument

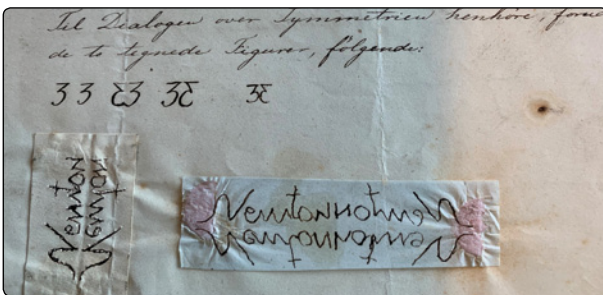
Ørstedes arkiver på Det Kgl. Bibliotek er ved at blive digitaliseret og gjort offentligt

tilgængelige, og deri ligger der nye, fascinerende, tværfaglige indsigter i den store tænkens verden. Og selvom der er tale om digitaliserede kilder, får man stadig en stor del af den materialitet med, som arkiver netop kan vise frem for de publicerede resultater.

I en af Ørstedes dialoger om skønhed kommer symmetriargumentet særligt frem. Ørsted betragter i den anledning tegnet 3. Hvis man gentager tegnet, bliver resultatet ikke specielt skønt, argumenterer han, og ligeledes er tegnets spejlbillede heller ikke skønt i sig selv. Men når man sætter 3 sammen med sit spejlbillede og får et spejlingssymmetrisk tegn – som nærmest er vores 8 – så bliver resultatet skønt, uanset rækkefølgen.

Så *Stenomusen* har med 80 numre rundet et ‘blødt’ hjørne med stor symmetrisk skønhed. Hvis den symmetri skal udnyttes, må de næste 80 numre også blive interessant læsning, så *Stenomusen* ikke går ind i perioden ‘mellem 80 og skindød’, som man ellers i gamle dage har sagt.

Laura Søvsø Thomasen og
Henrik Kragh Sørensen



Detail fra Ørstedes manuskript, hvor man kan se, at han har lavet et spejlbillede af teksten Newton. Dette – og tilsvarende illustrationer af navnene på hans andre store forbilleder Kant, Goethe og Schiller – dekorerede Ørstedes værk, se Laura Søvsø Thomasen, "Spor fra Ørsted. Tværfaglige forsknings- og formidlingsperspektiver fra Det Kgl. Biblioteks Ørsted-arkiv", Fund og Forskning, bd. 58 (2019), 191.

Snigpremiere på HCØ2020

Astronaut Andreas Mogensen lagde igen vejen forbi Aarhus Universitet og Steno Museet den 28. januar 2020. Denne gang for at markere 200-året for H.C. Ørstedes opdagelse af elektromagnetismen.

Året 2020 er Ørsted-år. Dedikeret til at hylde den danske naturfilosof Hans Christian Ørsted (1777-1851). Dagen før den officielle åbning af året holdt Steno Museet snigpremiere på fejringen. Ca. 400 gæster mødte op i Per Kirkeby-auditoriet for at høre Andreas Mogensens fortælling om rejsen ud til den internationale rumstation, ISS. Andreas Mogensen er ambassadør for HCØ2020, og før sit foredrag mødte astronauten en

række studerende fra Aarhus Universitet, som fik lejlighed til at præsentere deres projekter og få feedback.

Start på Ørsted-fejring

Før foredraget sang alle det vers, H.C. Ørsted skrev til sin ven H.C. Andersens sang "I Danmark er jeg født". Selvom verset ikke fandt vej ind i den endelige udgave af sangen, så viste det sig meget sangbart i det store auditorium. Verset kan høres i Universitetskoret

udgave i *Nysgerrighed bringer ny teknologi* på Steno Museet.

Nye udstillingsafsnit

Selvom Andreas Mogensens besøg lå kort tid før åbningen af de to nye afsnit om Ørsted og elektromagnetismen, inviterede Steno Museet alle 400 gæster med over for at se bag facaden på en næsten færdig udstilling. Omkring 200 gæster tog imod tilbuddet og gav liv til museet på en torsdag aften.

Den nye lystunnel var lige præcist færdig til lejligheden og vakte, som det ses på billederne, interesse både hos Andreas Mogensen og mange forventningsfulde elever.

Ørsted hele året

Resten af 2020 og første del af 2021 fejrer vi H.C. Ørsted på Steno Museet. Der er flere spændende events i støbeskeen, og i starten af 2021 forventer vi at modtage en særudstilling fra Selskabet for Naturlærens Udbredelse, som, inden den kommer hos os, kan ses i Rundetårn og på SDU.

Linda Greve



Stemmingsbillede fra den elektromagnetiske lystunnel med Andreas Mogensen og interesserede børn. Foto: Søren Kjeldgaard.

Bohr og atommodellerne

Niels Bohr spiller en hovedrolle i Steno Museets videnskabs-historiske udstilling *Det nysgerrige menneske. Det skyldes, at hans nysgerrighed efter at forstå atomets opbygning gav os ny viden, som var med til at revolutionere det naturvidenskabelige verdensbillede.*

I anden halvdel af 1800-tallet var der mange fysikere, der studerede de såkaldte katodestråler, som kan opstå i elektriske udladningsrør. Det gav et mageløst indblik i en usynlig mikroverden.

Katodestråler og elektroner

Man opdagede f.eks., at katodestrålerne bevæger sig i rette linjer, og at de kunne få udladningsrørets glasvæg

til at lyse, når den blev ramt af strålerne. Man fandt også ud af, at de var negativt ladede og kunne afbøjes af både magnetiske og elektriske felter. De kunne endda drive en lille mølle, som blev anbragt i strålen. Men bestod strålerne af bølger eller partikler, f.eks. atomer eller molekyler?

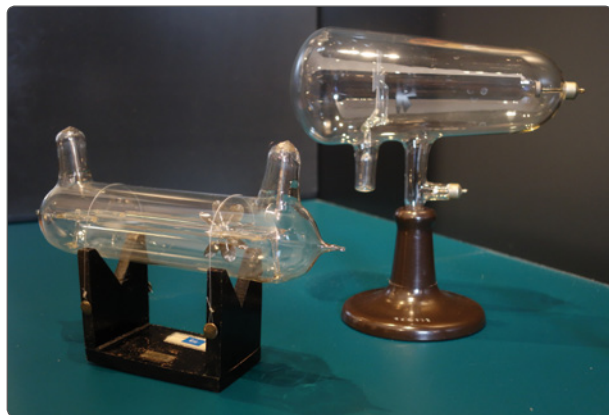
Svaret på dette spørgsmål blev givet i 1897 af den bri-

tiske fysiker Joseph John Thomson. Han havde nemlig udført en række eksperimenter, som viste, at strålerne bestod af partikler. Forsøgene gjorde det muligt at estimere forholdet mellem disse partiklers ladning og masse. Det førte til den overraskende konklusion, at partiklerne, som senere skulle blive kaldt elektroner, kun vejede omkring en tusindedel af det letteste atom, altså brint.

Rosinbollemodellen

Thomson mente, at partiklerne stammede fra de gasatomer, som fandtes i katodestrålerøret. Han anfægtede derved den almindelige forestilling om, at atomerne var udelelige, små kugler. I stedet udtænkte han en ny atommodel, som han præsenterede i 1904.

Thomson forestillede sig, at atomet bestod af en ensartet masse af positivt stof, hvori de negative elektroner hvirvlede rundt. Derfor kaldes Thomsons atommodel på dansk for rosinbollemodellen, fordi elektronerne kunne opfattes som negative rosiner i en positiv bolledej.



Der blev udviklet mange forskellige typer af katodestrålerør for at undersøge strålernes overraskende egenskaber. Her ses forrest et specialrør med en lille mølle, som kunne drives rundt af strålerne. Bagerst ses det klassiske Crookes-rør med et malteserkors, som blev brugt til at vise, at katodestråler bevæger sig ad rette linjer. Det var med et lignende rør, Wilhelm Röntgen opdagede røntgenstrålerne i 1895. Foto: Hans Buhl.

Bohr på studieophold

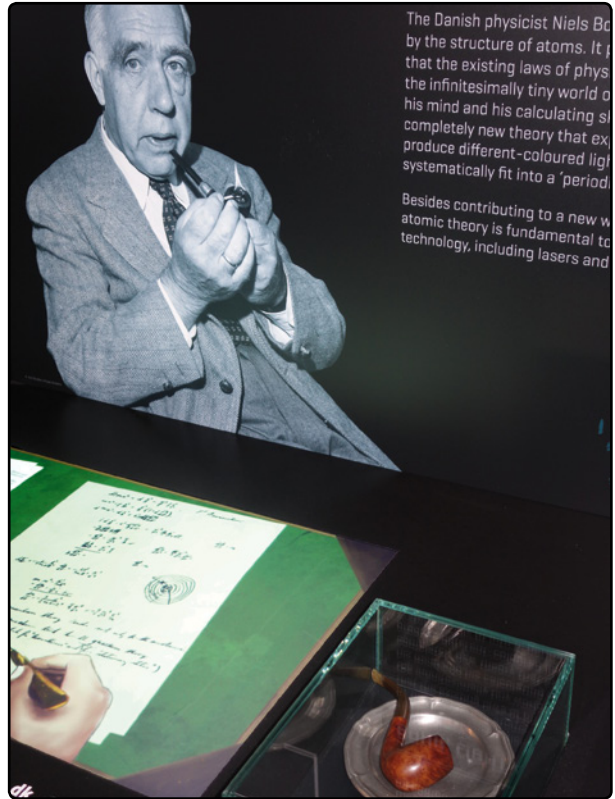
J.J. Thomson var en af tidens førende fysikere, og derfor tog mange unge fysikere til Cambridge for at studere hos ham. En af disse var den 25-årige Niels Bohr, som netop havde forsvaret sin doktordisputats om metallernes elektronteori.

Bohr kom derover i efteråret 1911, men det lykkedes ham ikke rigtigt at gøre Thomson interesseret i disputatsen. Det var nok heller ikke befordrende, at Bohr – for at illustrere sin interesse for Thomsons forskning – på deres første møde på gebrokkent engelsk havde påpeget adskillige fejl, han mente at have fundet i en af Thomsons artikler.

Noget godt kom der dog ud af opholdet i Cambridge. Det var nemlig her, Bohr hørte om Ernest Rutherfords opdagelse af atomkernen.

Rutherfords eksperiment

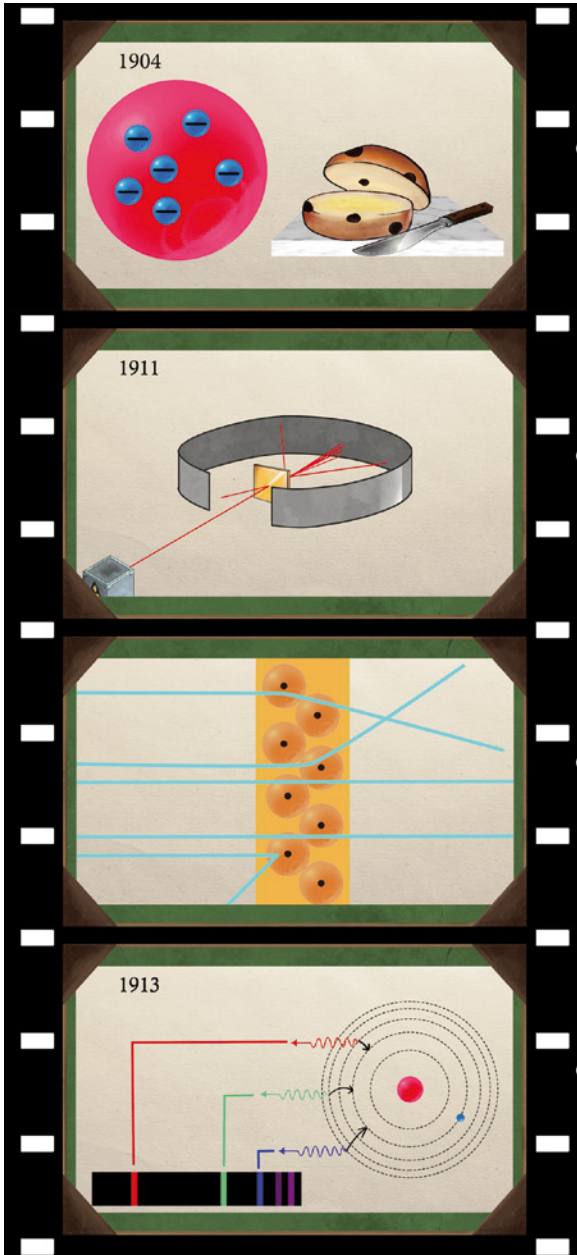
Rutherford og hans assistenter Hans Geiger og Ernest Marsden havde siden 1909 lavet eksperimenter i Manchester, hvor de havde forsøgt at studere atomets opbygning ved at skyde en stråle af alfapartikler mod en tynd guldfolie. Hvis guldatomerne bestod af en



Når Bohr arbejdede med sine teorier, var det ofte med en pibe i munden. En af hans piber kan ses i udstillingen Det nysgerrige menneske. Fru Bohr har fortalt, at Einstein havde været meget misundelig på netop denne pibe, da nogle af Bohrs geniale teorier var "født" i dens selskab. Foto: Hans Buhl.

ensartet masse, som Thomson havde foreslået, måtte man forvente, at alfapartiklerne bare gik lige igennem, helt upåvirket af de lette elektroner. Ligesom der ikke vil ske meget med haglens baner, hvis man skyder et gevær af mod en mur af rosinboller.

Men eksperimenterne viste noget helt andet. Nogle af alfapartiklerne blev nemlig afbøjet i varierende grad. Enkelte blev endda reflekteret af guldfolien. Det var tolt overraskende. Rutherford blev så forundret over målingerne, at han har fortalt, at "Det var den mest



utrolige begivenhed, der nogensinde er sket for mig i mit liv. Det var næsten lige så utroligt, som hvis du fyrede en 15-tommer granat mod et stykke silkepapir, og den kom tilbage i hovedet på dig.”

Den bedste forklaring, Rutherford kunne finde på de uventede målinger, var, at alfapartiklerne havde ramt noget inde i atomerne, som var meget tungere end dem selv. Derfor foreslog han i 1911, at det meste af atomets masse var samlet i en lille, positiv kerne, som elektronerne så bevægede sig rundt om ligesom planeterne om Solen. Han mente altså, at det var det elektriske felt fra denne kerne, der havde afbøjet de ligeledes positive alfapartikler.

Bohrs atommodel

Denne teori inspirerede Bohr voldsomt, og han tog i foråret 1912 til Manchester

I udstillingen kan man se en kort tegnefilm, som illustrerer den udvikling, der førte frem til Bohrs atomteori. Øverst ses Thomsons rosinbollemodel, dernæst en skitse af Rutherfords forsøg og hans forklaring om, at alfapartiklerne blev afbøjet af nogle tunge atomkerner. Endelig ses nederst Bohrs model for brintatomet og dets tilhørende spektrum. Tegninger: Oliver Hemmings.

for at fortsætte sine studier hos Rutherford, som han hurtigt fik et godt samarbejde med. Bohr var specielt nysgerrig efter at finde ud af, hvordan elektronerne bevæger sig rundt om kernen. Han havde ikke regnet længe på det, før han indså, at atomerne slet ikke skulle kunne eksistere, fordi elektronerne ifølge den kendte fysik lynhurtigt burde spirallere ind i kernen, samtidig med at de udsendte elektromagnetisk stråling i form af et lysglimt. Dvs. at atomerne skulle gå i stykker.

Men det gør de jo ikke. Derfor ledte Bohr efter en helt ny forklaring, hvor han kombinerede Rutherfords model med Max Plancks kun få år gamle og endnu noget mystiske kvanteteori, som sagde, at strålingsenergien fra et atom altid er delt op i klumper.

Bohr byggede sin atomteori på to antagelser: For det første, at elektroner kun kan bevæge sig i nogle ganske bestemte, stabile baner rundt om atomkernen og for det andet, at elektroner kan springe mellem banerne ved at optage eller udsende lys.

Bohr mente, at farven på lyset svarer til energiforskellen mellem de to baner.

På den måde kunne hans teori forklare, hvorfor grundstofferne udsender lys med ganske bestemte farver. Det havde ellers været en gåde i det foregående halve århundrede, hvor man systematisk havde studeret grundstoffernes spektre. (Se "Fantastiske farver – hvor kommer de fra?", *Stenomusen* 78, 1-4.)

Skalmodellen og det periodiske system

I de følgende år arbejdede Bohr videre med sin teori, først alene, og senere sammen med andre fysikere, efterhånden som teorien blev anerkendt.

Det førte bl.a. til, at han i 1922 kunne give en forklaring på strukturen af det periodiske system, som Mendelejev havde opdaget et halvt århundrede tidligere. (Se "Grundstoffernes store puslespil", *Stenomusen* 79, 1-5.)

Bohr mente således, at elektronerne i et atom ordnede sig i såkaldte skaller, og at det kun var elektronerne i den yderste skal, som havde betydning for atomernes kemiske egenskaber. F.eks. er de såkaldte ædelgasser (helium, neon, argon etc.) inaktive, fordi

deres yderste skal med otte elektroner er fyldt helt op, hvorfor de er utilbøjelige til at reagere med andre atomer.

Forkert men frugtbar teori

Bohrs teori gav ny vigtig viden om atomernes natur. Men der dukkede til stadighed nye fænomener og målinger op, som den ikke rigtigt kunne forklare. Så efterhånden blev det klart, at teorien trods alt gav et rigeligt forsimplet billede af, hvordan atomet skal forstås. Det førte til at Bohrs atommodel i 1925 blev erstattet af den langt mere abstrakte kvantemekanik, som bl.a. gav afkald på at tænke i veldefinerede elektronbaner.

Dette ændrer imidlertid ikke på, at Bohrs atomteori og det faglige miljø omkring hans Institut for teoretisk fysik ved Københavns Universitet lagde grunden til meget af den moderne fysik såvel som utallige teknologier, som vi i dag betragter som uundværlige. F.eks. MR-skannere, atomure, lasere og LED-lamper samt transistorer – og dermed hele den moderne informations- og kommunikationsteknologi.

Hans Buhl

Ekstrem vinterferie

Steno Museet indbød rumhelte i alle aldre til at prøve kræfter med ekstreme forhold på andre planeter og måner i vinterferiearrangementet "eXtremeChallenge for Rumhelte".

Chancen for at opleve et spændende tema om astronomi frem for det grå, danske vintervejr med regn og rusk trak mange besøgende i vinterferien på Steno Museet. Ni dage med tid og plads til fordybelse og mulighed for at få stjerneoplevelser med hjem. En god stemning og engagerede formidlere var også med til at give en fantastisk feedback fra gæsterne.

Seks ekstreme verdener

Der var udvalgt seks ekstreme verdener, som gæsterne kunne gå på opdagelse i. Næmlig fire i vores eget solsystem – Venus, Mars, Jupiters ismåne Europa og Saturns måne Titan – samt to exoplaneter, lavaplaneten 55 Cancri e og Proxima Centauri b.

På vejen rundt i museet kunne man lave aktiviteter, som relaterede sig til disse verdener: trække i en orange rumdragt og tage en selfie på lavaplaneten, spille et spil om overlevelse på Mars, og få viden om, hvordan man kan beskytte sig mod farlig UV-stråling. Men biologien

kom også i fokus i form af dialog om "den beboelige zone" for planeter, hvad liv er, og hvordan man det kan se ud andre steder i universet.

Fantasien i spil

Ud over viden og eksperimenter skulle fantasien og det kreative også sættes i spil, så børnene kunne lave deres egen funkende stjerne-tåge og tage den med hjem. Der var også rig mulighed for at udfolde fantasien i stop-motion-film med tre forskellige planet-scenarier.

Planetariet

I planetariet kunne man opleve, hvor på himlen man kan finde fjerne verdener ved at kikke op på nattehimmelen en stjerneklar aften.

Mere end 6.000 gæster kiggede forbi og gjorde dermed vinterferien 2020 til den tredjebedst besøgte i museets historie.

*Trine Bjerre Mikkelsen og
Aase Roland Jacobsen*

Se udvalgte oplevelser, citater og flere billeder fra ferien side 16.



Foto: Ida Marie Jensen, AU foto

Nyt fra samlingerne

Samlingsarbejdet i 2019 har været både strategisk og konkret. Museumsinspektør Hans Buhl er udpeget som ny samlingsleder, der er formuleret en medicinhistorisk indsamlingspolitik, Århus Kommunehospital lukkede, og vores kælderetage er blevet ramt af et skadedyrsangreb.

Det skæggede sølvkræ – sølvfiskens store og knapt så fugtkrævende slægtning – har længe været udbredt i Norge, og nu er det desværre også kommet til Danmark, hvor det bl.a. er dukket op i adskillige museumsmagasiner, herunder Steno Museets. Skægkræet, som det også kaldes, er ufarligt for mennesker. Men desværre har de en forkærlighed for papir, bomuld og lignende tørre materialer, hvilket gør dem særdeles uønskede.

Derfor har vi iværksat en omfattende monitorering med limfælder og påbegyndt en rengøring for at minimere mængden af føde. Desuden holder vi systematisk øje med temperatur og luftfugtighed i magasinerne. Og hvis det ikke er nok til at minimere problemet, må vi tage kraftigere midler i brug for at sikre de mange genstande og arkivalier for fremtiden.

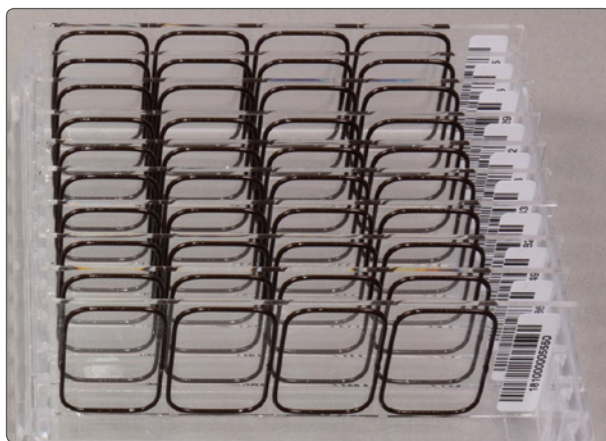
Idéen om det “lille nationalmuseum”

Et strategisk arbejde med indsamling har været vigtigt inden for fagområdet “medicinhistorie” i 2019. Og det kræver en lille forhistorie.

I 1991 annoncerede museumsinspektør Jens E. Donner i det medicinske

fagblad *Medicus*, at “vi vil også her – som så ofte før – opfordre alle, som har instrumenter, apparater, medicinske bøger m.fl., til at tænke på museet.”

Det siger næsten sig selv, at et ungt museum, som Jydske Medicinhistorisk Museum/Steno Museet var dengang, ønskede sig en samling, så de kunne blive et “rigtigt” museum. Tilmed ønskede Donner at have en “repræsentativ” samling for hele lægevidenskabens, hvilket på sin vis også



De ser måske kedelige ud, men de er intet mindre end revolutionerende. Her er en uges forbrug af såkaldte genchips på Aarhus Universitetshospital fra foråret 2019, hvormed 40 fostre fik undersøgt alle deres 22.000 gener for arvelige sygdomme. Det giver også etiske dilemmaer, fordi ikke alle forældre ønsker at få at vide, hvilke sygdomme deres foster potentielt kan udvikle. Foto: Cecilie Lindberg.



*Fra Klinisk Biokemisk Afdeling indsamlede vi denne prøvetagningsvogn. Et mobilt arbejdsområde og en arketypisk genstand i moderne biomedicin, som kræver en prøve af patientens krop for at fungere.
Foto: Erik Balle.*

er forståeligt, hvis museets mission er at fortælle om hele lægevidenskabens historie.

Problemet er, at det på nogle punkter er en dårlig

og vanskelig mission. Den er dårlig, fordi søstermuseet Medicinsk Museion i København har gjort præcist det samme i de sidste 100 år, ligesom mere end 15 ty-

ske medicinhistoriske museer, 4 hollandske osv. Den er også vanskelig og særdeles ressourcekrævende, fordi lægevidenskaben er blevet enorm i vor tid. Det er umuligt at være repræsentativ, fordi vi så aldrig vil kunne gå i dybden med nogle emner.

Således kan og skal Steno Museet ikke være et lille nationalmuseum inden for medicinhistorien. Derfor har vi arbejdet hårdt på at få formuleret en indsamlingspolitik for medicinhistorien, så museet bedre kan styre indsamlingen af genstande og sørge for, at det ikke kun er tilbudte genstande, som indsamles, men også genstande, som museet på eget initiativ indsamler.

F.eks. har museet sidste år indsamlet og dokumenteret det nyeste nye inden for fosterdiagnostik, hvor såkaldte "genchips" kan screene et helt fosters arvemateriale med én undersøgelse. Vi har også fortsat vores arbejde med at indsamle og dokumentere retsmedicinen i Jylland.

Lukning af kommunehospitalet

I marts 2019 lukkede Århus Kommunehospital efter 125

års uafbrudt virke. Hospitalet blev oprettet i 1890'erne som et fyrtårn for den moderne medicin med 140 senge, en overlæge og to reservelæger. Det lukkede, fordi pladsen var blevet for trang på Nørrebrogade, og det samme følte samlingsafdelingen i de første måneder af året, hvor en række hospitalsafdelinger skulle rømmes og henvendte sig til Steno Museet.

En uge før rømningen af den legendariske Radiumstation fik vi tilbudt et konferencebord fra stationens oprettelse, hvor professor Carl Krebs havde siddet for bordenden i 40 år.

Vi besøgte Røntgenafdelingen, hvor professor Anne Grete Jurik havde samlet røntgenbilleder til os, hvorefter en anden medarbejder havde kasseret dem pga. den forestående rømning. Der var heldigvis rigeligt at tage af, så vi fik alligevel en flot samling af gammeldags, fotografiske røntgenbilleder.

Vi besøgte også en næsten mennesketom Klinisk Biokemisk Afdeling, som havde analyseret patienters blodprøver i døgn drift i en menneskealder. Hospitals-tekniker Erik Petersen fortalte, at den allersidste blod-



I 1988 lancerede Canon dette "still video camera", som blev et skridt på vejen til det digitale kamera. Det var et elektronisk fotoapparat, der gemte faste billeder som analoge signaler på en magnetisk videodisk. Foto: Mary Marie Kromann.

prøve skulle analyseres "på fredag". Han var synlig berørt af situationen og et hospital, som var præget af opbrud.

Videnskabshistorisk hverdagelektronik

Museets andet fagområde har ikke på samme måde været præget af store, akutte indsamlingsprojekter.

Så indsamlingen i 2019 har især bestået af supplerende af vores samling af moderne hverdagelektronik. Der er således indsamlet en snes forskellige mobiltelefoner, heraf halvdelen fra den samme donator,

hvilket illustrerer en persons "mobil-karriere", som bl.a. har været stimuleret af "enkronestilbud" på nye telefoner ved tegning af abonnement.

Der er bl.a. også indsamlet et elektronisk, men ikke digitalt fotoapparat fra 1988 samt en række avancerede lommeregnerne fra begyndelsen af 1990'erne. Som omtalt på side 12 dokumenterer de, hvordan den teknologiske udvikling nødvendiggjorde en ændring i gymnasiets matematikundervisning og eksamensformer.

*Morten Arnika Skydsgaard og
Hans Buhl*

Grafer og ligninger på lommeregneren

Steno Museets viden-skabshistoriske samling er i 2019 blevet beriget med syv avancerede lommereg-nere, som belyser historien om, hvordan den teknologiske udvikling har påvirket matematikundervisningen i gymnasiet.

I slutningen af 1980'erne begyndte forskellige producenter af lommeregnerne at fremstille modeller, som dels kunne regne med symboler og løse ligninger, dels kunne vise grafer i stedet for blot tal.

Smart, men ikke uproblematisk

Disse såkaldte CAS-lommeregnerne (Computer Algebra System) var på

Donationen består af syv avancerede lommeregnerne:

- Casio fx-6300G (1991)
- Casio fx-7700GE (1994)
- Casio fx-9700GE (1994)
- Texas Instruments TI-66 (1983)
- Texas Instruments TI-81 (1990)
- Texas Instruments TI-89 (1998)
- Texas Instruments TI-92 (1995)

mange måder et stort frem-skridt. Men de gav også anledning til overvejelser om, hvordan man skulle under-vise i matematik i gymnasie-t – og ikke mindst, hvor-dan man skulle evaluere elevernes kunnen. For ma-tematikopgaver, som tidli-gere krævede dyb forståelse af f.eks. integration ved hjælp af stamfunktioner, kunne nu løses med nogle få tastetryk på de nye, avan-cerede “minicomputere”, uden at eleven nødvendig-vis havde forstået metoden.

Fagkonsulenten på arbejde

En af dem, der stod over for dette problem, var Torben Christoffersen, som i årene 1990-96 var fagkonsulent i matematik i gymnasiet, og som har doneret de syv lommeregnerne.

Han var optaget af, hvor-dan man bedst testede ele-vernes matematikforståelse i lyset af de nye tekniske hjælpemidler. Men det lå ham også meget på sinde at undersøge, hvordan man kunne undgå, at elever, der havde råd til det, kunne kø-be sig til et bedre eksamens-resultat.

Derfor fik han igangsat for-søg med grafiske lomme-regnere til skriftlig eksamen i matematik. Dette førte til, at der senere blev åbnet for brugen af avancerede lom-meregnerne ved studenter-eksamen.

Positivliste

For at sikre ensartede vilkår blev der årligt udsendt en li-ste over tilladte lommereg-nere.

Denne positivliste var af-grænset både opadtil og nedadtil i den forstand, at hverken de billigste lomme-regnere, som ikke respekte-rer regningsarternes hierarki (f.eks. at gange kommer for plus, sådan at $2 + 3 \times 4$ bli-ver 14 og ikke 20), eller de dyreste lommeregnerne, som kunne håndtere abstrakt al-gebraisk notation (“regne med bogstaver”), var tilladte.

Nye typer af opgaver

For at hindre misbrug af de nye muligheder indførte Opgavekommissionen også en ny praksis i eksamensop-gaverne.

Hvor man tidligere blot havde bedt om talværdien af et matematisk udtryk,

blev eleverne nu sat til at beregne den eksakte værdi, f.eks. 2π . Den maskinberegnete, tilnærmede værdi på 6,283 ville således ikke blive godskrevet. Torben Christoffersen erkender dog, at eleverne med de avancerede lommeregnerne alligevel fik en fordel, fordi de kunne kontrollere, om deres eksakte værdi så korrekt ud.

Nødt til at følge med tiden

Torben Christoffersen indså på et tidspunkt, at det var uholdbart at forbyde de elektroniske værktøjer, som blev stadig billigere, og som kunne stadig mere. Han mente – og mener fortsat – at det ville være helt urealistisk at nægte at følge med udviklingen. Men udfordringen var, at der ikke var gennemført undersøgelser af, hvad det ville betyde for matematikundervisningen.

Hvad skulle regnes med til de “elementære matematiske færdigheder”, når man rådede over lommeregnerne, der både hurtigere og bedre end eleverne kunne løse de fleste af datidens matematikopgaver til eksamen? Svaret er – efter Torben Christoffersens vurdering – endnu ikke fuldt ud fundet.



TI-92 fra 1995 var den første symbolske lommeregner fra Texas Instruments. Den var også en af de første regnemaskiner, der kunne lave 3D-grafer. Den var dog rigeligt stor, så derfor introducerede firmaet tre år senere TI-89, der omtrent kunne det samme, men havde et mindre design uden QWERTY-tastaturet.

Han havde en del møder med universiteternes matematiske institutter for at sikre, at de fortsat ville tage imod studenter, der havde haft mulighed for at bruge elektronikken til eksamen. Ved disse møder fandt de frem til den model for den skriftlige eksamen, der fortsat bruges: En todelt prøve, hvor første del foregår uden hjælpemidler, mens der er frit slag for alle de “frække” værktøjer i anden del.

Mere realistisk matematik

Derved kan man udnytte den store fordel ved CAS-værktøjerne, at man kan regne på autentiske modeller – og derved forhåbentlig styrke elevernes opfattelse

af matematik som et universelt værktøj, der finder anvendelse overalt. Man er ikke begrænset af rigide krav om, at de funktioner, der indgår, eksempelvis skal kunne integreres eksakt, ligesom man kan beskæftige sig med ligninger, der ikke har eksakte løsninger.

Det er meget tilfredsstillende, at vi takket være donationen af de syv avancerede lommeregnerne nu har årsagen til denne vigtige udvikling i gymnasiets matematikundervisning eksemplificeret i samlingen. Forhåbentlig bliver der også en dag mulighed for at fortælle om den i en udstilling.

Hans Buhl

Den snigende død - med social slagside

Retsmedicinen er i 2019 blevet righoldigt repræsenteret i Steno Museets medicinhistoriske samling.

Offentligheden har – ikke mindst i de seneste år – fået indblik i retsmedicinens verden via diverse publikationer, foredrag og tv-produktioner. Vi har længe fra krimierne kendt til den retskafne retsmedicin som gådeløsende antagonist. Hvad skete der? For hvem og hvorfor? Mordgæder og mystiske dødsfald pirrer vores nysgerrighed, men fortæller også noget om menneskelige dramaer, grundvilkår og følelser, liv og død.

Det er vigtigt, at vi også som museum kan dokumentere og fortælle om dette vigtige arbejdsområde.

Retsmedicin

Steno Museets medicinhistoriske samling blev i 2019 beriget med en stor donation fra Institut for Retsmedicin på Aarhus Universitet. Retsmedicinen var tidligere meget rudimentært repræsenteret i museets samlinger, men den nytilkomne donation ændrede radikalt på dette.

Donationen bestod af effekter, der alle relaterede sig til drab, drabsforsøg, ulykker og selvmord – krudt og kugler, en ødelagt styrthjelm, elektriske ledninger – og en petroleumsovn. Den i sig selv interessante samling har fået yderligere værdi, fordi museet har fået stor hjælp til registrering af genstandene af prof. emeritus i retsmedicin

og tidligere statsobducent Markil Gregersen.

En petroleumsovn og kulilte

Et barn ligger dødt på et badeværelsesgulv, og en kvindes arm hænger slapt ud over badekarrets kant. En ung mand ligger død en morgen på sit kærlekammer. Kvinder og mænd findes døde over det ganske land. Ét har de til fælles: De døde af kulilteforgiftning.

Kulilte er en særdeles giftig luftart. I 1950'ernes Danmark døde der mere end ét menneske om dagen af kulilteforgiftning, primært pga. gasværksgassen og kulilteindholdet i bilers udstødningsgas. 200 af disse årlige dødsfald var selvmord, og der var en høj kvindelig selvmordsrate.

Kulilte – som vi kalder det inden for Ørstedes dansksprogede nomenklatur, carbonmonoxid med den kemiske formel CO, kulmonoxid eller kulos, "kært" barn har mange navne – er en lugtfri gas, der består af et molekyle sammensat af ét kulatom og ét iltatom. Kulilte fandtes som sagt i bygas og udstødning fra biler. Men kulilte kan også opstå ved en ufuld-



Selvom billedet viser et autentisk, ulykkeligt kulilte-dødsfald, har fotografen med sin lys sætning skabt en særegen æstetik. Billede fra Jørgen B. Dalgaard's kartotek.

stændig forbrænding af fosile brændstoffer og andet organisk materiale, når der ikke er ilt nok til en ren forbrænding, der til gengæld udvikler kuldioxid eller kulveilt (CO₂).

Den første professor ved det nyoprettede Retsmedicinske Institut i Århus, Jørgen B. Dalgaard, skriver i 1961 i sin bog *Kuliltedødsfald ved selvmord, ulykker og drab*: "Såfremt en rigtig indstillet (dvs. ikke osende) ovn brænder i et mindre, uventileret lokale, vil dettes iltindhold efterhånden formindskes, hvorfor ovnen på et tidspunkt begynder at ose og fortsætter hermed i stigende grad, samtidig med at kuliltedannelsen forøges i stedse stigende tempo jævnsides med iltmanglen. (...) Tilfælde 538: En 23-årig rask landbrugsmedhjælper fandtes en januar morgen død på sit kammer. Lyset brændte og radioen gik."

Bemærk de tilfrosne ruder

Under et billede af ovnen og kammeret, som ovnen stod i, står der "Bemærk de tilfrosne ruder." Det tragiske dødsfald skyldtes, at en petroleumsovn havde brændt i værelset indtil kl. 23, hvor den unge mand



Billede fra Jørgen B. Dalgaards *kulilttebog*: Kuliltedødsfald ved selvmord, ulykker og drab. Dalgaard undersøgte mellem 1950 og 1960 550 kuliltedødsfald.

kom hjem, slukkede for ovnen og satte den ud på gangen. Da havde ovnen imidlertid udviklet så meget kulilte, at den unge mand fandtes død dagen efter.

Han satte ovnen ud på gangen, fordi han en nat en måned tidligere havde fået et ildebefindende og var flygtet ud på gangen, men uden erindring om dette. Han havde været uarbejdsdygtig hele den følgende dag.

Der blev ikke foretaget kulilte-analyse, men medhjælperen og landmanden aftalte dog, at ovnen skulle stilles ud på gangen, inden den unge mand gik til ro. Dette var imidlertid ikke nok til at forhindre tragedien en måned efter.

Oplysning og agitation

Dalgaard undersøgte 550 kuliltedødsfald, der dokumenterede et samfundsmæssigt problem, som betød, at der fra Aarhus Universitets Retsmedicinske Instituts side bl.a. agiteredes for afgiftningen af bygassen. Senere resulterede brug af katalysatorer til bilernes motorer i, at udstødningsgas i dag praktisk talt ikke udvikler kulilte.

Kuliltedødsfald ses i det hele taget sjældent i dag – ikke mindst pga. den retsmedicinske oplysning og agitation. Dog skal man ikke tage grillen med ind i stuen, heller ikke selvom det regner, for det er livsfarligt.

Mary Marie Kromann

Indtryk fra *eXtremeChallenge for Rumhelte*

Her bringer vi billeder, citater og refleksioner fra Steno Museets vinterferiearrangement.



Foto: Ida Marie Jensen, AU foto

“Det flotteste certifikat, I har haft – det skal hjem til de andre!”

“De steder, der er bemandet, er helt afgjort af stor betydning for interessen – vi kommer helt sikkert igen en anden gang.”

“Det var spændende at finde sin vægt – både på Jorden og de enkelte verdener.”

En dreng søgte inspiration til, hvordan han skulle indrette sit værelse – enten som et rumskib eller måske en anden planet.



Foto: Ida Marie Jensen, AU foto

Pige på 6 år, som havde vejet sig på Titan: “Jeg skal hjem og fortælle mor, at jeg vejer 3 kg – men fortæller ikke hvor! Måske tror hun, at hun har fået en baby igen”.

Ved Mars-spillet oplevede formidlerne, at ikke alle børn i dag ved, hvordan de skal bruge en mus – de er så vant til at bruge touch-funktion på tablets!



Foto: Ida Marie Jensen, AU foto



Foto: Ida Marie Jensen, AU foto

En voksen udtalte, at de permanente udstillinger ‘var støj på linjen’ i forhold til fortællingen om de ekstreme verdener.

Nogle har hørt godt efter, for titlen på deres stop-motion-film var ‘Guld på 55 Cancri e’.

To piger er klar til at flytte til Mars, fordi de overlevede i Mars-spillet.

Den gamle redacteur takker af

Efter 30 år i bestyrelsen for Steno Museets Venner har jeg valgt at stoppe både som bestyrelsesmedlem og redaktør for venneforeningen. Jeg var blandt initiativtagerne til *Stenomusen* og har med denne udgave layoutet samtlige 80 numre.

Stenomusen 1 udkom i december 1997. Det var i sort/hvidt og indeholdt blot

fire sider. På forsiden af dette første blad kunne man læse, at hensigten var at "bringe aktuelt nyt om arrangementer og dagliglivet på Steno Museet. Det er først og fremmest tænkt som et medlemsblad, men andre må meget gerne kigge med.

Før medlemmer, som bor i stor afstand fra museet, kan det være vanskeligt at holde sig ajour med museets mange tilbud. Nærværende blad skulle gerne råde bod på dette."

Med en vis stolthed tør jeg godt påstå, at bladet har

efterlevet denne programmerklæring og er blevet en stor succes. Dette er ikke min fortjeneste, men skyldes i høj grad et engageret museumspersonale, der sammen med en lang række eksterne bidragsydere har leveret læseværdigt stof til bladet. Altid velskrevet, informativt og interessant for såvel medlemmer af Steno

lingsafsnit i museet. Lad mig blot fra dette nummer som eksempel nævne *Bohr og atommodellerne*.

Da bladet havde bevist sin eksistensberettigelse, valgte Steno Museets Venner fra nummer 15 at bekoste en trykning i farver, så de mange billeder, vi vælger til illustration af artiklerne, bedre kunne komme

til deres ret. Man kan i øvrigt se samtlige numre af bladet i en pdf-version på webadressen science-museerne.dk/om-science-museerne/stenomusen/.



Museets Venner som andre museumsbesøgende. Sidstnævnte kan frit tage et eksemplar af bladet, som er fremlagt i museets foyer.

I den oprindelige programmerklæring blev en bestemt artikeltype, som jeg selv holder meget af, desværre ikke nævnt. Det drejer sig om den faglige artikel – ofte knyttet til enkelte genstande eller hele udstil-

Nu er det så slut for mit vedkommende – og jeg ønsker min afløser god vind. Men jeg kan ikke slutte uden at sende en inderlig tak for et supergodt samarbejde til specielt de tre af museets medarbejdere, som er eller har været mine medredaktører: Hans Buhl, Aase Roland Jacobsen og Hanne Tegllus.

Knud Erik Sørensen

**Steno Museets Venner indkalder til
ordinær generalforsamling
onsdag den 18. marts 2020 kl. 19.30
på Steno Museet**

Dagsorden:

1. Valg af dirigent.
2. Beretning om foreningens virksomhed i det forløbne år forelægges til godkendelse.
3. Det reviderede regnskab forelægges til godkendelse.
4. Eventuelle forslag. Der er ikke inden fristens udløb fremkommet forslag til behandling.
5. Fastsættelse af kontingent for det følgende kalenderår.
6. Orientering om aktiviteter på Steno Museet ved direktør Bent Lorenzen.
7. Valg af bestyrelsesmedlemmer.
Den nuværende bestyrelse består af Bjarning Grøn (formand), Hans Buhl (næstformand), Vibeke Reinhardt (kasserer), Knud Erik Sørensen (redaktør), John Frenzt (sekretær). På valg er Hans Buhl og Knud Erik Sørensen. Sidstnævnte genopstiller ikke!
8. Valg af bestyrelsessuppleanter.
Nuværende suppleanter er Dorte Gade og Jesper Schou-Jørgensen.
9. Valg af revisor og revisorsuppleant.
Nuværende revisor er Kristian Jacobsen, og revisorsuppleant er Jesper Lützen.
10. Eventuelt.

Efter generalforsamlingen vil museumsinspektør Hans Buhl give en introduktion til den videnskabshistoriske udstilling *Det nysgerrige menneske*.

Bestyrelsen



STENOMUSEN

udgives af Steno Museets Venner og udkommer tre gange årligt. Bladet sendes til foreningens medlemmer, men kan også afhentes på museet. Stof kan sendes til redaktionen:

Knud Erik Sørensen, ansv.

knseroe@gmail.com

Aase Roland Jacobsen

aase.jacobsen@sm.au.dk

Hans Buhl

hans.buhl@sm.au.dk

Grafisk tilrettelæggelse:

Knud Erik Sørensen

Tryk:

Toptryk Grafisk, Gråsten



STENO MUSEET

– en del af Science Museerne
C.F. Møllers Allé 2

8000 Aarhus C

Tlf.: 8715 5415

E-mail: sm@au.dk

Web: www.stenomuseet.dk

Åbningstider:

tirsdag-fredag kl. 9-16

lørdag-søndag kl. 11-16

helligdage kl. 11-16

mandag lukket

**SCIENCE
MUSEERNE**
AARHUS UNIVERSITET

Forevisninger på Ole Rømer-Observatoriet er udsolgt sæsonen ud.

Onsdag 18. marts kl. 19.30

Ordinær generalforsamling i foreningen Steno Museets Venner. Dagsordenen kan ses på side 19.

Lørdag 4. april - mandag 13. april

Påsken i Væksthusene: Mød formidlere i Væksthusene og hør om spændende planter fra hele verden. Tag på opdagelse i husene og lær om påskens planter og traditioner med vores påskeopgave for børn.

Onsdag 8. april kl. 20 (Udsolgt)

Fuldmåneaften i planetariet: *Varulve og Månebasen*. Udstillingerne er åbne fra kl. 19. Billetter købes på www.sciencemuseerne.dk.

Torsdag 7. maj kl. 20

Fuldmåneaften i planetariet: *Jagten på nye verdener*. Udstillingerne er åbne fra kl. 19. Billetter købes på www.sciencemuseerne.dk.

Fredag 5. juni kl. 20

Fuldmåneaften i planetariet: *Sommerhimlen og de lyse nætter*. Udstillingerne er åbne fra kl. 19. Billetter købes på www.sciencemuseerne.dk.

Søndag 5. juli kl. 20

Fuldmåneaften i planetariet: *At navigere med stjernehimlen som kompas*. Udstillingerne er åbne fra kl. 19. Billetter købes på www.sciencemuseerne.dk.

Hvis et medlemskab af Steno Museets Venner tegnes i perioden 1. oktober - 31. december, dækker medlemskabet også det følgende år. Ethvert medlem af Steno Museets Venner kan gratis medtage en ledsager i såvel museet som planetariet.

Påsken på Science Museerne

Steno Museet: lørdage og helligdage kl. 11-16, tirsdag og onsdag kl. 9-16, mandag lukket.

Væksthusene: lørdage og helligdage kl. 10-17, mandag - onsdag kl. 9-16.