

Andreas Mogensen Skoleforløb

Udskolingen



Planlagte aktiviteter

1. – 2. modul:

Intro til ESA og Space in Videos

3. – 5. modul:

Fremstilling af mini-raketter m.m. (incl. teori om kemiske bindinger, hydrogenballon mm..)

6.– 7. modul:

Fremstilling af raketbrændstof

8. modul:

Space Transportation: An ATV Perspective

9. – 10. modul

Vand/luft-raketten

11. -12. modul

Ekskursion til Tycho Brahe Planetarium. Skoleforløbet: Rumrejse tilbage i tiden

13. – 15. modul

Afstande i Universet

16. modul

Afrunding og afslutning

Diverse henvisninger

Websites og billeder



Modul 1-2: Astronauten Andreas

Forestil dig at komme ud i rummet og bo på et hotel, der hele tiden drejer rundt om Jorden. Sådan bliver det for Andreas Mogensen, når han den 1. september 2015 skal op på Den Internationale Rumstation. Heroppe skal han bo sammen med otte andre astronauter, og hans job bliver blandt andet at teste en helt ny dragt til astronauterne.

Den første danske astronaut i rummet

Hvis du en nat går ud og kigger op på stjernerne, kan du være heldig at se en lysende prik bevæge sig over himlen. Denne prik er måske Den Internationale Rumstation (engelsk: International Space Station, ISS), som svæver ca. 400 km over hovedet på dig.

Andreas Mogensen bliver den første danske astronaut, der besøger ISS. Når han kommer derop, bliver hans hverdag meget anderledes end den, han kender på Jorden. Den største forskel bliver nok, at han ikke kan gå. Fordi Jordens tyngdekraft trækker i rumstationen, falder ISS hele tiden nedad. Heldigvis har ISS så stor en fart, rundt omkring Jorden, at den hele tiden falder forbi Jorden og bliver på den måde siddende i sit kredsløb. Men hvis ISS hele tiden falder, betyder det, at alting svæver rundt derinde. Så når Andreas Mogensen skal bevæge sig deroppe, kan han ikke gå fra sted til sted – han må svæve.

Øverst i hjørnet af denne side og på resten af materialet kan du se Rumstationen. De store plader i begge sider er solpaneler, der producerer strøm nok til, at man kan leve deroppe.

Det, at alting svæver, er en af grundene til, at man byggede ISS. Heroppe kan man lave en masse spændende fysikforsøg, som man ikke kan lave på Jorden, og derved kan man lære utrolig meget om rummet. Men når alting svæver, bliver astronauternes hverdag meget besværlig. Bare tænk på hvor besværligt det må være at gå på toilettet...

Kan jeg blive astronaut?

At blive astronaut kræver mange års hårdt arbejde. For at kunne søge om lov til at blive astronaut, er der mange, som læser flere år på universitetet. Men selv hvis du har en lang teknisk uddannelse, er det stadigvæk ikke nok.

For det første skal du være i rigtig god form. Når man svæver flere måneder i vægtløs tilstand, bruger man ikke sine ben på samme måde som på Jorden. Derfor nedbrydes store dele af kroppens muskelmasse, og det kan derfor være farligt at



være i rummet, hvis ikke kroppen er i topform. For det andet skal du bestå en række fysiske og psykologiske tests. Du skal kunne samarbejde med andre mennesker på meget lidt plads og være i stand til at holde hovedet koldt i kritiske situationer. Du skal endvidere tale flydende engelsk (og gerne russisk) og ikke være bange for at fortælle om dit job til den internationale presse.

Hvis ikke du gider være astronaut men bare gerne vil en tur i rummet, kan dette godt lade sig gøre. Når Andreas Mogensen tager afsted til ISS, har han for eksempel en rumturist med ombord. Rumturisten er sangerinden Sarah Brightman, som har betalt næsten 300 millioner kroner for en billet derop og tilbage igen.



Fig.: Her kan du se den canadiske astronaut Chris Hadfield med fire svævende tomater. Han var på ISS fra december 2012 til maj 2013.

Missionen iriss

Når Andreas Mogensen skal afsted til ISS, bliver det en kort mission på ti dage. Hans job bliver for det første at teste en ny robotarm, der skal hjælpe med at vedligeholde rumstationen. Robotarmen skal også bruges til at lave forsøg i rummet, fordi den er god til at holde på små ting uden af tabe eller ødelægge dem.

Men Andreas skal også teste en ny dragt. I dag er der mange astronauter, som får ondt i ryggen efter at have været på rumstationen for længe. Andreas skal derfor afprøve en ny tætsiddende huddragt, som skal efterligne Jordens tyngdekraft, så astronauterne i fremtiden ikke får så ondt i ryggen. Andreas fortæller mere om dette i denne videohilsen nr. 5, som du finder på www.planetarium.dk/AM-videohilsner.

Missionen, som Andreas skal på, har fået navnet iriss. Navnet er en sammensætning af den græske gud Iris og ISS. Gudinden Iris var budbringer for guderne og på den måde en forbindelse mellem himlen og Jorden. På samme måde er astronauterne budbringere, fordi de tager viden om universet med ned til Jorden. Samtidig var Iris også regnbuens gud. Og fordi regnbuen symboliserer fred, og ISS er fyldt med mennesker fra forskellige lande, passer navnet rigtig godt på Andreas' mission.

Astronauter hos ESA

Andreas Mogensen er uddannet hos ESA (Den europæiske Rumfartsorganisation) og arbejder for dem.

På deres hjemmeside <http://www.esa.int/ESA> informerer organisationen detaljeret om deres aktiviteter, og de præsenterer en masse materiale, der kan skabe interesse for rumfart.

Se de 2 film på næste side, og besvar spørgsmålene efter hver film.





<http://goo.gl/FyE8nY>

- ? Hvorfor er det i følge ESA vigtigt at beskæftige sig med rumfart?
- ? Hvordan kan aktiviteter i rummet hjælpe os mennesker her på Jorden?
- ? Hvad lægger ESA vægt på for at skabe gode resultater?
- ? Hvor meget koster det medlemslandene pr. indbygger pr. år at drive ESA?
- ? Galileo nævnes som et program, vi alle vil nyde godt af i fremtiden. Undersøg på nettet, hvad det er for noget.

I næste film bliver astronauterne og deres arbejde præsenteret.



<http://goo.gl/VKvcJp>



- ? Hvad ser det ud til astronauterne arbejder med under deres uddannelse?
- ? Hvad tror du er vigtigst for at blive en god astronaut?
- ? Hvad er EVA? Søg evt. videre på nettet.
- ? Hvad er Parabolic flight? Søg evt. videre på nettet.

Vil du vide mere?

Hvis du kunne tænke dig at læse mere om Andreas Mogensen og hans mission eller måske om livet som astronaut, kan du besøge www.esa-astronaut.dk

På www.esa-astronaut.dk/andreas-mogensens-første-mission kan du læse lidt om hvad Andreas Mogensen skal lave på sin tur til ISS. Søg selv videre på nettet og find bl.a. ud af noget mere om den skinsuit, han skal teste.

- ? Formulér med dine egne ord formålet med Andreas Mogensens mission:

Du kan også se en række videohilsner fra Andreas Mogensen, som han har lavet specielt til de danske skoleelever, der laver dette skoleforløb på www.planetarium.dk/AM-videohilsner.

Hvis du søger på 'International Space Station' på YouTube, kan du også finde film, som viser livet på Den Internationale Rumstation.

Hvis du vil lære mere om udforskningen af universet, så benyt dig af online-ressourcerne på Planetariets website:
<http://www.planetarium.dk/skoleservice/undervisningsmateriale/digital-undervisning>

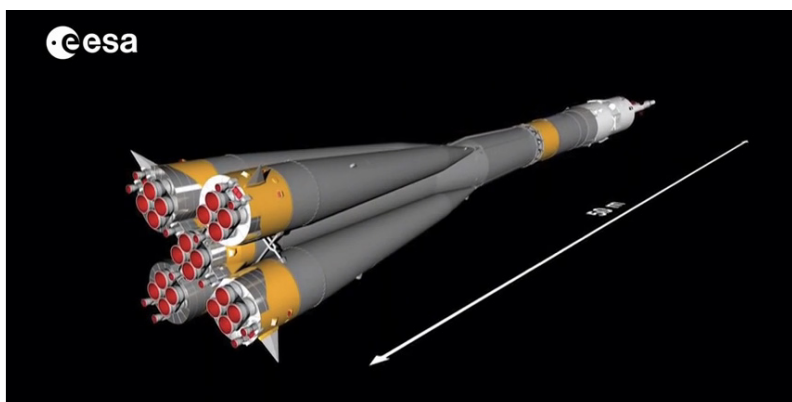


Space in Videos

Den europæiske rumfartsorganisation (ESA), som sammen med en række andre lande har opsendt og driver den Internationale rumstation (ISS), gør utroligt meget for at oplyse om sine aktiviteter på en måde, som kan interessere unge mennesker. Sproget, der anvendes, er dog primært engelsk, og det kan være en udfordring – især for yngre elever. I denne opgave vil vi vise jer en måde, som gør jer i stand til at hjælpe her, og vi vil bede jer være fortællere på en af ESA's mange fantastiske film/videoer.

Indtal jeres egne videoer

Først skal I se filmen A Soyuz Rocket Launch Explained. Snak gerne om den i klassen bagefter, da man skal være ret god til engelsk for at få det hele med.



<http://goo.gl/vjLufU>

Nu er det jeres tur til at fungere som fortæller på dette mindre klip, som viser noget af det samme. Prøv med jeres egne ord at fortælle hvad der sker, men snak det grundigt igennem for inden og skriv det ned. Undlad at bevæge cursoren rundt på skærmen, medmindre I faktisk ønsker at pege med den.



<http://goo.gl/iDnZaa>

Til det skal I bruge programmet 'Screencast-o-matic'.

Programmet kan downloades her:

<https://www.screencast-o-matic.com/>

Se evt. en kort præsentation af det her: <http://goo.gl/hrcxVY>



Lav et screencast til ESA film

Til sidst skal I i grupper vælge en ESA film/video og lave et screencast til den på dansk. Jeres målgruppe kunne f.eks. være elever fra 5. – 6. kl., som har natur/teknik.

Husk at starte med at downloade film(en) til jeres computer, og slå lyden fra, når I laver jeres screencast, så evt. oprindelig speakerstemme ikke kommer med.

Læg filmen med jeres indtaling et relevant sted på nettet, og I kan således give endnu flere mulighed for at få et indblik i ESA's mange spændende aktiviteter.



Forslag til ESA film

Her følger en række forslag til film, det kunne være relevante at tage fat på (lokaliseret efteråret 2014):

Tema	Navn	Link	Længde
Raket-opsendelse	Onboard cameras show full launch and separation of Sentinel-1A	http://goo.gl/ilbZRY	00:04:46
3-d	3D virtual spacewalk outside the International Space Station	http://goo.gl/WbDz8i	00:04:39
	3D virtual tour of the International Space Station	http://goo.gl/gDso2F	00:05:16
De lidt sværere film	ATV Jules Verne - The science of leaving the Earth	http://goo.gl/OYlt0K	00:11:36
	Whoosh bottle - classroom demonstration video, VP01 og Mini whoosh bottle - classroom demonstration video, VC01 (snak evt. med din lærer om, om du selv må få lov at demonstrere forsøgene)	http://goo.gl/zp1JVI http://goo.gl/w8JMwG	00:03:41 00:01:57
	Luca Parmitano's first spacewalk	http://goo.gl/5Omyah	00:02:36

I kan finde samtlige film under modul 1-2 under Skoleforløbet for udskolingen på www.planetarium.dk/AM-skoler. Klik ind på linket under filmen, hvis I ønsker at downloade den.



Modul 3-5: Fremstilling af mini-raketter

Raketter består typisk af flere trin, som anvender forskellige brændstoftyper. I en anden aktivitet skal du fremstille raketbrændstof i fast form (sorbitol + kaliumnitrat). I dette modul skal du bl.a. eksperimentere med brændstof på gas/væske form, men først lidt indledende teori med forslag til nogle praktiske aktiviteter.

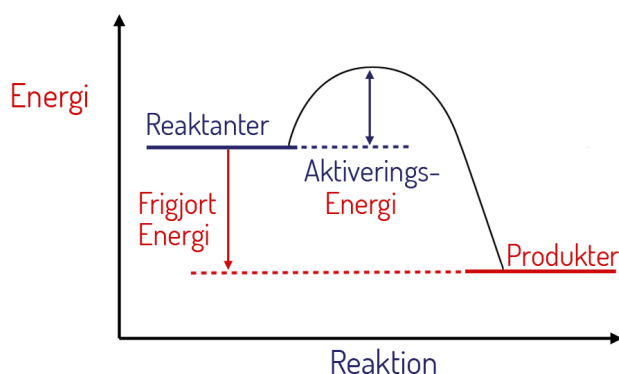
Teorien bag mini-raketten

Det er måske lidt overraskende, men vand (H_2O) er faktisk en meget energirig kemisk forbindelse. For det første hænger vandmolekyler vældig godt sammen. De binder sig kraftigt til hinanden, fordi de dele vandet består af (hydrogen og oxygen) har modsat elektrisk ladning:

Oxygen er i hovedgruppe 6 og mangler således 2 elektroner i yderste skal for at ligne en ædelgas (hovedgruppe 8). Husk, det er kun ædelgasserne der har en fordeling af elektroner, der gør dem stabile, og alle andre atomer (=grundstoffer) vil forsøge at komme til at ligne dem ved at tiltrække eller afgive elektroner. Dette kaldes oktet-reglen, da octo betyder 8 på latin.

Hydrogen og oktet-reglen

Hydrogen har i alt kun 1 elektron (det er det mindste grundstof, som findes), og den er derfor umiddelbart langt fra at kunne opfylde oktet-reglen. Den kunne dog indfange en elektron og dermed komme til at ligne helium, som faktisk også er en ædelgas. Helium har 2 elektroner i yderste skal, og det er også i denne sammenhæng et stabilt antal. Det optimale for hydrogen er dog helt at skille sig af med sin ene elektron og dermed slet ikke have nogle elektroner tilbage at holde styr på.



Energi-diagram over reaktionen mellem H_2 og O_2 til vand. H_2 og O_2 er ustabile gasser som ikke skal have tilført ret meget energi for at binde sig til hinanden og danne den meget mere stabile forbindelse H_2O (vand).



Der er således en stor energimæssig fordel for oxygen og hydrogen ved at gå sammen, og de danner derfor villigt en kemisk binding:

Oxygen låner en elektron fra hydrogen, og sammen danner de den ret stabile kemiske forbindelse vand. Bindingen kaldes for en elektronpar-binding (evt. kovalent-binding).

Bindingen mellem oxygen og hydrogen i vandmolekylet kaldes for en intramolekylær-binding og er meget stærk. Der er dog også bindinger mellem vandmolekylerne og de kaldes for intermolekylær-bindinger. Også disse er særligt stærke for vand og kaldes i øvrigt her for hydrogen-bindinger.

Kemisk forbindelse	Intramolekylær-binding	Intermolekylær-binding
Vand (H_2O)	Elektronpar-binding	Hydrogen-binding

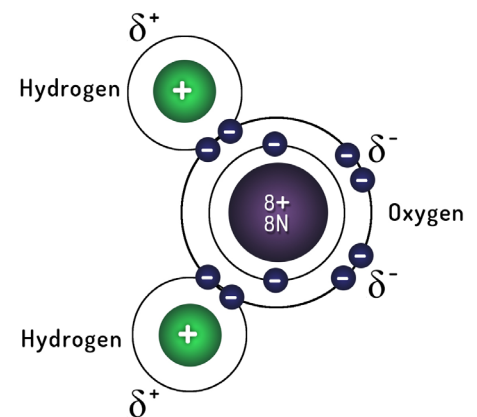


Fig.: Vandmolekylets opbygning. δ^+ og δ^- betyder, at molekylet her er henholdsvis positivt og negativt ladet

Forsøg og teoriopgaver

Her følger nu nogle gode forsøg og teoriopgaver, hvor du/I arbejder med hydrogen og oxygen og nogle eksempler på de kemiske bindinger, de kan lave.

Din lærer bestemmer om du/I må springe (nogle af) dem over og gå direkte til fremstillingen mini-raketter.



Intermolekylære-bindinger: Bestemmelse af kogepunkter

Styrken af inter-molekylære bindinger måles ved at varme stoffet op til kogepunktet. Her er der ikke længere faste kemiske forbindelser mellem molekylerne, og kogepunktet er således et mål for, hvor meget energi der skal tilføres for at bryde de intermolekylære-bindinger.

Husk
udsugning,
briller og kittel/
forklæde under hele
forsøget.



Skriv nogle argumenter for, at der er stærkere intermolekylære-bindinger mellem vand-molekyler end mellem ethanol-molekyler:

Materialeliste (pr. gruppe)

- 100 ml vand
- 250 ml bægerglas
- Termometer
- Bunsenbrænder
- Lidt ethanol

OBS: Vær især opmærksom på, at ethanol er meget brandfarlig og brænder med en næsten usynlig flamme.

Fremgangsmåde

Du kan evt. påvise dit svar ovenfor ved at varme de to stoffer op til kogepunktet.

Start i givet fald med at varme ca. 100 ml vand op i et 250 ml bægerglas og noter dig temperaturen, når det koger.
OBS: Termometeret må ikke stå på bunden af glasset.

Sluk derefter for bunsenbrænderen (vigtigt!), og sæt forsigtigt et 100 ml bægerglas med en smule ethanol i bunden, ned i bægerglasset med vand.



Hvilken af de to væsker bliver ved med at boble i længst tid – vand eller ethanol?

Intermolekylære-bindinger er typisk kun 1/10 så kraftige som intra-molekylære-bindinger. Disse er derfor nok lidt mere spændende at arbejde med, og det gør vi i det følgende.



Elektrolyse (intramolekylære-bindinger)

Bindingerne mellem hydrogen- og oxygen-atomerne i vandmolekylet kan brydes ved at lede elektrisk strøm (=energi) igennem vandet.

Fremgangsmåde

Få et elektrolysekar af din lærer og forbind det til en strømforsyning (max. 25 V jævnstrøm).

Fyld vand m. en lille smule svovlsyre i (dette blot for at få processen til at gå hurtigere, da de ekstra ioner her fra øger ledningsevnen) i karret og i de to medfølgende reagensglas.

Placer reagensglassene med vandet i oven på elektroderne ved at holde for munden med en finger (det er ikke helt let, men det kan lade sig gøre!).

Tænd for strømforsyningen.

Husk
udsugning,
briller og kittel/
forklæde under hele
forsøget.

Materialeliste (pr. gruppe)

- Elektrolysekar
- Mini reagensglas
- Strømforsyning
- H_2O
- Lidt H_2SO_4 (svovlsyre) 0,5M



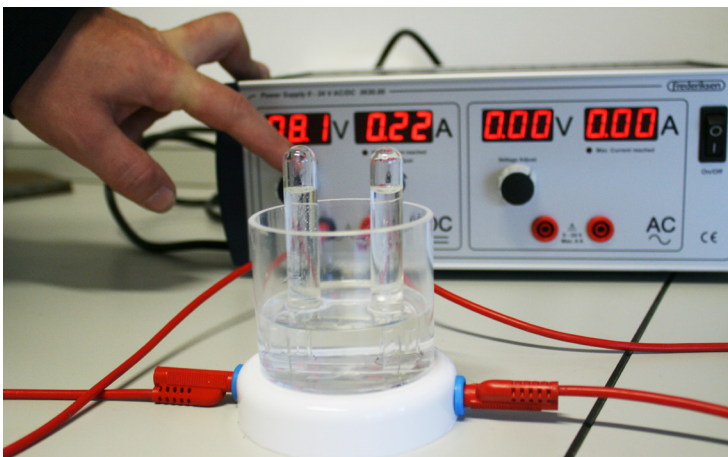
Hvad dannes der ved elektroderne? - og hvorfor?

Tips

Du kan hente hjælp i nedenstående oversigt:

Minus-pol: $4 H_2O + 4 e^- \rightarrow 2 H_2 + 4 OH^-$

Plus-pol: $4 OH^- \rightarrow O_2 + 4 e^- + 2 H_2O$



Lærerforsøg: Fremstilling af hydrogen

Hydrogen brænder eksplosivt, og da I her skal fremstille og opsamle en større mængde i en ballon, skal I være meget forsigtige, når I antænder den.

Fremgangsmåde

Fyld 2/3 op med 2 – 4 M svovlsyre (H_2SO_4) eller saltsyre (HCl) og drys lidt kobbersulfat (CuSO_4) i (som fungerer som katalysator), men vent til der er kommet godt gang i gasudviklingen med at sætte ballonen på. Brug ventetiden på at strække ballonen grundigt ved bl.a. at puste den helt op.

Når det bobler livligt, sættes ballonen på reagensglasset, men det tager et stykke tid at puste ballonen op. Det er ikke sikkert, at I får den meget større end en stor knyttet hånd.

Mens I venter på, at ballonen pustes op

I ventetiden skal I undersøge, hvordan man med kemisk formelsprog kan beskrive, hvad der sker.

Med ord kunne man f.eks. sige: "zink blandes med saltsyre og giver hydrogen".

Med "kemi-sprog" kan det skrives som:



Men også stofferne som bruges, kan skrives på en særlig kemisk måde:

Zink: Zn

Saltsyre: HCl

(Svovlsyre: H_2SO_4)

Hydrogen: H

Husk
udsugning,
briller og kittel/
forklæde under hele
forsøget.

Materialeliste (lærerforsøg)

- Reagensglas
- Stativ
- 6-8 zink stykker
- 2-4 M saltsyre (HCl) eller H_2SO_4 (svovlsyre)
- Ballon
- Evt. kobbersulfat
- Metaltråd
- Træpind



Prøv nu om I selv kan sætte ovenstående sammen i en rigtig kemisk reaktionsligning:

+ → +



H er det mindste atom som findes (det er nr. 1 i Det Periodiske System), og det søger altid sammen med mindst et andet atom. Her er det et andet H-atom, det går sammen med og danner et hydrogen-molekyle.

Da der skal være samme antal atomer på venstre og højre side af reaktionspilen – atomerne forsvinder aldrig! -, er det nødvendigt at skrive et 2-tal foran zink, HCl og ZnCl.

Antænd ballonen

Så er I klar til at antænde ballonen.

Bind den i et stykke metaltråd, eller læg den på et ildfast underlag med stor afstand til alt, der kan brænde.

Advar alle omkring jer og antænd den med en podepind (en lille træpind, som findes i kemilokalet) sat fast på f.eks. et kosteskaf.

Hold god afstand!



Beskriv hvad der sker:



Fremstilling af oxygen

20 % af luften (atmosfæren) ved jordoverfladen er oxygen, og oxygen indgår i alle forbrændinger. Raketbrændstof indeholder altid stoffer, som frigør store mængder ekstra oxygen. Det kan f.eks. være H_2O_2 (brintoverilte = hydrogenperoxid), hvor oxygen i skolelaboratoriet kan fraspaltes ved at lade stoffet reagere med almindeligt bagegær. Her i findes nogle enzymer, som kan sætte gang i reaktionen; i raketter foregår det på en anden måde.

Husk

udsugning,
briller og kittel/
forklæde under hele
forsøget.

OBS: H_2O_2 (brintoverilte) er ætsende og giver ved kontakt hvide pletter på huden. Kommer det i øjnene skal I straks skylle grundigt med vand og tilkalde hjælp.

Fremgangsmåde

Hæld 100 ml 10 % H_2O_2 (brintoverilte) i en (konisk) kolbe.
Tilsæt 1/5 pakke gær (10 gram) og sæt en prop med ét hul i på.
Når reaktionen er i gang sættes slangen fra en urinpose på.

Reaktionen kan godt være lidt ustyrlig og kolben bliver varm.

Begynder væske at sprøjte væske med over i urinposen, kan du/I evt. bremse reaktionen ved at køle kolben under vandhanen eller du/I kan være nødt til forsigtigt at tage slangen af kolben. Husk rolige bevægelser og ingen panik, hvis det pludselig siger "bang".

Det er nok bare urinposen, der er sprunget, fordi den er blevet for fyldt!

Når urinposen er fyldt med oxygen, lukkes den med en slangeklemme, og du/I er nu klar til at teste effekten af oxygen ved en forbrænding. Forsøg først om du/I kan antænde ca. 1g sorbitol i en porcelænsskål uden brug af ekstra oxygen - og derefter med brug af ekstra oxygen. Pas på – spidsen på urinposen bryder let i brand.

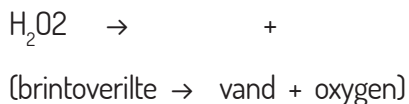
Materialeliste (pr. gruppe)

- 100 ml 10 % H_2O_2 (brintoverilte)
- Konisk kolbe
- 1/5 del pakke gær (10 g)
- Prop med hul i
- Urinpose med slange
- Metaltråd
- Træpind
- 1 g sorbitol

Spaltning af brintoverilte



Opskriv den kemiske reaktion for spaltningen af brintoverilte (H_2O_2) i vand og oxygen – bagegæret virker som et enzym og indgår derfor ikke i ligningen (anvend korrekt kemiske formelsprog):



Husk der skal være lige mange af de forskellige atomer på venstre og højre side af pilen. Atomer forsvinder aldrig ved kemiske reaktioner, men du/I kan ændre på mængden af stof, som indgår ved at skrive tal foran molekylerne.





Opskriv ligeledes reaktionsligningen for den fuldstændige forbrænding af sorbitol ($C_6H_{14}O_6$) til vand og CO_2 (kuldioxid):

$C_6H_{14}O_6 \rightarrow$ +

(sorbitol $\rightarrow$ vand + kuldioxid)

Husk igen at tælle op at der er lige mange af de forskellige atomer på venstre og højre side af pilen.

Du får puslespillet til at gå op ved at skrive tal foran molekylerne.

Gå frem efter følgende rækkefølge: C, H, O.

Man kalder dette for at afstemme reaktionsligningen. Tallene foran molekylerne kaldes for koefficienter.

Det er et forholdsvis stort tal, der skal stå foran O_2 -molekylet - helt i overensstemmelse med at sorbitol kun brænder, når der tilføres rigelige mængder ekstra oxygen.

Så er vi klar til at bygge raketter

De indledende øvelser er overstået og du/I er nu klar til at fremstille og teste små hydrogen/oxygen-raketter. Egentlig kan de også kaldes for vandraketter, da de nævnte stoffer altid danner vand, men mere om det senere.



Hydrogen/oxygen mini-raketter

Se flg. klip:



<http://goo.gl/QJyT90>

Din opgave er at få raketten til at flyve så langt som muligt. Prøv også skyde til måls efter en papkasse og se om du kan ramme ned i den.



Hvad er det optimale blandingsforhold mellem hydrogen og oxygen? (kig på den afstemte reaktionsligning mellem hydrogen og oxygen, hvor der dannes vand).

Materialeliste (pr. gruppe)

- 2 x ½ l sodavandsflasker m. låg (hul i låget til pipettespidser laves med et 4 mm bor eller et søm, der opvarmes i flammen fra en bunsenbrænder)
- Engangspipetter
- Petriskåle (som underkop med lidt vand i til oxygen- og hydrogenflaskerne)
- Lang lighter (som skilles ad, så den kun slår knister. Se billede)
- Limpistol (til fastgørelse af pipettespidser i sodavandslåg)
- ½ l H_2SO_4 (svovlsyre) 0,5 M
- 4 – 5 zink stykker
- Én spatel CuSO_4 (kobbersulfat) (fungerer som katalysator for reaktionen mellem H_2SO_4 og Zn)
- ½ l H_2O_2 (brintoverilte), 1 %
- Gær (opløs en klump på størrelse med en stor ært i et glas vand – til oxygenfremstillingen skal hver gruppe bruge ca. 2-3 ml her fra – brug engangspipette)

Tip

Raketten får sin fremadrettede bevægelse, fordi "motoren" sender noget bagud med stor kraft. Hastigheden af udstødningen har her betydning, men også massen (jo tungere jo bedre, så længe det ikke går ud over farten). Dette forhold kan du/I ligeledes optimere på ved at lade en smule vand blive tilbage i pipetten.

Undlad altså at fylde hele pipetten med oxygen og hydrogen, men behold en smule vand tilbage. Det er i princippet det samme du/I gør, når man laver de mere sædvanlige luft/vand-raketter, hvor trykket skabes med en (cykel-)pumpe. Her er den optimale vandmængde ca. en 1/3 af flasken – i vores mini-raketter skal det være noget mindre.

I modul 6-7 skal du lave raketbrændstof ud af sorbitol + kaliumnitrat. Her har du nogle udstødningsgasser, der bevæger sig med en noget lavere hastighed (forbrændingen forløber ikke her eksplosivt som mellem hydrogen og oxygen), men omvendt er de noget tungere end vand, og de har derfor også stor impuls.



Modul 6-7: Fremstilling af raketbrændstof

Del 1

Som du bl.a. kan læse om på websitet www.sarepeta.org (<http://goo.gl/JyLiuA>), så består raketbrændstof typisk af enten energirige carbon-forbindelser (faste eller flydende) eller hydrogen (gas), som mixes med oxygen. Du/I skal eksperimentere med begge typer.

I modul 3-4 "Fremstilling af mini-raketter" har I undersøgt det optimale blandingsforhold mellem de to gasser hydrogen og oxygen. Her drejer det sig om energirige carbon-forbindelser og oxygen - på fast form. Læs hele siden, før I går igang med forsøgene.

Sorbitol (carbon-forbindelse) + kaliumnitrat (oxygenrig forbindelse)
Sorbitol ($C_6H_{14}O_6$) er en alkohol (den indeholder OH-grupper) og er som sådan en energirig carbon-forbindelse. Den er ikke flydende ved normalt tryk og temperatur, men fast (et hvidt pulver).

Kaliumnitrat (KNO_3) indeholder som det ses af formlen en del oxygen. Den kemiske reaktion mellem sorbitol og kaliumnitrat er, hvad man kalder for en redox-proces. Carbon atomerne fra sorbitolen ($C_6H_{14}O_6$) stjæler oxygen atomerne fra kaliumnitraten (KNO_3) og der dannes kuldioxid (CO_2).

Man siger at carbon atomerne oxideres og nitrogen atomerne reduceres. Dette frigiver en masse energi, da CO_2 er et meget stabilt molekyle, som kun kræver lidt energi for at hænge sammen. I modsætning her til er sorbitol ($C_6H_{14}O_6$) og kaliumnitrat (KNO_3) relativt store molekyler, der indeholder meget energi.

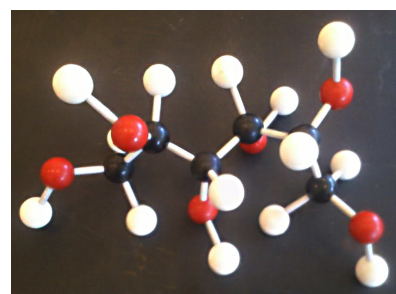


Fig.: Model af et Sorbitol molekyle ($C_6H_{14}O_6$) der indeholder hele 6 OH-grupper. Sort = carbon (kulstof); Hvid = hydrogen (brint); Rød = oxygen (ilt)

Husk: Et salt er et stof, der indeholder "et metal og et ikke-metal". I en ionforbindelse er elektronen/elektronerne i yderstes skal helt afgivet fra metal-delen til ikke-metal-delen.

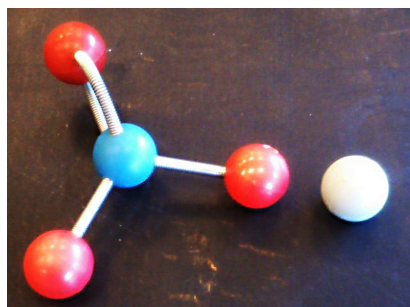


Fig.: Model af et kaliumnitrat molekyle (KNO_3). Det er et (hvidt) salt og altså en ionforbindelse. Kalium (K) afgiver fuldstændigt en elektron til nitrat (NO_3^-), og de er derfor vist adskilte. I nitrat molekylet optræder dobbeltbindingen på skift ved de 3 oxygen atomer. Gråhvid = kalium; Blå = nitrogen (kvælstof); Rød = oxygen (ilt); Carbon (kulstof); Hvid = hydrogen (brint); Rød = oxygen (ilt)



Den afstemte reaktionsligning ser ud som følger:



Forsøget går nu ud på at finde ud af i hvilke mængdeforhold (afvejet med vægt) blandingen afgiver den største energimængde.

Stofferne er her blandet i ækvivalente mængder, men hvor det i reaktionsligningen er angivet ud fra antallet af molekyler, skal du/I finde svaret målt i gram.

Det er i sagens natur ikke ufarligt at eksperimentere med disse reaktioner. Arbejdet skal derfor udføres med kittel og briller på, og der skal udvises stor agtpågivenhed. Du skal være omhyggelig med afvejningerne og være meget opmærksom, når du antænder blandingerne. Ved det rette blandingsforhold vil reaktionen selv i lille mængde udvikle meget energi i form af varme og flammer og materiale vil sprutte ud i luften (som ved en raketaffyring!).

Du må max. anvende 1 g brændstofblanding pr. antænding (sorbitol ($\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_6$) + kaliumnitrat (KNO_3)).

? Angiv i nedenstående skema de mængder blanding, du vil teste, og få det godkendt af din lærer (ikke alle række behøves at udfyldes).

Sorbitol (g)	Kaliumnitrat (g)	Vægt i alt (husk max. 1 g)	Iagttaget reaktion (hvordan ser asken ud? Hvor er der mindst?)

Tips til blandingerne

Hvor der er mindst aske, er blandingsforholdet bedst.
For meget sorbitol giver ud over dårlig forbrænding en karamelagtig aske.

For meget kaliumnitrat giver en hård hvid slagge.



Fremgangsmåde

Afvej mængderne præcist for et stof ad gangen og hæld dem ud på et stykke papir, hvor de blandes let.

Derefter hældes de i en ren fordybning i en kemikalie-brøndplade.



Gå til jeres plads, sæt kemikalie-brøndpladen under udsugningen og antænd blandingen med pødepinden.



Det er vigtigt at du/I er helt rolige og opmærksomme. Kun når blandingen er den rette, bryder den let i brand, så hav tålmodighed, når du antænder og forsøg evt. nogle gange med hver blanding.



Materialeliste (pr. gruppe)

- sorbitol ($C_6H_{14}O_6$) // fælles
- kaliumnitrat (KNO_3) // fælles
- vægt m. én - men helst 2 - decimalers nøjagtighed // fælles
- vejebåde eller -papir
- pødepinde
- tændstikker
- porcelænsplade m. fordybninger (kemikalie-brønde) // en pr. gruppe



Angiv her det blandingsforhold der giver den største energimængde og mindste mængde aske (ækvivalente mængder):

Kaliumnitrat / sorbitol:

(N.B.: Svaret fremgår af næste aktivitet, hvor brændstoffet skal fremstilles i større mængde)



Læreraktivitet

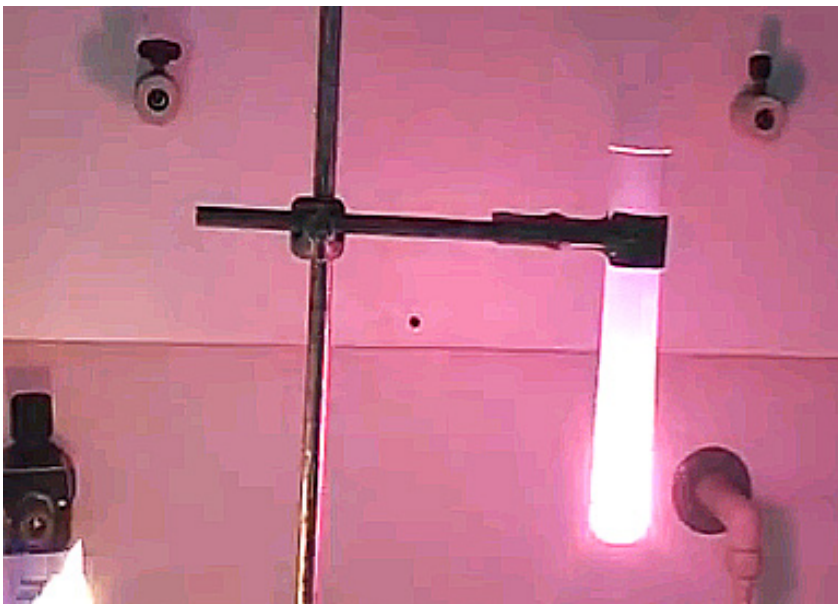
Hvis du kan få din lærer til at hjælpe, kan følgende forsøg også på spektakulær måde vise dig noget om den store energimængde, oxygenrige carbon-forbindelser indeholder. I stedet for sorbitol anvendes her (primært) druesukker $C_6H_{12}O_6$, som ganske meget ligner sorbitol ($C_6H_{14}O_6$).

Fremgangsmåde

Ca. 2 fingerbreder kaliumchlorat hældes i et stort reagensglas (pyrex) og smeltes fuldstændigt med bunsenbrænderen (fastspændt i stativ og under udsugning).

Herefter slukkes for gassen og en vingummibamse droppes i. Energiudviklingen er enorm.

Husk sikkerhedsbriller og skærm!



Alternativt kan I vælge at se forsøget på en video på [youtube.com](https://www.youtube.com), hvor mange andre har udført forsøget.

Husk
udsugning,
briller og kittel/
forklæde under hele
forsøget.

Materialeliste

- 2 fingerbreder kaliumchlorat
- Et stort reagensglas
- Bunsenbrænder
- Stativ
- Vingummibamse
- Skærm



Del 2

Du/I skal nu fremstille en større mængde raketbrændstof på baggrund af viden fra 1. del af aktiviteten. Som afslutning antændes jeres "raketmotor" mellem 2 sten, som fastholder den. Den må altså ikke affyres i en raket, men testes fastholdt og i vandret position. Det er jeres lærer, som står for denne del af aktiviteten.

OBS: Aktiviteten stiller helt uomgængelige krav til disciplineret opførsel og kræver visse laboratoriefærdigheder.

Fremstilling

Start med at lave en kasse uden låg (en "båd") af sølvpapir med følgende mål: 15cm x 4cm x 3cm (længde x dybde x bredde).



Bland sorbitol ($C_6H_{14}O_6$) og kaliumnitrat (KNO_3) på en pande og opvarm på kogeplade til smeltning. Dette skal foregå under udsugning.

Det er meget vigtigt, at blandingen ikke tager farve og bliver brun.



Den smeltede blanding hældes i sølvpapirsrenden, hvor den afkøler.

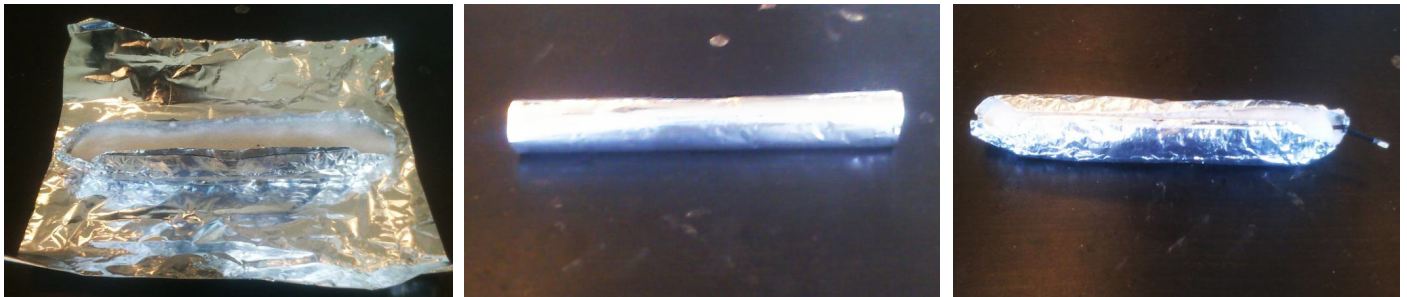
Husk
udsugning,
briller og kittel/
forklæde under hele
forsøget.

Materialeliste

- 40 g sorbitol ($C_6H_{14}O_6$)
- 80 g kaliumnitrat (KNO_3)
- Stegepande (må ikke efterfølgende bruges til madlavning)
- Kogeplade
- Paletkniv (en malerpind kan evt. bruges)
- Ca. 50 cm sølvpapir
- Lunter (tages enten fra et heksehyl eller laves ved at vende en halv stjerneaster i sorbitol og kaliumnitrat – brug enden hvor metalpinden stikker ud. Alternativt kan en gasloddepistol anvendes)



Når den er håndvarm og fast som marcipan løftes den over på et dobbelt stykke sølvpapir (ca. 15cm x 20 cm) og siderne foldes ind over toppen. Herefter rulles den let til en pølse med målene 18cm x 2cm x 2cm.



Til sidst presses en blyant varsomt ind i den ene ende. Her ved laves en "dyse", hvor en lunte indsættes. Det yderste lag sølvpapir tages af.

OBS: Blanding af raketbrændstof må ikke genopvarmes (dvs. rester må ikke genanvendes).

Afprøvning

Dette foregår sammen med jeres lærer uden for.

"Brændstofpølsen" ("raketmotoren") placeres på jorden mellem 2 mursten, som ligger lidt skævt, så man kan se den.

Herefter antændes den.



Hold god afstand!

Ideen til aktiviteterne i begge dele stammer fra Sciencetalenter i Sorø. Ansvarer i denne sammenhæng er dog alene forfatterne.



Modul 8: Space Transportation

An ATV Perspective

Se ESA film 'Space Transportation - An ATV Perspective' i klassen.

Filmen er på engelsk, så husk at høre godt efter.

<http://goo.gl/3misII>

Bagefter skal I svare på de nedenstående spørgsmål.



- ? Hvor affyrer ESA deres raketter fra og hvilke fordele giver denne beliggenhed?
- ? Hvad er ISS?
- ? Hvad er ATV?
- ? Hvad falder hurtigst til jorden – en let eller en tung ting? Afprøv selv din hypotese.
- ? Hvorfor er man vægtløs i rummet og hvorfor falder satellitter ikke ned? Lav evt. forsøget med en fyldt vandflaske med et lille hul i siden for neden, der falder mod gulvet. Hvad sker der med vandstrålen?
- ? Hvad er enheden for tyngdekraft? Dvs. hvad måles kraft i?
- ? Hvad bruger Ariane 5 raketten som brændstof?
- ? Hvordan navigerer (finder vej) raketter i rummet?



Modul 9-10: Vand-/lufttraketten

Raket i bevægelse

Når astronauter som Andreas Mogensen skal på mission til den Internationale Rumstation, sendes de op i Soyuz-raketter fra Rusland.

Vi skal nu undersøge, hvordan disse raketter får deres fremdrift.

Den simpleste model man kan lave af en raket i bevægelse er måske en oppustet, aflang ballon, sat fast på en snor – f.eks. gennem nogle stykker sugerør, som er tapet fast. Når luften løber ud af ballonen, drøner den af sted og illustrerer der med, hvad man kalder for raketprincippet: sendes noget bagud (f.eks. luft), fører det til en bevægelse frem (f.eks. en ballon). Situationen er den samme, som når du sidder på en kontorstol med noget i favnen, som du smider bagud.



Find ud af, hvilke forhold der har betydning for hvor stor hastighed, du kan få. (Mindst 3 – 4 forhold)

Fremgangsmåde

Det er tid til at lave en raket. Den kan bygges med inspiration fra nedenstående billede, eller noget lignende, som din lærer har lagt frem. Det er nu op til jer at bygge en raket, der drives af luft og vand under tryk.

Prop med et hul

Cykelpumpe

Sodavandsflaske
½ eller 1½ L

Glaserør

Kande med vand

Cykelventil

Gummi/plast slange

Fig.: Materialer til at bygge en raket





Du kan lave en affyrringsrampe af en række forskellige ting, f.eks. et tykt engangskrus, et trebens stativ, en stativklemme. Du kan evt. også bygge dit eget med etet paprør (plakatrør eller rør til badmintonbolde) sat ned i en plastikurtepotte

Test din vand-/lufttraket

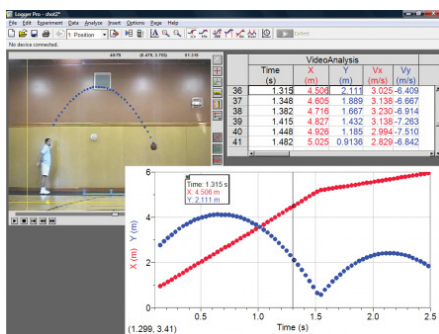
Nu skal raketten testes. Afprøv den først uden vand, og find herefter frem til den optimale vandmængde.



Hvad skal forholdet ca. være mellem luft og vand i flasken?

Stighøjden og raketens max. hastighed kan bestemmes ved at optage affyringen med et kamera og herefter analysere bevægelsen med et videoanalyseprogram – f.eks. Logger pro, som kan downloades gratis i en prøveperiode.

Du kan også bruge en timlapse funktion på dit kamera (en app kan downloades til tablet og telefon). Tag en masse billeder med kendt tidsinterval, og hav en person stående i baggrunden, som du kender højden på. Herefter kan acceleration og hastighed beregnes. Kunsten er at have tilpas afstand til raketten, så du uden at flytte kameraet kan følge den gennem luften et stykke tid – gerne helt til toppunktet.



Teorien bag raketten

Rumraketter kan laves på mange forskellige måder – både med hensyn til brændstoftype og udseende. Raketten acceleration, hastighed (=fart), bane og stighøjde er et kompliceret samspil mellem de kræfter, der virker på raketten og raketten masse. Kraften fra lufttrykket aftager hurtigt, mens vandet slynges bagud og ophører helt, når alt vandet er ude. Derefter vil tyngdekraften hurtigt tage farten af raketten og tvinge den tilbage til jorden. Til gengæld vil raketten blive lettere og lettere under accelerationen opad, så i starten vil accelerationen forøges.

Newtons 3. lov

Den teoretiske forståelse af hvorfor raketten bevæger sig fremad bygger på Newtons 3. lov:

For hver aktion er der en lige så stor og modsat rettet reaktion

I dette tilfælde er aktionen, at raketten trykker luften og vandet ud af munden med en vis kraft, og reaktionen at luften og vandet trykker tilbage på flasken med en kraft, der er lige så stor, men modsatrettet. Ordet aktion er altså omtrent et andet ord for kraft.

For at få dette til at ske kræves energi. Vand/luft-raketten får sin energi fra det lufttryk, du har bygget op med cykelpumpen, og når flasken trykkes af proppen bliver denne energi til bevægelse. Energien forsvinder således ikke, den omformes. Dette gælder universelt og er en af fysikkens mest fundamentale love.

Flasken med det vand, der endnu ikke har forladt den, gives altså en vis hastighed modsatrettet Jordens tyngdefelt, og pga. loven om energibevarelse, vil det vand, der forlader flasken (og skubber flasken frem ad) indeholde samme energimængde, som i ved jeres anstrengelser med cykelpumpen tilførte flasken.

Altså: Energien er bevaret. Denne energi bruges på at sætte noget vand i bevægelse bagud og her ved skubbe en flaske fremad.

Den optimale sammensætning af vand og luft

Dette kan noget forenklet udtrykkes matematisk på følgende måde:

$$m_{\text{vand, bagud}} \times v_{\text{vand, bagud}} = m_{\text{flaske, fremad}} \times v_{\text{flaske, fremad}}$$

Da $m \times v$ også kaldes for *bevægelsesmængde* eller *impuls* og betegnes med bogstavet p , kan man også skrive:

$$p_{\text{vand, bagud}} = p_{\text{flaske, fremad}}$$

Her af kan man hurtigt indse, at hvis en raket skal have meget fart på, skal den være så let som mulig og så meget brændstof som muligt skal slynges bagud med så høj hastighed som muligt.

I jeres raketforsøg så du/I sikkert også, at det var fint at udskifte noget af luften i flasken med vand, men på et vist tidspunkt, virkede det modsat - raketten fløj ikke så højt; den blev simpelthen for tung at sende af sted, med det lufttryk, du kunne lave.



Jordens undvigelseshastighed

Det samme gælder for en rigtig raket. En tung raket kræver meget brændstof, og tilsammen vejer det for meget til at give raketten tilstrækkelig stor acceleration. Og der skal rigtig meget brændstof til for at frigøre en raket fra Jordens tyngdekraft. For at forlade planeten kræver det en hastighed på ca. 11 km/s, hvilket er det samme som ca. 40.000 km/t. Denne hastighed kaldes Jordens undvigelseshastighed.

Hvis raketten *kun* skal op i et lavt kredsløb om Jorden, som f.eks. Den internationale Rumstation ISS, kræver det en hurtig acceleration til 7,7 km/s. Videre derfra ud i rummet kræves nu kun en hastighedsforøgelse på ca. 3,2 km/s. Vil man helt ud af solsystemet, skal man overvinde Solens undvigelseshastighed på 42 km/s. Til sammenligning kan de hurtigste jetfly kun (!) nå op på ca. 3.600 km/t (= 1 km/s).

Newtons 1. lov

Selv om det ikke er så nemt at komme op i fart, når man skal væk fra Jordens tyngdefelt, så er der dog en fordel forbundet ved rumrejser: Man taber ikke hastighed ved friktion (luftmodstand), når man er uden for Jordens atmosfære, for i rummet mellem himmellegemerne er der ingen luft til at bremse en ned.

I 400 km's højde, hvor ISS befinder sig, er der dog stadig så meget luft, så den dagligt taber ca. 100 m i højden – det er således nødvendigt, at den fra tid til anden får et løft fra nogle hjælperaketter for ikke at falde ned.

Her gør endnu en af Newtons love sig gældende, nemlig Newtons 1. lov:

En ting i bevægelse vil bevæge sig med konstant hastighed, indtil en kraft påvirker den

På Jorden har vi altid friktion i en eller anden form. Det betyder, at hvis ikke jordoverfladen bremser os, så gør luften det. Men i rummet er der vakuum og typisk meget langt til andre genstande, så der er hastigheden ikke påvirket af omgivelserne.

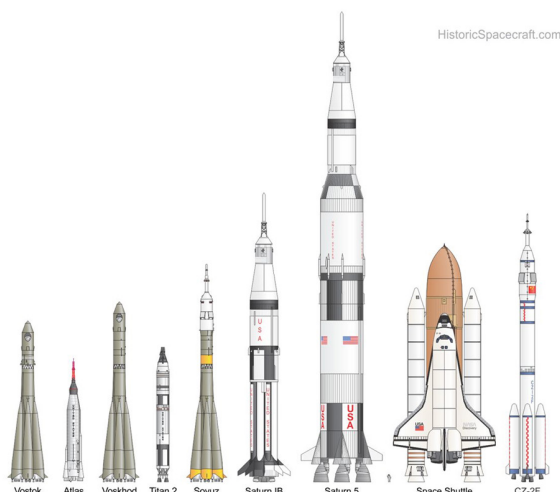


Fig.: Her ses en illustration af alle de rakettyper, der har været brugt til at sende mennesker ud i rummet. Andreas Mogensen skal sendes afsted med en russisk Soyuz raket, som er den eneste raket der i dag kan sende astronauter op til den Internationale Rumstation.



Modul 11-12: Ekskursion til Planetariet

Skoleforløbet: En rumrejse tilbage i tiden

Ekskursion til Tycho Brahe Planetarium

Nu er det tid til at komme ud fra skolen og opleve universet i et nyt perspektiv. Tag hele klassen med ud på en rumrejse fra vores egen planet Jorden og ud til universets yderste grænse i dette skoleforedrag på Planetariet. Vi kommer ligesom Andreas til at se Jorden udefra.

Det hele foregår på Rumteatrets 1.000 m² store kuppellærred.

Bagefter viser vi filmen 'Den verden vi ikke ser'. I får også mulighed for på egen hånd at gå rundt i Planetariets udstilling og lære endnu mere om universet.

Læs mere på www.planetariet.dk/skoleservice

Skoleforedrag hver onsdag

Kl. 10:30 - 11:00:

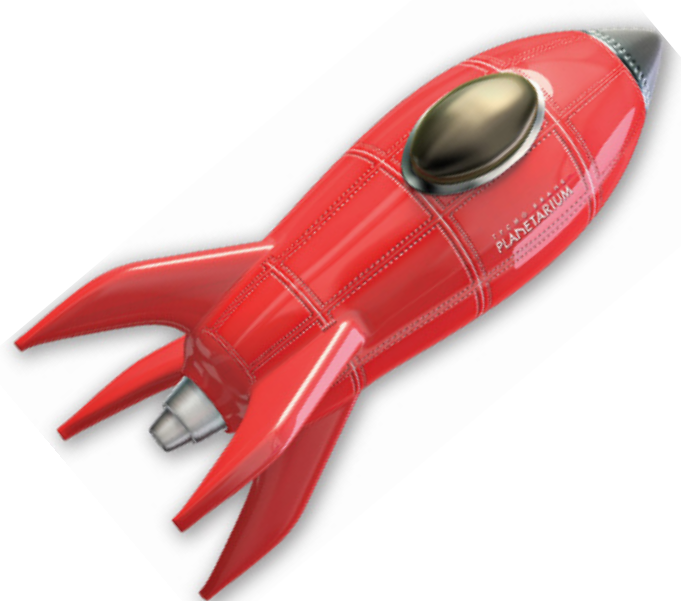
Foredrag med det Digitale Univers:
En rejse tilbage i tiden

Kl. 11:10 - 12:00:

Film i Rumteatret:
Den verden vi ikke ser

Særpris ved brug af dette materiale
pr. person: kr. 50,- inkl. film

Skriv til skole@tycho.dk og oplys
koden AM2015 for at opnå denne
særpris, som gælder i 2015.



Modul 13-15: Afstande i Universet

Rumstationen ISS

Billedet her viser Den Internationale Rumstation (ISS) i sin bane rundt om Jorden, idet den passerer Gibraltar-strædet med Spanien på højre hånd. Billedet fortæller lidt om afstanden til Jorden ud fra landenes størrelse og Jordens runding i horisonten.

Man ser, at rumstationens bane er langt højere end et flys og meget lavere end Månens bane.

Hvert eneste sekund flyver den næsten 7,7 km. Det er lige netop den fart, den skal have for at holde sig i sin bane uden at falde ned på Jorden.



Den undgår, i den lave bane den har, ikke sammenstød med enkelte luftmolekyler, der gradvist ville sænke dens fart, hvis ikke den en gang i mellem fik et boost for at holde farten. Den følger de samme love som Månen i sin bane om Jorden, og vil som Månen forblive svævende der til evig tid, hvis farten holdes.

Massen af den (ca. 500 tons) har ingen betydning for dens fart, og den er med årene blevet udbygget med adskillige tons uden at det er nødvendigt at ændre farten.

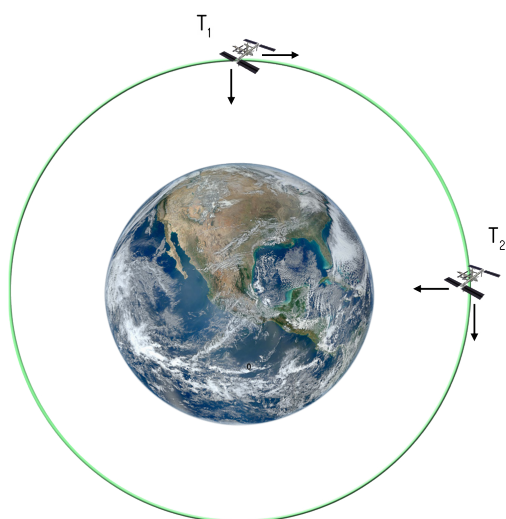


Fig.: T1 - Her er ISS til tiden. T2 - Her er ISS kort tid efter



Tyngdekraft og vægtløshed

I virkeligheden bevæger den sig i et evigt frit fald mod Jorden, men dens vandrette bevægelse med en bestemt hastighed betyder, at den hele tiden falder ved siden af. Tyngdekraften er næsten den samme som på Jorden, så vægtløsheden, der opleves der, skyldes det frie fald. Hvis man befandt sig i en faldende elevator, der var blevet cuttet i toppen af verdens højeste bygning, Burj Khalifa, ville følelsen være nøjagtig den samme – de 13 sekunder, det ville tage. Gennemsnitlig lidt over 400 km over Jordens overflade holder den sig. Det ændrer sig lidt under et omløb, fordi banen er svagt elliptisk, og Jordens radius er 21 km større ved ækvator end ved polerne.

Følg ISS live på ESA's hjemmeside www.esa.int, og på www.planetarium.dk kan du se, hvornår ISS ses over udvalgte byer i Danmark.

Det er jo bare en tur 'København – Ålborg', som Andreas Mogensen skal ud på, skulle man mene. Helt så simpelt går det nu ikke. Inden Andreas når op til ISS, skal han først sendes op fra Kasakhstan i en russiske Soyuz-raket og opleve sin krop veje omkring det firedobbelte under accelerationen, der bringer ham op i en fart af ca. 8 km/s. Her skal han foretage adskillige jordomrejser, mens modulet langsomt bringes i samme bane, højde og hastighed som ISS, og sammenkoblingen kan foretages.



Hvor lang tid varer et omløb om Jorden, når hastigheden er 7,7 km/s og højden er 400 km?

De matematikstærke kan også bruge formelen udledt af Newtons tyngdelov:

$$T = \sqrt{\frac{4 \times \pi^2 \times r^3}{G \times M}}$$

T er omløbstid i sek. M er Jordens Masse i kg. G er Newtons gravitationskonstant.

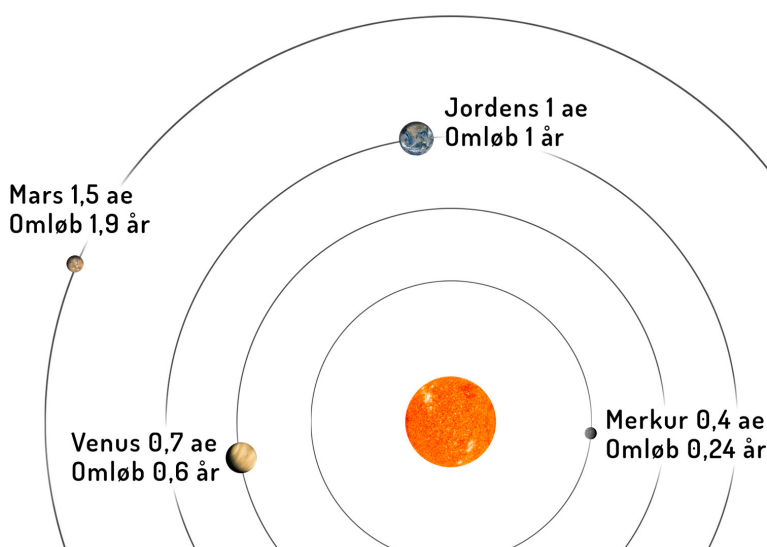


Fig.: Illustrationen viser Solsystemets inderste planeter i rigtig afstandsforhold. Afstanden fra Jorden til solen er ca. 150 mio. km, kaldet 1 Ae (astronomisk enhed)



Vurder afstanden til Mars, når den er tættest på, og når den er fjernest

Bemandede rejser til Mars er allerede med nutidig raketteknologi muligt, men som med Andreas' rejse til ISS kan man ikke bare flyve den direkte vej, for raketten ville møde planeten med al for høj hastighed og fare lige forbi. Man kunne selvfølgelig bremse den ned, men det ville koste lige så meget brændstof som opsendelsen.

På en planlagt rejse vil brændstofforbruget være afgørende for et heldigt udfald. Acceleration og deceleration koster kolossale mængder brændstof, mens selve turen er næsten omkostningsfri. Man har regnet ud, at det mest økonomiske ville være at følge den såkaldte Hohmann-bane. Her vil raketten møde Mars i en glidende bevægelse uden for stor hastighed i forhold til Mars. En lille justering af hastighed og retning vil så kunne bringe den i omløb.



Vurder rejseafstanden og hvor lang tid rejsen vil tage med en gennemsnitsfart på 90000 km/t:
(Raketten "arver" ved afsendelsen Jordens hastighed (107.000 km/t) i sin bane omkring Solen og hastigheden af raketten aftager langsomt under rejsen indtil den mødes med Mars, hvis hastighed om Solen er noget lavere end Jordens)

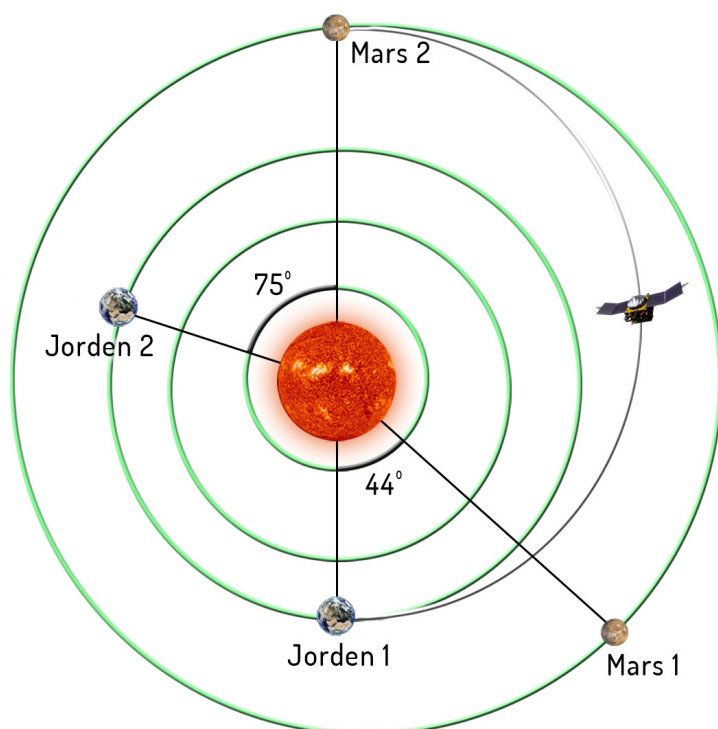


Fig.: Hohmann-banen, der er den rute til Mars, der kræver mindst mulig energi



Planeten Venus

Billederne af Venus er taget i 2002. Her ses det tydeligt, at Venus har faser ligesom Månen. På det øverste billede er Venus kun delvist belyst af Solen, dvs. vi ser den kun delvist belyst, ligesom vi en gang i mellem kun ser Månen delvist belyst. Man siger, at den er i fase.

Når Venus er fuldt belyst (den er fuld), som i bunden af billedet, er den længere væk, og den ser derfor mindre ud. Venus er det klareste himmellegeme om natten, bortset fra Månen, den lyser klarere end alle stjerner, og selv i en mindre kikkert, vil man kunne se den som en lille klode, ofte i fase.



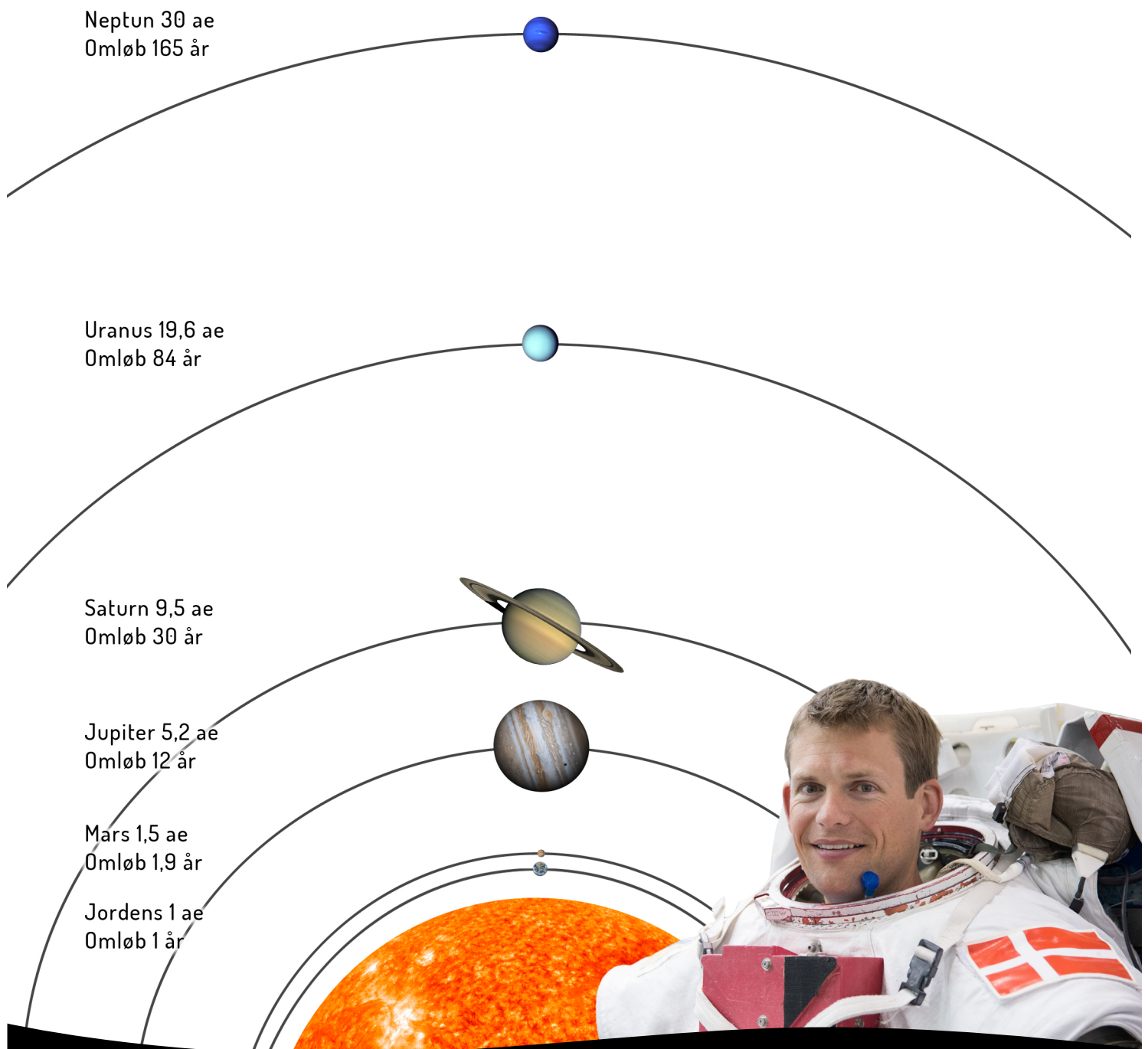
- ? Vurder og begrund hvor Venus har befundet sig i sin bane i forhold til Jorden det øjeblik de forskellige billeder er taget:
- ? Hvorfor ser Venus som "fuld" mindre ud, end når den er i fase?
- ? Er der tidspunkter, hvor man ikke kan se Venus fra Jorden?
- ? Hvorfor er en bemandet rejse til Venus ikke attraktivt?



Fig.: Her ses det ydre solsystem med rigtig afstandsforhold.

Jorden er indsat i inderste bane - som synlig planet. Afstanden fra Jorden til solen er ca. 150 mio. km, kaldet 1 Ae (astronomisk enhed).

Størrelsesforhold på planeterne er ikke korrekt ift. afstandene.



Vurder afstanden til Neptun i mio. km.

Hvor langt er der til den nærmeste stjerne?

5 sonder opsendt fra Jorden har på nuværende tidspunkt allerede passeret Neptun. Voyager 1 & 2, Pioneer 10 & 11 samt New Horizons har alle rejst gennem solsystemet, nogle i omkring 40 år. En af Voyagaersonderne befinder sig nu udenfor vores solsystem. Alle sonderne medbringer guldplader med oplysninger om vores civilisation. Men der er stadig uhyggeligt langt til de nærmeste stjerner.

Fakta om lysets hastighed

Lyset bevæger sig med ca. 300.000 km hvert sekund.



Hvor mange sekunder er lyset om at bevæge sig fra Neptun til Jorden?



Hvor mange timer?

α -CENTAURI

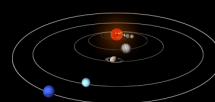


Fig.: Solsystemet og den nærmeste stjerne, Alpha Centauri. Solsystemet er i virkeligheden meget mindre.

Den længde lyset bevæger sig på en bestemt tid kan nu bruges som en afstandsenhed. Det vil sige, at en lysstime =

$$300.000 \times 60 \times 60 \text{ km} = 1080 \text{ mio. km.}$$

Og et lysår er 9460 mia. km. Den nærmeste stjerne ligger ca. 4 lysår borte.



Hvor mange gange længere er der til den nærmeste stjerne end til Neptun? (Dvs: hvor mange gange kan man lægge hele solsystemet i forlængelse af hinanden, før man når nærmeste stjerne?)

Det vil altså tage sin tid, inden de 4 sonder når derud.



Det, som øjet kan registrere

Billedet her er taget af Hubble-teleskopet og viser en spiralgalakse, der vender næsten lodret mod Jorden. Lad os forestille os, at det er vores egen galakse, Mælkevejen, og at vi bor inde i centrum af den hvide, tegnede cirkel.

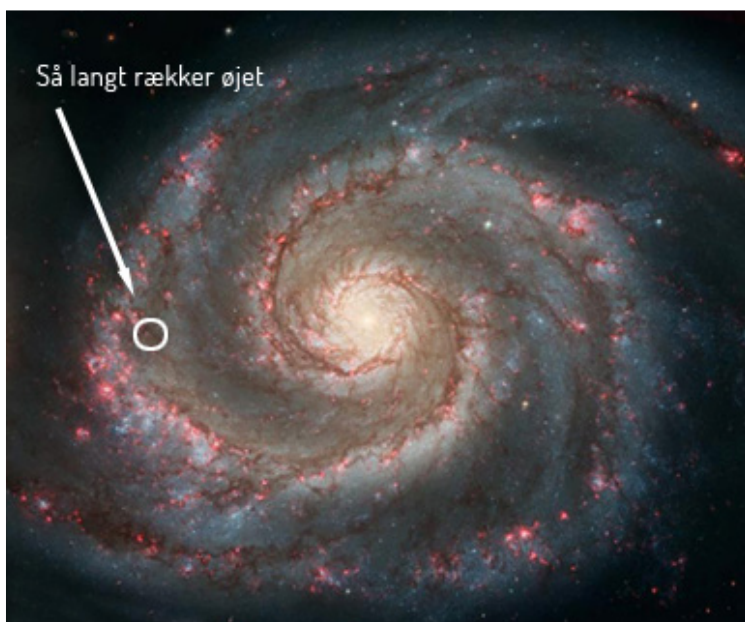
Her ligger solsystemet og størrelsen af det vil ikke engang kunne aftegnes som en hvid prik, og den nærmeste stjerne befinder sig kun ca. 1/100 mm fra centrum. Når vi en nat går ud og kikker på stjerner, kan vi med det blotte øje se omkring 2.000 stjerner (når det er klart vejr, og man befinder sig ude på landet).

Alle de stjerner vi kan se, befinder sig inden for den hvide cirkel, som har en radius på ca. 2.000 lysår.

Det er kun de aller mest lysstærke, der kan ses i en afstand af 2.000 lysår, de fleste vil være for svage, til at øjet kan registrere dem. Alle stjerner der befinder sig uden for cirklen kan slet ikke opfattes af øjet som enkeltstjerner.

Centrum af Mælkevejen

Mælkevejen har altid været kendt, ikke som en galakse, men som en utydelig lysende stribe tværs over nattehimmelen - ved klart vejr ude på landet. Galileo Galilei var den første, der gennem sin nybyggede kikkert i 1609 så, at Mælkevejen også bestod af enkeltstjerner.



En galakse er meget stor samling af stjerner. Vores "egen" stjerne solen ligger i galaksen Mælkevejen.

Selv ikke Hubble-teleskopet opfanger enkeltstjerner. Især centrum af galaksen ses nærmest som en kæmpesol, men består i virkeligheden af milliarder af stjerner. Udsynet til centrum af Mælkevejen (der kun kan ses på den sydlige halvkugle) er dækket af et støvlag, der spærrer for direkte observation med teleskop, men alligevel har man fundet ud af hvad der befinder sig der.

Du kan evt. finde flere oplysninger på nettet om dette.



Vurder ud fra størrelsen af den hvide cirkel hvor mange lysår, der er til centrum af Galaksen, og hvor bred den er:



Længere ud i universet

Billedet her viser universets udvikling i en tidslinje fra Big Bang for 13,8 milliarder år siden til i dag. Den fortæller ikke noget om universets form eller om afstande i universet. Men når Hubble-teleskopet, illustreret i øverste højre hjørne, rettes mod et lille udsnit af himlen, ser den så langt ud i universet, at den ser tilbage i universets tidlige fase, hvor de første stjerner samles i galakser for ca. 13 milliarder år siden.

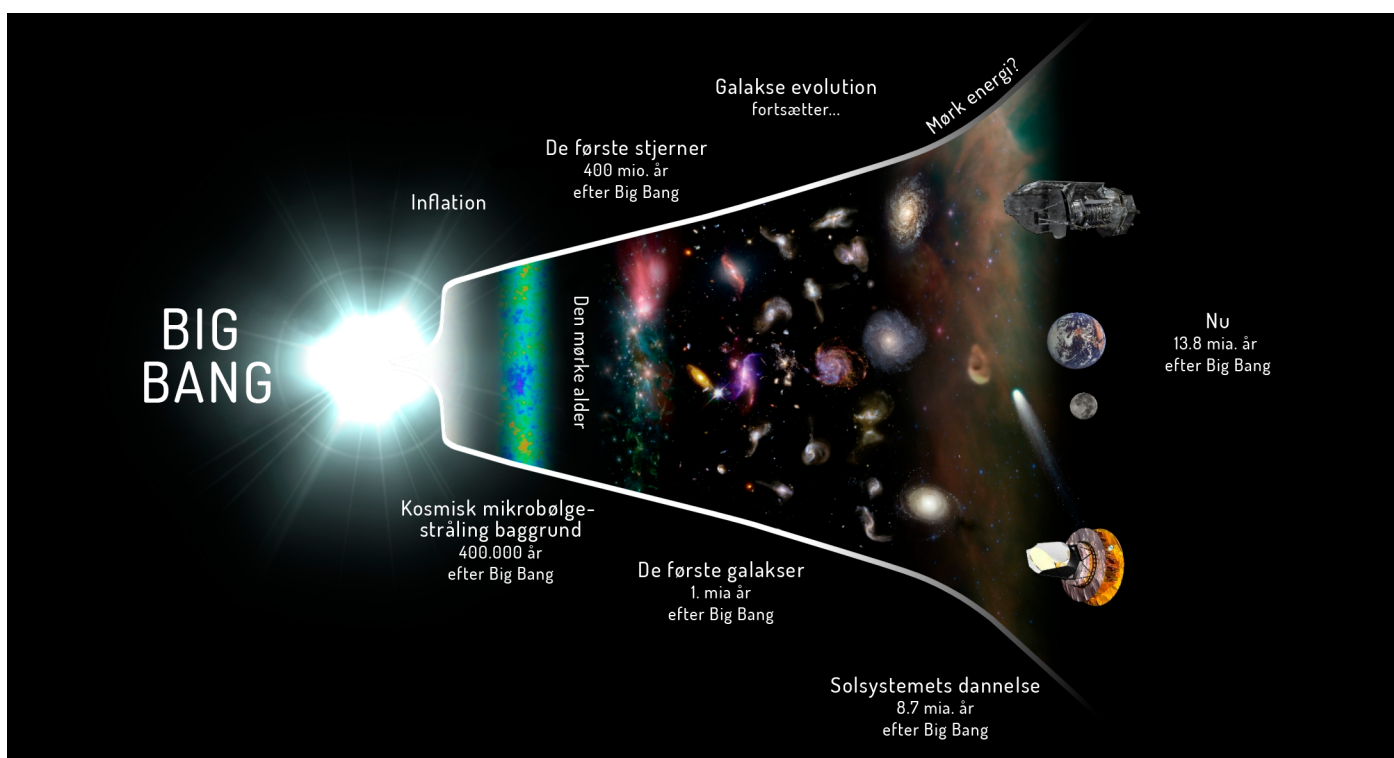


Fig.: Illustration af Big Bang. Rhys Taylor, Cardiff University

Universet udvider sig med accelererende hastighed

Billedets klokkeform illustrerer, at universets udvidelse, som man har kendt til siden 1930, foregår med accelererende hastighed. Dengang var det dog en teori, og de første tegn på at teorien var rigtig blev fundet af 3 amerikanske forskere for få år siden, og teorien er efterhånden accepteret af forskersamfundet. Er teorien rigtig, indebærer det eksistensen af en mystisk mørk energi, der modvirker tyngdekraftens virkning og blæser universet op. Det er dog kun afstanden mellem galakserne der bliver større, mens selve galakserne holder samme størrelse.

Sådan fungerer forskningen ofte. Løsningen af et problem danner en vifte af nye ubesvarede spørgsmål.



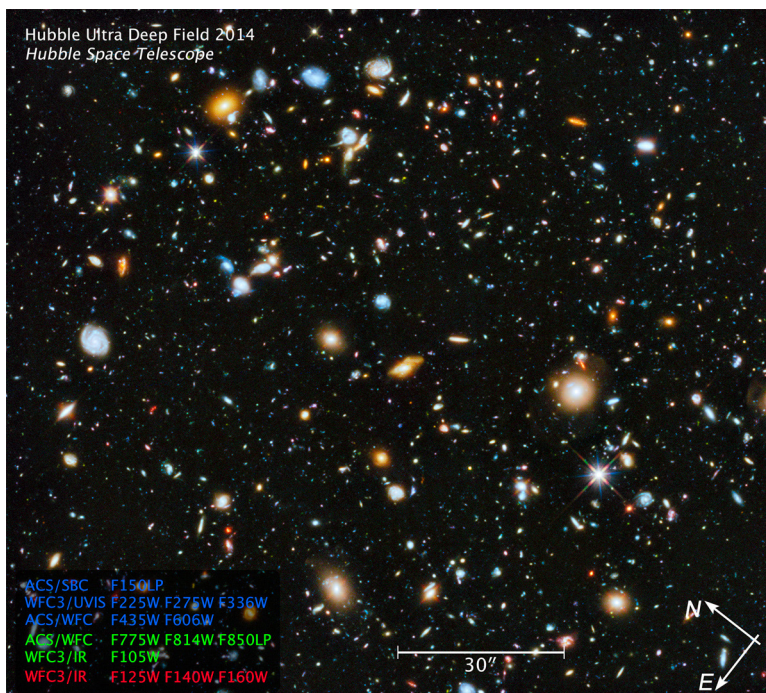
Deep Field

Men hvor mange galakser findes egentlig derude? Dette er et fotografi af Hubble-teleskopet af det, der kaldes "Deep Field".

Forestil dig du har et super digitalt kamera med et meget langt objektiv, og at du har zoomet ind på et yderst lille område på himlen. Ret kameraet mod et sted på himlen, hvor der ikke er ret mange stjerner fra Mælkevejen, der generer udsynet.

Lad nu kameraet stå åbent mod præcist samme sted på himlen i alt 11 dage uden at ryste på hånden (selvfølgelig kun om natten). Forestil dig at dit kamera også opfanger lys i det ultraviolette område og i det infrarøde område.

I løbet af de 11 dage har mia. af fotoner (lyspartikler) sat sit aftryk på den fotografiske plade og resultatet ses i ovenstående. Hver eneste lysprik afsat er lys fra en galakse - nogle så langt væk at lyset har rejst 13 mia. år for at nå dit kamera. Altså må de være 13 mia. lysår borte.



Det er selvfølgelig et tænkt eksempel; selv det bedste kamera her på Jorden ville ikke kunne tage et sådan billede. Det kan kun Hubble-teleskopet.

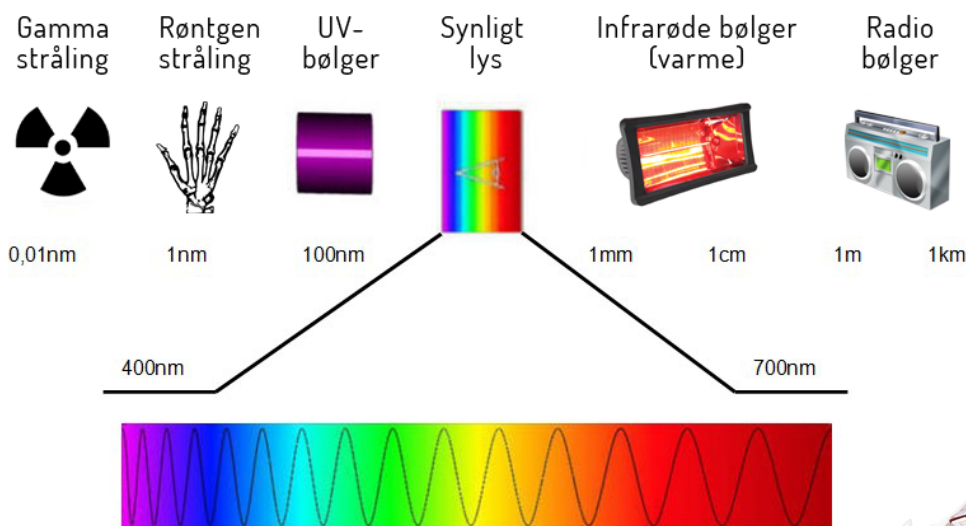
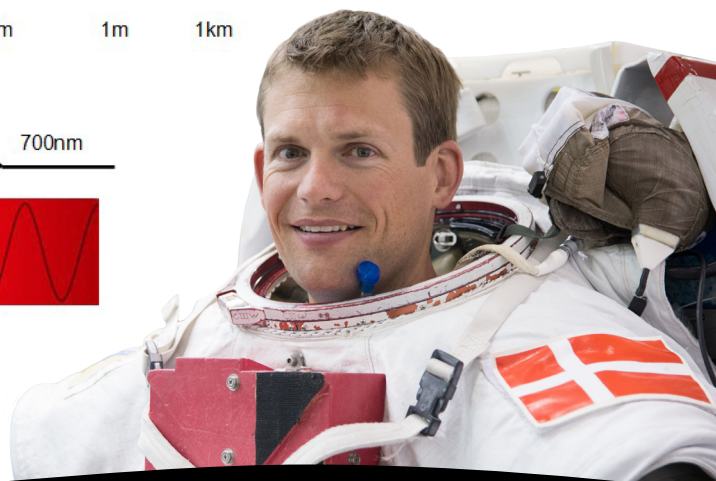


Fig.: Lysets bølgelængde, Det synlige lys er kun en lille del af elektromagnetiske spektrum. Vi ser at bølgelængden bliver længere, jo længere vi bevæger os mod det røde område.



Lysets bølgelængde

Når man studerer lyset fra de mange galakser med det, man kalder spektroskopi, kan man se, at lysets bølgelængde er blevet længere - det er forskudt mod den røde side. Jo mere det er forskudt, des hurtigere bevæger galaksen sig væk fra os. De fjerneste galakser fjerner sig så hurtigt, at deres lys er forskudt langt ind i det infrarøde område.

Vi kender også fænomenet fra lydbølger. En ambulance, der kører hurtigt imod os, udsender en høj tone, og i samme øjeblik den passerer os, bliver tonen tydeligt dybere. Dybe toner har længere bølgelængde.

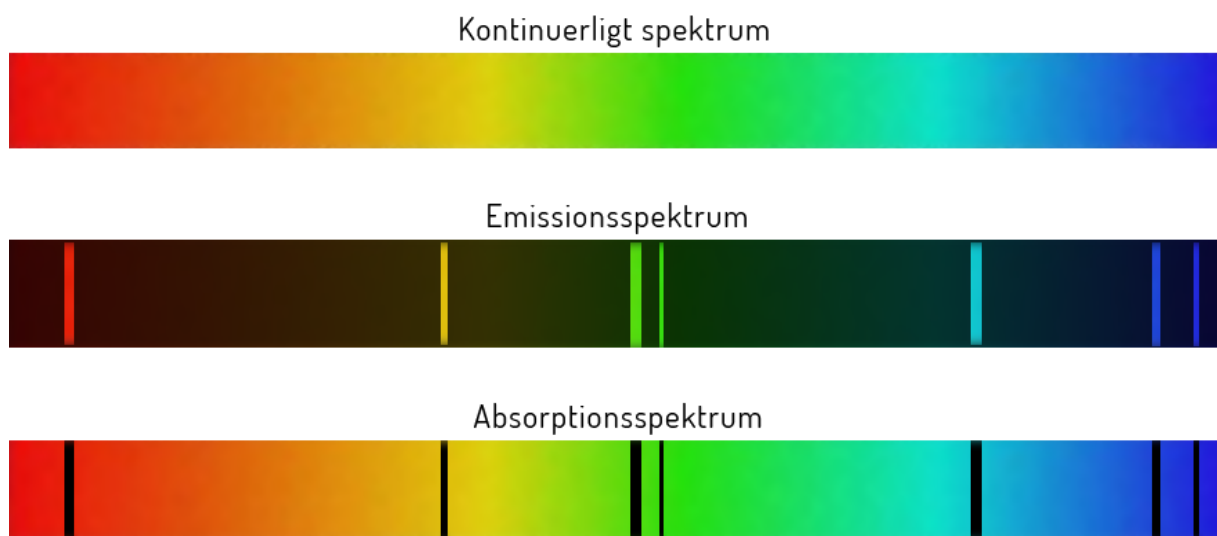


Fig.: Spektroskopi. Et emissionsspektrum ses, når man betragter et bestemt lysende grundstof gennem en spektrograf eller et optisk gitter. Det er så at sige grundstoffets fingeraftryk.

Hvis grundstoffet findes på f. eks. en stjerne, vil stregerne fremstå som sorte linjer (absorptionsspektrum) spredt i det kontinuerlige spektrum. Grundstoffet vil her absorbere noget af det lys, som stjernen udsender. Men der ingen tvivl om, at det er samme grundstof.

Hvis stjernen (eller galaksen) bevæger sig væk fra os, vil striberne bevæge mod den røde side, men det vil stadig bevare det karakteristiske mønster, så man kan kende det. Man kan så ud fra graden af rødforskydning udregne, hvor langt væk stjernen (galaksen) er.



Forestil dig, at du kikker gennem et hul på 1 x 1 mm i et stykke papir rettet mod himlen holdt i strakt arm (1 meter). Hvis du var heldig, ville du kunne se en stjerne, højst sandsynlig ville du intet se. Hubble-teleskopet ser flere tusinde galakser samt et par nære stjerner.

Hvor stort et udsnit af himlen ser vi så?



Det svarer til 1 kvadratmillimeter set i forhold til arealet af en kugleflade med radius på 1 meter.

$$A = 4 \times \pi \times r^2$$

Hvis Hubble-teleskopet på den måde skulle fotografere hele himlen, skulle den altså flyttes lige så mange gange som et udsnit på 1 kvadratmillimeter kan være i en kugleflade med en radius på en meter.

Spørgsmålet gælder nu antallet af galakser på billedet - hver en lille lysplet er en galakse. Det ville tage for lang tid at tælle alle lyspletter.

? Find en metode til at udregne det omtrentlige antal og sammenlign med det tal, man kan finde på nettet

? Hvis vi antager at Hubble ville finde ca. det samme antal i hvilken som helst retning (en antagelse, der viser sig at holde stik) hvor mange galakser er der så i hele universet? (regn i 10'er potens)

At regne med 10'er potens følger nøjagtig de samme regler som almindelig potensregning. Fordelen er at kunne holde rede på meget store tal. Et stort tal, f.eks. 110000000000, skrives let om til 10'er potens ved at tælle antallet af cifre efter det første ciffer. Her 11 cifre, så tallet skrives $1,1 \times 10^{11}$.

Har man på samme måde et meget lille tal, f.eks. 0,000000000011, flytter man kommaet hen bag det første ciffer der ikke er nul, og tæller antallet af cifre kommaet er flyttet, så tallet skrives $1,1 \times 10^{-11}$. Det løftede tal kaldes eksponenten. Når man ganger to 10'er potenser, lægger man blot eksponenterne sammen og ganger tallene foran:

f.eks.:
 $1,1 \times 10^{11} \times 1,1 \times 10^{11} =$
 $1,1 \times 1,1 \times 10^{11+11} =$
 $1,21 \times 10^{22}$

eller:
 $1,1 \times 10^{11} \times 1,1 \times 10^{-11} =$
 $1,1 \times 1,1 \times 10^{11+(-11)} =$
 $1,21 \times 10^0 =$
 1,21

Hvis man søger oplysninger på nettet om antallet af stjerner i Mælkevejen, finder man som regel et tal mellem 100 og 400 mia. stjerner. Antallet er så usikkert, fordi der er utallige svage stjerner, der ikke kan opfanges i selv de bedste teleskoper, og derfor angives antallet i dag nærmere det sidste end det første.

Lad os antage at Mælkevejen er en gennemsnitsgalakse.

? Hvor mange stjerner er der i universet?





BerlingskeTidende

Torsdag · 24. juli 2003 · Kr. 12,50 · 255. årgang · nr. 200 · Uge 30 · 3 sektioner · www.berlingske.dk · Tlf. 33 75 75 75

70.000.000.000.000.000.000.000.000 af slagsen

Vrimmel: Der er ti gange så mange stjerner i universet, som der er sandkorn på Jordens strande og ørkener, fastslår australske astronomer.

AF LARS HENRIK ÅGAARD

Et syvital efterfulgt af 22 nuller, eller med andre ord 70 trilliarder. Så mange stjerner er der på nattehimmelen. Det fastslår australske astronomer i den hidtil mest præcise stjerneopmåling nogensinde. Et tal, der ifølge astronomerne ved Australian National University, er ca. ti gange højere end den samlede mængde

af sandkorn på Jordens strande og ørkener. I det billedsprog vil et enkelt lille sandkorn på en tilfældig strand svare til en stjerne, der er ti gange større end vor egen sol. Solen er en helt almindelig gennemsnitsstjerne med en vægt som flere end 300.000 jordkloder.

Jo, universet er stort. Og vores tilsyneladende så store og vigtige klode med seks mia. mennesker, millioner af dyrearter, store oceaner og høje bjergkæder uendelig, uendelig lille. Som et usynligt mikrofing på et sandkorn.

«Selv for en professionel astronom, der er vant til at jonglere med monstertal, er mængden af stjerner helt ufatelig,» siger dr. Simon Driver fra universitetet.

Astronomerne har ikke talt stjernerne én efter én. I stedet rettede de nogle af verdens kraftigste teleskoper mod en stor samling stjerner i et område af universet relativt tæt på Jorden. Derpå målte de den samlede lysintensitet fra området og anslø, hvor mange stjerner området inde-

holder. Ud fra denne måling og sammenholdt med universets samlede lysudstråling kunne de

udregne et cirkeltal for det samlede antal stjerner i rummet. Men kun i det synlige univers.

Som Simon Driver siger: «Vor beregning er ikke et udtryk for det samlede antal stjerner i universet, men kun for hvor mange, der ligger inden for teleskopernes rækkevidde. Det egentlige antal stjerner i universet kan være mange, mange gange større - ja, nogle mener, at der er uendelig mange.»

tha@berlingske.dk

Resultat fra australske astronomer

Denne gamle nyhed i Berlingske Tidende refererede et resultat australske astronomer kom frem til i 2003 med andre metoder: 7×10^{22} (hvilket ifølge artiklen skulle være 10 gange mere end antallet af sandkorn på Jorden!).



Sammenlign jeres tal med dette.



Hvor stor forskel er der?

Både jeres udregning og de australske astronomers angivelse er behæftede med stor usikkerhed, men det er alligevel interessant, at der findes så mange potentielle muligheder for liv i universet.

Men det er et helt andet spørgsmål.



Modul 16: Afslutning og afrunding

Afslutning

Som afslutning på forløbet skal I starte med at se alle de videohilsner, som Andreas Mogensen har sendt. I finder dem på www.planetarium.dk/AM-skoler

Vælg mellem følgende opgaver

- Skriv et essay om Andreas Mogensens mission til ISS. Et essay er her en tekst, hvor du udtrykker din viden og tanker på en undersøgende og reflekterende måde. Altså skriv hvad du nu ved og tænker om emnet!
- Lav en PhotoStory om Andreas Mogensens mission til ISS. Har du ikke har adgang til programmet kan du blot bruge diasfunktionen i PowerPoint, hvor der også kan indsættes både tekst og tale.
- Lav en lille film om Andreas Mogensens mission til ISS med klip fra <http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos>. Du kan f.eks. bruge følgende programmer: Imovie, Pinnacle eller Movie Maker. Indtal selv speak ved at anvende <https://www.screencast-o-matic.com/>, som du brugte i Modul 1-2
- Lav en quiz (f.eks. "Tip en 13'er") om Andreas Mogensens mission til ISS. Du finder en skabelon på næste side.

Husk fra starten at tænke din målgruppe ind i opgaven. Dvs. er det mor/far, andre elever/børn eller alle interesserede, som du vil henvende dig til.

Kom forbi følgende emner:

- Andreas Mogensens uddannelse til astronaut
- Opsendelsen med Soyuz-raketten fra Kasakhstan
- Hvad er en satellit?
- Opbygningen af ISS – hvordan ser den ud?
- Hvad skal Andreas Mogensen lave på ISS?
- Hvordan kommer han ned igen?
- Afstande i rummet



Skabelon til Tips en 13'er

	1	X	2
?			
?			
?			
?			
?			
?			
?			
?			
?			
?			
?			
?			
?			



Diverse henvisninger

Website og indhold

- http://www.okolariat.dk/viden-om/robotter/ideer-til-skolen-robotter/inspirationsmateriale-niveau-1/m-r-til-liv-og-sundhed/kraner-og-hjaelpemidler#.VDZoH2fV_AH
- <http://www.vernier.com/products/software/lp/>
- Rene Flerón, DTUSpace, og <http://rumfart.dk/vis.asp?id=155>
- www.esa.int
- www.nasa.gov
- www.rummet.dk
- <http://www.youtube.com/watch?v=oG5fJ8n6jB8>
- http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2013/06/Sterex_images_of_ATV-4_launch
- <https://www.youtube.com/watch?v=kg0fzTaFJFI>
- <https://www.screencast-o-matic.com/>
- http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/04/Onboard_cameras_show_full_launch_and_separation_of_Sentinel-1A
- <https://www.youtube.com/watch?v=bOSHE4fXbCA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ktGPIsJbYng&index=2&list=PL41C087F0054D0454>
- http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/ATV_Jules_Verne_-_The_science_of_leaving_the_Earth
- http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/Whoosh_bottle_-_classroom_demonstration_video_VP01 eller http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2014/07/Mini_whoosh_bottle_-_classroom_demonstration_video_VC01
- http://www.esa.int/spaceinvideos/Videos/2013/07/Luca_Parmitano_s_first_spacewalk
- <http://www.sarepta.org/folder.php?aid=126&bid=129&s=>



Billeder

- NASA/ESA-J.Blair
- ESA-P. Sebirot
- NASA/Goddard Space Flight Center
- www.esa.int
- www.nasa.gov
- Rhys Taylor, Cardiff University, <http://planck.cf.ac.uk/science/timeline/universe>
- Chris Proctor, TBGS Observatory, <http://scienceblogs.com/startswithabang/files/2012/05/venus-phase1.jpg>
- Lars Sejersgård Jakobsen og Franz Edelgart
- <http://www.worldtimezone.com/travel/travel-baikonur-cosmodrome03.html>
- http://historicspacecraft.com/Diagrams/R/Human_Orbital_Rockets_RK2013.jpg

