

Tværfagligt Undervisningsprojekt

Body Space – Kroppens reaktion på vægtløshed.

Vi undersøger hvordan kroppen reagerer på vægtløshed.

Astronauter på ISS

bliver sammenlignet med **elever** i gymnastiksalen og i svømmehallen.

Vi måler:

- højden af elever om morgenen og om aftenen
- omkredsen af elevernes halse og lægge både normalt og under håndstand
- svimmelhed efter rotation.



Elever fra 9. klasse på Bellahøj Skole. Katrine måler omkredsen af Mohamads hals og Sofie måler omkredsen af hans læg. Mark T(tv.) og Mark S holder ham.

Under håndstand vokser halsens omkreds mens læggenes omkreds mindskes. På Rumstationen får astronauterne ligeledes tyndere ben og tykkere hals, fordi deres blod og lymfe ikke længere trækkes ned i benene.

Den 22. november 2005 stillede 3 af eleverne spørgsmål til astronauter på ISS i en direkte radiokontakt fra CERN i Geneve

Foto: Carsten Andersen, Bellahøj Skole.

Eksperimenter med vægtløshed under et **frit fald af**

- **blylodder** i balance med gummibånd
- **En vandflaske med huller**
- **En magnet (det venstre billede)**



Forsøg med et **roterende lod i en fjeder** (det venstre billede)

I efteråret 2004 deltog jeg med min 8. klasse i optagelserne til DVD-filmen Body Space i samarbejde med ESA., European Space Agency.

Eleverne lavede fysiologiske forsøg i gymnastiksalen, på sportspladsen og i svømmehallen. Astronaut André Kuipers udførte tilsvarende forsøg under vægtløshed om bord på ISS.

Vi havde forberedt os ved at arbejde med fysiologiske eksperimenter og forsøg med frit fald i fagene biologi og fysik/kemi.

Eksempler:

Hævet og sænket arm:

Eleverne hævede den ene arm og sænkede den anden mere end et minut. Når de igen bragte hænderne i same højde, kunne man i en tid se forskel på blodårnernes tykkelse. Billeder fra ISS viste at der i samme eksperiment ikke var nogen forskel på armene.

Kyllingebein og fåreansigt:

Eleverne målte omkredsen på læg og hals. Derefter lavede de håndstand og målte igen omkredsene.

Læggene blev smallere og halsen tykkere. Samme resultat oplevede og målte astronauterne om bord på ISS.



I dette modelforsøg trækkes vandet i ballonen først ned mod bunden, hvor benene er tegnet.

Når ballonen sænkes ned i badet mærker man at trykket i ballonen mindskes for neden men bliver større for oven. Næsten det samme sker for mennesker i rummet og for mennesker der ligger ned.

Over vandet er en stående vandballon tykket for neden. Når vandballonen sænkes ned i vand kan man mærke en forandring. Opdriften ændrer ballonens form.

Højde:

Eleverne målte deres højde både morgen og aften. De blev alle mindre i løbet af dagen. Men Astronauterne blev længere den første dag på ISS. Eleverne lavede en planche med deres højder afsat om morgenen, om middagen og efter strækøvelser.



Modelforsøg: Plastbeholderne repræsenterer ryghvirvlerne.

Diskene eller intervertebræ-pladerne vises som skumgummi imellem ryghvirvlerne.

Trykker man ned på modellen vil "ryggen" blive kortere,

på samme måde som tyngden presser os lidt sammen, så vi bliver lidt kortere i løbet af dagen, hvis vi går eller står på Jorden.

Under vægtløshed sker denne sammenpresning ikke.

Drik med hovedet nedad:

En elev prøvede at drikke et glas vand mens han hang i ringene med hovedet nedad. På ISS var oplevelsen helt anderledes.

Svimmelhed:

Eleverne prøvede at snurre rundt. De blev svimle så de havde svært ved at ramme en basket-bold ned i kurven. Astronauterne kan også blive svimle og miste orienteringen.

I **svømmehallen** blev eleverne filmet medens lavede øvelser under vandet – en måde at forsøge at efterligne forholdene på ISS.

Rummedicin:

Eksperimenter under vægtløshed giver rum-medicinerne viden om menneskets fysiologi. Denne viden er vigtig for rumrejser. Men lægerne lærer også ting om f. eks. blodkredsløbet, der har betydning for behandling af sygdomme på jorden. På den måde gavner rum-medicinen menneskeheden og forøger vores muligheder.

Man får et godt indblik i det ved at se DVD-filmen. Den kan bestilles gratis fra ESA – den er også på dansk.

ESA inviterede 5 elever fra Bellahøj Skole til CERN i Geneve for at deltage i arrangementer om ISS på Science on Stage i Geneve den 22.11.05. Der stillede Mark S, Mark T og Sofie spørgsmål til astronaut Bill McArthur på ISS i en direkte radiokontakt. Læs spørgsmålene [her](#)

og hør hele radiokontakten [her](#)

Mohamad fortalte på arrangementet i Geneve om hvordan han oplevede at være med i undervisningsprojektet.

Jeg viste vores eksperimenter om vægtløshed for 400 europæiske lærere på Science on Stage i Geneve den 21-25. november. 370 lærere fik hver et instrument, vi havde produceret, med sig hjem. Det var et lille magnetisk instrument til måling af vægtløshed – læs om det senere i denne rapport.

Her ses vores målinger af højden om morgenen og om middagen:

elev	Højde kl. 8	højde Kl.13	forskel
Niklas	165,5 cm	164,5 cm	1 cm
Afsana	167,5 cm	167 cm	0,5 cm
Patrik H	179 cm	178,5 cm	0,5 cm
Sara	166 cm	165,5 cm	0,5 cm
Dean	169 cm	168 cm	1 cm
Søren	157 cm	156 cm	1 cm
Camilla	165,5 cm	165 cm	0,5 cm
Liban	175 cm	174 cm	1 cm
Rikke	168 cm	167,5 cm	0,5 cm
Patrik J	159 cm	158,5 cm	0,5 cm
Michael	178,5 cm	177,5 cm	1 cm
Carsten	180,5 cm	180 cm	0,5 cm
Yassine	173 cm	172 cm	1 cm
Waqas	166 cm	165,5 cm	0,5 cm
Mohamed	170 cm	169,5 cm	0,5 cm
Jacob	165,5 cm	165 cm	0,5 cm
Tobias	173 cm	172 cm	1 cm
Isabella	161 cm	160,5 cm	0,5 cm
Marcus	165 cm	164,5 cm	0,5 cm
Mounir	159,5 cm	159 cm	0,5 cm
Anders	172,5 cm	171,5 cm	1 cm
Mark	176,5 cm	175,5 cm	1 cm
Magnus	182,5 cm	182 cm	0,5 cm
Karsten	172,5 cm	172 cm	0,5 cm
Mohamad	163,5 cm	162,5 cm	1 cm
Nanna	161,5 cm	161 cm	0,5 cm
Mette	168 cm	168 cm	0 cm
Maria	166 cm	165 cm	1 cm
Mark	174,5 cm	173 cm	1,5 cm
Rasmus	165 cm	164,5 cm	0,5 cm
Michael R	172 cm	171,5 cm	0,5 cm
Sofie	177 cm	176 cm	1 cm
Yasmin	168 cm	167,5 cm	0,5 cm
Sarah	170,5 cm	170 cm	0,5 cm

Jonas	155 cm	154 cm	1 cm
Tenna	165 cm	164 cm	1 cm
Pernille	168 cm	167 cm	1 cm
Derya	156 cm	155,5 cm	0,5 cm
Frederik	178 cm	177,5 cm	0,5 cm
Katrine	161,5 cm	160,5 cm	1 cm
Kaled	178 cm	177,5 cm	0,5 cm
Mia	168 cm	167 cm	1 cm
Michael P	176 cm	174,5 cm	1,5 cm

**Højdemåling
før og efter
strækøvelser
Kl. 13.**

elev	Højde før strækøvelse	Højde efter strækøvelse	forskel
Liban	174 cm	175 cm	1 cm
Charlotte	171,5 cm	172 cm	0,5 cm
Hassan	160 cm	161 cm	1 cm
Derya	155,5 cm	156 cm	0,5 cm
Jonas	153 cm	154 cm	1 cm
Frederik	178 cm	178,5 cm	0,5 cm
Camilla	165,5 cm	166 cm	0,5 cm

Her følger nogle af vores eksperimenter med vægtløshed.

Sjove forsøg:

- 1. Sjove forsøg med vægtløshed**
- 2. Sjove forsøg med at rotére**
- 3. Sjove forsøg med vakuum**

Sjove med vægtløshed

1. 1. Plastkrus og blylodder i en elastik.

Lav et lille hul midt i bunden på et **plastkrus**. Klip 2 elastikker over og stik 2 enderne igennem hullet og bind en knude under bunden.

I de 2 andre ender bindes 2 ca. 50 g **blylodder**, og elastikkerne strammes let så lodderne hænger ud over kanten til hver sin side.

Lad nu plastkrus med lodder falde frit ned på et blødt underlag. Straks trækker elastikkerne lodderne op, fordi de under det frie fald er vægtløse. Elastikkerne fik under faldet intet modtræk, hvorfor lodderne blev trukket op.



Loddernes tyngde trækker i elastikken.



Under faldet trækker elastikkerne de vægtløse lodder op.

2. Vanddunk med huller.

Ude på græsplænen holder du en **dunk med vand**. Du borer små huller i siden i flere højder. Vandet sprøjter ud med størst kraft fra hullet nederst i dunken, fordi trykket er større i dybere vand.

At trykket vokser i dybden kender alle, der har prøvet at dykke. Årsagen til trykforøgelsen er vandets vægt. Man bærer på al den væske, der er ovenover. På samme måde føler man på jordoverfladen trykket fra lufthavet over sig.

Nu er det jo let at gøre vandet i dunken vægtløst i et øjeblik ved at lade vandunken falde ned på græsplænen. Hvad sker der med vandstrålerne under faldet? Hvad viser det om vægten under faldet?

Hvis du selv hopper ned fra en bænk med den hullede dunk, kan du gøre samme iagttagelse, mens du mærker lidt af det samme som en astronaut i kredsløb om jorden.

Du kan også prøve at kaste vanddunken opad så den følger en buet bane som en parabel. På vej op kommer der heller ingen stråle ud af hullerne, for da er vandet også vægtløst. Det er i et frit fald i hele sin buede bane.



Vandet sprøjter ud på grund af vægten og trykket



Vandet er vægtløst og trykker ikke

Under et højdespring er du f.eks. også vægtløs både på vej op og på vej ned. Hvis du lander på en vægt efter springet, vil viseren fortælle om meget stor tyngde i sammenstødet med jorden. Man kan sige, at regningen for vægtløsheden betales ved sammenstødet med jorden. Ved langvarige fald kan regningen blive katastrofal stor.

På samme måde kan nogle fly lave en manøvre, hvor passagererne er vægtløse i omkring 20 sekunder.



"Zero-G"-flyet stiger stejlt, når det lægger an til vægtløshed.

Indholdet i flyet er vægtløst, mens flyet følger en kurve som en kastet bold (parabel-bane). Både på vejen op og på vejen ned er der vægtløshed.

Men når flyet rettes op efter faldet, og når motoren "sætter af" til næste parabel, oplever passagerne dobbelt tyngde. De udsættes for 2 G i ca. 20 sekunder. Derefter er flyet klar til de næste 20 sekunders

vægtløshed osv.

Foto (Novespace)



En studerende svæver i vægtløshed oppe underloftet i ESA's A 300 "Zero-G" fly.

Under vægtløsheden (microgravity) kan de udføre deres eksperimenter.

Space Adventures

Prøv at styre et parabolfly i en simulation:

<http://www.rummet.dk/folkeskole/space-adventures-1/space-adventures>

I den fjerde øvelse under afsnittet Vægtløshed er din opgave at styre et fly så et æg forbliver vægtløst i 30 sekunder! Den femte opgave er at du i en simulation skal styre et rumskib ved hjælp af raketmotorer, så du derved stopper en tennisbold, der flyver rundt i rumskibet.

1)

3. Magnet i frit fald.



I en klar plastslange indsættes en magnet i den ene ende.

I en jernskrue med en rawlplug er en snor fastbundet, så man kan trække snoren væk fra magneten.

Et rør i slangen stopper skruen så den kun kan trækkes ned til en bestemt afstand fra magneten.

Afstanden justeres så magneten netop ikke kan løfte skruen. Slangen holdes med magneten øverst og skruen trukket ned.

Taber man slangen hopper skruen straks op med et smæld.

Hvorfor?

Fordi magneten og skruen falder lige hurtigt. Under det frie fald bliver de begge vægtløse. Skruen trækkes op fordi den ikke vejer noget under det frie fald.

Kast slangen opad. Skruen trækkes op til magneten igen fordi vejen opad er en del af det frie fald. På grund af kastet går det frie fald i begyndelsen opad – på samme måde som når du kaster en bold eller under parabol-flyvning.

Hold slangen i hånden og hop. Skruen springer op. Det viser at du var vægtløs under hoppet. Din vægt var næsten nul på samme måde som en astronaut i kredsløb oplever vægløshed eller mikro-gravitation.

At astronauten har en ubetydelig lille vægt - en mikro-vægt (mikrogravitation) skyldes at afstanden til jorden har en forskel på få meter for astronauten og rumskibets tyngdepunkt.





Deltagere fra UK i Science on Stage hopper med hver sin vægtløshedsmåler for at vise at man er næsten vægtløs under et spring. På vej op hører man skruen slå mod magneten ved alle forsøgspersonerne.
Foto: Gitte Hass

4. Bolde i frit fald.

Tag en tung massiv bold og en let bold i samme størrelse. Undersøg hvilken der falder hurtigt. Slipper du dem samtidigt rammer de jorden samtidigt.

Hvorfor falder den tunge bold ikke hurtigere? Det er fordi det er tilsvarende sværere at accelerere den tunge bold. Resultatet er at tunge og lette ting falder lige hurtigt bortset fra luftmodstanden.

En lille genstand i en kabine i frit fald har derfor samme hastighed som kabinen. Derfor trykker den ikke mod gulvet. Den er stort set vægtløs.

5. Badevægt.

Stil dig på en **badevægt i en elevator**. Iagttag hvad du vejer når elevatoren holder stille. Iagttag viseren når elevatoren starter med at køre opad og når den starter med at køre nedad.

Hastighedsændring (acceleration) ændrer vægten. Hvis man falder frit i vakuum, forøges farten på en sådan måde, at man bliver vægtløs.

Gå nu ud af elevatoren og bær badevægten på flade hænder. Et lod står på vægten, og du iagttager viseren, mens du pludseligt går ned i knæ og lidt senere rejser dig igen. Loddets stofmængde er naturligvis den samme under hele eksperimentet – dets masse er uændret det, som vægten viser, når den er i ro. Men vægten ændrer sig, og presset på dine hænder ændrer sig under forsøget.

6. Vægtløshedslampe.

Hvis du er fingernem kan du lave en **vægtløshedslampe**. I et plasticrør hænger du et lod i en fjeder. Loddet trækker fjederen ud. Du undersøger, hvor enden af fjederen står, når der ikke hænger et lod i. Der vil loddet stå, hvis det bliver vægtløst.

Nu stikker du to søm gennem siden i røret ved positionen for vægtløshed. Mellem sømmene på ydersiden af røret laver du et elektrisk kredsløb med et batteri og en pære. Hvis du justerer dit apparat rigtigt, vil din pære lyse, når det falder.

Sjove forsøg med at rotére.

1. Dødsdromen.

Put en **krone ind i en ballon** og pust ballonen op. Kør ballonen rundt med hånden, så mønten begynder at rotere.

Det er som en motorcykel, der kører rundt på siderne i dødsdromen i et tivoli. Rotationen presser mønten udad mod ballonens inderside.

I en centrifuge slynges tøjet og vandet ud mod siderne, så vandet løber ud gennem nogle huller.

En stor rumstation kan sættes i rotation, så der opstår en kraft ud mod siderne, så astronauterne kan gå der. Hurtigere rotation giver større kraft.



2. Et roterende lod i en fjeder.



Loddet hænger i en fjeder, der er sat fast i en prop i et plastmåleglas.

Man kan skrive 1 G ud for loddet.

Slynger man loddet rundt som på billedet ovenover, vil loddet blive presset ud mod bunden af glasset.

Det viser at tyngden vokser under rotationen.

Hvis en stor rumstation roterer, ophæves det frie fald. Astronauterne vil så opleve en tyngde ud mod siderne. På den måde vil astronauterne undgå ulemperne ved vægtløshed. Det kan blive nødvendigt under lange rumrejser.

3. Plastflaske med vand.

Put en ært i en **plast-sodavandsflaske** og fyld den næsten med vand og skru låget på så der er en **lille luftboble øverst og en ært nederst**.

Luftboblen er øverst fordi den har mindst massefylde, og ærten er nederst, fordi den har størst massefylde. Vender du flasken på hovedet, bytter ærten og boblen plads.

Hold nu flasken i hånden så den er næsten vandret, men lad den hælde lidt, så det yderste af flasken er højest. Så har du ærten ind mod dig selv og boblen yderst.

Hold flasken i denne hældning og begynd at rotere. Så kryber boblen indad og ærten udad. Da der er en udadrettet kraft, vil de letteste ting være i midten.

På denne måde skummer man fløden af mælken i en centrifuge på et mejeri. Den lettere fløde presses ind mod midten.



4. Vaterpas

Hold et **vaterpas** næsten vandret men så den er lavest ind mod dig selv. Så ligger luftboblen yderst. Når du begynder at dreje dig hurtigt, presses boblen ind mod dig selv selvom det er lavest. Det er fordi rotationen skaber en kraft udad, som presser væsken udad.

På samme måde vil de tunge ting presses udad i en roterende rumstation.



5. Loop.

Sving en flaske eller en spand med vand rundt i en cirkel, så vandoverfladen på et tidspunkt vender nedad.

Hvorfor falder vandet ikke ned?

Hvordan kan en rutschebane indeholde et loop, uden at passagererne falder ud?



Sjove forsøg med vakuum.

1. Vands kogepunkt.

I en glasklokke lægges en ballon, der kun er lidt pustet op. Når man tænder for luftpumpen, suges luften ud. Ballonen vokser nu, fordi luften trykker den mindre sammen. Jo mindre trykket bliver des større bliver ballonen. Luften lukkes tilbage, hvorved ballonen skrumper ind til oprindelig størrelse, fordi luften igen trykker den sammen.

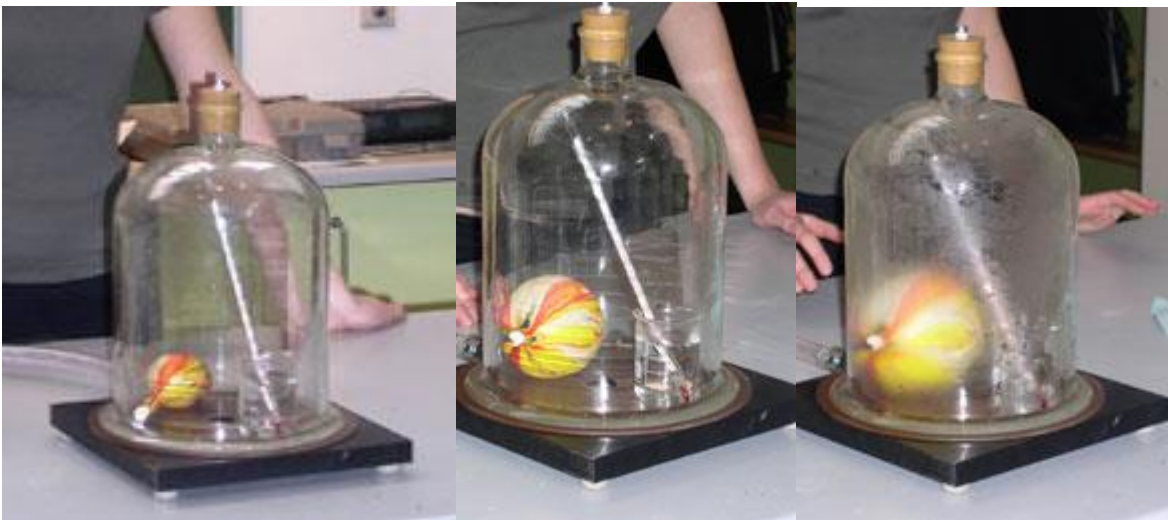
Et glas med 60 grader C varm vand sættes ind i glasklokken sammen med ballonen. Et Termometer viser vandets temperatur. Når luften pumpes ud, vokser ballonen ligesom før. Efterhånden som trykket falder, kommer der stadig flere bobler nede i vandet. Når trykket er lavt nok, begynder vandet at koge.

Ved 1 atmosfæres tryk skal vandboblerne overvinde lufttrykket før det koger. Derfor skal det opvarmes til 100 grader celsius før det koger. Men når trykket falder, koger vand ved en lavere temperatur.

Man kan let få 60 grader varmt vand til at koge. Under kogningen afgiver vandet varme og dets temperatur falder, men som det ses, kan vandet koge videre selv under 50 grader.

Når man går op i bjergene, falder vands kogepunkt. Derfor tager det længere tid at koge noget deroppe. I 19 kilometers højde er trykket så lavt at vand koger ved 37 grader. Derfor koger blodet i den højde, hvis man ikke er i en trykdragt eller er inde i en trykkabine. En astronaut på rumvandring kommer ud i vakuum. Derfor vil hans blod begynde at koge, hvis han ikke har en tæt rumdragt på.

Hvis man koger mad i en trykkoger stiger trykket til over én atmosfære. Derfor koger vandet ved over 100 grader, og madlavningen går hurtigere.



Når trykket falder, vokser ballonen, og det lunkne vand begynder at koge.

16.12.05 Carsten Skovgård Andersen.

Tak for hjælpen Lisbet Gilbe, Søren Vorstrup, Ulla Bitsch - Larsen, Morten Bo Madsen, Niels Foldager, Adolf Cortel, 9. klasse på Bellahøj Skole, ungdomsskoleholdet på KGU og mine børn.

Tak for hjælpen til at producere instrumenter: Lisbet Gilbe, mine børn: Ebbe Brønnum, Niels Dampe, Iris Dampe, Erik Dampe og Ole Dampe.