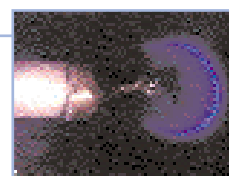


## 4 – Att arbeta på Internationella rymdstationen

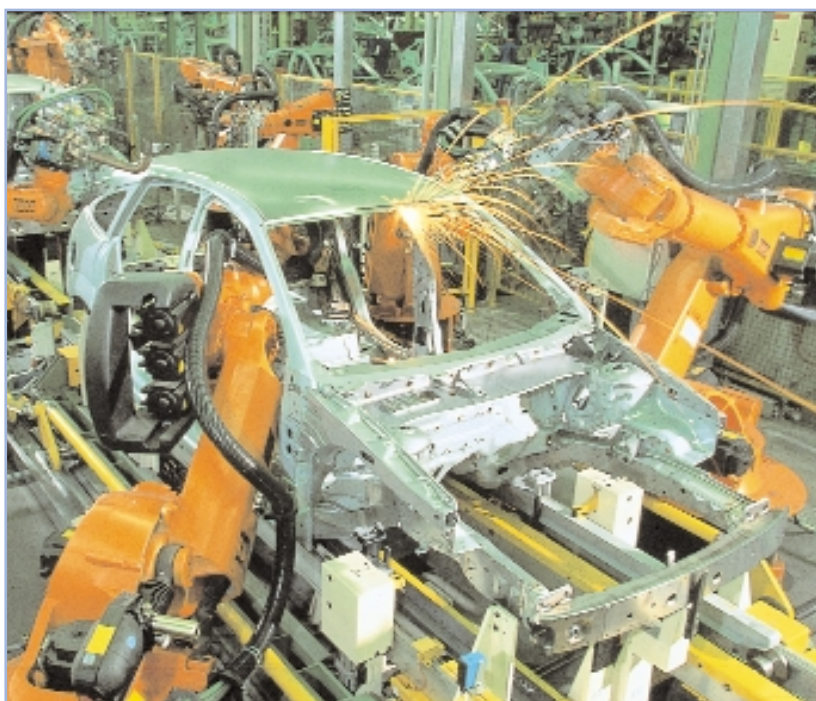
ISS är inte bara det största internationella teknikprojektet genom tiderna. Det är också ett laboratorium i rymden – en verkstad i en omlopps bana kring jorden där forskare kan studera en hel rad försöksobjekt i en mycket speciell miljö där allt är nästan tyngdlöst.

På jorden påverkas allt vi gör av **gravitationen**. Vi är så vana vid den att vi tar den för given. Det är när allt kommer omkring helt naturligt att ett föremål faller när du tappar det. Våra kroppar – precis som alla levande varelsers kroppar på jorden – har **utvecklats** för att tåla dragningskraften och utnyttja den. Vi har starka skelett för att bära upp kroppen och ett kraftigt hjärta för att pumpa blodet "uppåt" mot dragningskraften.

En del märkliga saker händer i tyngdlösa förhållanden. Något så enkelt som en ljuslåga är ett bra exempel. På jorden stiger lågan uppåt och får sin välbekanta form eftersom de heta gaser som skapas genom förbränningen är lättare än den kalla omgivande luften. Den kalla luften dras in vid ljusvekens bas och ger det syre som får stearinet att brinna. Men i tyngdlöshet är den varma gasen inte lättare än den kalla luften: ingenting stiger. Resultatet blir en liten, nästan osynlig klotformad låga – en nästan perfekt sfär. Den egentliga förbränningen sker bara på sfärens yta där bränslet från stearinet kan blandas med syre i den omgivande luften.



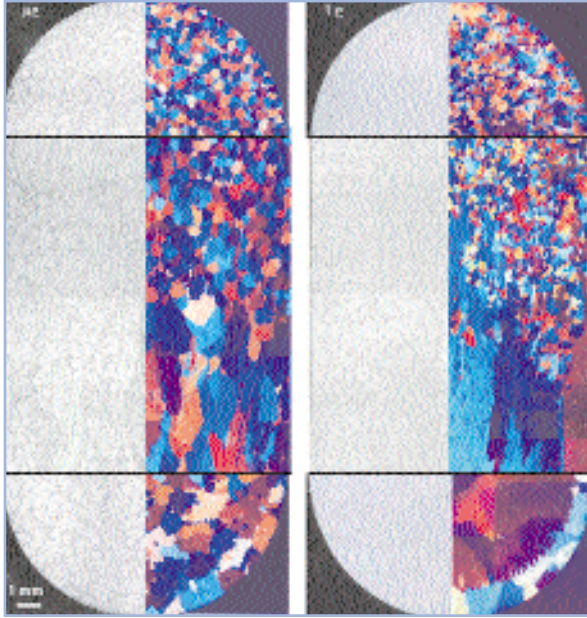
Genom att studera hur saker brinner i tyngdlöshet kan forskare lära sig mycket om förbränning. Till exempel kan man studera hur gaser sprids och blandas med varandra. Det är mycket svårt att iaktta den här ömtåliga reaktionen på jorden, pga att gaserna "drunknar" i gravitationens mycket stora inverkan.



Ny kunskap från försök i rymden har ofta **praktisk användning** på jorden. Om du vet exakt hur förbränning går till kan du till exempel konstruera bilmotorer som kräver mindre drivmedel och skapar mindre föroreningar.

Ett annat intressant forskningsområde är **blandning** av vätskor – och även där finns viktiga praktiska tillämpningar. På

jorden är många av de vanliga metallerna legeringar, dvs blandningar av två eller fler metaller som förenas när de smälts samman. De flesta flygplan är till exempel till stor del tillverkade av en legering som kallas duraluminium, som i huvudsak består av aluminium med lite koppar och några andra metaller. På jorden inverkar gravitationen



*Två aluminiumlegeringsprover som övergått till fast form i rymden och på jorden under samma nedfrysningsförhållanden.*

starkt på hur olika metaller blandas. Experiment i tyngdlöshet kan lära oss mycket om "[blandningsegenskaperna](#)" – och vi kan använda den nya informationen för att framställa bättre legeringar på jorden.

Tyngdlösheten påverkar också den mänskliga kroppen och arbetsuppgifterna ombord på ISS består till stor del av **medicinska experiment**. I frånvaro av gravitation förändras astronauternas **muskler** snabbt. Med tiden blir de svagare vilket bara kan motverkas av mycket träning. **Skeletten** förändras också – ben av levande vävnader behöver mycket energi för att behålla sin styrka – och i en tillvaro där det nästan inte finns någon tyngd verkar människokroppen

tro att det inte finns något behov av ansträngning. Benmaterial bryts ner och absorberas av kroppen och ersätts inte. Efter bara en månad i rymden kan en astronaut förlora 1 % av det totala mineralinnehållet i benen.

Förlust av ben och muskler är ett problem även på jorden, framför allt bland äldre och människor som är sängliggande på sjukhus under flera månader. Men i en tyngdlös miljö inträffar de här problemen mycket snabbare och forskningen om orsaker och möjliga botemedel kan genomföras inom en mycket kortare tidsram. Det är möjligt att **testa läkemedel**, effekterna av träning eller särskilda dieter, och få resultaten inom några månader istället för de år det tar att genomföra samma experiment på jorden.

Men vem är det som i själva verket genomför forskningsarbetet ombord på ISS? Många försök kontrolleras direkt av forskare på marken med hjälp av rymdstationens telekommunikationsförbindelser. Besättningen har en viktig uppgift i att övervaka den mesta av utrustningen och finns alltid till hands för att ta itu med oväntade problem. De genomför försök och sänder omedelbart TV-bilder med resultat till forskare på jorden. Vid [fysiologiska experiment](#) är astronauterna själva försökspersoner.



*ESA-astronauten Claudie Haigneré genomför ett fysiologiskt experiment.*

I astronauternas dagliga arbete ingår underhåll av stationen – "hushållsarbete" högt ovanför jorden. Det innebär att ytor rengörs med desinfekterande servetter, precis som vi gör på marken. Det finns en dammsugare på ISS också, liknande den modell ni har hemma. Men på ISS måste dammsugaren suga upp smuts och spill inte bara från "golvet" – utan också fånga in de partiklar som svävar omkring i luften.

**Gravitationen** påverkar allt på jorden. Den här osynliga dragningskraften är anledningen till att bland annat äpplen faller till marken.

### Upptäck dragningskraften

- Du behöver:
- två bollar av samma storlek men med olika vikt (en av bollarna kan göras av tillknycklat papper)
  - ett pappersark.

Läs igenom instruktionerna nedan och föreställ dig vad som kommer att hända. Beskriv det innan du genomför det verkliga experimentet.

#### Del A

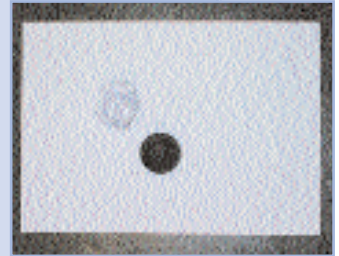
1. Håll de två bollarna i samma höjd.
2. Släpp dem från samma höjd samtidigt.
3. Iaktta och beskriv vad som händer med bollarna. Accelererar de i samma hastighet? När de marker samtidigt?
4. Gör om experimentet medan en annan elev tittar på.

#### Del B

1. Håll pappersbollen och ett pappersark på samma höjd (så högt som möjligt).
2. Släpp de två föremålen samtidigt.
3. Iaktta och beskriv vad som händer med föremålen. Accelererar de med samma fart? När de marker samtidigt?
4. Gör om experimentet medan en annan elev tittar på.

#### Del C

Jämför vad du trodde skulle hända och vad som verkligen inträffade – är det någon skillnad? Jämför de iakttagelser du gjorde i båda experimenten, del A och del B. (Om det inte är någon skillnad mellan experimenten bör du öka fallhöjden och försöka igen.) Diskutera vad som gör att föremålen faller och varför vissa föremål faller långsammare eller snabbare. Vilken slutsats drar du?



Dragningskraftens ( $F$ ) styrka beräknas som

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

där  $m_1$  och  $m_2$  är de två kropparnas respektive massa,  $r$  är avståndet mellan dem och  $G$  är en konstant som kallas gravitationskonstanten ( $G = 6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ ).

**Isaac Newton** upptäckte att det i universum finns en **gravitationskraft** som gör att vilka två kroppar som helst attraheras till varandra. Attraktionen beror på kropparnas massa och avståndet mellan dem. Ju större massa kropparna har, desto större är attraktionen. Vidare gäller ju längre avstånd, desto mindre attraktion.

**Jordens massa:**  $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

**Månens massa:**  $7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

**Medelavstånd mellan jorden och månen:** 384 400 km

## 4.1 – Vad är gravitation?



Solen och alla planeter attraherar varandra genom sin gravitationskraft. Eftersom solen har den ojämförligt största massan, roterar alla planeterna runt den. [Månen roterar kring jorden](#) av samma anledning. Jorden är över 80 gånger mer massiv än månen. Vi kan se månens dragningskraft genom tidvattnet – den påverkar haven och skapar ebb och flod.

Alla planeter har en gravitationskraft men den attraktion som planeterna har på en kropp varierar eftersom planeterna har olika massor. Kraft mäts i newton (N) och är en produkt av en kropps massa och en kropps **acceleration** mot en planet. Jordens gravitationsacceleration är  $9,8 \text{ m/s}^2$ .

Acceleration innebär hastighetsökning.  
(Deceleration är en hastighetsminskning.)

När två kroppar faller mot jorden, påverkar gravitationen båda två på exakt samma sätt. Om inga andra krafter påverkar dem kommer kropparna att [accelerera](#) lika snabbt. Emellertid finns det andra krafter som påverkar kroppar i närheten av jordens yta, bland annat friktion. Friktion kan skapas av luftmotstånd som minskar den fallande kroppens hastighet. Ju större en kropps yta är, ju mer motstånd har den, och desto mer saktar den in.

**Massan** är mängden materia i en kropp och mäts i kg. En kropps massa är därför densamma överallt i universum. Emellertid är en kropps **vikt** ett resultat av dragningskraften och beror därför på omgivningen. En kropps vikt på jorden mäts genom förhållandet mellan kroppens massa och jordens gravitationsacceleration.

En kropps vikt, **W**, ökar allteftersom en kropps massa, **m**, ökar eller allteftersom gravitationsaccelerationen, **g**, ökar:

$$W = m \cdot g$$

gravitationsacceleration (**g**) mäts i  $\text{m/s}^2$ , och avser den **acceleration** som beror på gravitationskraften på platsen. På jorden är den accelerationen lika med  $9,8 \text{ m/s}^2$ . På månen är den lika med  $1,6 \text{ m/s}^2$ , och på Mars  $3,7 \text{ m/s}^2$ .

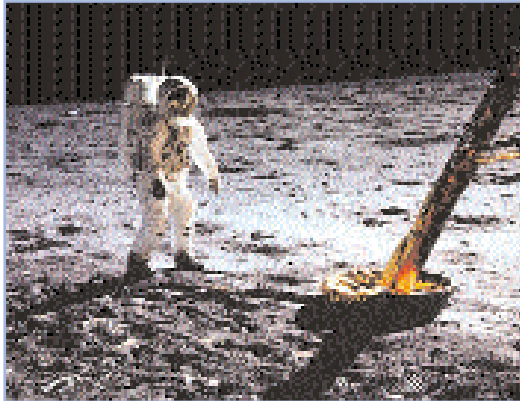
Massa (**m**) mäts i kg.

Vikt (**W**) mäts i newton ( $1\text{N} = 1\text{kg}\cdot\text{m/s}^2$ ).

Om en astronaut har en massa på 84 kg, vad skulle han eller hon väga

1. på jorden?
2. på månen?
3. på Mars?



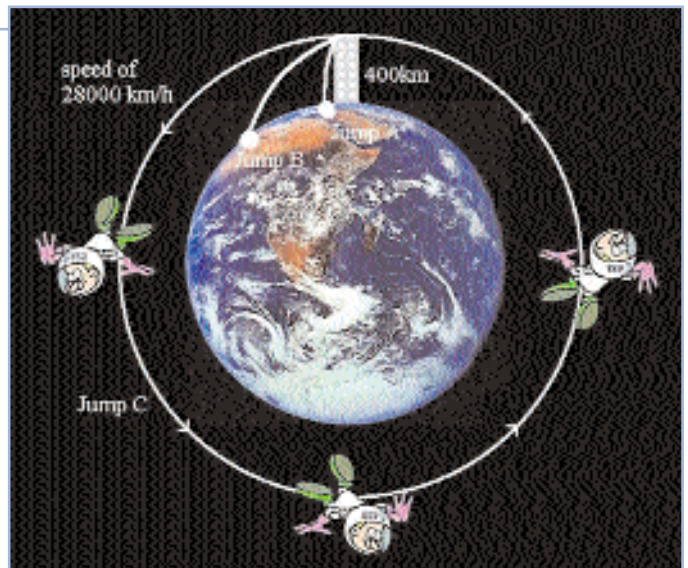


På månen är accelerationen som beror på gravitationen en sjättedel av den på jorden (månen har mindre massa än jorden, och därför mindre attraktionskraft). Så även om astronauter har samma massa väger de bara en sjättedel av vad de väger på jorden. Det är därför astronauter hoppar hellre än går på månen!

### Tyngdlöshet

Tänk dig ett mycket högt torn, omkring 400 km högt. Om till exempel en astronaut hoppar rakt ut från tornet kommer han eller hon att **falla fritt**, och efter ett tag slå i marken (se illustration, hopp A). Om astronauten hoppar med lite fart framåt kan han eller hon falla längre men kommer ändå att stört i marken (hopp B). Farten framåt måste vara tillräckligt hög (cirka 28 000 km/h) för att astronauten inte ska falla i marken. Istället kommer han eller hon då att "falla" i en cirkel längs jordens kurva (hopp C) i en **omloppsban**a. Om farten är för hög kommer astronauten utom räckhåll för jordens gravitation och hamnar i yttre rymden.

Detsamma händer ISS. Jordens gravitation och ISS fart framåt (28 000 km/h) gör att ISS rör sig i en bana kring jorden. ISS rör sig i **fritt fall** kring jorden, och det leder till **tyngdlösheten** ombord som medför att astronauterna svävar.



### Fritt fall

I fritt fall känns det som om du svävar. Du kanske har upplevt den känslan just när en hiss börjar gå nedåt, eller i en berg- och dalbana precis när nedförsbacken börjar.



Viktlöshet under en parabelflygning.

När en kropp är i kontinuerligt fritt fall och den *inte* påverkas av några *externa krafter*, blir kroppen **tyngdlös**. Det här tillståndet kallas nollgravitation (0G). I själva verket är det svårt att helt eliminera alla externa krafter. Till exempel kommer en kropp som kretsar kring jorden på 400 km

## 4.1 – Vad är gravitation?

 **$\mu\text{G}$  = mikrogravitation**

$\mu$  = symbolen för "mikro", som ursprungligen kommer från det grekiska ordet "micros" och ofta används i betydelsen "mycket liten". En mikro är en "miljondel" eller ( $10^{-6}$ ).

höjd (som ISS) att stöta på friktion eftersom det fortfarande finns kvarvarande tryck från jordens atmosfär. Den vetenskapliga termen för en kropps något rubbade gravitationsmiljö i jordens omloppsbanan är **mikrogravitation ( $\mu\text{G}$ )**.

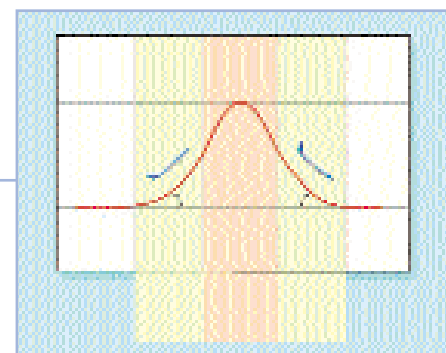
Ibland pratar man om **g-kraft**. När en hiss börjar gå uppåt kan du känna att dina fötter pressas mot golvet som om gravitationen ökade. Den här kraften kallas positiv g-kraft

och är ett resultat av hissens rörelse uppåt.

Den kraft jordens gravitation utövar på jordytan är lika med **1 g**. I en berg- och dalbana kan du kanske nå upp till **2 g**, och upp till **5 g** i en bobsleigh eller ombord på en raket. Det innebär att accelerationen är *dubbelt*, eller *fem gånger*, så stor som den gravitationskraft jorden normalt utövar på dig. I en berg- och dalbana upplever du detta i den nedre delen av banan, just när banan går uppåt igen.

Flygplan som flyger upp och ned i **parablar** kommer att nå upp till perioder av ökad g-kraft och perioder av minskad g-kraft. En Airbus A300 används vid ESA:s **parabelflygningar**.

Passagerarna ombord upplever perioder av positiv g-kraft som varar i 20 sekunder, och som omedelbart följs av 20 sekunder med minskad g-kraft.



Parabelflygningar används för vetenskapliga och tekniska undersökningar för att uppleva korta perioder av tyngdlöshet. Det gör det möjligt att testa instrument innan de skjuts upp och används i rymden. Under dessa flygningar kan också astronauter få uppleva en tyngdlös miljö innan de deltar i en långtidsfärd i rymden.

### Släpp den!

Ta en begagnad plastflaska (t.ex. 0,5 liter) och stick ett hål på sidan av flaskan med hjälp av en syl eller en liten borrh. Täck för hålet med maskeringstejp och fyll flaskan till  $\frac{3}{4}$  med vatten.

Gör följande utomhus eller ovanför en hink:

1. Kliv upp på en stol eller en stege.
2. Ta bort maskeringstejpen och iaktta strålen.
3. Släpp flaskan och iaktta vad som händer med strålen i fritt fall.

Genom demonstrationen kan du se hur gravitationen påverkar vattnet och skapar hydrostatiskt tryck inuti flaskan. Det trycket är anledningen till att vattnet rinner ur flaskan.

När flaskan släpps är den i fritt fall och således i en tyngdlös miljö. Det är inte bara flaskan utan allt inuti den som är tyngdlöst. I den situationen verkar det som om gravitationen inte påverkar vattnet, och därför finns det inget hydrostatiskt tryck. Det blir ingen vattenstråle.

Gör tre hål längs en vertikal linje på cirka 5 cm avstånd från varandra och gör om samma experiment. Du kommer att se att det hydrostatiska trycket varierar beroende på hålets placering.





### Handskboxen

Ombord på ISS finns flera [handskboxar](#) (stängda behållare med inbyggda handskar) som gör det möjligt att genomföra försök i en absolut ren (**steril**) miljö.

Handskboxarna är gjorda så att **lufttrycket** alltid är lägre inuti än utanför behållaren. Det innebär att om det blir ett oväntat läckage i handskboxen kommer luften att sugas in. Tanken är att garantera att farliga material som pulver, syror eller giftiga ämnen blir kvar inuti behållaren och inte förorenar miljön på ISS. Astronauternas hälsa och säkerhet går före allt annat.

Handskboxen på bilden till höger ingår som en del i [biolabbet](#). Det ska rymmas inuti Columbus-laboratorietoch har konstruerats särskilt för biologiska försök. På bilden nedan syns en större handskbox, [Microgravity Science Glovebox](#), som byggdes av ESA och sköts upp till ISS den 6 juni 2002. Den handskboxen används för försök inom flera vetenskapsgrenar.



### Skumexperiment

En mängd experiment genomförs ombord på ISS, till exempel experiment med **skum**. De genomförs för att studera hur skum beter sig i en tyngdlös miljö. Med hjälp av resultaten från studierna kan industrin förbättra sina produkter.

Gör en egen gloveboxmodell för att få en uppfattning om hur det är att genomföra skumexperiment inuti en handskbox. Skumexperiment måste förberedas och genomföras i stängda behållare när de görs i en tyngdlös miljö, annars kommer vätskorna att sväva omkring. Eftersom det inte är möjligt att hälla vätskor från en behållare till en annan, sugs vätskan upp i en spruta ur en stängd behållare och injiceras sedan i en annan.

**Skum** finns i olika former, till exempel

- skum i livsmedel (vispad grädde, ölskum, läskedrycker, bröd, tårta m.m)
- skum i rengöringsmedel (tvål)
- toalettprodukter (duschkrem, skumbad)
- skum för brandbekämpning (används istället för eller tillsammans med vatten eller sand)
- metallskum (lätt och mycket robust, används som byggmaterial, stöt- och ljuddämpare).





### Formge och konstruera en modell av en handskbox

Bolla idéer för att ta reda på vilka material som finns tillgängliga och kan användas för att bygga en modell av en handskbox. Formge och konstruera handskboxmodellen.

När du konstruerar handskboxmodellen bör du tänka på att

- det bör finnas tillräckligt med plats inuti handskboxen för att genomföra skumexperimentet som beskrivs nedan;
- överdelen ska vara genomskinlig så att du kan se vad du gör inuti handskboxen;
- handskarna ska vara fastsatta på ett sådant sätt att ingen luft läcker ut;
- handskboxen behöver en öppning som kan sluta tätt för att stänga inne det material som är inuti.

*Frank De Winne, belgisk ESA-astronaut, provar Microgravity Science Glovebox.*

### Skumexperiment i en handskbox

#### Du behöver:

- en handskbox, en spruta, ett provrör och en glasskål för att blanda lösningen (eller två tillslutna provrör)
- 5 ml utspädd ättiksyrelösning (proportioner: 3 delar stark ättiksprit + 2 delar diskmedel)
- 1–2 g bikarbonat (några gram bikarbonat eller bakpulver).



#### Förberedelse och genomförande av experimentet

Läs igenom instruktionerna nedan och föreställ dig vad som kommer att hända. Beskriv det innan du genomför det verkliga experimentet.

1. Blanda ättiksyrelösningen och placera den inuti handskboxen tillsammans med en spruta.
2. Placera provröret med en liten mängd bikarbonat inuti handskboxen.
3. Stäng handskboxen och sätt händerna i handskarna.
4. Sug upp ättiksyrelösningen i sprutan och tillsätt lösningen i bikarbonaten i provröret.

#### Iakttä och beskriv ...

bubblornas storlek och skumbildningen när den faller ihop och återgår till vätskeform.

#### Diskutera:

- Jämför vad du trodde skulle hända och vad som verkligen inträffade – är det någon skillnad?
- Vad är det som påverkar skummets form så att det faller ihop?
- Hur skulle de hopfallna skummet se ut i en tyngdlös miljö?

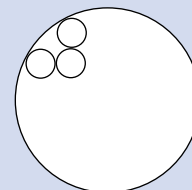
## 4.2 – Forskning på Internationella rymdstationen

Skumbildningen genomgår tre distinkta etapper:

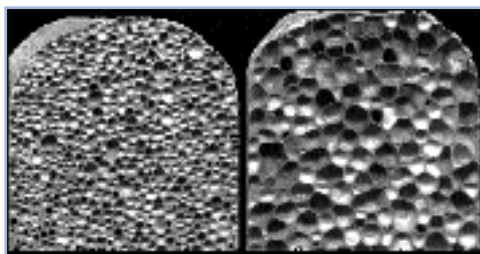
1. **Skummet växer** – gasen sprids till att börja med i vätskan.
2. **Förening** – bubblorna börjar förenas för att bilda större bubblor.
3. **Vätskedränering** – bubblorna spricker och återgår till vätskeform.

### Ytområde

1. Beräkna den stora cirkelns omkrets.
2. Fyll cirkeln med små cirklar.
3. Beräkna en av de små cirkelarnas omkrets.
4. Ta reda på den totala omkretsen för alla de små cirkelarna tillsammans.
5. Vilken har den minsta omkretsen: den stora cirkeln eller de små cirkelarna tillsammans?

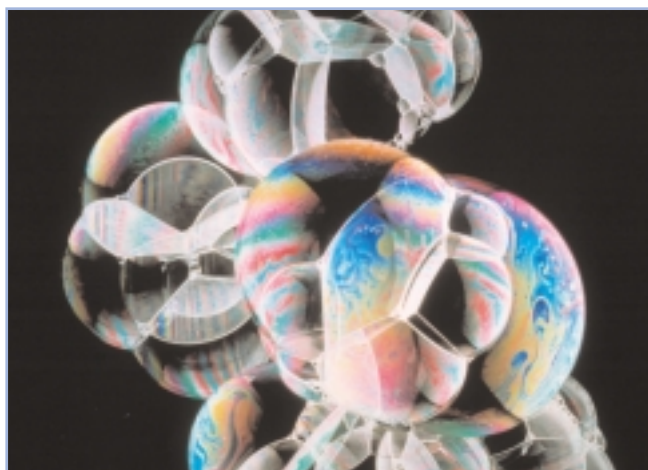


Bubblorna börjar förenas på grund av **ytspänningen**. Ytspänning kan beskrivas som en kraft som verkar över ett vätskeområde. Den får så att säga vätskans yta att bete sig som om den var försedd med en elastisk hud – som en ballong. Precis som en ballong försöker bubblorna att reducera ytområdet till ett minimum. Det är därför bubblorna så småningom växer samman. De föredrar att förena sig för att bilda en stor bubbla snarare än att bli kvar som många små bubblor.



På jorden gör gravitationen att vätskehinnorna dras nedåt vilket så småningom gör att skummet faller ihop. Det leder också till att skummet består av bubblor i olika storlekar.

I rymden dras inte skummet nedåt eftersom det inte längre finns någon gravitation. Istället tenderar skummet att falla ihop från alla håll vilket gör att skummet, det vill säga bubblornas form och storlek, blir mer enhetligt. Bubblorna kommer också att fastna på behållarens väggar och en större luftbubbla bildas i mitten av behållaren. Det beror också på ytspänningen.



## 4.3 – Experiment med växter

Växter är livsviktiga för livet på jorden och kan också bli livsviktiga för framtida rymduppdrag. Det är möjligt att rymdresenärer som åker iväg på längre uppdrag kommer att vara beroende av växter för sin **överlevnad**.

Det kommer att vara svårt att ta med all den mat som behövs för ett långtidsuppdrag, eftersom lagringsmöjligheterna är begränsade ombord på rymdfarkoster. En möjlighet skulle kunna vara att astronauterna odlar sin egen mat på vägen. Men innan de kan använda växter som **resurs** behöver vi lära oss mer om hur de beter sig i en tyngdlös miljö.

På grund av tyngdlösheten förvaras växtexperimenten i stängda behållare – annars skulle jorden och vattnet sväva omkring i luften. På bilden kan du se en av de behållarna som utvecklats särskilt för växtforskning i rymden. I den får växterna rätt mängd gaser, vatten, ljus och rätt temperatur.

Men hur vet växterna i vilken **riktning de ska växa** i en tyngdlös miljö där det inte finns något upp eller ner?



Av de försök som redan har genomförts under tidigare rymdfärder har forskarna kommit underfund med att växterna växer i alla riktningar. Efter ett tag verkar det ändå som om växterna anpassar sig till miljön och börjar växa i en mer stabil riktning. Det beror på att de börjar orientera sig med hjälp av andra referenspunkter än gravitationen. Bladen drar sig mot **ljuset** och rötterna sträcker sig mot **vattnet**. Forskningen har också lett till större insikt om deras balanssystem men det finns mycket mer att upptäcka om växtprocesserna.



Resultaten från växtforskning i rymden kan leda till en större användning av växter ombord på rymdfarkoster, till exempel för att reglera gasnivåerna i kabinluften (växter fångar upp koldioxid och avger syre) och återanvända vatten (de kan användas till att filtrera spillvatten). Resultaten kan också ge värdefull kunskap som människor på jorden kan dra fördel av, till exempel om hur grödor kan förbättras och nya läkemedel utvecklas.



*Astronauter som tillbringar flera månader ombord på ISS säger att de ofta saknar att ha växter omkring sig och tycker om att arbeta med växtexperiment. Det kan komma att bli vanligare att ha växter ombord på rymdfarkoster eftersom de skapar en så behaglig och känslomässigt trygg atmosfär för astronauterna.*



### Genomför ett växtexperiment

Om vi vill förstå hur växter utvecklas behöver vi ta reda på vad som påverkar tillväxten. Vi kan försöka odla växter i ljus och i mörker, med vatten och utan vatten, i luft och i vakuum.

#### Ert uppdrag:

Ta reda på hur växter betar sig i olika miljöer.

1. Bolla idéer över vad som får en växt att utvecklas.
2. Definiera vad ni vill ta reda på och planera experimentet. Planera för
  - a. vilken utrustning som behövs;
  - b. hur ni ska genomföra experimentet;
  - c. vad ni tror kommer att hända;
  - d. när och hur de uppgifter som ni vill ha ska observeras.
3. Iaktta och samlar in alla viktiga uppgifter.
4. Analysera uppgifterna som samlats in. Jämför vad ni trodde skulle hända och det som verkligen hände.
5. Förklara varför växterna betedde sig som de gjorde.

#### Ert uppdrag i rymden:

1. Diskutera om det skulle vara möjligt att genomföra ert experiment ombord på ISS eller om ni måste ändra experimentet.
2. På vilket sätt tror ni, att växterna skulle bete sig annorlunda ombord på ISS?
3. Vilka andra miljöer skulle kunna undersökas ombord på ISS och varför?
4. Ta fram information om fotosyntes och cellandning från olika källor. Skriv en sammanfattning av processerna och illustrera texten (gör t.ex. en teckning). Diskutera om dessa processer skulle kunna vara användbara i tillvaron ombord på ISS.



#### Frön

Ni kan använda olika typer av frön i ert experiment.

En av de växter som undersöks ombord på ISS kallas backtrav (*Arabidopsis thaliana*). Fröna är små. Får ni inte tag i backtrav kan ni använda krasse eller rädisa som tillhör samma botaniska grupp.

Fler förslag: vete, bönor, majs, gräslök eller mangold.

I en del experiment som genomförs ombord på ISS studerar man materialegenskaper i den ogästvänliga rymdmiljön. Ett av dessa är en samling forskningsprojekt som kallas **Materials Exposure and Degradation Experiment (MEDET)** (materialexponerings- och materialdegraderings-experiment). Experimenten kommer att placeras utanför rymdstationen och stanna kvar i omloppsbanan under tre år. Efter den perioden tas de tillbaka till jorden för analys.

Det finns tre huvudsakliga avsikter med MEDET:

1. Att ge konstruktörer av rymdfarkoster information om hur material beter sig i rymden.
2. Att studera hur "rymskrot" påverkar det material som fönster framställs av.
3. Att analysera de mikrometeoroider och det "rymskrot" som träffar rymdstationen varje dag.



### De sju experimenten:



#### Experiment 1: Mikrokolorimetrar

Mikrokolorimetrar är apparater som mäter temperaturen. Det finns 14 mikrokolorimetrar på MEDET, som var och en är försedda med olika materialprover. Forskarna vill ta reda på om de mycket höga och mycket låga temperaturerna som rymdstationen utsätts för i sin omlopps bana kring jorden, kan leda till att materialegenskaperna förändras.

#### Experiment 2: Spektrometer

Ett annat experiment på MEDET är ett roterande hjul med 22 små fönster i olika fönstermaterial. När solljuset träffar fönstren stoppas en del av ljuset och en del tränger igenom. Under hjulet sitter en spektrometer som mäter förändringarna i det ljus som tränger genom fönstren.



#### Experiment 3: Rymdskrot-detektor

Detektorn mäter mikrometeoroider och rymdskrot. Det är små föremål som förflyttar sig i mycket hög hastighet genom rymden.

Detektorn består av fyra kondensatorer som lagrar elektrisk energi. Varje kondensator består av två klämmor som är kopplade till två plattor som skiljs åt av en isolator (dielektrikum), ett mycket isolerande material som inte leder elektricitet. När en mikrometeoroid träffar detektorn får den isolatorn att kollapsa och kondensatorn att förlora all sin elektriska energi. Mikrometeoroidens storlek beräknas

genom att man mäter hur mycket ström som krävs för att ladda om kondensatorn (ju mer ström, desto större mikrometeoroid).

### Experiment 4: Aeroögel

Aeroögel är ett block av kiseldioxid med extremt låg densitet som fångar in mikrometeoroider och rymdskrot. Aeroögel sänker höghastighetspartiklarnas hastighet utan att förstöra dem, och fångar också in dem för senare analys. Aeroögel kommer att ge information om vilken typ av små föremål som träffar rymdstationen, i vilken hastighet de färdas och vad de är gjorda av.

### Experiment 5: Manometer

En manometer kommer att användas för att mäta det lokala trycket utanför rymdstationen.



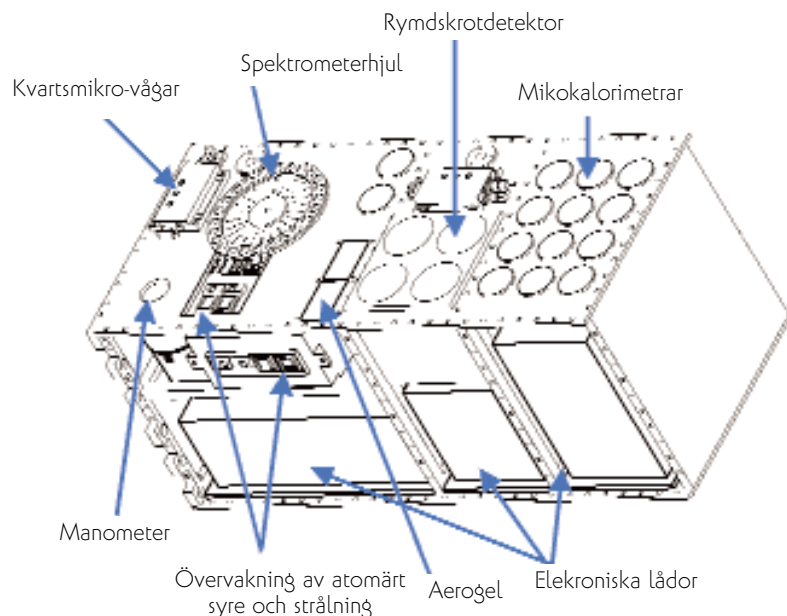
### Experiment 6: Kvartsmikrovåg (QCM; Quartz Crystal Balances)

**QCM** mäter atomärt syre och kontamination (förorening) i rymden. Atomärt syre är en form av syre som är ytterst reaktivt och angriper material i rymden, vilket leder till att det sönderdelas.

QCM består av kvarts som vibrerar ett känt antal gånger per sekund. När kvartsen angrips av atomärt syre eller när kontaminerade partiklar fastnar på kvartsen, förändras dess totala massa vilket förändrar kvartsens vibrationsfrekvens. Mängden atomärt syre eller kontamination kan mätas genom att analysera kvartsens frekvensändring. När kvartsen blir för kontaminerad används värmare för att avlagringarna ska avdunsta och experimentet kan börja om igen.

### Experiment 7: Övervakning av atomärt syre och strålning (STORM; Southampton Transient Oxygen and Radiation Monitor)

Med STORM görs försökmätningar av atomära syrenivåer, ultraviolett strålning och röntgenstrålar från solen.





## Studera hur miljön påverkar material

Många metaller reagerar med ämnen i luften och börjar korrodera. Järn, till exempel, reagerar med syre och vatten. Rost framträder som ett resultat av reaktionen. För att undvika korrosion kan beläggningar användas för att skydda metallen. Ni kan undersöka hur miljön på jorden påverkar olika material genom att genomföra det här försöket.

### Ni behöver:

- 3 uppsättningar av olika materialprover, till exempel av
  - järn
  - stål
  - koppar
  - aluminium
  - ett av materialen ovan med beläggning (t.ex. galvaniserad järnspik)
- 3 plastbrickor eller liknande att lägga proven på
- kamera
- anteckningsbok/loggbok.

### Förberedelse och genomförande av experimentet

Läs igenom instruktionerna nedan och föreställ er vad som kommer att hända. Beskriv det innan ni genomför det verkliga experimentet.

1. Bestäm vilka materialprover som ska användas och skaffa tre prover av varje material.
2. Förbered tre likadana uppsättningar av materialprover på plastbrickorna. Se till att materialproverna inte vidrör varandra (ni kan också lägga proven i skilda behållare).
3. Ta ett foto av proven och beskriv utseendet i en anteckningsbok/loggbok.
4. Placera en uppsättning utomhus, till exempel på skolgården eller utanför ett fönster hemma, och nästa uppsättning i ett mer förorenat område (t.ex. nära en fabrik eller ett område med tät trafik). Behåll en uppsättning inomhus som jämförelse. Kom ihåg att välja en säker plats för proven utomhus!
5. Kontrollera materialproven varannan eller var tredje vecka under 12 veckor. Ta foton och iaktta hur utseendet förändras. Gör anteckningar i anteckningsboken/loggboken.
6. Efter 12 veckor jämför ni uppgifterna som ni har samlat in. Diskutera hur miljön har påverkat materialproven – vad har hänt och varför?

