

Mennesket i verdensrommet

Utfordringer forskere og astronauter møter der ute



Kort om aktiviteten

I mange tiår har mennesket testet grenser i verdensrommet. Vi prøver å nå lenger og lenger ut, men det er noe som bremser dette arbeidet. Hvilke farer er det egentlig som lurar for at mennesket trygt kan bevege seg i rommet? I denne aktiviteten skal vi se på hva som skjer med menneskekroppen når den beveger seg utenfor den beskyttelsen jorda gir, med sin atmosfære og sitt magnetfelt.

Innhold

Kort om aktiviteten	2
Teoridel	3
Tyngdekraft	3
Vakuum	3
Stråling	4
Avstander	5
Isolasjon	5
Hva vi vet, og hva vi ikke vet	6
Aktivitet 1: Strålingsskjold av vann	7
Aktivitet 2: Trykk og sentrifugalkraft	7
Aktivitet 3: Lag et vakuumkammer	8
Aktivitet 4: Modell av Jorda – Mars	9
Etterarbeid	9
Lærerveiledning	10
Læringsmål	10
Om Andøya Mission Control	10
Løsningsforslag til aktivitet 4	10
Lisensiering:	11

Teoridel

Tyngdekraft

Tyngdekraften er det første som avgjør hva som er grensa til verdensrommet. Når vi beveger oss opp fra bakken og kommer omtrent 100 kilometers høyde, sier vi at vi er i verdensrommet. Denne grensa kalles Karmanlinja, og er satt fordi det er der forskerne mener at jordas tyngdekraft begynner å slippe taket. Selvsagt virker tyngdekraften fortsatt, men det skal mindre krefter til for å slippe unna.

Alle objekter med masse trekker på hverandre, og denne krafta kalles gravitasjon. For eksempel så er det en gravitasjonskraft som virker mellom deg og jorda. Gravitasjonskrafta mellom deg og jorda gjør at du trekkes ned mot bakken (eller senter av jorda). Akselerasjonen du får på grunn av denne krafta kalles gravitasjonsakselerasjon (eller tyngdeakselerasjon) og er på jordoverflaten i snitt 9.81 m/s^2 . Når astronauter skytes opp i sine raketter på tur ut i verdensrommet, kan de utsettes for flere ganger dette tallet. I en Soyus-rakett, utsettes astronautene vanligvis for omtrent 4g (4 x akselerasjonen fra jorda). Gravitasjonskrafta er også avhengig av avstanden mellom objektene, derfor vil tyngdekrafta bli svakere etter hvert som de kommer høyere opp i atmosfæren og ved Karmanlinja blir g-krafta omtrent null. Der vil astronautene føle at de svever fritt. Dette må jo være en herlig følelse, kan vi kanskje tenke, men det fører med seg en del problemer.

Musklene og skjelettet i kroppen vår styrkes av å holde vekten av oss stående på jorda. I vektløs tilstand trenger ikke musklene og skjelettet å jobbe så mye, og det svekkes. På grunn av dette er det viktig at astronauter som oppholder seg i verdensrommet over lengre perioder trener mye.

Vakuum

I tillegg til at tyngdekraften forsvinner når vi kommer utenfor jordas atmosfære, forsvinner også lufttrykket. Fravær av trykk, kalles vakuum. Menneskekroppen er tilpasset trykket vi har på jorda, og vi tåler dårlig at det blir endringer. Det de fleste elever har erfaring med er kanskje flyturer hvor de får «dotter» i ørene. Dette oppstår på grunn av et fall i lufttrykket etter hvert som flyet stiger i høyde.

I romfartøy er det kunstig trykk, sånn at astronautene kan oppholde seg der. Hvis astronautene skal bevege seg utenfor romfartøyet, for eksempel om noe utenfor skal vedlikeholdes eller repareres, må de ha på seg romdrakter som lager trykk og atmosfære som passer til astronauten.

Mange science-fiction filmer vil ha oss til å tro at menneskekroppen eksploderer i vakuum, men dette er faktisk ikke tilfelle. Huden vår er så sterk at den klarer å holde på det innvendige trykket, men det er neppe en hyggelig opplevelse skulle man blitt utsatt for det. Vakuum betyr også fravær av luft, så det betyr at man ikke vil være i

stand til å puste. All væske i kroppens som eksponeres for vakuum vil begynne å koke, i første omgang vil dette være øyne og tunge.

Ved et uhell i 1965 ble en NASA-astronaut utsatt for vakuum. Han mistet bevisstheten etter 15 sekunder, men kom til seg selv igjen kort tid etterpå, da trykket kom tilbake i rommet. Han kunne fortelle at det siste han husket var at spyttet på tunga hans boblet. Astronauten kom fra uhellet uten skader.

Stråling

Vi som bor på jorda er godt beskyttet på flere måter, men med det samme romforskere beveger seg utenfor det beskyttende atmosfærelaget blir de plutselig bombardert med farlig stråling fra flere kilder.

Stråling er en form for energi som kommer i bølger eller stråler. Synlig lys er en form for stråling, men det er den strålingen vi ikke kan se, som er den farlige. Dette kan være ørsmå partikler som trenger inn gjennom alle materialer og kan gjøre stor skade på alt det treffer.

Den internasjonale romstasjonen befinner seg i en bane rett innenfor magnetfeltet til jorda. Det betyr at astronautene om bord er noe beskyttet, men likevel er de utsatt for ti ganger så mye stråling som vi er på jorda. Dersom vi skal bevege oss enda lenger ut i verdensrommet, enten det er for å vedlikeholde satellitter i høy jordbane, eller på lengre ferder, til for eksempel månen eller Mars, vil strålingen bli betydelig større. Dette kan bety mye for helsa til astronautene.

Det er mange måter man kan måle stråling på, men vi skal bare forholde oss til hvordan vi måler de farlige dosene som tas opp i kroppen til astronautene når de er ute i verdensrommet, eller i romfartøyet. Måleenheten for dette kalles Sievert (Sv). 1 Sievert er veldig mye stråling, derfor bruker vi milliontedeler, og kaller det milliSievert (mSv). Den årlige grensa for NASA sine astronauter er 50 mSv. Til sammenligning, kan vi si at vi utsettes for omtrent 1 mSv under en vanlig røntgenundersøkelse.

I tabellen under ser vi den maksimale grensa de kan utsettes for totalt i sin karriere som astronauter.

Alder (år)	25	35	45	55
Menn	1500 mSv	2500 mSv	3250 mSv	4000 mSv
Kvinner	1000 mSv	1750 mSv	2500 mSv	3000 mSv

Astronauter som utsettes for mye stråling har en større risiko for å utvikle sykdommer, som strålingssyke, kreft, svekkelse av nervesystemet og andre svekkelsessykdommer. Dette er også årsaken til at yngre astronauter har en lavere grense enn de som er eldre, fordi det forventes at de skal ha en lengre levetid.

Det jobbes kontinuerlig med å lage bedre beskyttelse mot stråling, både for romfartøy og i romdrakter. Det er produsert materialer som begrenser strålingen noe. Disse materialene er ofte forsterket med hydrogenmolekyler, som har vist seg å være svært motstandsdyktige. Det er også gjort forsøk med bruk av kvikksølv som beskyttelse, og bruk av vann som strålingsskjold. Alt dette kan være med på å begrense strålingsfaren for astronauter og utstyr i romfartøy.

Avstander

En utfordring vi ikke kommer utenom når det gjelder reise i verdensrommet, er de enorme avstandene. En gang i fremtiden kan forskerne kanskje finne løsninger som kan gi oss kunstig gravitasjon og det arbeides med å lage skjold som beskytter mot stråling, men tiden kan vi ikke stoppe. Å reise mellom stjerner og planeter vil ta svært lang tid, og det er jo ikke så heldig for menneskene. Å kunne gå i dvale for å reise i hundre- eller tusenvis av år til fjerne planeter, er ennå bare fantasi. Selv om dette kanskje kan bli mulig en gang i fremtiden vil det være mye å forlange av astronauter at de skal reise fra alt og alle de kjenner, for så å komme tilbake til en helt annen jord, en gang i en fjern framtid.

Lyset beveger seg med en hastighet på omtrent en milliard km/t. Dette er uendelig mye raskere enn vi mennesker noen gang kan håpe på å bevege oss. Orion er navnet på romfartøyet som skal ta menneskene lenger ut i rommet enn vi har vært, i første omgang til Mars. Dette fartøyet antas å ha en hastighet på 40 000 km/t.

Ved reiser mellom forskjellige steder i solsystemet vårt, vil tiden fortsette å gå. En reise til månen tar kanskje bare fire dager, men en reise til Mars kan ta 7-8 måneder, en vei. Hvis vi tenker oss en reise til Jupiter, ville det ta 5 år, og til Neptun 12 år. Dersom vi skal reise riktig langt, si til nærmeste stjerne, ville det tatt omtrent 100 000 år. Hvordan vil det påvirke astronautene å være innesperret i et lite romfartøy så lenge?

Isolasjon

Vi tenker oss at vi er astronauter. Det er fire av oss og vi er på tur til Mars. I et veldig lite romfartøy, og vi skal være innestengt sammen i 7 måneder. Reisen er lang, og kanskje litt kjedelig til tider. Hvor mye kan man foreta seg på et lite område? Bortsett fra de arbeidsoppgavene vi har, er det ikke mye annet å finne på, og maten er kjedelig og ensidig. I tillegg kjenner vi savnet av dem vi har reist fra, og frykten for det ukjente vi reiser mot. Hva vil dette gjøre med den mentale helsen til en astronaut? Ikke minst når man i tillegg legger til den fysiske påkjenningen det er å reise i rommet.

Romorganisasjonene har gjennomført mange forsøk av dette slaget. Stengt mennesker inne på små områder over lang tid for å se hvordan de påvirkes og hvilke problemer som oppstår. Det er uunngåelig at det oppstår konflikter under slike omstendigheter. Er det nok at et team trener sammen på denne måten i lang tid før

de skal legge ut på en romreise? Hvordan kan vi egentlig forberede oss på en slik opplevelse?

Hva vi vet, og hva vi ikke vet

De overnevnte punktene er det romorganisasjonene har mest fokus på når de skal sende mennesker ut i verdensrommet, det er det astronautene trener på før de kan reise ut. Men hva med alt det uforutsette? Selv om det er mange år siden Juri Gagarin svedde i bane rundt jorda, og mange astronauter har vært utenfor jordas atmosfære siden den gang, er vi tross alt ganske ferske i dette spillet. Mennesket har ikke egentlig vært langt hjemmefra, og ikke over veldig lang tid. Hvordan kan man forberede seg på det ukjente?

Når vi tenker etter er det veldig mye vi vet at vi ikke vet om universet. Hvilke situasjoner kan vi egentlig møte på der ute? Forskning med mennesker i de ulike situasjonene i verdensrommet er essensiell når vi skal lære hvordan vi best kan beskytte oss mot det fiendtlige miljøet utenfor jordas beskyttende atmosfære. Men er det riktig? Selv om menneskeheten har fått en mengde ny teknologi, medisin og andre produkter fra romforskningen, er det i orden å belaste astronautene med de påkjenningene de må gjennom for å oppnå det? Dette er, og vil nok alltid være, det etiske dilemmaet romforskningen vil møte.

Aktivitet 1: Strålingsskjold av vann

Vann er et av stoffene forskerne tester ut som beskyttelse i romfartøy, i romdrakter og i boliger for fremtidige koloniseringer av andre planeter, i første omgang månen og Mars.

Bare for moro skyld skal vi se hvordan vann kan beskytte mot ild. Vi vil jo ikke begynne å leke med farlig stråling, heller, så dette er litt tryggere.

Dere trenger:

- et papirark
- vann
- isopropanol (eller annen brennbar væske)
- digeltang
- fystriker/ lighter
- vernebriller

Rydd bordet for alt brennbart og bruk vernebriller. Dynk papiret i vann. Spray på isopropanol. Hold papiret med digeltangen og tenn på. Se at papiret brenner, men likevel ikke brenner opp.

Vi vet jo at det som egentlig brenner (og til slutt brenner ferdig), er alkoholen i væska som er brukt. Klarer elevene å komme fram til den konklusjonen?

Elevene kan godt skrive en rapport på forsøket.

Aktivitet 2: Trykk og sentrifugalkraft

Under oppskytninger og i verdensrommet utsettes astronauter for store påkjenninger og ofte får de det som kalles gravitasjonssyke. Dette kan sammenlignes med å være sjøsyk eller bilsyk. Kroppen og hodet blir forvirret på grunn av påkjenningene eller uvante bevegelser.

I treningen til astronautene er det mange øvelser som tester hvor mye de kan tåle, heriblant turer i det såkalte nullgravitasjonsflyet eller trening i sentrifuge.

En enkel øvelse for å kjenne på sentrifugalkraften er å la elevene få bind for øynene og sitte i en svingstol. Sving deretter stolen kraftig i et minutt før den får stoppe av seg selv. Eleven vil nå føle seg svært svimmel og desorientert.

Advarsel! Kvalme og oppkast kan også forekomme.

Aktivitet 3: Lag et vakuumkammer

I verdensrommet er det vakuum, som betyr at det er et fullstendig tomrom, og trykket blir lavere. Dette er ikke veldig bra for menneskekroppen. Etter kort tid ville en ubeskyttet astronaut omkomme av kvelning og av at væska i kroppen kokte bort.

Vi skal nå lage et lite vakuumkammer for å kunne eksperimentere og se hva som skjer.

Dere trenger:

- en stor engangssprøyte
- gummislange
- 2 stk. enveis ventil
- et syltetøyglass med tett lokk

Lag et hull som passer ventilen nær enden av sprøyta og plasser en ventil. Trø gummislangen på spissen av sprøyta. Lag et hull i lokket på syltetøyglasset og plasser en ventil. Pass på at ventilen går riktig vei, slik at lufta kan suges ut av glasset. Dersom det kan være fare for at noen koblinger er utett, kan de tettes med lim eller annen masse.

Når dere nå trekker ut sprøyta vil lufta trekkes ut av glasset og det oppstår vakuum.

Ting å teste ut:

- Putt en delvis oppblåst ballong ned i syltetøyglasset. Hva skjer med ballongen når det blir vakuum?
- Putt en marshmallow inn i glasset. Hva skjer?
- Sett et brennende telys i glasset. Hva skjer med flammen når det blir vakuum?
- Hell litt vann i glasset. Hva skjer med vannet i vakuum?

Elevene kan gjerne skrive rapport til forsøket.

Aktivitet 4: Modell av Jorda – Mars

Avstanden mellom jorda og mars er på det korteste 54,6 millioner kilometer (på det lengste er avstanden over 400 millioner km). Dette er en enorm avstand og vanskelig å forholde seg til. For å få litt inntrykk av dette kan man forminske det hele å lage en modell. La elevene først finne diameteren til jorda og Mars.

PS! Vær oppmerksom på at avstandene mellom jorda og Mars i denne målestokken fortsatt blir ganske store, mens størrelsene på planetene blir ganske små.

Dere trenger:

- plastelina (til planetmodeller)
- linjal/målebånd
- kalkulator til regning
- skrivesaker
- god plass (en lang gang, eller ute)

Lag en modell av jorda og mars i målestokk 1:1 000 000 000. Regn ut hvor stor diameteren på jorda og mars må være. Lag modeller av jorda og mars med plastelina. Regn ut hvor stor avstanden mellom planetene blir i denne målestokken og mål opp avstanden. Hvor må dere gå for å kunne sette planetene i rett avstanden til hverandre? Man kan her velge å utvide modellen til hele solsystemet (men da trengs det nok mer plass enn skolen har, om man bruker samme målestokk). Hvor er astronautene om bord i romstasjonen i denne målestokken?

Etterarbeid

Denne øvelsen er tenkt å skulle få elevene til å forstå farene ved å arbeide i verdensrommet. Det er mange ting man må tenke på når man beveger seg utenfor den trygge jordens atmosfære.

Det kan også tenkes at forsøkene som er foreslått gjennom aktiviteten kan brukes i andre sammenhenger, og som trening til å skrive rapporter. Læreren står fritt til å bruke aktivitetene som det passer inn i undervisningen. Som en del av et oppdrag i Andøya Mission Control, er det en fordel om elevene har en forståelse for hva som skjer med astronauter som utsettes for mye stråling.

Lærerveiledning

Det forskes stadig på hva som skjer med menneskekroppen når den kommer utenfor det trygge miljøet på jorda. Romorganisasjonene ønsker å sende astronauter lenger og lenger ut, i søken på hva som finnes der ute i universet.

Vi skal nå se på hvilke utfordringer forskere og astronauter møter når de beveger seg utenfor jordas atmosfære.

Læringsmål

Elevene skal

- forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen
- undersøke et emne fra utforskningen av verdensrommet, og sammenstille og presentere informasjon fra ulike kilder
- utvikle produkter ut fra kravspesifikasjoner og vurdere produktenes funksjonalitet, brukervennlighet og livsløp i forhold til bærekraftig utvikling
- beskrive skjelettet og muskler og gjøre rede for hvordan kroppen kan bevege seg
- observere og beskrive hvordan kroppen reagerer i ulike situasjoner, og samtale om ulike følelsesmessige reaksjoner og sammenhengen mellom fysisk og psykisk helse
- beskrive konstruksjoner og diskutere hvorfor noen konstruksjoner er mer stabile og tåler større belastning enn andre

Om Andøya Mission Control

Andøya Mission Control er et pedagogisk verktøy som kombinerer teknologi og rollespill for å skape engasjerende og praktisk læring i klasserommet; og for Andøya Space å nå ut til skolen. I stedet for tradisjonell undervisning ved pulten, får elever gjennom Andøya Mission Control delta i simulerte romfartsoppdrag der de samarbeider, tar beslutninger og løser tverrfaglige oppgaver i et avgrenset scenario. Dette gir en variert og motiverende læringsopplevelse som styrker både faglig forståelse, samarbeidsevner og ikke minst digital kompetanse.

Løsningsforslag til aktivitet 4

Løsningsforslag for modellen i målestokk 1:1 000 000 000

Lengste avstand mellom jorda og Mars

$$\frac{400\,000\,000\text{ km}}{1\,000\,000\,000} = \frac{4}{10} \text{ km} = 0,4 \text{ km} = \mathbf{400\text{ m}}$$

Korteste avstand mellom jorda og Mars

$$\frac{54\,600\,000\text{ km}}{1\,000\,000\,000} = \frac{545}{10\,000} \text{ km} = 0,054 \text{ km} = \mathbf{54,6\text{ m}}$$

Avstand mellom jorda og ISS

ISS går i en bane rundt jorda på omtrent 400 km.

$$\frac{400\text{ km}}{1\,000\,000\,000} = \frac{400\,000\text{ m}}{1\,000\,000\,000} = 0,0004 \text{ m} = \mathbf{0,4\text{ mm}}$$

Diameter Mars

Diameteren til Mars er omtrent 6 794 km

$$\frac{6\,794\text{ km}}{1\,000\,000\,000} = \frac{6\,794\,000\text{ m}}{1\,000\,000\,000} = \frac{6,794\text{ m}}{1\,000} \approx \mathbf{6,8\text{ mm}}$$

Diameter Jorda

Diameteren til Jorda er omtrent 12 756 km.

$$\frac{12\,756\text{ km}}{1\,000\,000\,000} = \frac{12\,756\,000\text{ m}}{1\,000\,000\,000} = \frac{12,756\text{ m}}{1\,000} \approx \mathbf{12,8\text{ mm}}$$

Lisensiering:

Dette verket er lisensiert under en [Creative Commons Navngivelse-IkkeKommersiell-IngenBearbeidelse 4.0 Internasjonal lisens \(CC BY-NC-ND 4.0\)](#).

Du kan dele dette materialet så lenge du krediterer oss, ikke bruker det kommersielt, og ikke endrer det.