Mars i
Sweden Solar System

Bild: ESA

Värd: Mörby centrum

Rymdstyrelsen
Swedish National Space Agency

SVENSKA
ASTRONOMISKA
SÄLLSKAPET

Sweden esero

Sweden Solar System

Sweden Solar System (SSS) är världens till utsträckningen största modell av vårt planetsystem, där Globen i Stockholm representerar solen. Planeterna skalas i storlek och avstånd relativt Globen och radas upp norrut. Skalan är 1:20 miljoner.

För närvarande ingår ett tjugotal planeter, småplaneter och kometer i SSS. De inre planeterna ”kretsar” i Stockholmsområdet, och systemet täcker hela Sverige från kometen Swift-Tuttle i Blekinge och transneptunen 2007 OR10 utanför Malmö till stationer i Luleå och Kiruna. Varje modell har en värdstation.

SSS förmedlar en direkt upplevelse av de enorma avstånden i rymden och hur små planeterna är jämfört med solen. Konst, mytologi och vetenskap sammanbinds, liksom olika platser och aktiviteter i Sverige.

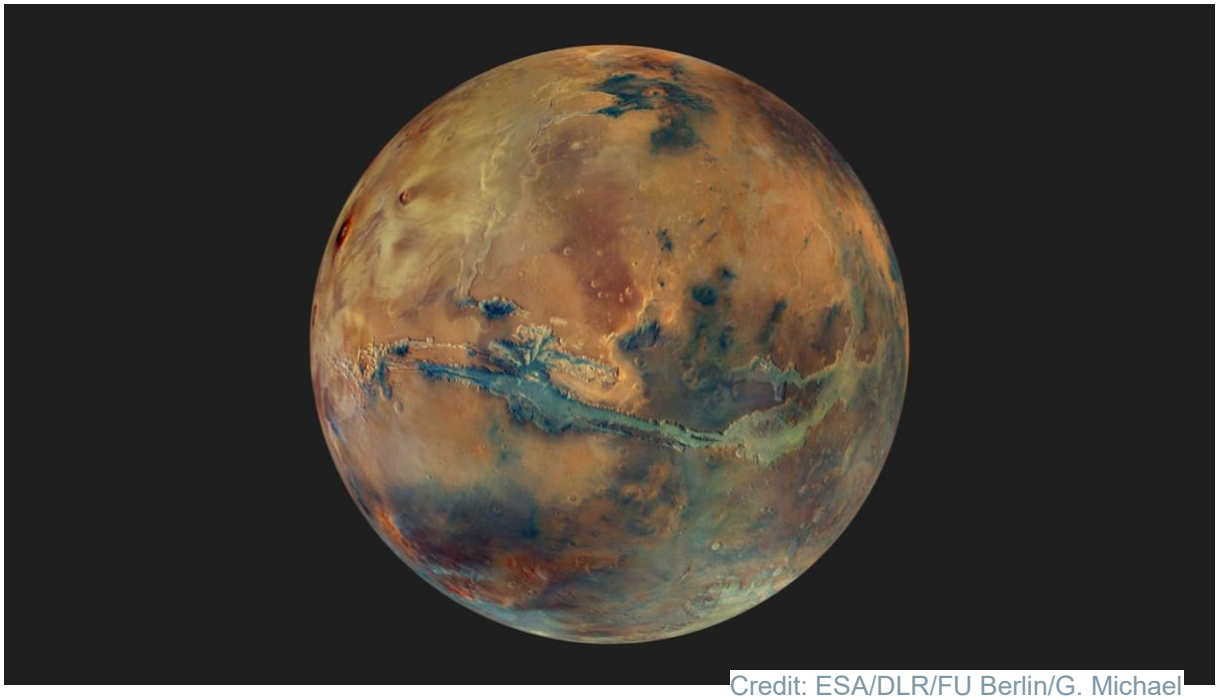
Varje modell i Sweden Solar System har sin egen ägare och värd. Hela systemet samordnas av Svenska Astronomiska Sällskapet.

Läs mer på www.swedensolarsystem.se.

Mars i Mörby Centrum, Stockholm – Sweden Solar System

Modellen av Mars står på en bottenplatta i stål föreställande jorden. I denna gestaltning på Mörby Centrum har Heikki Haapanen symboliserat vår förbindelse med Mars genom den täta trafiken dit av rymdsonder. Ytan är försedd med kemiska symboler för ämnen som förekommer på planeten.

Modellen har en diameter på 35 cm och befinner sig på ett avstånd av 11,6 km från Globen.



Credit: ESA/DLR/FU Berlin/G. Michael

Fakta om Mars

Visste du att...

- Mars är den fjärde planeten från solen och är en av de fyra stenplaneterna, utöver Merkurius, Venus och Jorden.
- Mars har fått sitt namn från romarnas krigsgud, Mars.
- Mars kallas ibland för ”den röda planeten”. Den röda färgen kommer från järnoxid (rost) som finns både på mars yta och i dess atmosfär.
- Mars ligger ca 1,52 gånger längre bort från solen än jorden.
- Avståndet mellan Mars och Jorden varierar. När den är som närmast är avståndet ca 56 miljoner km och när den är som längst bort ca 401 miljoner km.
- På Mars finns solsystemets största berg, vulkanen Olympus Mons. Den reser sig hela 22 000 meter över marknivå, och är ungefär 2,5 gånger så hög som jordens högsta berg Mount Everest.
- På Mars finns även den uttorkade djupa flodbädden Valles Marineris, som är så stor att hela Grand Canyon skulle få plats i en av dess bikanaler.
- Gravitationen på Mars är ca 1/3 av den på Jorden.
- Mars har två små månar: Phobos och Deimos. Månarnas namn är grekiska och betyder skräck och fruktan.
- Flera rovers (fjärrstyrde motorfordon) har skickats till Mars för att utforska planeten.
- Atmosfären på Mars är mycket tunnare än på Jorden och består mest av koldioxid (95,32%).
- Temperaturen på Mars varierar mellan –133 ºC och +27 ºC.
- 1 dag på Mars är 24 timmar och 37 minuter. 1 år på Mars är 687 jorddagar.

Uppgift 1: Att observera Mars

Fysik, åk 4-9

Man kan se Mars som ett rödaktigt objekt på stjärnhimlen.

Din uppgift är att ta reda på när man kan se Mars med hjälp av Stellarium och sedan gå ut och observera planeten på natthimlen.

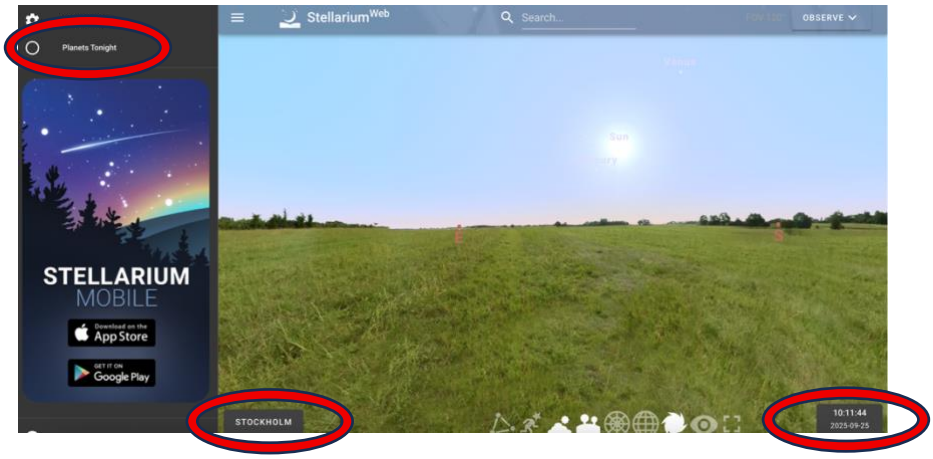
För att genomföra uppgiften behöver du Stellarium, ett gratis planetarieprogram som låter dig utforska stjärnhimlen från din egen dator eller mobiltelefon. Stellarium kan laddas ner från https://stellarium.org och kan även köras online i webbgränssnittet: https://stellarium-web.org/.

I Stellarium kan du själv bestämma från vilken plats på jorden du vill titta på himlen. Du kan också ändra tiden för att undersöka himlen vid olika tidpunkter, och du kan söka upp en himlakropp för att titta närmare på just den. En komplett användarguide för Stellarium finns här: http://stellarium.org/files/guide.pdf.

En lathund för Stellarium hittar du här: https://www.swedensolarsystem.se/wp-content/uploads/2024/04/Lathund-Stellarium-SSS.pdf

Uppgifter med webbversionen av Stellarium:

- Öppna upp webbversionen av Stellarium.
- Bekanta dig med Stellarium.
- Ställ in din plats. Du klickar du på ortsnamnet nere till vänster för att ställa in din plats.
- Sen kan du klicka på ”Planets tonight”. Då ser du när planeterna (bl.a. Mars) går upp och ner.



- Om planeten är uppe på natten så ställ in tiden då du vill gå ut och observera planeten. Du ställer in tiden i tidsrutan i nedre högra hörnet.
    - Orientera dig på stjärnhimlen. I vilket väderstreck ligger Mars? Finns något annat i närheten? T.ex. Månen? En annan planet? Något stjärntecken du känner igen?
    - Sen är det bara att gå ut vid den tidpunkten och leta upp den röda planeten Mars!
- Om planeten inte är uppe så stega fram i tid 2-3 månader och titta på ”Planets tonight” för det nya datumet. Fortsätt så tills Mars börjar bli synlig på natthimlen igen. När är det? När på natten kan man se Mars?

Uppgift 2: Hur lång tid tar det att resa till Mars?

Matematik, Fysik: åk 7-9, gy

Material

- Papper
- Kartong
- Penna
- Tejp / lim
- 2 häftstift
- Linjal
- Snöre
- Sax
- Miniräknare (eller liknande)

Upplägg

1. **Förbered underlaget**
   Tejpa eller limma fast pappret på kartongbiten. Se till att det sitter stadigt.
2. **Markera solen**
   Sätt ett häftstift i mitten av pappret. Häftstiftet representerar solens position i solsystemet.
3. **Markera jorden**
   Använd linjalen och rita en tydlig punkt 5 cm till höger om häftstiftet. Punkten representerar jordens position i solsystemet.
4. **Rita jordens omloppsbana**
   - Klipp av ett snöre som är 10 cm långt. Knyt ihop ändarna.
   - Linda snöret runt häftstiftet så att det sitter fast.
   - Trä pennan i snöret och håll det spänt.
   - Med snöret som stöd, rita en cirkel med start från jorden. Cirkeln representerar jordens omloppsbana runt solen.
5. **Markera Mars**
   Rita en tydlig punkt 7,6 cm till vänster om häftstiftet. Punkten representerar Mars position.
6. **Rita mars omloppsbana**
   - Klipp av ett nytt snöre som är 15 cm långt. Knyt ihop ändarna.
   - Upprepa steg 4 för att rita en ny cirkel som representerar Mars omloppsbana runt solen.
7. **Skapa en ellips**
   - Mät 2,6 cm åt vänster om häftstiftet och sätt fast ett nytt häftstift.
   - Linda snöret runt båda häftstiften.
   - Trä pennan i snöret, håll det spänt så att snöret formar en triangel.

- Rita en kurva mellan jorden och Mars omloppsbanor.

Om uppgiften

Du har precis lärt dig rita två geometriska former: en cirkel och en ellips. Båda är viktiga för att förstå hur föremål rör sig i rymden.

Kurvan du ritade representerar den mest effektiva vägen att resa från jorden till Mars. Häftstiften är placerade i fokuspunkter av ellipsen. Avståndet mellan en fokuspunkt till pennan och till den andra fokuspunkten är konstant p.g.a. snöret. Du kan testa detta genom att välja vilken punkt som helst på kurvan, mäta avståndet mellan båda häftstiften till punkten och addera de båda längderna. Gör samma sak för en ny punkt. Är summan av avstånden samma för båda punkterna?

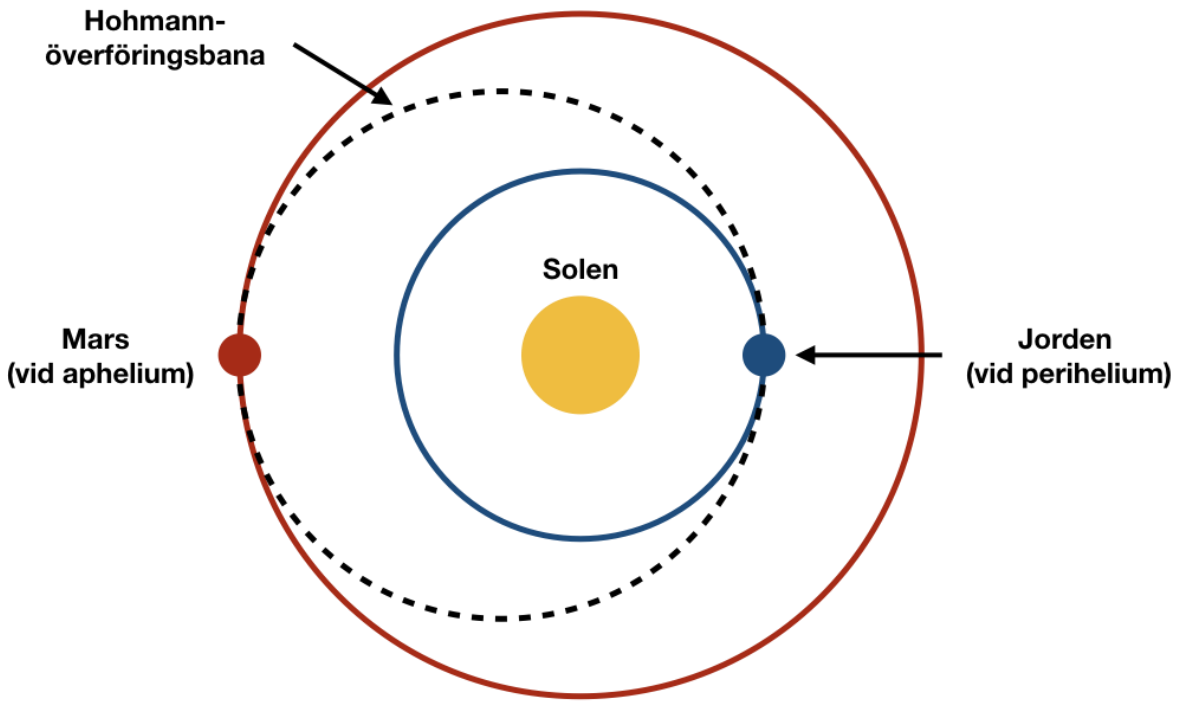
Även cirklarna du ritade för omloppsbanorna är en typ av ellips. En cirkel har en fokuspunkt, vilket var häftstiftet.

Så här fungerar det

En omloppsbana är den väg ett objekt tar runt ett annat objekt i rymden. Runt jorden har vi både naturliga och artificiella objekt i omloppsbana. Månen är ett exempel på ett naturligt objekt i omloppsbana runt jorden, medan den internationella rymdstationen (ISS) är ett exempel på ett artificiellt objekt vi skapat. Visste du att vi är i en omloppsbana just nu? Jorden och alla planeter i vårt solsystem roterar runt solen hela tiden.

I den här uppgiften ritade vi jorden och Mars omloppsbanor som cirklar. I verkligheten befinner de sig i elliptiska banor, med två fokuspunkter.

Kurvan du ritade representerar den mest effektiva vägen vi kan resa mellan jorden och Mars, en så kallad Hohmann-överföringsbana. Även om det finns många banor att välja mellan, så kräver denna minst energi. För att nå Mars på ett säkert sätt, måste rymdfarkosten skickas upp vid en bestämd tid (uppskjutningsfönster). Om den skjuts upp för tidigt eller för sent kommer farkosten att missa Mars, eftersom planeten har flyttat sig till en annan punkt i banan.



Uppskjutningsfönstret måste beräknas noga. Vi kan göra detta genom att ta hänsyn till Mars och jordens relativa positioner gentemot varandra, i deras respektive banor. För en lyckad Hohmann-överföringsbana måste vi ta hänsyn till detta. Vid tidpunkten för uppskjutning behöver jorden vara vid **perihelium**, positionen på jordens bana när planeten är så nära solen som möjligt. När farkosten når Mars, måste planeten vara vid **aphelium**, positionen när Mars är så långt ifrån solen som möjligt. Båda punkterna är utritade i figuren ovan.

Beräkna resan till Mars

Nu ska vi beräkna hur lång tid det tar att resa till Mars!

När vi hittat den mest energi-effektiva vägen att resa till Mars, kan vi beräkna nästa uppskjutningsfönster. Vi väljer skalan:

1 AU (astronomisk enhet) = 5 cm

Steg 1

Nu ska du använda skalan för att beräkna:

I. avståndet mellan Mars och solen i Astronomiska enheter (AU)

II. längden av storaxeln och halva storaxel av Hohmann banan i Astronomiska enheter (AU)

Steg 2

Nu använder vi Keplers tredje lag för att bestämma omloppsperioden för Hohmann-banan. Keplers tredje lag:

$$P^2 = a^3$$

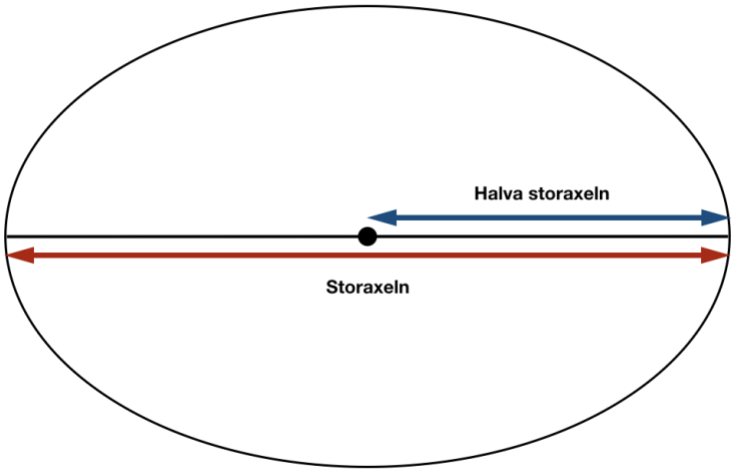
Där P är omloppsperioden och a är den halvstora axeln. Med värdet du fick för halva storaxeln, beräkna omloppsperioden, P.

Nu när du räknat ut P, omvandla omloppstiden till dagar genom att multiplicera med 365,25!

Steg 3

Farkosten kommer endast resa en halv Hohmann-bana för att nå Mars. Därför, för att beräkna hur många dagar det tar att resa mellan jorden och Mars delar vi antalet dagar på två.

Nu har du beräknat hur lång tid det tar att resa till Mars!



Facit:

Steg 1

I. 7,6 cm ÷5 cm / AU = **1,52 AU**
II. 12,6 cm ÷ 5 cm / AU = **2,52 AU** (storaxeln)
2,52 AU ÷2 **= 1.26 AU** (halv storaxeln)

Steg 2
Om a är 1,26 AU:

$$P^2 = a^3$$
$$P^2 = 1{,}26^3$$
$$P^2 = 2{,}000376^3$$
$$P = \sqrt{2{,}000376}$$

$P = 1{,}414$ år

För att omvandla till antalet dagar:

$1{,}414 \times 365{,}25 = 515$ dagar

Steg 3
Eftersom farkosten endast reser en halv Hohmann-bana:

$515 \div 2 = 257{,}5$ dagar

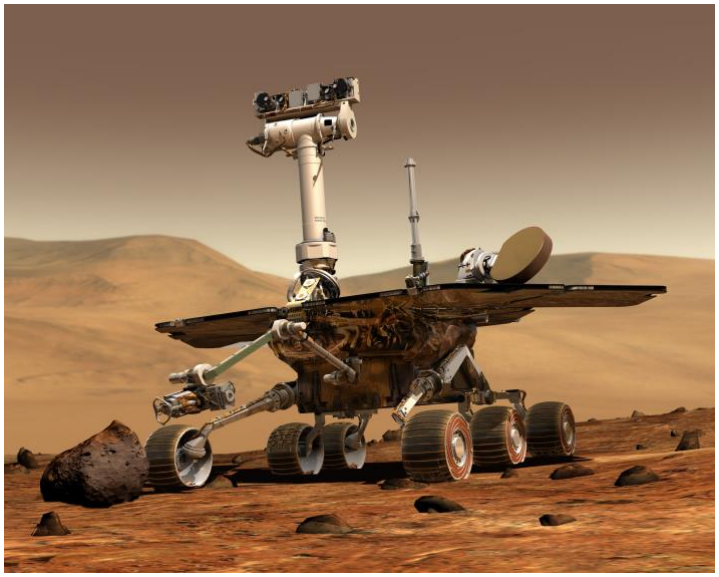
Svaret är alltså att det tar cirka 258 dagar att resa till Mars från jorden!

Inspirerad av: https://www.jpl.nasa.gov/edu/resources/lesson-plan/lets-go-to-mars-calculating-launch-windows/

https://www.ontariosciencecentre.ca/media/1853/marsmath.pdf

Uppgift 3: Att styra en rover på Mars

Teknik, åk 7-9



Credit: NASA/JPL/Cornell University

Flera fordon, s.k. rovers, har skickats till Mars för att utforska Mars yta och samla in information om planeten. Dessa rovers är fjärrstyrda och styrs från jorden. En utmaning är att det tar många minuter för signalen som skickas ut från jorden att nå rovern på Mars.

När Mars är som närmast jorden, tar det en signal som färdas med ljusets hastighet ca 3 min att nå fram, och när Mars är som längst bort tar den ca 22 min.

I denna uppgift ska ni själva försöka fjärrstyra en rover på Mars yta. Uppgiften genomförs i grupper med mellan 3-5 elever per grupp.

Material

Ni behöver:

- En given uppsättning kommandon till rovern. T.ex. “Kör framåt”, “Stanna”, “Backa”, “Sväng höger”, “Sväng vänster”. Man kan lägga till egna, valfria kommandon som ni kommer på att ni vill att rovern utför. Skriv ut era kommandon på papperslappar. Varje kommando skrivs ut i flera kopior.

Skriv och klipp ut följande kommandon:

KÖR FRAMÅT	STANNA
BACKA	SVÄNG HÖGER
SVÄNG VÄNSTER	*fyll på med egna kommandon*

- Tidtagarur
- Koner (eller valfria föremål som utgör hinder på Mars)

Upplägg

Eleverna i varje grupp tilldelas en roll. Rotera rollerna efter en stund.

Roller:

- **Rover**: En elev är en "rover" som befinner sig på Mars yta
- **Förare**: En elev är "förare" som styr rovern.
- **Signal:** De övriga gruppdeltagarna är "signaler". Det är de som för med sig kommandona från föraren till rovern.

Genomförande

- Föraren bestämmer ett kommande som rovern ska utföra.
- Föraren skickar kommandot till rovern genom att ge det utskrivna kommandot till en av "signal"-deltagarna.
- "Signal"-deltagaren väntar 5 sekunder, den tid det tar för signalen att ta dig från föraren till rovern.
- "Signal"-deltagaren ger kommandot till föraren.
- Rovern utför det givna kommandot

Uppgifter

1. Få rovern att röra sig framåt, backa och stanna. Se om ni kan få rovern att stanna på samma ställe som den startade från.
2. Få rovern att röra sig i en kvadrat.
3. Det är fullt av stenar och kratrar på mars som rovern behöver akta sig för. Ställ upp koner (eller valfria föremål) vid rovern. Styr rovern mellan hindren så att den inte krockar med något.

Extra Uppgifter

- Fundera på om det är några andra kommandon ni skulle vilja ge till rovern. Kanske att "samla prov", eller "att öka/minska/hastigheten"? Utforma och genomför en uppgift där dessa kommandon används.
- Ändra fördröjning för signalen att nå rovern, från den givna på 5 sekunder till valfri fördröjning. Hur påverkar det genomförandet av uppgifterna?

Uppgift 4: Att odla på Mars

Biologi, kemi: åk 7-9; gy

För att kunna leva på Mars under en längre period behöver vi kunna odla grödor att äta, då vi endast kan ta med begränsade resurser. Att odla på Mars har dock sina utmaningar. Miljön är inte lika förlåtande som på jorden. I denna uppgift ska du simulera jord på Mars och testa hur olika grödor växer.

Mars översta jordlager består av en hög halt järnoxid (hitta källa på hur mycket) och i denna uppgift ska vi undersöka hur järnoxid påverkar växtligheten.

Vi ska arbeta med *masshalt*, d.v.s. hur stor andel av den totala vikten som består av järnoxid. Du räknar ut masshalt genom:

$$Masshalt\ (\%) = \frac{\text{Ämnets massa}}{\text{Total massa}} \times 100$$

Vi ska även räkna ut medellängden på växterna, vilket du gör genom att addera samtliga uppmätta längder och sedan delar på antalet växter.

Material:

- Vanlig blomjord
- 3 olika fröer (förslag: rädisor, sockerärtor och Mangold)
- 12 odlingskrukor
- Järnoxid
- Linjal
- Etiketter

Instruktioner:

1. Fyll tre odlingskrukor med 50g vanlig blomjord (0 % masshalt)
2. Fyll tre odlingskrukor med 50 g vanlig blomjord och 0.5 g järnoxid (1 % masshalt)
3. Fyll tre odlingskrukor med 50 g vanlig blomjord och 1 g järnoxid (2 % masshalt)
4. Fyll tre odlingskrukor med 50 g vanlig blomjord och 5 g järnoxid (10 % masshalt)
5. Märk vilket frö som planterats samt masshalten av järnoxiden på samtliga krukor med etiketter

På bilden finns ett förslag på uppställning av krukorna.

Notera: beroende på odlingskrukornas storlek kan du anpassa hur mycket blomjord och järnoxid som du vill fylla med, men försök hålla masshalten ungefär enligt instruktionerna

Insamlande av data

Förslagsvis samlas data in varje dag vid ungefär samma tidpunkt.

Mät längden på växterna som sticker upp och beräkna medellängden i varje kruka, skriv ner resultatet i en tabell (förslag på tabell finns längre ner). Sammanställ resultatet efter ca 2 veckor och svara på frågorna.

Tabell att fylla i

Frö X	Medellängd			
Dag	0%	1 %	2 %	10 %
1				
2				
…				

Frågeställningar:

- ☐ I vilken kruka har växterna blivit längst?
- ☐ I vilken kruka är växterna kortast?
- ☐ Kan du se något samband mellan hur mycket växterna växt och hur mycket järnoxid som finns i krukorna?
- ☐ Diskutera resultaten

Mars har i genomsnitt 2 % masshalt järnoxid i jorden. Utrifrån detta, diskutera möjligheten att odla på Mars och vilka grödor som skulle fungera bäst. Vilka fler grödor/frön hade du velat testa?

Utveckling av uppgiften:

Temperaturen på Mars kan växla mellan –150 ° C och 20 ° C (NASA) beroende på plats på planeten och tid på dygnet, ett faktum som försvårar odling av växter ännu mer. Testa att placera krukorna i olika temperaturer, hur påverkar detta växtligheten? Vad händer om vi placerar en kruka i kalla temperaturer och sedan placerar den varmt? Hur kan vi lösa problemet med temperaturväxlingen?

(T.ex. Mars ekosystem: https://eserose.cdn.triggerfish.cloud/uploads/2024/11/Odla-pa-manen.pdf)

https://www.esero.se/cirkulara-system/

Läroplanskopplingar

Koppling till läroplan för grundskolan, Lgr22

Kursplan i Fysik

Centralt innehåll, årskurs 4–6

Systematiska undersökningar och granskning av information

- Observationer och experiment med såväl analoga som digitala verktyg. Planering, utförande, värdering av resultat samt dokumentation med ord, bilder och tabeller.

Centralt innehåll, årskurs 7–9

Systematiska undersökningar och granskning av information

- Observationer och experiment med såväl analoga som digitala verktyg. Formulering av undersökningsbara frågor, planering, utförande, värdering av resultat samt dokumentation med bilder, tabeller, diagram och rapporter.

Kursplan i Teknik

Centralt innehåll, årskurs 7-9

Teknik, människa, samhälle och miljö

- Hur tekniken möjliggjort vetenskapliga upptäckter och hur vetenskapen har möjliggjort tekniska innovationer.

Tekniska lösningar

- Tekniska lösningar för styrning och reglering med hjälp av elektronik och olika typer av sensorer.

Kursplan i Biologi

Centralt innehåll, årskurs 7-9

Systematiska undersökningar och granskning av information

- Fältstudier och experiment med såväl analoga som digitala verktyg. Formulering av undersökningsbara frågor, planering, utförande, värdering av resultat samt dokumentation med bilder, tabeller, diagram och rapporter.

Kursplan i Kemi

Centralt innehåll, årskurs 7-9

Systematiska undersökningar och granskning av information

- Observationer och experiment med såväl analoga som digitala verktyg. Formulering av undersökningsbara frågor, planering, utförande, värdering av resultat samt dokumentation med bilder, tabeller, diagram och rapporter.

Kursplan i Matematik

Centralt innehåll, årskurs 7-9

Taluppfattning och tals användning

- Rimlighetsbedömning vid uppskattningar och beräkningar.

Problemlösning

- Strategier för att lösa matematiska problem i olika situationer och inom olika ämnesområden samt värdering av valda strategier och metoder.

Koppling till läroplan för gymnasieskolan, Lgy25

Ämnesplan i Biologi

Centralt innehåll

Biologin i omvärlden

- Biologins betydelse för vetenskap, individ och samhälle med exempel från historiska och aktuella händelser.

Biologins arbetsmetoder

- Fältstudier och laborationer. Insamling av data från observationer, mätningar, simuleringar och databaser. Formulering av frågeställningar samt planering, riskbedömning och utförande av systematiska undersökningar. Bearbetning av data samt beräkningar och värdering av metod och resultat. Redovisning med olika uttrycksformer.

Ämnesplan i Kemi

Centralt innehåll

Kemin i omvärlden

- Kemins betydelse för vetenskap, individ och samhälle med exempel från historiska och aktuella händelser.

Kemins arbetsmetoder

- Laborationer och experiment. Insamling av data från observationer, mätningar och simuleringar. Formulering av frågeställningar samt planering, riskbedömning och utförande av systematiska undersökningar. Bearbetning av data samt beräkningar och värdering av metod och resultat. Redovisning med olika uttrycksformer.

Ämnesplan i Fysik

Krafter och rörelser

- Likformig och likformigt accelererad rätlinjig rörelse. Krafter och impuls som orsak till förändring av hastighet och rörelsemängd.

Fysiken i omvärlden

- Fysikens betydelse för vetenskap, individ och samhälle med exempel från historiska och aktuella händelser.

Fysikens arbetsmetoder

- Laborationer och experiment. Insamling av data från observationer, mätningar och simuleringar. Formulering av frågeställningar samt planering, riskbedömning och utförande av systematiska undersökningar. Bearbetning av data, värdering av metod och resultat samt redovisning med olika uttrycksformer.
- Fysikaliska och matematiska modeller som beskrivningar av verkligheten. Modellers och teoriers giltighet samt det experimentella arbetets betydelse för deras utveckling över tid.
- Granskning av information och argumentation som rör fysik. Skillnader mellan vetenskapliga och icke-vetenskapliga påståenden.

Krafter och rörelser

- Jämvikt och linjär rörelse i homogena gravitationsfält och elektriska fält.

Länkar

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Mars_Express/Facts_about_Mars

Svenska Astronomiska Sällskapet

Svenska Astronomiska Sällskapet är en ideell förening som verkar för att sprida kunskap om astronomi i Sverige och är öppet för alla som gillar astronomi. Sällskapet delar ut bidrag till astronomiska projekt, ordnar föredrag och utflykter, koordinerar Astronomins dag och natt, och publicerar tidskriften Populär Astronomi.

Läs mer: https://www.astronomiska.se

ESERO Sverige - Tar universum in i klassrummet

ESERO Sverige är ett initiativ av Europeiska rymdorganisationen ESA och Rymdstyrelsen. Vi är ett stöd för skolan i arbetet med teknik, naturvetenskap och matematik genom att använda rymden som utgångspunkt. Vi anordnar kurser för lärare samt skapar resurser och material till skolor.

ESERO Sverige drivs av KTH i samarbete med Wisdome-projektets fem Science centra: Tekniska museet, Malmö Museum, Universeum, Visualiseringscentrum C och Curiosum.

Läs mer: https://www.esero.se

Rymdstyrelsen

Rymdstyrelsen är Sveriges rymdmyndighet och har i uppdrag att främja utvecklingen av svensk rymdverksamhet och rymdforskning. Rymdstyrelsen arbetar även för att samhällets behov av rymdrelaterad kunskaps- och teknikutveckling tillgodoses. I samverkan med andra aktörer verkar Rymdstyrelsen för ett ökat intresse för naturvetenskap och teknik, särskilt bland unga.
Rymdstyrelsen har finansierat framtagandet av detta material.

Läs mer: https://www.rymdstyrelsen.se