

Topic I

Characteristics of rocky planets

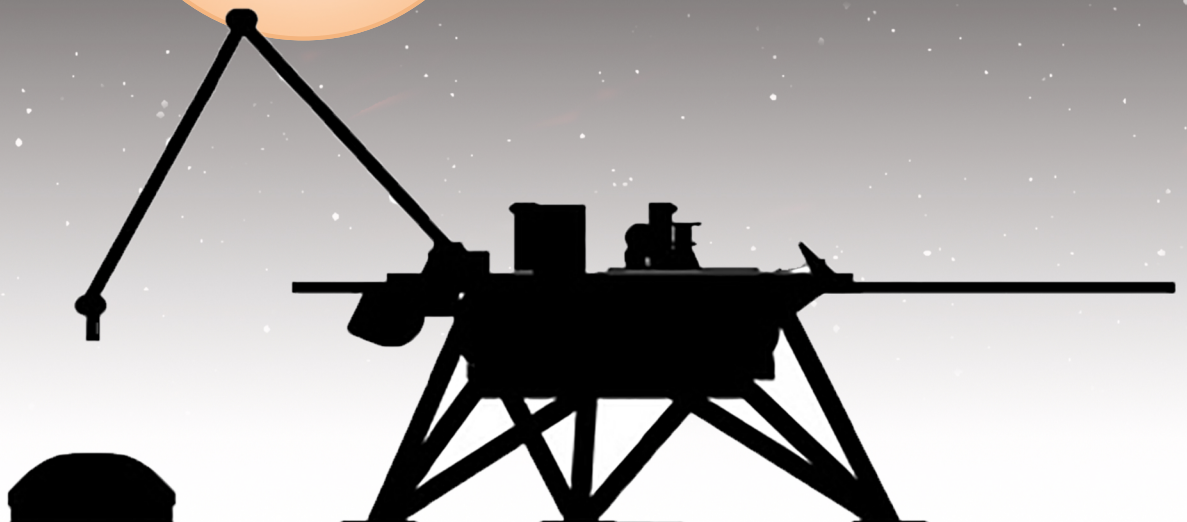
Mișcarea de convecție în manta

Câmpul magnetic

Cât de mare este Sistemul nostru solar?

Modelul de răcire al planetelor stâncoase

Măsurarea fluxului termic



Modelul de răcire al planetelor stâncoase

Planeta Marte s-a răcit extrem de repede. Conducția termică este una dintre modalitățile de transmitere a căldurii alimentată de diferențele de temperatură între două regiuni al aceluiași mediu.

- 1. Pb :** Ce se întâmplă cu căldura generată în faza de formare a unei planete stâncoase?
- 2. Vârsta studenților:** 15 -17 ani
- 3. Obiective :** Să demonstrăm că planeta se răcește în urma disipării căldurii sale interne către suprafață.

Simulare experimentală și transpunere matematică a rezultatelor

4. Materii principale:

Matematică –Fizică– Științele pământului.

5. Materii adiționale:

Geografie – Informatică

6. Timp necesar : 2h

7. Cuvinte cheie:

Gradient de temperatură, transfer de căldură, disiparea căldurii.

8. Cunoștințe :

- Matematică – Fizică –

9. Materiale :

- Bile de Petanque
- Oală cu apă fierbinte
- O minge de fotbal din piele, desumflată
- 4 sensori de temperatură
- Computer cu software
- Excel

10. Proceduri:

- Model de disipare a căldurii interne (transfer de căldură):

Una din misiunile InSight este de a determina cantitatea de căldură ce continuă să fie degajată de la suprafața planetei Marte (prin transfer de căldură).

- Puneți 4 senzori de temperatură la adâncimi de 1 cm, 2 cm, 3 cm, 4 cm într-o minge din piele – Introduceți o minge de petanque, ce a fost anterior scufundată în apă fiartă, în interiorul mingii de fotbal.

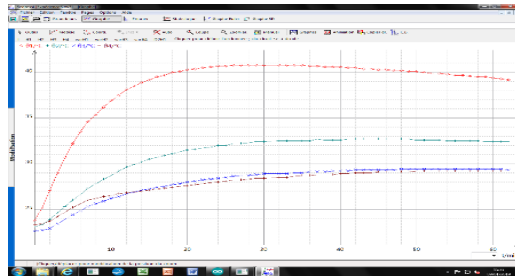
- Închideți bine mingea (pentru a limita pierderea de căldură).

- Notați o dată la câteva minute, temperatura afișată pe ecran pe durata unei ore.

Modelare:



Profilul evoluției temperaturii în funcție de adâncime cu ajutorul unui Spreadsheet Grapher:



- Evaluarea matematică a măsurătorilor de transfer de căldură

Căutăm o posibilă relație între temp t și temperatura ridicată T .

Când relația găsită este „afine”, înseamnă că $T = a + bt$ și vorbim atunci despre o regresie liniară.

Chiar dacă este definită o asemenea formulă, măsurătorile făcute nu sunt perfect corelate de aceasta.

Primul studiu de caz: Folosim o foaie de calcul (spreadsheet) pentru a determina relația dintre temp t și temperatura ridicată T

Vom studia baza de date pentru valorile termice obținute la o anumită adâncime.

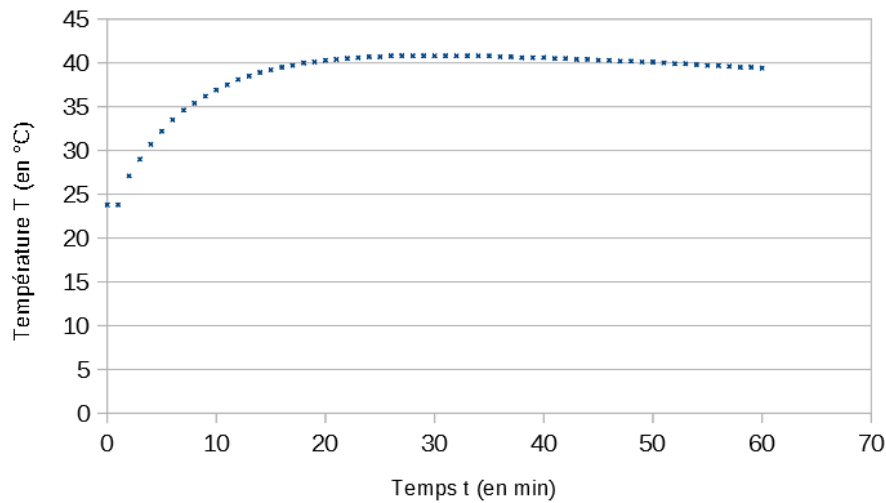
În acest exemplu, adâncimea la care este introdusă sonda termică este de 5 cm.

1) **Deschideți** fișierul **Insight_Mars_Hp3.ods** sau **Insight_Mars_Hp3.xlsx** cu baza de date obținute prin măsurare.

2) Copiați baza de date **temp t și temperaturi corespunzătoare T** într-o filă nouă.

Reprezentați grafic această bază de date cu puncte întrerupte (grafic point cloud).

Nuage de points



	A	B	C
1	temps	Prof 5 cm	
2	En min	en °C	
3			
4	0	23,8	
5	1	23,8	
6	2	27,1	
7	3	29	
8	4	30,7	
9	5	32,2	
10	6	33,5	
11	7	34,6	
12	8	35,4	
13	9	36,2	
14	10	36,9	
15	11	37,5	
16	12	38,1	
17	13	38,5	
18	14	38,9	
19	15	39,2	
20	16	39,5	
21	17	39,7	
22	18	40	
23	19	40,1	
24	20	40,3	
25	21	40,4	
26	22	40,5	

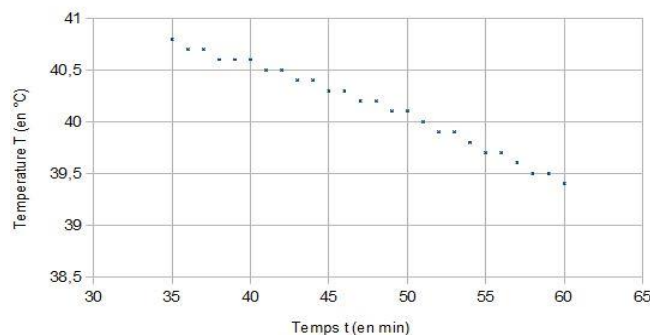
A doua parte a curbei obținute care ne indică un efect de răcire (așa cum putem observa pe Pământ și pe Marte) pare să semene cu o linie dreaptă.

Vom studia doar modul în care putem obține linia dreaptă și dacă această linie dreaptă se potrivește.

3) În acest exemplu, izolăm partea din grafic începând cu valoarea timp $t=35'$.

Reprezentați bazele de date $\{(t_i, T_i), i = 35, \dots, 60\}$ cu ajutorul unui spreadsheet.

Nuage de points



Căutarea unei relații de afinitate dintre cele două variabile t și T ne conduce către o ajustare mai bună a unei linii drepte în graficul de puncte difuze.

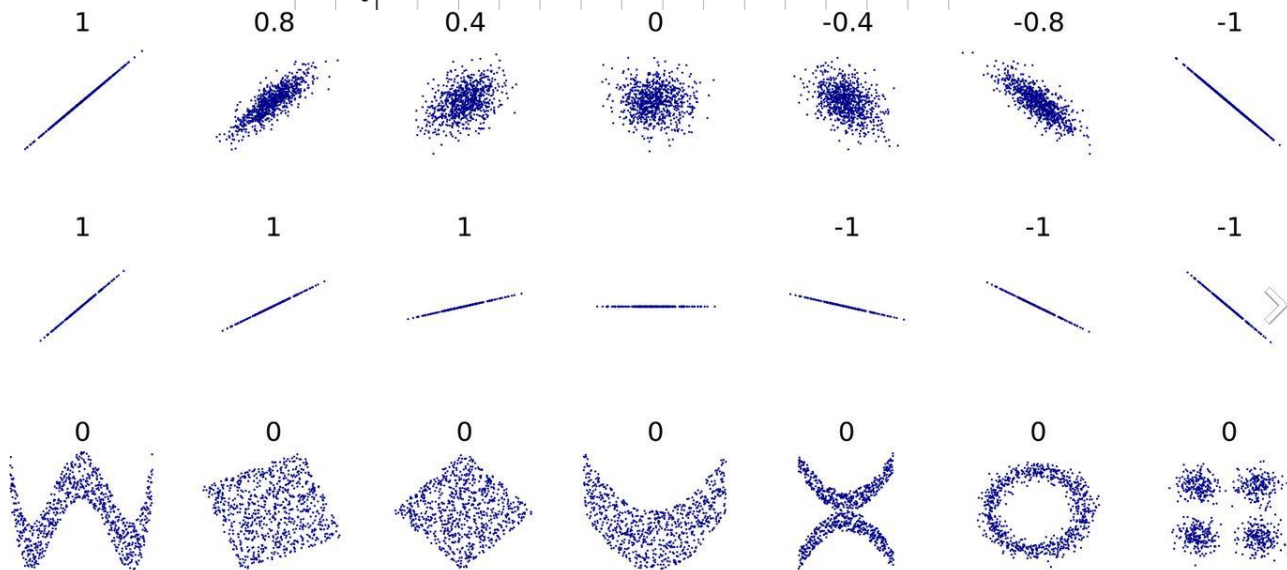
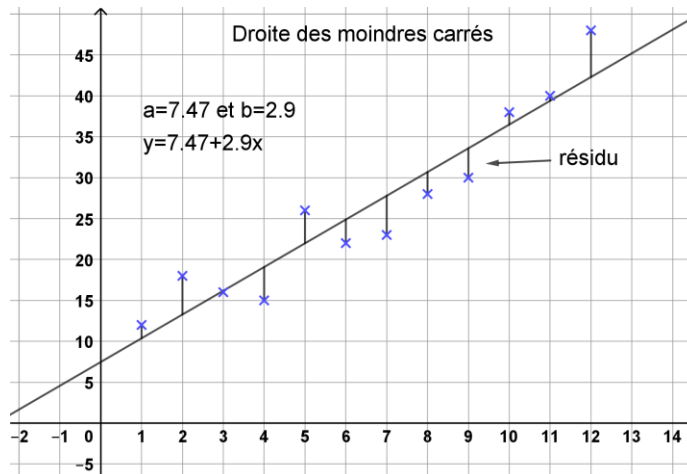
Folosim metoda celor mai mici pătrate pentru a ajusta o curbă difuză cu ajutorul unei ecuații de linie dreaptă $y=a+bt$ cu a și b fiind suma minimă a pătratelor:

$$\sum_{i=1}^n (y_i - (a + bt_i))^2$$

Această linie dreaptă, presupusă unică, se numește dreapta de regresie.

Ideea pe care o urmărește metoda este de a stabili o linie dreaptă care exprimă drumul cel mai central printre punctele de pe grafic, cu punctele de pe aceeași absciză regăsindu-se pe această linie.

Apoi, măsura este dată de cea mai mică valoare, cea mai apropiată de punctele dispersate de pe grafic va fi linia dreaptă și vom obține cea mai bună ajustare.



Sursă : https://en.wikipedia.org/wiki/Pearson_product-moment_correlation_coefficient

Nu intenționăm să studiem minimizarea intervalului de valori în această activitate.

Numim coeficientul de corelație liniară, numărul real r definit de ecuația: $r = \frac{\sigma_{t,y}}{\sigma_t \sigma_y}$

Cu $\sigma_{t,y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})(y_i - \bar{y})$, $\sigma_t = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2\right)}$

$$\sigma_y = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2\right)}$$

\bar{t} și \bar{y} reprezentând mediile valorilor t_i și y_i , $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i$ și $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$

Coeficientul ne va indica dacă ajustarea este sau nu relevantă și ne va da informații despre punctele de date dispersate în funcție de valoarea lui r :

Vom folosi următoarele criterii numerice calculând r^2 :

- dacă $0,75 \leq r^2 \leq 1$ atunci există o bună corelație liniară între Y și t
- dacă $0,25 \leq r^2 \leq 0,75$ atunci există o slabă corelație liniară între Y și t
- dacă $0 \leq r^2 \leq 0,25$ atunci există o falsă corelație liniară între Y și t

4) Calculați coeficientul r pentru o valoare a temperaturii la adâncimea dată de 5cm.

(Atenție: coordonatele Y corespund valorilor de temperatură T)

Mai departe, studiem existența unei asemenea linii drepte în timpul răcirii, în cazul nostru pe intervalul 35 min și 60 min.

Completați foaia de calcul pentru a determina valoarea lui r și a lui r^2 :

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1					\bar{t}	\bar{T}	$(t_i - \bar{t})^2$	$(T_i - \bar{T})^2$	$(t_i - \bar{t})(T_i - \bar{T})$	$\sigma(t,T)$	$\sigma(t)$	$\sigma(T)$	Coefficient de corrélation r	Valeur de r^2
2	temps En min	Prof 5 cm en °C												
3			Calcul de la moyenne \bar{t} des temps t											
4	0	23,8												
5	1	23,8												
6	2	27,1	Calcul de la moyenne \bar{T} des températures T											
7	3	29												

De aici rezultă dacă ajustarea făcută este relevantă.

5) Dacă ajustarea este relevantă, atunci dreapta de regresie $y = a + bt$ poate fi determinată prin calculul numerelor a și b cu ajutorul formulei:

$$b = \frac{\sigma_{t,y}}{\sigma_t^2} \quad \text{și} \quad a = \bar{y} - b\bar{t}$$

Calculați apoi numerele a și b și ecuația drepte de regresie care exprimă tendința diagramei de puncte dispersate.

Existența unei asemenea relații dintre timpul t și temperatura T crescută de fiecare dată demonstrează existența unei conductivități termice caracteristică mediului înconjurător, în cazul de față materialul din care este făcută mingea.

Continuare:

Se comasează rezultatele găsite de fiecare grup responsabil pentru studierea valorilor la o anumită adâncime.

Vom evidenția o corelație între timpul și transferul de căldură obținute de cele două sonde termice.

Al doilea studiu de caz: Folosindu-vă de limbajul de programare Python determinați relația dintre timpul t și temperatura ridicată T.

Vom studia baza de date obținută la 5 cm adâncime.

Căutăm o eventuală corelație între timpul t și temperatura ridicată T cu ajutorului limbajului de programare Python și ne vom limita la studiul ajustării datelor printr-o dreaptă.

1) **Lansați** programul **Pyzo** și **copiați** fișierele **Temps.csv** and **Temperature.csv** în folderul unde aveți salvat programul Python. Următorul script va transforma fișierul csv într-o listă în Python.

2) Scriptul care urmează va transforma fișierul csv într-o listă în Python.

```
1 import csv
2
3     # Les fichiers csv doivent être stockés dans le même repertoire que les fichiers python sauvegardés
4
5     # Code pour convertir le fichier Temps.csv en fichier utilisable par Python à fournir aux élèves
6
7 with open("Temps.csv") as f:
8     Temps = list(csv.reader(f))
9 var_list = []
10 list_tot = []
11 for i in range(0,len(Temps)):
12     var_list = Temps[i]
13     var_list = list(map(int,var_list))
14     list_tot = list_tot + var_list
15 Temps = list_tot
16
17     # Code pour convertir le fichier Temperature.csv en fichier utilisable par Python à fournir aux élèves
18
19 with open("Temperature.csv") as f:
20     Temperature = list(csv.reader(f))
21 var_list = []
22 list_tot = []
23 for i in range(0,len(Temperature)):
24     var_list = Temperature[i]
25     var_list = list(map(float, var_list))
26     list_tot = list_tot + var_list
27 Temperature = list_tot
28
29 from math import sqrt
```

Studiul funcției Map și Open din Python nu reprezintă subiectul acestei activități.

Baza de date Timp este stocată în lista **Temps**.

Baza de date Temperatură este stocată în lista **Temperature**.

Vrem să edităm un program din care să rezulte:

- coeficientul de corelație pe un interval de timp începând la minutul n până la 60 min (n va corespunde cu momentul în care se atinge stadiul de răcire)
- coeficientul a și b al dreptei de regresie căutat, dacă ajustarea este relevantă

Pentru acest lucru, va trebui să determinăm toate elementele necesare pentru aceste calcule.

(Formulele de calcul sunt reamintite pe ultima pagină)

După ce ați copiat scriptul precedent în program, procedați astfel:

```
def equation_moindre_carre(n):
```

3) a) Completați acest program pentru a calcula media:

- timpului \bar{t} notată medie_t
- temperaturii \bar{T} notată medie_T

b) Completați acest program pentru a obține o listă, dispunând de valorile $t_i - \bar{t}$ notate eroare_t

c) Completați acest program pentru a obține o listă, dispunând de valorile $T_i - \bar{T}$ notate eroare_T

d) Completați acest program pentru a obține o listă, dispunând de valorile $(t_i - \bar{t})^2$ notate patrat_eroare_t

e) Completați acest program pentru a obține o listă, dispunând de valorile $(T_i - \bar{T})^2$ notate patrat_eroare_T

f) Completați acest program pentru a calcula $\sigma_{t,T}$ notat Sigma_t_T

g) Completați acest program pentru a calcula σ_t notat Sigma_t

h) Completați acest program pentru a calcula σ_T notat Sigma_T

i) Completați acest program pentru a calcula valoarea lui r atunci când $n=41$.

Este ajustarea făcută relevantă?

4) Aflarea ecuației celor mai mici pătrate:

a) Completați acest program pentru a calcula valoarea lui a .

b) Completați acest program pentru a calcula valoarea lui b .

c) Completați-vă programul astfel încât să afișeze ecuația dreptei.

Formule :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n t_i \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad \sigma_t = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2\right)} \quad \sigma_y = \sqrt{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2\right)}$$

$$\sigma_{t,y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})(y_i - \bar{y}) \quad r = \frac{\sigma_{t,y}}{\sigma_t \sigma_y}$$

Ecuatia drepte de regresie este: $y = a + bt$ cu : $b = \frac{\sigma_{t,y}}{\sigma_t^2}$ și $a = \bar{y} - b\bar{t}$

Criteriile numerice următoare vor fi aplicate folosind r^2 :

- dacă $0,75 \leq r^2 \leq 1$ atunci există o bună corelație liniară între Y și t
- dacă $0,25 \leq r^2 \leq 0,75$ atunci există o slabă corelație liniară între Y și t
- dacă $0 \leq r^2 \leq 0,25$ atunci există o falsă corelație liniară între Y și t

11. Discutarea rezultatelor și concluzii

Tocmai ce am demonstrat că în cazul planetelor stâncoase, căldura lor internă se disipează la suprafață, ceea ce conduce la răcirea lor.

Cercetătorii au propus modele de disipare a căldurii interne a Terrei prin convecție, conducție termică, vulcanism, tectonica plăcilor... Pe Marte, disiparea căldurii este în mare măsură datorată vulcanismului pregnant și probabil, în mod gradual, fenomenului de „convecție”.

Vom explora aceste procese în activitățile ce urmează.

Măsurarea fluxului termic

1. Pb : Care sunt mecanismele ce duc la disiparea căldurii interne a planetelor Marte și Pământ?

Ipoteză: Se presupune că pentru o planetă solidă și rigidă, transferul de căldură de la suprafață se face prin conducție termică.

2. Vârsta studenților: 14 -17 ani

3. Obiective : Ne propunem să înțelegem mecanismele ce stau la baza disipării de căldură a planetelor.

4. Materii principale:

Matematică – Fizică – Științele Pământului.

5. Subiecte adiționale:

Informatică (Arduino)

6. Timp necesar: 2h

7. Cuvinte cheie:

Gradient geotermic, flux termic, disipare de căldură, conductivitate.

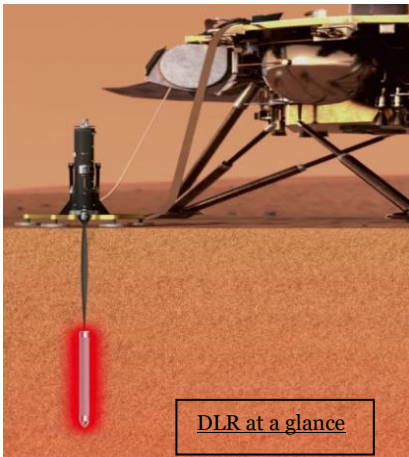
8. Context științific:

Pe Pământ, gradientul de temperatură este obținut direct prin măsurarea temperaturii la diferite adâncimi în foraje sau puțuri de mină. Ceea ce se va întâmpla și în cazul misiunii InSight Mars cu ajutorul instrumentului HP3.

Odată ce vom cunoaște gradientul de temperatură și conductivitatea termică a rocilor din subteran, cercetătorii vor putea deduce fluxul termic la un anumit punct de la suprafață.

Pentru a determina conductivitatea termică a rocilor, sunt luate probe din foraje de recunoaștere și apoi măsurate în laborator.

Pe Marte, fluxul termic va fi măsurat cu ajutorul instrumentului HP3:



La fiecare 50 de centimetri de adâncime, sonda emite un impuls de căldură și senzorii acesteia monitorizează gradual evoluția impulsului de căldură.

Dacă materia din crusta planetei este un bun conductor de căldură, impulsul se va dezintegra rapid. În cazul în care nu este un bun conductor termic, așa cum este sticla, impulsul va descrește lent. Acest lucru indică cercetătorilor cât de repede crește temperatura odată cu adâncimea și cum se transferă căldura înăuntrul planetei Marte.

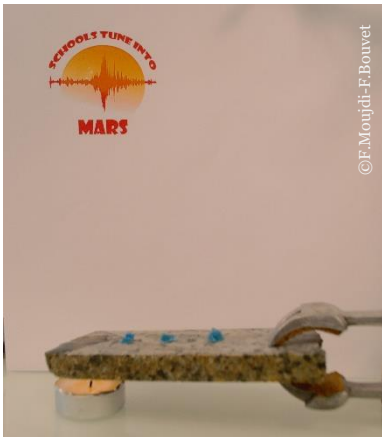
Valul de căldură emanat de învelișul termic al sondei se va împrăști prin solul marțian, permitându-le cercetătorilor să determine conductivitatea termică a regolitului. Măsurătorile trebuie să fie capabile de a reda rezultatele cu o mare acuratețe, chiar dacă conductivitatea solului se dovedește minimă. Atenuarea zilnică a valorilor termice diurne vor asigura un alt mod de a caracteriza conductivitatea termică a scoarței cu ajutorul sondei HP3.

9. Materiale :

Modelarea conductivității termice a unei roci:	Modelarea cu ajutorul senzorilor de temperatură tip HP3
<ul style="list-style-type: none"> - O probă de rocă bazaltică - O bucată de parafină - O plită digitală de laborator 	<ul style="list-style-type: none"> - 2 plăci de bazalt – granit - Un vas de teracotă pentru încălzit ceai - Senzori de T° - Arduino și PC

10. Proceduri:

Modelarea conductivității termice a unei plăci de piatră:



- Așezați o placă de basalt sau de granit pe suportul lumânării
- Așezați 3-5 bucăți de parafină de-a lungul plăcii de bazalt, la 1.5 cm depărtare una de alta
- Aprindeți lumânarea și ajustați înălțimea structurii astfel încât partea liberă a plăcii să fie sub flacără.
- Observați.

Rezultat:

Bucata de parafină așezată chiar peste lumânare se topește prima și apoi celelalte bucăți se topesc succesiv.

Modelarea conductivității termice cu ajutorul senzorilor de temperatură de tip HP3



Pentru acest tip de modelare, observațiile făcute pe baza transferului de căldură într-o rocă (de bazalt, granit...) sunt mai precise și măsurătorile pot fi monitorizate în același fel ca cele făcute de HP3.

Observăm o propagare a căldurii de la o persoană la alta fără nici o deplasare fizică.

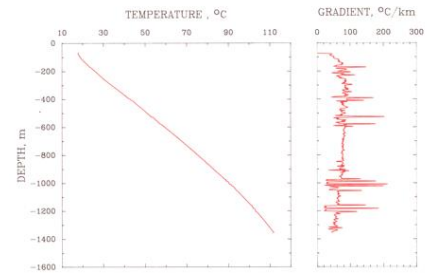
Acest transfer de căldură este dependent de conductivitatea termică a materialelor prin care se propagă. Putem de asemenea observa că viteza de propagare a undei se modifică în timp ce temperatura rocii de bazalt crește.

Elevii pot calcula această viteză.

Tipul materialului	Conductivitatea termică (W/m/K)
Bazalt	2,5
Granit	2,7
Peridotit	4,2 à 5,8
Calcar	1,7 à 3,3
Argint	420
Apă	6

Legea lui Fourier:

$$q = -K \frac{dT}{dz}$$



Cunoaștem conductivitatea tipurilor de roci studiate în laborator.

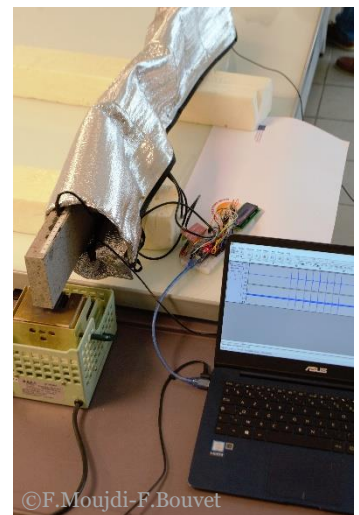
Odată ce vom ști gradientul termic măsurat pe Marte, geofizicienii vor putea deduce fluxul termic, ce se traduce prin cantitatea de energie (termică) ce trece prin unitatea de arie într-o unitate de timp. (se măsoară în J/s/m² sau W/m²). Legea lui Fourier stabilește că fluxul termic este opusul produsului dintre valorile conductivității termice înmulțite cu gradientul de temperatură.

Modelarea cu ajutorul senzorilor de temperatură și a două celule piezoelectrice

Placă de încălzire

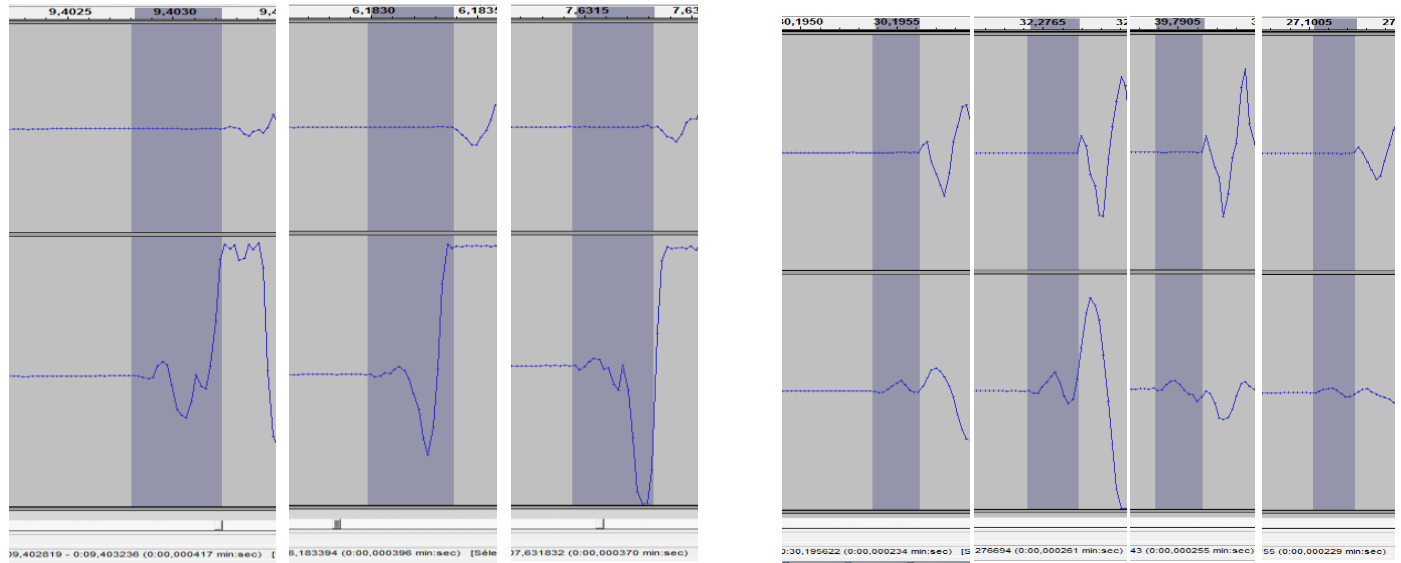


2 celule piezoelectrice



Temperatura ambientală în rocă : 18,5°C

T1= 63,13 °C, T2 = 22.81°C, et T3= 20,38°C



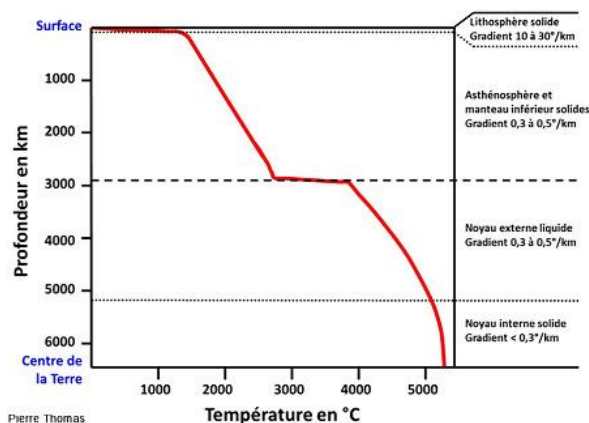
Rata de propagare a undelor seismice poate fi calculată ca funcție a temperaturii afișate, iar influența temperaturii asupra propagării undelor seismice și caracteristicile rocii traversate pot fi astfel determinate.

11. Discutarea rezultatelor și concluzii

Pe Pământ, căldura internă este evacuată prin conducție termică aproape de suprafață. Însă în adâncime, un alt proces explică transferul de căldură: convecția.

Folosind date seismologice, combinate cu contribuții aduse de studiile de laborator pe subiectul proprietăților fizice ale mineralelor terestre testate la condiții de mare presiune și temperatură ridicată (studii despre celula „nicovală” din diamant), oamenii de știință au modelat evoluția temperaturii în raport cu adâncimea.

Evoluția temperaturii interne a Pământului în funcție de adâncime



Reserved Rights- © 2014 Pierre Thomas

Aceasta este misiunea pe care cercetătorii responsabili de Insight Mars încearcă să o îndeplinească.

12. Activități propuse în continuare

Evaluati datele de temperatură obținute de instrumentul HP3 și comparați-le cu datele terestre pentru a determina cauzele pierderii de căldură internă a planetei Marte.

13. Pentru a afla mai multe (resurse adiționale pentru profesori)

- https://www.seis-insight.eu/fr/?option=com_content&view=article&id=175:les-autres-instruments&catid=54:la-mission-insight&lang=fr-FR

- <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/chaleur-Terre-geothermie.xml>

- Planeta Marte “Istoria unei alte lumi” Belin – François Forget, François Costard, Philippe Lognonné

Câmpul magnetic

- 1. Pb :** Care sunt mecanismele ce stau la baza pierderii de căldură internă a planetelor Marte și Pământ?

Ipoteză: dispariția câmpului magnetic al planetei Marte ar putea explica pierderea rapidă de căldură în comparație cu Terra, care își pierde lent căldura internă.

- 2. Vârsta elevilor:** 15 -17 ani

- 3. Obiective :** cum poate un câmp electric crea și alimenta un câmp magnetic?

4. Materii principale:

Matematică – Fizică – Științele Pământului.

5. Materii adiționale:

Informatică: Procesarea imaginilor satelitare cu software-ul QGis disponibil gratuit

- 6. Timp necesar:** 2h

7. Cuvinte cheie:

Câmp magnetic – Câmp electric.

8. Context științific:

Pe o planetă telurică, câmpul magnetic este creat prin mișcarea ce agită nucleul din fier topit, care este un bun conductor de electricitate. Cercetătorii presupun că mișcările generate de convecție în interiorul nucleului lichid generează un curent electric care produce în schimb un câmp magnetic: aceasta este teoria dinamului.

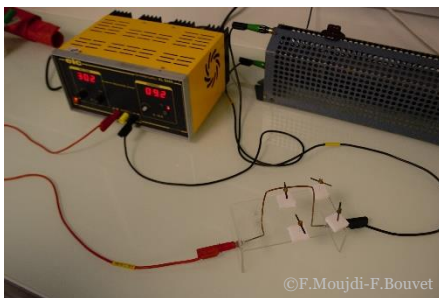
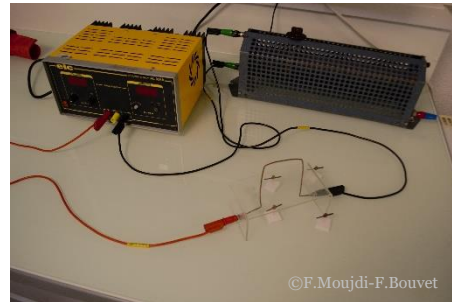
9. Materiale:

Modelarea conductivității termice a unei roci	Modelare cu ajutorul senzorilor de temperatură, cum ar fi HP3
<ul style="list-style-type: none">- O sursă electrică;- Fir de cupru;- O bucată de Plexiglas (de aprox 10 cm × 10 cm);- 4 minibusole;- Pilitură de fier.	<ul style="list-style-type: none">- Mostră de bazalt- Busolă- 1 minibusolă

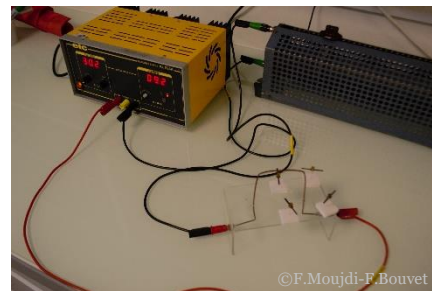
10. Proceduri:

Modelarea câmpului magnetic:

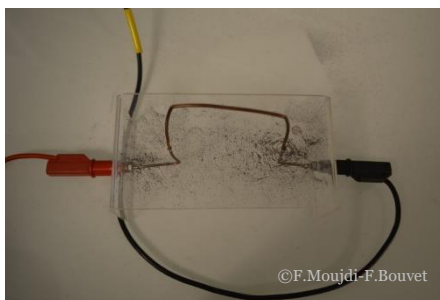
Fără curent electric, aparatele indică direcția câmpului magnetic al Pământului.



Curentul electric creează un câmp magnetic în jurul firului.



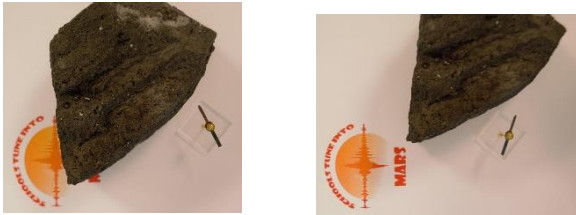
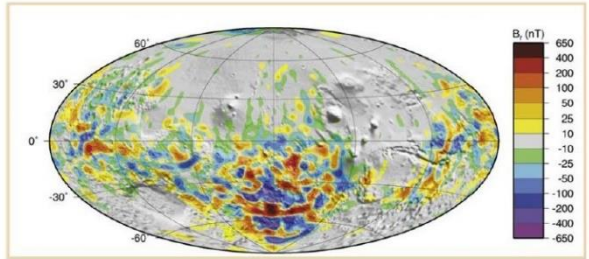
Când direcția curentului este inversată, câmpul magnetic își schimbă direcția.



Atunci când repetăm procesul cu pilitură de fier, acele desenează cercuri concentrice în jurul firului.

În cazul planetei Marte, imediat după formare (acum 4.45 miliarde de ani), planeta a avut un nucleu lichid destul de fierbinte încât mișcările de convecție să genereze un câmp magnetic ca acela de pe Pământ.

Nava spațială robotizată Mars Global Surveyor a detectat urmele unui vechi câmp magnetic. Într-adevăr Marte are, la fel ca și Terra, o crustă magnetică ce produce anomalii magnetice puternice.

Terra	Marte
<p>Puterea câmpului magnetic variază de la 20 μT la nivelul ecuatorului magnetic până la 70 μT la polurile magnetice (Langlais et al.[2010]). Variaza de-a lungul timpului și este bine știut faptul că au avut loc inversări ale polilor magnetici.</p> <div data-bbox="140 481 718 694">  </div> <p>Pe Pământ, lava se mișcă în direcția opusă câmpului magnetic actual, indicând faptul că în trecut au avut loc mai multe inversări ale polilor magnetici ai planetei.</p>	<p>Nava spațială MGS a identificat urme de remanență magnetică la suprafață și până la o altitudine de 400 km, un câmp magnetic ecuatorial variind între 20 și 65 nT (Langlais et al.[2010]) și a creat prima hartă a câmpului magnetic global al scoarței marțiene.</p> <div data-bbox="813 448 1404 705">  </div> <p>FIGURE 1.11 – Composante radiale du champ magnétique crustal de Mars (Langlais et al. [2004]).</p> <p>Aceste urme de magnetizare indică prezența unui câmp magnetic. Mai mult, orientarea câmpului magnetic demonstrează că acesta a fost prezent o perioadă destul de îndelungată încât să treacă printr-o inversare a polilor magnetici. Cele mai magnetizate regiuni sunt concentrate în regiunile deluroase sudice de odinioară, demonstrând faptul că a existat un câmp magnetic vreme de 500 de milioane de ani (Stevenson[2001]).</p>

11. Discuție pe baza rezultatelor și concluzii

Rezultatele obținute ne ajută să înțelegem geneza câmpului magnetic al unei planete telurice. Cercetătorii presupun că mișcările de convecție din interiorul nucleului lichid (fierul topit din centrul nucleului urcă până la granița cu mantaua, se răcește la contactul cu aceasta, apoi curge înapoi spre centru și se încălzește...) generează un curent electric care produce în schimb un câmp magnetic: aceasta este teoria dinamului.

Microcâmpurile magnetice create accidental în mediul înconjurător generează curentul electric care produce în schimb un câmp magnetic global...

12. Activități propuse în continuare

Misiunea InSight a imbarcat un magnetometru numit InSight Fluxgate (IFG), acesta va fi primul care va înregistra valorile magnetice direct de la suprafața planetei Marte. Instrumentul are o sensibilitate de 0,1 nano Tesla. Odată ce vom primi măsurătorile, vom putea observa urmele unui vechi câmp magnetic de pe Marte și le vom putea compara cu datele obținute din alte misiuni.

13. Pentru a afla mai multe (resurse adiționale pentru profesori)

- « Terra – operație pe cord deschis » 'Pour la Science' N°67 Avril – Iunie 2010

- Planeta Marte « Istoria unei alte lumi » Belin – François Forget, François Costard, Philippe Lognonné

Mișcarea de convecție în manta

1. Pb : Care sunt mecanismele ce stau la baza pierderii de căldură internă a planetelor Marte și Pământ?

Ipoteză: Se presupune că transportul și evacuarea căldurii au loc prin convecție.

2. Vârsta elevilor: 14 -17 ani

3. Obiective :

4. Materii principale:

Matematică – Fizică – Științele Pământului.

5. Materii adiționale:

Informatică: Procesarea imaginilor satelitare cu ajutorul software-ului Qgis pus la dispoziție gratuit

6. Timp necesar: 2h

7. Cuvinte cheie:

Convecție


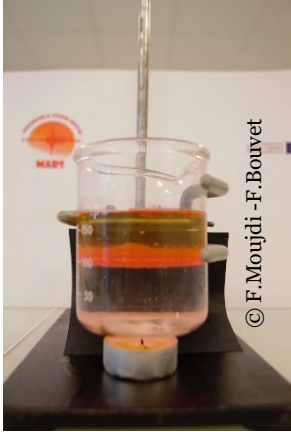
8. Context științific:

Dacă un corp este răcit de jos și încălzit de deasupra, zonele dense se vor afla la baza obiectului, zonele mai puțin dense la suprafață. Este un proces stabil, care nu va genera nici o mișcare. Dacă, pe de altă parte, un corp este încălzit de jos și răcit de deasupra, zonele dense se vor afla la suprafață, iar zonele rarefiate la baza obiectului. Apoi, materialul rece de la suprafață se va îndrepta în jos, iar materialul mai puțin dens de la bază va tinde către suprafață. Acesta este procesul de convecție termică.

9. Materiale :

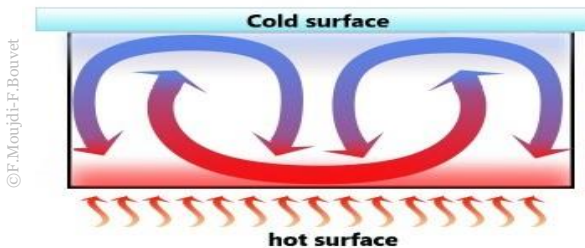
Modelarea convecției într-un singur strat	Modelarea convecției pe 2 straturi
- Pahar de laborator - Ulei - Cretă - Colorant	- Pahar de laborator - Ulei - Apă colorată

10. Proceduri:

Modelarea convecției într-un singur strat	Modelarea convecției pe 2 straturi
<p>Baza recipientului încălzit este mai fierbinte decât uleiul. Aceasta îi transferă căldură și substanța se încălzește treptat. Imediat ce devine mai caldă și mai puțin densă decât stratul superior, aceasta se ridică la suprafață. În timp ce se ridică, nu mai primește căldură, așadar temperatura rămâne aproape constantă. Atunci când ajunge la suprafață, substanța își pierde o parte din căldură și coboară fără a se mai răci deoarece nu mai pierde căldură în timp ce se scufundă.</p>  <p style="text-align: center;">Fig a :</p>	<p>Dacă două lichide imersibile sunt puse într-un vas (apă la suprafață și ulei pe fundul vasului) și sunt încălzite de deasupra, apa intră în convecție, se încălzește de la uleiul de deasupra, care la rândul lui intră în convecție.</p> <p>Se mai numește și “convecție în două etape”.</p>  <p style="text-align: center;">Fig b :</p>

11. Discuție pe baza rezultatelor și concluzii

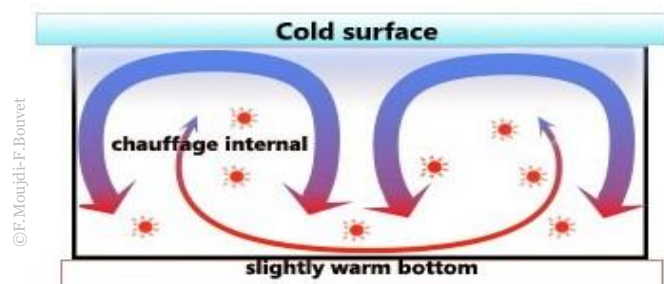
Convecția se întâmplă în trei scenarii posibile:



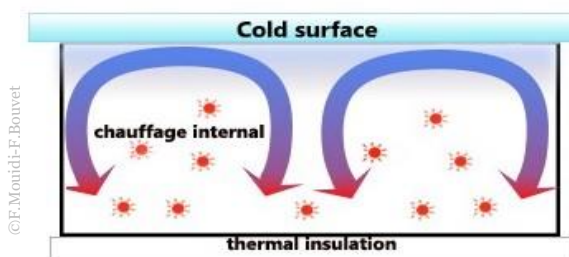
Stratul dens și rece se scufundă în timp ce stratul cald se ridică.

CLT: Strat Limită Termic

Nucleul eliberează o cantitate mică de căldură în comparație cu radioactivitatea mantalei, care eliberează mai multă căldură.



Pete roșii, fierbinți se formează în interiorul mantalei. Straturile limită termice (CLT) sunt cele care se scufundă fiind mai dense.



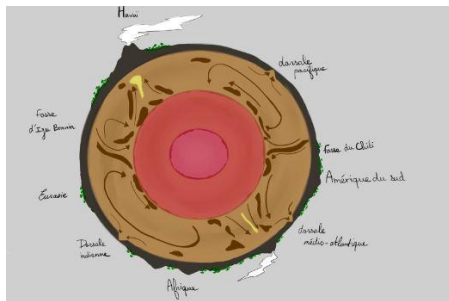
În primele 2 miliarde de ani, convecția din interiorul mantalei planetei Marte a fost foarte energetică, așa cum demonstrează prezența vulcanilor giganți.

Dar treptat, cele mai radioactive elemente au dispărut din manta, fie prin dezintegrare, fie pentru că s-au ridicat în scoarța planetei odată cu lava.

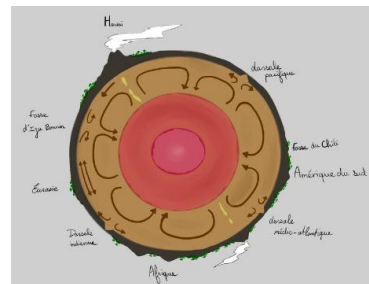
Convecția însă nu a dispărut. Scoarța în care sunt captate elementele radioactive funcționează ca o pătură ce încălzește suprafața. Înconjurându-se cu un strat din ce în ce mai dens, planeta Marte și-a închis mantaua sub un strat de materiale rigide, izolante: Litosfera. Marte are probabil o manta foarte fierbinte și un nucleu lichid. Misiunea InSight ne va furniza mai multe informații despre structura acestei planete.

Pe Pământ, aproape 40% din căldura produsă a fost concentrată în interiorul scoarței continentale. Teoriile cercetătorilor se împart în două modele de convecție termică:

1 strat de convecție (Fig. a)



2 straturi de convecție (Fig. b)



Convection in the mantle (Silver, Carlson, Nicolas) La planète Terre Ophrys

13. Pentru a afla mai multe (resurse adiționale pentru profesori)

- « Terra – operație pe cord deschis », Pour la Science' N°67 Avril – Iunie 2010
- Planeta Marte « Istoria unei alte lumi » Belin – François Forget, François Costard, Philippe Lognonné

Cât de mare este Sistemul nostru solar?

1. Introducere & Problema

Distanțele dintre diferitele planete ale Sistemul Solar sunt într-atât de mari încât pentru mulți elevi este greu să le compare cu distanțele zilnice cu care sunt obișnuiți. Această activitate are scopul de a îmbunătăți percepția elevilor despre raporturile spațiale dintre diversele planete din Sistemul Solar, cu precădere Marte și Terra. Elevii vor putea folosi obiecte din viața reală ce le va permite să coreleze și să calculeze proporții.

2. Vârsta elevilor 12 – 16 ani

3. Obiective

Elevii vor putea:

- calcula distanțele relative dintre planetele Sistemului Solar
- înțelege cât de mari sunt aceste distanțe
- calcula distanțe în raport cu dimensiunile planetelor
- dezvolta abilități de comunicare
- (opțional) folosi TIC pentru a obține o metodă semiautomată prin care să calculeze distanța dintre model și planete

4. Disciplinele principale

Științele Pământului

Matematică

5. Alte discipline

Fizică

6. Timp necesar

"45 minute + 15 minute pregătirea modelelor"

7. Cuvinte-cheie

Terra, Marte, Jupiter, distanțe interplanetare, măsurarea la scară

8. Materiale

- Centimetru (40 - 200m aprox.)
- Computer cu software-ul Google Earth™ sau un alt program similar care să permită măsurarea distanțelor
- Cartonase sau baloane
- Foarfece, riglă, creion
- (opțional): computer cu un program pentru analizarea informațiilor cuprinse în tabele/foi de calcul

9. Context științific

Folosirea modelelor este o bună strategie pentru a îmbunătăți abilitatea elevilor de a conștientiza distanțele absolute și relative dintre planete. Asemănarea modelelor făcute din materiale uzuale (baloane) cu lumea reală (planetele) este o punte în acest scop.

Tabelul de mai jos arată măsurătorile reale de care vor avea nevoie elevii ca să completeze activitatea:

	distanța orbitală medie	circumferința ecuatorului (km)
Mercur	57000227	15220
Venus	108209475	38024
Terra	149598262	40030,2
Marte	227943824	21296,9
Jupiter	778340821	439263,8
Saturn	1426666422	365882,4
Uranus	2870658186	159354,1
Neptun	4498396441	154704,6
Soare		4370005,6

Date obtinute de pe <https://solarsystem.nasa.gov/>

10. Proceduri

OBSERVAȚIE: Distanțele dintre planete sunt foarte mari, luați-le în calcul pentru a face un model la scală reală.



VARIANTA A: (o combinație cu activitatea “Take a selfie with Mars”)

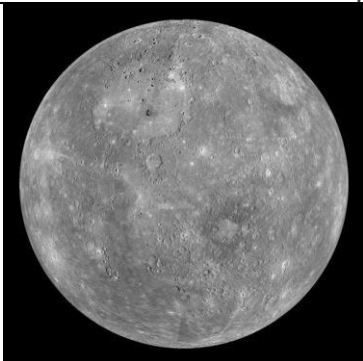

Dacă elevii au perechi de planete făcute din baloane la scală reală, propuneți-le să calculeze distanța reală dintre planetele pe care le-au făcut din baloane. Dacă distanțele și spațiul din școală vă permit să simulați modelul planetelor precedente la scală reală, încercați.

Este ușor să lucrezi cu planetele interne pentru că distanțele dintre ele sunt mai scurte decât cele dintre planetele externe. De exemplu: dacă studenții iau în calcul o circumferință de 9 cm pentru planeta Pământ și 5 cm pentru planeta Marte, distanța reală dintre ele este de 170 m. Pe de altă parte, dacă folosim planete externe de mărime similară, distanța dintre ele ar fi mult mai mare. De exemplu: pentru o circumferință de 7 cm a planetei Uranus și o circumferință de 6,8 cm a planetei Neptun, elevii ar trebui să le plaseze la 700 m depărtare unul de altul.

VARIANTA B:

Având la dispoziție un coridor de școală al cărei lungime o cunoști (ca exemplu, 40 m), mărimea planetelor ar fi extrem de mică. În cazul acesta, nu ai folosi baloanele ca model din cauza acestei mărimi foarte mici. Ai putea folosi cartonașe cu un desen al planetei făcut la scală. Este recomandat ca elevii să calculeze mărimile pe hârtie sau folosind un table excel. Pot face chiar și cartonașe cu planeta la scală și incluzând informații despre aceasta. Mai apoi, cartonașele pot fi fixate pe pereții coridorului.

Elevii pot lucra în grupe pentru a face cartonașele cu planete și pentru a descrie caracteristicile.

Mercur	
Profilul Planetei	Detalii despre planetă
Diametru: 4,879 km Masă: 3.29×10^{23} kg (0.06 din Terra) Luni: Nici una Distanța orbitală: 57,909,227 km (0.39 AU) Perioada orbitală: 88 zile T° de suprafață: -173 to 427°C Prima atestare: secolul 14 î.C.	Mercur nu are nici luni, nici inele. Mercur este cea mai mică planetă. Mercur este planeta cea mai apropiată de Soare. Greutatea ta pe Mercur ar fi 38% din greutatea ta pe Pământ. O zi pe suprafața lui Mercur înseamnă 176 zile terestre. Un an pe Mercur este echivalentul a 88 zile terestre. Nu se știe cine a descoperit planeta Mercur.
 <p>Sursă: NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington</p>	Mărimea planetei la scala reală a acestui sistem solar: Diametrul redus la scară: X,XX mm 

11. Discutarea rezultatelor și concluzii

Elevii înțeleg distanțele relative dintre planetele Sistemului Solar. Acest lucru facilitează înțelegerea Sistemului Solar ca un întreg.

Sunt încurajate cooperarea și munca în echipă.

12. Activități propuse în continuare

Dacă vreți să încercați varianta A a activității, ar fi bine să realizați mai întâi activitatea “Un selfie făcut de lander-ul InSight”. Cu toate acestea, cele două activități sunt independente.

13. Pentru a afla mai multe (resurse adiționale pentru profesori)

<https://solarsystem.nasa.gov/planets/overview/>

<https://space-facts.com/planets/>