Link: Plan de activități **Cât timp ar dura să ajungeți la exoplanetele alese?**

Odată cu descoperirea continuă de exoplanete, este doar o chestiune de timp până când vom identifica una în imediata apropiere care să prezinte semne de viață. În acel moment, atât misiunile spațiale cu echipaj uman, cât și cele fără echipaj uman vor fi esențiale pentru explorarea vieții extraterestre.

Până în prezent, cea mai rapidă navă spațială fără echipaj uman este New Horizons, care călătorește cu 58.540 km/h, în timp ce cea mai rapidă navă spațială cu echipaj uman este Apollo 10, atingând viteze de 39.900 km/h. În plus, cea mai rapidă navă spațială înregistrată vreodată este Parker Solar Probe, care utilizează puterea gravitațională a planetei Venus pentru a naviga în jurul Soarelui, atingând viteze uimitoare în apropierea coroanei Soarelui, depășind 692.000 km/h în 2025, stabilind astfel un nou record ca cel mai rapid obiect creat de om cu o marjă semnificativă. Mai mult, inginerii sunt optimiști cu privire la fezabilitatea construirii unei nave spațiale capabile să călătorească cu viteze mai mari de 1000 km/s.

Recapitulare:

- *Cum se calculează viteza?*

Pentru a calcula viteza, se ia deplasarea unui obiect (schimbarea poziției într-o anumită direcție) și se împarte la intervalul de timp necesar pentru deplasare, folosind formula v = Δs/Δt, unde „v" reprezintă viteza, „Δs" denotă deplasarea, iar „Δt" semnifică intervalul de timp. Rețineți că viteza cuprinde atât viteza, cât și direcția.

- *Cum se poate calcula intervalul de timp dacă se cunoaște viteza?*

https://scholar.exoplanet.eu/spip.php?article637&lang=en

Pentru a determina intervalul de timp din viteză, trebuie să se cunoască distanța (deplasarea) parcursă de obiect. Formula fundamentală este

Timp = Distanță / Viteză.

1. Măsurarea distanțelor în Sistemul Solar: Unitatea astronomică (UA)

   https://scholar.exoplanet.eu/spip.php?article635

Să explorăm călătoriile în sistemul nostru solar. Datorită vastității sale, astronomilor le este mai simplu să utilizeze *unități astronomice* (UA) - distanța medie de la Pământ la Soare. Această unitate, care măsoară distanțele în sistemul nostru solar, este definită cu precizie ca 149597870,691 metri, sau aproximativ 150 de milioane de kilometri, servind drept „reper" standard pentru planetele și corpurile cerești din apropiere.

Calculul 1: Cum puteţi determina timpul necesar navei spaţiale *New Horizons*, care călătoreşte cu o viteză de 58540 km/h, pentru a călători de la Pământ la Neptun, având în vedere că distanţa medie de la Pământ la Neptun este de 30 UA?

$$t1 = 30\ [AU] * 149597870{,}691\ [km/AU] / 58540\ [km/h] \approx 76664{,}4366\ [h].$$

Durata este semnificativă atunci când este măsurată în ore, aşa că este preferabil să fie exprimată în ani. Astronomii folosesc anul iulian, care este o durată precisă de exact 365,25 zile, utilizată pentru măsurarea intervalelor de timp mai degrabă decât a datelor calendaristice, şi este echivalentă cu 8766 ore (365,25 zile * 24 ore/zi). Această unitate standard garantează uniformitatea calculelor, spre deosebire de anii calendaristici care fluctuează, anul iulian fiind caracterizat ca 365 de zile plus şase ore.

$$t1 = 76664{,}4366\ [h]/\ 8766\ ani\ [h/Jy] \approx 8{,}7457\ [Jy].$$

Exerciţiul 1. Să explorăm distanţa în UA în Sistemul Solar (Fig. 1)

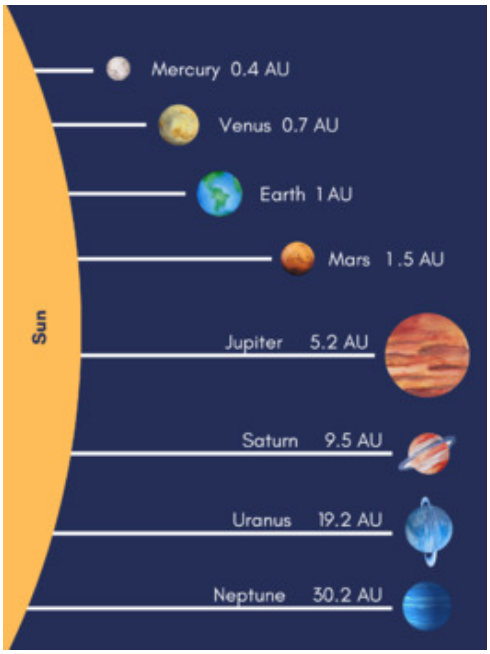


Fig. 1. Infografică a distanţelor (în unităţi astronomice) pentru fiecare planetă până la Soare în sistemul nostru solar (credit: https://www.teacherspayteachers.com/Product/Planetary-Distances-AU-8762025).

Notă. Instructorul poate solicita calcularea duratei necesare pentru a ajunge la o anumită planetă din sistemul nostru solar în UA.

2. Măsurarea distanţelor în Univers: an-lumină (a.l.)

Un *an-lumină* măsoară distanţe cosmice vaste, reprezentând distanţa parcursă de lumină într-un an terestru cu o viteză de 300000 km/s. Un an-lumină este aproximativ 9460730472580,8 km (aproximativ 9,46 trilioane de kilometri sau 63241 UA), deoarece spaţiul este prea imens pentru kilometri. Astronomii folosesc această unitate pentru a măsura distanţele până la stele, galaxii şi dincolo de ele, privind practic înapoi în timp, deoarece lumina pe care o vedem şi-a părăsit sursa cu mult timp în urmă.

Calculul 2: Să determinăm timpul necesar navei spaţiale *Apollo 10*, care călătoreşte cu o viteză de 39897 km/h, pentru a călători de la Pământ la cea mai apropiată stea de Pământ, după Soarele nostru, *Proxima Centauri*, parte a sistemului triplu stelar *Alpha Centauri*, situat la aproximativ 4,24 ani-lumină distanţă.

$$t2 = 4{,}24 \text{ [a.l.]} * 9460730472580{,}8 \text{ [km/a.l]} / 39897 \text{ [km/h]}.$$
$$t2 \approx 1005426403{,}0815 \text{ [h]}$$

Schimbăm în ani [Jy]:

$$t2 \approx 1005426403{,}0815 \text{ [h]} \ / 8766 \text{ [h/Jy]} \approx 114696{,}1445 \text{ [Jy]}.$$

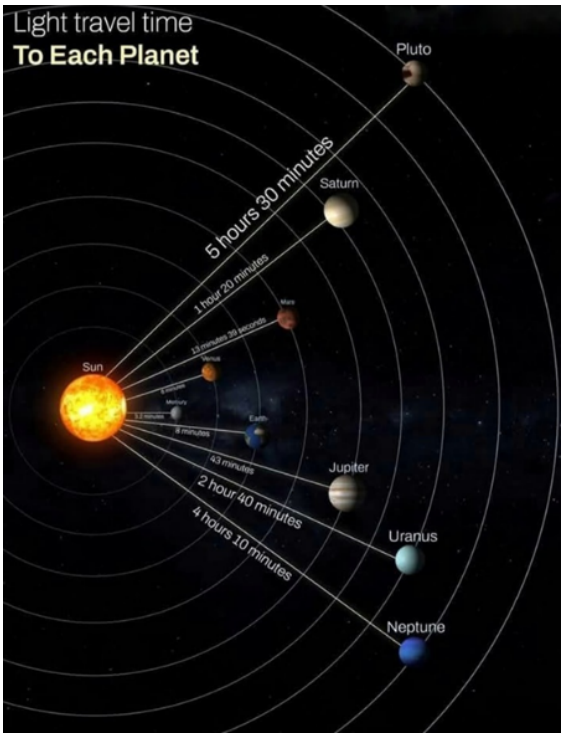


Fig. 2. Timpul de călătorie al luminii către fiecare planetă (Credit: https://www.youtube.com/shorts/W2Eq_q8HJQ8)

Notă. Instructorul ar putea solicita calcularea duratei necesare pentru a ajunge la o anumită planetă din sistemul nostru solar în ani-lumină [a.l.], ore-lumină [h.l.], minute-lumină [m.l.], secunde-lumină [s.l.].

Conversia este:

$$1 \text{ a.l.} = 8766 \text{ h.l.} = 525960 \text{ m.l.} = 31557600 \text{ s.l.}$$

Examplu: Distanţa Pământ-Uranus este 30 [UA] ≈ 30 [UA] / 63241 [a.l.] ≈ 0.00047438 [a.l.] * 8766 [h.l./a.l.] ≈ 4,1584 [h.l.] ≈ 4 [h.l.] + 0.1584 [h.l.] * 60 [m.l./h.l.] ≈ 4 [h.l.] 10 [m.l.].

Asta înseamnă că lumina are nevoie de 4 ore şi 10 minute pentru a călători de la Neptun la Pământ.

3. Măsurarea distanţelor în Univers: parsec (pc)
Astronomii profesionişti folosesc *parsec*, care este unitatea de măsură pentru exprimarea distanţelor până la stele şi galaxii. Acesta reprezintă distanţa de la Soare la un obiect ceresc, de la care raza medie a orbitei Pământului (o Unitate Astronomică - UA) se vede sub un unghi de o arcsecundă (1" de paralaxă). Un parsec este egal cu 3,26 ani-lumină, ceea ce reprezintă aproximativ $3{,}09 \times 10^{13}$ km.

Calcul 3. Să determinăm timpul necesar sondei spaţiale *Parker Solar Probe*, care călătoreşte cu o viteză de 692000 km/h, pentru a călători de la Pământ la steaua *Proxima Centauri*, situată la aproximativ 1,30 parseci distanţă.

$$t3 = 1{,}30\ [pc] * 3{,}09\times10^{13}\ [km/pc] / 692000\ [km/h] \approx 5{,}8\times10^{7}\ [h]$$

Schimbăm în ani [Jy]:

$$t3 = 5{,}8\times10^{7}\ [h] / 8766\ [h/Jy] \approx 6622\ [Jy]$$

Exerciţiul 3: Să explorăm distanţa în parseci în Univers.

- *Proxima Centauri*, cea mai apropiată stea cunoscută de Pământ, alta decât Soarele, se află la aproximativ 1,3 parseci (4,24 a.l.) distanţă.
- Distanţa până la roiul deschis *Pleiade* este de 130±10 pc (420±30 a.l.).
- *Centrul Căii Lactee* se află la mai mult de 8 kiloparseci (8000 pc = 26000 a.l.) de Pământ, iar *Calea Lactee* are aproximativ 34 kiloparseci (110000 a.l.) în diametru.
- *Galaxia Andromeda* (M31) se află la aproximativ 780 kpc = 0,78 Mpc (megaparsec) sau 2,5 milioane a.l. distanţă de Pământ.
- *Virgo Cluster*, cel mai apropiat roi mare de galaxii, se află la aproximativ 16,5 Mpc (54 milioane a.l.) de Pământ.
- Filamentul galaxiei *Hercules – Marele Zid Corona Borealis*, care este cea mai mare structură cunoscută din Univers, are un diametru de aproximativ 3 Gpc (gigaparsec) sau 9,8 miliarde de a.l.

Notă: Instructorul poate solicita calcularea duratei necesare pentru a ajunge la o anumită stea din galaxia noastră în pc.

4. Evaluarea duratei de timp pentru a ajunge la o exoplanetă selectată.
Câţi ani ar fi necesari pentru a călători la o exoplanetă selectată din baza de date exoplanet.eu la această viteză?

Calculul 4: Alegeţi o exoplanetă (https:// scholar.exoplanet.eu/spip.php?article337&lang=en) din baza de date https://scholar.exoplanet.eu/spip.php?rubrique2&lang=ro şi localizaţi distanţa în

parseci (pc) sub Stea (Informaţii de bază). Acum, că aveţi distanţa şi vitezele sunt furnizate mai sus, puteţi calcula intervalul de timp folosind formula fundamentală:

$$\text{Timp} = \text{Distanţă} / \text{Viteză}$$

Notă: Viteza este furnizată în kilometri pe secundă (km/s), în timp ce distanţa este în parseci [pc], iar timpul trebuie exprimat în ani.

Exerciţiul 4. Alegem din baza de date: exoplaneta *Proxima Centauri b*. Distanţa dată este de 1,295 pc. Şi voi folosi viteza propusă de ingineri, şi anume 1000 km/s. Astfel,

$$t4 = 1{,}295\ [pc] * 3{,}09\times10^{13}\ [km/pc]/\ 1000\ [km/s] = 4{,}00155\times10^{10}\ [s]$$

Schimbăm în ani:

$$t4 = 4{,}00155\times10^{10}\ [s]/\ (3600*8766)\ [s/Jy] \approx 1268\ [Jy].$$