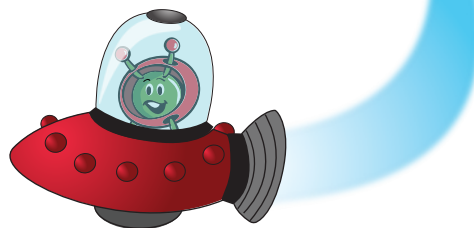


Să învățăm prin spațiu

→ DE CE EXISTĂ DEȘEURI ÎN SPAȚIU?





Informații esențiale	page 3
Introducere	page 5
Activitatea 1: Coliziuni în Spațiu	page 6
Activitatea 2: Cât de mari sunt Deșeurile Spațiale?	page 9
Fișă de lucru pentru elevi: Activitatea 1	page 12
Fișă de lucru pentru elevi: Activitatea 2	page 14

SĂ ÎNVĂȚĂM PRIN SPAȚIU - De ce există deșeuri în spațiu | PR51
www.esa.int/education

Biroul pentru Educație al ESA așteaptă cu interes feedbackul și comentariile dumneavoastră la adresa: teachers@esa.int

O producție ESA Education, realizată în colaborare cu ESERO UK
Copyright © European Space Agency 2021



DE CE EXISTĂ DEȘEURI ÎN SPAȚIU?

Informații esențiale

Discipline: Matematică, Fizică

Grupa de vârstă: 7–11 ani

Tip: Activitate pentru elevi

Nivel de dificultate: Ușor

Durata necesară: 2 ore și 30 de minute

Cost: Redus (0–10 euro)

Locul desfășurării: În interior sau în aer liber, în sala de clasă sau în sala de sport

Include utilizarea: unor materiale pentru activități practice (carton), bile, mingi mici, chipsuri

Cuvinte-cheie: materiale, forțe, Pământ și spațiu, Sistemul Solar, orbită, forțe de contact, coliziune, frecare, impact, deșeuri spațiale, gravitație

Scurtă descriere

În prima activitate, elevii vor investiga modul în care coliziunile dintre obiecte pot produce alte impacturi. În cea de-a doua activitate, vor investiga în continuare modul în care astfel de impacturi pot determina fragmentarea unor materiale în numeroase particule.

Aceste activități pot fi desfășurate separat sau combinate, pentru a permite o învățare progresivă.



Obiective de învățare

La finalul acestor activități, elevii vor putea să...

- Să înțeleagă că ciocnirile dintre obiectele aflate pe orbita Pământului pot duce la producerea mai multor ciocniri.
- Să înțeleagă că sateliții ard la reintrarea în atmosfera Pământului.
- Să înțeleagă că impacturile repetate duc la creșterea cantității de deșeuri spațiale.
- Să fie capabili să lucreze în mod științific, realizând observații atente și identificând tipare și relații.

Criterii de reușită

În cadrul acestor activități, elevii își vor demonstra capacitatea de a...

- Să colecteze și să înregistreze date pe baza propriilor observații și măsurători.
- Să formuleze predicții pe baza rezultatelor preliminare și să conceapă teste suplimentare.
- Să facă legătura între rezultatele obținute și problema științifică analizată.

Rezumatul activităților

Titlu	Descriere	Rezultate	Cerințe None	Timp
1.Ciocniri în spațiu	Elevii vor simula coliziuni între deșeuri spațiale și sateliți și vor observa că o singură coliziune poate duce la producerea mai multor coliziuni.	Elevii vor învăța că ciocnirile dintre obiectele aflate pe orbita Pământului pot duce la producerea mai multor ciocniri și că sateliții ard la reintrarea în atmosfera Pământului.	Niciuna	1 oră
2.Cât de mari sunt deșeurile spațiale?	Elevii vor investiga modul în care coliziunile cu deșeurile spațiale pot determina fragmentarea anumitor materiale în numeroase bucăți.	Elevii vor învăța că impacturile repetate duc la creșterea cantității de deșeuri spațiale. De asemenea, vor învăța să lucreze în mod științific, realizând observații atente și identificând tipare și relații.	Niciuna	1.5 ore



INTRODUCERE

Oamenii trimit sateliți în spațiu de zeci de ani. Aceste misiuni ne permit să obținem mai multe informații despre Soare, Pământ și alte planete și să explorăm regiunile îndepărtate ale spațiului, unde se află găuri negre, stele și galaxii îndepărtate. Există, de asemenea, sateliți de comunicații, sateliți meteorologici și Stația Spațială Internațională.

Dar ce se întâmplă cu un satelit după ce și-a îndeplinit misiunea? El continuă să se deplaseze pe orbită în jurul Pământului! Deșeurile spațiale sunt obiectele create de oameni care orbitează în jurul Pământului dar care nu mai au o utilitate. Printre acestea se numără obiecte de mari dimensiuni, precum sateliții care nu mai funcționează, dar și obiecte mai mici, cum ar fi particule de vopsea desprinse de pe diverse obiecte spațiale.

Deșeurile spațiale reprezintă o amenințare tot mai mare pentru vehiculele spațiale și sateliții aflați în funcțiune – cu cât se acumulează mai multe deșeurile, cu atât crește probabilitatea producerii unei coliziuni. Oamenii de știință monitorizează permanent fragmentele mari de deșeurile spațiale (cu dimensiuni mai mari de 10 cm), folosind telescoape spațiale, pentru a evalua riscul pe care acestea îl prezintă. Atunci când este posibil, se iau măsuri pentru a proteja sateliții și vehiculele spațiale. Stația Spațială Internațională efectuează uneori „manevre de evitare” pentru a preveni deteriorarea provocată de deșeurile spațiale.

Cu toate acestea, există milioane de fragmente de deșeurile spațiale prea mici pentru a putea fi monitorizate de oamenii de știință, iar numărul acestora crește rapid. Cantitatea de deșeurile spațiale aflate pe orbita Pământului a ajuns la un nivel pe care nu îl mai putem ignora, iar situația se va agrava dacă nu luăm măsuri. Programul Clean Space al Agenției Spațiale Europene (ESA) urmărește nu doar să reducă la minimum deșeurile generate de viitoare misiuni spațiale, ci și să contribuie activ la reducerea deșeurilor deja aflate pe orbită.

ȘTIAȚI CĂ?

Pe măsură ce au loc tot mai multe coliziuni, deșeurile spațiale se fragmentează în bucăți din ce în ce mai mici. Prin urmare, fragmentele mici de deșeurile spațiale sunt mult mai numeroase decât cele mari. Modelele statistice estimează că, în jurul Pământului, orbitează următoarea cantitate de deșeurile spațiale:

Din noiembrie 2021:

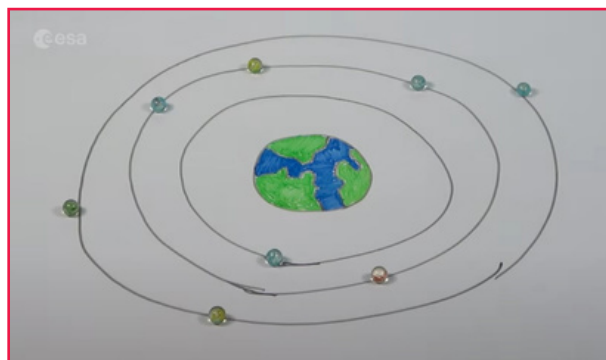
- 36 500 de obiecte cu dimensiuni mai mari de 10 cm
- 1 000 000 de obiecte cu dimensiuni cuprinse între 1 și 10 cm
- 330 de milioane de obiecte cu dimensiuni cuprinse între 1 mm și 1 cm

ACTIVITATEA 1 – CIOCNIRI ÎN SPAȚIU

În cadrul acestei activități, elevii vor simula coliziuni între deșeuri spațiale și sateliți și vor observa că o singură coliziune poate duce la producerea mai multor coliziuni. Videoclipul care prezintă această activitate poate fi vizionat [aici](#).

Echipament

- Bile sau mingi (până în 100)
- O coală mare de hârtie
- Markere sau cretă
- Fișa de activitate 1 (opțional)



PREGĂTIRI ÎN AVANS

Desenați 5 orbite circulare concentrice pe o coală mare de hârtie. Desenați Pământul în centru. Ca alternativă, puteți desena orbitele cu cretă pe podeaua sălii de sport sau pe terenul de joacă.

Exercițiu

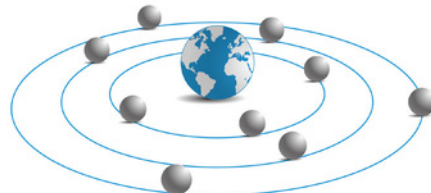
Purtați o discuție cu întreaga clasă pornind de la următoarele aspecte:

• *Ce se întâmplă atunci când aruncați ceva la coșul de gunoi? Unde ajunge? Puteți alege să le arătați elevilor o imagine a unui depozit de deșeuri.*

• *Ce se întâmplă cu deșeurile din spațiu? Ce fel de obiecte ar putea fi considerate „deșeuri spațiale”?*

• *Puteți alege să le arătați elevilor imaginea de la începutul acestei resurse, care prezintă deșeurile spațiale aflate pe orbita Pământului.*

Încurajați elevii să se gândească la modul în care sunt generate deșeurile pe Pământ – atunci când oamenii nu mai au nevoie de un obiect, îl aruncă și, dacă acesta nu este reciclat, ajunge într-un depozit mare de deșeuri. Explicați-le că un lucru similar se întâmplă și în spațiu – dacă deșeurile spațiale nu sunt îndepărtate, acestea rămân pe orbita Pământului, poluând spațiul din jurul nostru.



Urmăriți animația Paxi. Videoclipul arată de ce este necesar să abordăm problema deșeurilor spațiale. Paxi îi conduce pe copii în orbita joasă a Pământului (LEO), la 500–2 000 km deasupra Pământului. Acolo, el descoperă un adevărat ambuteiaj format din sateliți (antropomorfizați), care uneori se ciocnesc între ei. Situația este haotică.

Opriti videoclipul după ce ați văzut sateliții certându-se.

Apoi, reuniți elevii pentru demonstrația privind coliziunile. Așezați bilele sau mingile în grupuri mici pe orbitele circulare pregătite în prealabil. Explicați-le că bilele sau mingile reprezintă sateliți și obiecte care formează deșeurile spațiale. Poate fi util să folosiți bile de o anumită culoare pentru deșeurile spațiale și de altă culoare pentru sateliții activi. Dacă acest lucru nu este posibil, puteți desena mici cercuri în jurul bilelor care reprezintă „sateliții”. Demonstrați că, atunci când împingeți o bilă (care reprezintă o bucată de deșeu spațial) în grupurile de bile, au loc coliziuni care produc coliziuni secundare.

Încurajați elevii să participe la lansarea bilei și să anticipeze unde ar putea avea loc coliziunile atunci când direcția sau forța lansării este modificată.

Discuție

Reuniți elevii și purtați o discuție despre ceea ce au învățat în cadrul acestei activități. Printre aspectele care pot fi abordate se numără:

- În această activitate, bilele au putut trece peste imaginea Pământului. Ce cred elevii că s-ar întâmpla dacă un satelit real sau o bucată de deșeu spațial ar începe să cadă spre Pământ? Cred ei că acest lucru ar fi un lucru bun sau rău?

Explicați-le elevilor că sateliții sunt proiectați astfel încât să ardă la reîntrarea în atmosfera Pământului. Atmosfera Pământului poate fi considerată o „bulă” de aer care ne înconjoară – deoarece trăim în interiorul acestei bule, putem respira. Acest „înveliș de aer” prezintă mult mai multă frecare decât spațiul cosmic, iar această frecare determină arderea deșeurilor spațiale la reîntrarea în atmosferă. Explicați-le că, în general, faptul că deșeurile spațiale cad prin atmosferă este un lucru bun, deoarece, dacă acestea ard, nu vor ajunge să afecteze viața de pe Pământ.

- De fiecare dată când elevii împing o bilă în cadrul acestei activități, ce ar putea reprezenta acest lucru în cazul deșeurilor spațiale?

Explicați că „împingerea” poate reprezenta ieșirea unei bucăți de deșeu spațial de pe orbită. În realitate, acest lucru ar fi cauzat de nivelurile scăzute ale frecării întâlnite pe orbita joasă a Pământului (la marginile exterioare ale „învelișului de aer”).

- Ce observă atunci când o bucată de „deșeu spațial” lovește un „satelit”?

Elevii ar trebui să observe că satelitul este scos de pe orbită. Explicați-le că, în realitate, ar fi nevoie de o bucată mare de deșeu spațial pentru a produce un astfel de efect, motiv pentru care oamenii de știință monitorizează deșeurile cu dimensiuni mai mari de 10 cm. Mai frecvent, deșeurile spațiale determină desprinderea unor componente ale sateliților, după cum se va demonstra în Activitatea 2.

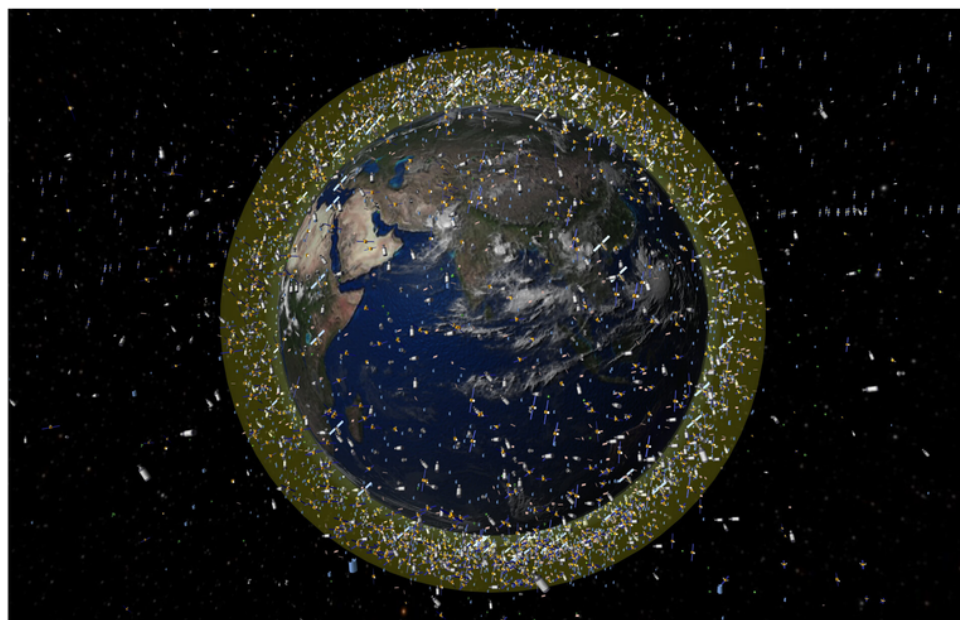
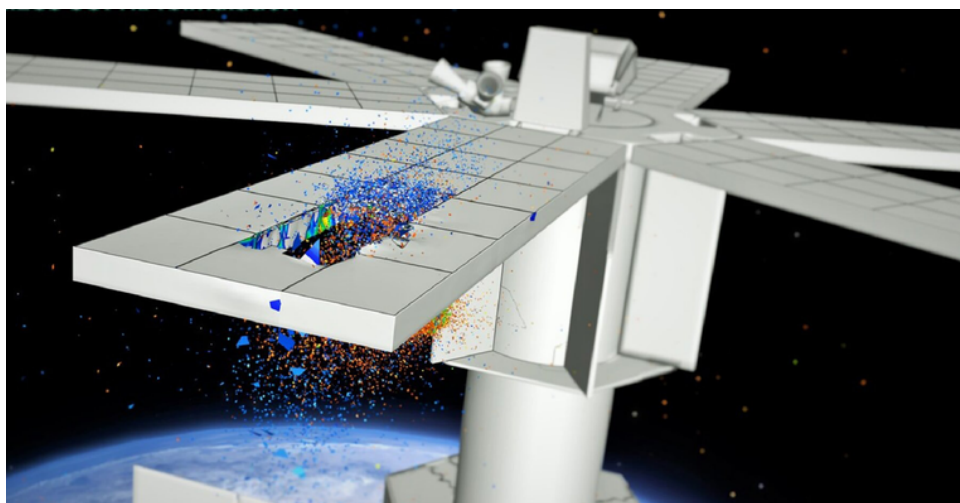
În concluzie, o coliziune izolată duce, în general, la producerea altor coliziuni, care pot avea efecte diferite.



Explicați-le elevilor că oamenii de știință investighează efectele coliziunilor dintre obiecte folosind simulări pe calculator și prin teste fizice de impact. ESA dispune de o stație de testare în care oamenii de știință studiază efectele impacturilor asupra materialelor utilizate pentru vehicule spațiale sau sateliți, pentru a se asigura că acestea îndeplinesc standardele stricte necesare misiunilor spațiale.

ȘTIAȚI CĂ?

Prin această activitate încercăm să simulăm efectul Kessler. Este o teorie propusă de Donald Kessler, expert NASA în domeniul deșeurilor spațiale. Coliziunile succesive pot declanșa reacții în lanț care implică sateliți și alte obiecte aflate pe orbita Pământului – acesta este efectul Kessler. Cu toate acestea, efectul Kessler poate fi împiedicat dacă sunt îndepărtate suficiente deșeuri spațiale de pe orbitele esențiale.

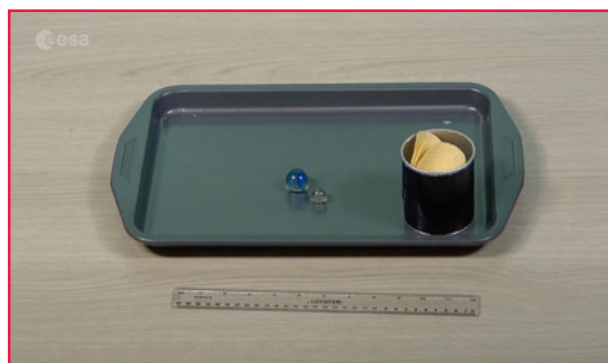


ACTIVITATEA 2 – CÂT DE MARI SUNT DEȘEURILE SPAȚIALE?

În cadrul acestei activități, elevii vor investiga modul în care coliziunile cu deșeurile spațiale pot determina fragmentarea anumitor materiale în numeroase bucăți. Videoclipul care prezintă această activitate poate fi vizionat [aici](#).

Echipament

- Bilă
- Chipsuri
- Tavă adâncă sau cutie cu margini înalte
- Riglă
- Fișa de activitate 2

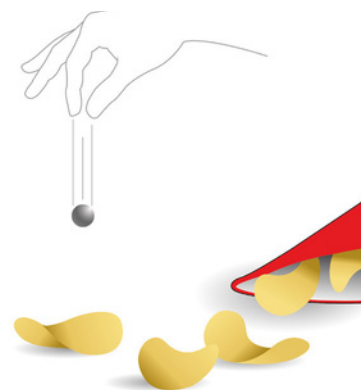


Exercițiu

Instruiți elevii să își pregătească stația de testare. Aceasta ar trebui să presupună eliberarea unei zone în care să fie efectuate testele și așezarea unor foi de ziar pe podea, pentru a facilita curățarea după experiment. Grupele trebuie să formuleze o predicție cu privire la ceea ce cred că se va întâmpla și să explice de ce.

Elevii ar trebui să efectueze câteva teste preliminare de cădere înainte de a începe investigația, pentru a stabili înălțimea de cădere cea mai potrivită. Încurajați-i să găsească o modalitate de a sorta sau separa fragmentele de chipsuri în trei grupe.

Instruiți elevii să lase bila să cadă de trei ori pe aceeași bucată de chips. După fiecare cădere, elevii trebuie să numere bucățile rezultate, clasificându-le în funcție de dimensiune (< 1 cm, $1-5$ cm, > 5 cm) și să înregistreze rezultatele. Elevii pot alege propriul mod de înregistrare a datelor sau pot utiliza tabelul pus la dispoziție în Fișa de activitate 2.



Tabelul 1 prezintă un exemplu de date colectate în urma testelor de impact.

Numărul de bucăți după fiecare cădere				
Cădere de la 25cm	<1cm	1-5cm	>5cm	Total
1	2	2	1	5
2	10	2	1	13
3	13	3	1	17

7

Discuție

Prezentați rezultatele testelor făcute de fiecărui grup și rugați elevii să le compare. În cadrul discuției, pot fi abordate următoarele aspecte:

- Ce a observat fiecare grup/clasa? Există un tipar în rezultatele obținute?
- Ce se întâmplă cu numărul de fragmente pe măsură ce crește numărul impacturilor?
- Explicați-le elevilor că, cu cât au loc mai multe coliziuni, cu atât se formează mai multe fragmente de deșeuri spațiale. În plus, cu cât sunt produse mai multe particule, cu atât crește riscul producerii unor noi coliziuni.
- Ce recomandări le-ar face oamenilor de știință și inginerilor care proiectează sateliți și vehicule spațiale?
- Ce tipuri de materiale consideră că ar fi potrivite? De ce?

Urmăriți primul minut al acestei animații



Extindere

Elevii pot extinde testele de impact prin:

- **Modificarea înălțimii de la care este lăsată să cadă bila**
- lăsarea bilelor să cadă de la înălțimi diferite poate fi asociată cu ciocnirea deșeurilor spațiale la viteze diferite - cu cât bila este lăsată să cadă de la o înălțime mai mare, cu atât va lovi chipsul cu o viteză mai mare.
- **Modificarea masei bilei**
- utilizarea unor bile cu mase diferite poate reprezenta fragmente de deșeuri spațiale mai ușoare sau mai grele care se ciocnesc de sateliți.
- **Modificarea materialului testat**
- utilizarea unui alt material pentru test poate evidenția faptul că unele materiale se fragmentează mai ușor decât altele. Prin urmare, oamenii de știință trebuie să fie atenți atunci când aleg materialele din care sunt construiți sateliții.
- **Modificarea numărului de straturi de material sau a numărului de chipsuri**
- utilizarea mai multor straturi ale materialului testat poate fi o modalitate bună de a arăta de ce sunt folosite straturi multiple în construcția sateliților - Ce se întâmplă atunci când un strat mai rezistent este așezat peste un strat mai fragil?
- **Proiectarea unei noi metode de testare a impactului**
- oamenii de știință și inginerii caută permanent să își testeze proiectele în cât mai multe moduri, deoarece teste diferite pot evidenția puncte forte sau deficiențe diferite.

Atunci când investighează fiecare dintre variabilele de mai sus, elevii trebuie să se gândească la modul în care aceste modificări s-ar putea raporta la deșeurile spațiale.



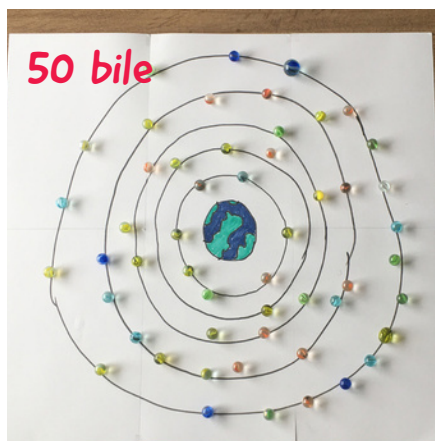
FIȘĂ DE LUCRU PENTRU ELEVI

ACTIVITATEA

I

Vei rostogoli un „deșeu spațial” (o bilă) către Pământ pentru a investiga coliziunile în lanț. Faceți fotografii înainte și după fiecare dintre cele 3 teste de impact: unul cu 10 bile pe orbită, unul cu 50 de bile și unul cu 100 de bile, apoi notează rezultatele în tabelul de mai jos.

Notă: Dacă nu aveți suficiente bile, ajustați valorile din tabel și utilizați numărul de bile disponibile. Rețineți că diferența dintre numărul de coliziuni nu va fi la fel de evidentă atunci când sunt utilizate mai puține bile.



Numărul de sateliți (bile) de pe orbită	Poză înainte	Poză după
10		
50		
100		

1. Ce observați în legătură cu numărul de coliziuni în raport cu numărul de sateliți aflați pe orbită?

2. Folosiți cunoștințele dobândite în cadrul acestei activități pentru a explica de ce deșeurile spațiale reprezintă o problemă.



FIȘĂ DE LUCRU

2

Lăsați o bilă să cadă de trei ori pe același chips. După fiecare cădere, numărați câte bucăți de fiecare dimensiune există. Înregistrați rezultatele în tabelul de mai jos.

Numărul de bucăți după fiecare cădere				
Cădere de la ___ cm	<1cm	1-5cm	>5cm	Total
1				
2				
3				

1. Ați observat vreun tipar în rezultatele obținute?

2. Ce concluzii puteți trage? Gândiți-vă la ce se întâmplă cu numărul de bucăți pe măsură ce crește numărul impacturilor.

