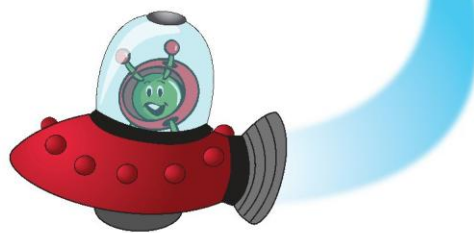


Tanítsunk a világűrrel!

→ MIÉRT VAN SZEMÉT A VILÁGŰRBEN?





Alapadatok	3. oldal
Bevezetés	5. oldal
1. tevékenység: Ütközések a világűrben	6. oldal
2. tevékenység: Mekkora az űrszemétdarabok?	9. oldal
Tanulói munkalap: 1. tevékenység	12. oldal
Tanulói munkalap: 2. tevékenység	14. oldal

TANÍTSUNK A VILÁGŰRREL! – Miért van szemét a világűrben? | PR51
www.esa.int/education

Az Európai Űrügynökség (ESA) Oktatási Irodája örömmel fogadja a visszajelzéseket és észrevételeket: teachers@esa.int

Az Európai Űrügynökség oktatási programja együttműködésben az Európai Űrügynökség Oktatási Erőforrás Iroda (ESERO) Egyesült Királysággal
Copyright © Európai Űrügynökség 2021

MIÉRT VAN SZEMÉT A VILÁGŰRBEN?

Alapadatok

Tantárgy: matematika, fizika

Korosztály: 7–11 év

Típus: tanulói tevékenység

Nehézségi fok: könnyű

Tanítási idő: 2,5 óra

Költség: alacsony (0–10 euró)

Helyszín: beltér vagy szabadter, tanterem, iskolai aula

Eszközök: kézműves anyagok (kartonpapír), üveggolyók, kis labdák, chips

Kulcsszavak: anyagok, erők, Föld és világűr, naprendszer, Föld körüli pálya, erők, érintkezés, összeütközés, súrlódás, ütközés, szemét, gravitáció

Rövid ismertetés

Az első tevékenység során a gyerekek azt vizsgálják meg, hogy a tárgyak összeütközése hogyan okozhat további ütközéseket. A második tevékenység folyamán azt vizsgálják meg, hogy az ilyen ütközések eredményeképpen hogyan törhetnek bizonyos anyagok sok kis részre.

A tevékenységek végezhetők külön vagy együtt, a progresszív tanulás érdekében.



Tanulási célok

A tevékenységek elvégzése után a tanulók...

- megtudják, hogy a Föld körüli pályán mozgó tárgyak összeütközése további ütközésekhez vezethet
- tudni fogják, hogy a műholdak elégnek, amikor visszatérnek a Föld légkörébe
- tudni fogják, hogy az ismétlődő ütközések növelik az űrszemét mennyiségét
- képesek lesznek tudományos módszerrel dolgozni azáltal, hogy gondos megfigyeléseket végeznek, mintázatok és összefüggéseket keresnek

Sikerkritériumok

A tevékenységek során a tanulók megmutatják, hogy képesek...

- adatokat gyűjteni és rögzíteni saját megfigyeléseikből és méréseikből
- előrejelzéseket készíteni az előzetes eredmények alapján, valamint további tesztek összeállítását
- az eredményeket az adott tágabb tudományos kérdéshez kapcsolni

A tevékenységek áttekintése

Cím	Leírás	Eredmény	Előkövetelmény	Időtartam
1.Ütközések a világűrben	A tanulók a szemét és a műholdak összeütközését modellezzik, és megfigyelik, hogy egy ütközés hogyan vezethet további ütközésekhez.	A tanulók megtudják, hogy a Föld körüli pályán mozgó tárgyak összeütközése további ütközésekhez vezethet, és hogy a műholdak elégnek, amikor visszatérnek a Föld légkörébe.	Nincs	1 óra
2. Mekkora az űrszemétdarabok?	A tanulók megvizsgálják, hogy az űrszeméttel való ütközés eredményeként hogyan törhetnek bizonyos anyagok sok darabra.	A tanulók megtudják, hogy az ismétlődő ütközések növelik az űrszemét mennyiségét. Megtanulnak tudományos módszerrel dolgozni azáltal, hogy gondos megfigyeléseket végeznek, mintázatok és összefüggéseket keresnek.	Nincs	1,5 óra



BEVEZETÉS

Az emberek évtizedek óta küldenek műholdakat a világűrbe. Ezeknek a küldetéseknek köszönhetően új ismereteket szerezhetünk a Napról, a Földről és más bolygókról, és messzire tekinthetünk a világűrbe, hogy megismerjük a fekete lyukakat, távoli csillagokat és galaxisokat. Léteznek távközlési műholdak és meteorológiai műholdak, és ott van a Nemzetközi Űrállomás is. De mi történik azzal a műholddal, ami már elvégezte a feladatát? Továbbra is a Föld körül kering! Űrszemétnek azokat a Föld körül keringő, ember alkotta tárgyakat nevezzük, amelyeknek már nem lehet hasznát venni. Vannak ezek között nagy méretű tárgyak, mint a már nem működő műholdak, és kisebbek, például festékdarabkák.

Az űrszemét egyre nagyobb veszélyt jelent az űrhajókra és a működő műholdakra – minél több az űrszemét, annál nagyobb az esélye az ütközésnek. A tudósok űrtávcsövekkel folyamatosan figyelik a nagyobb (10 cm-nél nagyobb) űrszemétdarabokat, hogy megállapítsák, mekkora veszélyt jelentenek. Ha lehet, lépéseket tesznek a műholdak és az űrhajók védelme érdekében. A Nemzetközi Űrállomás időnként „kitérő manővert” hajt végre, hogy elkerülje az űrszemét okozta károsodást.

Ugyanakkor több millió olyan űrszemétdarab van, amelyet kis mérete miatt a tudósok nem tudnak nyomon követni, és ezek száma gyorsan emelkedik. A Föld körül keringő űrszemét mennyisége mostanra elérte azt a pontot, amikor már muszáj foglalkozni vele, és ha nem teszünk valamit, a helyzet csak rosszabb lesz. Az Európai Űrügynökség (ESA) Tiszta űr programjának célja, hogy minimalizálja az űrbeli küldetések során a jövőben keletkező űrszemét mennyiségét, és aktívan tegyen a már jelenleg is a Föld körül keringő űrszemét mennyiségének csökkentéséért.

TUDDAD?

Ahogy egyre több ütközés történik, az űrszemét egyre kisebb darabokra törik szét. Emiatt gyakoribb a kis méretű űrszemét, mint a nagyobb darabok. Statisztikai modellekkel becsléseket készítettek a Föld körül keringő űrszemét mennyiségéről.

Ezek szerint az űrszemét mennyisége 2021 novemberében:

36 500 db 10 cm-nél nagyobb tárgy

1 000 000 db 1 és 10 cm közötti tárgy

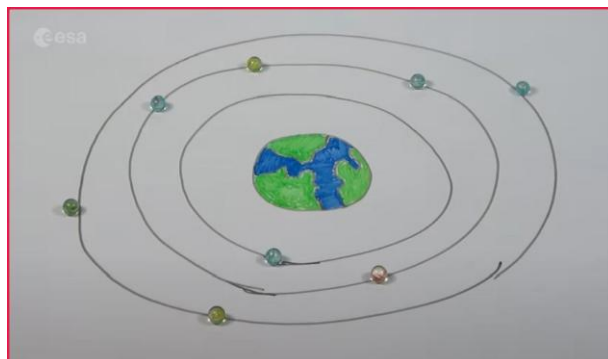
330 millió db 1 mm és 1 cm közötti tárgy

1. TEVÉKENYSÉG – ÜTKÖZÉSEK A VILÁGŰRBEN

A tevékenység során a tanulók a szemét és a műholdak összeütközését modellezzik, és megfigyelik, hogy egy ütközés hogyan vezethet további ütközésekhez. A tevékenység videóját [itt](#) lehet megtekinteni.

Eszközök

- Üveggolyók vagy labdák (legfeljebb 100)
- Nagy méretű papírlap
- Filcek vagy kréta
- 1. Munkalap (nem kötelező)



ELŐKÉSZÍTÉS

Rajzoljunk öt koncentrikus körpályát egy nagy méretű papírlapra. Rajzoljuk be középre a Földet. A pályákat a tanterem padlójára vagy a játszótérre is rajzolhatjuk krétával.

Gyakorlat

Vitassuk meg az osztállyal a következőket:

- *Mi történik, ha valamit a kukába dobunk? Hova kerül? Itt mutathatunk egy képet az osztálynak egy szeméttelről.*
- *Mi történik a szeméttel a világűrben? Milyen dolgokat hívhatunk „űrszemétnek”?*
- *Itt megmutathatjuk az osztálynak az anyag elején található, a Föld körül keringő űrszemétről készült képet.*

Ösztönözzük az osztályt arra, hogy gondolják végig, hogyan jön létre a szemét a földön – amikor az embereknek nincs már szüksége valamire, akkor, hacsak nem hasznosítják újra, eldobják, és a szemét egy nagy szemétkupacon végzi. Magyarázzuk el, hogy hasonlóan történik ez a világűrben is – ha nem távolítjuk el az űrszemetet, akkor Föld körüli pályán marad, szennyezve a körülöttünk lévő űrt.



Nézzük meg Paxi animációját. A videó bemutatja, miért kell foglalkoznunk az űrszemét problémájával. Paxi alacsony Föld körüli pályára (Low Earth Orbit, LEO) vezeti a gyerekeket, a Földtől 500-2000 km távolságra. Itt (antropomorf) műholdak forgalmi dugójába kerül, ahol a műholdak időnként összeütköznek egymással. Kaotikus a helyzet. **Állítsuk meg a videót az után a rész után, amikor a műholdak veszekednek.**

Ezután a tanulók gyűljenek össze az ütközések demonstrálásához. Helyezzük az üveggolyókat vagy labdákat kis csoportokban az előzetesen elkészített, kör alakú pályákra. Magyarázzuk el, hogy az üveggolyók, illetve labdák, műholdakat és űrszemétdarabokat jelképeznek. Érdekes egyféle színű üveggolyót használni az űrszemét szemléltetésére és egy másikat az aktív műholdakhoz. Ha ez nem lehetséges, rajzolhatunk kis kört a „műholdak” köré. Mutassuk be, hogy ha egy üveggolyót (azaz egy darab űrszemetet) a csoportoknak lökünk, az ütközések másodlagos ütközésekhez vezetnek.

Biztassuk a gyerekeket, hogy ők is indítsanak el üveggolyókat, és próbálják megjósolni, hol történhetnek ütközések, ha módosul az irány vagy az indításnál kifejtett erő.

Megbeszélés

Gyűljenek össze a tanulók, és beszéljük meg, mit tanultak a tevékenységből. Többek között ezeket érdemes megvitatni:

- *Ennél a tevékenységnél az üveggolyók el tudtak haladni a Föld képe fölött. Mit gondolnak a tanulók, mi történne, ha egy valódi műhold vagy űrszemétdarab elkezdene a Föld velé zuhanni? Szerintük ez jó lenne vagy rossz?*

Magyarázzuk el, hogy a műholdakat úgy tervezik meg, hogy elégjenek, amikor visszatérnek a Föld légkörébe. A Föld légkörét elképzelhetjük úgy, mint egy „levegőbuborékot”, ami körbevesz minket – azért tudunk lélegezni, mert ebben a buborékban élünk. A „levegőbuborékban” sokkal nagyobb a sűrűdés, mint az űrben, és emiatt a sűrűdés miatt ég el visszatéréskor az űrszemét. Magyarázzuk el, hogy általában jó dolog, ha a légkörben zuhan az űrszemét, mert ha elég, nem lesz semmilyen hatása a földi életre.

- *Amikor ebben a tevékenységben a tanulók meglöknek egy üveggolyót, az minek felel meg az űrszemét esetében?*

Magyarázzuk el, hogy a „lökés” annak felel meg, amikor egy szemétdarab elhagyja a Föld körüli pályáját. A valóságban ezt az alacsony Föld körüli pályán (a „levegőbuborék” külső szélén) tapasztalható kis mértékű sűrűdés okozza.

- *Mit vesznek észre, amikor egy „szemétdarab” összeütközik egy „műholddal”?*

A tanulók azt figyelhetik meg, hogy a műholdat az ütközés kilöki a Föld körüli pályájáról. Magyarázzuk el, hogy a valóságban ehhez nagy szemétdarabra van szükség, ezért figyelik az űrtudósok a 10 cm-nél nagyobb szemétdarabokat. Ennél gyakoribb, hogy a szemét miatt darabok törnek le a műholdakról, ezt látjuk majd a 2. tevékenységben.

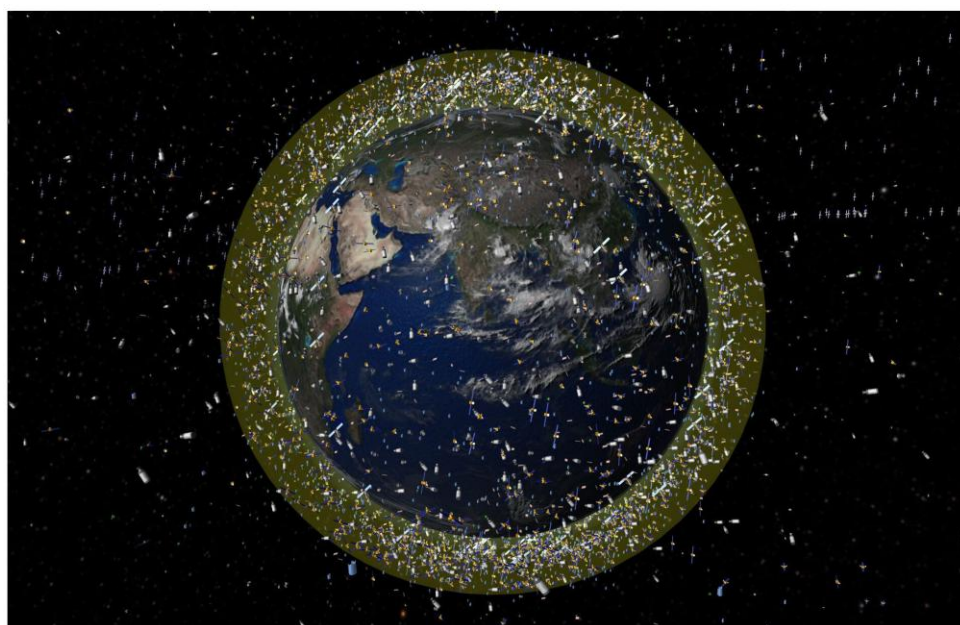
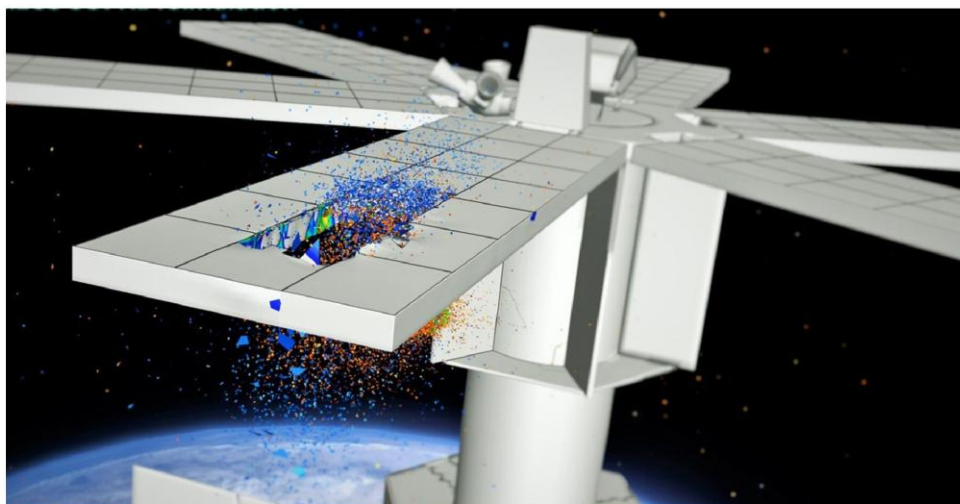
Azt állapíthatjuk meg, hogy egy izolált ütközés általában további ütközésekhez vezet, amelyeknek különböző hatásai lehetnek.



Magyarázzuk el, hogy a tudósok vizsgálják a tárgyak ütközésének hatását, ehhez számítógépes szimulációt és fizikai ütközéses vizsgálatokat végeznek. Az Európai Űrügynökségnek van egy olyan vizsgálati létesítménye, ahol a tudósok az ütközéseknek az űrhajókhoz és műholdakhoz használt anyagokra gyakorolt hatását vizsgálják, hogy azok biztosan megfeleljenek az űrbeli küldetésekhez szükséges szigorú feltételeknek.

TUDTAD?

Ezzel a tevékenységgel a Kessler-effektust próbáljuk meg szimulálni. Ez az elmélet a NASA űrszemétszakértőjétől, Donald Kesslertől származik. Az egymást követő ütközések láncreakciókat válthatnak ki, amely a Föld körüli pályán lévő műholdakat és egyéb tárgyakat érinti – ez a Kessler-effektus. A Kessler-effektus azonban megállítható, ha a legfontosabb Föld körüli pályákról elegendő mennyiségű szemetet eltávolítunk.



2. TEVÉKENYSÉG – MEKKORÁK AZ ŰRSZEMÉTDARABOK?

A tevékenység során a tanulók megvizsgálják, hogy az űrszeméttel való ütközés eredményeképpen hogyan törhetnek bizonyos anyagok sok darabra. A tevékenység videóját [itt](#) lehet megtekinteni.

Eszközök

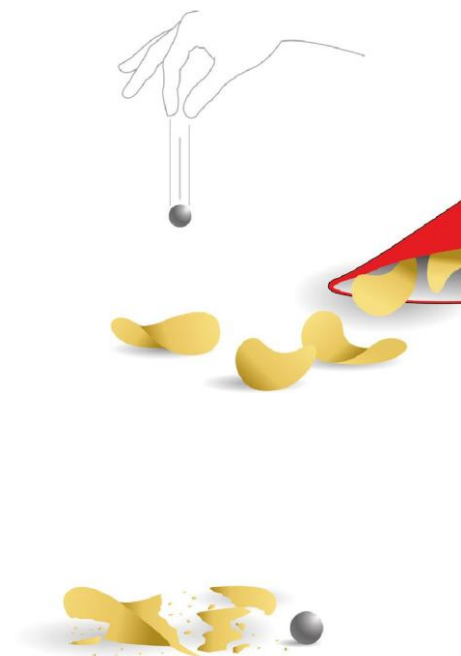
- Üveggolyó
- Chips
- Magas oldalú tálca vagy doboz
- Vonalzó
- 2. Munkalap

Gyakorlat



Mondjuk meg a gyerekeknek, hogy hozzák létre vizsgálóállomásukat. Ehhez le kell takarítani egy területet, ahol el tudják végezni a teszteket, illetve újságpapírt kell teríteni a padlóra, hogy minél kevesebbet kelljen a kísérlet után takarítani. A csoportok gondolják végig, mi fog történni szerintük és miért. Ezután végezzenek néhány próbaejtést a vizsgálat megkezdése előtt, hogy megállapítsák, mi az ideális magasság, ahonnan el kell ejteni az üveggolyókat. Biztassuk őket arra, hogy találjanak ki egy módszert a chipsdarabok három csoportba való szétválogatására.

Kérjük meg a tanulókat, hogy ejtsék az üveggolyót egymás után háromszor ugyanarra a chipsre. A tanulók minden leejtés után számolják meg, hogy méret szerint csoportosítva (<1cm, 1–5cm, >5cm) hány chipsdarab lett, és jegyezzék ezt fel. A tanulók saját módszert is választhatnak az adatok rögzítésére, vagy használhatják a 2. Munkalapon szereplő táblázatot.



Az 1. táblázat példát mutat be ütközései vizsgálatból származó adatokra.

Darabok száma az egyes leejtéseik után				
Ejtés 25 cm-ről	<1cm	1–5cm	>5cm	Összesen
1	2	2	1	5
2	10	2	1	13
3	13	3	1	17

Megbeszélés

Mutassuk be mindegyik csoport vizsgálati eredményeit, és kérjük meg az osztályt ezek összevetésére. Többek között ezeket érdemes megbeszélni:

- *Mit vettek észre az egyes csoportok/mit vett észre az osztály? Felfedezhető valamilyen mintázat az eredményekben?*
- *Mi történik a darabkák számával az ütközések számának növekedésével?*
- *Magyarázzuk el, hogy minél több ütközés zajlik, annál több szemétdarab jön létre. Továbbá minél több darab jön létre, annál nagyobb az ütközések kockázata.*
- *Milyen tanácsot adnának a tudósoknak és a műholdakat és űrhajókat tervező mérnököknek?*
- *Milyen anyagok lennének szerintük megfelelőek? Miért?*

Nézzük meg ennek az animációs filmnek az első percét



Kiegészítés

A tanulók kibővíthetik az ütközéses vizsgálatokat a következőkkel:

- az üveggolyó ejtési magasságának módosítása
- a különböző magasságból leejtett üveggolyók a különböző sebességgel összeütköző szemétnek felelnek meg – minél magasabbról ejtik le az üveggolyót, annál nagyobb sebességgel ütközik össze a chipsszel.
- az üveggolyó tömegének módosítása
- a különböző tömegű üveggolyók a műholdakkal összeütköző könnyebb/nehezebb szemétdaraboknak felelnek meg.
- a vizsgált anyag módosítása
- más vizsgálati anyag használata megmutathatja, hogy egyes anyagok könnyebben törnek, mint mások, így a tudósoknak gondosan kell megválasztaniuk, miből építsék a műholdakat.
- az anyagrétegek számának vagy a chipsek számának módosítása
- a vizsgálati anyag réteges alkalmazásával jól megmutatható, miért használnak több réteget a műholdak megalkotásakor – mi történik, ha egy törékenyebb rétegre egy masszívabb réteg kerül?
- új módszerek kidolgozása az ütközéses vizsgálatokhoz
- a tudósok és mérnökök szeretik mindig sokféleképpen tesztelni a megalkotott terveket, mert a különböző vizsgálatok más-más erősségekre vagy hibákra tudnak rávilágítani.

A fenti változók vizsgálatakor a tanulók gondolják végig, minek felelnek meg ezek a módosítások az űrszemét esetén.



1. TEVÉKENYSÉG

„Szemetet” (üveggolyót) fogtok a Föld felé gurítani, hogy meg tudjátok vizsgálni az ütközések láncreakcióját. Készítsetek előtte-utána képeket a 3 ütközéses vizsgálatnál: az egyikben 10, a másikban 50, a harmadikban 100 üveggolyó legyen Föld körüli pályán. Az eredményeket íjátok be az alábbi táblázatba.

Megjegyzés: ha nincs elég üveggolyótok, íjátok át a táblázatban szereplő számokat, és annyit használjatok, amennyitek van. Vegyétek figyelembe, hogy az ütközések száma közötti különbség kevesebb üveggolyó használata esetén kevésbé lesz szembetűnő.



A Föld körüli pályán lévő műholdak (üveggolyók) száma	Kép: előtte	Kép: utána
10		
50		
100		

1. Mit vesztek észre, ha az ütközések számát összevetitek a Föld körüli pályán lévő műholdak számával?

2. A tevékenység során tanultak segítségével magyarázzátok el, miért jelent problémát az űrszemét.



2. MUNKALAP

Ejtsétek az üveggolyót egymás után háromszor ugyanarra a chipsre. Minden leejtés után számoljátok meg, hány darab van az egyes méretekből. Az eredményeket jegyezzétek fel az alábbi táblázatba.

Darabok száma az egyes leejtések után				
Ejtés ____ cm-ről	< 1cm	1–5cm	> 5cm	Összesen
1				
2				
3				

1. Felfedeztek valamilyen mintázatot az eredményekben?

2. Milyen következtetéseket tudtok levonni? Gondoljátok meg, mi történik a darabkák számával az ütközések számának növekedésével.

