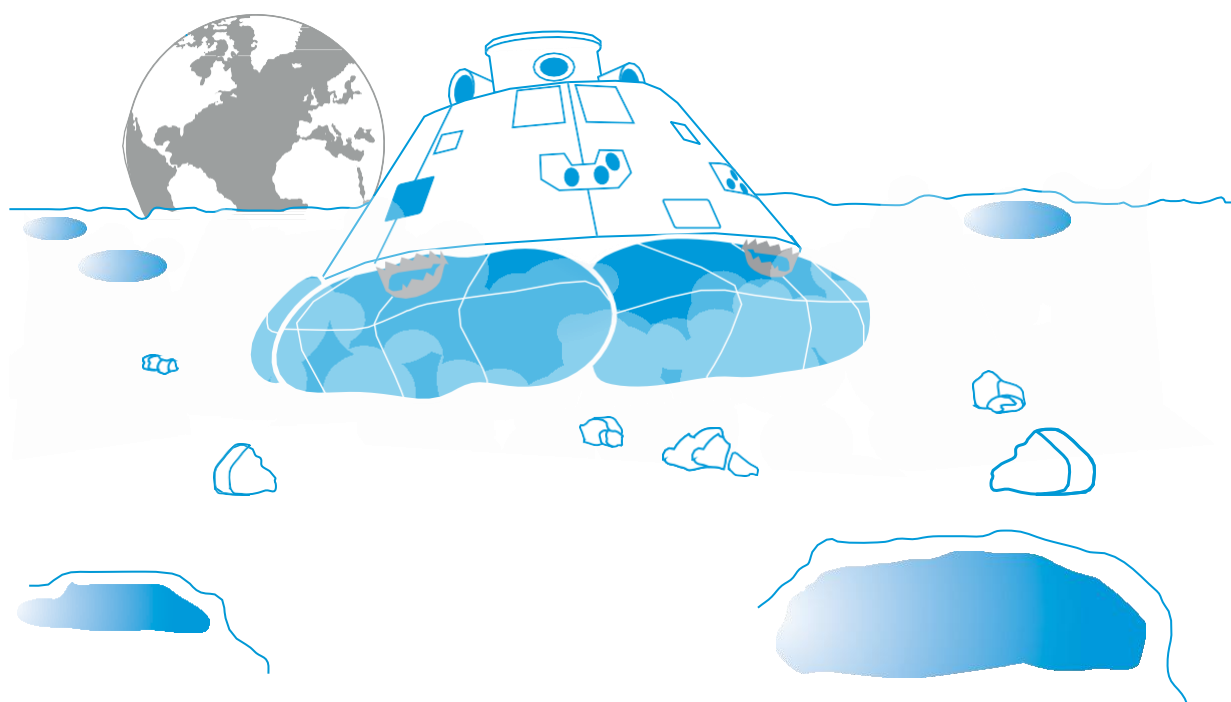
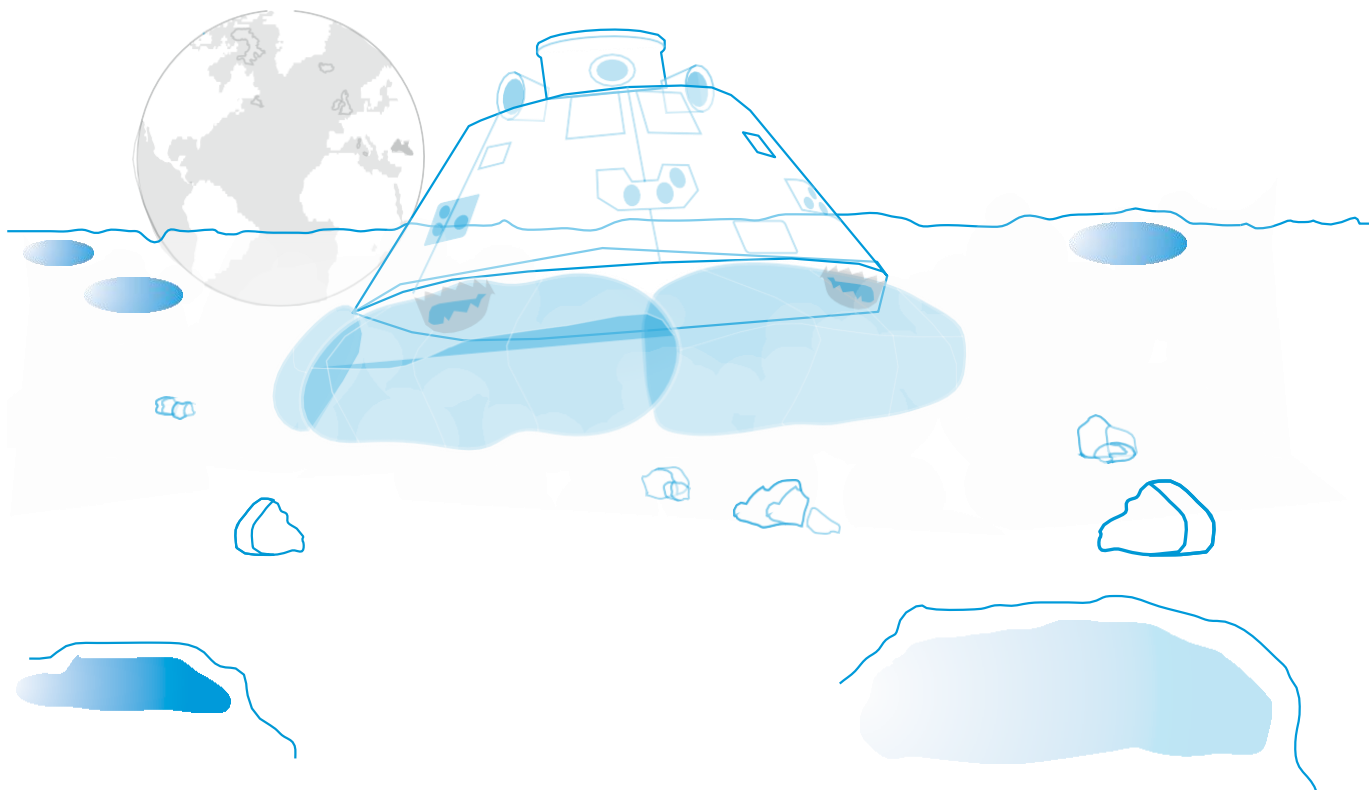


tanítsunk a világűrrel

→ Űrutazás

Tervezzünk űrutazást!





Tanári útmutató

Alapadatok	2. oldal
A tevékenységek áttekintése	3. oldal
Bevezetés	4. oldal
1. tevékenység: Mi az űrutazás feltétele?	6. oldal
2. tevékenység: Szabadesés modellezése	8. oldal 10. oldal
3. tevékenység: Eltérő gyorsulásokat megtapasztalni	13. oldal 15. oldal
4. tevékenység: Nyomáskülönbség érzékeltetése	19. oldal
5. tevékenység: „Szállíts a Marsra!” – Rakéta-logisztika és űrhajó-tervezés kihívás	

tanítsunk a világűrrel! – Űrutazás | P97

www.esa.int/education

Az Európai Űrügynökség (ESA) Oktatási Irodája örömmel fogadja a visszajelzéseket és észrevételeket

HYPERLINK "<mailto:teachers@esa.int>"teachers@esa.int

Az Európai Űrügynökség oktatási programja az Európai Űrügynökség Oktatási Erőforrás Iroda (ESERO) Nordic-kal együttműködésben

Szerzői jogok 2018 © Európai Űrügynökség

→ ŰRUTAZÁS

Tervezzünk űrutazást!

ALAPADATOK

Tantárgy: fizika, földrajz, biológia, kémia, matematika, közgazdaságtan

Korosztály: 14–18 év

Nehézségi fok: közepes

Tanári felkészülési idő: 1 óra

Tanítási idő: összesen 2 óra 30 perc

Költség: közepes (20–30 euró)

Helyszín: személylift, repülőgép (opcionális), tanterem

Kulcsszavak: fizika, gravitáció, nehézségi gyorsulás (G), matematika, tervezés, űrturizmus, hasznos teher, oxigén- és élelmiszer-ellátás

Rövid ismertetés

A tananyag célja, hogy a diákok megismerkedjenek az űrutazással kapcsolatos kihívásokkal. Az űrutazás megtervezése a cél: annak megértése, hogy mi szükséges ahhoz, hogy hasonlóan, mint most, bárki repülővel közlekedhet a Földön, közlekedhessünk a Holdra vagy akár távolabbi bolygókra.

A távolabbi bolygók eléréséhez szükséges üzemanyag, táplálék, oxigén. Ezek erőforrásigényeivel, a tervezéssel, a szállítási kapacitás problémáival, a modellezéssel ismerkedhetnek meg a diákok.

Tanulási célok

A diákok megismerkednek az űrutazás feltételeivel, egységnyi hasznos teher űrbe juttatásának, illetve az űrturizmusnak a költségeivel.

A szabadesés modellezésére számításokat végeznek, megtanulják kiszámolni a szabadeséssel kapcsolatos paramétereket: út, idő, sebesség, gyorsulás.

A diákok megtanulják, hogy az űrutazás során időnként a normál nehézségi gyorsulás többszöröse terheli az űrhajósok testét, ugyanakkor a Holdon kisebb a nehézségi gyorsulás, mint a Földön, a súlytalanság állapotában (pl. a Nemzetközi Űrállomáson) éppen a nulla gravitáció okozhat hosszabb távú egészségi problémákat.

Egy Mars-misszió hasznos terhének megtervezése során csoportokban vitatják meg a különböző szükséges felszerelés (pl. számítógépek) és anyagok (víz, oxigén, építésre alkalmas anyagok) fontosságát, mennyiségek felől döntenek, majd az álláspontjukat csoportonként be kell mutatniuk, és végül megbeszélik, hogy mely döntések voltak nehezek. Ezzel tárgyi tudásuk mellett vitakészségük, és kompromisszumkésztségük is fejlődik.

→ A tevékenységek áttekintése

A tevékenységek áttekintése					
	Cím	Leírás	Eredmény	Szükséges előzmények	Időtartam
1	Az űrutazás feltételei	Egyéni vagy kiscsoportos internetes keresés a hasznos teher (payload) és az űrturizmus feltételeire, költségeire	Megértjük, hogy milyen kihívás az űrbe (Föld körüli pályára) hasznos terhet (anyagot, személyt) juttatni	Nincs	20 perc
2	Szabadesés modellezése – G, gyorsulás megértése, szemléltetése	Kiszámítatjuk a földi és holdi nehézségi gyorsulás alapján megtett úthosszakat.	A diákok megértik, mi a különbség a földi és a holdi gravitáció között	Az 1. tevékenység elvégzése.	30 perc
3	Érezni és összehasonlítani, hogy milyen fizikai érzés eltérő gyorsulások (G-erőket) megtapasztalni	Különböző helyzetekben az 1G, <1G, >1G gyorsulás megtapasztalása szabadban, ill. liftben.	Megértik, milyen terhelést jelent a >1G gyorsulás az űrutazás során.	A 2. tevékenység elvégzése.	30 perc
4	Nyomáskülönbség érzékeltetése chipses zacskóval repülőgépen	Személyesen repülőgépen kipróbálva vagy a rövid videó megtekintésével megfigyelik a jelenséget.	Megértik, hogy a körülöttünk lévő légnyomás változhat, és ez az űrrepülésben is szerepet játszik.	Nincs	10 perc
5	„Szállíts a Marsra!” – Rakéta-logisztika és űrhajó-tervezés kihívás	A diákok különböző hasznos terhek (víz, levegő, számítógép, stb.) szállítását tervezik meg egy adott kapacitású űrhajó ráterében. A csoportok döntéseket hoznak, és meg is kell védeniük álláspontjukat.	A diákok megértik, milyen korlátai vannak az űrutazásnak: hogyan szállíthatók a létfontosságú eszközök (víz, oxigén, élelem) a Marsra, és hogyan lehet minimalizálni a tömeget, maximalizálni a hasznosságot.	A 2. és 3. tevékenység elvégzése.	60-70 perc

→ Bevezetés

Az űrutazás az emberiség évezredek álma. A táj fölé emelkedés, a madártávlat, az alacsonyan történő repülés/lebegés már több mint egy évszázada lehetséges, Kínában nagyméretű teherhordó sárkányok majd léghajók segítségével. A vágy, hogy az emberiség elhagyja az anyabolygóját különféle művekben is megjelenik, talán a legismertebb ebben a témában Jules Verne *Utazás a Holdba* (1865) és *Utazás a Hold körül* (1870) című regénykettőse. Az álom megvalósításához az elméleti alapot Konsztantyin Eduardovics Ciolkovszkij (1857–1935) eredményei szolgáltatták. A rakétatechnika atyjának munkásságát egy saját maga által emlegetett mondat határozza meg legjobban:

„A Föld az emberiség bölcsője, de nem maradhatunk örökké bölcsőben. Az emberiség nem is marad örökké a Földön, hanem fényre és térségre vágyva előbb félszegen behatol a légkörön túli térségbe, aztán pedig meghódítja a csillagok világát”.

A Föld körüli pályára juttatásra alkalmas rakétatechnika alapjait a II. világháborúban a náci Németországban dolgozták ki, elsősorban Wernher von Braun vezetésével. Ezek az eredmények a háború végén az Egyesült Államokba és a Szovjetunióba kerültek át, ahol az interkontinentális ballisztikus rakéták továbbfejlesztése révén sikerült a tervet megvalósítani. A Szovjetunióban Szergej Pavlovics Koroljov vezette mérnökcsapatnak sikerült a Szputnyik–1 műhold kifejlesztése, melyet 1957. október 4-én bocsátottak fel. Ezt a dátumot tartják az űrkorszak kezdetének, egyúttal a Szovjetunió és az Egyesült Államok között kialakuló űrverseny kezdetének is. Az Egyesült Államok első sikeresen felbocsátott műholdja az Explorer–1 lett, melyet 1958. december 31-én indítottak.



Konsztantyin Eduardovics Ciolkovszkij
(1857-1935)



Wernher von Braun
(1912-1977)



Szergej Pavlovics Koroljov
(1907-1966)

→ 1. tevékenység:

Mi az űrutazás feltétele?

Google keresés, illetve a mesterséges intelligencia segítségével állítsátok össze milyen feltételei vannak az űrutazásnak!

Fókuszáljatok két területre:

- Az űrutazás anyagi feltétele (turistaként)
- Egészségügyi feltétele (turistaként / űrhajósként)

Mennyibe kerül most az űrturizmus?

A költségek attól függenek, melyik cég visz fel az űrbe, és milyen típusú „űrutazásról” van szó:

1. Szuborbitális repülés (néhány perc súlytalanság, kb. 100 km magasságig)

- **Blue Origin (Jeff Bezos cége):** kb. **200,000–500,000 USD**
- **Virgin Galactic (Richard Branson cége):** kb. **\$450,000 USD/fő**

Ezek az utazások néhány perces súlytalanság élményt és lenyűgöző kilátást kínálnak, de nem kerülik meg a Földet.

2. Orbitális repülés (űrállomásra vagy Föld körüli pályára)

- **SpaceX Crew Dragon** (pl. Inspiration4 vagy Axiom küldetések): kb. **50–100 millió USD/fő**
- Az **ISS-re** (Nemzetközi Űrállomásra) látogatás ára is **50 millió USD felett** van.

3. Híres űrturisták

- Gyűjtsétek össze össze kik a leghíresebb űrturisták.



Mikor lesz elérhető mindenki számára?

Ez természetesen relatív, de néhány lehetséges mérföldkő:

Következő 5–10 évben:

- A szuborbitális repülések ára várhatóan **100,000 USD alá csökkenhet**, így a felső középosztály számára is elérhető lehet.
- Egyre több cég lép be a piacra, ami fokozza a versenyt és csökkenti az árakat.

15–30 év múlva:

- Az árak tovább csökkenhetnek, akár **10,000–20,000 USD** környékére is.

- Ekkorra már lehetnek kisebb „űrszállodák”, vagy akár Hold-közelit turizmus is elindulhat.

Amikor tényleg "mindenki" számára elérhető lesz:

- Ez valószínűleg csak akkor történik meg, ha az árak **egy repülőjegy szintjére** csökkennek, azaz néhány száz dollárra.
- Erre **optimista becslések szerint 2050 után** lehet esély, feltéve, hogy az űrrepülés technológiája forradalmi módon fejlődik.
- A tömeges űrturizmus elérésének másik feltétele a környezeti terhelés csökkentése.

Érdekes tények

2001-ben **Dennis Tito** volt az első űrturista – ő kb. **20 millió dollárt** fizetett, hogy az orosz Szojuz űrhajóval feljusson az ISS-re. Ma már ehhez képest „olcsóbb” a kaland.

2025-ben Katy Perry repülése bár nem tudjuk mennyibe került, de az utóbbi évek legnagyobb szenzációja volt az űrturizmus tekintetében.

Erőhatások az utazás során

G-erő	Hatás
1G	Normál állapot, amit a Földön érzünk
2–3G	Megnehezíti a mozgást, nehéz emelni a kezét
4–5G	Légzés nehezített, látás torzulhat
6–9G	Rövid ideig elviselhető kiképzett embereknek, de ájulást is okozhat
0G	Súlytalanság – lebegés, izom- és csontvesztés hosszú távon

→ 2. tevékenység:

Szabadesés modellezése – G, gyorsulás megértése, szemléltetése

Feladat:

Képzeld el, hogy egy űrhajós elejt egy csavarkulcsot egy magas, függőleges akna tetejéről a Holdon. A csavarkulcs szabadeséssel zuhan lefelé. A Holdon a nehézségi gyorsulás kb. $1,62 \text{ m/s}^2$.

Válaszolj a következő kérdésekre!

- Számítsd ki, milyen mély az akna, ha a csavarkulcs pontosan 4 másodpercig zuhan, mire földet ér?
- Mekkora sebességgel csapódik a talajba a csavarkulcs?
- Ugyanez a csavarkulcs mennyi idő alatt érne földet, ha ugyanezt a kísérletet a Földön végeznénk el, ahol a nehézségi gyorsulás kb. $9,81 \text{ m/s}^2$?

Adatok

- Holdon: $g_{\text{Hold}} \approx 1,62 \text{ m/s}^2$
- Földön: $g_{\text{Föld}} \approx 9,81 \text{ m/s}^2$
- Idő Holdon a zuhanásig: $t = 4,0 \text{ s}$

Használt képletek (egyenletesen gyorsuló mozgás, $v_0 = 0$):

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{és} \quad v = gt$$

1) Milyen mély az akna a Holdon?

$$s = \frac{1}{2} \cdot 1,62 \text{ m/s}^2 \cdot (4,0 \text{ s})^2 = 0,81 \cdot 16 \text{ m} = 12,96 \text{ m}$$

Válasz: az akna mélysége $\approx 12,96 \text{ m}$.

2) Mekkora sebességgel csapódik be a csavarkulcs a Holdon?

$$v = g \cdot t = 1,62 \text{ m/s}^2 \cdot 4,0 \text{ s} = 6,48 \text{ m/s}$$

Válasz: a becsapódási sebesség $\approx 6,48 \text{ m/s}$

(összevetésképpen: ez kb. 23 km/h).

3) Ugyanez a csavarkulcs mennyi idő alatt érne földet a Földön (ugyanebből a magasságból)?

Ugyanaz a mélység: $s = 12,96 \text{ m}$, idő: $t = \sqrt{\frac{2s}{g_{Föld}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 12,96}{9,81}} = \sqrt{\frac{25,92}{9,81}} \approx \sqrt{2,642} \approx 1,625 \text{ s}$

Válasz: a Földön $\approx 1,63 \text{ s}$ alatt érne le (vákuum-közelítésben).

(Megjegyzés: ebből a mélységből a Földön a becsapódási sebesség

$$v = g \cdot t \approx 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 1,625 \text{ s} \approx 15,94 \text{ m/s})$$

Gyors tanórai kiegészítés (opcionális)

- **Arányérzék:** időarány $t_{Hold}/t_{Föld} \approx 4,0/1,63 \approx 2,45$ A Holdon $\sim 2,5$ -szer tovább tart a zuhanás ugyanakkora magasságból.
- **„Mi lenne, ha...?”:** ugyanezekből a képletekből a diákok kiszámolhatják, milyen mély aknára lenne szükség a Holdon, hogy a csavarkulcs 10 m/s-ra gyorsuljon (használják a $v_{cél} = 10 \text{ m/s}$; $s = v_{cél}^2 \cdot g_{Hold}$ képleteket).

→ 3. tevékenység:

Érezni és összehasonlítani, hogy milyen fizikai érzés eltérő gyorsulásokat (G-erőket) megtapasztalni

A) feladat

1G, >1G, <1G erő érzékelése párokban dolgozva

Feladat leírása:

Dolgozzatok párokban, és végezzétek el az alábbi egyszerű kísérleteket az iskola udvarán, tornateremben vagy biztonságos, tágas helyen:

1. rész – A normál „1G” érzése

- Álljatok helyben, egyenesen, nyugodtan.
- Érzékelj, ahogy a talpadon keresztül érzed a saját testsúlyodat. Ez a normál 1G érzése, amit folyamatosan tapasztalsz.

2. rész – A nagyobb G-erő érzékelése

- Párban álljatok szembe egymással. Egyikőtök tartsa előre kinyújtva a két kezét, tenyérrel felfelé.
- A társad tegye a két kezét a tiédre, és óvatosan nyomja lefelé egyre erősebben.
- Figyeld meg, ahogy növekszik az érzékelt súlyod a nyomás hatására. Képzeld el, hogy ez egyre növekvő G-erő, hasonló ahhoz, amit egy űrhajós kilövésakor érez!

3. rész – Súlytalanság érzékelése („0G”)

- Ugorj fel egy helyben magasra. Ugorj újra, és közben figyeld meg azt a pillanatot, amikor éppen a levegőben vagy (felfelé mozgásból lefelé fordulsz).
- Ez alatt a rövid idő alatt tested szinte súlytalan, egy pillanatra megtapasztalhatod a „0G” érzést, amit az űrhajósok hosszabb ideig élnek át.

Beszéljünk meg együtt:

1. Mit éreztél a 2. rész során, amikor társad lefelé nyomta a kezéd? Hasonlítsd össze ezt az érzést a normál (1G) érzéssel!
2. Mit tapasztaltál a 3. rész során (ugráskor), amikor pillanatra „súlytalan” voltál?
3. Mit gondolsz, milyen lenne hosszabb ideig 4-5G erősségű gyorsulást érezni, mint egy valódi űrhajósna?

B) feladat

G-erő érzékelése lifttel – Interaktív kísérlet

Amennyiben az iskolaépületben vagy elérhető közelségben van lift, érdemes a következő kísérleteket kipróbálni.

A feladat célja:

Tapasztaljátok meg, hogyan változik a testetekre ható G-erő, amikor liftben utaztok felfelé és lefelé.

Szükséges eszközök:

- Lift (lehetőleg minél gyorsabb)
- Saját tested (érzékeléshez)
- Okostelefon gyorsulásmérő alkalmazással (opcionális, de ajánlott)

A feladat menete:

1 Alaphelyzet (1G érzése)

- Szállj be a liftbe, állj nyugodtan.
- Figyeld meg saját testsúlyod érzését: ez az alaphelyzet (1G).

2 Indulás felfelé

- Nyomd meg a gombot, indulj felfelé.
- Figyeld meg: nehéznek vagy könnyűnek érzed magad az indulás pillanatában?
 - Induláskor általában nehéznek érzed magad, ilyenkor rövid ideig az 1G-nél nagyobb G-erőt érzel.

3 Állandó sebességgel utazás

- Amikor a lift egyenes sebességgel halad, figyeld meg, milyen érzést tapasztalsz?
 - Itt ismét visszatérsz 1G-re, normál súlyodat érzed.

4 Lefékezés (felfelé)

- A lift hamarosan megáll. Figyeld meg, milyen érzést tapasztalsz?
 - Felfelé haladás végén, amikor a lift lassít, rövid időre könnyebbnek érzed magad, kevesebb, mint 1G hat rád.

5 Lefelé indulás

- Most indulj lefelé!
- Figyeld meg, könnyebb vagy nehezebb érzet jelenik meg?
 - Lefelé induláskor általában könnyebbnek érzed magad, rövid időre kisebb lesz, mint 1G az érzés.

6 Lefelé fékezés (megállás)

- Amikor lefelé haladás végén a lift fékez, figyeld meg, hogy nehéz vagy könnyű érzetet tapasztalsz!
 - Lefelé menet fékezésekor rövid időre nehezebbnek érzed magad, 1G-nél nagyobb gyorsulás hat rád.

Mit mérsz? (ha használsz mobilos alkalmazást)

Jegyezd fel a következő értékeket, ha telefonos gyorsulásmérő appot használsz:

Lift mozgása	Érzésed	Gyorsulás értéke (kb.)
Nyugalomban (áll)	normál (1G)	1G (~9,81 m/s ²)
Felfelé indulás	nehezebb (>1G)	pl. 1,2–1,5G
Egyenletes mozgás (felfelé/lefelé)	normál (1G)	1G
Felfelé fékezés (megállás előtt)	könnyebb (<1G)	pl. 0,8G
Lefelé indulás	könnyebb (<1G)	pl. 0,7–0,9G
Lefelé fékezés (megállás előtt)	nehezebb (>1G)	pl. 1,2–1,5G

Megbeszélendő kérdések a kísérlet után:

- Mikor tapasztaltál nagyobb vagy kisebb G-erőt?
- Miért érezted ezt?
- Hogyan hasonlít a liftben tapasztalt érzés az űrhajózás közbeni gyorsulásokhoz?

Extra kihívás:

Ha van lehetőségetek, készítsetek grafikonokat az alkalmazással mért gyorsulás-értékekből! Ez nagyszerű lehetőség a fizika és matematika összekapcsolására.

→ 4. tevékenység:

Nyomáskülönbség érzékeltetése – Chips-es zacskóval repülőgépen

Ha valaki járt repülőgépen az elmúlt időszakban vagy fog, akkor végezze el a kísérletet. Ha nincs ilyen tapasztalat, nézzétek meg a következő videót:

<https://www.youtube.com/shorts/UsepykN-A30>

Cél:

Szemléltetni, hogyan változik a levegő nyomása a repülőgép kabinjában a felszállás során, és hogyan reagál erre egy chips-es zacskó vagy egy műanyag palack?

Miért történik ez? – Fizikai háttér:

- A földfelszínen a levegő nyomása magasabb.
- Utasszállító gépek repülési magasságán (kb. 10 000 méteren) a kinti légnyomás sokkal alacsonyabb.
- A kabinban mesterségesen ugyan fenntartanak egy magasabb nyomást, mint a külső, de az így is alacsonyabb lesz, mint a földfelszíni légnyomás.
- A zacskóban lévő levegő kitágul, mert benti a nyomás nagyobb, mint a külső – ezért a zacskó "felpuffad".

Egyszerű kísérlet:

Eszközök:

- Egy lezárt, bontatlan chips-es zacskó.

Menete:

1. Felszállás előtt:

- Figyeld meg a chips-es zacskót. Jegyezd meg, milyen állapotban van (enyhén laza, normál állapotú).

2. Repülés közben (kb. 10-12 ezer méter magasságban):

- Nézd meg ismét a zacskót. Mit tapasztalsz?

- A zacskó ilyenkor általában feszesebb, fel van puffadva, kidomborodik.

3. Leszállás után:

- Figyeld meg újra a zacskót a földön.
- Ismét visszatér az eredeti állapotába.

Milyen kérdéseket tegyünk fel diákoknak a kísérlet után?

- Miért puffadt fel a chips-es zacskó a repülőn?
- Mi történne a zacskóval, ha a kabin nyomása még alacsonyabb lenne?
- Miért tér vissza normál állapotba a zacskó leszállás után?
- Mit jelent ez a nyomáskülönbség az emberi test számára? (Pl. fül dugulás felszállás/leszállás során.)

További javasolt kísérletek nyomáskülönbség szemléltetésére (ha nincs repülési lehetőség):

- **Hegyi túra során:**
Egy lezárt vizes palackot vagy zárt zacskót vihetek magasabb helyre, figyelve, hogyan változik.

→ 5. tevékenység:

„Szállíts a Marsra!” – Rakéta-logisztika és űrhajó-tervezés kihívás

Cél

Megérteni, milyen mérnöki, fizikai és biológiai korlátai vannak az űrutazásnak: hogyan szállíthatók a létfontosságú készletek (víz, oxigén, élelem) a Marsra, és hogyan lehet minimalizálni a tömeget, maximalizálni a hasznosságot.

Ez a feladat ötvözi:

- Fizika: tömeg, energia, üzemanyag-hatékonyság
- Matematika: arányok, optimalizálás
- Biológia: élet fenntartáshoz szükséges erőforrások
- Technológia & Design: űrhajó-modul tervezése
- Gazdaságtan / Környezet: költség-hatékonyság, hulladék-minimalizálás

Célcsoport

- 12–17 éves diákok
- Ideális természettudományos projekt óra vagy csapatverseny keretében

Szükséges eszközök

Eszköz	Használat
LEGO / építőkocka / karton	Űrhajó-modul építéséhez
Mérleg	Tömeg mérése (vagy tömegpontok számítása)
Kinyomtatható „rakománykártyák”	Minden kártya egy-egy hasznos terhet jelöl
Számológép	Összesített tömeg és energiaigény kiszámításához
Poszterlap / digitális prezentáció	Küldetés-terv bemutatásához

A feladat lépései

1. Bevezetés (10 perc)

Tanár bemutatja a problémát:

- A Mars-misszió során minden gramm számít.
- Egy rakéta maximálisan 1 000 kg hasznos terhet vihet a fedélzetre.
- A csapatoknak el kell dönteniük, mit visznek magukkal a három hónapos utazáshoz és a 30 napos tartózkodáshoz a Marson.

2. Küldetés-adatlap kiosztása (tanár adja)

Minden csapat kap:

- Egy rakománylistát (lásd lent)
- Egy „űrhajó-térképet” – moduláris felépítésű (lakómodul, energia, labor, tároló)
- Egy korlátozást (pl. max. 1 000 kg, max. 6 m³ térfogat)

3. Rakománykártyák (példák)

Rakomány	Tömeg (kg)	Energiaköltség	Fontosság
3 liter víz	3	2 egység	5
Élelmiszer egy főre, 1 napra	1,5	1 egység	5
Napelem	80	0	4
Tartalék oxigén	50	0	5
Növénykapszula (bioszféra)	100	0	5
Szerszámkészlet	60	1	4
Orvosi egység	40	1	4
Kísérleti modul	70	2	3
Felesleges kényelmi cikk (zene, könyv stb.)	10	0	1

Tanár kinyomtathatja, kivághatja, és a diákok valóban „pakolhatnak” a poszterre / LEGO-hajóba.

4. Tervezés (30–40 perc)

A csapatoknak ki kell:

- választani mely eszközöket viszik magukkal,
- megtervezni az űrhajó moduláris elrendezését (hol tárolják a készleteket, hogyan védik az élő rendszereket),
- kiszámolni:
 - az összesített tömeget ($\leq 1\,000\text{ kg}$),
 - a napi energia- és oxigénigényt,
 - hány napig tartható fenn a küldetés ezekkel az erőforrásokkal.

Extra matematikai elem:

- Egy fő napi oxigénszükséglete kb. 0,84 kg, napi vízigénye 3 l.
- Az űrhajó energiaellátása 3 000 egység (összes rakomány + működés $\leq 3\,000$ legyen).

5. Kreatív kiegészítés – interdiszciplináris plusz

- Biológia: tervezzék meg, hogyan termelnék újra az oxigént és az ételt.
- Informatika: digitális infografika készítése a modulok kapcsolatáról (Canva, PowerPoint, Lucidchart).
- Design & művészet: készítsenek űrhajó-logót, küldetés-nevet és patch-et.
- Földrajz / fizika: számolják ki a Föld–Mars távolság alapján a jel-késleltetést (pl. 15–20 perc).

6. Prezentáció (15 perc/csapat)

A diákok bemutatják:

- az űrhajó-tervüket (poszteren / 3D-modellben),
- miért azt a rakományt választották,
- hogyan biztosítják az életet a Marsig,
- és milyen kompromisszumokat kellett kötniük.

Az értékelés szempontjai

Szempont	Max. pont
Fizikai / matematikai számítások helyessége	5
Biológiai rendszer realitása (létfenntartás)	5
Design és elrendezés logikája	5
Költség-tömeg korlát betartása	3
Kreativitás és előadásmód	2
Összesen	20

Reflektív beszélgetés (tanár vezeti)

- Milyen döntéseket volt a legnehezebb meghozni?
- Milyen „luxus” dolgokat éreztetek fontosnak mégis?
- Hogyan lehetne ez a küldetés környezetbarátabb vagy hosszabb távon fenntartható?

→ **Linkek**

Az Európai Űrügynökség segédanyagai

Teach with Space

https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3

ESA Education YouTube channel

<https://www.youtube.com/@esaeducation>

ESA Academy

https://www.esa.int/Education/ESA_Academy