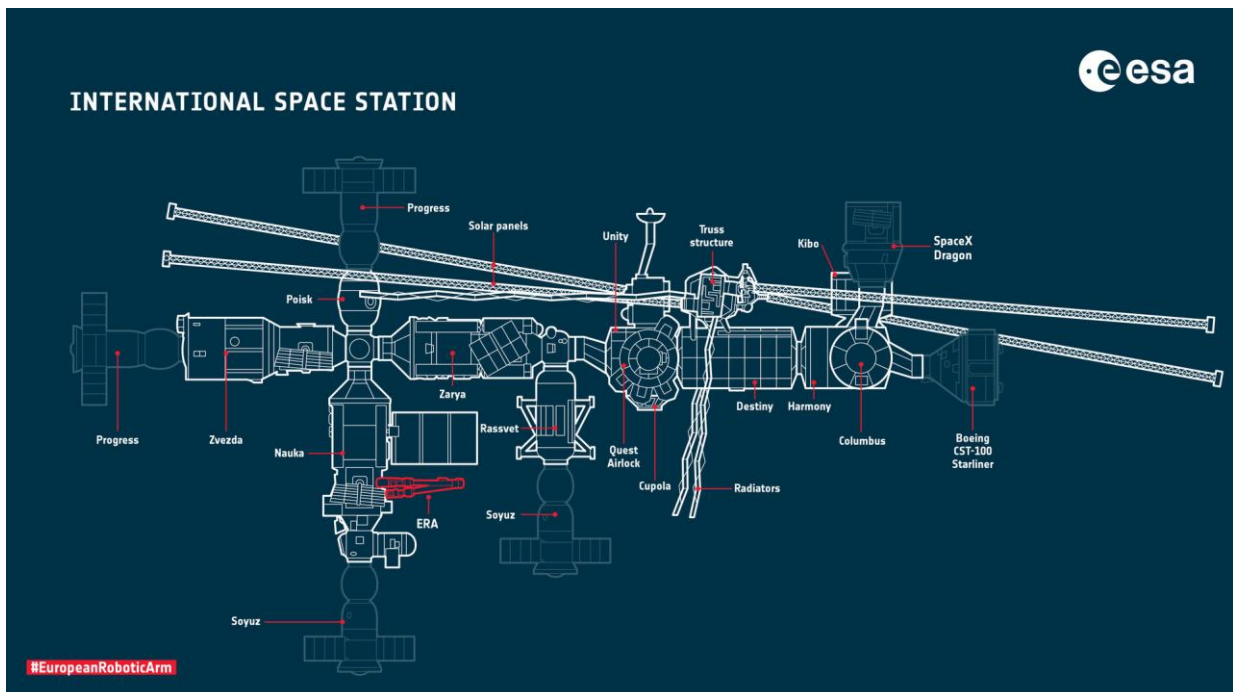
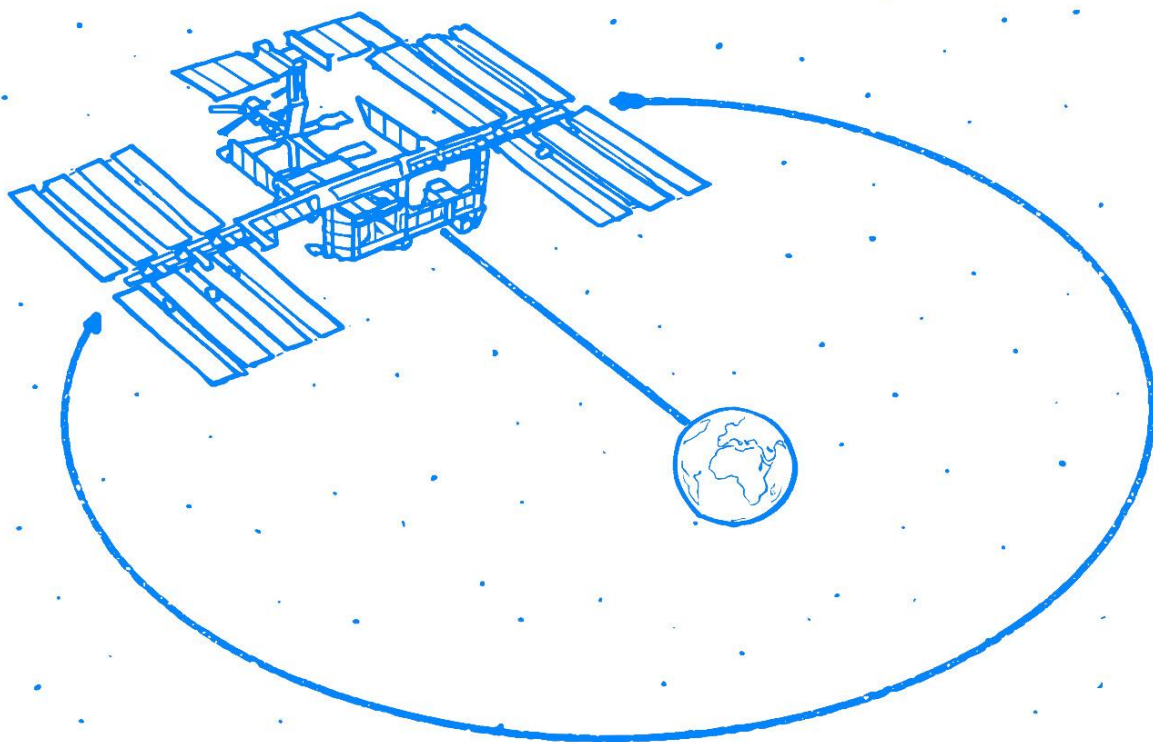


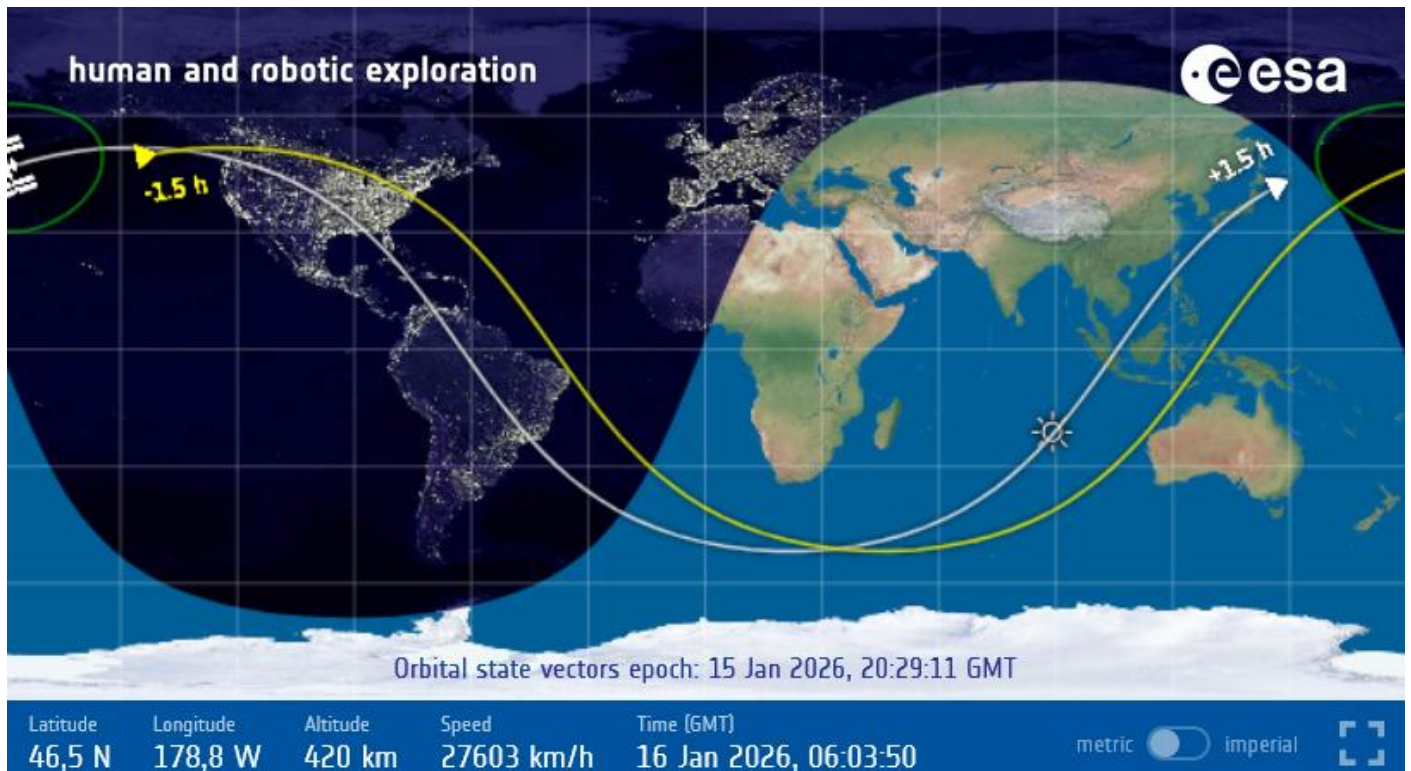
tanítsunk a világűrrel!

→ MERRE JÁR AZ ŰRÁLLOMÁS?

Pályaelemek a telefonunkon







Tanári útmutató

Alapadatok

5. oldal

A tevékenységek áttekintése

6. oldal

Bevezetés a pályaelemek és a térképi ábrázolás alapjaiba, a körpálya egyszerűsített pályaelemei

7. oldal

1. tevékenység: Körpályán a Föld körül

13. oldal

2. tevékenység: Térkép és földgömb

14. oldal

3. tevékenység: Kövessük az űrállomást!

16. oldal

4. tevékenység: Esti ISS-megfigyelés (opcionális házi feladat)

17. oldal

Tanulói munkalapok

18. oldal

Linkek

25. oldal

tanítsunk a világűrrel! – merre jár az Űrállomás?

www.esa.int/education

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

Az Európai Űrügynökség oktatási programja az Európai Űrügynökség Oktatási Erőforrás Iroda (ESERO) Nordic-kal együttműködésben
Szerzői jogok 2025 © Európai Űrügynökség

→ MERRE JÁR AZ ŰRÁLLOMÁS?

Pályaelemek a telefonunkon

ALAPADATOK

Tantárgy: földrajz, fizika

Korosztály: 12—16 év

Nehézségi fok: könnyű

Tanári felkészülési idő: 30 perc

Tanítási idő: 1 óra

Költség: alacsony (0—10 euró)

Helyszín: tanterem

Kulcsszavak: fizika, matematika, földrajz, műholdpályák, Nemzetközi Űrállomás

Rövid ismertetés

A tanulók megismerkednek a Kepler-féle mozgástörvények alkalmazásával: a pályaelemekkel, a műholdak és a Nap égi helyzetének leírásával és bepillantást kapnak a Föld globális térképi ábrázolásába.

Emellett megtanulják, hogy okostelefonos applikációval megállapítsák a Nemzetközi Űrállomás (ISS) helyzetét, pályáját, és azt, hogy a fent említett térképi ábrázolásban ez hogyan vizualizálható, illetve opcionálisan azt is, hogy ezen eszközök segítségével megállapítsák, hogy az ISS hol és mikor figyelhető meg az égen.

Tanulási célok

- A Föld körüli keringés fizikájának, kinematikájának megértése
- A Föld gömbi és térképvetületi ábrázolása közti különbség megértése
- Az ISS mint Föld körül keringő objektum pillanatnyi helyének megtalálása a térképen, számítógépes alkalmazással
- Az ISS mint Föld körül keringő objektum pillanatnyi helyének megtalálása az égen, telefonos alkalmazással

→ A tevékenységek áttekintése

A tevékenységek áttekintése					
	Cím	Leírás	Eredmény	Szükséges előzmények	Időtartam
1	Körpályán a Föld körül	Irányított beszélgetés a Föld körüli keringésről	Felelevenítjük a keringés fizikáját (kinematikáját)	Nincs	15 perc
2	Térkép és földgömb	Videó megnézése alapján három kérdésről beszélgetés	Pontok és vonalak földgömbi és térképi ábrázolása közti kapcsolat felismerése	Az 1. tevékenység elvégzése.	15 perc
3	Kövessük az űrállomást!	A tanulók az ESA ISS-követő alkalmazásával meghatározzák az űrállomás helyét és mozgását	A körpálya-sebességből következő, a felszínhez viszonyított sebesség megismerése	A2. tevékenység elvégzése.	15 perc
4	Esti ISS-megfigyelés (opcionális házi feladat)	Telefonos applikációval az ISS megtalálása az esti égen	Keringő objektum égi helyzetének megtalálása. A felszínhez viszonyított sebességhez égi látvány kapcsolása	A3. tevékenység elvégzése.	Nem tanórai

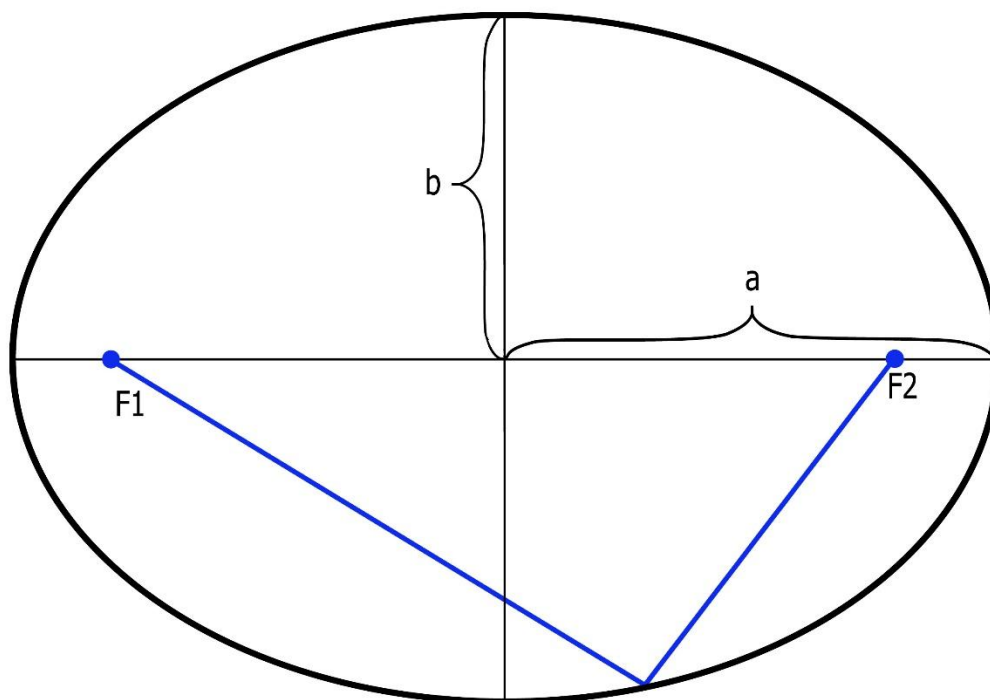
→ Bevezetés a pályaelemek és a térképi ábrázolás alapjaiba

1. A Kepler-féle pályaelemek

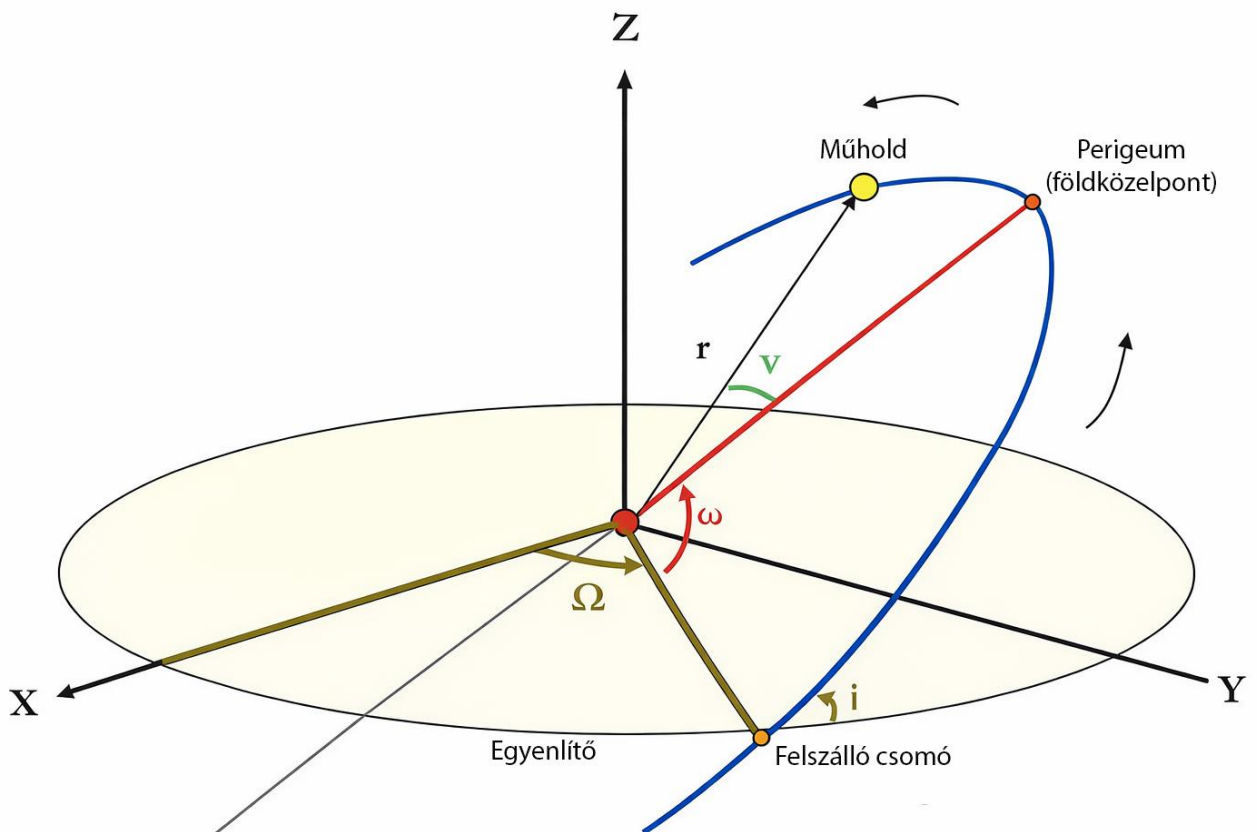
Kepler törvényei értelmében a Föld körül keringő testek pályája ellipszis, és a vonzócentrum, a Föld tömegközéppontja ennek egyik gyújtópontjában van. A keringő test sebessége változik: minél közelebb van ellipszis alakú pályáján a Földhöz, annál gyorsabban halad.

Ahhoz, hogy egy, a térben elhelyezett ellipszis-pályát leírjunk, 5 adatra van szükségünk:

- Magát az ellipszist két szám (pl. fél-nagytengely és lapultság, vagy fél-nagytengely és excentricitás) írja le
- És az így jellemzett ellipszist a háromdimenziós térben 3, szög jellegű mennyiségben adott elforgatási adattal lehet elhelyezni.



Az ellipszist azon pontok alkotják, amelyeknek a két gyújtóponttól vagy fókuszponttól (F1 és F2) való távolságuk összege azonos. Ilyen pályát írnak le a Föld körül keringő tárgyak, és a Föld tömegközéppontja az F1 pontban van. Az ellipszis fél-nagytengelyét az „a”, fél kistengelyét a „b” hosszúság jelenti. Az ellipszis „f” lapultsága: $f=(a-b)/a$, „e” excentricitása pedig $e = \sqrt{a^2 - b^2}$. Körpálya esetén az F1 és F2 pontok egybeesnek, így $a=b$, és $f=e=0$.



A műhold pillanatnyi helyzetét a koordinátarendszer középpontjából húzott r vektorral jellemezzük. A pályaellipszis síkját a háromdimenziós térben három paraméter (az ábrán i , Ω és ω) jellemzi. Az i -vel jelölt inklináció az egyenlítői sík és pályasík szögét adja meg. Az Ω -val jelölt paraméter a „felszálló csomó hossza” (valójában a földrajzi hosszúsághoz hasonlóan: szöge), amely azt mutatja, hogy a pálya melyik ponton metszi az egyenlítői síkot. Az ω -val jelölt szög a „perigeum (földközelpont) argumentuma”; ez a pályasíkban forgatja helyére magát a pályát – körpálya esetén viszont erre nincs is szükség. A „ v ”-vel jelölt „pályamenti szöghelyzet” mondja meg, hogy a műhold adott pillanatban hol található. Az „ X ” főirány a Nap látszólagos égi pályájának „felszálló csomója”, az ún. tavaszpont.

Az ellipszispályáknak van egy szélső helyzete, amely egyben a legkisebb mozgási energiához tartozik: ez a körpálya. A körpályán haladó test sebessége azonos a pálya bármely részén. Ennél kisebb sebességgel haladva a test leesne, gyorsabban haladva pedig ellipszispályára állna. A gyakorlatban a Föld körüli pályák esetén ez nem valósítható meg: a Föld nem gravitációs pontforrás, ezért vonzóereje a körpálya esetén is kismértékben változik és a keringő test mégoly ritka légkör miatt is veszít mozgási energiájából. Ezért a stabil pályán tartott objektumokat is kicsit gyorsabb mozgással tervezik: pályájuk valójában a körre nagyon hasonlító (igen kis excentricitású) ellipszis.

A Nemzetközi Űrállomás (ISS: *International Space Station*) pályája egy, a körpályához nagyon közeli ellipszis. A mi tananyagunk szempontjából egy, a Föld felszíne felett kb. 420 kilométer magasan, körpályán keringő objektumként modellezzük. A pályamagasság megválasztása nem véletlen. Már elég magasan van akkor, hogy a légkör lassító hatása ne legyen túl zavaró (időnként így is „gyorsítania” kell; enélkül néhány év alatt az alacsony, sűrű légkörbe érve elégne és lezuhanna), de elég alacsonyan ahhoz, hogy a Föld magnetoszférája megvédje az űrhajósokat a napszél és a kozmikus sugárzás folyamatos egészségkárosító hatásától.

Amennyiben a pályát körrel modellezzük, annak leírásához és térbeli elhelyezéséhez három paraméter is elegendő, egy távolság és két szög:

- a , a kör sugara (itt a fél nagytengely a kör sugara, mivel $a = b$, azaz az excentricitás $e = 0$)
- i , a körpálya és az egyenlítői sík közötti szög (pályainklináció), és
- Ω , a körpálya és az Egyenlítő egyik metszéspontjának iránya (ún. felszálló csomó hossza)

vagyis a körpályát lényegesen egyszerűbb modellezni, és a tanórán elmagyarázni is.

Az eddig mutatott paraméterek (ellipszispálya esetén: a, e, i, Ω, ω ; körpálya esetén a, i, Ω) leírják és elhelyezik a műhold pályáját a térben. A gyakorlatban erre azért van szükség, hogy meg tudjuk mondani, hogy adott időpontban a fenti ábra (X,Y,Z) koordináta-rendszerében merre keressük a műholdat: vagyis pl. este merre keressük azt a fényes pontot az égen, amely a Nemzetközi Űrállomás. Ehhez még két adatra van szükség: meg kell mondani, hogy egy adott pillanatban (időpont) hol van a műhold a fenti pályán. Ez utóbbi a fenti ábrán „ v ”-vel jelölt „pályamenti szöghelyzet” nevű paraméterrel van megadva.

(Természetesen az Űrállomás csak akkor látszik igen fényes, de láthatóan mozgó „csillagként” az égen, amikor a Nap megvilágítja. Mihelyt a Föld árnyékába ér, nem lesz látható. Emiatt napnyugta után 2-3 órával vagy napkelte előtt 2-3 órával érdemes keresni az égen.)

Szerencsére arra nincs szükség, hogy mi bármit számoljunk ezekkel a paraméterekkel, viszont azok a webes szolgáltatások és telefonos alkalmazások, amelyeket pl. az ISS követésére használunk, ezeket az értékeket használják. A pályaelemek a Föld gravitációs terének egyenetlenségei és a légkör lassító hatásai, illetve az ISS korrekciós hajtóműindításai miatt változnak, a pillanatnyi adatokat az ún. TLE (*Two-Line Elements*) formátumban itt lehet elérni:

<https://celestrak.org/Norad/elements/table.php?GROUP=stations&FORMAT=tle>

(vegyük észre, hogy több „ISS” nevű rekord is látható: a különböző modulok pályaelemkészlete azonos. A „Zarja” volt az ISS legelső modulja, 1998-ban állították pályára):

ISS (ZARYA)

1	25544U	98067A	26018.88513458	.00012847	00000+0	23754-3	0	9994
2	25544	51.6336	318.5838	0007801	33.5888	326.5594	15.49391154548613	

Az ISS pályaelemkészlete TLE-formátumban: ennek aktuális rekordját használják az ISS-t követő alkalmazások. Az $i = 51,6336^\circ$ a pályainklináció. Az utolsó szám: 15,4939... mutatja, hogy az ISS naponta hányszor kerül meg a Földet.

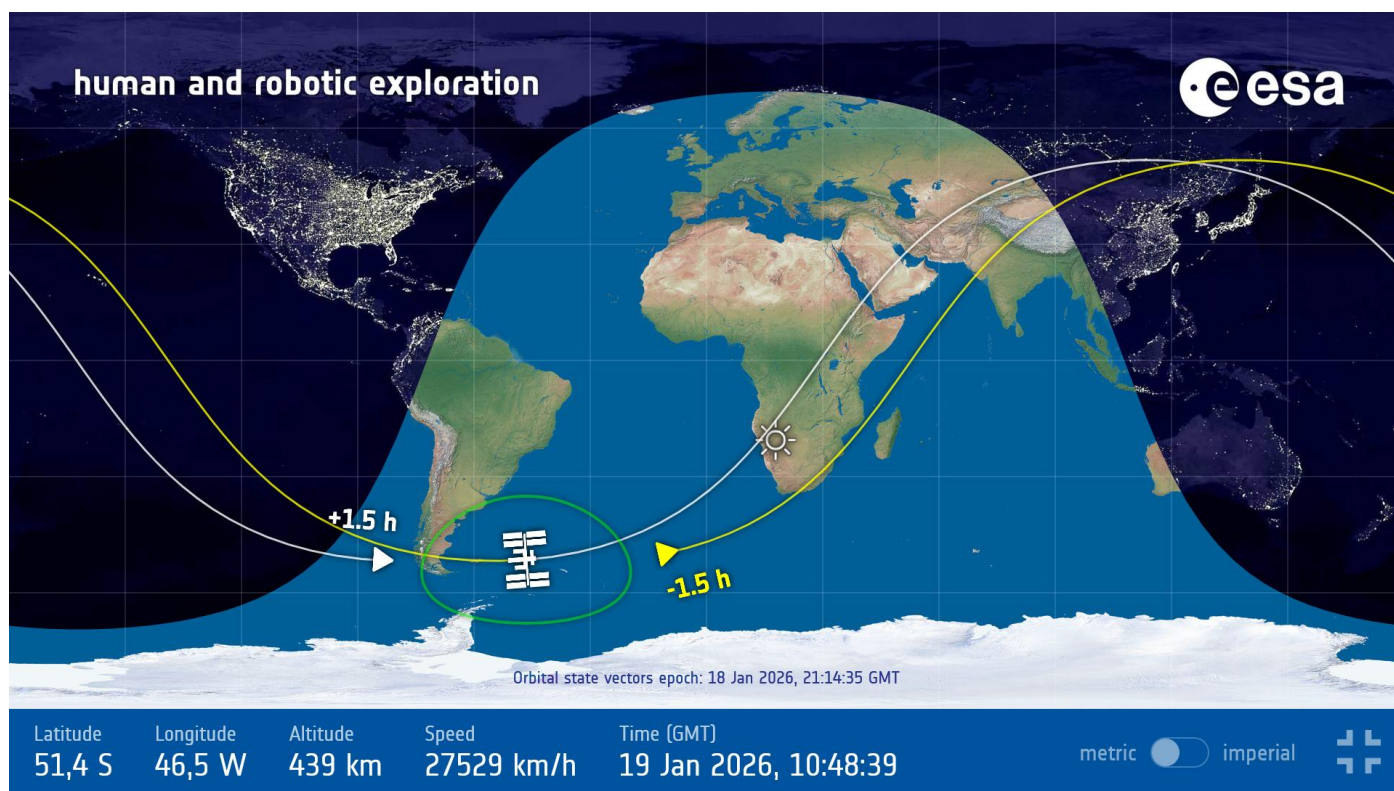
2. Ábrázolás: földgömbön vagy térképen?

A műholdakat, így a Nemzetközi Űrállomást követő alkalmazások a fenti adatokból 8. oldalon levő ábra szerinti XYZ-koordináta-rendszerben határozzák meg a keringő tárgyak pillanatnyi helyzetét, ebből pedig azt, hogy épp melyik felszíni pont felett tartózkodik. Saját álláspontunk földrajzi koordinátáinak felhasználásával azt is meg tudják mondani, hogy milyen irányban és a horizont felett milyen magasan kell keressük az adott objektumot.

Az ESA honlapján egy web-alapú alkalmazást kínál a Nemzetközi Űrállomás helyzetének követésére:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station

A fenti weblapon látható térkép dinamikusan változik: mindig az ISS aktuális pozícióját mutatja, a kép jobb alsó sarkában levő  ikonnal teljes képernyős üzemmódba is válthatunk:



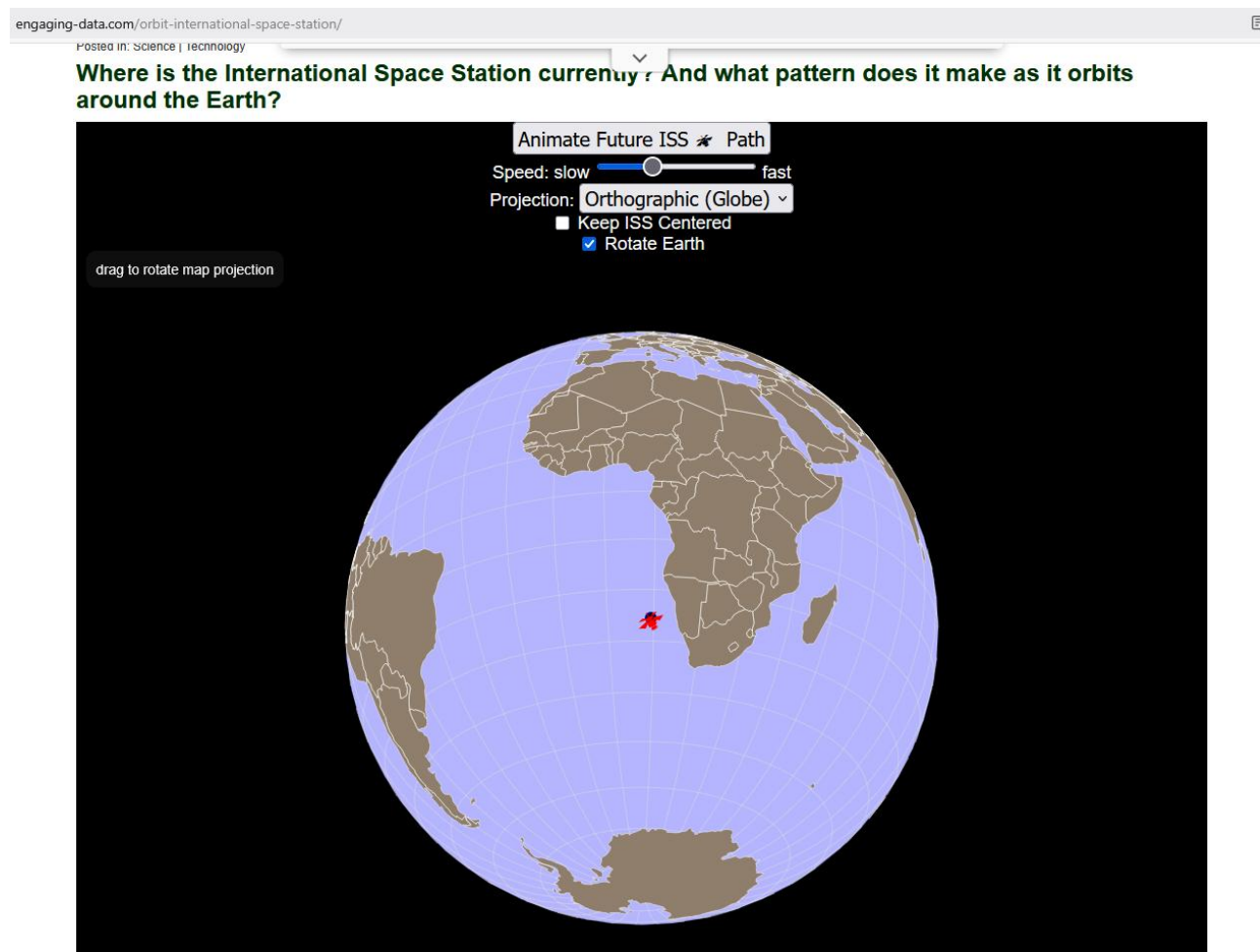
A kis űrállomás-ikon (a fenti képen épp Dél-Amerika déli szélétől keletre, nagyjából a Falkland- és Déli-Sandwich-szigeteknél) mutatja az aktuális pozíciót, a sárga vonal az elmúlt, a fehér pedig a következő másfél órában bejárt utat. A térképen az ún. „szubsatellit vonalat” látjuk, amely azokból a pontokból áll, amely felett elhaladt vagy el fog haladni az Űrállomás. A képen látható az is, hogy a Föld felszínén épp hol van nappal és éjszaka, illetve az is, hogy a Nap mely felszíni pontból (☀) látszik épp a zenitben (az égbolt legmagasabb pontján, a fejünk felett).

A Nap égi útját ugyan nem TLE módszerrel adják meg, ez a közelítő megoldás ugyanakkor felírható:

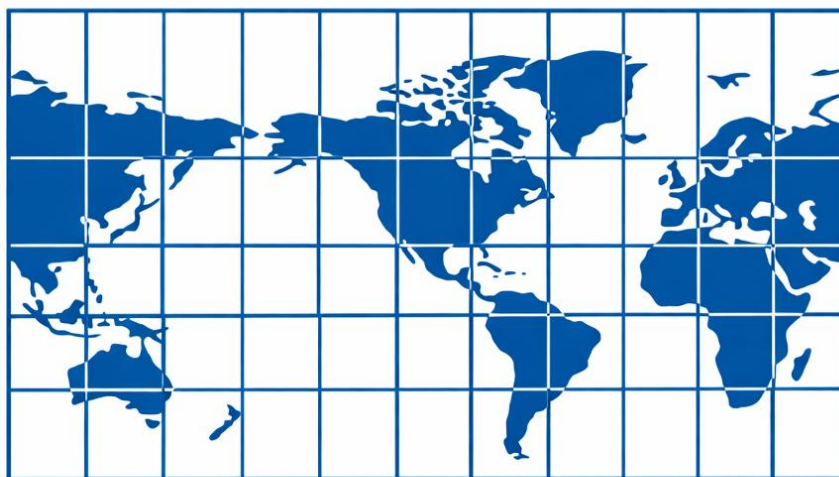
```
1 000000U 000000A 26019.00000000 -0.00000000 00000-0 00000-0 0 00000
2 00000 23.5000 0.0000 00000000 000.0000 000.0000 0.9856 0000000
```

Az ISS pozícióját ugyanakkor a földgömbhöz képest is megadhatjuk:

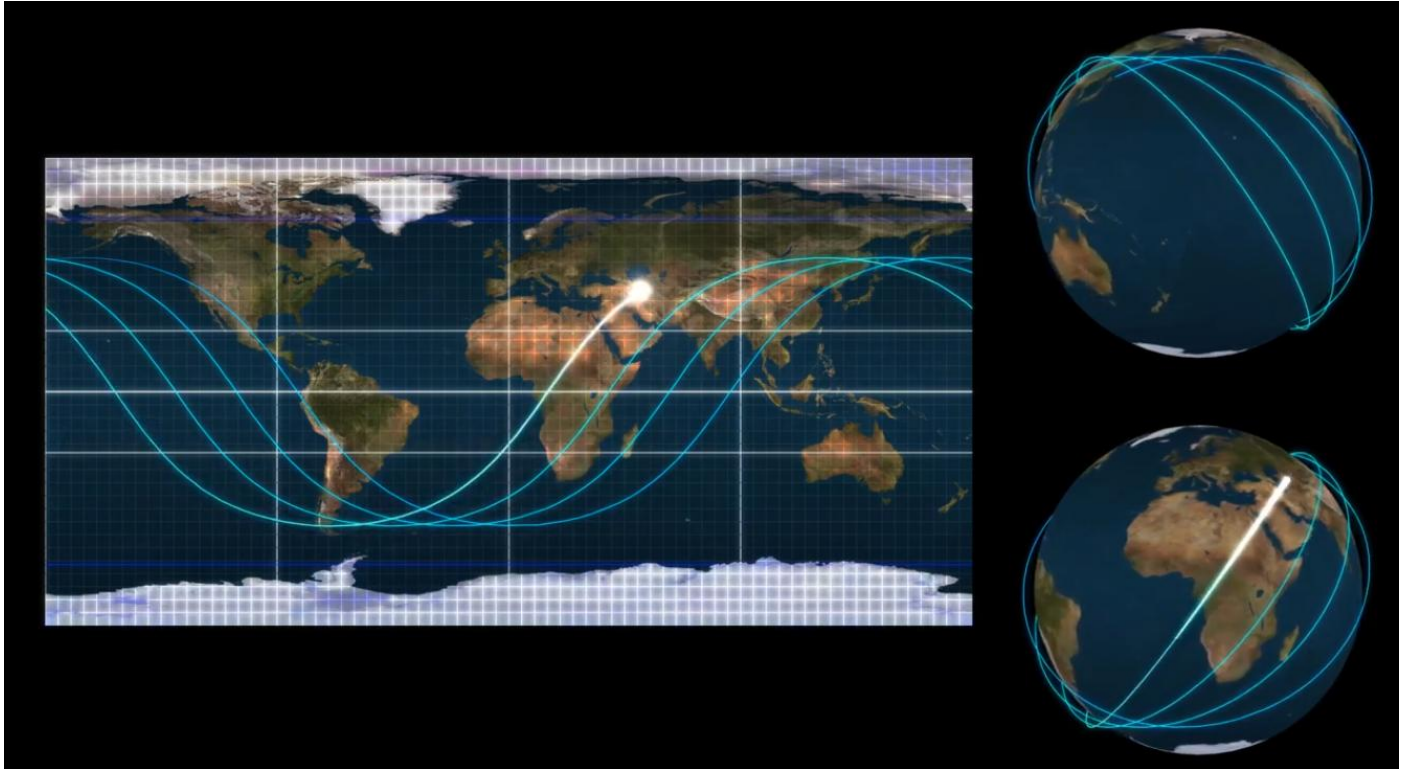
<https://engaging-data.com/orbit-international-space-station/>



A két ábrázolási módszer között a térképi vetület (ebben az esetben hengervetület) teremt kapcsolatot:



Ami a bal oldalon levő gömb (majdnem-gömb) felett még egyenes, az a kiterített henger felett már szinuszhullámként görbülő vonal lesz. Amennyiben a Föld nem forogna a tengelye körül, az ISS mindig ugyanazon (majdnem ugyanazon...) vonalon keringene, de a tengely körüli forgás eredményeként a napi 15-16 Föld-kerülés miatt ennyi vonalat fog követni az ISS: gyakorlatilag naponta áthalad minden pont közelében. Mégsem láthatjuk minden nap a saját álláspontunkról: csak az alkonyat utáni és hajnal előtti órák jönnek számításba.



Az ISS pályája hengervetületű világtérképen és a földgömb felett ábrázolva. A következő videón követhetjük ezt (csak illusztráció, nem az aktuális műholdpozíciót mutatja):

<https://www.youtube.com/watch?v=WW0rnFDfO0Y>

Természetesen a fenti információkat nem kell mind ismertetni a tanórán, de érdemes tudnunk. A tanulók kora, előképzettsége, a tanár metodikája, elérendő oktatási célja, részben szakterülete alapján döntse el, hogy ebből mennyi a készségszinten elsajátítandó, mennyi a háttérinformáció, és mi az, ami extra tudásanyag (pl. TLE).

A javasolt tanításai módszertant a három plusz egy tevékenységhez kapcsoltan külön ismertetjük.

→ 1. tevékenység: Körpályán a Föld körül

Adott kérdésekhez kötött beszélgetés, amely a Kepler törvényekből következő pályageometriát és a pályák adatait (paramétereit) tárgyalja, és rávezeti a diákokat, hogy a vízszintes hajítás általánosítható, ebből következik a körpálya-sebesség. Emellett szó esik a légkör fékező hatásáról, és arról, hogy emiatt kell magasabb pályára állítani a Föld körül keringő űreszközöket.

Eszközök

- A bevezető részben ismertetett tananyag
- Vetítőeszköz
- Tanulói munkalap, írószer
- Tábla, kréta (vagy okostábla rajzoláshoz)

Vetítsük ki ezt a képet a tanulóknak:



↑ A Nemzetközi Űrállomás a Space Shuttle Endeavour fedélzetéről (forrás: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2010/02/Space_Station_over_Earth)

1. Tegyük fel a kérdést: **miért nem esik le?**

A beérkező válaszokat ne kommentáljuk vagy értékeljük, egyelőre csak írjuk fel a táblára (lehetőségek pl: mert gyors, mert súlytalan, mert nincs levegő, mert kisebb a gravitáció, stb.)

2. A táblára rajzoljuk fel egy kő elhajítását, és ahogy leesik. Ugyanonnal eldobva messzebb esik le. Tegyük fel a kérdést: lehet olyan sebességgel eldobni, hogy nem esik le, hogy „körbeesik”?

Itt a kulcsmondat az, hogy „ha elég nagy az oldalirányú sebesség, a test soha nem éri el a Föld felszínét”. Ebből következik, hogy a keringés = szabadesés + oldalirányú sebesség.

Kérdés: Ha a Föld (majdnem) tökéletes gömb, a gravitáció mindig a középpont felé mutat – milyen alakú pálya jön ki, ha a sebesség nem változik? Itt az első és legegyszerűbb válasz a kör. Ennek leírásához elég, ha tudjuk a kör közepét (Föld tömegközéppontja), sugarát (Föld sugara plusz keringési magasság), a sebesség nagysága (körpályasebesség, kb. 8 km/sec) és iránya (vízszintes, vagyis a helyi függőlegesre merőleges). **Itt készítsék el a tanulói munkalap 1. tevékenységéhez kapcsolódó rajzot.**

3. Itt bevezetjük az egyszerűsített pályaelemkészletet.

- Kör sugara (6380 km földsugár plusz 420 km magasság) = fél nagytengely, kb. 6800 km.
- Excentricitás = 0 (kör)
- Pályasík hajlásszöge (ezt még nem tudjuk, hogy mennyi)

(Fontos, hogy nem szabad a teljes Kepler-pályaelemkészletet elmondani, csak ezeket, amelyek a körpályához kellenek.)

4. Záró kérdés: ha a pálya síkja fix, de a Föld forog alatta, mely pontok felett fog elhaladni? – Erre egyelőre ne adjunk választ, ez a következő tevékenység bevezetése.

→ 2. tevékenység: Térkép és földgömb

A tevékenység keretében a tanulók videó megtekintésével megismerik az ISS pályáját gömbi és vetületi geometrián, megismerik a pályainklináció fogalmát.

Eszközök

- Tanulói adatlapok
- Számítógép, telefon, vagy bármilyen, videó vetítésére alkalmas eszköz

Indítsuk el ezt a videót:

<https://www.youtube.com/watch?v=WW0rnFDfO0Y>

és három kérdés keretében beszéljük meg a látottakat:

1. Miért nem egy adott vonalon halad az ISS a Föld felszínéhez képest? (A válasz az előző tevékenység végén feltett kérdésben van: nagy részben azért, mert a Föld elfordul alatta – kisebb részben a pályasík is mozog, de ezt most hagyjuk el).
2. Miért van az, hogy az ISS nem megy az Északi- és a Déli-sark közelébe? Olvassuk le a maximális északi és déli szélességeket, ameddig „eljut”, és ahonnan „visszafordul” és jegyezzük fel a tanulói munkalapra! (Ez az érték azonos a pályainklinációval, vagyis a pályasík és az Egyenlítő által bezárt szöggel).
3. Ami a videó jobb oldalán a gömb alakú Föld esetén nagyjából egyenes vonal, miért lesz görbe a térképen? (Ez a térképi vetítés sajátja, de ebbe jobban most nem érdemes belemenni, mint a videó megnézésével).

Miközben a beszélgetés zajlik, érdemes a videót folyamatosan, ismétlődő módban futtatni a kivetítőn.

→ 3. tevékenység: Kövessük az Űrállomást!

A tevékenység során a tanulók az ESA erre a célra fejlesztett alkalmazásával számítógépen vagy telefonon követik az Űrállomást aktuális pozícióját. Megbecsülik a pálya legészakabbi és legdélebbi kitérési pontjait, összekapcsolják ezt az Űrállomás keringési pályájának inklinációjával. Megbecsülik a keringés sebességét és online követik az ISS mozgását.

Eszközök

- Számítógép vagy mobiltelefonok, az ESA ISS-követő webes alkalmazásának futtatására
- Tanulói munkalapok

Vagy kivetítőn mutassuk be a következő alkalmazást, és a tanulók egyénileg töltsék ki a munkalapot, vagy osszuk őket 3-4 fős csoportokra, minden csoportnál egy telefonnal, amelyen fut az alkalmazás, és a csoport közösen töltsék ki a munkalapot. Ezen az alkalmazáson tudjuk követni az Űrállomás pillanatnyi pozícióját:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station

A tanulóknak a következő kérdésekre kell válaszolniuk:

1. Hol tartózkodik épp az Űrállomás? (Óceán/tenger/kontinens, esetleg ország)
2. Az elmúlt másfél órában és a következő másfél órában kb. milyen hosszú utat tett meg?
3. Az elmúlt és a következő másfél órában mi az a földrajzi szélesség (északi és a déli), amelyet elérve a legjobban eltávolodik az Egyenlítőtől?

Ez utóbbi értéket vessük össze a tanári gépről kivetítve az előző tevékenység videójával és vegyük észre, hogy ez az érték

- Ez a szög, amellyel az Űrállomás pályája metszi az Egyenlítőt, vagyis
- Ez a szög az Űrállomás pályája és az Egyenlítő által kijelölt két sík által bezárt szög.
- Ha ennél a szélességnél közelebb vagyunk a sarkhoz, akkor az Űrállomás soha nem látszik sem a fejünk felett, sem pedig (az északi féltekén) attól északabbra.

→ 4. tevékenység: Esti ISS-megfigyelés (opcionális házi feladat)

Itt nyílik lehetőség arra, hogy az előző tevékenységnél megismert keringést mobiltelefonon alkalmazva megkeressük az Űrállomást az esti égen, kövessük annak sebességét és esetleg le is fényképezzük.

Eszközök

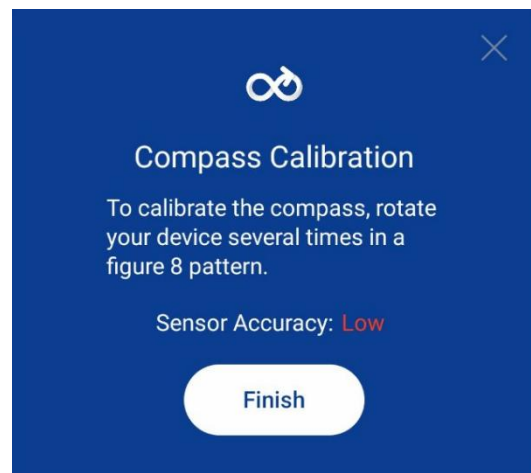
- Tanulói adatlapok
- Számítógép, telefon, vagy bármilyen, videó vetítésére alkalmas eszköz

Számos olyan telefonos alkalmazás van, amely képes az ISS követésére, aktuális pozíciójának követésére és égi helyzetének megadására. Ezek közül, mint legalkalmasabbat és „reklámmenteset”, a NASA applikációját a „Spot the Station”-t javasoljuk (de a tanár belátása szerint más alkalmazást is javasolhat):

<https://play.google.com/store/apps/details?id=gov.nasa.hq.SpotTheStation>

Az alkalmazás angol nyelvű. Telepítése után hozzáférést kér helyadatunkhoz. A földgömbi és térképi pozíciónk kerül az alkalmazási képernyő középpontjába, és pozíciónk alapján fogja a meghatározni az Űrállomás áthaladási adatait is. Az alkalmazás első futtatásakor egy angol nyelvű oktató (tutorial) lépéssort is felajánl, ezt akár át is ugorhatjuk. Fontos viszont, hogy a telefonnak csak a pozícióját tudja a program meghatározni a GPS vagy a mobilcella-információk segítségével, az állásszögét nem. Az ISS követése valós időben, a telefon kameraképére vetítve történik, így a telefon állásszögére is szükség van. Ehhez

- mágneses detektorral kell a telefonnak rendelkeznie (ez az utóbbi 5 évben eléggé általános lett), és
- erre irányuló mozgással a mágneses érzékelőket kalibrálni is szükséges.



A „Spot the Station” alkalmazás figyelmeztetést küld, hogy a telefon mágneses szenzorját kalibrálni szükséges →

A mobiltelefon mágneses érzékelője (magnetométer / iránytű) csak akkor ad értelmezhetően pontos adatot, ha kalibrált, és a mérési környezet is kontrollált. A kalibrálás menetét, ahogy az applikáció kezelését is, a Tanulói munkalapon találjuk.

Eszköz

- Mágneses detektorral rendelkező mobiltelefon, az ISS-követő mobilalkalmazás futtatására

→ MERRE JÁR AZ ŰRÁLLOMÁS?

→ 1. tevékenység: Körpályán a Föld körül



↑ A Nemzetközi Űrállomás. (forrás: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2010/02/Space_Station_over_Earth)

Miért nem esik le az Űrállomás a kb. 420 kilométeres magasságból? Írd le, mik lehetnek ennek az okai (elég csak 1-2 okot megadni):

1. _____
2. _____
3. _____

Milyen messzire tudsz eldobni egy követ? Milyen sebességgel dobod el?

Milyen messzire lő el egy ágyú? Milyen sebességgel indul el a lövedék?

Mekkora sebesség kell a Föld körüli pályára juttatáshoz?

Tudtad?

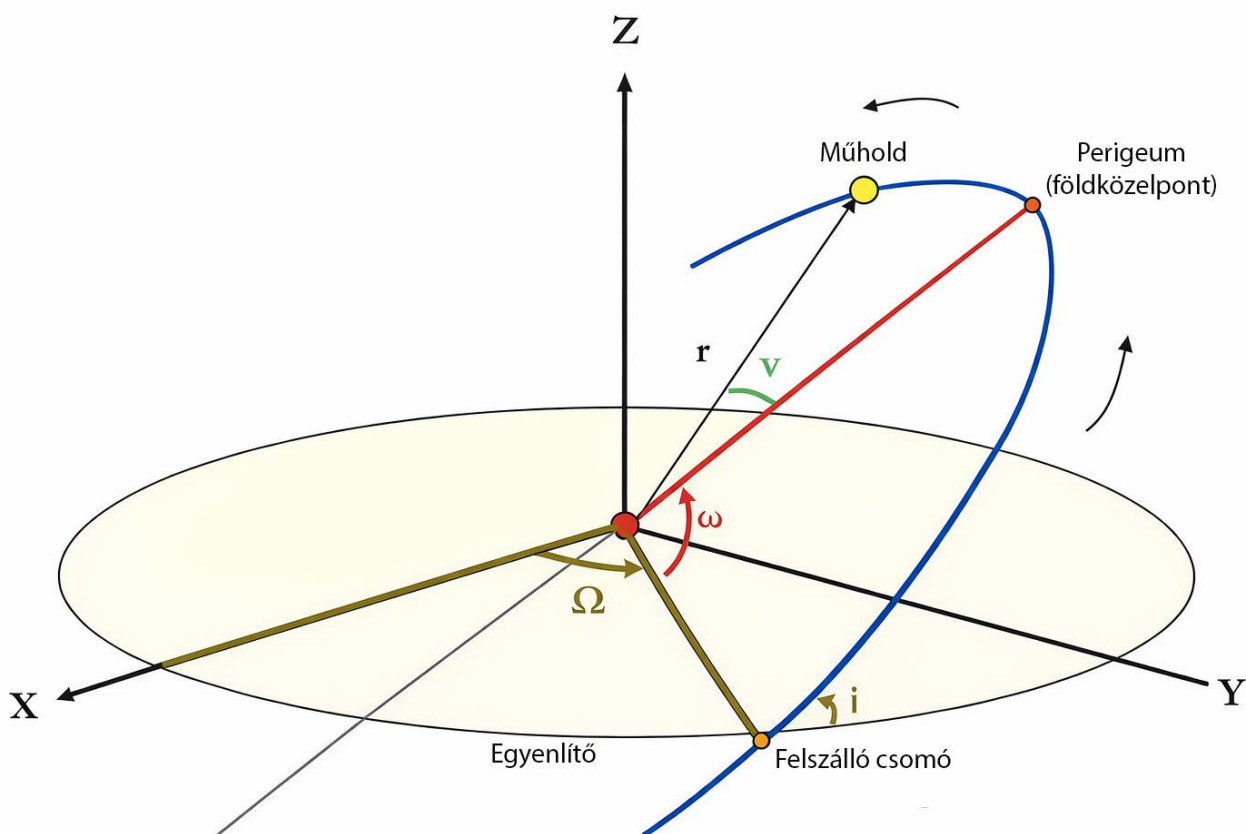
A Nemzetközi Űrállomás moduláris szerkezetű, az első modult, az orosz Zarját 1998-ban bocsátották fel Bajkonurból. Az első amerikai modult, a Unity-t még ugyanebben az évben az Endeavour űrrepülőgéppel juttatták Föld körüli pályára. Az Űrállomás kutatóprogramjában 16 ország, benne az ESA 11 tagállama vesz részt. 2025-ben a magyar Kapu Tibor kutató űrhajós is részt vett a kutatásban az Űrállomás fedélzetén.



A Nemzetközi Űrállomás a tervezett teljes kiépítettséggel →

→2. tevékenység: Térkép és földgömb

Meg tudod magyarázni, hogy az ISS miért nem halad át soha az Északi vagy a Déli sark felett? Ehhez egy ábrát is adunk, hátha segít:



Melyik tengely irányában helyezkednek el a pólusok?

☐ X

☐ Y

☐ Z

Melyik szöget kellene 90 fokra állítani ahhoz, hogy az ISS a pólusok felett is áthaladjon?

☐ Ω

☐ v

☐ i

☐ ω

→3. tevékenység: Kövessük az Űrállomást!

Futtassuk vagy a tanári kivetítőn figyeljük az ESA web-alkalmazását, amellyel követhető az Űrállomás aktuális helyzete.

Hol van most az Űrállomás? (Melyik óceán vagy kontinens felett? Ha kontinens, meg tudod nevezni az országot is?)

Becsüld meg, mennyi idő alatt tesz meg egy keringést a Föld körül:

_____ perc

Az alkalmazás az elmúlt és a következő másfél óra alatt megtett pálya földi vetületét is mutatja. Becsüld meg, hogy mennyi a legnagyobb északi és déli szélesség, ameddig eljut a pálya során:

_____ fok

(...és ennek köze van az előző oldal utolsó kérdéséhez is...)

→4. tevékenység: Esti ISS-megfigyelés

A NASA „Spot the Station” mobilalkalmazásának letöltése innen:

<https://play.google.com/store/apps/details?id=gov.nasa.hq.SpotTheStation>

A mobiltelefon mágneses érzékelője (magnetométer / iránytű) csak akkor ad értelmezhetően pontos adatot, ha kalibrált, és a mérési környezet is kontrollált. Az alábbi lépések beváltak a demonstráció célú fizikai–földtudományos mérésekhez:

Kalibrálás (ez a legfontosabb): klasszikus „8-as” mozzgatás

Fogd a telefont a kezedbe, rajzolj vele a levegőben fekvő és álló „8-as” alakzatokat, közben forgasd mindhárom tengely körül:

- képernyő fel/le
- oldalra billentve
- elforgatva

Tipikusan 20 másodperc elegendő.

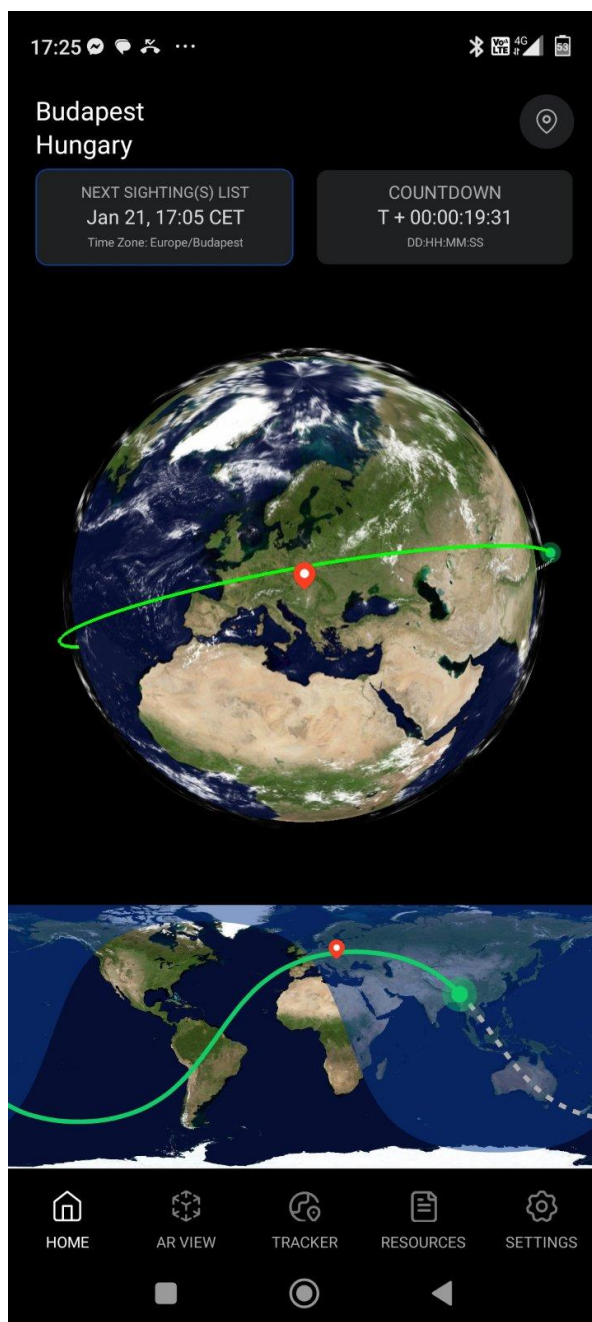
Zavaró mágneses források eltávolítása

A telefon mágnesesen eléggé érzékeny, ezért kerülj a fémtokot, a csuklódon az okosórát, a zsebben a kulcsot, tartsd messze a telefont az övcsattól, fémváz asztaltól, laptóptól vagy bármilyen hangszórótól. Lehetőleg szabad térben (udvar, mező) végezzük a kalibrálást, közvetlenül az amúgy is szabad térben próbált ISS-követés előtt.

Hőmérsékleti stabilizálás

A telefon magnetométere hőmérsékletfüggő. Ezért, ha meleg szobából megyünk szabad ég alá észlelni, hagyjuk pár percig hűlni a telefont. Semmiképp ne mérjünk közvetlenül töltés után (melegedés!)

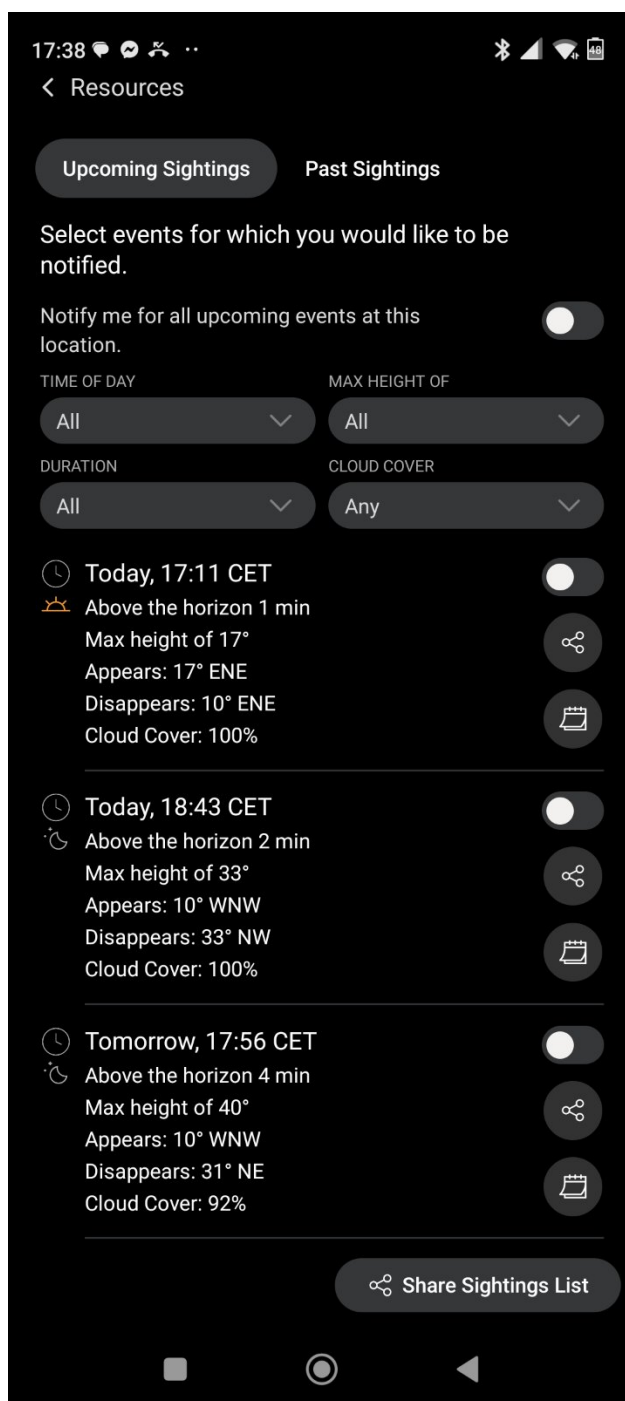
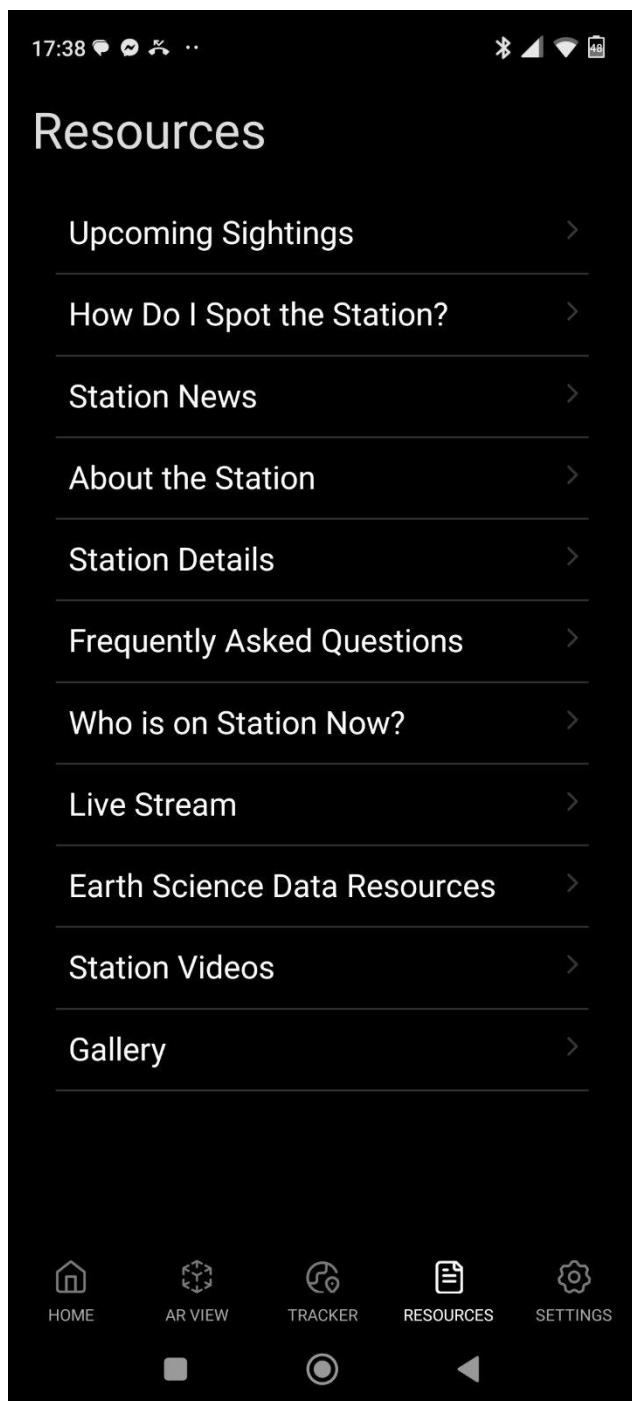
Az alkalmazás használata: hol van az ISS a térképen?



↑ A „Spot the Station” alkalmazás a glóbuszon és a térképvetületben is megadja a pályát, piros hely-jelölővel mutatja az álláspontunkat. A zöld kör az ISS helyét mutatja, a folytonos zöld vonal a nemrég bejárt, a szaggatott fehér vonal a következő időszakban várható útvonalat mutatja.

Az alkalmazás indításakor a korábbi videóban már megismert kettős nézetet kapjuk: a földgömbön és a térképen is látjuk az Űrállomás által nemrég bejárt (zöld vonal) és hamarosan bejárandó (szaggatott fehér vonal) utat, magának az ISS-nek az aktuális pozícióját zöld pötty jelzi, álláspontunkat pedig a piros helymutató.

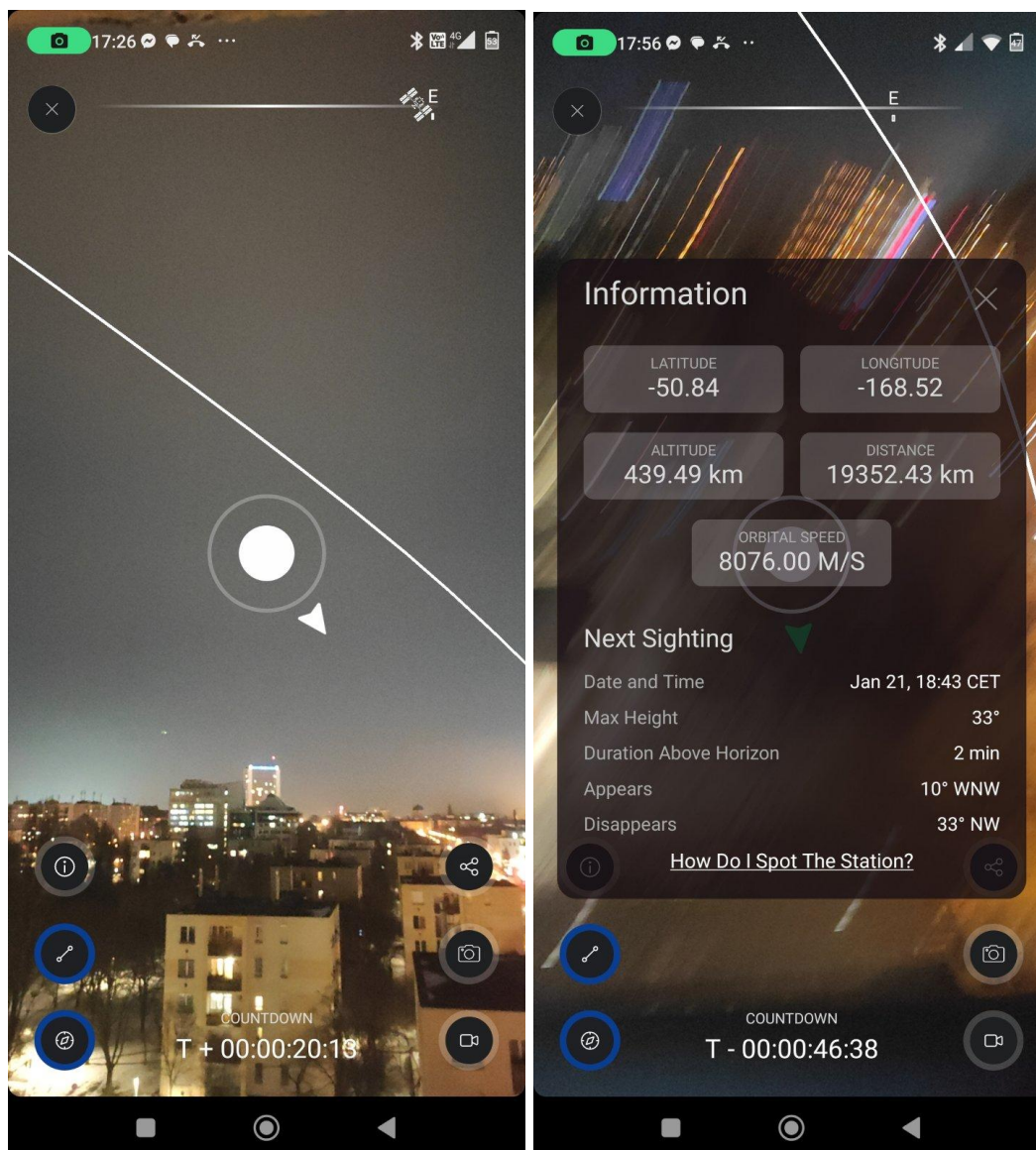
Alul, a menüsorban a Resources pontban választhatjuk ki, hogy mikor várható látható áthaladás az aktuális álláspontunkból nézve:



↑ A „Spot the Station” alkalmazás Resources menüpontjában (balra) az Upcoming Sightings-t kell kiválasztani, így a jobb oldali képen látható információkat kapjuk a közelgő áthaladásokról

A közelgő áthaladásokról a következő információkat kapjuk: mennyi ideig lesz az ISS a horizont felett, mennyi lesz a maximális távolsága a horizonttól (itt az 50-60 fokot meghaladó értékek a legjobbak), hogy milyen irányban jelenik majd meg az ISS (Appears) és hol „nyugszik” ismét a horizont alá (Disappears). Az alkalmazás a helyi meteorológiai adatokból a felhőborítást is megbecsüli.

A kiválasztott időpontban a (mágnesesen kalibrált) telefonunkon az alkalmazást elindítva az „AR View” menüpontban ezt a képet látjuk, ha a telefont az ég felé fordítjuk:



↑ A „Spot the Station” alkalmazás „AR View” menüpontja/képernyője.

A képernyőkép közepén a kör és a nyíl mutatja, hogy az ISS-t merre kell keresni, a fehér vonal a befutott pályát mutatja. A képernyő tetején az ISS ikon, és (a fenti képen) az „E” azt mutatja, hogy tőlünk „East”, azaz keleti irányban van épp. A vonalat a bal alsó ikonok közül a középsővel, minden információs rávetítést pedig a bal alsó ikonnal kapcsolhatjuk ki/be. Itt a legfelső ikonnak a jobb oldali képen látható információkat vetíthetjük a képre. Ha megtaláltuk, az alul levő jobb oldali ikonokkal megoszthatjuk a élőképet, fényképet és videót is készíthetünk.

→ **Linkek**

A Nemzetközi Űrállomásról:

ESA webalkalmazás: Merre jár az Űrállomás:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Where_is_the_International_Space_Station

Az Űrállomás nagy felbontású képe:

https://hu.wikipedia.org/wiki/Nemzetk%C3%B6zi_%C5%B0r%C3%A1llom%C3%A1s#/media/F%C3%A1jl:ISS_solar_arrays.jpg

Az Európai Űrügynökség ismertetői

Az Űrállomás alap-adatai:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/ISS_International_Space_Station

További adatok az Űrállomásról:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/About_the_International_Space_Station

Járjuk be az Űrállomást:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/International_Space_Station/Highlights/International_Space_Station_panoramic_tour

Oktatási segédanyagok

[esa.int/Education/Classroom_resources](https://www.esa.int/Education/Classroom_resources)

Az Európai Űrügynökség űrprojektjei

SMART-1

<http://sci.esa.int/smart-1>

HERACLES

[esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Exploration/Landing_on_the_Moon_and_returning_home_Heracles](https://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Exploration/Landing_on_the_Moon_and_returning_home_Heracles)