

Athletica Galactica

Kárpát-medencei Középiskolai Csillagászati és Asztrofizikai
Verseny döntője

PLANETÁRIUMI FORDULÓ MEGOLDÓKULCS

Összpont: 85 pont
Időtartam: 30 perc

Jászberény, 2026. március 22.

1. Szférikus barangolás az égbolton [10 perc, 32 pont]

Ebben a feladatban az éjszakai égboltot egy híres-neves obszervatóriumból kémleled 2026 január közepén este. Adj választ az alábbi kérdésekre!

a) Határozd meg a földrajzi szélességed! [3 pont]

A feladat megoldásához a Sarkcsillagot kell megtalálni, majd megbecsülni a horizont feletti magasságát. Az égboltot a Greenwich-i Obszervatóriumból nézzük, azaz: $\varphi = 51,5^\circ$.

$\pm 5,5^\circ$	$46^\circ \leq \varphi \leq 57^\circ$	3 pont , távolabbi megoldások esetén:
$\pm 10,5^\circ$	$41^\circ \leq \varphi \leq 62^\circ$	2 pont
$\pm 15,5^\circ$	$36^\circ \leq \varphi \leq 67^\circ$	1 pont

b) Sorolj fel maximum 7 csillagképet a meridián mentén! [7 pont]

Minden helyes válaszáért **1 pont** jár. A helytelen válaszokért nem jár mínusz pont. Ha több csillagképet sorolna fel, csak az első hetet vegyük figyelembe. A feladat több mint a fele jól azonosítható csillagkép, míg a maradék nem elvárás, pusztán a haladó égboltismerettel rendelkezőket jutalmazza egy-két plusz ponttal. Magyar, latin, és hivatalos IAU rövidítést is elfogadunk.

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. Orion / Orion / Ori | 5. Sárkány / Draco / Dra |
| 2. Szekeres / Auriga / Aur | 6. Nyúl / Lepus / Lep |
| 3. Bika / Taurus / Tau | 7. Zsiráf / Camelopardalis / Cam |
| 4. Kis Medve / Ursa Minor / UMi | |

c) A nyugati oldalon egy bolygó éppen nyugszik a horizonton. Melyik bolygóról van szó, és melyik csillagképben van? [2 pont]

Ez a feladat azt teszteli, hogy a döntőre készülési időszakban kik ismerkedtek az aktuális éjszakai égbolt látványával. A csillagkép akkor is kitalálható, ha magát a bolygót rosszul azonosítja. A helyes válaszokért külön-külön **1 pont** jár. Mivel a bolygó a Halak csillagkép határán van, ezért a Vízöntő is egy elfogadható válasz lehet.

Bolygó: Szaturnusz Csillagkép: Halak / Pisces / Psc (Vízöntő/Aquarius/Aqr)

d) **Mennyi időt töltött ez a bolygó a horizont felett?** [6 pont]

$\Delta T = 11,4^h = 11^h 24^m = 684^m$ **A lenti keretben részletezd a számításod!**

A horizont felett töltött idő a félnapi ív képlete alapján határozható meg, azaz hogy mekkora egy éppen nyugvó égitest t óraszöge. Ehhez φ az a) feladatrészből ismert, a δ deklinációt pedig meg kell becsülni.

Becslés a deklinációra:

- Az égi egyenlítő vonalát az égbolton jó közelítéssel tudni kell, ez a sillabusz és az ajánlott irodalom része.
- Az égi egyenlítő mindig pontosan keleten és nyugaton metszi a horizontot.
- A Szaturnusz felismerhető, mint egy, a térségben egy nem várt, egész fényes csillag, nagyon közel a horizonthoz.
- A Szaturnusz elég jó közelítéssel nyugat körül nyugszik. Mindezek alapján az egy jó becslés, hogy az égi egyenlítőn van, azaz hogy a deklináció közel nulla.
- Alternatív megfontolás, hogy közel van a tavaszponthoz, ami az ekliptika és az égi egyenlítő metszéspontja, tehát közel nulla kell legyen a deklináció.

Félnapi ív képletének felírása: $\cos t = -\tan \delta \tan \varphi$ **(2 pont)**

Becslés a deklinációra: $\delta \approx 0^\circ \pm 5^\circ$ **(2 pont)** $\pm 10^\circ$ (1 pont)

A valós érték: $\delta = -3^\circ$

Félnapi ív helyes kiszámolása, ez külön pontot nem ér: $t = 5,7 h$

Átváltás horizont felett töltött időre: $\Delta T = 2 \cdot t$ **(1 pont)**

Válasz időegységben: $\Delta T = 11,4 h$ **(1 pont, saját számaival is)**

e) **Melyik csillagkép fényes α csillaga látható $h \approx 53^\circ$ és $A \approx 26^\circ$ horizontális koordinátákon? Mi a csillag neve?** [2 pont]

Az azimutot délről mérjük nyugati irányba.

Csillagkép: Bika / Taurus / Tau **(1 pont)**

Csillag: Aldebaran **(1 pont)**

Mivel az azimut kicsi, így tudjuk, hogy a keresett csillag a déli iránytól kisé nyugatra kell legyen. Ebben az irányban a horizottól a zenitig lévő sávhoz közel három α csillag látszik: Capella, Aldebaran, és Rigel. A megadott magasság azonban egyértelműen eldönti ezek közül, hogy mi a jó válasz. A két kérdés egymástól függetlenül ér pontot, a csillagképnél a három verzió közül bármelyik megnevezés elfogadható.

f) **Mik a második ekvatoriális koordinátái ennek a csillagnak? [6 pont]**

A deklinációt az égi egyenlítőhöz képest lehet megbecsülni:

- Az égi egyenlítő az Orion övének jobb csillagán halad keresztül.
- Az Orion feje búbja $+10$ fokra, a lábai -10 fokra találhatóak; ezekhez tudunk arányosítani.

Az óraszöget a 6^h és 0^h rektaszcenziós körökhöz képest lehet megbecsülni:

- A csillagunk a kettő között van.
- Az érték nyugatról nő keletre, vagyis ha $\sim 6^h$ a delelés, a csillagunk óraszöge ennél kisebb kell legyen.

$$\delta = +16,5^\circ$$

$$\pm 3^\circ : 13,5^\circ - 19,5^\circ \text{ (3p)} \quad \pm 5,5^\circ : 11^\circ - 22^\circ \text{ (2p)} \quad \pm 10,5^\circ : 6^\circ - 27^\circ \text{ (1p)}$$

$$\alpha = 4 \text{ h } 30 \text{ min}$$

$$5^h 30^m \geq \alpha \geq 3^h 30^m \text{ (3p)} \quad 6^h \geq \alpha \geq 2^h \text{ (2p)} \quad 6^h \geq \alpha \geq 0^h \text{ (1p)}$$

g) **Hány óra múlva nyugszik majd le ez a csillag? [6 pont]**

Az aktuális csillagidő $S = 5 \text{ h } 40 \text{ m}$. Írd le a számolás menetét is!

A csillag $4,5$ óra múlva nyugszik majd le.

Az, hogy hány óra múlva nyugszik le ez a csillag, könnyen kiszámítható az előző feladatok becsléseit és számolásait felhasználva. Ismert mennyiségek az S csillagidő, α rektaszcenzió és t nyugvó óraszög; így a csillag aktuális t' óraszögének meghatározásával egyből adódik a válasz.

Az t' óraszög a deleléstől számított időt adja meg, míg a t fél napi ív a nyugvásig számított időt, mi a kettő különbségét keressük.

$$S = \alpha + t' \implies t' = S - \alpha \text{ (2 pont)} \iff t' = 5,67^h - 4,5^h = 1,17^h$$

$$T = t - t' = 5,7^h - 1,17^h \text{ (2 pont)}$$

$$T = 4,53^h \approx 4^h 30^m \text{ (2 pont)}$$

Nincs dupla büntetés, a saját számaival helyes válasz is pontot ér!

2. Keresd a kakukktojást!

[6 perc, 20 pont]

Felettünk a Magyarországról látható égbolt 750-szeres gyorsítással forog. Ezen az égbolton betűkkel ellátott pontokat fedezhetsz fel. Azonosítsd ezt a hat pontot, és add meg, hogy melyik csillagképben vannak, miket jelölnek, és milyen típusú objektumoknak tekinthetők! A pontok között megbújik egy kakukktojás: melyik az, és miért?

Sorszám	Csillagkép	Azonosító/Név	Típus
a)	Sas/Aquila/Aql	M11 (Vadkacsa-halmaz)	nyílthalmaz
b)	Halak/Pisces/Psc	tavaszpont	nevezetes égi irány
c)	Herkules/Hercules/Her	M13 (Nagy Herkules Halmaz)	gömbhalmaz
d)	Lant/Lyra/Lyr	M57 (Gyűrűs-köd)	planetáris köd
e)	Rák/Cancer/Cnc	M44 (Jászol-halmaz)	nyílthalmaz
f)	Bika/Taurus/Tau	M45 (Fiastyúk)	nyílthalmaz

A kakukktojás betűjele: **b)**, mivel ez a tavaszpont, nem egy mélyég-objektum.
A táblázatban a tavaszpont típusánál bármi elfogadható, ami nem hamis állítás.

A táblázat minden cellája **1 pontot** ér, és a betűjel és indoklás is **1-1 pont**.

3. A Mars két holdja

[7 perc, 16 pont]

Egy marsfelszíni bázis mellől csodáljuk a bolygó két tündöklő holdját az égbolton: a sárga karikával jelölt Deimost és piros karikával megkülönböztetett Phobost.

- a) **Adj becslést a Mars második ekvatoriális koordinátáira a Phobos és a Deimos felszínéről nézve!**

A II. ekvatoriális koordináta-rendszert a szokásos módon definiáljuk.

Mérési jegyzetek és számítások helye:

A feladat voltaképpen megbecsülni a holdak koordinátáit, majd venni a gömbön ezekkel átellenes koordinátákat. A jegyzeteknél így nyoma kell legyen az egyes holdakhoz tartozó becsléseknek.

A Skorpió és Nyilas csillagképek látszódnak közel a delelés irányában, amelyekről ismert, hogy a két csillagkép között megy el az $\alpha = 18^h$ rektaszncenziós kör. A nyugati horizont felett a Szűz csillagkép kerül el, melynek karjainál éppenszak a horizont alatt található az őszpont, melyre definíció szerint $\alpha = 12^h$ és $\delta = 0^\circ$ igaz. Míg az ekliptika az állatövi csillagképeken megy keresztül, addig az égi egyenlítő a nyári égen jócskán felette, hiszen a nyári napforduló idején a Nap eléri a $+23,5$ fokos deklinációt. Ismertebb referencia pontok az aktuális égen az égi egyenlítőre a Sas csillagkép bal szárnya csücske (θ Aql), a Kígyó-tartó köralakjának ketté vágása, valamint a Szűz gyémánt alakjának felső felén áthaladás. Ennélfogva rögtön adódik, hogy a Phobos pozitív deklinációval, míg a Deimos közel nulla, kissé negatív deklinációval rendelkezik. Az óráköröket valamivel nehezebb látni, a 12 órás gyakorlatilag leköveti a horizont ívét, míg a Sárkány feje északon segít a 18 órás kör északibb felének megtalálásában. A Phobos tavaszponthoz vett közelsége egy-két órán belülre teszi a rekta értékét a tizenkettőhöz, míg a Deimos jó közelítéssel félúton van a 12 és 18 között.

$$\begin{aligned} \delta_P &\approx +16^\circ && \pm 11^\circ\text{-on belül } 3p, \pm 15^\circ\text{-on belül } 2p, \pm 20^\circ\text{-on belül } 1p. \\ \delta_D &\approx -6^\circ && \pm 6^\circ\text{-on belül } 3p, \pm 10^\circ\text{-on belül } 2p, \pm 15^\circ\text{-on belül } 1p. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_P &\approx 12^h 30^m && \pm 1,5 \text{ órán belül } 3p, \pm 2 \text{ órán belül } 2p, \pm 3 \text{ órán belül } 1p. \\ \alpha_D &\approx 15^h 00^m && \pm 1,5 \text{ órán belül } 3p, \pm 2 \text{ órán belül } 2p, \pm 3 \text{ órán belül } 1p. \end{aligned}$$

A Phobosról nézve: $\delta = -16^\circ$ és $\alpha = 0^h 30^m$

3 pont: $-27^\circ \leq \delta \leq -5^\circ$; 2 pont: $-31^\circ \leq \delta \leq -1^\circ$; 1 pont: $-36^\circ \leq \delta \leq +4^\circ$.

3 pont: $2^h \geq \alpha \geq 23^h$; 2 pont: $2,5^h \geq \alpha \geq 22,5^h$; 1 pont: $3,5^h \geq \alpha \geq 21,5^h$.

A Deimosról nézve: $\delta = +6^\circ$ és $\alpha = 3^h 00^m$

3 pont: $0^\circ \leq \delta \leq +12^\circ$; 2 pont: $-5^\circ \leq \delta \leq +17^\circ$; 1 pont: $-10^\circ \leq \delta \leq +22^\circ$.

3 pont: $4,5^h \geq \alpha \geq 1,5^h$; 2 pont: $5^h \geq \alpha \geq 2^h$; 1 pont: $6^h \geq \alpha \geq 3^h$.

Ha a deklinációnál nemcsak előjelet vált, a rektaszncenziónál pedig nemcsak hozzáad 12 órát és korrigál, hogy 24 órán belül maradjon, hanem másképp szá-

mol, esetleg valamit elgépe/elszámol, akkor égitestenként egy pont levonás jár (tehát nem koordinátánként). Abban az esetben, ha ezzel a feladatra negatív pontszámot kapna, nem vonjuk le ezeket a pontokat, hanem a teljese feladat nulla pontot ér.

b) **Mely csillagképekben látszik a Mars az egyes holdjairól nézve?**

A Phobosról: Cet / Cetus / Cet; A Deimosról: Cet / Cetus / Cet **(2-2 pont)**

A Phobos esetében 1 pontért elfogadhatóak a Halak/Pisces/Psc, a Vízöntő/Aquarius/Aqr és Szobrász/Sculptor/Scl csillagépek is. A Deimos esetében 1 pontért elfogadhatóak a Bika/Taurus/Tau, Kos/Aries/Ari, Halak/Pisces/Psc és Eridanusz/Eridanus/Eri csillagépek is.

4. Műhold a Mars körül

[7 perc, 17 pont]

Továbbra is a Marson vagyunk, a kiindulási égbolt ugyanaz, mint az előző feladatban volt. Ebben a feladatban azonban a Mars holdjait 300-szoros gyorsításban fogjuk látni mozogni az állócsillagok között. A Mars forgását nem érzékeljük és elhanyagoljuk. Ezzel egy időben egy műhold érkezik Mars körüli pályára, melyet narancsvörössel különböztetünk meg. Figyeld meg a holdak és a műhold mozgását! A gyorsított felvétel 30 másodpercig fog futni, ezt követően ugyanez a felvétel még négyszer kerül majd levetítésre. A felvétel lejátszása elején és végén 5 másodpercig állni fog az ég. Az ötödik lejátszás után, piros háttér előtt, még 2,5 perc áll majd rendelkezésre a számítások befejezéséhez.

Adj közelítő becslést a műhold marsfelszín feletti h magasságára és P periódusidejére! Megfigyeléseidet, jegyzeteidet, esetleges közelítéseidet, valamint a számításod menetét a szöveg alatti keretben tudod rögzíteni.

A megoldásod során mind a holdakra, mind a műholdra feltételezhetsz körpályát. A Phobos sziderikus keringési ideje 8 óra, a Deimosé 30 óra. A fél nagytengelyek rendre 9376 km és 23463 km. A Mars sugara $R = 3390$ km.

$h \approx 19 - 20$ ezer km

$P \approx 30$ óra

A feladat megoldása során lényegében Kepler III. törvényét kell használni, hogy megbecsüljük a műhold a_M fél nagytengelyét a Mars ismert holdjaihoz képest (**2p**):

$$\frac{a_M^3}{a_H^3} = \frac{P_M^2}{P_H^2}$$

A felvétel ideje alatt az egyes célpontok (műhold, Phobos, Deimos) valamekkora $\vartheta_M, \vartheta_P, \vartheta_D$ szögtávolságot tesznek meg az égbolton.

A becsült szögtávolságok: $\vartheta_M \approx 30^\circ$, $\vartheta_P \approx 150^\circ$, és $\vartheta_D \approx 30^\circ$.

A műholdra és a Deimosra: $\vartheta \pm 5^\circ$ (**3p**), $\vartheta \pm 10^\circ$ (2p), $\vartheta \pm 15^\circ$ (1p);

A Phobosra: $\vartheta \pm 25^\circ$ (**3p**), $\vartheta \pm 50^\circ$ (2p), $\vartheta \pm 75^\circ$ (1p).

Összesen maximum 6 pontot kaphat, akkor is, ha mindkét holdra megbecsülte ezeket az értékeket. Ebben az esetben a műholdat és a pontosabb hold becslést pontozzuk.

A 300x-os gyorsítás, valamint a 30 másodperces felvétel hosszából kiszámítható, hogy a valós időben eltelt idő: $\Delta T = 30^s \cdot 300 = 9000^s = 150^m = 2,5^h$ (**2 pont**)

A Mars két holdja közül tetszőlegesen választható egy a feladat megoldásához. Mivel a körpálya közelítés valójában nem igaz a holdakra, ezért másik holdat használva más eredményt fogunk kapni. Ha valaki mégis a kettő átlagát venné, elfogadható az megoldás is.

A műhold periódusideje: $P_M = \frac{2\pi}{\omega_M} = \frac{360^\circ}{\omega_M} \approx 30^h$ (**2-2p** képlet/érték), ahol $\omega_M = \frac{\vartheta_M}{\Delta T} = \frac{30^\circ}{2,5^h} = 12^\circ/h$. Ez nem meglepő, hiszen ugyanakkora utat tett meg egységnyi idő, mint a Deimos, tehát a periódusuk azonos lesz (a feladat közelítéseiben). Így ez a fél nagytengelyekre is igaz lesz!

A műhold fél nagytengelye a Deimoshoz képest: $a_{M_D} \approx a_D = 23\,463$ km

Ha a Phobos holdhoz arányosítok: $a_{M_P} = \sqrt[3]{\frac{P_M^2}{P_P^2}} \cdot a_P \approx 22\,631$ km.

Itt az értékre adunk **1 pontot**, nincs hozott hiba! Ha a Deimos analógiát használja, az egyértelműen ki kell derülnön! Ha mást mér a Deimos távolságára, azzal is lehet számolni. Elfogadható a két hold értékének átlaga is.

A műhold marsfelszín feletti magassága: $h = a_M - R$ (**1 pont**)

Deimos esetében: $h_{MD} = 20\,073$ km; Phobos esetében: $h_{MP} = 19\,241$ km.

A végeredményre jár **1 pont**, nincs hozott hiba. A versenyző saját számaival kapott érték is jó lehet, de csak akkor jár érte pont, ha a végeredmény fizikailag értelmezhető, reális a feladat közelítéseink belül.

Példák a feladat során feltett közelítésekre és nehezítő körülményekre:

- *Hosszú nyomvonal esetén a szögtávolság becslése nehezebb, hiszen nem egy közelítő egyenes, hanem egy főkör mentén kellene mérni.*
- *A megfigyelést valójában a Mars felszínéről nézzük, nem pedig annak a közép-pontjából.*
- *A fentiek egyik közös következménye, hogy a látszó szögsebesség valójában nem lesz egyenletes, és ha a maximum nem a zentiben van, akkor kellene egy korrekció a szélességi körre.*
- *A valóságban az eltelt idő alatt a Mars is elfordulna a műhold alatt.*