

Oktatási és Kutatási Minisztérium

Megyei Csillagászati és Asztrofizikai Olimpiász, 2026. március 9.

Senior Felnőtt korosztály Szekciója

1. Pontozzuk bármely más helyes megoldási formát / módot, amely teljesíti a követelményeket.
2. A tesztkérdések esetében nem adhatók köztes pontszámok.
3. A munkavégzés időtartama 3 óra.
4. 6 oldalon keresztül terjednek a feladatsorok (a 6. oldal tartalmazza a térkép próbát, amelyet a dolgozattal együtt kell leadni).
5. Hivatalból 10 pont jár.

Fizikai és csillagászati állandók táblázata

Állandó	Szimbólum	Érték	Egység
Planck-állandó	h	6.626×10^{-34}	$J \cdot s$
Gravitációs állandó	G	6.674×10^{-11}	$m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$
Föld sugara	R_F	6371	km
Fénysebesség	c	3.0×10^8	m/s
Csillagászati egység	CsE	1.496×10^8	km
Nap tömege	M_N	1.989×10^{30}	kg
Föld tömege	M_F	5.972×10^{24}	kg
Hold tömege	M_H	7.43×10^{22}	kg
Föld keringési ideje	P_F	365,25	nap
Boltzmann-állandó	k	1.380×10^{-23}	J/K
Stefan-Boltzmann-állandó	σ	5.670×10^{-8}	$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-4}$
Elektron tömege	m_e	9.10×10^{-31}	kg
Proton tömege	m_p	1.67×10^{-27}	kg
Avogadro-állandó	N_A	6.022×10^{23}	mol^{-1}
Vákuum permittivitása	ϵ_0	8.854×10^{-12}	F/m
Hubble-állandó	H_0	67,4	$km \cdot s^{-1} \cdot Mpc^{-1}$

I. téma. Kvízteszt, csak egy helyes válasszal (3p x 10 kérdés = 30 pont)

1. A következő állítások közül melyik hamis a Napra vonatkozóan:
 - (a) A Nap körülbelül 78%-ban hidrogént, 20%-ban héliumot és 2%-ban nehéz kémiai elemeket tartalmaz;
 - (b) A sarki fény akkor keletkezik, amikor a napszél találkozik a bolygó mágneses terével, és a pólusok felé tereli; itt a Napból érkező töltött részecskék kölcsönhatásba lépnek a légkörrel, létrehozva a látványos jelenséget;

- (c) A Nap fotoszférája egy látható réteg, amelynek vastagsága 3.105 és 5.105 km között változik, és szemcsés megjelenésű;
- (d) A protuberanciák gázkitörések, amelyek a napkorong széléről törnek fel, és több százezer kilométeres magasságokba jutnak.
2. Két csillag, melyek egy bináris rendszert alkotnak, látszólagos magnitúdója $m_1 = 2,3$ és $m_2 = 3,7$. Milyen kombinált látható magnitúdót észlel egy szabadszemes megfigyelő?
- (a) 1,643
(b) 1,873
(c) 2,036
(d) 2,078
3. Mi a bináris rendszer tömege, tudva, hogy a relatív pálya fél nagytengelyének hossza $a = 15$ CsE, míg a sziderikus keringési periódus $T = 42$ földi sziderikus év. A Föld esetében a pálya sugara és a Nap körüli keringési periódus: $a_F = 1$ CsE és $T_F = 1$.
- (a) $1,913 M_N$
(b) $2,012 M_N$
(c) $143 M_N$
(d) $2,431 M_N$
4. A Földről 1 CsE távolságra megfigyelt Nap látszólagos fényessége $m_1 = -26,8$. Számítsuk ki a Jupiter pályáján lévő űrhajóról megfigyelt Nap látszólagos fényességét m_2 , amely 5,2 CsE távolságra helyezkedik el.
- (a) -21,33
(b) -22,17
(c) -23,22
(d) -24,13
5. Hányszor lenne egy szupernóva fényessége nagyobb, mely az égen olyan ragyogóan jelenik meg, mint a Nap, ha a távolság a szupernóváig 0,8 pc? Tudjuk, hogy $1 \text{ pc} = 3,0857 \cdot 10^{13} \text{ km}$; $D_{NF} = 1,496 \cdot 10^8 \text{ km}$.
- (a) $2,43 \cdot 10^{10}$ -szer
(b) $2,72 \cdot 10^{10}$ -szer
(c) $2,95 \cdot 10^{10}$ -szer
(d) $3,17 \cdot 10^{10}$ -szer
6. Egy 1 tonnás űrhajó, amely 110 CsE távolságra helyezkedik el a Naptól, 20 km/s sebességgel halad. A Nap tömege $M_N = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, a Föld sugara pedig $R_F = 6370 \text{ km}$. A rendszer teljes energiája a következő:
- (a) $187,25 \cdot 10^3 \text{ MJ}$
(b) $191,93 \cdot 10^3 \text{ MJ}$

- (c) $207,13 \cdot 10^3$ MJ
(d) $221,03 \cdot 10^3$ MJ
7. A Jupiter légkörének körülbelül 90%-a hidrogénből, míg körülbelül 10%-a héliumból áll, és a külső, valamint a belső rétegeiben folyékony, illetve fémes hidrogént tartalmaz. A magról úgy vélik, hogy kőzetből áll. A magban a hőmérséklet körülbelül 19000°C -ra emelkedik. A bolygó felszíne felé haladva a hőmérséklet csökken, a felhők felső rétegeiben körülbelül -150°C -ra esik vissza. Mivel a Jupiter szerkezete hasonló a Napéhoz, a fúziós folyamatok megkezdéséhez és csillaggá válásához a Jupiter tömegének nagyobbnak kell lennie, mint a jelenlegi körülbelül:
- (a) 20-szor
(b) 40-szor
(c) 60-szor
(d) 80-szor
8. Melyik a következő holdak közül tartozik a Szaturnusz bolygóhoz?
- (a) Janus, Rhea
(b) Portia, Naiad
(c) Proteus, Nereida
(d) Adrastea, Carme
9. Mekkora az ekliptika síkja és a földi sugár közötti szög egy olyan megfigyelő számára, aki 66° szélességen tartózkodik január 1-jén? Tudjuk, hogy december 22-én a Nap $\varepsilon = -23^\circ 27'$ helyzetben van.
- (a) $68,66^\circ$
(b) $71,22^\circ$
(c) $75,73^\circ$
(d) $86,61^\circ$
10. Mekkora a fókusztávolság f_{ob} egy olyan távcső esetében, amelynek $f_{oc} = 8$ cm, ha a szög, amely alatt a Hold átmérője látható rajta, $\theta = 2^\circ$ (a szög, amely alatt a Hold átmérője szabad szemmel látható, $\alpha = 30'$).
- (a) 24 cm
(b) 36 cm
(c) 32 cm
(d) 40 cm

II. téma. Feladatok (30 pont) 1. Feladat. Napidő (10 pont)

Radu észleli a Napot az északi féltekén, egy φ ismeretlen földrajzi szélességen. Ő szeretné elemezni a napfelkeltével és naplementével kapcsolatos jelenségeket, valamint

egy nap hosszát. Figyelmen kívül hagyja a légköri refrakciót. A Nap szögátmérője $\theta_N = 32'$, míg a Föld tengelyének dőlésszöge $\epsilon = 23.44^\circ$. Jelöljük h -val a Nap magasságát a horizont felett, H -val az óraszöget, δ -val pedig a deklinációt. Tekintettel vagyunk a Föld forgási szögsebességére, amely $15^\circ/h$.

(a) (1p) Határozzuk meg egy trigonometrikus összefüggést h, δ, H és φ között.

(b) (3p) Feltételezzük, hogy a napfelkelte a napkorong és a horizont *első érintkezésével* kezdődik, és akkor ér véget, amikor a napkorong *utolsó pontja* áthalad a horizont felett. Határozzuk meg a napfelkelte időtartamát φ, δ és θ_N függvényében.

(c) (2p) Anyagi pontként tekintve a Napot az égen ($\theta_N = 0$), határozzuk meg a nap időtartamát (az az időintervallum, amely alatt a Nap középpontja a horizont felett van).

(d) (4p) Radu méri a különbséget a nap időtartama között a nyári napfordulón és a téli napfordulón:

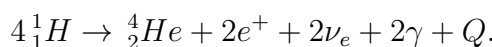
$$\Delta\tau = \tau_{nyar} - \tau_{tel} = 7h34min.$$

Segíts Radunak meghatározni a φ hely földrajzi szélességet, ahol van.

Abban az esetben ha szükség lenne, használható a következő összefüggés $\arccos(-u) = 180^\circ - \arccos(u)$.

2. Feladat. A Napban zajló fúzió (10 pont)

A Nap a legtöbb idejét a fősorozatban (főágon) tölti, állandó luminozitása $L_N = 3,8 \times 10^{26}$ W. Ebben a szakaszban a csillag stabilitását a hidrogén héliummá való fúziója biztosítja,



amely folyamat kizárólag a középponti magban zajlik, és a tömeget energiává alakítja át $\epsilon = 0,70$ % hatékonysággal. Ismert a Nap teljes tömege, $M_N = 2,0 \times 10^{30}$ kg, és a Nap kora, $\tau_N = 4,6$ milliárd év. Feltételezzük, hogy a Nap életének kezdetén a mag teljes egészében hidrogénből állt, amely a Nap teljes tömegének $f_n = 10\%$ -át tette ki.

a) (3p) Számítsd ki a magban a hidrogén átalakításával rendelkezésre álló teljes energiát, E_{tot} .

b) (3p) Határozza meg a Nap élettartamát, τ , a fősorozatban. Fejezd ki az eredményt években.

c) (4p) Figyelembe véve a Nap jelenlegi helyzetét a fősorozatban, határozza meg a hidrogén és hélium tömegarányait a Nap magjában ebben a pillanatban.

3. Feladat. Hidrogén felhő (10 pont)

A semleges hidrogén (HI) a Galaxis korongjából egy spektrális vonalat bocsát ki a $\nu_0 = 1420,405$ MHz frekvencián, amely az elektronspinjének hiperfinom tranzíciójának köszönhető. Ez a sugárzás áthatol a csillagközi poron, lehetővé téve a galaxis szerkezetének térképezését. Feltételezzük, hogy a Nap és a HI régiók szinte körpályákon mozognak a galaktikus középpont körül, míg a Nap a galaktikus középponttól $R_N = 8,5$ kpc távolságra helyezkedik el, és $V_N = 220$ km/s sebességgel kering. Az $l = 30^\circ$ galaktikus hosszúság esetén a maximális radiális sebességet (a Naphoz viszonyítva) mérik, amelyet terminális sebességnek neveznek, $v_T = 125$ km/s.

a) (6p) Határozd meg a HI gázfelhő lineáris keringési sebességét és galaktocentrikus sugarát, amelynél a $v_T = 125$ km/s terminális sebességet mérték.

b) (4p) Határozza meg a frekvencia intervallumot, amelyet a Földről megfigyelnek a HI régiók esetében, melyek $l = 30^\circ$ galaktikus hosszúságra találhatók. Ismerjük a

fény sebességét: $c = 300.000 \text{ km/s}$.

II. téma. Térkép Próba (30 pont)

2025. január 24-én, ismeretlen időpontban, egy $1^{\circ}29'39''$ E földrajzi hosszúságú pontra készült egy csillagtérkép (azimutális projekcióban). Tanulmányozva a csillagtérképet az alábbi feladatokat kell megoldani. Kérjük, írja le a papírra a feladat sorszámát, amelyre válaszol, majd adja meg a megoldást. Ha szükséges, hivatkozzon a térképen található megjegyzésekre. Például a 6. feladatnál írja: 6. lásd a térképet, és a térképen a megfelelő jelölések jelenítse meg.

1. Azonosítsa a térképen a főbb irányokat, és jegyezze fel azokat a térkép szélén. [2p]
2. A térképen rajzolja meg és nevezze el: a meridiánt, az ekliptikát, az égi egyenlítőt és a galaktikus egyenlítőt. [4p]
3. A térképen rajzolja meg és nevezze el a cirkumpolaritás körét és a precessziós kört. [3p]
4. Határozza meg a csillagtérkép sziderikus idejét. [3p]
5. A térképen rajzolja meg és nevezze el az Algol (β Per) és a Schedar (α Cas) csillagok almukantarátjait (magassági köreit). [2p] Határozza meg a két almukantarát közötti szög távolságát. [2p]
6. A térképen ábrázolja a Gemini, Cancer, Leo és Leo Minor csillagképeket. [4p]
7. A térképen jegyezze fel az M35, M44, M42, M45 objektumok helyzetét. [4p]
8. Mi a térképhez tartozó hivatalos idő? [3p]
9. Határozza meg a hely földrajzi szélességét. [3p]

Megjegyzés: A diák által megoldott térkép próbát a dolgozattal együtt kell leadni, mivel azt a dolgozathoz tűzik.

