



Krajské kolo 2015/16, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)

Identifikace práce

Na každý list se zadáním nebo řešením napište dolů svoje jméno a identifikátor. Neoznačené listy nebudou opraveny!

vyplňuje student – čitelně, tiskacím písmem

Student	jméno:	příjmení:	identifikátor: _ _ _ _ _
Škola	název:	město:	PSČ:

vyplňuje hodnotící komise

počet bodů:	T	1	2	3	P	počet bodů celkem: _____
-------------	---	---	---	---	---	--------------------------

Ve výsledkové listině bude uvedeno jméno a příjmení žáka/yně, jméno a příjmení učitele/ky, škola a počet bodů. Ostatní údaje jsou určeny pouze pro usnadnění komunikace s řešiteli a statistiku MŠMT. Účastí v krajském kole souhlasí soutěžící a jeho učitel s organizačním řádem soutěže Č.j.: MŠMT – 14 896/2012-51. Organizační řád je zveřejněn na adrese <http://olympiada.astro.cz>.

V roce 2016 stojí z předpověditelných astronomických úkazů za zmínku především přechod planety Merkur přes sluneční disk, který bude z ČR pozorovatelný v odpoledních a večerních hodinách 9. května. Také si nenechte ujít úchvatnou konjunkci Venuše a Jupitera 27. srpna, kdy se tyto dvě jasné planety na pozemské obloze přiblíží na vzdálenost pouhých čtyř úhlových minut!

I letos nás čeká celá řada astronomických a astronautických výročí. Stojí za to si je připomenout a pokud tak učiníte například kliknutím na přiložené odkazy, docela jistě se i něco zajímavého dozvíte! Dvě výročí se stala inspirací pro zadání krajského kola:

- 30. ledna uplyne 20 let od objevu komety *Hyakutake*, velké komety roku 1996
- 3. srpna tomu bude 420 let od objevu první periodické proměnné hvězdy (*Mira*) německým pastorem *Davidem Fabriciem*

Přejeme vám bystrou mysl a mnoho příjemných chvil při řešení všech úloh! ☺

Důležité kontakty:

- Internetové stránky a e-mail Astronomické olympiády:
<http://olympiada.astro.cz>, olympiada@astro.cz
- Poštovní adresa pro zaslání vypracovaných úloh:
Mgr. Lenka Soumarová, Štefánikova hvězdárna, Strahovská 205, 118 00 Praha 1

Termín odeslání: 21. 3. 2016 (datum poštovního razítka)

Celkem lze získat maximálně **120 bodů**. Do finále postupuje 15 nejlepších řešitelů krajských kol, kteří získali nenulový počet bodů z praktické úlohy.

přehledový test

Úvodní test se řeší online na <http://olympiada.astro.cz/korespondencni>. Přihlašovací údaje přišly úspěšným řešitelům školního kola e-mailem, nebo je dostanete od svého učitele, který je může zjistit v sekci pro učitele na <http://olympiada.astro.cz/ucitel>. Velmi doporučujeme řešení testu neodkládat na poslední dny před uzávěrkou. U problémů s řešením testu oznámených po **6. 3. 2016** bohužel nemůžeme zaručit jejich včasné vyřízení.

(30 bodů)



Krajské kolo 2015/16, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)

příklad 1

Nově objevená mirida má v maximu jasnost 6,5 mag, v minimu 10,2 mag a její roční paralaxa je $\pi = 0,0003''$. Interferometrická měření umožnila zjistit úhlový průměr miridy v maximu $0,0018''$ a v minimu $0,0022''$.

- Jaký je lineární poloměr miridy v maximu a minimu?
- Jakou efektivní teplotu má v maximu a jakou v minimu?
- Na jaké vlnové délce vyzáří nejvíce energie v maximu a v minimu?

Předpokládejte, že kolem miridy obíhá v její těsné blízkosti bílý trpaslík o hmotnosti $M_0 = M_S$ (kde M_S značíme hmotnost Slunce), na kterého od 1. ledna 2015 přetéká z miridy hmota.

- Vypočtete, za jak dlouho trpaslík vzplane jako supernova, pokud na něho hmota přetéká v čase konstantní rychlostí $0,00001M_S$ za rok.
- Vypočtete, za jak dlouho by došlo ke vzplanutí, pokud by hmotnost M bílého trpaslíka rostla od začátku přetoku v čase $t = 0$ exponenciálně podle vztahu $M(t) = M_0 e^{0,00001 t/\text{rok}}$.

(20 bodů)

příklad 2

Borobudur, největší buddhistický kamenný chrám na světě, se začal stavět v roce 750 našeho letopočtu. Nachází se v Indonésii na ostrově Jáva (zeměpisné souřadnice $\phi = 7^\circ 36' 28''$ j.š. a $\lambda = 110^\circ 12' 14''$ v.d.) a v několika místních textech se tvrdí, že v době jeho stavby byla z toho místa ještě viditelná Polárka. V následujících úkolech pro jednoduchost předpokládejte, že v roce 2015 byla deklinace Polárky přesně 90° .

- Rozhodněte a výpočtem odůvodněte, jestli mohla Polárka v roce 750 n. l. pro pozorovatele v místě chrámu Borobudur vůbec někdy vystoupit nad obzor. Vlastní pohyb Polárky i nutaci můžete zanedbat.
- Bylo možné využít Polárku při snaze o orientaci Borobuduru podle světových stran?

Nápověda: při řešení úkolu a) vám pomůže, nakreslíte-li si vhodný sférický trojúhelník, tedy trojúhelník na myšlené nebeské sféře, jehož strany jsou tvořeny oblouky hlavních kružnic.¹ Pro takovýto trojúhelník můžeme psát *sférickou kosinovou větu*

$$\cos c = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos \gamma,$$

kde a , b a c jsou úhlové velikosti stran trojúhelníku a γ je úhel, který svírají strany a a b .

(20 bodů)

¹Hlavními kružnicemi na sféře myslíme kružnice, jejichž poloměr je maximální možný (alternativně můžeme hlavní kružnice charakterizovat jako průsečnice sféry s rovinami, které procházejí jejím středem). V případě zeměkoule jsou hlavními kružnicemi například rovník nebo poledníky, nikoli však obecné rovnoběžky. Důležitou vlastností hlavních kružnic je, že podél nich měříme úhlovou vzdálenost bodů na sféře.



Krajské kolo 2015/16, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)

příklad 3

Představte si, že přesně v den objevení komety Hyakutake, tedy 30. 1. 1996, byla pozorována ještě jedna kometa. Toho dne ve 21:00 UTC se tato kometa na pozemské obloze nacházela velmi blízko jarního bodu a pohybovala se vzhledem k hvězdnému pozadí úhlovou rychlostí $\omega = 2,00^\circ \cdot \text{d}^{-1}$ podél ekliptiky směrem klesající rektascenze. V rámci sluneční soustavy kometa zrovna prolétala relativně blízko Země, takže astronomové mohli pomocí radarových měření zjistit, že velikost radiální složky její rychlosti vzhledem k Zemi byla v den pozorování nulová, a že tou dobou byla kometa od Země vzdálena $d = 0,30 \text{ au}$. Pro následující výpočty předpokládejte, že Země obíhá kolem Slunce po kruhové dráze s poloměrem $r_Z = 1,00 \text{ au}$.

- Načrtněte obrázek zachycující výše popsanou situaci při pohledu „shora“ (tedy v heliocentrické soustavě při pohledu ze směru severního ekliptikálního pólu). Do obrázku vyznačte
 - přibližnou polohu komety vůči Slunci a Zemi,
 - směr k jarnímu bodu,
 - vektory \mathbf{u} a \mathbf{v} rychlostí komety a Země.
- Určete vzdálenost r_k komety od Slunce v době pozorování. Mohlo by se vám hodit, že v roce 1996 nastala jarní rovnodennost dne 20. 3. v 8:03 UTC.
- Jaká byla velikost w rychlosti komety vůči Zemi v době pozorování?
- Jaká byla v době pozorování velikost u rychlosti komety vůči Slunci?

Při řešení úkolu d) nezapomeňte vzít v úvahu fakt, že Země (odkud kometu pozorujeme) sama obíhá kolem Slunce, a že vektor její rychlosti nemusí být rovnoběžný s vektorem rychlosti komety.

- Rozhodněte a výpočtem odůvodněte, z jaké rodiny kometa pochází.

Nápověda: velikost rychlosti hmotného bodu, který se pohybuje po eliptické dráze o velké poloose a v gravitačním poli centrálního tělesa o hmotnosti M , spočteme jako funkci vzdálenosti r hmotného bodu od centrálního tělesa pomocí vztahu

$$v(r) = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}.$$

V řešení použijte následující hodnoty konstant: astronomická jednotka $1 \text{ au} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$, hmotnost Slunce $M_S = 1,9886 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ a Newtonova gravitační konstanta $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

(20 bodů)



Krajské kolo 2015/16, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)

praktická úloha

Předmětem letošní praktické úlohy bude měření úhlové výšky astronomických objektů nad obzorem. Pro tento účel si podle návodu níže sestrojíte jednoduchou pomůcku: papírový kvadrant.

Úhlovou stupnici (kterou si můžete stáhnout [zde](#)²) nalepíme na karton obdélníkového tvaru tak, aby úsečky (poloměry) tvořící roh kvadrantu byly rovnoběžné se stranami obdélníkového kartonu. Do středu (rohu) kvadrantu připevníme konec tenkého provázku, na jehož druhém konci je zavěšeno závaží. Provázek by měl přesahovat okraj kartonu a závaží by mělo být dostatečně těžké, aby nit vyznačovala svislý směr.

- Popište, jak budeme postupovat při měření úhlové výšky objektů nad obzorem pomocí kvadrantu výše popsané konstrukce. Svůj výklad doplňte vhodnými nákresey.
- Zkonstruuje si vlastní kvadrant podle návodu výše. Nestyďte se přidat vlastní prvky, které zvýší přesnost měření (např. mířidla). Pro získání plného počtu bodů z této a následujících částí úlohy **přiložte k řešení fotografii vámi sestrojeného kvadrantu.**

Nyní si vyberte jasnou hvězdu, která ve vámi zvolený večer pozorování kulminuje nad jižním obzorem. Vaším úkolem bude určit čas kulminace této hvězdy pomocí měření její výšky nad obzorem kolem kulminace.

- Zvolte si několik časů před a po předpokládaném okamžiku kulminace. Pro každý zvolený čas proveďte měření výšky hvězdy nad obzorem a zaznamenejte pásmový čas měření.
- Vyneste do grafu hodnoty výšky hvězdy nad obzorem v závislosti na čase měření. Z grafu odhadněte maximální výšku hvězdy nad obzorem a pásmový čas kulminace.

Nezapomeňte detailně popsat metodiku vašeho měření a zaznamenat do řešení všechny naměřené hodnoty. Do řešení rovněž jasně indikujte **datum** měření, **zeměpisné souřadnice** místa konání měření a **označení hvězdy**, jejíž výšku nad obzorem jste měřili!

(30 bodů)

Některá další výročí:

- 19. ledna uplyne 10 let od startu sondy *New Horizons* k Plutu
- 24. ledna tomu bude 30 let od průletu sondy *Voyager 2* kolem planety Uran
- 22. února uplyne 110 let od objevení první planety (*588 Achilles*) z rodiny *Trojanů* astronomem *Maxem Wolfem*
- 10. června si připomeneme 115 let od narození českého astronoma *Antonína Bečváře*

Autorem příkladů 1 a 2 je Tomáš Gráf, příklad 3 vytvořil Ondřej Theiner a praktickou úlohu navrhl Jakub Vošmera, který se rovněž podílel na tvorbě příkladu 2. Celkovou koncepci zadání vypracoval Tomáš Gráf.

²http://olympiada.astro.cz/zadani/A0_2015_16_CD_2_kolo_kvadrant.pdf