



Krajské kolo 2018/19, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)

Identifikace

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

Student

jméno: _____ příjmení: _____ identifikátor: _____

Škola

název: _____ město: _____ PSČ: _____

Hodnocení

A _____ **B** _____ **C** _____ **D** _____ **E** _____ **F** _____ Σ (150 b.) _____

Účast v AO se řídí organizačním řádem, č.j. MŠMT – 14 896/2012-51. Organizační řád a propozice aktuálního ročníku jsou k dispozici na <http://olympiada.astro.cz>.

Milé řešitelky, milí řešitelé,

vítáme vás u řešení úloh krajského kola kategorie CD 16. ročníku Astronomické olympiády!

Stejně jako loni se krajské kolo sestává ze dvou částí. V tomto dokumentu najdete úlohy A až D korespondenční části: přehledový online test, 2 teoretické úlohy a jednu praktickou. Prezenční část krajského kola (úlohy E a F) bude letos v kategorii CD probíhat na jednotlivých školách 25. března 2019: pod dohledem vašeho učitele budete mít 150 minut čistého času na vyřešení dvou teoretických úloh.

Neformální dění okolo olympiády můžete sledovat na naší [Facebookové stránce](#). Prostřednictvím zpráv je zde možné klást dotazy přímo Ústřední komisi.

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

- 3. března 2019 uplyne 10 let od vypuštění družice *Kepler*
- před přibližně 2260 lety provedl *Eratosthenés z Kyrény* první přesné měření obvodu Země.

*Z předpověditelných astronomických úkazů v roce 2019 zmiňme především dvojici zatmění Měsíce, která společně s proběhnuvším úplným zatměním 27. července 2018 tvoří unikátní **triádu**, jež opět nastane až za **10 let**. První budeme moci v časných ranních hodinách 21. ledna 2019 pozorovat úplné zatmění, jenž potrvá 1 hodinu a 2 minuty. V noci z 16. na 17. července se nám pak naskytne pohled na částečné zatmění.*

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: 27. 3. 2019 (datum poštovního razítka)

Celkem lze v krajském kole získat maximálně **150 bodů**: 100 v korespondenční části a 50 v prezenční. Do celostátního kola postupuje 20 nejlepších řešitelů krajských kol, **kteří získali nenulový počet bodů z praktické úlohy** a rovněž **kteří získali nenulový počet bodů z prezenční části**.



Krajské kolo 2018/19, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)

A Přehledový test

(max. 30 bodů)

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.

B Tmavý horký jupiter

(max. 20 bodů)

Za téměř 10 let svého fungování stihla sonda Kepler objevit přes 2 600 nových exoplanet s rozličnými parametry: od tzv. horkých jupiterů (plynní obři obíhající ve velmi malé vzdálenosti od své mateřské hvězdy) až po kamenné planety podobné Zemi. V této úloze se podíváme do samých začátků života této jedinečné sondy, kdy své schopnosti testovala na tou dobou již známém systému HAT-P-7 b. Vaším úkolem bude zjistit o tomto vzdáleném světě některé údaje. K dispozici vám je světelná křivka (obrázky 1 a 2) pořízená právě sondou Kepler.

Můžete předpokládat, že oběžná dráha exoplanety HAT-P-7 b je kruhová (což se ukazuje být konzistentní s naměřenými daty).

- Vyznačte na světelné křivce primární a sekundární minimum. Nakreslete schéma systému (polohu hvězdy, exoplanety a směr k pozorovateli) v obou situacích.
- Vysvětlete zaoblený tvar dna primárního minima. Rovněž vysvětlete rostoucí hodnotu intenzity mezi koncem primárního zákrytu a začátkem sekundárního zákrytu.
- Určete periodu P oběhu exoplanety ve dnech.
- Určete poměr $x = R_p/R_*$ poloměru exoplanety vůči poloměru hvězdy.

Z asteroseismologických modelů byla určena hmotnost, resp. poloměr mateřské hvězdy HAT-P-7 jako $M_* = (1,51 \pm 0,05)M_\odot$, resp. $R_* = (2,00 \pm 0,02)R_\odot$. Kombinace fotometrických a spektrometrických měření rovněž poskytla hmotnost exoplanety $M_p = (1,74 \pm 0,03)M_J$.

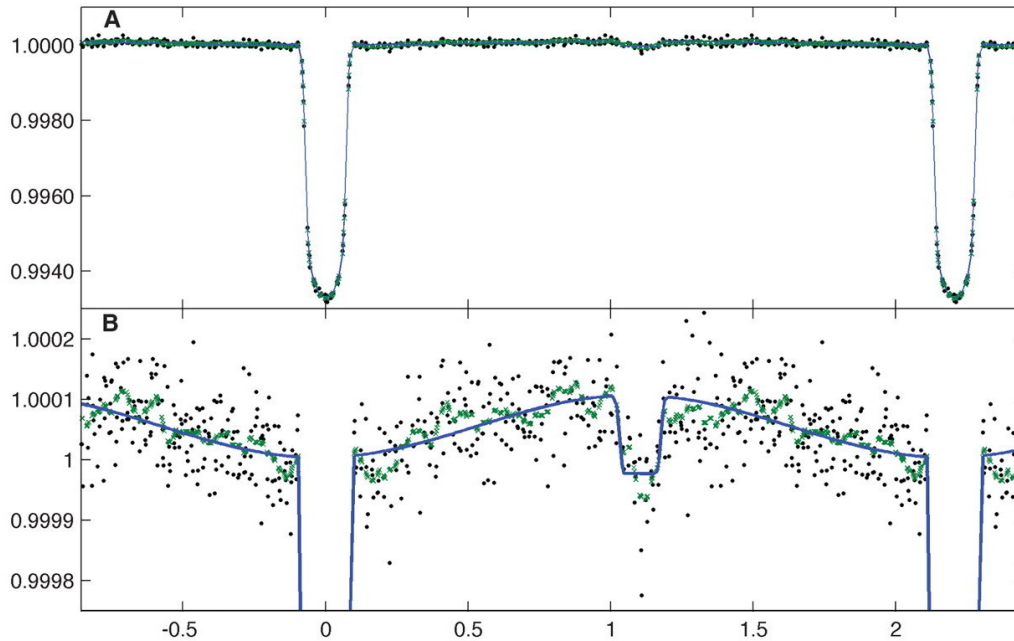
- Vypočtete poloměr a oběžné dráhy exoplanety v au, poloměr R_p exoplanety v jednotkách poloměru R_J Jupitera a rovněž střední hustotu ρ_p exoplanety v jednotkách střední hustoty Jupitera ρ_J .
- Vypočtete geometrické albedo A_g exoplanety HAT-P-7 b. Porovnejte získanou hodnotu s údaji pro plynné obry sluneční soustavy.

Nápověda: Geometrické albedo A_g je míra odrazivosti povrchu planety. Definujeme ho tak, aby platilo

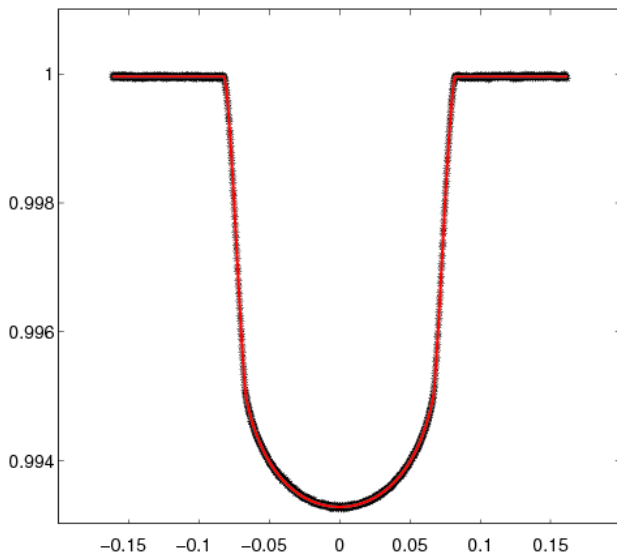
$$I = I_0 A_g \frac{R_p^2}{r^2},$$

kde R_p je poloměr planety, r je vzdálenost od planety k pozorovateli, I_0 je intenzita světla, které dopadá na planetu a I je intenzita odraženého světla, kterou pozorovatel naměří při nulovém fázovém úhlu (tj. v případě, že je planeta „v úplňku“).

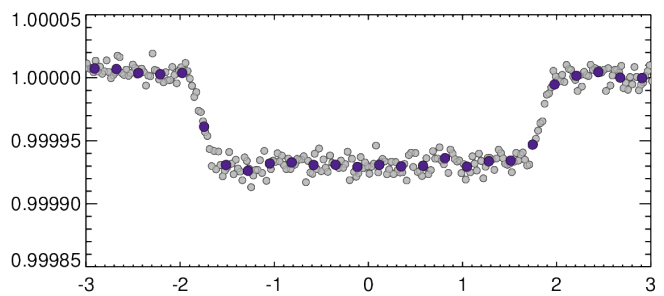
Krajské kolo 2018/19, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)



Obrázek 1: Světelná křivka exoplanety HAT-P-7 b. Na vodorovné ose je vynesena čas od středu primárního minima (ve dnech). Na svislé ose je vynesena (kalibrovaná) intenzita světla v relativní míře (vztažená vůči intenzitě světla od mateřské hvězdy). Grafy A a B zobrazují samotnou závislost změřené intenzity světla na čase. Data jsou proložena křivkou, která co nejlépe modeluje změřenou závislost (lokálně v jednotlivých úsecích). Data: *Borucki et al. (2009)*.



(a) Detail primárního minima zkonstruovaný složením dat z více tranzitů. Na vodorovné ose je vynesena čas (ve dnech) od středu primárního minima.



(b) Detail sekundárního minima zkonstruovaný složením dat z více zákrytů. Na vodorovné ose je čas (v hodinách) od středu sekundárního minima.

Obrázek 2: Detail primárního a sekundárního minima. Na svislé ose je vynesena (kalibrovaná) intenzita světla v relativní míře (vztažená vůči intenzitě světla od mateřské hvězdy).



Krajské kolo 2018/19, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)

C Smolný den

(max. 20 bodů)

První přesné měření obvodu Země je přisuzováno Eratosthénovi z Kyrény, matematikovi, geografovi, básníkovi a v neposlední řadě astronomovi. Eratosthénos se jednoho dne doslechl, že v Syeně (dnešním Asuánu) je velmi hluboká studna, na jejíž dno dopadají paprsky pouze během letního slunovratu. Paprsky údajně dopadaly v pravé poledne do studny přesně tak, že osvětlili pouze její dno, nikoliv však její stěny. Eratosthénos pak zapíchl doma v Alexandrii do země svisle tyč (gnómón) a v den letního slunovratu určil v poledne délku jejího stínu. Z těchto údajů pak mohl určit rozdíl zeměpisných šířek Alexandrie a Syeny. Ze změřené vzdálenosti těchto míst a faktu, že obě města leží na stejném poledníku, byl schopen určit obvod Země. Následující úloha si z tohoto historického počínu jistě vzala kus inspirace.

Roztržitý astronom žijící na pustém ostrově se procházel v okolí svého pracoviště. Při jedné ze svých procházek pozoroval Slunce přesně v okamžiku, kdy střed slunečního disku splýnul s jarním bodem. Naneštěstí pro něj k tomuto jevu došlo ve chvíli, kdy se sluneční kotouč nacházel přímo v zenitu, a tak se náš hrdina nedíval, kam šlape, a spadl do studny. Jelikož žil na ostrově sám, nebyl nikdo, kdo by ho vytáhl, a tak se musel smířit s tím, že se studna stala na dlouhou dobu jeho novým pozorovacím stanovištěm.

Studna měla kruhový průřez, její hloubka byla $H = 15$ m a poloměr $r = 1$ m. Astronom má oči ve výšce $h = 1,75$ m a vždy pozoruje přímo z osy studny. Vliv refrakce v následujících úlohách neuvažujte. Uvažujte, že ve studni nebyla voda.

- Kolik procent oblohy mohl astronom ze studny pozorovat v jeden okamžik?
- Kolik procent oblohy může astronom ze studny vidět v průběhu celého roku?
- Kolik dní v roce může astronom pozorovat Slunce (třeba i jen částečně)? Průměr slunečního disku je $D = 32'$. Předpokládejte, že Země se pohybuje kolem Slunce po kružnici.

Nápověda. Pro sférický trojúhelník ABC se stranami úhlových velikostí a, b, c a vnitřními úhly velikostí α, β, γ platí sinová věta

$$\frac{\sin a}{\sin \alpha} = \frac{\sin b}{\sin \beta},$$

kosinová věta pro strany

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos \alpha$$

a kosinová věta pro úhly

$$\cos \alpha = -\cos \beta \cos \gamma + \sin \beta \sin \gamma \cos a.$$

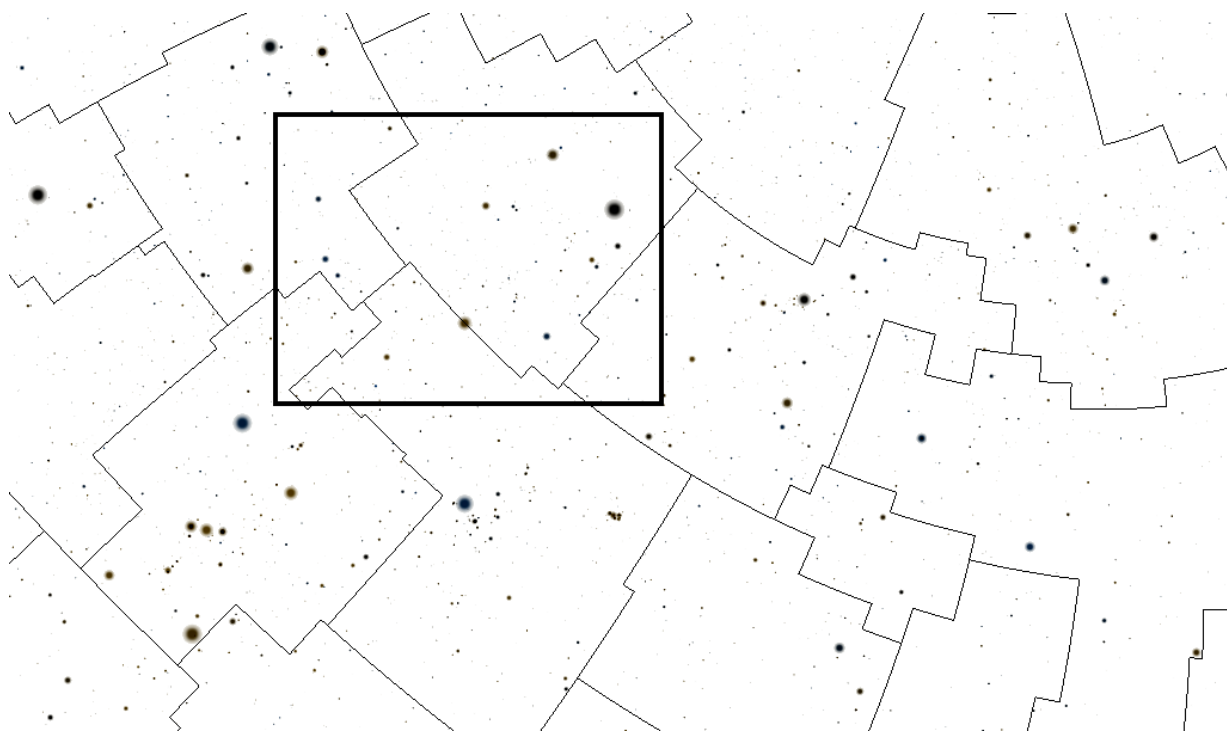
Krajské kolo 2018/19, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)

D Praktická

(max. 30 bodů)

Za vhodného počasí vyfotografujte ze stativu část oblohy vyznačenou obdélníkem na mapce. Snímky je možné i skládat. Na svém snímku označte příslušným číslem objekty uvedené v tabulce. Do tabulky pak doplňte požadované údaje (hvězdnou velikost ve filtru V a jméno) o vybraných objektech, jak je naleznete v databázi SIMBAD¹

Číslo	Označení	$\frac{V}{\text{mag}}$	Jméno	Číslo	Označení	$\frac{V}{\text{mag}}$	Jméno
1	HIP 24608			6	Mel 38		
2	SAO 77168			7	3 Aur		
3	Cr 82			8	TYC 2899-2237-1		
4	HR 2286			9	HD 37202		
5	IRAS 05558+4456			10	WDS J05191+4006A		



Některá další výročí:

- 7. dubna 2019 tomu bude 60 let od dopadu *meteoritu Příbram*
- 28. července 2019 oslaví 100 let od svého založení *Mezinárodní astronomická unie*

¹<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>