

Krajské kolo 2020/21, 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 18. ročníku Astronomické olympiády!

Narozdíl od minulých let se letos krajské kolo kvůli koronavirové situaci skládá pouze z korespondenční části, tedy přehledového online testu (úloha A), dvou úloh teoretických (B a C) a jedné praktické (úloha D). Úlohy tento rok rovněž nebudete muset posílat v obálce klasickou poštou, ale naskenované je uploadujete skrze naše webové rozhraní.

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

I letos stojí za to si připomenout celou řadu astronomických událostí a pokud tak učiníte kliknutím na přiložené odkazy, jistě se něco zajímavého dozvíte! Některé se staly inspirací pro zadání úloh tohoto kola:

- letos si připomínáme 95 let od zavedení [Hubbleovy klasifikace galaxií](#),
- v roce 2021 tomu bude 250 let od prvního určení vzdálenosti Slunce–Země francouzským astronomem [Jeromeem Lalandem](#) na základě dat z přechodu Venuše přes sluneční disk.

Z předpověditelných astronomických úkazů v roce 2021 zmíníme například konjunkci Jupiteru a Merkuru, která bude nejlépe pozorovatelná nad ránem 5. března nad východním obzorem. Planety se k sobě přiblíží až na 0,35°, k pozorování doporučujeme použít trieder. Za zmínku stojí rovněž tzv. superúplněk, který nastane 5. května: v tento den se bude Měsíc nacházet v perigeu a zároveň v plné fázi.

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

Ústřední komise Astronomické olympiády

Důležité kontakty:

- Internetové stránky a e-mail Astronomické olympiády:
<http://olympiada.astro.cz>, olympiada@astro.cz
- Webová adresa pro upload naskenovaných řešení úloh:
<https://olympiada.astro.cz/korespondencni>

Termín odeslání: 20. 3. 2021

Celkem lze v krajském kole získat maximálně **100 bodů**. Do celostátního kola postupuje 20 nejlepších řešitelů krajských kol, kteří získali nenulový počet bodů z praktické úlohy.



Krajské kolo 2020/21, 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. U problémů s řešením testu oznámených po **13. 3. 2021** bohužel nemůžeme zaručit jejich včasné vyřízení.

B Eliptická galaxie

(max. 20 bodů)

Od roku 1926 používají astronomové ke klasifikaci galaxií na základě jejich tvaru schéma sestavené Edwinem Hubblem. To se obvykle znázorňuje ve tvaru vidlice (nebo také ladičky) a rozděluje galaxie do tří základních kategorií: galaxie eliptické, spirální a spirální s příčkou.

V této úloze budete uvažovat eliptickou galaxii typu E0 o hmotnosti M – galaxie tedy bude mít přibližně kulový tvar. Předpokládejte, že hmota je v galaxii rozložena rovnoměrně s hustotou ρ .

a) Vyjádřete zrychlení $\mathbf{a}(\mathbf{r})$ hmotného bodu ve vzdálenosti r od středu galaxie obecně pomocí G , ρ a r (kde G je Newtonova gravitační konstanta).

b) S přihlédnutím k chování harmonického oscilátoru určete tvar trajektorií hmotných bodů pohybujících se uvnitř galaxie.

c) Ukažte, že oběžné periody všech objektů uvnitř galaxie jsou stejné. Vyjádřete tuto univerzální oběžnou periodu pomocí ρ a G .

d) Určete číselnou hodnotu ρ (v $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) za předpokladu, že $P = 10^8$ y.

Předpokládejme dále, že galaxie je z 80 % tvořena temnou hmotou a z 20 % hvězdami podobnými Slunci.

e) Určete počet hvězd n , které připadají na parsek krychlový objemu galaxie.

f) Určete celkový počet hvězd N , které může vidět pouhým okem pozorovatel nacházející se ve středu galaxie. Mezní hvězdnou velikost pro pozorování pouhým okem berte 6 mag.

C Konjunkce

(max. 20 bodů)

Již za časů Johannese Keplera uměli astronomové vypočítat relativní vzdálenosti planet ve sluneční soustavě. Dlouhou dobu však nikdo nedokázal tyto vzdálenosti porovnat s pozemskými měřítky. Toho s rozumnou přesností docílil až Jerome Lalande v roce 1771 změřením paralaxy Venuše při jejím přechodu přes sluneční kotouč. V této úloze se zaměříte na porovnání velikosti fází Venuše a Měsíce při jejich vzájemné konjunkci.

Předpokládejte, že došlo ke konjunkci Venuše a Měsíce při elongaci λ . Elongací označujeme úhlovou vzdálenost objektu na obloze od Slunce. Pro jednoduchost budeme v této úloze uvažovat, že oběžné



Krajské kolo 2020/21, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)

dráhy všech zúčastněných těles jsou kruhové a leží v rovině ekliptiky. Rovněž označme a_Z , a_M , resp. a_V poloměry oběžných drah Země, Měsíce, resp. Venuše, d_{MS} , resp. d_{VZ} vzdálenost mezi Měsícem a Sluncem, resp. Venuší a Zemí v okamžik úkazu, a také α_M , resp. α_V velikost úhlů Slunce–Měsíc–Země, resp. Slunce–Venuše–Země.

a) Nakreslete situaci při pohledu „shora“ (od severního ekliptikálního pólu) do přehledného schématu, ve kterém vyznačíte trojúhelníky Země–Slunce–Měsíc a Země–Slunce–Venuše, a rovněž vzdálenosti a_Z , a_M , a_V , d_{MS} , d_{VZ} a úhly λ , α_M , α_V .

Pro účel této úlohy definujeme fázi objektu na obloze jako úhel ϕ , který roste od 0° do 360° , kde $\phi = 0^\circ$ nastává v novu, $\phi = 90^\circ$ nastává v první čtvrti, $\phi = 180^\circ$ nastává při úplňku a $\phi = 270^\circ$ nastává v poslední čtvrti. Fáze je tedy úhel, který svírá rovina terminátoru s rovinou tečnou k nebeské sféře,

b) Vyjádřete fáze ϕ_M Měsíce a ϕ_V Venuše pomocí úhlů α_M a α_V .

c) Vyjádřete $\sin \alpha_V$ pomocí a_Z , a_V a λ .

d) Jaká je maximální velikost λ_{\max} elongace pro Venuši? Výsledek vyjádřete obecně pomocí a_Z , a_V i číselně ve stupních.

e) Vyjádřete vzdálenost d_{MS} pomocí proměnných a_Z , a_M a λ .

f) Vyjádřete $\sin \alpha_M$ pomocí proměnných a_Z , a_M a λ .

g) Vyjádřete $\sin \phi_M$ a $\sin \phi_V$ pomocí proměnných a_Z , a_M , a_V a λ .

h) Ukažte, že pro velmi malé úhly λ (pokud je úhel λ vyjádřen v radiánech, máme $\lambda \ll 1$, a tedy $\sin \lambda \approx \lambda$ a $\cos \lambda \approx 1 - \lambda^2/2$) nezávisí poměr fází $p = \phi_M/\phi_V$ na λ . Předpokládejte přitom situaci, kdy se Venuše blíží do dolní konjunkce se Sluncem. Vyjádřete p nejprve obecně pomocí poměrů $u_M = a_M/a_Z$, $u_V = a_V/a_Z$ a poté spočtěte jeho číselnou hodnotu.

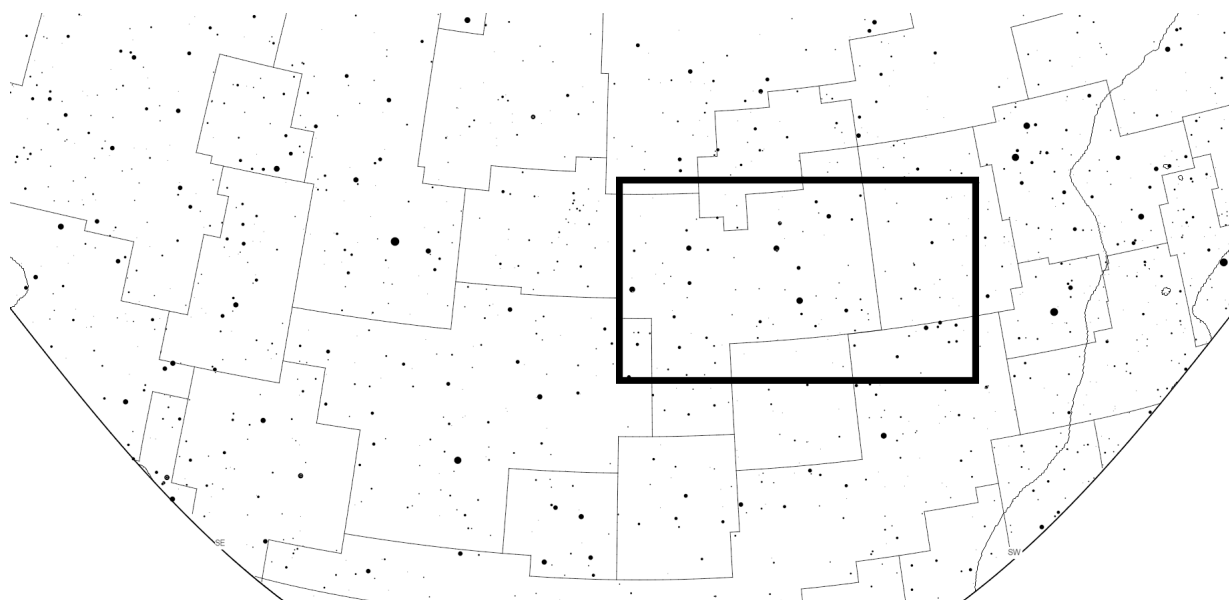
Krajské kolo 2020/21, kategorie CD (1. a 2. ročník SŠ)

D Fotografie jarní oblohy (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 42806			6	HR 4534		
2	BD+12 2149			7	UBV 8675		
3	HIC 50583			8	WEB 8912		
4	HR 3461			9	SAO 99512		
5	GC 15438			10	HD 85503		



Některá další výročí:

- 1. ledna 2021 tomu bylo 220 let od objevu první *planetky* (*Ceres*) italským astronomem *Giuseppem Piazzim*
- 30. srpna by oslavil 150. narozeniny excelentní britský fyzik *Ernest Rutherford*
- 25. října to bude přesně 350 let od objevu *Saturnova* měsíce *Iapetus* italským astronomem *Giovannim Cassinim*
- 4. prosince uplyne 200 let od narození německého astronoma *Wilhelma Tempela*, objevitele několika komet

¹<http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>