

Historicky první virtuální finále Astronomické olympiády



Jan Kožuško¹, Jana Žďárská²

¹ Česká astronomická společnost, Fričova 298, 251 65 Ondřejov, kozusko@astro.cz

² Fyzikální ústav AV ČR, Na Slovance 2, 182 21 Praha 8, zdarskaj@fzu.cz

Astronomickou olympiádu vyhlašuje Česká astronomická společnost a Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy. Ve školním roce 2020/21 probíhá její XVIII. ročník. Během dubna proběhlo historicky první virtuální celorepublikové finále Astronomické olympiády¹ v kategorii AB a CD, tedy v obou kategoriích, které jsou určeny studentům středních škol. Ve dnech 10. a 11. května proběhlo, taktéž virtuálně, finále v kategorii EF a GH pro základní školy. Díky vysokému nasazení všech organizátorů i zúčastněných se vše dobře zdařilo a Astronomická olympiáda přivítala ve svých řadách nové vítěze.

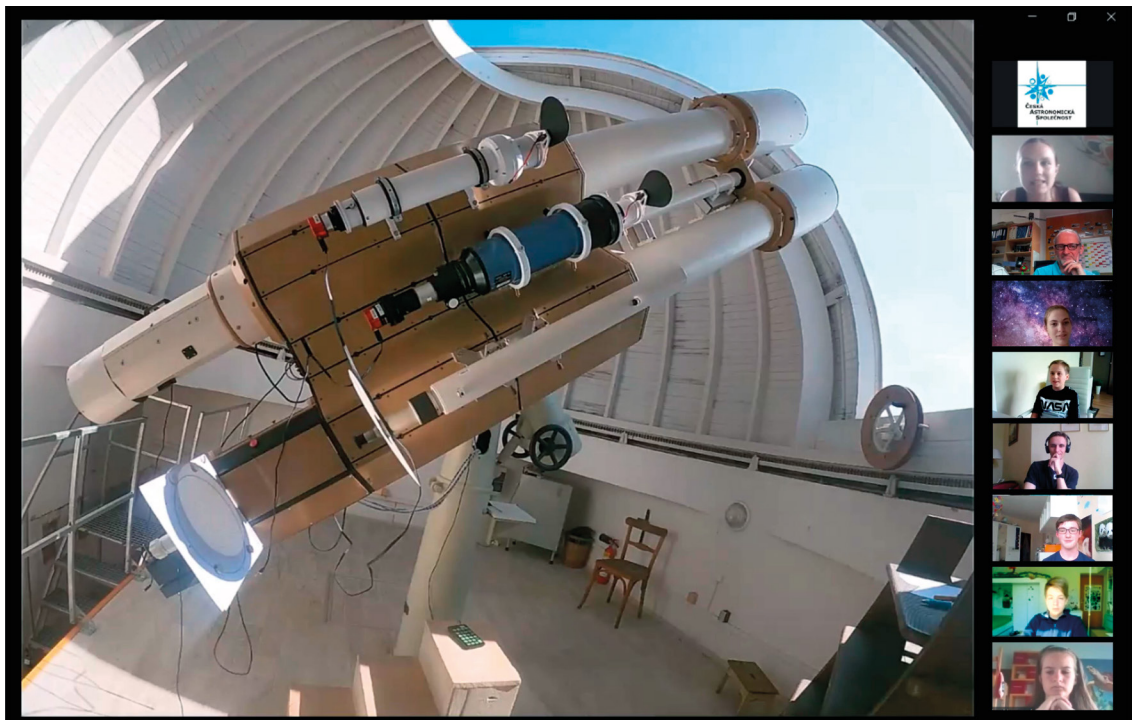
Finále Astronomické olympiády se zúčastnilo pět desítek nejlepších řešitelů z celé ČR. V kategorii EF (8. a 9. ročník ZŠ) zvítězil Martin Kudrna z Gymnázia Jana Keplera v Praze, v kategorii GH (6. a 7. ročník ZŠ) Jan Herzig z Gymnázia J. Š. Baara v Domažlicích.

Finále kategorií EF a GH proběhla v souladu s pokyny MŠMT distanční formou v pondělí 10. a v úterý 11. května 2021 od 09:00 do 13:00 ve spolupráci s plat-

formou Planetum. Postupující obdrželi podrobné instrukce e-mailem 26. dubna 2021. Vyhlášení výsledků proběhlo ve středu 12. května 2021 od 16:00.

A jaké byly parametry hodnocení? „Úspěšný řešitel kategorie EF musel dosáhnout alespoň 60 % bodů, tj. alespoň 50,7 bodu. 100 % bodů se stanoví jako aritmetický průměr bodů prvních tří nejlepších řešitelů a činí 84,5. U kategorie GH bylo třeba dosáhnout taktéž alespoň 60 % bodů, v tomto případě tedy alespoň 45,4 bodu. 100 % bodů se stanoví jako aritmetický průměr bodů prvních tří nejlepších řešitelů a činí 75,67,“ vysvětluje

¹ J. Žďárská: Mezinárodní astronomická olympiáda v době temna. Čs. čas. fyz. 71, 112–115 (2021).



V rámci doprovodného programu účastníci virtuálně zavítali na pracoviště Slunečního oddělení Astronomického ústavu AV ČR, která jsou za běžných okolností přístupná jen několika pozorovatelům Slunce.



Účastníci Astronomické olympiády se virtuálně seznámili s odbornými programy České astronomické společnosti, zaměřenými na proměnné hvězdy a exoplanety.

předseda Ústřední komise Astronomické olympiády Dr. Jan Kožuško.

Znalosti napříč všemi oblastmi astronomie nejprve prověřil přehledový test, po kterém na soutěžící čekaly úlohy na klasifikaci hvězd, astronomický soumrak a orientaci na obloze. Centrálním motivem byla planeta Mars – řešitelé se věnovali jak letu ze Země na Mars, tak i orbitální stanici přímo u rudé planety.

Na regulérní průběh soutěže dohlíželo dvanáct komisařů z celé republiky, Německa, Švýcarska i USA. A Dr. Jan Kožuško připomíná: „Soutěžící museli být po celou dobu v zorném poli svých kamer a museli mít zapnutý mikrofon. V místnosti s nimi nesměly být žádné další osoby. I když bylo virtuální finále zajímavým experimentem a přineslo řadu nových zkušeností, všichni se těšíme na dobu, kdy se se soutěžícími budeme opět moci setkat osobně na hvězdárně nebo v planetáriu.“

Na prvních třech příčkách se v kategorii EF (8. a 9. ročník ZŠ) umístili:

1. Martin Kudrna, Gymnázium Jana Keplera v Praze (86 bodů)
2. Jan Flajšar, Gymnázium Olomouc-Hejčín (85 bodů)
3. Matouš Mišta, Gymnázium Olomouc-Hejčín (82,5 bodu)

Na prvních třech příčkách se v kategorii GH (6. a 7. ročník ZŠ) umístili:

1. Jan Herzig, Gymnázium J. Š. Baara Domažlice (96 bodů)
2. Matěj Knop, Gymnázium Christiana Dopplera, Praha (66 bodů)
3. Barbora Nociarová, Mendelovo gymnázium Opava (65 bodů)

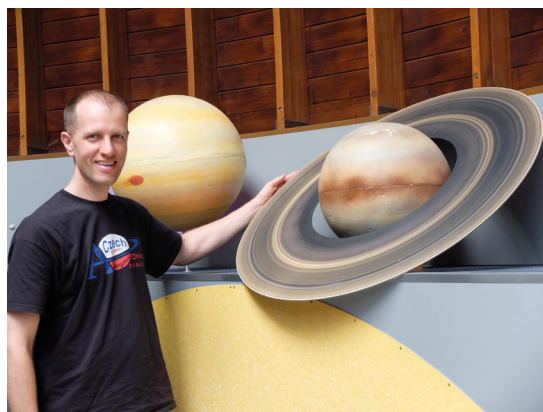
V rámci doprovodného programu účastníci, taktéž virtuálně, zavítali na pracoviště Slunečního oddělení Astronomického ústavu AV ČR, která jsou za běžných okolností přístupná jen několika pozorovatelům Slunce. Seznámili se s odbornými programy České astronomické společnosti, zaměřenými na proměnné hvězdy a exoplanety, a obhlédli robotické observatoře na jižní Moravě a v Toskánsku. Pro druhou část doprovodného programu byly připraveny atraktivní komentované prohlídky pražského planetária a Štefánikovy hvězdárny.

Hlavním partnerem finále byla platforma Planetum. Astronomickou olympiádu dále podpořily Kraj Vysočina, Plzeňský, Ústecký, Liberecký, Pardubický, Královéhradecký, Středočeský, Olomoucký, Jihomoravský a Zlínský kraj.

Úlohy finále připravili Václav Pavlík a Tomáš Franc. Zadání recenzovali Ota Kéhar a Tomáš Prosecký. Porotci a komisaři obou online finále byli Martin Blaschke, Tomáš Franc, Petra Hyklová, Martina Pavelková, Václav Pavlík, Irena Picková, Lenka Soumarová, Lukáš Supik, Ondřej Theiner, Ondřej Trnka, Jiří Vala a Viktor Zeman.

Na přípravě a pořádání Astronomické olympiády se celoročně podílí několik desítek organizátorů a porotců. Velmi podstatnou podporu a spolupráci zajišťují také učitelé (cca 300), kteří se v průběhu školního roku trpělivě věnují tisícům žáků – nastávajícím řešitelům Astronomické olympiády. Vždyť co může být důležitější, než podpora mladých talentů, kteří možná jednou budou vesmír zkoumat po nás? Tak ať se jim daří!

Více informací o Astronomické olympiádě a její historii, výsledkovou listinu, zadání a vzorová řešení úloh finále naleznete na olympiada.astro.cz.



Dr. Ing. Jan Kožuško, narozen v roce 1981, absolvoval ČVUT v Praze (Ing.) a Technische Universität Dresden (Dr.). Od roku 1998 je spolupracovníkem Hvězdárny a planetária hl. m. Prahy, roku 1999 vstoupil do České astronomické společnosti. Od roku 2004 je členem Ústřední komise Astronomické olympiády, od roku 2010 jejím předsedou.

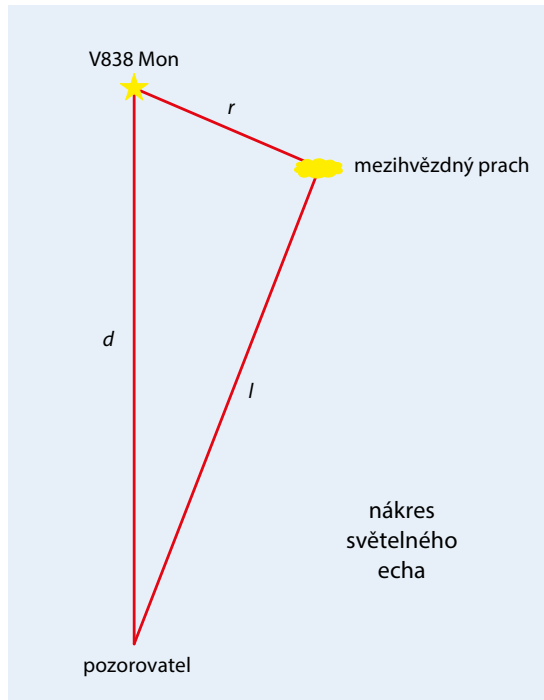
ÚLOHA Z FINÁLE 2020/21, KATEGORIE AB (3. A 4. ROČNÍK STŘEDNÍ ŠKOLY)

V838 Monocerotis

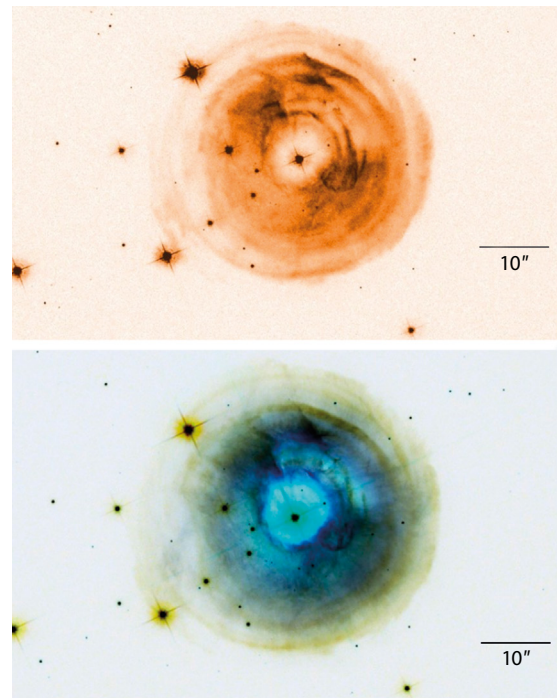
(Autorem úlohy je Jaromír Mielec)

Na začátku roku 2002 došlo k výbuchu hvězdy V838 Mon, čímž se okamžitě stala předmětem zájmu astronomů. Výbuch dosáhl svého maxima 6. února 2002. V následujících měsících pořídil Hubbleův vesmírný dalekohled několik fotografií světelného echa okolo hvězdy. Tento velice vzácný úkaz může posloužit k odhadu vzdálenosti k objektu, o což se v této úloze také pokusíme.

Světelné echo vzniká, když se silný záblesk ze zdroje odrazí na mezihvězdném prachu. Pokud budeme předpokládat, že se každý foton odrazí právě jednou, dojdeme k tomu, že osvětlený prach musí splňovat rovnost $r + l = d + ct$, kde r je vzdálenost osvětleného prachu od zdroje záření, l je vzdálenost osvětleného prachu od pozorovatele, d je vzdálenost mezi zdrojem a pozorovatelem a t je čas, který uplynul od pozorovaného záblesku. Z této rovnosti lze snadno nahlédnout, že osvětlený prach leží na elipsoidu s ohnisky ve zdroji a v pozorovateli.



V našem případě budeme předpokládat, že hvězda byla obklopena několika sférickými prachovými slupkami, na nichž světelné echo tvoří jasné prstence.



Obr. 1 Nahoře fotografie V838 Mon z 30. 4. 2002 v B filtru, dole fotografie z 20. 5. 2002. Zdroj E. Bond et al. (2003).

Pro poloměr takového prstence r_e , který přísluší slupce o poloměru r_0 v čase t od pozorovaného výbuchu, dostaneme vztah $r_e = \sqrt{2r_0ct - c^2t^2}$, z čehož lze odvodit rychlost růstu poloměru r_e jako

$$v = \frac{r_0c - c^2t}{\sqrt{2r_0ct - c^2t^2}}$$

Na obr. 1 jsou dvě fotky hvězdného echa pořízené Hubbleovým vesmírným dalekohledem, horní je v B filtru z 30. 4. 2002 a spodní je z 20. 5. 2002 a vznikla složením fotek v B, V a I filtru. Vaším úkolem bude identifikovat na obou fotografiích prstence, které odpovídají stejné prachové slupce, změřit úhlovou rychlost rozpínání prstence a z vhodné závislosti úhlové rychlosti rozpínání na úhlovém poloměru odhadnout vzdálenost hvězdy.

a) Vyjádřete úhlovou rychlost rozpínání jednoho prstence pomocí jeho úhlového poloměru, času od pozorovaného výbuchu t , vzdálenosti hvězdy od pozorovatele d a rychlosti světla c .

Řešení: Dostáváme

$$r_0 = \frac{r_e^2}{2ct} + \frac{ct}{2} \quad \text{a}$$

$$\omega = \frac{v}{d} = \frac{r_e}{2td} - \frac{c^2t}{2dr_e} = \frac{\theta}{2t} - \frac{c^2t}{2d^2\theta}$$

t/d		1.[']	2.[']	3.[']	4.[']	5.[']	θ [']	ω (mas·d ⁻¹)
83	1. slupka	17,9	17,3	15,6	17,9	18,4	17,4	100
103		20,2	19,6	18,4	17,9	20,8	19,4	
83	2. slupka	14,4	13,3	12,7	13,3	14,4	13,6	80
103		16,1	15,6	13,8	13,8	16,7	15,2	
83	3. slupka	11,0	10,4	9,8	9,8	11,0	10,4	55
103		12,1	12,1	10,4	11,0	12,1	11,5	
83	4. slupka	8,6	7,5	6,9	6,3	8,6	7,6	55
103		9,2	8,6	8,6	9,2	8,1	8,7	
83	5. slupka	6,3	5,8	4,6	5,2	5,8	5,5	20
103		6,9	6,3	5,2	5,2	5,8	5,9	

Tab. 1 K řešení úlohy b).

b) Identifikujte na obou obrázcích alespoň pět dvojic prstenců, které přísluší stejné slupce. Na obou obrázcích změřte poloměr těchto prstenců v aspoň pěti bodech. Z těchto měření určete průměrný poloměr každého prstence a vypočítejte úhlovou rychlost rozpínání.

Řešení: Dostáváme tabulku 1.

c) Nakreslete graf závislosti $\omega\theta$ na θ^2 pro čas $t = 93$ dní. Za úhlovou velikost berte průměrnou hodnotu.

Řešení: Výsledný graf vidíme na obrázku 2.

d) Pomocí metody nejmenších čtverců proložte body v grafu vhodnou přímkou.

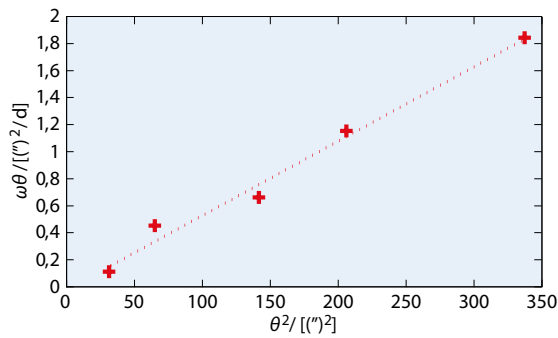
Řešení: Metoda nejmenších čtverců: prokládáme-li daty (x_i, y_i) pro $i = 1, \dots, N$ přímkou $y_i = \alpha + \beta x_i$ (kde hodnoty x_i vynášíme na osu x a hodnoty y_i vynášíme na osu y), potom střední hodnoty $\bar{\beta}, \bar{\alpha}$ parametrů β, α této přímky zjistíme pomocí vztahů

$$\bar{\beta} = \frac{N\sigma_{xy} - \sigma_x\sigma_y}{N\sigma_{xx} - \sigma_x^2} \quad \text{a} \quad \bar{\alpha} = \frac{1}{N}(\sigma_y - \bar{\beta}\sigma_x),$$

kde

$$\sigma_x = \sum_i x_i, \quad \sigma_y = \sum_i y_i, \quad \sigma_{xy} = \sum_i x_i y_i,$$

$$\sigma_{xx} = \sum_i x_i^2 \quad \text{a} \quad \sigma_{yy} = \sum_i y_i^2.$$



Obr. 2 K řešení úloh c) a d).

Vypočítané hodnoty z metody nejmenších čtverců jsou $\bar{\beta} \doteq 0,0055 \text{ d}^{-1}$ a $\bar{\alpha} \doteq -0,0223 \text{ (")}^2 \text{ d}^{-1}$.

e) Pomocí vhodného odečtení z grafu určete vzdálenost hvězdy V838 Mon.

Řešení: Protože podle části a) platí

$$\omega\theta = \frac{1}{2t}\theta^2 - \frac{c^2t}{2d^2},$$

přímka, která prokládá závislost $\omega\theta$ na θ^2 , protíná osu y v bodě $-c^2t/2d^2$. Platí tedy $-c^2t/2d^2 = \bar{\alpha}$. Po vhodném převedení jednotek a úpravě dostaneme odhad vzdálenosti $d \approx 8 \text{ kpc}$.

ASTRONOMICKÁ OLYMPIÁDA

předmětová soutěž z **astronomie**
a příbuzných oborů pro žáky **základních**
a **středních škol**

19. ročník začíná v září 2021.

Sledujte náš web

OLYMPIADA.ASTRO.CZ

Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky je zařazena od roku 2006 v soutěžích typu A, které MŠMT ČR pravidelně vyhlašuje pro daný školní rok.

Hlavní partneři Astronomické olympiády:



planetum

**SLEZSKÁ
UNIVERZITA**
FILOZOFICKO-
PŘÍRODOVĚDECKÁ
FAKULTA V OPAVĚ



Fyzikální vzdělávání
Studentské soutěže a práce