

Dátová analýza, finále 14. ročníka Astronomickej olympiády (2020)

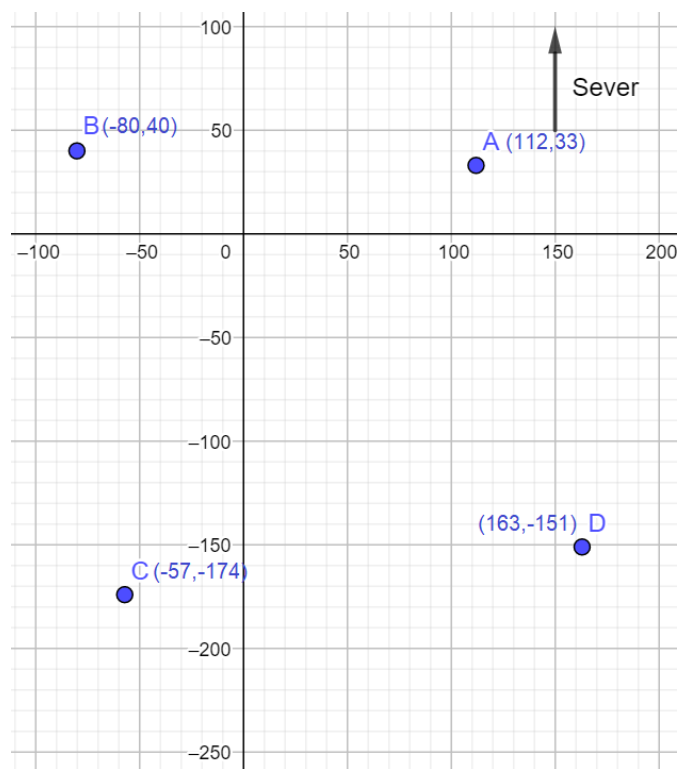
Jozef Lipták, Univerzita Karlova

Dňa 22.9.2020 o 22:10 LSEČ štyria pozorovatelia A, B, C, D na území Slovenska pozorovali hypotetický jasný bolid. Ich polohy sú zanesené v „mape“ na obrázku 1, počiatku odpovedajú súradnice $\phi = 48,4^\circ$, $\theta = 19,7^\circ$, pri všetkých výpočtoch zakryvenie Zeme medzi pozorovateľmi zanedbajte. V tabuľke 1 sú zaznamenané pozorované polohy začiatku (z) a konca (k) svetlenej dráhy bolidu v rovníkových (δ , α) súradniciach, ktoré boli určené z fotografií (A, B), videa (C), resp. vizuálneho pozorovania (D). Pozorovateľ B pozoroval spektroskopicky, zaznamenal teda navyše aj spektrum úkazu znázornené na obrázku 2. V tabuľke 2 sú uvedené vlnové dĺžky obvyklých čiar v spektrách bolidov.

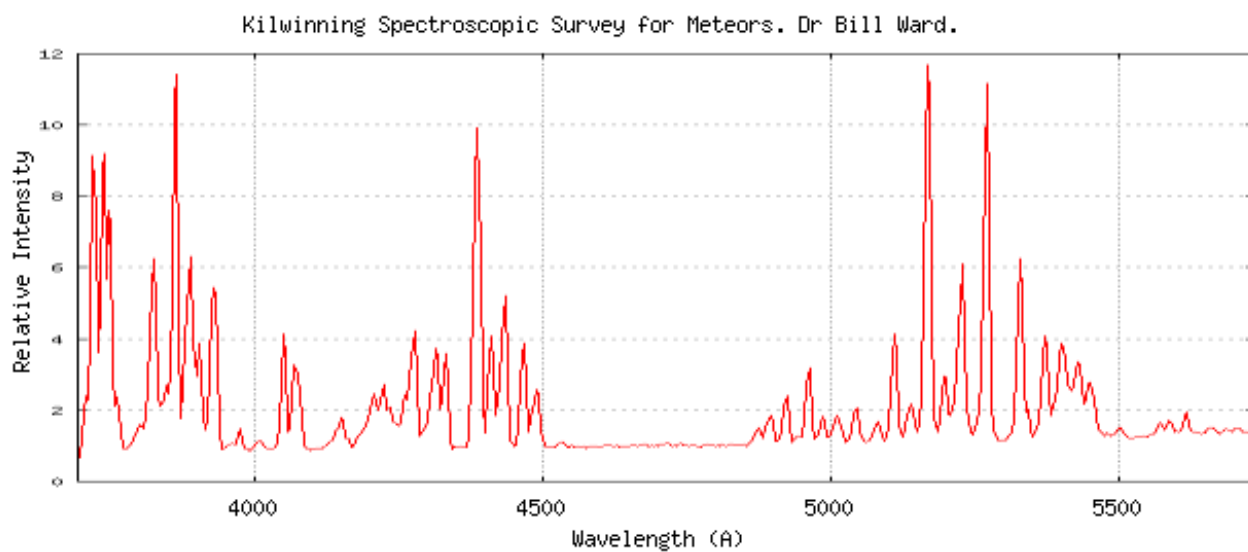
1. Preveďte súradnice pozorovaných začiatkov a koncov stopy bolidu do horizontálnych súradníc, na prevody môžete použiť softvér (kalkulátor transformácií súradníc, virtuálne planetárium,...) (16b)
2. Do milimetrového papiera zanešte polohy pozorovateľov a zostrojte priemety miest začiatku a konca úkazu na zemský povrch a priemet trajektórie telesa. (11b)
3. Určte výšky telesa nad povrchom na začiatku H_z a konci H_k úkazu. (2·4b)
4. Na milimetrovom papieri zaznačte odhadované miesto dopadu. Vyber miesto dopadu okomentujte. (5b)
5. Určte azimut a výšku nad obzorom pre smer, z ktorého teleso priletelo. V akom je to súhvezdí? (5b)
6. Odhadnite rýchlosť telesa v voči Zemi pri vstupe do atmosféry, na videozázname pozorovateľa C sa bolid na začiatku trajektórie pohybuje rýchlosťou $2,55^\circ/\text{s}$. (9b)
7. Na základe smeru a rýchlosti telesa odhadnite excentricitu a veľkú polos a inklináciu jeho orbity okolo Slnka. Vplyv gravitačného poľa Zeme a Mesiaca zanedbajte. Vyberte jeden z intervalov
 e : 0 – 0,1 0,1 – 0,3 0,3 – 0,7 0,7 – 1,0 > 1
 a : < 0,8 AU 0,8 AU – 1,2 AU 1,2 AU – 2,0 AU 2 AU – 5 AU > 5 AU
 i : 0° – 10° 10° – 20° 20° – 50° > 50°
Odhadnite ďalej dĺžku výstupného uzla orbity telesa Ω . (4·4b)
8. V spektre na obrázku 2 identifikujte aspoň 10 spektrálnych čiar, zaznačte ich do grafu. Ktoré prvky ich spôsobujú? (10·2b)
9. O aký typ prípadného meteoritu sa jedná? Typu priradte jeden z obrázkov 3. (2·5b)

Tabuľka 1: Pozorované polohy začiatku a konca svetlenej dráhy bolidu

	δ	α
A_z	$-16,6^\circ$	$22^h 46^m$
A_k	$-3,2^\circ$	$17^h 06^m$
B_z	$-14,8^\circ$	$0^h 27^m$
B_k	$-5,5^\circ$	$2^h 03^m$
C_z	$12,3^\circ$	$2^h 09^m$
C_k	$43,4^\circ$	$7^h 26^m$
D_z	$19,6^\circ$	$22^h 29^m$
D_k	$33,4^\circ$	$13^h 19^m$



Obrázok 1: Mapa s polohami pozorovateľov, jednotky osí sú kilometre.



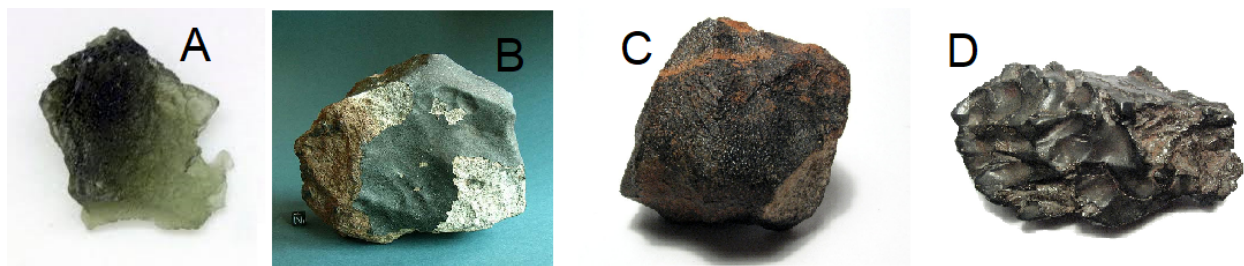
Obrázok 2: Spektrum získané pozorovateľom B, prevzaté

Tabuľka 2: Zoznam spektrálnych čiar častých v spektrách meteorov a ich relatívne intenzity.

Čiary označené hviezdíčkou sa vyskytujú najmä v spektrách rýchlych meteorov.

λ [Å]	atom	int	λ [Å]	atom	int	λ [Å]	atom	int
3719.9	Fe	10	4254.4	Cr	9	5227.2	Fe	5
3734.9	Fe	8	4271.8	Fe	10	5269.5	Fe	14
3737.1	Fe	9	4274.8	Cr	8	5328.0	Fe	12
3745.6	Fe	8	4289.7	Cr	7	5371.5	Fe	9
3749.5	Fe	8	4307.9	Fe	10	5397.1	Fe	5
3820.4	Fe	9	4325.8	Fe	10	5405.8	Fe	6
3825.9	Fe	8	4383.5	Fe	14	5429.7	Fe	6
3829.4	Mg	10	4404.8	Fe	11	5434.5	Fe	4
3832.3	Mg	11	4481.2	Mg+	15*	5446.9	Fe	4
3838.3	Mg	12	4920.5	Fe	3	5455.6	Fe	4
3859.9	Fe	11	4923.9	Fe+	2*	5528.4	Mg	2
3886.3	Fe	9	4957.6	Fe	4	5615.7	Fe	1
3933.7	Ca+	40*	5012.1	Fe	1	5890.0	Na	40
3968.5	Ca+	35*	5018.4	Fe+	3*	5895.9	Na	35
4030.8	Mn	10	5110.4	Fe	1	6156.8	O	1*
4045.8	Fe	10	5167.3	Mg	17	6162.2	Ca	1
4063.6	Fe	9	5172.7	Mg	25	6347.1	Si+	6*
4131.0	Si+	1*	5183.6	Mg	28	6371.4	Si+	3*
4226.7	Ca	11	5208.4	Cr	10	6495.0	Fe	1

Prevzaté z IMO Photographic Handbook, <https://www.imo.net/docs/03spectra.pdf>



Obrázok 3: Ktorý z týchto obrázkov odpovedá meteoritu z úlohy?