

Praktická úloha, finále 15. ročníka Astronomickej olympiády (2021)

Jozef Lipták, Univerzita Karlova

Tohtoročná praktická úloha pozostáva z dvoch častí - slepej mapy a kratšej dátovej analýzy týkajúcej sa hmlovín. Slepú mapu môžete nájsť na obrázku 1, vyznačte do nej

1. šrafovaním a skratkou súhvezdia Južná koruna, Vlk a Južný trojuholník (12 b);
2. jednu oblasť ionizovaného vodíka HII, temnú hmlovinu, otvorenú hviezdokopu, guľovú hviezdokopu a galaxiu podľa svojho výberu a jej pomenovanie/označenie (10 b);
3. hviezdy α Sco, α Cir, Acrux, Menkent, Nunki, Peacock, Shaula (14 b);
4. ekliptiku a galaktický rovník (6 b);
5. najbližšiu hviezdu k Zemi (po Slnku) a jej meno (3 b).
6. V ktorom mesiaci kulminuje o pravej polnoci miestneho času stred mapy? Vychádza na Slovensku nad obzor? (5 b)

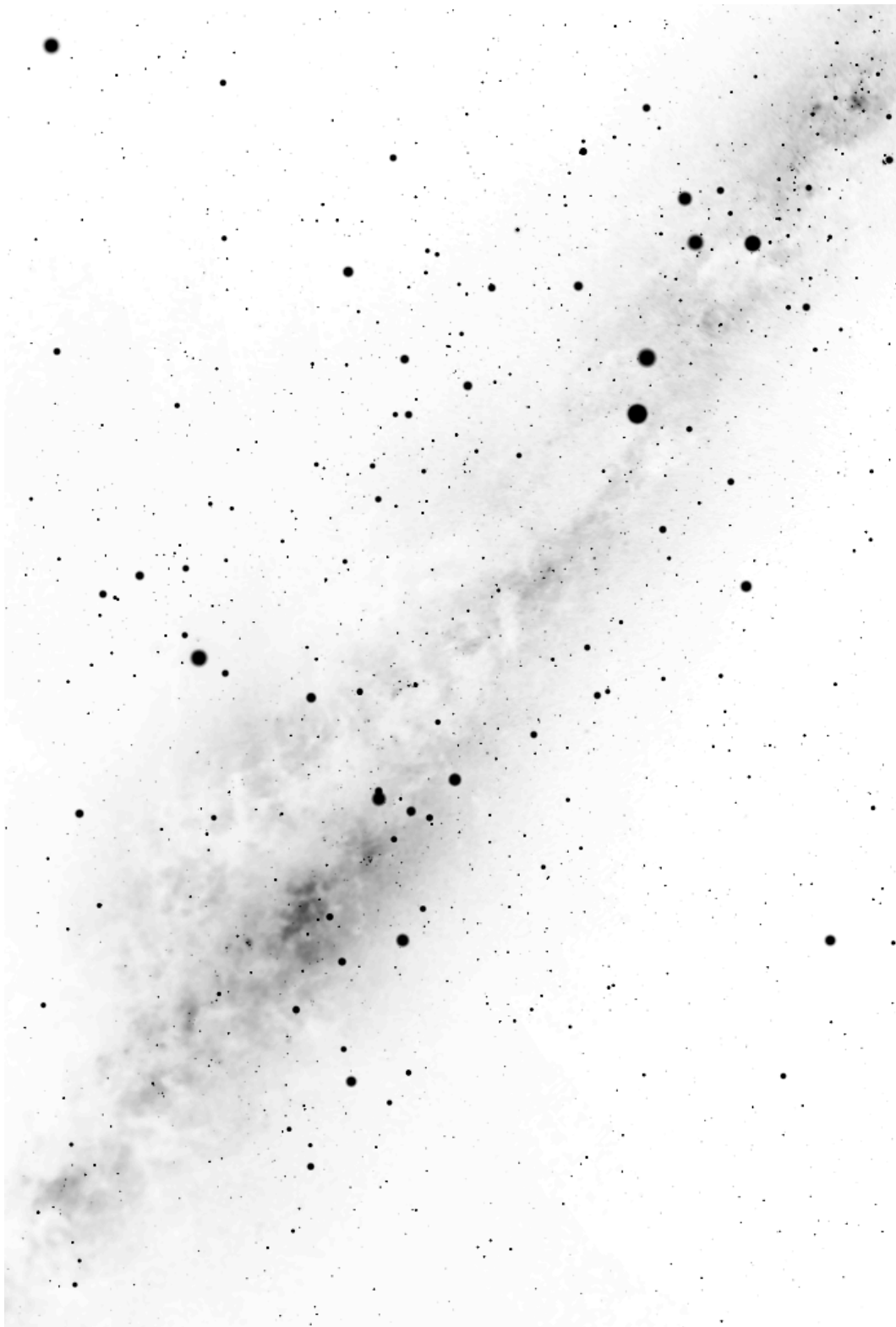
Druhou časťou úlohy bude analýza spektra hmloviny na obrázku 2. Fialovou je zobrazené emisné spektrum tohto objektu a žltou sú vynesené niektoré časti spektra zväčšene po vynásobení nameraných intenzít 20-timi. Z intenzít jednotlivých čiar sa pokúsíte určiť povahu tohto objektu a fyzikálne vlastnosti plynu, ktorého žiarenie pozorujeme.

7. Zo spektra určte intenzity nasledovných spektrálnych čiar:
 $H\alpha$ 6563 Å, $H\beta$ 4861 Å, [N II] 6584 Å, [O III] 4363 Å, 4959 Å, 5007 Å a [S II] 6716 Å, 6731 Å.
Nezabudnite odčítať žiarenie kontinua. (16 b)
8. Vypočítajte hodnoty logaritmov pomerov intenzít čiar $\log \frac{[OIII] 5007}{H\beta}$, $\log \frac{[NII] 6584}{H\alpha}$ a pomocou BPT diagramu (Baldwin, Phillips a Terlevich) na obrázku 3 určte, či sa jedná o planetárnu hmlovinu (PNe), alebo oblasť ionizovaného vodíka (HII). (6 b)
9. Z pomeru intenzít čiar [S II] zistíte elektrónovú hustotu n_e v plyne pomocou diagramu 4. Odhadnite ďalej hustotu plynu ρ za predpokladu, že plyn aproximujeme ako úplne ionizovaný oblak vodíku. (8 b)
10. Teplotu plynu T je možné určiť z intenzít čiar kyslíka [O III] pomocou vzťahu

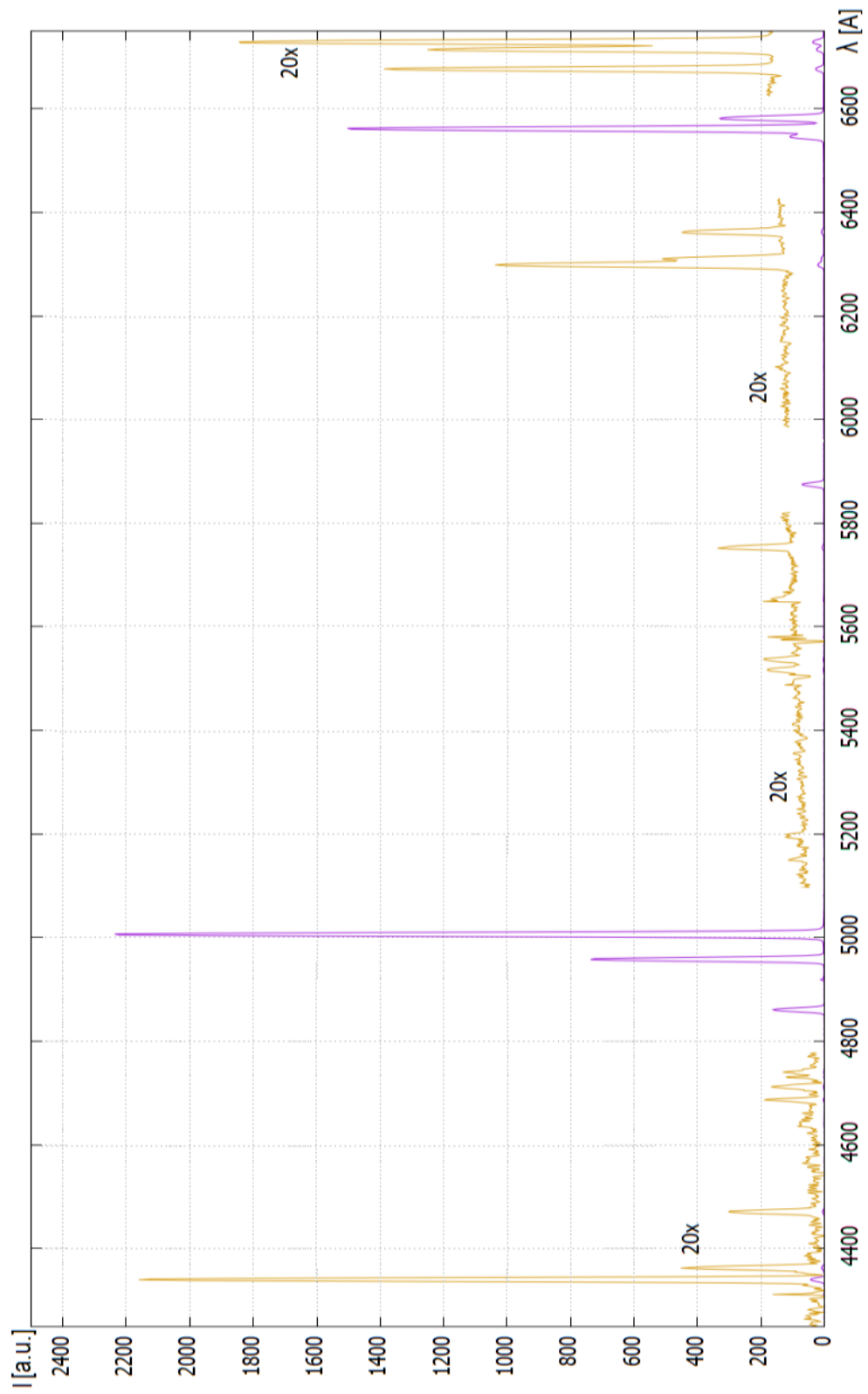
$$\frac{I_{4959} + I_{5007}}{I_{4363}} = \frac{7.90 \exp(3.29 \cdot 10^4/T)}{1 + 4.5 \cdot 10^{-4} n_e / \sqrt{T}},$$

kde teplotu meriame v kelvinoch a elektrónovú hustotu v cm^{-3} . Pri výpočte sa zamyslite nad veľkosťou druhého člena v menovateli zlomku. (10 b)

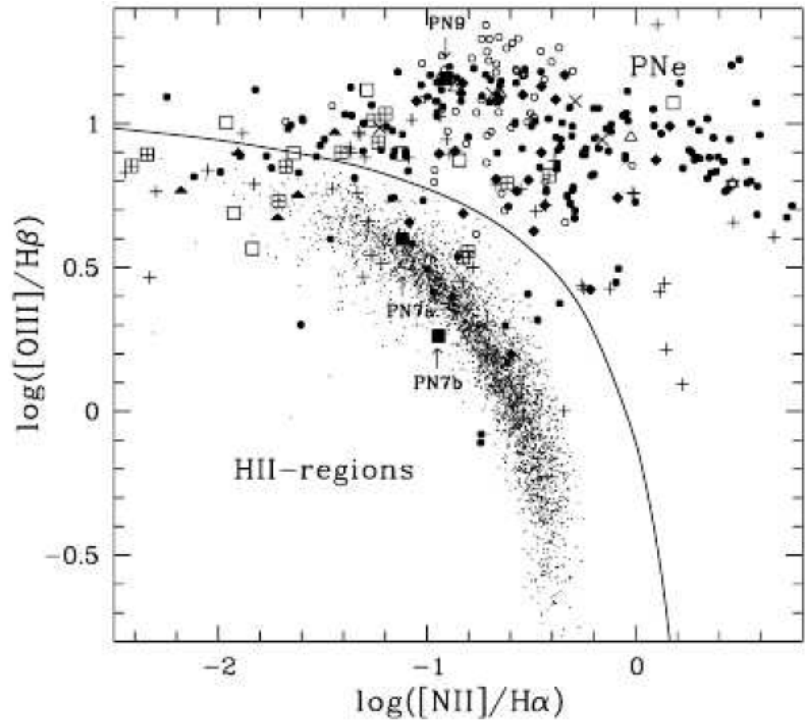
11. Prečo sa pri analýze používajú pomery čiar s blízkymi vlnovými dĺžkami? Popíšte jav, ktorý komplikuje určenie vlastností objektu z pozorovaných intenzít vo vzdialených oblastiach spektra. (5 b)
12. Vodík je vo vesmíre najviac zastúpený prvok. Prečo teda spektru hmloviny nedominujú spektrálne čiary (Balmerovej série) vodíku? (5 b)



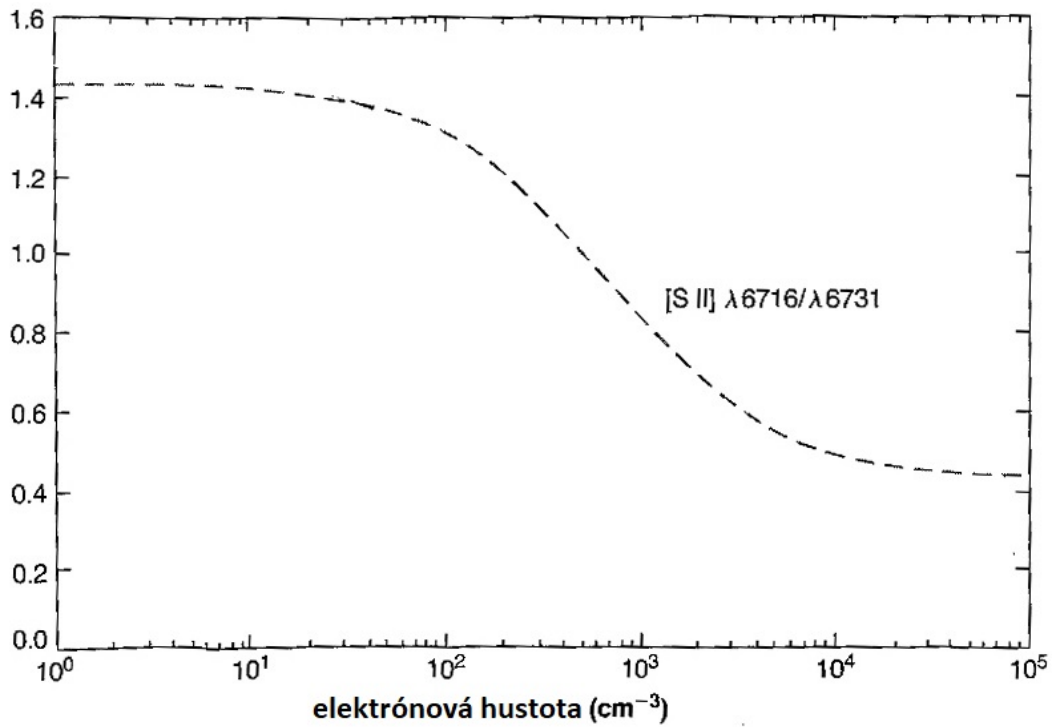
Obrázok 1: Slepá mapa oblohy



Obrázok 2: Spektrum hmloviny



Obrázok 3: BPT diagram. Oblasti HII sa nachádzajú vľavo dole a planetárne hmloviny v pravo hore.



Obrázok 4: Diagram pre určenie elektrónovej hustoty z pomeru intenzít čiar síry.