

## Aktivity – elmg spektra

### Informace

Emisní spektrum vodíku má jednu typickou jasně červenou čáru 656 nm, slabší modru, a několik dalších slabých linek. Červená čára (alfa) v laboratorní soustavě vlnovou délku 656 nm.

Vodík je hojně přítomen v galaxiích, je přítomen v mračnech plynu, které vyplňují prostor mezi hvězdami v galaxii. Alfa čára vodíku je snadno rozeznatelná v mnoha astronomických spektrech.

### **Aktivita:**

práce se spektroskopem a výbojovými trubice, manipulace a výpočty s rudými posuvy

Studenti zaznamenají barvy, které vidí spektroskopem a jejich vlnové délky.

### Otázky:

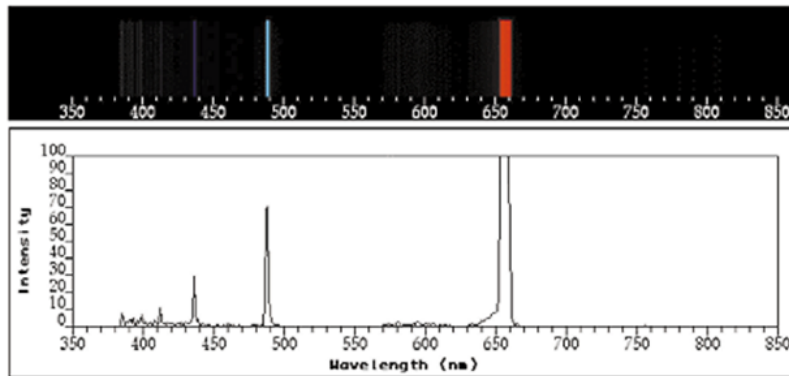
Proč by se červená čára vodíku zjištěna u galaxií měla být zjištěna na jiném místě než v naší laboratorní soustavě?

.Z předložených pracovních obrázků emisní spekter ze čtyř různých galaxií A,B, C , D, uvidí, že červená čára vodíku se přesunula ze své charakteristické vlnové délky 656 nanometrů jinam. Tento posun směrem k delším vln.délkám - červenějšímu konci spektra můžeme použít k výpočtu rychlosti dané galaxie.

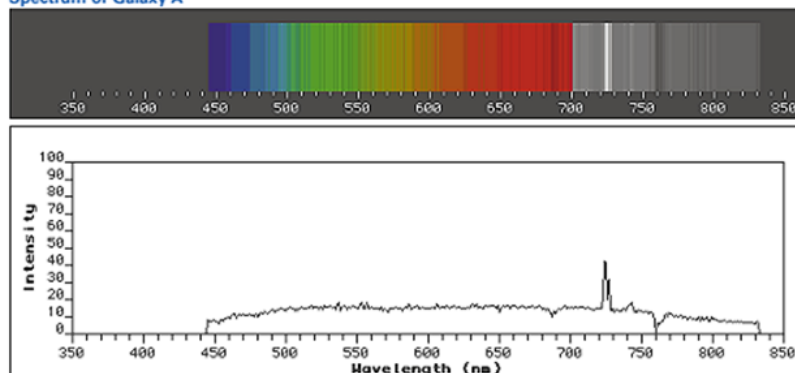
Rudý posuv je úměrný rychlosti zdroje (pro pomalé rychlosti  $v \ll c$  z velmi jednoduchého vzorečku)

$$v=c*z$$

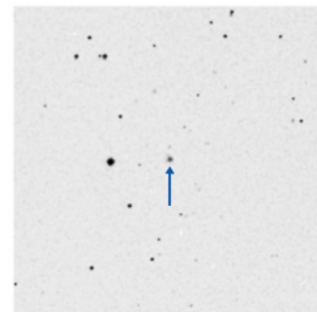
## Úloha 1



Spectrum of Galaxy A



Galaxy A



Spektrum Galaxie A má vodíkovou čáru na 724nm, hodnota na zemi je 656nm, rozdíl je 68nm, t.j. asi 10%. Tedy rychlost pohybu galaxie je 10% c - tedy asi 30000km/s.

## Úloha 2 výpočetní

V kupě galaxií v souhvězdí Vlas Bereničin, byl u 100 nejjasnějších galaxií spektroskopicky zjištěn průměrný rudý posuv  $\langle z \rangle = 0,0232$ .

Při znalosti Hubbleovy konstanty  $H = 75 \text{ km.s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$  určete vzdálenost kupy galaxií.

-Rychlost vzdalování je  $v = cz = 6960 \text{ km.s}^{-1}$ , vzdálenost  $r = v/H = 93 \text{ Mpc}$ .

Úlohy převzaté----ze Šteflových skript

### Úloha 3 výpočetní

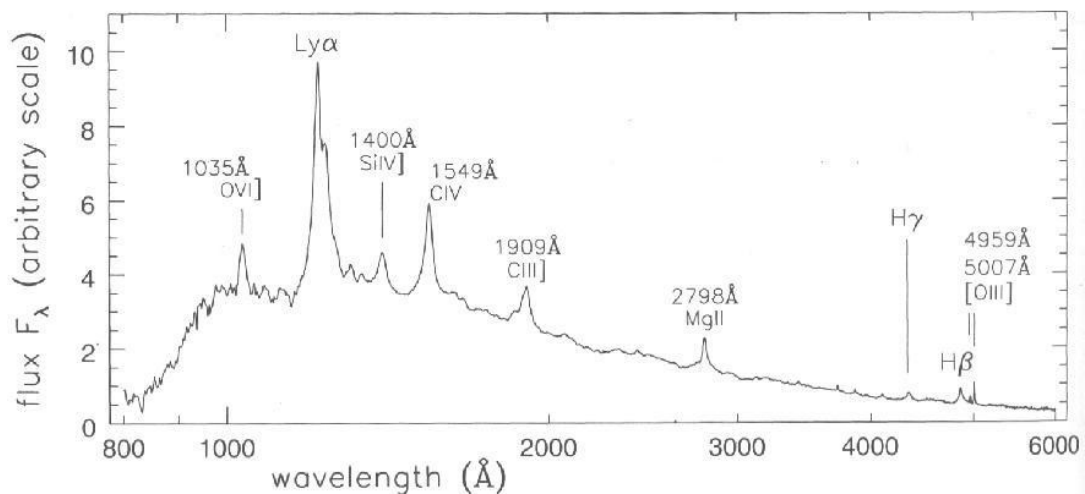
Které z emisních čar v následující tabulce můžeme z povrchu Země pozorovat v optickém oboru spektra u kvasaru s následujícím rudým posuvem

- a)  $z = 0,1$
- b)  $z = 1,0$
- c)  $z = 4,0$ .

Tabulka hlavních emisních čar u aktivních galaxií a kvasarů:

$L^{\alpha}$	121,6 nm	$H_{\beta}$	486,1 nm
N V	124,0 nm	O III	495,9 nm
C IV	154,9 nm	O III	500,7 nm
C III	190,9 nm	N II	654,8 nm
Mg II	279,8 nm	$H_{\alpha}$	656,3 nm
O II	372,7 nm	N II	658,4 nm
Ne III	386,8 nm	S II	671,7 nm
$H_{\delta}$	410,2 nm	S II	673,1 nm
$H_{\gamma}$	434,1 nm		

Při výběru vhodných čar vyjdeme ze vztahu  $(z + 1) \lambda_l = \lambda_p$ , kde  $\lambda_p$  musí být v optické části spektra. Tedy v případě a) všechny čáry od Ne III, b) čáry C III až po čáru Ne III, c) čáry  $L^{\alpha}$  až C IV.



Ultrafialová a optická část spektra kvasaru

---

#### Úloha 4

Ve spektru kvasaru 3C 273 byly zjištěny široké intenzivní emisní čáry o naměřených vlnových délkách 761,3 nm, 563,9 nm a 503,4 nm.

Určete, kterém prvku náleží.

Stanovte vzdálenost kvasaru.

Jaký je jeho zářivý výkon, jestliže hustota zářivého toku zjištěná v horních vrstvách atmosféry Země je rovna  $6,2 \cdot 10^{-14} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ .

Použitím vztahu  $(z + 1)\lambda = \lambda_0$  zjistíme,

že jde postupně o čáry  $H^{\alpha}$ ,  $H^{\beta}$ ,  $H^{\gamma}$  vodíku.

Vzdálenost je  $r = cz/H = 640$  Mpc.

Zářivý výkon kvasaru stanovíme ze vztahu  $L = 4\pi r^2 F$  bol =  $3 \cdot 10^{38}$  W.

-----