

## 7. cvičení (4.5.-6.5.2010)

- Galaxie jsou často gravitačně vázány v kupách galaxií. Zde může docházet k jejich srážkám, a možná i ke srážkám jednotlivých hvězd a atomů mezihvězdného vodíku. Vypočítejte střední doby  $\tau$  mezi srážkami a) dvou galaxií b) dvou hvězd c) dvou atomů vodíku. Srovnajte pak tyto střední doby s časovým intervalem, po který galaxie pravděpodobně existují (tj. asi deset miliard let). Předpokládejte, že dvě galaxie se k sobě přibližují relativní rychlostí  $v = 1000 \text{ km s}^{-1}$ . Střední volná dráha  $l$  mezi dvěma po sobě následujícími srážkami je nepřímo úměrná hustotě prostředí  $\rho$  a srážkovému průřezu  $\sigma$ , tedy  $l = 1/(\rho\sigma)$ .

**Srážky galaxií:** v hustých kupách připadá asi 5 000 galaxií na  $1 \text{ Mpc}^3$ , srážkový průřez  $\sigma = 100 \text{ kpc}^2$ .

**Srážky hvězd:** hustota hvězd činí asi 1 hvězda na  $1 \text{ pc}^3$ ; srážkový průřez  $\sigma = 3 \cdot 10^{11} \text{ km}^2$  odpovídá hvězdě o poloměru  $R = 300\,000 \text{ km}$  (ověřte si!).

**Srážky atomů vodíku:** hustota mezihvězdného vodíku je asi 1 atom na  $10 \text{ cm}^3$ , srážkový průřez  $\sigma = 10^{-20} \text{ m}^2$ .

- Galaxie je od nás vzdálena  $l = 2,5 \text{ Mpc}$  a má průměr  $d = 20 \text{ kpc}$ . Kdybychom předpokládali, že se v galaxii nacházejí dvě cefeidy se stejnou periodou světelných změn a stejnou absolutní hvězdnou velikostí, mohli bychom na základě měření pozorovaných hvězdných velikostí těchto cefeid rozhodnout, zda se jedna z nich nachází na okraji galaxie ve směru k nám a druhá na opačném okraji galaxie? Přesnost fotometrických měření dosahuje v nejlepším případě 0,01 mag.
- Kupa galaxií v souhvězdí Lva je vzdálena asi 310 Mpc. Astronomové ji tedy vidí takovou, jaká byla před jistou dobou. Kdy vlastně takto vypadala? (Srovnajte toto číslo se stářím Země.)
- Předpokládejme, že jste vypočítali střední hustotu látky v krychli o hraně dlouhé 10 milionů světelných let tak, že jste do výpočtu zahrnuli všechny galaxie z této oblasti. Bude výsledek stejný, když si vyberete takovou krychli v jiné části vesmíru? A co když zvětšíte rozměry krychle na 100 milionů světelných let? A nebo 1 miliardu světelných let?
- Odhadněte hmotnost látky, která by pokryla zářivý výkon kvasaru, jestliže by se v něm energie uvolňovala a) anihilací; b) termonukleární reakcí vodíku na helium. Zářivý výkon kvasaru dosahuje hodnoty až  $5 \cdot 10^{40} \text{ W}$ .
- Dejme tomu, že výkon jádra aktivní galaxie prudce vzrostl v průběhu 20 dní. Co můžeme říci o rozměru oblasti, v níž se uvolňuje energie jádra galaxie?