Vzdálenosti galaxií

Určování vzdálenosti galaxií není možné provádět přímo. Proto se postupuje nepřímo:

1. U galaxií, u nichž jsou pozorovatelné jednotlivé hvězdy a jsou vidět cefeidy, je možné právě na základě cefeid stanovit jejich fotometrickou paralaxu a po dosazení do Pogsonovy rovnice určit vzdálenost galaxie. Tato metoda je v současné době použitelná do vzdáleností řádově 10 Mpc.
2. U vzdálenějších galaxií, u nichž již není možné pozorovat jednotlivé hvězdy, se pozorují novy nebo supernovy, případně náhlá vzplanutí hvězd. Na základě znalosti absolutní hvězdné velikosti, lze určit zdánlivou a dopočítat vzdálenost. Tato metoda je méně přesná než předchozí metoda, neboť pozorovaných zjasnění není příliš mnoho a navíc galaxie jsou od Země velmi daleko. Pomocí současné techniky je tato metoda použitelné do vzdálenosti řádově 50 Mpc.
3. Do vzdálenosti asi 1 Gpc je možné počítat vzdálenosti galaxií pomocí celkové jasnosti celé galaxie.

Jinou metodu nalezl americký astronom Edwin Powel Hubble (1889 - 1953) v roce 1929, kdy měřil pomocí Dopplerova jevu rychlost vzdalování galaxií. Došel k závěru, že čím je galaxie vzdálenější, tím větší je radiální rychlost jejich vzdalování od nás. V jejich spektru se to projeví tím, že všechny spektrální čáry jsou posunuté více směrem k červenému konci spektra - tzv. **červený posuv** (**rudý posuv**).

Existují ale i galaxie, které se k nám blíží, což se v jejich spektru projeví **modrým posuvem**.

Hubble zjistil, že velikost radiální rychlosti vzdalování *v* je přímo úměrná vzdálenosti galaxie *r*: $v = H.r$, kde *H* je **Hubbleova konstanta**. K jejímu určení je nutné znát vzdálenosti galaxií a jejich radiální rychlosti. Velikost radiální rychlosti je možné právě díky Dopplerovu jevu určit velmi přesně. Ovšem hůře (tj. s větší chybou měření) lze měřit vzdálenosti galaxií. To je značně nespolehlivé a tedy je i nespolehlivé i určení Hubbleovy konstanty, jejíž hodnota se od objevení uvedeného vztahu několikrát opravovala. Její hodnota kolísala od $50\,\mathrm{km.s^{-1}.Mpc^{-1}}$ až po $100\,\mathrm{km.s^{-1}.Mpc^{-1}}$. Hodnota Hubbleovy konstanty se neustále přeměřuje a zpřesňuje, neboť na základě ní je možné určit stáří vesmíru.

Fyzikální jednotkou Hubbleovy konstanty je $[H] = \frac{[v]}{[r]} = \frac{\mathrm{m.s^{-1}}}{\mathrm{m}} = \mathrm{s^{-1}}$, astronomové ale používají jednotku $[H] = \mathrm{km.s^{-1}.Mpc^{-1}}$ z praktických důvodů.

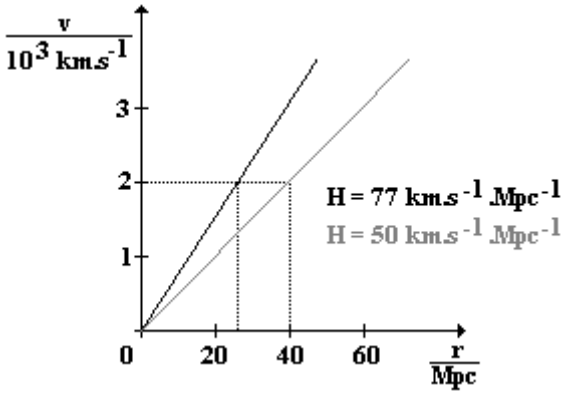
Délkové rozměry (po převedení např. na metry) se i v této komplikovaně zapsané jednotce Hubbleovy konstanty navzájem pokrátí.

V současné době je prokázáno, že vzdalování galaxií je důsledkem rozpínání celého vesmíru; jednotka Hubbleovy konstanty pak je mírou tohoto rozpínání. Jsou-li dvě galaxie v prostoru ve vzájemné vzdálenosti 1 Mpc, vzdalují se od sebe v důsledku rozpínání vesmíru určitou rychlostí. Číselná hodnota této rychlosti pak udává hodnotu Hubbleovy konstanty.

Každá galaxie má pochopitelně ještě i svou individuální prostorovou rychlost danou gravitačním působením okolních galaxií.

Graf Hubbleova vztahu je zobrazen na obr. 87 pro dvě různé hodnoty Hubbleovy konstanty, které byly astronomy naměřeny. Vzhledem k tomu, že pro známou velikost rychlosti *v* vzdalování galaxií (jejíž hodnotu lze určit pomocí Dopplerova jevu) není známa přesná odpovídající vzdálenost,

používá se často parametr *z* (tzv. rudý posun). Tímto parametrem se porovnává velikost rychlosti vzdalování galaxií s velikostí rychlosti světla ve vakuu *c*. Rudý posun je definován takto: $z = \frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$, kde $\Delta\lambda$ je posun (způsobený Dopplerovým jevem) původní vlnové délky λ elektromagnetického záření vyzařovaného galaxií.



Obr. 87

Galaxie se **nevzdalují** pochopitelně **právě od Země**, která nemá žádné zvláštní místo ve vesmíru. Při všeobecném rozpínání vesmíru by byl z libovolného místa ve vesmíru pozorován stejný jev a došli bychom ke stejným závěrům.

Právě popisované rozpínání vesmíru a s ním spojené vzájemné vzdalování galaxií se často modeluje pomocí nafukovacího balónku, na kterém jsou nakresleny tečky představující jednotlivé galaxie. Při nafukování balónku se tečky (galaxie) od sebe vzdalují, přičemž není možné určit žádné zvláštní místo na (přibližně) kulové ploše balónku, od něhož by se tečky (galaxie) vzdalovaly.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.