

FYZIKÁLNÍ SEKCE

Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně

KORESPONDENČNÍ SEMINÁŘ Z FYZIKY

8. ročník — 2001/2002

Čtvrtá série úloh

(25 bodů)

Hvězdné nebe nad námi

Oblohu sledují lidé už odpradáвна. Dokonce se říká, že člověk se stal tehdy člověkem, když poprvé vzhlédl k nebi a byl uchvácen pohledem na Měsíc, planety a hvězdy, když se poprvé radoval z krásy Mléčné dráhy. Po tisíciletí nebeská tělesa sloužila nejen k měření času a ročních dob, ale lidé se též snažili na základě nebeských úkazů předpovídat budoucnost. Moderní člověk již na obloze svou budoucnost nehledá. Výzkum hvězd a galaxií nám však může říci mnohé o tom, jak vznikl náš Vesmír, Galaxie a Slunce. A co víc, astronomie, která v sobě spojuje poznatky všech fyzikálních disciplín, od teorie relativity, přes kvantovou fyziku až po fyziku plazmatu a pevných látek, nám dává nahlédnout do té neúžasnější fyzikální laboratoře. Laboratoře, ve které jsme sice pouze užaslými diváky, ale zato diváky chápajícími. Pro dobré pochopení astrofyzikálních zákonitostí je nutné umět dobře aplikovat fyzikální poučky na astronomické objekty. A právě o to se v této sérii pokusíme.

Úloha č. 1 (8 bodů)

Volný pád Měsíce

Uvažujte o volném pádu Měsíce na Zem ze vzdálenosti, ve které obíhá. Je možné dráhu volného pádu považovat za elipsu? Jak dlouho by trval volný pád Měsíce k Zemi? Užijte Keplerovy zákony, obě tělesa považujte za bodová. Zanedbejte hmotnost Měsíce vůči hmotnosti Země.

Úloha č. 2 (6 bodů)

Částice prachu v kometárním ohonu

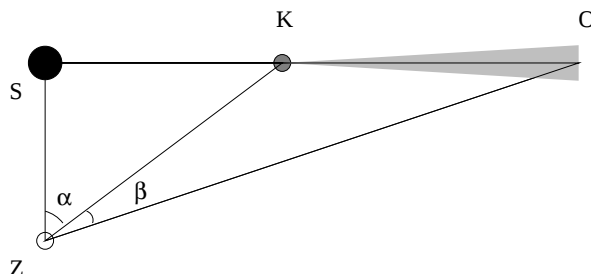
Ukažte, že pokud jsou částice prachu v kometárním ohonu dostatečně malé, pak je síla tření způsobená slunečním větrem větší než gravitační síla Slunce.

Návod: Pro třecí sílu použijte Stokesův vztah.

Úloha č. 3 (5 bodů)

Délka ohonu komety

Určete délku ohonu komety Hale–Bopp dne 1. května 1997, kdy byl směr ohonu kolmý na směr Země – Slunce. Úhlová vzdálenost jádra komety od Slunce byla $\alpha = 43,6^\circ$, úhlová velikost ohonu $\beta = 20,0^\circ$.



Úloha č. 4 (6 bodů)

Radioaktivní rozpad v obálce supernov

V další fázi vývoje supernov po dosažení maxima jasnosti je možným zdrojem energie rozpad ${}^{56}_{27}\text{Co} \rightarrow {}^{56}_{26}\text{Fe} + e^+ + \nu_e + \gamma$ s uvolňovanou energií 3,72 MeV. V rovnici značí e^+ pozitron, ν_e neutrino a γ foton. Poločas rozpadu ${}^{56}_{27}\text{Co}$ je $\tau_{1/2} = 77,7$ dne. Určete předpokládané množství radioaktivního kobaltu, které je nezbytné k tomu, aby objasňovalo zářivé výkony supernov $\cong 10^{35}\text{W}$.

Úloha č. 5 – prémiová

Stabilita dvojhvězdy

Jistě jste se již ve škole setkali s Keplerovými zákony, které určují pohyb planet kolem Slunce. Tyto zákony je však možné upravit i tak, že popisují vzájemný oběh složek dvojhvězd. Jejich prostřednictvím lze například ukázat, že pro rychlost kruhového oběhu jedné složky kolem společného hmotného středu platí

$$v_1 = \frac{M_2}{M_1 + M_2} \left(\frac{G(M_1 + M_2)}{a} \right)^{1/2},$$

kde M_1 a M_2 jsou hmotnosti hvězd, a je jejich vzdálenost a G je gravitační konstanta. Tohoto vztahu lze použít k vyřešení následující úlohy.

Složky dvojhvězdy obíhají kolem společného hmotného středu po kruhových drahách. U jedné z hvězd dojde ke sféricko-symetrické explozi, při které je část hmoty hvězdy uvolněna do okolního prostoru. Exploze proběhla za čas mnohem menší, než je velikost oběžné doby dvojhvězdy. Předpokládejme, že celková energie systému dvou hvězd, které se v dané vztažné soustavě nepohybují a které nejsou gravitačně vázané, je nulová.

- Jaká je celková energie vázaného systému? Jaká je celková energie nevázaného systému?
- V případě, že se soustava nerozpadne po ztrátě hmoty, zůstane dráha složek kruhovou? Získá střed hmotnosti dvojhvězdy doplňkovou rychlost?
- Jakou část hmoty může hvězda při explozi ztratit, aby fyzikální dvojhvězdný systém vázaný gravitací ještě zůstal zachován?