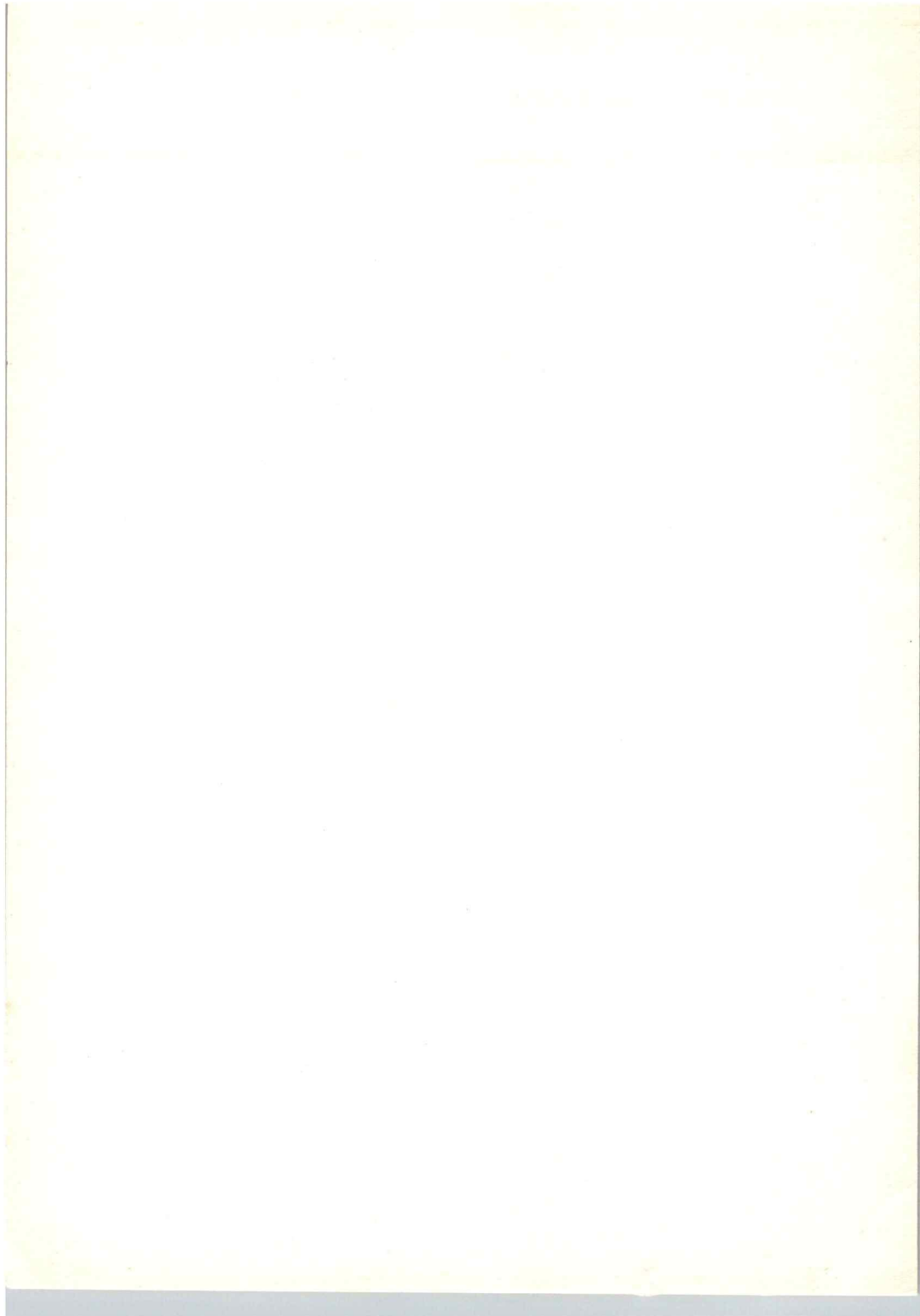


NEPERIODICKÝ VĚSTNÍK ČESKOSLOVENSKÉ ASTRONOMICKÉ SPOLEČNOSTI PŘI ČSAV



KOSMICKÉ ROZHLEDY

2/1977



KOSMICKÉ ROZHLEDY, neperiodický věstník Československé astronomické společnosti při Československé akademii věd

ročník 1977

číslo 2

I. Hubený

Úvaha o vztahu mezi teorií a pozorováním v astrofyzice

Na stelárních seminářích se vždy, a to buď přímo při jednotlivých přednáškách a diskusích k nim, nebo v kuloárech, dojde k diskusi mezi teoretikem a pozorovatelem. Pozorovatel obvykle tvrdí: "Teoretik může svými teoriemi vysvětlit cokoli. Dříve nebo později se však ukáže, že to více či méně není pravda. Nejlepší, co je možné dělat, je pozorovat/hvězdy nebo jiné objekty; je to koneckonců něco pevného, hmatatelného, jednou provždy daného. Je to práce zajímavější a navíc výsledky dávají širší možnost k dalším úvahám než určitá teorie, která tyto velkolepé přírodní jevy svazuje a omezuje."

Odpověď teoretikova bývá různá, záleží na osobním založení. Vzhledem k malému počtu teoretiků není však dost dobře možno provést hodnověrné statistické vystředování odpovědí.

Protože se autor pokládá spíše za teoretika, rád by tuto problematiku poněkud rozebral. Tento rozbor si nečiní nároky na obecnost: zkušenosti a ilustrativní příklady jsou brány ze stelární astronomie, konkrétně z problematiky interpretace hvězdných spekter.

Astrofyzika je velmi specifická partie fyziky. Studované objekty se chovají naprosto nezávisle na člověku, který je chce zkoumat; například nelze žádným způsobem simulovat okrajové a počáteční podmínky pro další studium dějů, není předem známo, jaké děje tam probíhají. Objekty lze pouze pozorovat. V tom je skutečně převaha nebo dominantní role pozorovatelské astrofyziky; těžko si lze představit teoretika, který by v uzavřené místnosti svými výpočty a úvahami došel zcela nezávisle na vnější skutečnosti k pojmu hvězdy, neřkuli k daleko exotičtějším objektům jako jsou kvasary, pulsary apod.

Situace se mění /a v historii se změnila/ v okamžiku, kdy získáme spektrum hvězdy a porovnáváme je s různými spektry laboratorních zdrojů. Tehdy je nutno učinit si základní představu o tom, jaké fyzikální podmínky v objektu panují /např. hodnota teploty, hustoty, chemického složení apod./.

Teoretika tedy očekávají tyto čtyři úkoly:

1. učinit si fyzikální představu o daném prostředí,
2. odvodit rovnice popisující dané prostředí,
3. tento systém řešit,
4. řešení srovnat s pozorováním a najít takový případ, kdy se dojde k souhlasu.

Ve skutečnosti však existuje ještě pátý úkol, velmi důležitý, bohužel však často opomíjený:

5. uvážit, zda takto získané modely fyzikálně konzistentní, tj. zda odpovídá základním fyzikálním principům.

Situace ve skutečnosti vypadá však mnohdy takto:

Body 1. a 2. Základní fyzikální představy byly vytvořeny a rovnice byly odvozeny již dříve kýmisi. Jsou hejně citovány v literatuře, takže se o nich ani nepochybuje. Jsou-li složité, lze si pomoci i v tom případě: v literatuře je citováno mnoho postupů, jak se lze zbavit nepohodlných členů v rovnicích.

Bod 3. Řešení lze pak ovšem různě vylepšovat a dovádět k dokonalosti. Zavedení počítačů a rozvoj rafinovaných numerických metod způsobuje, že hlavní část teoretikovy práce je napsat a vyhladit příslušný program. Program se pak zdoluhavě počítá, je-likož díky bodům 1. a 2. je zde mnoho volných parametrů.

Bod 4. Po pracném úsilí je možné vhodnou volbou volných parametrů dojít ke hrubému souhlasu mezi touto teorií a pozorováním. Teorie je tu potvrzena, přijata a je možno se na ni nadále odvolávat v literatuře až do doby, kdy se ukáže, jak hrubá je to aproximace, a mnohdy dokonce, že obecnější problém lze řešit jednodušeji než dřívější aproximaci fyzikálně více omezenu.

Teoretik tedy vůbec nediskutoval 1. a 5. bod. Tím se ovšem dopustil chyby a příslušné interpretace pak mohou, ale také nemusí být správné.

Pozorovatel se ovšem neomezuje jen na vlastní pozorování. I on se snaží své výsledky interpretovat, a to na základě obecně přijímaných představ. Tyto představy byly též odvozeny teoretiky. Často se však najde případ, že současný teoretik, zabývající se určitou dílčí speciální otázkou, vidí nesouhlas či nevhodnost interpretace či části této interpretace. Tento teoretik tvrdí: všechny takto odvozené představy jsou nesmyslné. Pozorovatel může odpovědět otázkou: jaké jsou vlastně praktické výhody tvého složitějšího přístupu, lze takto něco konkrétního vůbec počítat? Navíc: teorie byly a jsou různé, vždy se dá vysvětlit všechno a vždy se posléze ukáže, že je to špatně.

Zde se začíná objevovat propast mezi přístupem teoretika a pozorovatele. Teoretik je zcela zaneprázdněn řešením dílčích a specifických otázek, docházením na počítač a tak podobně, pozorovatel problémy s vlastním přístrojem a jeho funkcí, redukcí a tříděním dat. Začíná mizet přímý kontakt mezi ním a teoretikem.

Zde bych chtěl ukázat, že rozpor mezi teoretikem a pozorovatelem není rozpor mezi teorií a pozorováním. Je nutno si uvědomit, že každá teorie je v podstatě hypotéza, tj. soubor přijatých předpokladů. Některé jsou přijímány mlčky, jiné jsou odůvodňovány určitými obecnými rozborů, některé jsou zavedeny jen z dů-

vodu snazšího numerického řešení problému.

Chyba pozorovateleova přístupu k teorii je ta, že obvykle zaměňuje pojem teorie a hypotéza. Chyba teoretika je, že svou hypotézu neodůvodní, tj. nezkoumá její konzistenci se základními fyzikálními principy. Pravdivost hypotézy v astrofyzice se dá potvrdit či vyvrátit nejen srovnáním s pozorováním, ale i ryze teoretickým rozбором této vnitřní konzistence. Podobné chyby se však může dopustit i pozorovatel - interpretátor při interpretaci pomocí obecně přijímaných představ. Příkladem může být např. interpretace tenkých temnějších pruhů na slunečním povrchu jako chladnějších, když z detailní vícerozměrné teorie přenosu záření vyplývá opak, nebo interpretace pesunu čar čistě doplerovsky apod.

Odtud, doufám, plyne důležitost teorie, ve smyslu právě teorie, v astrofyzice. Ne tedy stále zdokonalování a propracování metod pro řešení velmi omezených problémů, ani naopak velmi obecné formulace bez možnosti numerického zpracování a tím i skutečně bez praktického významu, ale exaktní odvozování rovnic spolu s hledáním jejich aproximací použitím předpokladů hluboce fyzikálně zdůvodněných je pravou a cennou náplní teorie. Právě nalezení takovýchto předpokladů, které problém příliš fyzikálně neomezují a vystihují to podstatné, přitom ještě umožňují numerické zpracování, samozřejmě spolu s nalezením vhodných numerických metod, je asi nejdůležitějším současným úkolem teorie.

Co z toho vyplývá? Pozorovatel si musí uvědomit, že bez takové teorie by zůstal sebelepší pozorovací materiál, byť i kvalitně zpracovaný, jen sbrovkovým souborem bezcenných dat. Teorie navíc stanovuje, které veličiny a s jakou přesností by se měly pozorovat. Z tohoto hlediska by měl pozorovatel chápat teoretika, který se o to s větším či menším úspěchem pokouší. Teoretik by si měl uvědomit, že napozorovaná data, jsou-li kvalitně zpracovaná, udávají přece jen jednak konečné potvrzení jeho předstev, jednak podnět k dalšímu rozvoji.

Tento problém by však zůstal v mezích zcela normálních, akademických debat při sklence nápoje, kdyby v každém vědeckém týmu existovala ujasněná koncepce. To je vážná otázka.

Ideální by jistě byly větší skupiny, obsahující nejen teoretiky a pozorovatele - interpretátory, ale i pracovníky, kteří mají širší rozhled v obou problematikách a ve vztazích mezi nimi. Tito pracovníci by měli určovat koncepci práce celé skupiny.

Před pojmem koncepce zde máme na mysli:

- a/ které hypotézy /tj. v nesprávné terminologii teorie/ chceme vyvrátit či potvrdit,
- b/ fyzikální a matematické zpracování těchto hypotéz je třeba zvolit,
- c/ co a jak se má k tomuto účelu pozorovat,
- d/ jakými metodami lze pozorování získat a jak je zpracovat.

To jsou základní body pro vlastní práci týmu. Věcí celkové koncepce by však měl být i další důležitý bod,

- e/ dbát o navázání a udržení vzájemných kontaktů mezi pracovníky

jednotlivých specializací. V optimálním případě by každý měl zhruba vědět, co dělá jeho kolega.

Při budování koncepce, což je zdaleka nejdůležitější a nejzodpovědnější úloha výzkumu, je však třeba přihlížet k těmto důležitým faktům:

1. Pozorovací stránka v současné astrofyzice je značně napřed před teorií. To plyne jednak z toho, že pozorovatelů a pracovníků zabývajících se pozorováním zprostředkovaně je mnoho a teoretiků málo, ale i ze skutečnosti, že je nesnadné ověřování platnosti jednotlivých hypotéz v důsledku vlastní specifičnosti astrofyziky.
2. V současné době se projevuje tendence k mnohonásobnému pozorování týchž objektů. I když toto nelze obecně odsuzovat, úlohou koncepce je též určovat, zda se to či ono má v rámci týmu vůbec pozorovat, tj. zda jinde není možné získat tytéž výsledky jednodušeji nebo i lépe.
3. Musí být udržena rovnováha mezi jednotlivými složkami výzkumu. Konkrétně - pozorování pořízená dobrými přístroji by se neměla zpracovávat pracnými a horšími prostředky, jsou-li možné méně pracné a dokonalejší a naopak; dobře zpracovaná pozorování neinterpretovat pomocí zastaralých nebo neplatných, byť i jednodušších teoretických metod; ověřovat nové hypotézy na kvalitou odpovídajících pozorováních apod.

Existuje asi málo týmů na světě dosahujících tohoto ideálu, ovšem všechny by k tomuto stavu měly směřovat. Pro malé týmy není ovšem bezpodmínečně nutné mít ve svém středu zástupce opačného přístupu k problému /tj. mezi pozorovateli teoretika a naopak/, ale i v tomto případě musí skupina udržovat úzký kontakt s jinou skupinou či jednotlivci. Jinak se octne v bludném kruhu vlastní vysoké specializace.

Obě činnosti, pozorovatelskou a teoretickou, nelze dost dobře srovnávat; pozorovatel pozorující pravidelně a pečlivě proměnné hvězdy koná jistě záslužnou práci, stejně tak ovšem teoretik, přemýšlející o platnosti používaných rovnic. /V obou případech se jedná o užitečnost v astrofyzikálním smyslu/. Stejně těžko se například srovnává práce praktického lékaře s prací lékaře-humanisty, zamýšlejícího se nad vztahem mezi člověkem, společností a prostředím. V případě astrofyziky pracovníci, kteří k dané problematice přistupují různými způsoby, často pracují v rámci jedné instituce nebo se často setkávají, přemýšlejí o práci svých kolegů i své vlastní a snaží se navzájem hodnotit. Ze všech těchto důvodů má základní důležitost uvědomit si, ale i realizovat základní úkol celkové koncepce.

Vinu na dnešní přece jen existující propasti mezi teoretiky a pozorovateli nenesou ani sami teoretikové či pozorovatelé jako jednotlivci, ale všichni jako celek v důsledku opomíjení, více či méně uvědomělého, celkové koncepce výzkumu.

Jedině ujasní-li si astrofyzikové celkovou koncepci výzkumu, přinese práce uspokojení nejen jim samotným, ale pomůže i rozvoji této zvláštní, zajímavé a mnohdy i fascinující lidské činnosti zvané astrofyzika.

Platí 3. Keplerův zákon i pro palici buzdovan?

Hrdinové slovanských pohádek trpěli často mánií vyhazovat různé více či méně exotické předměty a zbraně do vzduchu. V srbských pohádkách je to palice buzdovan, kterou si např. v pohádce "Stojša a Mladen" přehazuje hrdina s drakem z kraje do kraje. V pohádce "Medvědovič" vyhazuje hrdina palici buzdovan do výše, aby se při jejím dopadu přesvědčil o kvalitě kovářské práce, což se stane osudným špatnému kováři. Někteří hrdinové jsou ovšem břídilové a jejich kyj vydrží ve vzduchu "jen" několik hodin /např. 3 hod. v ruské pohádce Kulihrášek/, zatímco v ruské pohádce "Mrazík" se kyj vyhozený Ivánkem vrací na zem až po několika dnech. To se zase nevyplatí loupežníkům.

V dnešní době, kdy je třeba využívat každé energie, by mohlo být zajímavé podívat se na tyto hrdiny z hlediska možných energetických zdrojů. Vyšetřujeme otázku pohybu palice buzdovan z energetického hlediska. Předpokládáme, že hrdina pohádky nepatří k břídilům, a že se jeho buzdovan vrátí právě za jeden den. Protože se zeměkoule mezitím jednou otočí, jde o přímkový pohyb v gravitačním poli Země. Odpor prostředí zanedbáme. Předpokládáme, že hmotnost buzdovanu je 10 kg.

Především je zřejmé, že nelze užít zákonů pro vrh svislý, neboť v nich se předpokládá konstantní zrychlení g . Buzdovan vyhozený bohatýrem vyletí tak vysoko, že je třeba vzít v úvahu ubývání g se čtvercem vzdálenosti od středu Země.

Další možnost jak si úlohu zjednodušit, by bylo použití 3. Keplerova zákona [1] str. 37

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2}, \quad /1/$$

kteřý dává do vztahu oběžnou dobu T a velkou poloosu a dráhy tělesa v gravitačním poli tělesa o hmotnosti M . Předpokládáme přitom, že hmotnost obíhajícího tělesa je oproti hmotnosti M zanedbatelná. Pro přímkový pohyb chápeme úsečku jako degenerovanou elipsu; ohnisko je pak v krajním bodě úsečky a výška H , do které buzdovan vyletí, je rovna $2a$. Protože známe M i T , můžeme určit a a odtud i energii. Pozor však! Už v odvození Keplerova zákona se v učebnicích nebeské mechaniky předpokládá, že pohyb neprobíhá po přímce, a proto odvození pro přímkový pohyb neplatí.

Můžeme si ovšem říci: předpokládáme, že se bohatýrovi lehce zachvěla ruka, a že směr vrhu se nepatrně odchýlil od svislice. Buzdovan se potom bude pohybovat po velmi protáhlé elipse, pro kterou již je možno použít 3. Keplerův zákon. Zdálo by se rozumné věřit, že pohyb po této elipse bude při nepatrném rozdílu úhlů jen nepatrně odlišný od pohybu po přímce. Na druhé straně víme, že nepatrná změna počátečních podmínek, malé zachvění ruky, může někdy zcela změnit charakter pohybu. Např. sebepatrnější úbytek rychlosti tělesa pohybujícího se po parabolické

dráze okolo Slunce způsobí přechod na periodickou eliptickou dráhu. Chtěl bych proto ukázat, jak je možné úlohu o pohybu tělesa na přímce v gravitačním poli řešit exaktně. Tete řešení je pěknou ukázkou využití diferenciálních rovnic ve fyzice.

Pohybová rovnice problému je

$$\ddot{x} + G \frac{M}{x^2} = 0 \quad /2/$$

Řešme ji pro počáteční podmínky

$$x/0/ = x_0 \quad , \quad /3/$$

$$\dot{x}/0/ = v_0 \quad . \quad /4/$$

M je hmotnost Země $M = 5,977 \cdot 10^{24}$ kg, G je gravitační konstanta $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$, x_0 je poloměr Země $x_0 = 6,378 \cdot 10^6$ m. Po vynásobení obou stran rovnice /2/ x dostaneme

$$\frac{d}{dt} / \frac{1}{2} \dot{x}^2 / = - \frac{GM}{x^2} \cdot \frac{dx}{dt} \quad . \quad /5/$$

Po integraci obdržíme v podstatě zákon zachování energie

$$\dot{x}^2 = \frac{2 GM}{x} - C \quad . \quad /6/$$

Integrační konstanta C tu reprezentuje dvojnásobek energie tělesa s jednotkovou hmotností a souvisí tedy s v_0 a x_0 vztahem

$$C = \frac{2 GM}{x_0} - v_0^2 \quad . \quad /7/$$

Další integrací rovnice /6/ dostaneme

$$t = \int_{x_0}^x \sqrt{\frac{x}{2 GM - Cx}} dx \quad . \quad /8/$$

Poslední integrál vyřešíme substitucí

$$u^2 = \frac{x}{2 GM - Cx} \quad , \quad x = \frac{2 GM u^2}{Cu^2 + 1} \quad , \quad dx = \frac{4 GM u}{/Cu^2 + 1/} du \quad , \quad /9/$$

která vede na integrál

$$t = \int \frac{4 GM u^2}{/Cu^2 + 1/} du = \int \left(\frac{4 GM}{C/Cu^2 + 1/} + \frac{4 GM}{C/Cu^2 + 1/} \right) du \quad . \quad /10/$$

Protože platí /viz [2] str. 64 vzorec 16/

$$\int \frac{1}{/1+y^2/} dy = \frac{y}{2/1+y^2/} + \frac{1}{2} \int \frac{1}{1+y^2} dy \quad , \quad /11/$$

dostaneme po dosazení ze /7/ a /9/

$$t = \frac{x_0}{2GM - x_0 v_0^2} \left[x_0 v_0 - \sqrt{2GMx \left(1 - \frac{x}{x_0}\right) + v_0^2 x^2} \right] + \frac{2GMx_0^{3/2}}{(2GM - v_0^2 x_0)^{3/2}} \cdot \left[\arctg \sqrt{\frac{2GM \frac{x}{x_0} - v_0^2 x}{2GM \left(1 - \frac{x}{x_0}\right) + v_0^2 x}} - \arctg \sqrt{\frac{2GM - x_0 v_0^2}{x_0 v_0^2}} \right] \quad /12/$$

Toto řešení platí ovšem jen pro kladné rychlosti /aby byl možný přechod od /6/ k /8/ /, tj. popisuje pohyb od průchodu počátkem do kulminace. Čas t_1 průchodu počátkem je ovšem záporný

$$t_1 = \frac{x_0^2 v_0}{2GM - x_0 v_0^2} - \frac{2GMx_0^{3/2}}{(2GM - v_0^2 x_0)^{3/2}} \arctg \sqrt{\frac{2GM - x_0 v_0^2}{x_0 v_0^2}} \quad /13/$$

Kulminace nastává pro $x = H$ v okamžiku t_2 , kdy $x = 0$, tedy podle /6/ a /7/

$$H = \frac{2GM x_0}{2GM - v_0^2 x_0} \quad /14/$$

Doba kulminace plyne z dosazení H za x do /12/

$$t_2 = \frac{x_0^2 v_0}{2GM - x_0 v_0^2} + \frac{2GMx_0^{3/2}}{(2GM - v_0^2 x_0)^{3/2}} \left[\frac{\pi}{2} - \arctg \sqrt{\frac{2GM - x_0 v_0^2}{x_0 v_0^2}} \right] \quad /15/$$

Doba od průchodu počátkem do kulminace je polovina doby letu T buzdovanu a podle /13/, /14/, a /15/ platí

$$T = 2(t_2 - t_1) = \frac{\pi GM x_0^{3/2}}{(2GM - v_0^2 x_0)^{3/2}} = \frac{2\pi}{\sqrt{GM}} \left(\frac{H}{2} \right)^{3/2} \quad /16/$$

Vidíme, že rovnice /16/ odpovídá skutečně rovnici /1/ pro $a = H/2$. Odvodili jsme tak 3. Keplerův zákon pro přímkový pohyb. Rovnice /12/ navíc reprezentuje vztah mezi souřadnicí a časem při tomto pohybu.

Užitím vztahu /16/ pro $T = 1$ den = 86 400 s dostaneme $H = 84\,486$ km. To je tedy výška, do které vyletěl buzdovan, -1 měl-li dopadnout na Zemi za 1 den. Rychlost $v_0 = 10,751$ km s⁻¹ a při hmotnosti 10 kg byla dodaná energie $E = 1/2 m v_0^2 = 5,7 \cdot 10^8$ J. Bohatýr vyhadzující každou vteřinu jeden takový buzdovan by tedy vydával výkon 570 MW. Naše největší elektrárny mají dnes výkon 800 MW /Tušimice II/, takže z tohoto hlediska by příspěvek bohatýrů nebyl zanedbatelný.

Na druhé straně nelze podceňovat otázku výživy pro takového bohatýra. Energie E vydaná při jednom vyhození buzdovanu odpovídá 130 566 kcal. Jestliže 1 kg kuřecího masa obsahuje 1 240 kcal /3/, představuje jedno vyhození buzdovanu spotřebu asi 105 kilogramových kuřat. Uvážíme-li, že 1 kWh odpovídá 70 dkg kuřete, je hned vidět, že přímé využití bohatýrů jako zdrojů energie by nebylo rentabilní. Jejich zapojení do pracovního procesu tam, kde se využívá lidské fyzické práce, by mělo přece jen výhodu v úšetření obyvatelských kapacit.

Předpokládejme dále, že buzdovan po jednodenní pouti zasáhne loupežníka a dále už nepokračuje v cestě, tj. všechna jeho energie se přemění v teplo. Zanedbejme na chvíli teplo

vyzářené takto zahřátým loupežníkem a spočítáme množství tepla Q potřebné k vypaření jednoho 100 kg loupežníka. Loupežnické měrné teplo c a skupenské teplo varu σ se nebudě příliš lišit od údajů pro vodu, tedy $c \approx 1 \text{ kcal kg}^{-1} \text{ deg}^{-1}$ a $\sigma = 539 \text{ kcal kg}^{-1}$. Původní teplotu loupežníka předpokládáme 37°C .

$$Q = m_L \cdot c \cdot 63 + m_L \sigma = 60\,200 \text{ kcal}$$

Zásah buzdovaneu by tedy stačil k vypaření dvou metrakových loupežníků.

Vraťme se k úloze o pohybu buzdovaneu. Jeho počáteční rychlost byla určena z doby letu od bodu $x = 0$ do kulminace. Pozornému čtenáři jistě neušlo, že do bodu x_0 se pak buzdovaneu vrátí o $-2t_1$ dříve.

Pro uvážovaný případ činí tento předstih 391 s. Na rovníku by tak palice dopadla asi 360 km východně před bohatýra. Můžeme však provést opravu původního řešení tak, že do 3. Keplerova zákona dosadíme za $T = 1$ den a 391 s. Tím se změní i výška kulminace /bude $H = 84\,996 \text{ km}$ / a počáteční rychlost /bude $v_0 = 10,753 \text{ km s}^{-1}$ /. Čas t_1 se z -391 změní na -389. Takto vyhozený buzdovaneu poletí 1 den a 4 s. Tak je možné postupovat dále s dosažením libovolné přesnosti.

Závěr

V příspěvku byl vyřešen přímkový pohyb v gravitačním poli centrálního tělesa. Obecný vztah mezi souřadnicemi a časem je dán vzorcem /12/. Bylo ukázáno, že 3. Keplerův zákon platí i pro tento druh pohybu. Čtenář si může tento závěr procvičit na jednoduchém příkladu.

Příklad: Ukažte, že předmět puštěný k centrálnímu tělesu ze vzdálenosti, pro kterou je odpovídající doba oběhu po kruhové dráze rovna T , padá na centrální těleso po dobu $t = 0,177 T$. Ze vzdálenosti Měsíce /resp. ze vzdálenosti rovné velké poloose Měsíční dráhy/, který obíhá asi 27 dní, padají tedy předměty k Zemi asi za 4,8 dne. Srovnejte s dobou návratu umělých kosmických těles od Měsíce.

Závěrem by chtěl autor poděkovat pracovníci Hvězdárny Mikuláše Koperníka v Brně J. Zobačové za ochotné poskytnutí informací o slovanských pohádkách.

Literatura:

- 1/ P. Andrlé: Základy nebeské mechaniky, Akademia, Praha 1971
- 2/ V. Jarník: Integrální počet I, Nakl. ČSAV, Praha 1963
- 3/ M. Klimentová: Nová domácí kuchařka 2, Mase, Zvěřina, Drůbež, Ryby, Avicenum, Praha 1972

KOSMICKÉ ROZHLEDY BLAHOPŘEJÍ

Dr. Bohumil Šternberk osmdesátiletý

Dne 21. ledna 1977 dožil se osmdesáti let nestor čs. astronomů RNDr. Bohumil Š t e r n b e r k, bývalý ředitel Astronomického ústavu ČSAV. Narodil se v Chrudimí a po studii na tamějším reálném gymnáziu se stal posluchačem přírodovědecké fakulty KU v Praze, oboru matematika-fyzika se zaměřením na klasickou astronomii. Moderní astrofyziku studoval v Berlíně Babelsbergu u prof. P. Guthnicka v letech 1921-1923. Po čtyři semestry navštěvoval Humboldtovu universitu v Berlíně. Tamější observatoř tehdy patřila k hvězdárnám s moderním výzkumným programem, zaměřeným k vývoji fotoelektrické fotometrie. Prof. Guthnick o Šternberkovi prohlásil, že po dvacet let svého působení neměl tak vynikajícího žáka. V Babelsbergu vypracoval Šternberk i svou doktorskou disertaci o moderních metodách fotografické fotometrie a kolorimetrie. Disertaci obhájil v Praze v r. 1924. Stal se tak prvním čs. astrofyzikem v pravém slova smyslu. Po návratu do vlasti se snažil oživit aktivitu astronomie na KU, dosud zaměřenou v klasickém směru, zavedením seminářů z praktické astrofyziky. Přestavěl klínový vizuální fotometr, jímž provedl sám mnoho pozorování zákrytových proměnných hvězd, na jejichž základě určil řadu jejich drah. Navrhl i rekonstrukci 20 cm refraktoru ústavu s novou Zeissovou optikou. Tyto práce byly přerušeny povědí z asistenského místa, krátce potom, co se oženil. Ochranu našel u prof. Mušla, ředitele Státní hvězdárny, u něhož nastoupil v r. 1927 bezplatné asistentké místo. Svou práci poté zaměřil na snímky ondřejovským astrografem a na fotoelektrické pokusy o jejich proměňování. Záhy mu byla svěřena velmi odpovědná úloha: uvést do chodu 60 cm Zeissův astrograf, určený pro hvězdárnu ve Staré Dale. Dr. Šternberk byl tehdy jediným naším astronomem, který měl zkušenosti s prací s většími přístroji. Tak uvízl dr. Šternberk na deset roků ve Staré Dale nejdříve jako vedoucí astrofyzikálního oddělení, po r. 1934 jako ředitel tohoto ústavu, ale zprvu i jako jediný astronom, navíc s povinností starat se o celou administrativu včetně knihovny a dílny. Zeissův reflektor byl uveden do chodu, ale k astrofyzikálním pracem chyběly pomocné přístroje /fotometr, spektrograf/. Velkého reflektoru využil pro poziční měření komet, a v roce 1930 se mu podařilo jako prvému v Evropě vyfotografovat právě objevenou planetu Pluto. Jeho měření patří k nejpřesnějším. Vrátil se znovu k fotoelektrickým problémům a podařilo se mu zachytit, zesílit a transformovat světlo Měsíce a Vegy na akustickou frekvenci. "Zhudebnil" tak světlo těchto těles a předvedl je v čs. rozhlasu; předběhl tím o několik desítek let elektronickou techniku v aplikaci na astronomii. V roce 1937 rozpracoval fotografická fotometrická měření komet, která dodnes patří k základním metodám řešení této obtížné otázky. Když se zdálo, že se mu podaří vytvořit ze Starodalské observatoře skutečné astrofyzikální středisko čs. astronomie, přišla kritická léta mnichovského diktátu a vídeňské arbitráže, podle které připadla Stará Dale s okolím hortyovskému Madarsku. Dr. Šternberkovi se tehdy podařilo energickým rozhodnutím a rázným jednáním podporovaným

Čs. armádou během několika hodin demontovat Starodaleký reflektor a zachránit jej pro slovenskou astronomii. Dalekohled byl později znovu instalován na Skalnatém Plese, kde dosud slouží vědecké práci. Po této kritické události se vrátil dr. Šternberk na Státní hvězdárnu v Praze. Současně zahájil výzkum kosmického záření v laboratorických fyzikálních ústavu KU u prof. Dolejška. Ale ani tu se fašistická zvůle nezastavila a po 17.11.1939, kdy byly uzavřeny české vysoké školy, přišel i dr. Šternberk o své pomocné pracoviště. Nezbyvalo mu nic jiného, než se věnovat zdokonalování časové služby Pražské /bývalé Státní/ hvězdárny, a to tím spíš, když v roce 1942 byla okupována proti jeho protestu i Ondřejovská hvězdárna. Tak znovu s neumdlévající trpělivostí zahájil novou práci. Věnuje se klasické astronomii, ale díky svým experimentálním zkušenostem brzo nalézá řadu originálních řešení a konstrukcí, které vedou k automatizaci a ke spolehlivé funkci zařízení. Po válce se stává vedoucím časového oddělení, v letech 1952-1953 samostatně časové laboratoře při ČSAV. Konečně po zřízení Astronomického ústavu ČSAV 1.1.1954 je jmenován ředitelem celého ústavu; ponechává si i nadále vedení oddělení, tomu zůstává věren, i když z věkových důvodů přestává v únoru 1968 být ředitelem. Do důchodu odchází v lednu 1975. Během těchto let se zasloužil o veliký rozvoj tohoto oddělení, takže dosáhlo světové špičky. Jako první na kontinentu vysílá r. 1946 Československo trvalý časový signál, jehož přesnost dosahuje stupně, který umožňuje jeho využití i pro přesná měření polohy umělých družic Země.

Metoda srovnání hodin a určování času pomocí fotografického zenitového teleskopu, jehož opatření dr. Šternberk docílil, zařadila ČSSR do sítě 16 časových observatoří, rozložených po celém světě, které určují a řídí mezinárodní časovou službu. Za tyto své zásluhy byla dr. Šternberkovi udělena mezinárodní plaketa metrické konvence v roce 1975.

Dr. Šternberk zasáhl nejen do vývoje časové služby, ale jako ředitel ústavu do jeho rozvoje a tím i do rozvoje celé čs. astronomie. Svými osobními a charakterovými vlastnostmi přispěl ke konsolidaci ústavu, k organizaci vědecké práce, k výchově vědeckých a odborných kadrů a v neposlední řadě k vybavení a modernizaci přístrojového vybavení. Za jeho vedení s pomocí svých spolupracovníků a s rozhodnutím a podporou stranických, vládních a akademických složek se mu podařilo uskutečnit sen čs. astronomů - získat velký teleskop pro observatoř v Ondřejově, 2m Zeissův reflektor. Svou podporu však věnoval i druhým oddělením: sluneční fyzikové vybudovali unikátní spektrograf ke sledování sluneční aktivity, výzkumníci v oboru MPH meteorický radar a síť fotografických stanic a "časoměřiči" fotografický zenitteleskop. V roce 1957 po vypuštění prvního sputniku ze SSSR vypracoval metodu výpočtu dráhy na základě pozorování družic pomocí Dopplerova principu.

Výsledky vědeckých prací jsou publikovány v časopisu astronomických ústavů /Bulletin of the Astronomical Institutes of Czechoslovakia/, jehož hlavním redaktorem je dr. Šternberk dosud. Dlouhá léta /1946-1970/ byl v čele astronomického komitétu, který tvoří spojkou mezi naší astronomií a mezinárodní astronomickou unií /IAU/. Dr. Šternberk byl jejím členem od roku 1928,

kdy se zařadil mezi pracovníky komise pro sledování proměnných hvězd, pro hvězdnou fotometrii a přístrojovou komisi, od roku 1950 je členem časové komise. V šestiletí 1958-1964 byl jedním z místopředsedů IAU. Na pražském XIII. kongresu této Unie byl předsedou organizačního komitétu. Tak se zasloužil o významné postavení čs. astronomie v mezinárodním měřítku. Za své vědecké i organizační zásluhy byl zvolen zahraničním členem /Associate/ Královské britské společnosti /Royal Astronomical Society/ a čestným členem Sovětské astronomicko-geodetické společnosti /VAGO/.

Jeho práce byla oceněna i domácími poctami: v roce 1965 mu bylo uděleno státní vyznamenání "Za zásluhy o výstavbu", v roce 1967 k životnímu jubileu byl vyznamenán bronzovou plakétou ČSAV "Za zásluhy o vědu a lidstvo" a v r. 1977 Řádem práce.

Dr. Šternberk se významně uplatnil i v popularizaci astronomie. Byl častým referentem astronomických novinek na členských schůzích Československé astronomické společnosti. Redigoval v letech 1943-1948 časopis "Ríše hvězd", do kterého přispěl i řadou článků. Byl členem výboru a po reorganizaci ČAS v roce 1950, kdy byla připojena k ČSAV, se stal předsedou Společnosti a tuto funkci obětavě vykonával až do roku 1976. Za své zásluhy o činnost Společnosti byl v roce 1966 zvolen jejím čestným členem.

Je spoluautorem dvoudílné knihy "Astronomie", pro kterou napsal celý druhý díl o hvězdách a hvězdných soustavách. Redigoval astronomický slovníček: "Jen bychom rádi věděli..." a vypracoval pro něj mnoho hesel. Je též dlouholetým členem JČMF.

Dr. Šternberk může s uspokojením pohlížet na své životní dílo, kterým přispěl k rozvoji čs. astronomie a my mu z hloubi srdce přejeme, aby se z tohoto úspěchu těšil ve zdraví ještě mnoho let.

V. Guth

Blahopřejeme členovi redakčního kruhu Kosmických rozhledů Dr. Jiřímu Bouškovi, CSc., ke jmenování docentem astronomie na Karlově universitě v Praze.

Redakční kruh Kosmických rozhledů

Z NAŠICH A ZAHRANIČNÍCH PRACOVÍŠŤ

XVI. valné shromáždění Mezinárodní astronomické unie
/Grenoble, 24.8. - 2.9.1976/

Loňské valné shromáždění IAU se konalo v universitním areálu v Grenoblu a zúčastnilo se ho přes 1700 astronomů a dále na 500 hostů ze 47 zemí. Nejpočetnější byly delegace astronomů

USA, Francie, Velké Británie a NSR. Československé zastoupení /20 účastníků/ nebylo zcela zanedbatelné ani početně ani svým aktivním podílem na jednání kongresu.

Jak je na obdobných sjezdech již zvykem, konala se paralelně zasedání mnoha komisí Unie, takže ani menší kolektiv spřízněných duší nebyl s to postihnout všechna důležitá odborná jednání. Paradoxně se tak mnozí účastníci kongresu dozvědí o novinách z oboru až při pročítání tištěných záznamů /Proceedings/, které vyjdou koncem roku 1977. Nicméně aspon některé důležité informace zachytil kongresový deník "La Gazette d'Uranie", tištěný na ekvostném papíře, jenž dovolil reprodukci výtečných černobílých fotografií /zejména snímků Marsu pořízených přistávacím modulem Vikingu 1/. A pro potěchu syntetických osobností, které se nechtějí vzdát přehledu o celé říši astronomického výzkumu, konaly se v Grenoblu jednak slavnostní přednášky a jednak specializovanější "Společné diskuse" s následujícími tématy:

- A/ Slavnostní přednášky v hale pro zimní sporty "Patinoire":
prof. J.C. Pecker: Infračervená astronomie a galaktický prach.
dr. C. Sagan: Výzkum planet.
prof. P. Morrison: Astronomie a fyzikální zákony.
- B/ Společné diskuse /v amfiteátru L.Weila na universitě/:
1. Galaktická struktura v oblasti galaktických pólů.
2. Rentgenové dvojhvězdy a kompaktní objekty.
3. Kosmické lety k Měsíci a planetám.
4. Kupy galaxií, kosmologie a mezigalaktická hmota.
5. Hvězdné atmosféry jako indikátor a faktor vývoje hvězd.
6. Detailní struktura slunečních magnetických polí.
7. Dopad ultrafialových pozorování na spektrální klasifikaci.

Ve volných dnech se konaly exkurze na některé významné francouzské observatoře jako je Pic du Midi, Nançay, Haute Provence a Nice. Mnozí zahraniční účastníci kongresu navštívili též známé observatoře v Paříži a Meudonu.

Je velmi nesnadné zaznamenat byt i jen několik málo vrcholů tak rozsáhlého kongresu. Ve srovnání s minulými lety nepochybně ubylo převratných objevů, což souvisí s tím, že byly v podstatě ukončeny přehlídky jasných zdrojů v extrémních oborech elektromagnetického spektra. Astronomové se nyní s větším či menším zdarem snaží vypořádat s řádovým růstem množství i kvality informací o nebeských tělesech i meziplanetárním, mezihvězdném a mezigalaktickém prostředí. Díky počítačům a dalším aplikacím moderní elektroniky se zdá, že seuboj s přemírou dat bude v blízké budoucnosti úspěšně zakončen.

Stelární astrofyzika získala nové podněty zvláště díky objevu rentgenových dvojhvězd. Interakcím akrečního plynného proudu a kompaktní sekundární složky bylo na kongresu věnováno několik desítek referátů. Těsnými dvojhvězdami s kompaktní složkou se nyní vysvětluje téměř vše, počínaje novami a supernovami a konče rentgenovými pulsary a vzplanutími gama. Otok plynu v soustavě těsné dvojhvězdy lze sledovat i na sběrných filmech pořízených počítačem. I když převážná část plynu se "navine" na akreční disk, jisté množství hmoty opouští navždy soustavu, takže tzv. konzervativní případ přenosu hmoty je zřejmě přílišným zjednodušením.

Podobný sběrný film předváděl na zasedání 33. komise dr. G. Miller - tentokrát však šlo o pohyby hvězd v modelech galaxií. Film zobrazoval vývoj modelů galaxií po dobu několika galaktických otoček v trojrozměrném perspektivním pohledu. Souhlas modelů se známými fotografiemi spirálních galaxií byl tak vynikající, že promítání filmu bylo několikrát přerušeno potleskem shromážděných astronomických kapacit - astronomie je vsutku nejen věda, ale též estetický zážitek.

Na kongresu se též referovalo o nedávno dokončených obřích teleskopech. Výkony Schmidtových komor v Chile a v Austrálii jsou příjemným překvapením, za něž ovšem z velké části vděčíme novým jemnozrným a citlivým emulzím firmy Kodak. Podobně jsou velmi úspěšné nové reflektory o průměru 3,9m resp. 4m na observatořích Siding Spring a Cerro Tololo - první skutečně gigantické teleskopy na jižní polokouli. Největší zájem ovšem vyvolala hodinová přednáška konstruktéra sovětského šestimetrového dalekohledu dr. B. Ioanissianiho, který hovořil o své patnáctileté konstrukční a vývojové práci, završené uvedením 6m reflektoru do chodu. K nejpříjemnějším překvapením patří podle řečníka hladký chod altazimutální montáže řízené počítačem. Montáž se tak osvědčila, že ji lze plně doporučit pro všechny větší dalekohledy. Zato však nejsou optikové spokojeni s kvalitou reflexní plochy 6m zrcadla, takže je pravděpodobné, že primární zrcadlo bude časem vyměněno.

Na závěr kongresu bylo do Unie přijato 724 nových členů, takže celkový počet členů IAU přesáhl 3100. ČSSR má nyní v Unii 50 členů. Příští kongres IAU se bude konat v srpnu 1979 v Montreálu a další v r. 1982 ve Varně v Bulharsku. V příloze uvádíme seznam nových funkcionářů Unie a výběr astronomických konstant, které IAU v r. 1976 závazně schválila:

Výkonný výbor IAU, 1976 - 1979

prof. A. Blaauw /Leiden, Holandsko/ - prezident
prof. E.A.Müllerová /Ženeva, Švýcarsko/ - generální sekretářka
prof. P.A.Wayman /Dublin, Irsko/ - asistent generální sekretářky
viceprezidenti: J.G.Bolton /Sydney, Austrálie/
prof. C.Fehrenbach /Haute Provence, Francie/
prof. W.Iwanowska /Toruń, Polsko/
dr. D.S.Heeschen /Green Bank, USA/
prof. E.K.Charadze /Abastumani, SSSR/
prof. S. van den Berg /Toronto, Kanada/
poradci: prof. L. Goldberg /Kitt Peak, USA/ - předešlý prezident
prof. G.Contopoulos /Atény, Řecko/ - minulý gen. sekretář

Komise IAU /v závorce prezident/

4. Efemeridy. /V.K.Abalakin, SSSR/
5. Bibliografie. /J.C.Pecker, Francie/
6. Astronomické telegramy. /E.Roemerová, USA/
7. Nebeská mechanika. /V.Szebehely, USA/
8. Poziční astronomie. /R.H.Tucker, Velká Británie/
9. Astronomické přístroje. /J.Ring, Velká Británie/
10. Sluneční činnost. /G.Newkirk Jr., USA/
12. Záření a struktura sluneční atmosféry. /M.K.V.Bappu, Indie/
14. Základní spektroskopické údaje. /E.Treffitz, NSR/

15. Fyzikální studium komet, malých planet a meteoritů. /N.B.Richter, NDR/
16. Fyzikální studium planet a satelitů. /T.C.Owen, USA/
17. Měsíc. /E.Anders, USA/
19. Rotace Země. /R.O.Vicente, Portugalsko/
20. Polohy a pohyby malých planet, komet a satelitů. /B.G.Marsden, USA/
21. Světlo noční oblohy. /R.Dumont, Francie/
22. Meteorů a meziplanetární prach. /I.Halliday, Kanada/
24. Fotografická astrometrie. /C.A.Murray, Velká Británie/
25. Hvězdná fotometrie a polarimetrie. /M.F.McCarthy, Vatikán/
26. Dvojhvězdy. /P.Muller, Francie/
27. Proměnné hvězdy. /J.Smak, Polsko/
28. Galaxie. /B.E.Markarjan, SSSR/
29. Hvězdná spektra. /M.Hacková, Itálie/
30. Radiální rychlosti. /A.H.Batten, Kanada/
31. Čas. /A.Orte, Španělsko/
33. Struktura a dynamika galaktické soustavy. /F.J.Kerr, USA/
34. Mezihvězdná hmota a planetární mlhoviny. /G.B.Field, USA/
35. Stavba hvězd. /B.Paczynski, Polsko/
36. Teorie hvězdných atmosfér. /D.Mihalas, USA/
37. Hvězdokupy a asociace. /S.van den Bergh, Kanada/
38. Výměna astronomů. /D.A.MacRae, Kanada/
40. Radioastronomie. /H.van der Laan, Holandsko/
41. Historie astronomie. /J.Dobrzycki, Polsko/
42. Těsné dvojhvězdy. /G.Larssen-Leander, Švédsko/
44. Astronomické pozorování za hranicemi zemské atmosféry. /R.M.Bonnet, Francie/
45. Spektrální klasifikace a mnohobásmové barevné indexy. /B.Hauck, Švýcarsko/
46. Vyučování astronomie. /E.V.Kononovič, SSSR/
47. Kosmologie. /I.D. Novikov, SSSR/
48. Astrofyzika vysokých energií. /I.S.Šklovskij, SSSR/
49. Meziplanetární plazma a heliosféra. /A.Hewish, Velká Británie/
50. Ochrana stávajících a potenciálních pozorovacích stanic. /R.Cayrel, Francie/

Výběr astronomických konstant a jednotek,
přijatých IAU r. 1976

Základní fyzikální jednotky užívané v astronomii jsou metr /m/, kilogram /kg/ a sekunda /s/. Astronomickou jednotkou času je časový interval jednoho dne /D/ neboli 86 400 sekund. Časový interval 36 525 D je jedno juliánské století. Astronomickou jednotkou hmotnosti je hmota Slunce /S/. Astronomickou jednotkou délky je taková délka /A/, pro niž má Gaussova gravitační konstanta /k/ hodnotu $k = 0,017\ 202\ 098\ 95$, kde jednotkami měření jsou astronomické jednotky délky, hmotnosti a času. Rozměr k^2 je rozměr gravitační konstanty G, tj. $L^3M^{-1}T^{-2}$.

Výběr primárních konstant:

rychlost světla $c = 299\ 792\ 458\ m\ s^{-1}$
světelný čas pro astronomickou jednotku délky $499,004\ 782\ s$
rovníkový poloměr Země $a_e = 6\ 378\ 140\ m$
geocentrická gravitační konstanta $G_e = 3,986\ 005 \times 10^{14}\ m^3s^{-2}$