

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie

Vladimír Vanýsek

Příspěvek katedry astronomie a astrofyziky MFF UK k otázce vývoje hvězd

Pokroky matematiky, fyziky a astronomie, Vol. 23 (1978), No. 1, 31--33

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/138353>

Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 1978

Institute of Mathematics of the Academy of Sciences of the Czech Republic provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This paper has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ: The Czech Digital Mathematics Library* <http://project.dml.cz>

- [9] M. KRBEČ: *On L^p -estimates for solutions of elliptic boundary value problems*. Comment. Math. Univ. Carol. 17, 1976, 363—375.
- [10] J. LUKEŠ: *Výuka matematické analýzy na matematicko-fyzikální fakultě UK*. Pokroky mat. fyz. astr. XVII (1972), 33—36.
- [11] E. MARCZEWSKI: *Poznámky o vědeckém středisku*. Čas. pro pěst. mat. 78 (1953), 31—45.
- [12] E. POKORNÁ: *Harmonic functions on convex sets and single layer potentials*. Čas. pro pěst. mat. 102 (1977), 30—60.
- [13] E. POKORNÁ: *Insertion of regular sets in potential theory*. (Přijato do Čas. pro pěst. mat.)
- [14] J. RÁKOSNÍK: *Řešení některých nelineárních diferenciálních rovnic* (Diplomová práce, MFF UK, 1975).
- [15] M. ZAHRADNÍK: *L_1 -continuous partitions of unity on normed spaces*. Czech. Math. Journal 26 (101), 1976, 319—329.

Příspěvek katedry astronomie a astrofyziky MFF UK k otázce vývoje hvězd

Vladimír Vanýsek, Praha

Jedním z cílů soudobé astrofyziky je hledání odpovědi na otázku, jak vznikají a zanikají jednotlivé hvězdy a hvězdné systémy. Není to otázka podružná a nezajímavá. Vždyť existence života na Zemi je nerozlučně spojena s osudem hvězdy nám nejbližší — Sluncem. Avšak vývoj jednotlivých hvězd je příliš pomalý, a i když astrofyzikální výzkum se datuje od poloviny minulého století, u běžných hvězd (jakou je i Slunce) známe prakticky jen okamžitý stav.

Proto lze zákonitosti, kterými se řídí život hvězd, odhalit studiem fyzikálních vlastností velkého počtu různě starých skupin hvězd — hvězdných populací. V naší Galaxii rozeznáváme dvě základní hvězdné populace. Stará populace, označovaná jako populace II, obsahuje staré hvězdy a hvězdné systémy, např. kulové hvězdokupy, vzniklé již v prvopočátcích Galaxie. Stáří některých objektů se odhaduje na více než 10^{10} let. Naproti tomu populace I, obsahuje vesměs poměrně mladé hvězdy a mezihvězdnou hmotu. Nejmladší pozorované hvězdy populace I nejsou starší 10^5 let.

Dnes je již poměrně dobře popsán a teoreticky zdůvodněn vývoj hvězd na hlavní posloupnosti Hertzsprungova-Russelova diagramu, tj. poměrně dlouhé „klidné“ období života hvězdy, která je v hydrostatické rovnováze a v jejímž nitru vzniká energie pozvolným spalováním vodíku na hélium. Astrofyzikové uspokojivě vysvětlují i nestabilní etapy ve vývoji starších hvězd, kdy po vyčerpání vodíku ve hvězdném nitru se mění jejich zářivost i rozměr. Jsou dokonce již ustálené představy o tom, jak hvězdy končí, tj. kdy a za jakých okolností se hvězda mění v bílého trpaslíka nebo se hroutí v neutronovou hvězdu nebo dokonce (pozorováním však zatím neprokázanou) černou díru.

Naproti tomu přesný popis vlastního zrodu hvězdy je stále problém neuspokojivě řešený, i když představa vzniku hvězd postupným smršťováním mezihvězdných mračen je zřejmě správná. Jaké obtíže je nutno překonat ilustruje tento příklad. Výpočty modelů zárodků hvězd (tzv. protohvězd) na samočinných počítačích ukazují, že i v pomalu rotující mlhovině by nemohl vzniknout v jejím středu zárodek budoucí hvězdy. Za předpokladu zachování momentu hybnosti střed rotuje příliš rychle, a aby došlo k další kontrakci, musí se část rotační energie nějakým procesem „odčerpat“ z centrální oblasti mlhoviny. Předpokládá se, že je to magnetické pole unášené plazmou, vyvěrající ze zárodku hvězdy, která s sebou odnáší část rotační energie do periferních oblastí mlhoviny.

Mnoho nedořešených otázek tkví v dosud neúplných informacích o fyzikálních vlastnostech mezihvězdné hmoty. Je to nejmladší a stále se obnovující složka populace I a zároveň stavební materiál nově se rodících hvězd. Hvězdy vznikají z chladného mezihvězdného plynu a prachu. Potenciální energie v gravitačně nestabilním hroustícím se mezihvězdném oblaku je zčásti spotřebována na rozbití pevných částic mezihvězdného prachu, disociací mezihvězdných molekul a konečně ionizací jednotlivých atomů. Kolik potenciální energie se spotřebuje na tyto procesy, o tolik méně tepelné energie je v ionizované protohvězdě. To opět určuje nejenom kriticky rovnovážný rozměr protohvězdy, ale také opacitu (neprůhlednost) hvězdného materiálu ovlivňující přenos zářivé energie. Tím fyzikální a chemické složení mezihvězdné hmoty předurčuje počáteční osudy mladé hvězdy. Z hlediska vývoje protohvězd se stala mezihvězdná hmota předmětem intenzivního studia na katedře astronomie a astrofyziky MFF UK. Jedním z úkolů je srovnání pozorovaných vlastností mezihvězdné hmoty s teoretickými modely. V rozsáhlé studii bylo např. ukázáno, jak optické vlastnosti mezihvězdného prachu ovlivňují výslednou polarizaci světla procházejícího cirkumstelárním oblakem, kdy rozptyl fotonů na prachových částicích je silně anizotropní. Jiný problém, který s tím úzce souvisí, se zabývá anizotropií rozptylu krátkovlnného záření. Překvapující je, že mezihvězdný oblak je pro určité frekvence mnohem průhlednější, než plyne z klasické teorie přenosu záření. Pracovníci katedry se též pokusili vysvětlit, a to s poměrně velkým úspěchem, mezihvězdné absorpční pásy, pro které až dosud nebylo žádné vhodné objasnění, jako jev, který vzniká v tzv. barevných centrech silikátových zrn mezihvězdného prachu.

V mezihvězdné hmotě je do jisté míry též zaznamenán celkový koloběh hmoty v naší Galaxii. Téměř každá hvězda část své hmoty vyvrhne do okolního prostoru a v závěrečných fázích života hvězdy může se její podstatná část zcela rozptýlit. Proto je mezihvězdný prostor neustále doplňován materiálem odumírajících hvězd. Ovšem ve hvězdách s jadernými reakcemi vznikají některé stálé izotopy na úkor jiných stálých izotopů. Jako typický příklad je možno uvést izotopy uhlíku ^{12}C a ^{13}C . Poměr těchto izotopů na Zemi a na Slunci je 90. Poměrně vzácný izotop ^{13}C vzniká v průběhu uhlíkového cyklu při spalování vodíku ve hvězdách větších hmotností. V nitru takových hvězd, za předpokladu rovnovážného vztahu nukleárních reakcí, je poměr $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} = 6$. Jisté je, že téměř v každé hvězdě relativní zastoupení ^{13}C časem stoupá. V důsledku toho je i mezihvězdná hmota neustále obohacována o izotop ^{13}C . Jestliže tedy naše sluneční soustava vznikla před $4,5 \cdot 10^9$ lety (tj. asi $3 \cdot 10^9$ let po vzniku naší Galaxie), pak ve Slunci a ostatních tělesech sluneční soustavy by měl být poměr těchto izotopů

podstatně vyšší než v mladých objektech populace I, především v mezihvězdné hmotě. Je-li tomu skutečně tak, bylo možno bezpečně rozhodnout teprve, když byly pracovníky katedry s dostatečnou přesností určeny poměry $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ v kometách, které představují neporušené zbytky prapůvodní sluneční mlhoviny. Porovnáním poměru $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} \gtrsim 100$ v kometách a v mezihvězdných molekulárních oblacích (kde $^{12}\text{C}/^{13}\text{C} \sim 40$) je téměř s určitostí prokázáno, že relativní zastoupení ^{13}C vzrostlo za pět miliard let téměř trojnásobně. Tento výsledek je mimořádně významný pro modelování chemického vývoje naší Galaxie.

Mezihvězdnou hmotu ve vesmíru lze sledovat mnoha způsoby. Ve viditelném světle se mezihvězdný prach projevuje již zmíněnou absorpcí a polarizací procházejícího světla, a mezihvězdný plyn – pokud je ionizovaný – zářením v emisních čarách vodíku a dalších prvků. Na katedře byl sestaven katalog oblastí ionizovaného vodíku (nejznámější z těchto oblastí je mlhovina v Orionu) a byly sledovány hvězdy, které tuto ionizaci působí. Jsou to žhavé, prakticky právě vzniklé hvězdy; studium vztahu těchto hvězd s obklopující mezihvězdnou hmotou má přirozeně význam pro další poznání vzniku hvězd. Nejranější fáze vzniku hvězd se však výrazně projevují v záření delších vlnových délek, než má viditelně světlo. Pevné částice ve zhušťující se mezihvězdné hmotě nabývají teplot desítek až stovek K a vyzařují proto v infračerveném oboru. Astronomická infračervená měření jsou obtížná, neboť většina infračerveného záření je pohlcována zemskou atmosférou; pro bližší poznání dějů při vzniku hvězdy jsou však nezbytná. Proto v laboratoři katedry astronomie a astrofyziky MFF UK byly navrženy a jsou realizovány fotometrické a spektrální aparatury, které umožní pozorování mladých rodících se hvězd v infračerveném oboru spektra.

Aby se vytvořila a prostudovala logická struktura matematických vět a úvah, je nutno ... zkoumat věty a úvahy s různým matematickým obsahem, ale stejnou logickou strukturou. ... Tak prozkoumáme logickou formu během okamžiku ve srovnání s dobou, po jakou je můžeme *v zjevné podobě* používat a naplňovat novým rozmanitým obsahem.

Žáci chápou vlastnosti matematických operací, které provádějí, ale vůbec neznají vlastnosti neméně často prováděných logických operací, protože se jim nevysvětlují. Tato neznalost je příčinou potíží v osvojování učiva. Tradiční metodika se snaží tyto potíže odstranit zvyšováním počtu příkladů a mnohonásobným vysvětlováním *matematické* části nepochopené logicko-matematické konstrukce, ačkoliv příčinou potíží je neporozumění její *logické* části.

Zřetel k psychologickým faktorům při řešení logických i jiných problémů vyučování matematice neznámá pouhé přizpůsobování výuky psychologii dítěte v daném věku, ale vyžaduje takovou metodiku, která by vedla k maximálnímu možnému rozvoji žáků v dané etapě, k *urychlení* jejich přechodu na vyšší úroveň myšlení.

Snaha vyplnit mezeru v logickém vzdělání žáků tím, že se zavedla logika jako samostatný předmět, nevedla k úspěchu. Ve škole nelze učit logiku odděleně od jejího používání, zejména odděleně od matematiky, kde se rozsáhle používá.

Vzniká otázka: lze vyučovat matematice bez logiky, se kterou se tak těsně proplétá? Dlouhodobá praxe dává kladnou odpověď, ale je nutno poznamenat, že efektivnost takového vyučování není dost vysoká.