

# krátká sdělení

*Československý časopis pro fyziku [sekce A] 33 (1983), 519–520.*

## **Je zemské magnetické pole působeno přílivem a odlivem?\*)**

Oldřich Novotný

*Matematicko-fyzikální fakulta UK, V Holešovičkách 2, 180 00 Praha 8*

91.00

### **Is the Earth's magnetic field caused by tides?**

An empirical relation between the planetary magnetic moment and the tidal velocity in the liquid planetary core is presented. The proportionality of these two quantities indicates that there may be a relationship between planetary magnetism and tides, although the appropriate physical mechanism is not known.

Třebaže výzkumy zemského magnetického pole probíhají již několik století, původ tohoto pole není dosud znám. Přitom otázka původu zemského magnetického pole patří nejen mezi základní problémy geofyziky či astronomie, ale i mezi problémy zajímavější širokou fyzikální veřejnost.

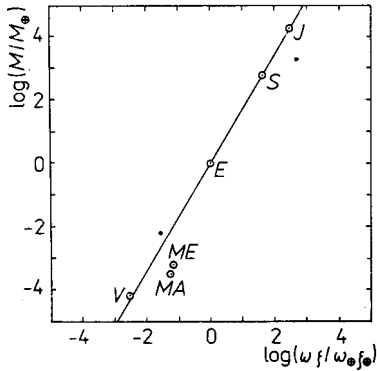
V současné době je všeobecně přijímán názor, že hlavní zemské magnetické pole je působeno elektrickými proudy udržovanými dynamovým mechanismem v kapalné části zemského jádra. Možnost generování zemského magnetického pole tímto mechanismem byla již teoreticky spolehlivě dokázána. Takovýto mechanismus ovšem vyžaduje, aby kapalina v zemském jádře neustále jistým způsobem proudila. A jaký zdroj energie udržuje toto neustálé proudění kapaliny, tj. jaké síly „otáčejí“ zemským dynamem, zůstává dosud tajemstvím. V posledním desetiletí byly studovány zejména následující tři mechanismy, které byly považovány za nejpravděpodobnější zdroje energie zemského magnetického pole: 1) tepelná konvekce, k níž dochází v důsledku rozpadu radioaktivních látek v zemském jádře; 2) tzv. kompoziční konvekce jako důsledek separace těžkých a lehkých složek v kapalné části jádra, kdy těžší složky se v gravitačním poli pohybují ke středu Země a lehčí složky vystupují nahoru; 3) precese zemské rotační osy, v jejímž důsledku se za jistých podmínek energie rotačního pohybu zemského pláště přenáší na turbulentní proudění v jádře. Výzkumy z poslední doby mluví proti precеси i proti radioaktivnímu rozpadu (příslušné efekty jsou příliš malé na to, aby mohly vyvolat poměrně silné magnetické pole Země), ale i představa kompoziční konvekce naráží na řadu problémů, zejména termodynamického charakteru.

Před časem jsme předložili domněnku, že v důsledku nelinearity hydrodynamických rovnic může při slapových pohybech v kapalných jádrech planet docházet (kromě periodických pohybů) také k jistému neperiodickému pohybu — driftu, podobnému driftu kapaliny ve vlnách na vodě. (Pojmem slapy souhrnně označujeme příliv a odliv.) Tento předpokládaný drift by možná mohl být zdrojem energie zemského magnetického pole. Příslušný matematický důkaz se zatím nepodařilo provést, ale současné znalosti magnetických polí planet umožňují testovat tuto domněnku v planetárním měřítku.

---

\*) *Red. pozn.:* Příspěvek byl předložen na 7. celostátní konferenci fyziků v r. 1981 (vývěšková sekce, ve sborníku konference nepublikováno).

Na obr. 1 je v logaritmických měřících nanášen magnetický moment planety  $M$ , normovaný na magnetický moment Země  $M_{\oplus}$ , v závislosti na součinu  $\omega\xi$ , normovaném na zemskou hodnotu  $\omega_{\oplus}\xi_{\oplus}$ , kde  $\omega$  je úhlová rychlost rotace planety a  $\xi$  je výška přílivu na povrchu planetárního jádra. Výšky přílivu byly získány výpočtem za zjednodušujících předpokladů pro publikované modely planet; přitom za „jádra“ obřích planet byly brány ty vnitřní části planet, které mají vysokou elektrickou vodivost jako kovy. Za rušící tělesa, která na dané planetě působí slapy, bylo bráno Slunce a všechny měsíce planety. Hodnota  $\xi$  je součtem maximálních výšek přílivů působených jednotlivými rušícími tělesy. Součin  $\omega\xi$  fyzikálně označuje maximální rychlost vertikálních slapových pohybů na povrchu jádra planety. Body pro jednotlivé planety jsou označeny prvními písmeny jejich



Obr. 1 (převzato z [2]).

anglických názvů: Merkur (ME), Venuše (V), Země (E), Mars (MA), Jupiter (J), Saturn (S). Zakreslená přímka je spojnicí bodů pro Zemi a Jupiter, pro něž známe magnetické momenty s největší přesností.

Body pro planety Venuše, Země, Saturn a Jupiter na obr. 1 leží prakticky na jedné přímce. Kromě toho body pro Merkur a Mars by bylo možné ještě posunout vlevo k této přímce, kdybychom u nich předpokládali menší jádra. Předložená závislost dává menší rozptyl bodů než jiné publikované empirické vztahy mezi magnetickými momenty a jinými fyzikálními veličinami, včetně často užívaného magnetického Bodeova zákona. Některé další podrobnosti, tabulky a úplný seznam literatury jsou uvedeny např. v [1, 2].

Předložený vztah naznačuje, že možná existuje úzká souvislost mezi magnetickými poli planet a slapy, třebaže příslušný fyzikální mechanismus dosud bližší neznáme. Ovšem i tak se můžeme na základě předpokládané úměrnosti mezi magnetickým momentem a slapovou rychlostí pokusit o předpověď magnetických polí Uranu a Neptuna, můžeme snadno vysvětlit, proč má Země ze všech planet zemského typu nejsilnější magnetické pole, proč má Merkur silnější magnetické pole než Venuše a Mars (třebaže Venuše je větší a Mars rotuje rychleji) aj. Možná by se dalo slapovým mechanismem vysvětlit i zcela záhadné magnetické pole Měsíce v jeho geologické minulosti.

- [1] Novotný O. ve sborníku *Referáty 7. celostátní konference geofyziků, sekce S3*. Geofyzika n. p. Brno 1980, 27.
- [2] Novotný O. ve sborníku *COSPAR/EGS workshop on „The theory of stellar and planetary magnetism“*, Budapest 25. 8. – 29. 8. 1980, v tisku.

Došlo 6. 12. 1982.