

FYZIKÁLNÍ SEKCEPřírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity v Brně

KORESPONDENČNÍ SEMINÁŘ Z FYZIKY

6. ročník — 1999/2000

Čtvrtá série úloh

(25 bodů)

Fyzika ve starověkém Řecku

Přehled dějin každé fyzikální disciplíny zpravidla začíná ve starověkém Řecku. Právě tam se totiž lidé poprvé pokusili o sjednocení, výklad i rozšíření náhodných empirických poznatků starých říčních civilizací (Egypt, Mezopotámie), a to pouze užitím rozumových prostředků, tedy s vyloučením všech dřívějších projevů mysticismu. Přestože Řekové nevěnovali téměř žádnou pozornost experimentování a soustředili se převážně na filozofické spekulace, podložené nanejvýš prostým pozorováním skutečnosti, jsou mnohé tehdejší závěry překvapivě blízké dnes potvrzeným poznatkům.

Některé ze snáze formulovatelných problémů, jimiž se ve starověkém Řecku zabývali, jsme vybrali pro poslední sérii 6. ročníku Korespondenčního semináře z fyziky.

Úloha č.1 (8 bodů)**Z Aristotelova díla**

Za zakladatele fyziky a přírodovědy vůbec je považován Aristoteles ze Stageiry (384 – 322 př. n. l.), který jako první usiloval o ucelený logický popis přírodních dějů odpovídající každodenní zkušenosti. I když místy, zvláště v oblasti statiky, dosáhl správných a na tehdejší dobu pozoruhodných výsledků, dopustil se ve svém rozsáhlém díle řady omylů. Jeho učení si upravila a přijala za své scholastická církev a jako nepopíratelná pravda tak převládalo až do novověku.

Nejnámější z Aristotelových závěrů vám předkládáme k posouzení. Podrobně je komentujte, stanovte oblast jejich platnosti a uveďte, kdy a kým byly – v případě potřeby – uvedeny na pravou míru:

- *Neměnnou vlastností těles je tíže. Lehká tělesa (např. kouř) mají své přirozené místo nahoře, proto stoupají, těžká tělesa (např. kámen) mají své přirozené místo dole, a proto klesají. Tyto svislé pohyby jsou přímočaré, zrychlené, a probíhají samovolně, tedy bez působení síly. Stejně tak je samovolný i kruhový pohyb nebeských objektů.*

Úloha č.2 (6 bodů)

Heuréka!

Heuréka – Objevil jsem! Tak podle známé legendy zvolal Archimédes ze Syrakus (287 – 212 př. n. l.), když ho v lázni z čista jasna napadlo řešení tehdy vcelku obtížného problému: král Hierón II. mu dal totiž za úkol prověřit, zda do koruny, kterou si nechal vyrobit z ryzího zlata, nebylo přidáno levnější stříbro.

- (a) Jak byste v roli Archiméda stanovili poměr hmotnosti zlata a stříbra v královské koruně? Navržený postup podrobně popište a proveďte rovněž příslušný výpočet.
- (b) Mohl by přemýšlivý zlatník „vylepšit“ korunu tak, aby Archimédes nebyl schopen podvod odhalit?
- (c) Uveďte některé současné metody, které by nepoctivého podnikatele spolehlivě usvědčily.

Úloha č.3 (6 bodů)

Měříme Zeměkouli

Představy o kulovém tvaru zemského tělesa nebyly v antice nikterak ojedinělé: vedly k nim jak čistě filozofické úvahy (Země jako nejdokonalejší těleso musí mít nejpravidelnější tvar, což je koule), tak i pozorování (např. stín vržený Zemí na Měsíc při jeho zatmění má kruhový tvar). Z tohoto období pochází také první historicky doložené měření velikosti Země, které provedl Eratosthenés z Kyrény (asi 276 – asi 194 př. n. l.). Zjistil, že za letního slunovratu ozařuje v egyptské Syeně (dnešním Asuánu) Slunce dna i těch nejhlubších studní a je tedy v nadhlavníku, zatímco v severně ležící Alexandrii stojí o $7,2^\circ$ níže.

- (a) Který údaj je potřeba dále znát, aby bylo možné vypočítat poloměr Země? Určete jej, výpočet proveďte a výsledek porovnejte s dnes uváděnou hodnotou. Jak si mohl chybějící údaj opatřit Eratosthenés?
- (b) Vyjmenujte hlavní zdroje chyb, které mohly ovlivnit Eratosthenův výsledek.
- (c) Rozhodněte a zdůvodněte, zda se pro uvedenou metodu stanovení poloměru Země hodí jakákoli dvojice pozorovacích míst. Kdy je přitom nutné měřit na vybraných místech polohu Slunce?

Úloha č.4 (5 bodů)

„Pohodlné“ světlo

Optika ve starověkém Řecku (a ještě dlouho poté) byla optikou v dnešním slova smyslu geometrickou. Platnost jejích základních pravidel – zákona přímočarého šíření světla v homogenním prostředí a zákona odrazu světla – vypožadovali tamější vzdělanci velmi brzy. Uběhlo však několik století, než oba dílčí poznatky zobecnil Herón z Alexandrie (asi 1. st. př. n. l.) v *princip nejkratší dráhy světla*.

- (a) Ukažte, že z principu nejkratší dráhy světla mezi dvěma danými body homogenního prostředí skutečně vyplývá zákon přímočarého šíření světla i zákon odrazu (pro jednoduchost uvažujte pouze o rovinném zrcadle).
- (b) Užitím principu nejkratší dráhy světla dokažte, že zrcadlo ve tvaru rotačního paraboloidu soustředí svazek paprsků rovnoběžných s osou do jediného bodu, a naopak, paprsky vycházející z tohoto bodu tvoří po odrazu od zrcadla rovnoběžný svazek. Uveďte rovněž příklady použití parabolických zrcadel.

Návod:

Úlohu vyřešte nejprve v rovině a potom svoji úvahu zobecněte. Nepouštějte se přitom do žádných složitých výpočtů, pouze si uvědomte, jak je definována parabola.

Poznámka:

Traduje se, že obránci Syrakus na radu Archiméda soustředili pomocí zrcadel sluneční paprsky na plachty nepřátelských římských lodí a tím je zapalovali.

- (c) Platí v rámci geometrické optiky Herónem formulovaný princip nejkratší dráhy světla obecně?

Úloha č.5 – prémiová

A přece se točí!

Pozadí slavného výroku Galilea Galileiho (1564 – 1642) bychom opět mohli hledat ve starověkém Řecku. Již tam se totiž objevují dva po staletí soupeřící modely sluneční soustavy: soustava geocentrická a soustava heliocentrická.

Heliocentrismus, hlásající, že kromě ročního pohybu kolem Slunce se Země navíc otáčí kolem své osy, byl často napadán. Jedna z nejznámějších argumentací spočívala v tom, že předmět volně puštěný z věže by měl dopadnout o mnoho a mnoho metrů západněji od paty věže, což je v rozporu s pozorováním.

- (a) Vysvětlete a posuďte uvedenou argumentaci proti pohybu Země.
- (b) Bylo by možné právě na základě studia pohybů těles v tíhovém poli Země prokázat její rotaci? Pokud ano, navrhnete příslušný experiment a vysvětlete jeho podstatu.