

21. ročník, úloha V. P ... rámatřesení (4 body; průměr 2,46; řešilo 24 studentů)

Úspěšně ses dostal na povrch Rámy. Z ničeho nic se Ráma několikrát otrásl a zdá se ti, že se změnila rychlost jeho rotace. Tato otázka tě velice tíží. Navrhni proto několik způsobů, jak bys změněnou periodu rotace určil. *Zamyslel se Martin Formánek.*

Nejjednodušší způsob, který určitě napadne každého jako první, je pokusit se změřit odstředivé zrychlení a u povrchu Rámy. Ze známých vzorečků pro rotující soustavy

$$a = \frac{v^2}{R}, \quad v = \omega R$$

snadno dostaneme, že nová perioda rotace Rámy je

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{R}{a}}.$$

Metod pro určení zrychlení a je mnoho. Prakticky můžeme použít jakýkoliv vztah, který známe ze Země, ve kterém vystupuje tíhové zrychlení. Průzkumníkům Rámy by tedy stačilo vyrobit si matematické kyvadlo. Hodně z vás navrhovalo měřit odstředivé zrychlení přímo, pomocí stopek. Tato metoda je však velmi nepřesná. Měření doby pádu tělesa bez optoelektronických prvků by nám dalo jen velmi hrubý odhad odstředivého zrychlení. Pouštění těles z větších výšek by zase poněkud zkomplikovalo výpočet, protože bychom museli uvažovat, že těleso odlétá po tečně k rotaci v daném místě. (Více se o tomto problému pojednává v úloze V.2.) Navíc ani u nás na Zemi se tato metoda k stanovení velikosti tíhového zrychlení nepoužívá.

Odstředivé zrychlení Rámy můžeme také jednoduše zjistit pomocí libovolných vah (až na ty rovnoramenné). Stačí totiž znovu zvážit libovolné těleso známé hmotnosti. Poměr pozemské a nové hmotnosti bude odpovídat podílu tíhového zrychlení Země s odstředivým zrychlením Rámy. Improvizované váhy si můžeme vyrobit i pomocí pružiny, jenom musíme nějakou metodou změřit její tuhost. Způsobů, jak to provést, aniž bychom použili tíhu nějakého tělesa, vás jistě napadne nepřeborně. Stačí vyrobit jakoukoliv sílu o známé velikosti, ať už elektrickou, magnetickou nebo jinou.

Máme však i možnosti, jak určit novou periodu rotace přímo. Jednou z nich je použití setrvačnicku. Roztočený setrvačnick totiž zachovává rovinu rotace vůči venkovnímu pozorovateli. Stačilo by tedy dívat se na setrvačnick a změřit dobu, za kterou vykoná obrátku. Setrvačnick by však musel být upevněn tak, aby mu bylo umožněno volné natáčení. Takovému uchycení říkáme Cardanův závěs. Dalším způsobem z této kategorie je zaměřit se na libovolný pevný bod mimo Rámu. Pokud Ráma není dostatečně odstíněná (bohužel jeho plášť funguje jako Faradayova klec), můžeme detekovat zdroje libovolného záření z vnějšku. Přínejhorším ho můžeme vždy opustit a zjistit, jak je to doopravdy.

Jak je vidět z první úlohy, uspořádání Rámovy atmosféry je závislé na periodě rotace. Teoreticky by tedy mohlo pomoci změřit nový tlak vzduchu u povrchu nebo i jinde. Prakticky to však bude horší, protože atmosféra se přeuspořádá až po určitém čase! Při roztáčení sklenice s vodou vytvoříte vír až po chvíli úsilí. Stejně tak rotující povrch Rámy bude strhávat atmosféru postupně a mnohem pomaleji než u analogie s vodou, protože vzduch má mnohem menší viskozitu. Každopádně změna rotace Rámy vyvolá uvnitř pěknou vichřici a je otázka, za jak dlouho budou údaje o tlaku vzduchu odpovídat nové periodě rotace, o přesnosti ani nemluvě.

Martin Formánek

martin@fykos.mff.cuni.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty UK MFF. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci UK MFF a podporován Ústavem teoretické fyziky UK MFF, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.