

12. ročník, úloha VI. P ... gravitace (5 bodů; průměr ?; řešilo 25 studentů)

Už od pradávna se lidé zabývali pozorováním oblohy a později pohybem planet okolo Slunce. Jak se to historicky odehrálo, asi všichni znáte. Tycho de Brahe sledoval mnoho let pohyby planet a zhotovil rozsáhlé tabulky. Z nich vyšel Kepler a objevil své zákony. Těch využil Newton, lépe pochopil podstatu těchto zákonů a dospěl ke krásnému vztahu

$$F_g = \kappa \frac{mM}{r^2}.$$

Takto popisujeme pouze pohyb planet okolo Slunce. Můžeme říci, co vyvolává tuto sílu? Tímto se zabýval i Newton a nakonec se uspokojil poznáním toho, co se odehrává, bez znalosti mechanismu. Dodnes jej nikdo neobjevil. Bylo navrženo více mechanismů gravitace. Jeden ze zajímavých je tento

Představte si, že v prostoru je velké množství částic, které se pohybují velkou rychlostí ve všech směrech a jsou málo absorbované při průchodu hmotou. Když jsou pohlcené Zemí, předávají jí hybnost. Když je těch, které jdou jedním směrem, stejně jako těch z opačného směru, jsou hybnosti vyvážené. Když se k Zemi přiblíží Slunce, jsou částice přicházející na Zemi přes Slunce částečně absorbovány a ve směru od Slunce jich přichází méně než z opačné strany. Země proto získá hybnost směřující k Slunci.

Na vás je, abyste ověřili, jestli je taková gravitační síla nepřímou úměrná čtverci vzdálenosti (uvažujte dvě koule, kde jedna je mnohem menší než ta druhá — stačí přibližně). Jak asi tušíte, tento mechanismus gravitace není správný. Zkuste přijít na to, kde selhává. Návod: najdete chybné důsledky.

Nejprve spočteme, jak tato síla závisí na vzdálenosti r . Uvažujme dvě koule, kde první je mnohem menší než ta druhá a vzdálenost obou koulí je mnohem větší než poloměr druhé koule. Jaká síla působí na menší kouli? Do menší koule narážejí částice ze všech stran, kromě prostorového úhlu vyfátého druhou, větší koulí. Odtamtud sice také přilétávají částice, ale je jich podstatně méně než z jiných směrů, protože větší koule jich hodně absorbuje. Pro jednoduchost budeme předpokládat, že pro všechny paprsky v prostorovém úhlu pohltí koule stejné množství částic. Ve skutečnosti pohltí více částic u paprsku procházejícího středem koule, než u paprsku jdoucího dál od středu (větší tloušťka materiálu). Síla je tedy přibližně přímo úměrná prostorovému úhlu Ω a ten je roven S_2/r^2 (S_2 je průřez druhé koule). Tímto jsme ukázali, že naše nová gravitační síla je nepřímou úměrná čtverci vzdálenosti. Někdo by mohl namítat, že tato síla nezávisí na hmotnosti. Tak to ale není, protože tělesa s větší hustotou budou pohlcovat více částic.

Nyní se podívejme na některé chybné důsledky této teorie. Co se bude dít s tělesem, které se pohybuje? Do takového tělesa bude narážet víc částic zepředu než zezadu. Je to stejné, jako když běžíte v dešti. Proto by se pohybující tělesa zpomalovala, až by nakonec zastavila. Takto by se musely zpomalovat i planety obíhající okolo Slunce, ale to nepozorujeme. Proto je tato teorie neplatná.

Další chybný důsledek je například tento: Mějme nějakou obdélníkovou desku, kterou umístíme do homogenního pole kolmo na siločáry. Za homogenní můžeme považovat třeba pole u povrchu velké koule. Zvolme tloušťku desky tak, aby absorbovala polovinu částic, které na ni dopadají. Přes desku tedy projde také polovina částic. Co se stane, přehneme-li desku na polovinu? Celková hmota se nezmění. Ale do desky narazí už jen polovina z předchozího množství částic a z nich polovina projde přes první část dvojité desky a z té poloviny zase jen polovina prolétne ven za desku. Celkem tedy projde jedna polovina plus jedna osmina z původního

množství částic. Tedy aniž bychom měnili množství hmoty, změnila se gravitační síla. To je spor.

Jakub Černý