

Cavendishův pokus: Měření gravitační konstanty

J.Macháček- Gymnázium Jesení, najkecahcam@seznam.cz

Z.Mouchová- Gymnázium Václava Hraběte,

mouchova.zuzana@seznam.cz

J.Nowaková- Gymnázium Třinec, janka.nowajda@email.cz

Abstrakt :

Pokus je zaměřen na naměření gravitační konstanty pomocí Cavendishových torzních vah. Konstanta je důležitá k určení síly působící mezi dvěma tělesy a dá se využít i ke zjištění hmotnosti vesmírných těles, známe-li tíhové zrychlení v jejich okolí.

1 Úvod

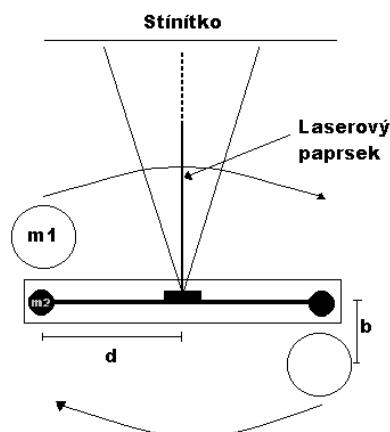
Od doby, kdy Isaac Newton odvodil gravitační zákon $F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$ pro působící sílu mezi

dvěma tělesy, bylo známo, že existuje jistá konstanta G, která je pro určení této síly důležitá. Na její přesnější naměření se ale čekalo až do roku 1789, kdy Henry Cavendish provedl pokus na torzní soustavě a podařilo se mu G určit tak přesně, že na lepší výsledek se čekalo ještě dalších 100 let. Svůj pokus nazval „Vážení Země“, protože přesné určení gravitační

konstanty G umožnilo poměrně přesně určit hmotnost Země $M_Z = g \cdot \frac{R^2}{G}$, za pomoci známého tíhového zrychlení g a poloměru Země R.

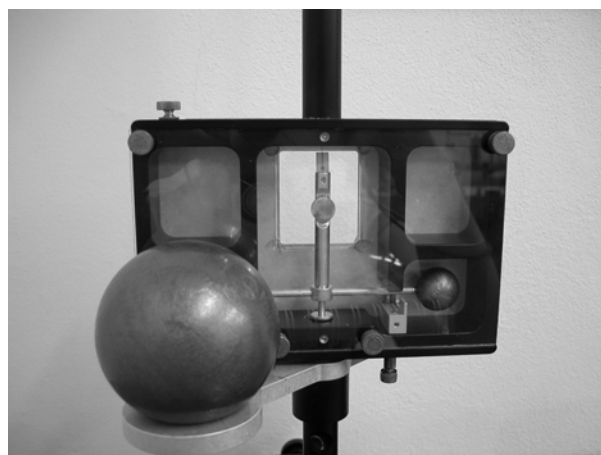
2 Popis pokusu

K pokusu byly použity Cavendishovy torzní váhy, skládající se ze dvou malých olovených kuliček na osičce se zrcátkem, které jsou zavěšeny na torzním vlákně. Tato část je uzavřena, aby zde nedocházelo k ovlivňování z okolí a odvedena statická elektřina, která by byla větší než působící síly. K této soustavě je připojena soustava dvou větších olovených koulí o hmotnosti 1,5 kg. Přibližováním větších koulí ke koulím menším dochází k rozkmitání menších koulí. Laserovým paprskem dopadajícím na zrcátko umístěné na torzním vlákně můžeme na stínítku pozorovat okamžitou výchylku. Stínítko bylo umístěno ve vzdálenosti 6 m od přístroje.





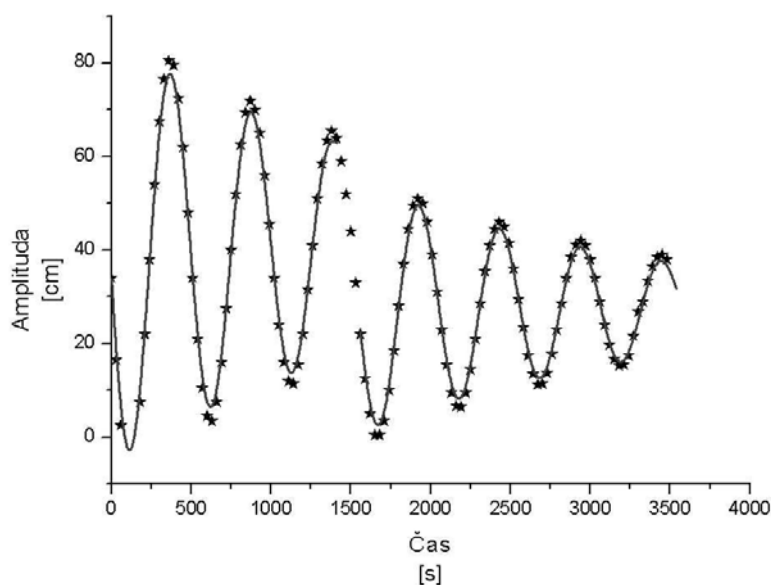
celkové uspořádání experimentu
(stínítko mimo pohled)



detailní pohled na torzní váhy

3 Graf a výpočty

Z naměřených hodnot jsme sestavili graf, který jsme následně proložili abychom mohli určit periodu a střední hodnotu kmitání pohybu laserového odrazu na stínítku.



obrázek 1 - graf kmitání paprsku

Střední hodnoty kmitání v jedné a druhé poloze jsou 39,95 cm, respektive 27,62 cm. Perioda kmitání se pohybuje kolem hodnoty 507 s.

$$G = \pi^2 \Delta S b^2 \frac{(d^2 + 2/5 r^2)}{T^2 m_1 L d} \approx 5,64 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

s opravou přitahování vzdálenější koule $G = G_0 / (1 - b) = 5,92 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$.

Použité hodnoty ve vzorcích :

- $\Delta S = 39,95 - 27,62 = 12,33 \text{ cm}$... rozdíl středních hodnot po změně polohy velkých koulí
- $b = 46,5 \text{ mm}$... vzdálenost těžišť velké a malé koule
- $d = 50 \text{ mm}$... vzdálenost těžiště malé koule od osy zrcátka
- $r = 9,55 \text{ mm}$... poloměr malé koule

- $T = 507 \text{ s}$... perioda kmitání
- $L = 6,16 \text{ m}$... vzdálenost zrcátka od stínítka
- $m_1 = 1,493 \text{ kg}$... hmotnost velké koule

4 Shrnutí

Experimentálně jsme naměřili hodnotu gravitační konstanty G jako $5,92 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$. Hodnota se liší od tabulkové ($6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$) v důsledku nepřesnosti měření. Vzhledem k vysoké citlivosti torzních vah byl experiment ovlivněn i drobnými otřesy způsobenými kolegy a ruchem na ulici.

5 References

[1] *Gravitational torsion balance* [online].[cit.13-06-2006].URL :
<<http://rumcajs.fjfi.cvut.cz/fyzport/FundKonst/Cavendish/CavendishEn.pdf>>