MERANIE HMOTNOSTI TELESA POMOCOU PRUŽINOVÉHO OSCILÁTORA

Úvod (motivácia)

Ak chceme niečo odvážiť, použijeme váhu – napríklad v kuchyni. Ale čo ak máme k dispozícii len pružinu? Ako zistíme hmotnosť telesa len pomocou takej jednoduchej pomôcky?

Na začiatok si zopakujme, že ak na pružinu zavesíme teleso, pružina sa predĺži o dĺžku *y*, a my viem, že predĺženie je priamo úmerné hmotnosti telesa (resp. tiažovej sile pôsobiacej na pružinu). Konštantou úmernosti je tuhosť pružiny *k*, pričom pre elastickú silu platí: $F = -ky$. Znamienko mínus znamená, že sila *F* je orientovaná opačne ako smer pohybu a snaží sa pružinu vrátiť do pôvodnej polohy. Možno to ide aj elegantnejším spôsobom, kedy nebudeme musieť merať predĺženie pružiny – čo ak pružinu so závažím rozkmitáme? Môžeme určiť hmotnosť závažia, ak zmeriame priebeh kmitania pružinového oscilátora?

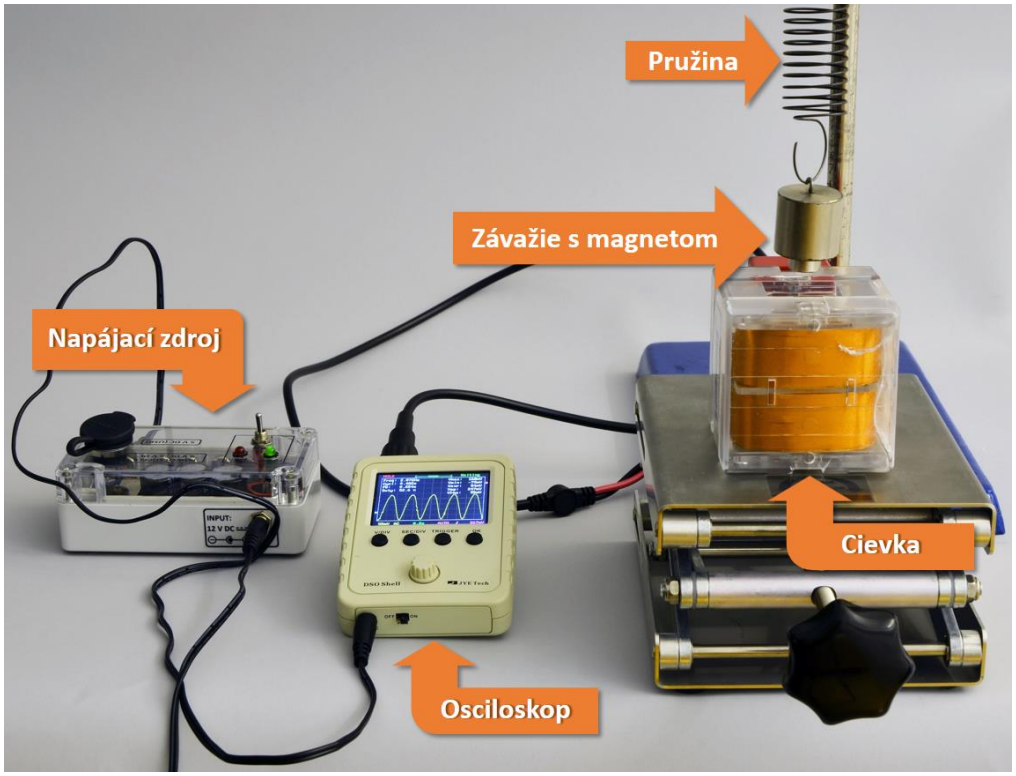
Cieľ merania

Cieľom experimentu je určiť hmotnosť závažia pomocou známej hodnoty tuhosti pružiny s využitím elektromagnetického senzora – cievky a neodýmového magnetu.

Postup merania

Experimentálnu zostavu tvorí napájací zdroj s adaptérom, osciloskop, pružina so známou tuhosťou, závažie s magnetom a školská cievka (napr. s 12 000 závitmi).

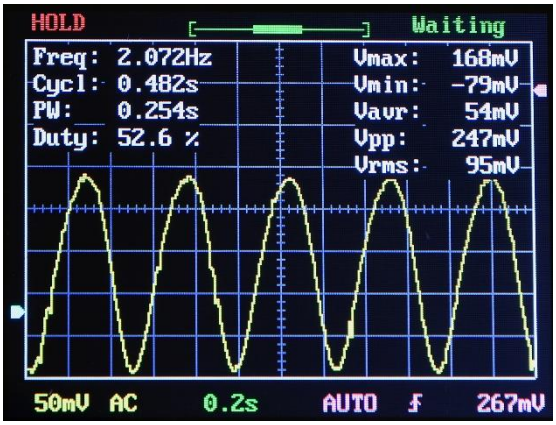
Do napájacieho zdroja pripojte osciloskop a nemu cievku. Na pružinu zaveste závažie s neznámou hmotnosťou a s magnetom (jeho hmotnosť by sme mali poznať). Závažie potiahnite z rovnovážnej polohy smerom nadol o 1 až 2 cm a nechajte ho kmitať nad cievkou tak, aby sa jej nedotýkalo.



Zapnite osciloskop, nastavte ho do režimu spúšťania AUTO, časovú základňu na 0,2 s/div a vertikálny zosilňovač na 50 mV/div – ide o predpokladané hodnoty, ktoré závisia od vlastností použitej pružiny a cievky, ako aj od hmotnosti závažia. Zaznamenajte priebeh kmitania vytvoreného pružinového oscilátora.

Analýza merania

Periodická zmena pohybu magnetu nad cievkou vyvoláva vznik indukovaného napätia v cievke. Vďaka tomu môžeme pohyb magnetu nad cievkou zaznamenať osciloskopom, ako vidieť na obrázku.



Keďže pre periódu kmitania pružinového oscilátora platí:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{k}{m}} \quad ,$$

môžeme hmotnosť závažia (spolu s magnetom) určiť podľa vzťahu:

$$m = \frac{T^2 k}{4\pi^2} \quad .$$

Tuhosť použitej pružiny je 20 Nm^{-1}, pri perióde T = 0,48 s vychádza hmotnosť závažia m = 117,7 g. Použité bolo 100 g závažie, zvyšok predstavuje hmotnosť magnetu.

Pokiaľ tuhosť pružiny nepoznáme, môžeme ju podobným spôsobom určiť, a to s pomocou závažia so známou hmotnosťou.

Podobné „pocity“ ako závažie na pružine môže zažiť človek pri bungee jumpingu. Po skoku sa elastické lano maximálne napne a človek je ťahaný smerom nahor. Potom opäť zvíťazí tiažová sila a smeruje k zemi. Človek postupne kmitá ako závažie zavesené na pružinke, až kým sa pohyb nezastaví. Prevádzkovatelia musia pritom dbať na kvalitu lana, ktoré sa predlžuje aj o desiatky percent. Pred skokom musia poznať skokanovu hmotnosť, aby vedeli určiť predĺženie lana.