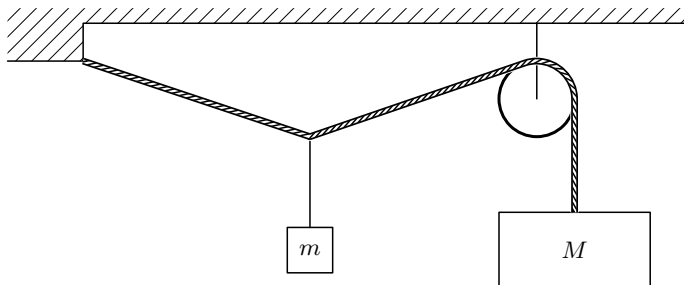


Úloha VI.E ... Provázku prohni se

7 bodů; průměr 4,88; řešilo 24 studentů

Vemte si pevnější provázek. Na jednom konci ho upevníte, na druhý konec připevníte závaží o hmotnosti $M = 1 \text{ kg}$ (1 kg váží například 1 l vody). Pak provázek vodorovně napněte, viz obrázek. Vaším nelehkým úkolem bude měřit, o jakou vzdálenost h se provázek prohne, pokud na napínanou část provázku pověsíte závaží o různých hmotnostech m tak, aby se závaží nacházelo ve středu prohýbaného provázku. Naměřené hodnoty (alespoň pro pět různých hmotností m) pak zakreslete do grafu závislosti h na m , ve kterém vyznačíte osy a na nich všechny potřebné údaje.



Na úvod sa na problém pozrieme z teoretického hľadiska. Keďže lanko je typicky omnoho ľahšie ako závažia m a M , môžeme jeho vlastnú hmotnosť zanedbať a uvažovať, že lanko reaguje len na silu, ktorou ho napína závažie s hmotnosťou M .

Aby lanko takéto závažie udržalo, musí byť napínané práve silou, ktorou je veľké závažie priťahované k zemi, teda silou o veľkosti $F = Mg$. A keďže je lanko pevné, rovnakou silou bude napínané pozdĺž celej svojej dĺžky, teda aj v bode, v ktorom je prehnuté.

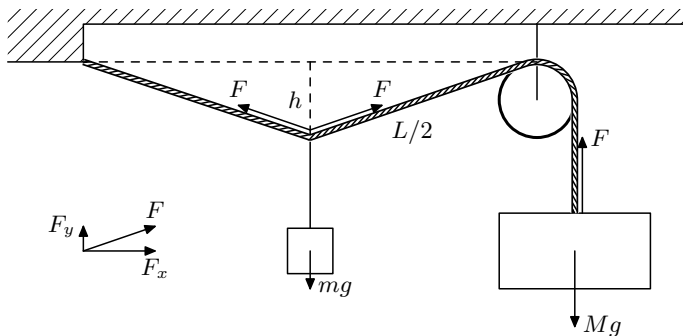
V bode prehnutia teda pôsobia dokopy tri sily: dve napätové sily o veľkosti F a tiažová sila menšieho závažia, mg . Sily F pôsobia „symetricky“ vzhľadom na vertikálnu os y , takže vo vodorovnom smere sa sily vyrovnávajú automaticky. V zvislom smere proti sebe pôsobia sila mg a zvislé zložky síl F . Prezradíme vám, že tieto zložky majú veľkosť $F_y = 2Mgh/L$ (viď obrázok 1).¹ V rovnováhe teda platí

$$mg = 2 \cdot \frac{2Mgh}{L}, \quad \Rightarrow \quad h = \frac{Lm}{4M}.$$

Z vyjadrenia poklesu h je vidieť, že je *priamo úmerný* hmotnosti m . A vieme, že graf priamej úmery je priamka – závislosť v tvare priamky by sme teda mali očakávať aj od výsledkov experimentu.

Experiment bol pomerne jednoduchý. Podľa zadania sme lanko napli fľašou s litrom vody. K stredu vodorovnej časti lanka sme pripevnili pravítko, aby sme mohli spoľahlivo odčítavať pokles h . Závažie m sme realizovali pomocou háčiku z drôtu, ktorý držal vrečko s presne naváženou múkou. Po rýchlej príprave sme rovnako rýchlo zmerali pokles pre 5 rôznych hmotností závažia, viď tabuľku.

¹Všimnime si, že pravouhlý trojuholník, ktorý vznikne poskladaním síl F , F_x a F_y , je podobný (má rovnaké vnútorné uhly) trojuholníku so stranami $L/2$, h a ich vodorovnou spojnicou. Keďže jeden trojuholník je len „zmenšeninou“ druhého (je mu podobný), platí, že pomer strán F_y/F bude rovnaký, ako pomer $h/(L/2)$. Z rovnosti týchto pomerov vidíme, že vskutku platí $F_y = 2Mgh/L$.



Obr. 1: Obrázok situácie s dokreslenými veľkosťami síl. Vľavo je znázornený rozklad sily s veľkosťou F na zvislú (F_y) a vodorovnú (F_x) zložku.

Tabulka 1: Namerané hodnoty.

meranie	1	2	3	4	5
m [g]	100	200	300	400	500
h [cm]	1,1	2,5	3,7	4,9	6,3

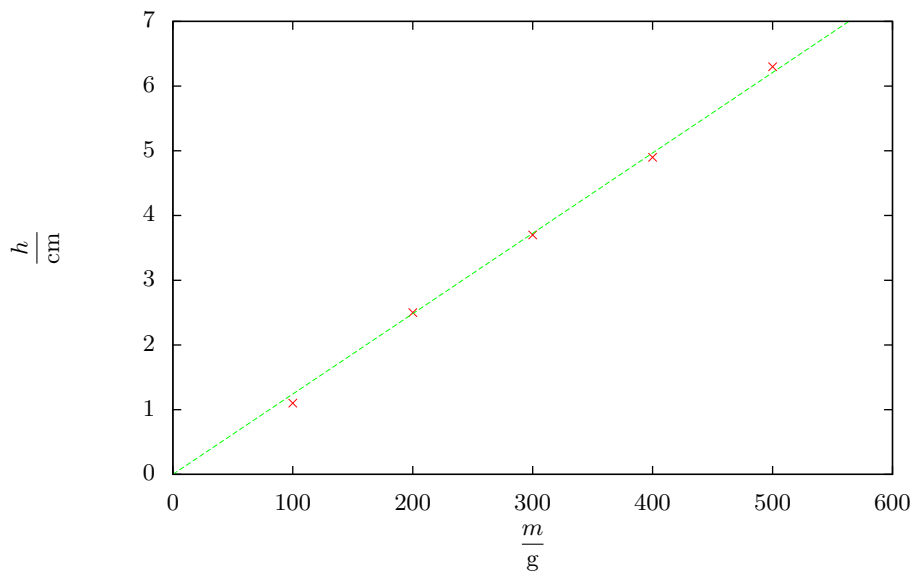
Nakoniec sme zostrojili graf 2 závislosti h na m , tzn. na vodorovnú os sme vyniesli hodnoty hmotnosti m (v správnej mierke a v správnych jednotkách), na zvislú os zasa vzdialenosti h . Ako vidno, závislosť sa naozaj podobá na priamku, preto sme ju aj jednou priamkou preložili (odborne povedané, závislosť sme *nafitovali*), čím sme úspešne overili náš výpočet. Hurá!

Patrik Švančara

pato@vyfuk.mff.cuni.cz

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported. Pro zobrazení kopie této licence, navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.



Obr. 2: Graf závislosti h na m . Všimněte si, že osi sú pomenované (spolu s jednotkou) a očíslované.