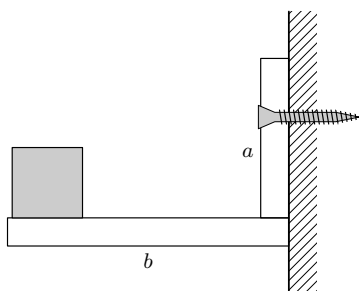


Úloha VI.2 ... Kvalitní police

5 bodů; průměr 4,24; řešilo 54 studentů



Obr. 1: Schéma police – druhý šroub je za šroubem na obrázku

Paťo zjistil, že na koleji už nemá žádné volné místo, a tak si pořídil polici, která vypadá jako na obrázku. Na zdi ji drží dva šrouby – každý z nich se ve stěně udrží, není-li z ní vytahován silou větší než 400 N. Jaké největší závaží může Paťo položit na okraj police, aniž by spadla ze zdi?

Předpokládejte, že police je velmi pevná, a přesto skoro nic neváží. Rozměry police jsou $a = 36$ mm (zespodu po šroub), $b = 24$ cm.

Ak bude policia zatažená hmotnosťou, ktorú ešte udrží, znamená to, že sa zo steny nevytrhne. To znamená, že na stene zotrvá nehybne – v pokoji. Z hľadiska fyziky ale vieme, že teleso, ktoré je v pokoji, splňuje 2 podmienky:

- súčet pôsobiacich síl je nulový (teleso v žiadnom smere nezrýchľuje),
- a súčet momentov pôsobiacich síl je nulový (teleso sa neotáča).

S prvou podmienkou toho veľa nenarobíme, pretože okrem tiažovej sily závažia a sily, ktorou pôsobia na policu šrouby, pôsobí na policu aj samotná stena. Túto silu ale nepoznáme, a preto využijeme druhú podmienku.

Moment sily vypočítame jednoducho, ako súčin pôsobiacej sily a kolmej vzdialenosti od osi otáčania (túto vzdialenosť nazývame rameno). Keďže nehybná policia sa celkovo neotáča, neotáča sa okolo žiadnej osi – preto si os otáčania môžeme zvoliť v ľubovoľnom bode. Tento bod vyberieme presne tam, kde by sme to všetci čakali – v rohu police.

A prečo? Uskutočnime nasledujúcu úvahu: predstavme si reálnu policu, na ktorú položíme závažie. Toto závažie bude tlačiť na vodorovnú dosku police. To ale bude vplývať na šrouby, ktoré budú zo steny vyťahované. Prirodzený bod, v ktorom tlačí policia na stenu, je práve v jej rohu.

Ak zvolíme os otáčania v tomto bode, rameno neznámej tlakovej sily police bude nulové, a o túto silu sa nemusíme vôbec starať. Toto je aj dobrá rada do budúcnosti: os otáčania treba vždy voliť tak, aby sme sa zbavili čo najväčšieho počtu síl – problém sa často výrazne zjednoduší. Nulové rameno majú všetky sily, ktoré začínajú v bode otáčania, smerujú priamo od neho alebo priamo k nemu.

Vráťme sa ale k nášmu problému. Zostali nám už len dve sily: tiaž závažia $F_g = mg$ a maximálna sila, ktorá drží šrouby, $F = 2 \cdot 400$ N. Tieto sily majú voči nášmu bodu otáčania ramená b a a (v tomto poradí). Sila F_g (resp. jej moment) sa snaží otočiť policu proti smeru hodinových ručičiek, v opačnom smere sa o to usiluje moment sily F . Policia zostane v pokoji, pokiaľ budú tieto dva momenty rovnaké

$$F_g b = F a.$$

Ak si rozpíšeme silu F_g , vieme vyjadriť maximálnu hmotnosť, ktorú policia vydrží. Pri dosadzovaní nemôžeme zabudnúť na správnu premenu jednotiek

$$m = \frac{Fa}{gb} = \frac{800 \text{ N} \cdot 0,036 \text{ m}}{10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot 0,24 \text{ m}} = 12 \text{ kg}.$$

Všimnime si, že sme pre jednoduchosť dosadili za gravitačnú konštantu zahokrúhlenú hodnotu $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Presnejšie hodnoty sme použiť nepotrebovali: náš výpočet je totiž len prvé priblíženie problému, v skutočnosti je situácia okolo presného rozloženia síl, ktoré pôsobia medzi policou a stenou komplikovanejšia. Do úvahy sme nebrali ani to, že závažie nepôsobí úplne na okraji police a že sila od šroubov nie je presne kolmá. Presný výsledok sa ale od nášho bude líšiť len o malú hodnotu.

Patrik Švančara
patrik@vyfuk.mff.cuni.cz

Petr Pecha
xlfd@vyfuk.mff.cuni.cz

Fyzikální korespondenční seminář 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/>.