

Úloha VI.2 ... shnilé jablko

3 body; průměr 2,22; řešilo 63 studentů

Jarda našel po FYKOSím soustředění ve svém batohu jablko, které už nebylo v dobrém stavu. Hodil ho do nízkého koše na kuchyňský odpad vzdáleného 1,0 m a samozřejmě se trefil. Jablko házel vodorovně z výšky 0,5 m, dopadlo na rozmezí stěny a dna koše, kde se rozpláclo. Koš o hmotnosti 910 g se po dopadu jablka posunul o vzdálenost 5 cm. Jaký je koeficient tření mezi podlahou a košem? Jablko má hmotnost 230 g. *Jarda zase zapomněl sníst svačinu.*

Úloha má tři části – let jablka vzduchem, srážka s košem a brždění koše vlivem tření s podlahou. Označme $m = 230$ g hmotnost jablka a $M = 910$ g hmotnost koše.

Srážku jablka a koše vyřešíme pomocí zákona zachování hybnosti. Ta se pro izolovanou soustavu nemění. Před nárazem byla rovna vodorovné rychlosti jablka vynásobené jeho hmotností, tedy $p = mv_x$. Po dopadnutí jablka do koše budou mít oba předměty stejnou rychlost, protože srážka je nepružná (jablko se rozpláclo). Jejich hybnost tak bude $p = (m + M)u$. Odtud najdeme jejich energii jako

$$E_k = \frac{1}{2} (m + M) u^2 = \frac{p^2}{2(m + M)} = \frac{m^2 v_x^2}{2(m + M)}.$$

Tato kinetická energie se přemění kvůli tření a koš s jablkem zastaví. Ze zákona zachování energie platí

$$f = \frac{E_k}{(m + M)gd} = \frac{m^2 v_x^2}{2(m + M)^2 gd},$$

kde $d = 5$ cm je posunutí koše.

Zbývá nám ještě dosadit za rychlost

$$v_x = \frac{D}{t} = \frac{D}{\sqrt{\frac{2h}{g}}},$$

kteou jsme našli z charakteristik vrhu jablka. Vrh byl vodorovný a jablko spadlo o $h = 0,5$ m ve vzdálenosti $D = 1,0$ m.

Konečný vztah pro koeficient tření tak je

$$f = \frac{m^2 D^2}{4(m + M)^2 hd} \doteq 0,4.$$

Zaokrouhlili jsme výsledek na jednu platnou cifru. Jednak je to z důvodu, že hodnota 5 cm v zadání je také jen na jednu platnou cifru, ale také je to z celkového zadání „experimentu“. V praxi bychom totiž *metodou shnilého jablka* asi jen těžko naměřili koeficient tření s přesností na setiny.

Jaroslav Herman
jardah@fykos.cz

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

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