

Úloha V.3 ... Destruktivní medicínbal

6 bodů; (chybí statistiky)

Martinovi se jednoho dne podařilo vyhodit medicínbal o hmotnosti 5 kg až ke stropu tělocvičny. Záhy si však uvědomil následky svého činu a pokusil se ho tedy zpomalit, aby zamezil hlučnému dopadu na podlahu. Předpokládejte, že Martin zachytí medicínbal ve výšce 2,3 m nad podlahou a následně jej konstantní silou zpomaluje, dokud se zcela nezastaví těsně nad zemí. Jakou silou musí Martin při zpomalování působit na medicínbal? Výška tělocvičny je 10 m. Rozměry medicínbalu zanedbejte.

Martin musí „zabrzdit“ kinetickou energii míče a zároveň vyrovnat jeho tíhovou sílu, aby ho zastavil ještě nad zemí. Medicínbal samotný padá z výšky $H = 10$ m, kde má nulovou kinetickou energii. Během pádu se pak jeho potenciální energie postupně přeměňuje na kinetickou energii. V každé chvíli bude tedy jeho kinetická energie odpovídat rozdílu potenciálních energií ve výšce H a ve výšce, kde se právě nachází. Pro potenciální energii platí:

$$E_p = mgh$$

Ve výšce, kde Martin míč zachytí, bude mít míč kinetickou energii

$$E_k = mgH - mgh = mg(H - h).$$

Martin na dráze $h = 2,3$ m míč zabrzdí působením konstantní silou F_k . Musí tedy vykonat práci rovnou energii medicínbalu E_k , z čehož plyne vztah

$$F_k = \frac{E_k}{h} = mg \frac{H - h}{h}.$$

K síle F_k , kterou musí Martin vynaložit na „zabrzdnění“ míče, musíme ještě přičíst tíhovou sílu $F_G = mg$ působící na míč, kterou Martin musí po celou dobu překonávat.

$$F = F_G + F_k = mg + mg \frac{H - h}{h} = mg \frac{H}{h}$$

K tomuto výsledku také můžeme dospět přímo, pokud si uvědomíme, že aby Martin zastavil míč těsně nad zemí, musí mít v tu chvíli míč nulovou kinetickou energii. Pokud uvažujeme, že potenciální energie míče v úrovni podlahy je nulová, tak to znamená, že jeho celková energie bude nulová. Aby ho tedy zastavil, musí Martin vykonat práci rovnou jeho počáteční potenciální energii, která je $E_0 = mgH$, z čehož již snadno dostáváme výsledek. Zbývá už jen dosadit

$$F = 5 \text{ kg} \cdot 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \cdot \frac{10 \text{ m}}{2,3 \text{ m}} \doteq 213 \text{ N}$$

Martin tedy musí působit proti pohybu míče konstantní silou o velikosti 213 N.

Jakub Savula

savula@vfuk.mff.cuni.cz

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími 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/>.