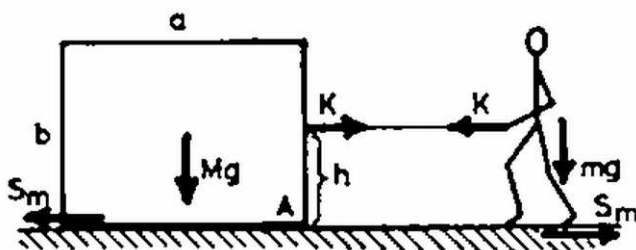


A  $m$  tömegű ember egy helyben állva húzza a ládát; rá a kötél ellenereje ( $K$ ) és a súrlódási erő ( $S_m$ ) hat (1. ábra).



1. ábra

A nyugalom feltétele:

$$(1) \quad K - S_m = 0.$$

Erről a súrlódási erőről tudjuk, hogy

$$(2) \quad S_m \leq \mu mg.$$

Vizsgáljuk azt az esetet, amikor a láda már egyenletes mozgással mozog. Ekkor

$$(3) \quad K - S_M = 0,$$

ahol  $S_M = \mu Mg$ , a ládára ható súrlódási erő. Összehasonlítva az (1) és (3) egyenletet, kapjuk, hogy

$$S_M = S_m,$$

vagy beírva a súrlódási erőkre fennálló összefüggéseket:

$$\mu Mg \leq \mu mg.$$

Tehát az ember akkor tudja elhúzni a ládát, ha tömege nagyobb a láda tömegénél, feltéve, hogy a láda nem borul fel. A láda akkor nem borul fel, ha a  $Mg$  erőnek az  $A$  pontra vonatkozó forgatónyomatéka nagyobb a  $K$  kötél erő ugyanezen pontra vonatkozó forgatónyomatékánál:

$$Mg(a/2) \geq Kh.$$

(3)-ból megkapjuk a kötél erőt:

$$K = \mu Mg.$$

A borulás nélküli húzás feltétele ezzel:

$$Mg(a/2) \geq \mu Mgh.$$

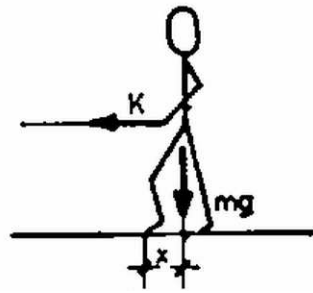
Ebből  $\mu$ -re vagy  $h$ -ra kaphatunk feltételt:

$$\mu \leq a/(2h), \quad \text{vagy} \quad h \leq a/(2\mu).$$

Tehát, ha az ember tömege nagyobb, mint a ládáé, és a fenti feltételek teljesülnek, az ember képes a láda egyenletes sebességgel való húzására úgy, hogy a láda ne dőljön fel.

Genczler Péter (Pécs, Zipernovszky K. Szakközépisk., II. o. t.) és  
Fodor Gyula (Budapest, Móricz Zs. Gimn., II. o. t.)  
dolgozata alapján

*Megjegyzések.* 1. A láda mozgatásánál az is fontos, hogy a ládát húzó ember fel ne dőljön.



2. ábra

Ha az első láb távolsága a súlyerő hatásvonalától  $x$ , akkor ennek feltétele (2. ábra):

$$\mu Mgh \leq mgx,$$

azaz

$$\mu \leq (x/h)(m/M) \quad \text{vagy} \quad x \geq (M/m) \cdot \mu \cdot h.$$

Az  $x$  mennyiség növelése érdekében szokás a nehéz tárgyakat szétterpesztett lábbal húzni.

*Drávucz Mariann (Szolnok, Verseghy F. Gimn., II. o. t.)*

2. Többen írták, hogy „megdőlvé nagyobb terhet lehet vontatni”. Belátható, hogy ez csak abban az esetben hasznos, ha

- a) a kötéll nem vízszintes,
- b) egyes terepeken az ember talpával mintegy „beásva” magát, a súrlódási együtthatót növeli meg ezzel. Jelen esetben azonban  $\mu$ -t állandónak tételeztük fel, a kötelet pedig vízszintesnek.