

Megoldás. Jelöljük az ajtó tömegét m -mel, szélességét ℓ -lel, vastagságát pedig d -vel. Az ajtó tehetetlenségi nyomatéka a tömegközéppontján átmenő függőleges tengelyre vonatkoztatva $\Theta_0 = \frac{m}{12}(\ell^2 + d^2)$, a tényleges forgástengelyére vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatéka pedig a Steiner-tétel értelmében $\Theta = \Theta_0 + m s^2 = \frac{m}{3}(\ell^2 + d^2)$, ahol

$$s = \sqrt{\left(\frac{\ell}{2}\right)^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2}$$

az ajtó egyik függőleges élénél levő forgástengely és a tömegközéppont távolsága. Az ajtó szögsebessége $\omega = v/\ell$ (v a megadott „becsapódási sebesség”), mozgási energiája pedig

$$E = \frac{1}{2} \Theta \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{3} (\ell^2 + d^2) \frac{v^2}{\ell^2} = \frac{1}{6} m v^2 \left(1 + \frac{d^2}{\ell^2}\right).$$

Mivel az ajtó vastagsága sokkal kisebb, mint a szélessége (a megadott tömegadatból vélhető, hogy d néhány cm lehet, ℓ pedig kb. 70-80 cm), d^2/ℓ^2 elhanyagolható az 1 mellett, és így a becsapódó ajtó mozgási energiája

$$E_m \approx \frac{1}{6} m v^2 = \frac{24 \text{ kg} \cdot (5 \text{ m/s})^2}{6} = 100 \text{ J}.$$

Az ajtó becsapásakor *legalább* ennyi munkát kell végeznünk, sőt, a tengelysúrlódás és a légellenállás miatt ennél biztosan többet.

()
dolgozata alapján

Tibori Tamás Tibold (Debrecen, Kossuth L. Gyak. Gimn., 10. o.t.)

Megjegyzés. A csapágysúrlódás pl. zsírozással eléggé lecsökkenthető, a légellenállást azonban nem „kapcsolhatjuk ki”. A légellenállás miatt végzendő többlet-munka nagyságrendjét könnyen megbecsülhetjük: az kb. a megmozgatott levegő mozgási energiájával egyenlő. Ha az ajtó szélességét kb. 0,8 m-nek, magasságát 1,8 m-nek vesszük, a levegő átlagos sebességét pedig $v/2$ -nek tekintjük, akkor a 90°-ban kinyitott ajtó becsapásakor végzett közegellenállási munka kb. 3–4 J. ()

(G. P.)