

Mivel a lufi álló helyzetben lebeg, az mg nagyságú nehézségi erő, valamint a $\rho_{\text{levegő}}Vg$ nagyságú felhajtóerő kiegyenlíti egymást:

$$mg = \rho_{\text{levegő}}Vg.$$

Vizsgáljuk az r sugarú körpályán mozgó lufira ható erőket. A fonalat feszítő, F nagyságú erő vízszintes síkban hat, és mivel a körpálya érintőjével mindig 45° -os szöget zár be, a fonálerő érintőirányú (tangenciális) komponense és a sugár irányú komponense ugyanakkora, nevezetesen $F/\sqrt{2}$ nagyságú. Hat még a lufira a sebességével ellentétes (tehát érintőirányú) közegellenállási erő.

Az egyenletes körmozgást végző lufi érintőirányú gyorsulása nulla, így a tangenciális erők egyensúlyban vannak:

$$\frac{F}{\sqrt{2}} = \frac{1}{2}kA\rho_{\text{levegő}}v^2 = \frac{1}{2}0,45 \cdot (20 \text{ cm})^2 \pi \rho_{\text{levegő}} r^2 \omega^2.$$

A sugárirányú erőkomponens biztosítja a centripetális gyorsulást:

$$\frac{F}{\sqrt{2}} = mr\omega^2 = \rho_{\text{levegő}} \frac{4}{3} (20 \text{ cm})^3 \pi \cdot r\omega^2.$$

Ebből a két egyenletből megkapjuk a körpálya sugarát:

$$r = \frac{\frac{4}{3} \cdot 20 \text{ cm}}{0,45 \cdot 0,5} \approx 118 \text{ cm} = 1,18 \text{ m}.$$

Varga Vázsony (Budapesti Fazekas M. Gyak. Ált. Isk. és Gimn., 11. évf.)

Megjegyzés. A közegellenállási erő lényegében abból származik, hogy a lufi mozgatása közben a közelében lévő (nagyjából a lufi térfogatával megegyező mennyiségű) levegőt is mozgásba kell hoznunk, és a megmozgatott levegő sebessége v nagyságrendű. (A „nagyjából” és a „nagyságrendű” kifejezések pontosítását az alaktényezőztől várhatjuk.)

A fenti megoldásban a centripetális erő kiszámításánál csak a lufi lendületének irányváltozását vettük figyelembe, a lufi által megmozgatott levegő hatásával nem törődünk. Egy egyenes mentén gyorsított testnél a környező levegő hatása úgy jelentkezik, mintha a test ún. „effektív tömege” (az a tömeg, ami a Newton-egyenletben szerepel) a valóságos értékénél nagyobb lenne, a különbség kb. a kiszorított levegő tömegével egyezik meg. Az a kérdés, hogy vajon az effektív tömeges leírás mód a körmozgásnál is alkalmazható-e (vagyis a centripetális erő képletébe is valamekkora effektív tömeget kell-e írunk) lényegesen meghaladja a középiskolai fizika szintjét, ezért ennek tárgyalását – természetesen – nem várjuk el a KöMaL megoldóitól sem.

(G. P.)