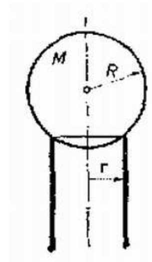
Az üvegcső addig dönthető meg, amíg a golyóra ható erők E pontra felírt forgatónyomatékainak eredője a golyót képes stabilis egyensúlyi állapotban tartani (l. az ábrát).



Ha csak az Mg súlyerő hozhat létre forgatónyomatékot az E pontra nézve, akkor a csövet csak addig dönthetjük meg, míg E az O-n átmenő függőleges egyenesre nem esik. Az ehhez az állapothoz tartozó α szög könnyen kifejezhető a cső és a golyó sugarával:

(1) $$\sin\alpha = r/R.$$

Amennyiben a csőben a p_0 külső légnyomás helyett p ($< p_0$) nyomást hozunk létre, a gömböt

(2) $$F = (p_0 - p)r^2\pi$$

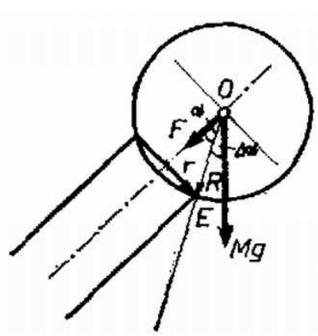
erő fogja az üvegcsőhöz nyomni (a csőbe eső felületrészt gondolatban kis darabokra bontottuk, és az egyes darabokra ható erők csőtengely-irányú komponenseit összegeztük). A maximális döntés szöge $\Delta\alpha$-val fog növekedni, amelyet az F és az Mg erők E pontra vett forgatónyomatékainak egyensúlyából számíthatunk ki:

(3) $$\left[F + Mg\cos(\alpha+\Delta\alpha)\right]\cdot r = Mg\sin(\alpha+\Delta\alpha)\cdot R\cos\alpha.$$

Az Mg súlyerőt egy csőirányú és egy csőre merőleges komponensre bontottuk fel, mert így könnyebb az erőkarokat kifejezni. (1) felhasználásával a (3) egyenletből $\Delta\alpha$ kifejezhető:

(4) $$\sin\Delta\alpha = \frac{(p_0-p)r^3\pi}{MgR},$$

ahova már be is írtuk F (2) alatti kifejezését.



Mivel $\Delta\alpha$ maximálisan $90^\circ - \alpha$ lehet, ezért a (4) összefüggés addig használható $\Delta\alpha$ kiszámítására, amíg

(5) $$\frac{(p_0-p)r^3\pi}{MgR} \le \cos\alpha = \frac{\sqrt{R^2-r^2}}{R}.$$

Ha az egyenlőtlenség iránya megfordul (6), akkor a cső még a vízszintes helyzeténél is tovább dönthető anélkül, hogy a golyó kifordulna belőle. Megjegyezzük, hogy az

(6) $$F > Mg\cdot\sqrt{(R/r)^2 - 1}$$

feltétel csak $R \ge \sqrt{2}\cdot r$ esetén biztosítja azt, hogy a szájával függőlegesen lefelé tartott üvegcsőből a golyó ne hulljon ki.

Czuczor Judit (Paks, Vak Bottyán Gimn., II. o. t.)
dolgozata alapján