

EINSTEIN BICIKLIZIK

– fényképelemzés a fizika segítségével

Varga János
Székesfehérvár

A jobb oldali képen *Albert Einstein* látható, amint 1933 februárjában a kaliforniai Santa Barbarában *Ben Meyer*¹ háza előtt kerékpározik. Mivel jobbra dől, nyilvánvaló, hogy kanyarodik. A fénykép, illetve gyakorlati tapasztalati adatok alapján becsüljük meg, hogy körülbelül hány méter sugarú kör mentén kanyarodik?

Megoldás: Szögmérővel megmérve a bedőlés szöge (α) – a föld és a test tengelye által bezárt szög – körülbelül 80° -nak adódik. Sebessége egy kerékpáros átlagsebességénél is kisebb lehet, mert nagy a bedőlés szöge, és nem egy száguldó őrült benyomását kelti. (A „lobogó” haj látványa ne tévesszen meg bennünket, mert a tudós frizurája álló helyzetben is hasonló volt.) A sebesség így jó közelítéssel 20-22 km/h lehet, ami megfelel ~ 6 m/s-nak.

A függőleges súlyerő (G) és a vízszintesen balra mutató centrifugális erő (F_c) eredője (F_e) áthalad a tudós testének tengelyén, így a kialakuló derékszögű háromszög alapján írható, hogy

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{G}{F_c}, \quad (1)$$

ahol

$$G = mg \quad (2)$$

a kerékpár és a tudós együttes súlya és

$$F_c = \frac{m v^2}{r} \quad (3)$$

a centrifugális erő.

A (2) és (3) egyenleteket (1)-be helyettesítve, majd a tömeggel egyszerűsítve kapjuk, hogy

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{g r}{v^2},$$

ahonnan

$$r = \frac{v^2}{g} \operatorname{tg} \alpha. \quad (4)$$

E képletbe a fenti adatokat helyettesítve és $g = 10 \text{ m/s}^2$ -tel számolva kapjuk, hogy a kör sugara 20,42 m.

Tehát Einstein egy körülbelül 20 m sugarú kör mentén kanyarodik.



Érdekes még kihangsúlyozni, hogy az eredmény égitest függő, mert függ a gravitációs gyorsulás nagyságától. Ugyanezen adatok esetén a Holdon a kör sugara 120 m-nek adódna.

Továbbá még arra is következtetni tudunk, hogy körülbelül milyen burkolatú volt akkor a Meyerék háza előtt rész. Az F_c erő a súrlódási erővel tart egyensúlyt, annál csak kisebb lehet, így

$F_c < F_{s\ddot{a}rb}$ amibe az erők ismert összefüggését behelyettesítve kapjuk, hogy,

$$m \frac{v^2}{r} \leq m g \mu, \quad \text{innen} \quad \mu \geq \frac{v^2}{r g},$$

e kifejezésbe a (4) egyenlet szerinti r értéket helyettesítve kapjuk, hogy

$$\mu \geq \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} = \operatorname{ctg} \alpha. \quad (5)$$

Ebbe a mért szög 80° értékét behelyettesítve $\mu \geq 0,2$ adódik. Ez viszonylag érdes felületepárra – táblázat alapján gumi-aszfalt – jellemző érték, amit a fotó is igazol.

Ebben a feladatban tehát a fizika háromszorosan is jelen van, mert egy *fizikus fizikai mozgását fizikai módszerekkel elemezzük*.

A fenti feladat jó példa arra, hogy megmutassa: egy képet többféle (művészi, fototechnikai stb.) szempont szerint is elemezhetünk, amelyek közül nem maradhat el a természettudományos megközelítés sem, mert ennek segítségével olyan új információhoz juthatunk, ami közvetlenül a képről nem olvasható le. Hasonló módszert alkalmaznak a rendőrségi baleseti helyszínelők is, amikor például a féknyom hosszából jó közelítéssel meghatározzák a balesetet szenvedett-okozott jármű sebességét. Ily módon is segíti tehát a fizika a képelemzést, egyéb elemzési feladatok megoldását, és egzakt módon járul hozzá jobb döntések meghozatalához.

Ismét egy érv amellet, hogy a *fizika hasznos tudomány*.

¹ Einstein 1931 és 1933 között többször járt a Kaliforniai Műegyetemen (Caltech), mint vendégprofesszor. Ben Meyer a Caltech kurátora volt. A képet 1959-ben *Evelina Hale*, a csillagász *George Ellery Hale* özvegye ajándékozta a Caltech archívumának.