



Mérési feladat megoldása

M. 410. *Ha egy kis méretű, erős mágnes és egy vízszintes helyzetű gemkapocs közé egy kártyalapot helyezünk, akkor a kártyánál fogva még fel tudjuk emelni a gemkapcsot. Mérjük meg, hány darab egymásra rakott kártyalap kell ahhoz, hogy már ne tudjuk felemelni a gemkapcsot! Mekkora ezen egymásra helyezett lapok vastagsága? Csatlakoztassunk egymáshoz két ugyanolyan kis mágnest, és vizsgáljuk meg, hány kártyalap szükséges ahhoz, hogy a gemkapcsot már ne tudjuk felemelni!* (6 pont)

Közli: Szász Krisztián, Budapest

Megoldás. 1. *A mérés elve.* A feladatunk az volt, hogy meghatározzuk, hány kártyalap esetén nem tudja már felemelni a mágnes az acél gemkapcsot, amelyet egyébként magához vonz. Tulajdonképpen azt a távolságot határoztuk meg, amelynél a mágneses vonzóerőt éppen legyőzi a gravitációs erő. (Elvileg levegőben is ez a távolság adódna, mert a kártyák nem befolyásolják a mágneses mezőt.)

2. *A mérés kivitelezése.* Francia kártya kétféle paklijával végeztük a mérést, egy nagyobb és egy kisebb méretűvel. Gemkapocsból is két méretünk volt. Mivel nagyon erős mágnessel dolgoztunk, ezért nem egyesével adtuk hozzá a lapokat, hanem más módszert alkalmaztunk. Kerestünk olyan állapotot, aminél már nem tudja megemelni a gemkapcsot a mágnes, majd innen indulva csökkentettük a lapok számát addig, amíg felemelte, és végül visszatettünk még egy lapot a pakliba.

Ezután következett a kezünkben lévő kártyapakli vastagságának meghatározása. Ehhez egy „sarokba szorítottuk” a paklit, precízen hozzárendezve a falakhoz, majd egy derékszögű vonalzóval illesztettünk mellé, végül lefényképeztük, és a kinagyított felvételen olvastuk le néhány tizedmilliméter pontossággal a pakli magasságát.

3. *További méréseink:*

– *Egy nagy gemkapocs, egy mágnes, másik paklival.* Ismét azt a módszert alkalmaztuk, mint az első mérésnél. Megkerestük azt az állapotot, aminél még nem emeli fel a mágnes a gemkapcsot, majd azt, ahol már felemeli. A másik pakli használatánál több kártyalapra volt szükségünk a megfelelő állapot eléréséhez, mint az első mérésnél, de a magasságuk csak 0,4 milliméterrel tért el egymástól. Mivel két különböző gyártótól származtak a kártyák, ez okozhatta a lapok vastagságának eltérését.

– *Egy nagy gemkapocs, két mágnes, két paklival.* Ennél a mérésnél jóval több kártyalapra volt szükségünk, mint amikor csak egy mágnest használtunk, ugyanis a két mágnes nagyobb távolságból is képes volt felemelni a gemkapcsot, mert együtt erősebb mágneses mezőt hoztak létre. Azért vegyítettük a két kártyapaklit, mert ha a körülbelül 100-100 db-os pakliból csak az egyikkel próbálkoztunk, a mágnesek bőven felemelték a gemkapcsot 100 lapon keresztül is.

– *Egy kis gemkapocs, egy mágnes, két paklival.* A gemkapocs mérete (és így a tömege is) kisebb volt, tehát a mágnes vonzóerejének kisebb nehézségi erőt kellett legyőznie. Emiatt vastagabb kártyarétegen keresztül is sikerült felemelnünk a gemkapcsot. Mivel egy pakliban nem volt elegendő számú kártyalap, ezért itt is két paklival kellett dolgoznunk.

– *Egy kis gemkapocs, két mágnes, két paklival.* Mivel az már egyetlen mágnesnél is látszott, hogy nem lesz elég egy pakli, nyilvánvaló volt, hogy rögtön két paklival kezdjük az emelési kísérletet. Érthetően ez lett a legtöbb kártyalapot „fel-emésztő” mérés a maga 145 lapjával.

4. Mérési eredmények:

	kis gemkapocs	nagy gemkapocs	
1 db mágnes	115 lap; 33,1 mm vegyes pakli	99 lap 27,5 mm nagy méretű pakli	83 lap 27,9 mm kis méretű pakli
2 db mágnes	145 lap 42,0 mm vegyes pakli	121 lap 36,3 mm vegyes pakli	
gemkapcsok tömege	0,35 g	0,90 g	

5. *Tapasztalataink:* Két mágnes esetén a mágneses mező erőssége (a mágnesektől bizonyos távolságban) nagyobb, mint egyetlen mágnes télerőssége. Mindkét méretű (tömegű) gemkapocs esetén azt tapasztaltuk, hogy nem pontosan kétszer akkora vastagságú kártyapaklit (kétszer annyi kártyalapot) kellett a gemkapocs és a két mágnes közé helyezzünk, hanem kevesebb is elegendő volt, hogy a mágnesek vonzóerejét ugyanakkorára csökkentsük, mint egyetlen mágnesnél volt. Pontosabban: kis gemkapocs esetében a távolságarány $\frac{42,0}{33,1} = 1,27 \approx 1,3$, nagy gemkapocsnál pedig $\frac{36,3}{27,7} = 1,31 \approx 1,3$ volt. Ebből arra következtethetünk, hogy a mágneses vonzóerő nem fordítottan arányos a távolsággal, hanem valamilyen más összefüggés (talán valamilyen hatványfüggvény) szerint változik. (Ezt a távolságfüggést sokféle méretű, vagyis sokféle tömegű gemkapocs emelésével lehetne tanulmányozni.)

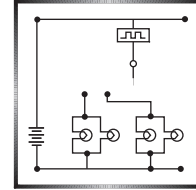
6. Mérési hibalehetőségek:

- A határeset megkeresésénél léphet fel ± 1 lapnyi hiba.
- A kártyapakli vastagságának a vonalzóról történő leolvasása eredményezhet $\pm 0,2$ mm-es mérési hibát.
- A mágnes mérete lényegesen kisebb volt, mint a nagyobb méretű kártya. Igyekeztünk a legfelső kártya közepén tartani a mágneset, és a gemkapcsot is a másik oldalon próbáltuk úgy elhelyezni, hogy az éppen a mágnes alatt legyen, de ez nem mindig sikerült elegendő pontossággal.

Kiss Benedek (Sopron, Berzsényi D. Ev. (Líceum) Gimn. és Koll., 9. évf.) és
Sós Ádám (Sopron, Berzsényi D. Ev. (Líceum) Gimn. és Koll., 9. évf.)
 mérőpár mérési jegyzőkönyve alapján

7 mérési jegyzőkönyv érkezett. 6 pontot kapott Daniel Fodor és Sterling Kocher (mérőpár), valamint Kiss Benedek és Sós Ádám (mérőpár). Kicsit hiányos (4–5 pont) 4, hiányos (2 pont) 1 dolgozat.

Fizika gyakorlatok megoldása



G. 755. A 80 kg tömegű akcióhős olyan ejtőernyőt használ, amivel nyitott állapotban 8 m/s sebességgel süllyed. Egy jelenetben a 60 kg tömegű hősnőt a levegőben elkapja, majd ezután nyitja az ernyőt. Mekkora sebességgel ér földet az összekapaszkodott pár? Milyen magasságból történő leugrás esetén érnének szabadon esve ugyanekkora sebességgel a földre?

(4 pont)

Megoldás. Az ejtőernyős addig gyorsul, amíg a légellenállásból származó erő kisebb, mint az emberre ható nehézségi erő, állandósult esési sebességnél pedig a két erő egyenlő. Ugyanakkora ejtőernyő esetében a légellenállás a sebesség négyzetével arányos. A két esetet összehasonlítva:

$$\frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{v_1^2}{v_2^2},$$

ahol $m_1 = 80$ kg, $m_2 = (80 + 60)$ kg, $v_1 = 8$ m/s, v_2 pedig az összekapaszkodott pár keresett sebessége.

A fenti egyenletből

$$v_2 = \sqrt{\frac{140}{80}} \cdot 8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 10,58 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Egy szabadon eső test

$$t = \frac{v_2}{g} = \frac{10,58 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 1,08 \text{ s}$$

idő alatt éri el a v_2 nagyságú sebességet, miközben

$$h = \frac{g}{2} t^2 = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2} (1,08 \text{ s})^2 \approx 5,7 \text{ m}$$

utat tesz meg. Az akcióhős és a hősnő földet érési sebessége kb. 6 méter magasról történő leugrás végsebességének felelne meg, ha szabadon esnének.

Török Hanga (Budapest, Fasori Evangélikus Gimn., 10. évf.)

Megjegyzés. A megoldás során feltételeztük, hogy a közegellenállási erő teljes egészében az ejtőernyőtől származik, ami mellett az emberre (emberekre) ható légellenállás elhanyagolhatóan kicsi.

39 dolgozat érkezett. Helyes 27 megoldás. Hiányos (1–2 pont) 7, hibás 3, nem versenyszerű 2 dolgozat.