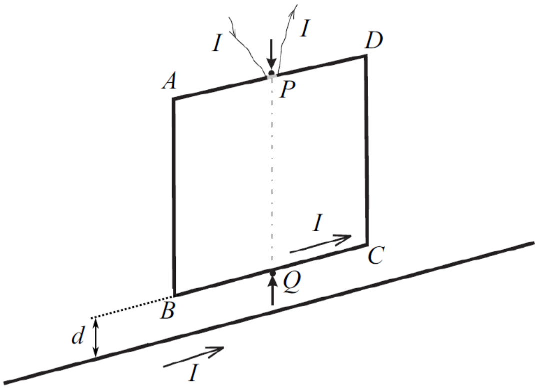
## Szakköri feladatok

2022. december 19.-re

### 1. Vezető keret rezgése

Tömör, $\varrho$ sűrűségű, $S$ keresztmetszetű vezetődrótból (majdnem teljes) négyzetet hajlítunk, majd az *ábrán* látható $P$ és $Q$ oldalfelező pontokban tűcsapágyakkal függőlegesen tengelyezzük. A keretbe (a forgását nem akadályozó) vékony, hajlékony drótokon $I$ erősségű áramot vezetünk. A keret alatt, attól $d$ távolságban egy hosszú, egyenes vezető található, melyben ugyancsak $I$ erősségű egyenáram folyik. ($d$ sokkal kisebb a drótkeret oldalhosszánál.)

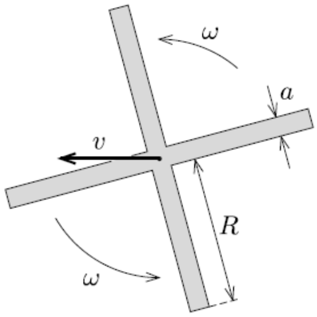



**1.1.** Vizsgáljuk meg, hogy a keretet kicsiny szöggel kitérítve mekkora visszatérítő forgatónyomaték hat a négyzet $AB$, $BC$ és $AD$ oldaléleire! Hasonlítsuk össze az $M_{AB}$, $M_{BC}$, $M_{AD}$ forgatónyomatékok nagyságrendjét! (A kitérés olyan kicsi, hogy a keret alsó sarkainak elmozdulása $d$-nél sokkal kisebb.)

**1.2.** A visszatérítő forgatónyomatékban csak a vezető rendű tagot megtartva határozzuk meg, mekkora periódusidejű mozgást végez a keret, ha kicsit kitérítjük egyensúlyi helyzetéből! Számítsuk ki az eredményt numerikusan is. Adatok: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Vs/(Am), $\varrho = 8960$ kg/m$^3$, $S = 1{,}5$ mm$^2$, $d = 1$ cm, $I = 10$ A.

### 2. Miért tér vissza a bumeráng?

Ez a feladat a bumerángok működési elvével foglalkozik. Bár a mozgás pontos leírása igen bonyolult, bizonyos egyszerűsítő feltevésekkel élve jól megérthető a bumerángok visszatérésének oka. A feladatban egy szimmetrikus, homogén tömegeloszlású, kereszt alakú bumerángot vizsgálunk (lásd az *ábrát*). Jelöljük a bumeráng teljes tömegét $m$-mel, karjainak hosszát $R$-rel, karjainak szélességét $a$-val ($a \ll R$), a karok vastagsága ezekhez a méretekhez képest elhanyagolható.




A bumerángot eldobjuk úgy, hogy síkja függőleges legyen. A bumeráng $\omega$ szögsebességgel forog a síkjára merőleges szimmetriatengelye körül, és eközben a középpontja vízszintes irányban $v$ sebességgel halad. A szárnyakra a mozgás során olyan hidrodinamikai erő hat, amelynek iránya merőleges a szárnyak síkjára, és az *ábrán* jelölt forgásirány esetén az ábra síkjából kifelé mutat. A szárny egy kicsiny $\Delta A$ felületű darabkájára ható hidrodinamikai erőt a

$$\Delta F = \gamma v_\perp^2 \Delta A$$

alakban adhatjuk meg, ahol $v_\perp$ a levegő szárnyhoz viszonyított (relatív) sebességének a szárny élére merőleges komponense. A $\gamma$ együttható értéke arányos a levegő (állandónak tekinthető) sűrűségével, ezen kívül pedig a bumeráng alakjától függ. A feladatban a nehézségi erőt és a közegellenállásból származó disszipációt mindvégig hanyagoljuk el.

**2.1.** Határozzuk meg a bumerángra ható eredő hidrodinamikai erő egy fordulatra vett időátlagát! A választ $v$, $\omega$, $R$, $a$ és $\gamma$ segítségével adjuk meg.

**2.2.** Számítsuk ki a bumerángra ható eredő forgatónyomaték egy fordulatra vett időátlagát a bumeráng tömegközéppontjára vonatkoztatva! A választ $v$, $\omega$, $R$, $a$ és $\gamma$ segítségével adjuk meg.

**2.3.** Mekkora legyen a bumeráng eldobásakor a $v/(\omega R)$ arány, hogy a bumeráng középpontja vízszintes síkú körpályán mozogjon? (Tételezzük fel, hogy a bumeráng $2\pi/\omega$ forgási periódusideje sokkal kisebb a körpályán való mozgás periódusidejénél.)

**2.4.** Adjuk meg a bumeráng középpontja által leírt pálya $\varrho$ sugarát $\gamma$-val és a bumeráng adataival kifejezve!

**2.5.** Ugyanabból az anyagból két geometriailag hasonló bumerángot készítünk: az egyik a másiknak minden lineáris méretében a felére kicsinyített mása. Hogyan viszonyul a megfelelően eldobott, körpályán mozgó bumerángok pályasugara a két esetben?