

a) A P és Q elektródák között 20 A áram folyik át. A higanyban kialakuló elemi áramok eredője egyetlen sugárirányú áramnak fogható fel. Erre mágneses mezőben erő hat. Ez a jobbkézszabály értelmében az érintő egyenesébe esik, irányát az áram iránya szabja meg. Nagysága, mivel az áram merőleges a mágneses mező ($\mathbf{B}$) irányára:

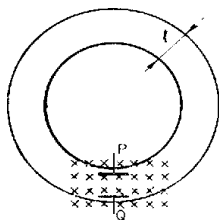
$$F = I \cdot l \cdot B = 20\text{ A} \cdot 4 \cdot 10^{-3}\text{ m} \cdot 0,6 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = 0,048\text{ N}.$$

b) A fenti erő a csőben levő higany egészét gyorsítja. (A higany gyakorlatilag összenyomhatatlan, és benne a nyomás gyengítetlenül terjed.) Az egyes koncentrikus higanygyűrűk eltérő sebességre gyorsulnak fel, mert az azonos vastagságú gyűrűkre egyenlő erők hatnak, de a gyűrűkben lévő higany tömege eltérő. Így a higanyban belső sűrűlódás lép fel, valamint a higany és az üveg fala között is van sűrűlódási kölcsönhatás. E jelenségektől most eltekintünk, és a higanyt egyetlen, együttmozgó testnek tekintjük. Ezt azért szabad megtenni, mert a higanygyűrű vastagsága nagyon kicsi a sugarához képest, és a folyadékon belüli sebességkülönbségek nem nagyok. Állandó erő esetén az impulzustörvény alapján

$$m \cdot \Delta v = F \cdot \Delta t,$$

így

$$\Delta v = \frac{F}{m} \cdot \Delta t = \frac{4,8 \cdot 10^{-2}\text{ N}}{4,8\text{ kg}} \cdot 60\text{ s} = 0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$



1. ábra

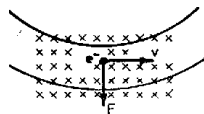
Mivel a higany kezdetben nyugalomban volt, $0,6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ sebességre gyorsul fel. (Ez a sebesség mindenütt érintőirányú; a körmozgáshoz szükséges centripetális erőt az üvegcső biztosítja.)

c) A folyadékban érintő irányban mozgó szabad töltéshordozókra erő hat. Ez töltésszétválást eredményez. Az így létrejövő indukált elektromos mező olyan irányú, hogy leállítja a töltésszétválást. Egy adott sebesség mellett ez az egyensúly rendkívül gyorsan kialakul. Ezért az indukált tér erőssége elhanyagolható késéssel követi a sebesség növekedését. Így minden pillanatban fennáll, hogy a mágneses és elektromos erő nagysága egyenlő, de irányuk ellentétes:

$$qvB = qE = q \frac{U}{l},$$

így

$$U = lvB.$$



2. ábra

Látható, hogy U akkor maximális, amikor v a legnagyobb. v monoton növekszik az 1 perc alatt, így

$$U_{\max} = l \cdot v_{\max} \cdot B = 4 \cdot 10^{-3}\text{ m} \cdot 0,6 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2} = 1,44 \cdot 10^{-3}\text{ V}.$$

Több dolgozat alapján

Megjegyzés. Nyilvánvaló, hogy a 20 A -es áram létrehozásához feszültséget kell kapcsolnunk a P és Q lemezek közé. Mivel az indukált feszültség a rákapcsolt feszültséggel ellentétes irányú, $I \cdot R + U_{\text{indukált}}$ nagyságú feszültséget kell a lemezekre kapcsolni minden pillanatban.