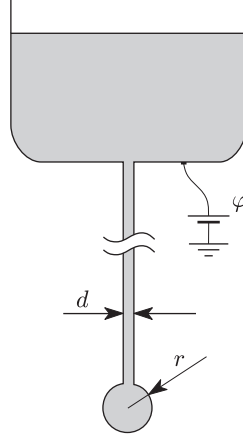


2. feladat. Kelvin csepegtető gépe (8 pont).

A következő ismeretek hasznosak lehetnek: A folyadék felületét kevésbé kedvelik a részecskék, mint az anyag belsejét. Emiatt a határfelülethez $U = \sigma S$ felületi energia rendelhető, ahol S a határfelület területe és σ a folyadék felületi feszültsége. Továbbá a folyadékfelszín két darabkája $F = \sigma l$ erővel vonzza egymást, ahol l a darabkákat elválasztó egyenes határvonal hossza.

Egy víztartályhoz csatlakozó, d belső átmérőjű, hosszú fémcső függőlegesen lefelé áll; a cső alsó kimeneti nyílásából lassan víz csöpög ki (6. ábra). A vizet elektromosan vezetőnek tekinthetjük; a víz felületi feszültsége σ , sűrűsége ρ . A kimeneti nyílásról lelógó, gömbnek tekinthető vízcsepp sugara r . Mindvégig feltehetjük, hogy $d \ll r$. A vízcsepp nagyon lassan növekszik egészen addig, amíg a g nehézségi gyorsulás hatására le nem esik.



6. ábra

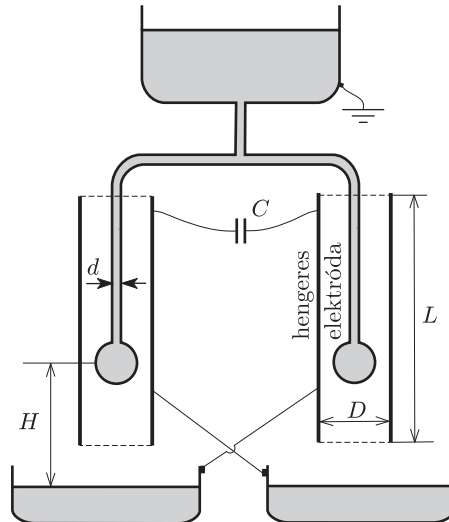
A rész. Egyetlen cső (4 pont).

i (1,2 pont). Add meg a vízcsepp $r_{\max}$ sugarát abban a pillanatban, amikor leszakad a cső kimeneti nyílásáról.

ii (1,2 pont). A nagyon távoli környezethez képest a cső elektromos potenciálja φ . Határozd meg a csepp Q töltését, amikor a csepp sugara r .

iii (1,6 pont). Ebben az alkérdésben a φ potenciál lassan növekszik, azonban tegyük fel, hogy a csepp r sugara állandó marad. A vízcsepp instabillá válik, és két darabra szakad szét, ha a vízcsepp belsejében a nyomás kisebbé válik, mint a külső légnyomás. Határozd meg azt a $\varphi_{\max}$ potenciált, amikor a szétszakadás bekövetkezik.

B rész. Két cső (4 pont). A két csőből álló berendezést „Kelvin csepegtető gépének” nevezzük, melyben a két cső megegyezik az A részben leírtakkal. A két cső a 7. ábrán látható T-elágazással kapcsolódik a víztartályhoz. Mindkét cső kimeneti nyílása egy-egy fémhenger-elektroda középpontjába esik. A hengerpalástok magassága L , átmérőjük D , $L \gg D \gg r$; mindkét cső esetén az időegységenként lecseppenő cseppek száma n . A cseppek H magasságból a kimeneti nyílások alatt elhelyezkedő, elektromosan vezető edényekbe esnek. Az edények az ábrán látható módon az átellenes henger-elektrodákkal vannak elektromosan összekötve. A henger-elektrodák közé C kapacitású kondenzátor van kapcsolva.



7. ábra

A rendszer össztöltése kezdetben nulla. Az első leeső csepp mikroszkopikus töltéssel rendelkezik, amely felborítja a két oldal közötti egyensúlyt és kis töltésszétválást okoz a kondenzátoron. Vedd figyelembe, hogy a tartály földelt!

i (1,2 pont). Fejezd ki a lecseppenő cseppek Q_0 töltésének nagyságát akkor, amikor a kondenzátor töltése q . Megoldásodat fejezd ki az A/i . részben meghatározott $r_{\max}$ paraméter segítségével. Tekints el az A/iii . részben leírt effektustól!

ii (1,5 pont). Határozd meg a q töltést a t idő függvényében. Tekintsd a $q(t)$ függvényt folytonosnak, és tételezd fel, hogy $q(0) = q_0$.

iii (1,3 pont). A csepegtető működését az A/iii . részben leírt jelenség akadályozhatja. Az elérhető $U_{\max}$ hártafeszültséget a csepp és az alatta lévő edény elektrosztatikus taszító hatása határozza meg. Határozd meg $U_{\max}$ értékét!