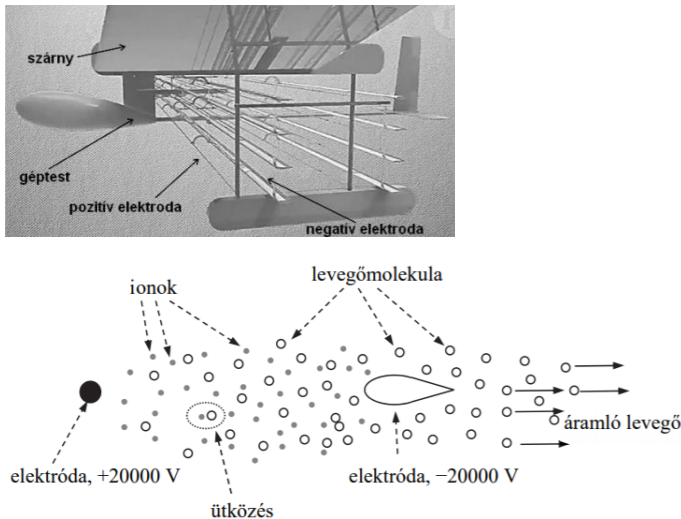


Ionszél-meghajtású repülő

Az első motoros repülő felszállása után 115 évvel felszállt az első ionszél-meghajtású, mozgó alkatrészek nélküli, zajtalan repülő: adta hírül a Massachusettsi Műszaki Egyetem (MIT), melynek mérnökei 2013 óta próbálkoznak az eredetileg 1920 körül kitalált technika megvalósításával. Most sikerült egy olyan, gyakorlatilag zajmentes repülőgépet építeniük, amely nem bocsát ki káros anyagokat repülés közben. A repülő hajtóműve az alábbi elven működik: szárnyai alatt hosszában vékony vezetőket helyeztek el, amelyek pozitív elektródként működnek, pár centiméterrel mögöttük pedig vastagabb, lapos, szárnyprofil alakú vezetőket húztak ki, amelyek negatív elektródként szolgálnak. Mindegyik vezetékpárból az elülső drótot $+20000\text{ V}$, a hátsót -20000 V feszültségre kapcsolják, így a kettő között erős elektromos mező jön létre, amely leválasztja az elektronokat a levegő molekuláiról, így a levegő molekulái pozitív töltésű részecskékké, ionokká alakulnak át. Az ionok az elektromos tér hatására a negatív elektróda felé, azaz hátrafelé kezdenek mozogni. Mozgás közben ütköznek a levegő semleges molekuláival, melyek így szintén mozgásba jönnek – így keletkezik a hátrafele áramló légtömeg, amely a meghajtásról gondoskodik. Az ultrakönnnyű anyagokból épített kísérleti gép tömege mindössze $2,45\text{ kg}$ volt, első repülőútjain alkalmanként 60 métert repült 17 km/órás sebességgel.



a) Milyen mező jön létre egy pozitív és egy negatív töltésű elektróda között? Milyen mennyiséggel jellemezhető egy adott pontban ez a mező, és mivel szemléltethető nagysága és iránya a térben?

b) Mit jelent az ekvipotenciális felület az elektromos mező munkavégzése szempontjából? Milyen alakú egy pontszerű töltés körüli ekvipotenciális felület? Milyen kapcsolat van az elektromos térerősségvonalak és az ekvipotenciális felületek között?

c) Mi az ion? Mi történik a levegő ionjaival a repülőgép elektródáinak közelében? Hogyan jön mozgásba a levegő?

d) Mi az előnye ennek a meghajtásnak a hagyományos légcavaros vagy gázturbinás megoldáshoz képest?

e) Mérések szerint a hajtómű tolóereje körülbelül 3 N volt. Mekkora volt a hajtómű teljesítménye és mennyi munkát végzett összesen egy próbarepülésen?

(2019. október)

Megoldás: (18 pont)

- a) *Az elektrosztatikus tér megnevezése, a térerősség és erővonal fogalmának említése:* **3 pont**

Az elektródák között elektrosztatikus (1 pont) tér jön létre, melyet egy adott pontban a térerősségvektor (1 pont) jellemez, nagyságát és irányát a térben erővonalak (1 pont) segítségével szemléltethetjük.

- b) *Az ekvipotenciális felület jelentésének értelmezése:* **5 pont**

Ekvipotenciális felület mentén mozgó töltésen az elektrosztatikus tér munkája nulla (2 pont). Pontszerű töltés körül az ekvipotenciális felületek gömbhéjak (1 pont). Az elektrosztatikus tér erővonalai mindenhol merőlegesek (2 pont) az ekvipotenciális felületekre.

- c) *A tér ionokra és levegőre gyakorolt hatásának elemzése:* **5 pont**

Az ion elektronhiánnyal (vagy -többséggel) (1 pont) rendelkező atom vagy molekula. Az ionok az elektródák környezetében az elektrosztatikus tér (1 pont) hatására gyorsulnak (1 pont). A mozgó ionok a levegőben lévő molekulákkal ütköznek (1 pont), így lendületük (1 pont) (vagy mozgási energiájuk – mindkettő elfogadható) egy részét átadják a semleges molekuláknak, így jön mozgásba a levegő.

- d) *A meghajtás előnyeinek megnevezése:* **2 pont**

Nem keletkezik zaj (1 pont) és repülés közben károsanyag-kibocsátás (1 pont).

- e) *A teljesítmény, illetve munka meghatározása:* **3 pont**

Mivel $17 \text{ km/h} = 4,7 \text{ m/s}$ (1 pont),
ezért $P = F \cdot v \approx 14 \text{ W}$ (1 pont), illetve
 $W = F \cdot s = 180 \text{ J}$ (1 pont).

Összesen: 18 pont