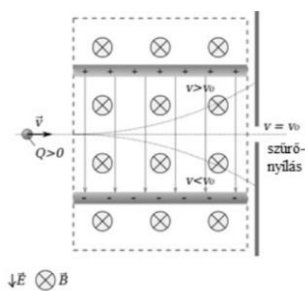


## Wien-féle sebességszűrő

Wilhelm Wien (1864-1928) német fizikus olyan sebességszűrőt javasolt, amely csak bizonyos sebességű ( $v_0$ ) töltött részecskék áthaladását teszi lehetővé. Ehhez az szükséges, hogy a mozgó töltések olyan térrészen haladjanak keresztül, amelyben egymásra merőleges homogén elektromos és homogén mágneses mező van (lásd a mellékelt ábrát). Adott elektromos és mágneses térerősség esetén egy bizonyos fajtájú (azaz adott töltésű és tömegű) részecskéből csak bizonyos sebességűek haladnak egyenesen ebben a hibrid térben. Így megtervezhető, az elektromos és a mágneses tér nagyságának beállításával, hogy mekkora sebességű részecskék hagyják el a belépéssel szemközt elhelyezkedő, kicsiny lyukon keresztül a sebességszűrőt. Ha például a részecskék töltése pozitív, akkor a tervezettnél lassabb részecskék a negatív kondenzátorlemez felé, a gyorsabbak a pozitív töltésű lemez felé térnek el az egyenes pályától és ütköznek bele a szűrőkamra falába. (A nehézségi erő a folyamat során elhanyagolható.)



Kép: <https://de.wikipedia.org/wiki/Geschwindigkeitsfilter>

- Mutassa be a homogén elektromos térbe az erővonalakra merőlegesen belépő pozitív  $q$  töltésre ható erőt, és az erő hatására kialakuló mozgást!
- Mutassa be a homogén mágneses térbe az indukcióvonalakra merőlegesen belépő  $q$  pozitív töltésű ionra ható erőt, és az erő hatására kialakuló mozgást!
- Milyen irányú elektromos erő és mágneses (Lorentz-) erő hat az ábrán látható szűrőbe belépő pozitív töltésre? Mit állíthatunk e két erő nagyságáról, amikor a töltés egyenes vonalú pályán halad? (A mágneses indukcióvektor a papír síkjába befelé mutat.)
- Mutassa meg, hogy a szűrő a  $v_0 = E/B$  sebességű töltéseket engedi át!
- Hogyan következtethetünk a b) pontban szereplő pozitív  $q$  töltésű ion tömegére mozgásának jellemzőiből, ha a homogén mágneses térbe való belépést megelőzően sebességszűrőn haladt keresztül? (2021. október)

## Megoldás: (18 pont)

### 1. Wien-féle sebességszűrő

a) *A homogén elektromos térben végzett mozgás leírása:*

**4 pont**

Mivel a töltött részecskére ható erő nagysága (1 pont) és iránya is állandó (1 pont), a részecske parabolapályán fog mozogni (2 pont).

b) *A homogén mágneses térben végzett mozgás leírása:*

**3 pont**

Mivel a töltésre ható erő állandó nagyságú (1 pont) és a sebességre mindig merőleges (1 pont), így egyenletes körmozgás (1 pont) jön létre.

c) *A szűrőbe belépő pozitív töltésre ható erők elemzése:*

**3 pont**

Az elektromos erő a rajzon lefelé (1 pont) hat, a Lorentz-erő felfelé (1 pont).  
Ha a töltés egyenes vonalon halad,  $F_E = F_B$  (1 pont).

d) *A sebességre vonatkozó összefüggés levezetése:*

**4 pont**

$F_E = E \cdot q$  (1 pont) és  $F_B = q \cdot v_0 \cdot B$  (1 pont). (Amennyiben ezek az összefüggések egy korábbi feladatrésznél már szerepelnek, az érték járó pont megadandó.)

Ezért:  $E \cdot q = q \cdot v_0 \cdot B \Rightarrow v_0 = \frac{E}{B}$  (egyenlőség és egyenletrendezés, 1 + 1 pont)

e) *A tömeg meghatározásának bemutatása:*

**4 pont**

A részecske a homogén mágneses térben a Lorentz-erő hatására áll körpályára (1 pont).

Ez alapján felírható összefüggés:  $m \frac{v^2}{r} = qvB$  (1 pont).

A különböző tömegű (de azonos sebességű) részecskék körpályájának sugara különböző lesz (1 pont).

Az adott sebességű és töltésű, körpályára álló részecske tömege a sugár ismeretében

meghatározható.  $m = \frac{rqB}{v}$  (1 pont).

(Az 1 pont a pontos képlet felírása nélkül is megadandó.)

**Összesen**

**18 pont**