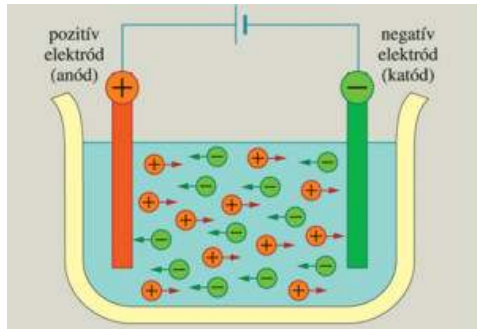


Atomfizika előadás

2. Elektromosság elemi egysége

2014. szeptember 17.

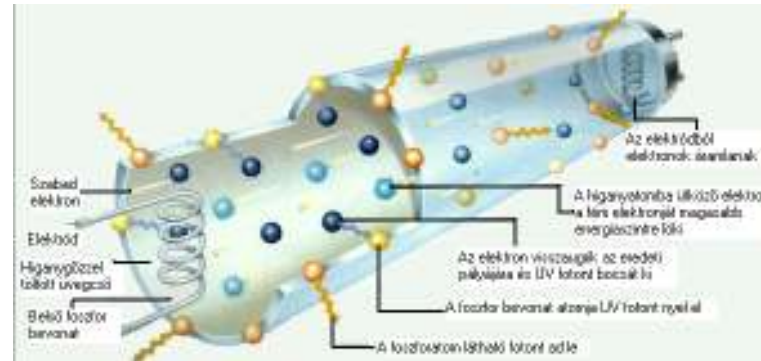
Az elektrolízis Faraday-törvényei



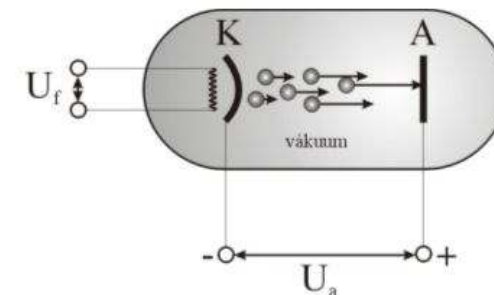
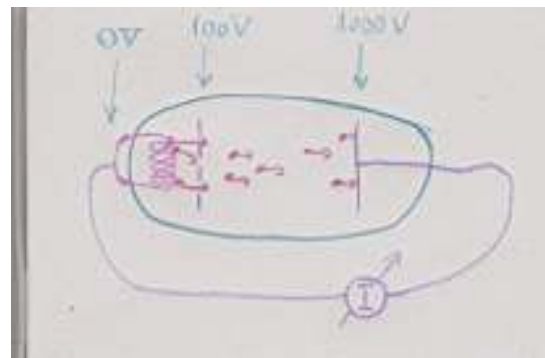
- $m = kIt$ $N = m/A = (k/A)It$
- k/A 1-2-szer egy adott érték (egység létezése)
- minden egy vegyértékű elem 1 moljának kiválasztásához 96500 C töltés kell.
- Van általános elemi megjelenési formája az elektromos áramnak

Szabad elektron előállítása

- fénycső



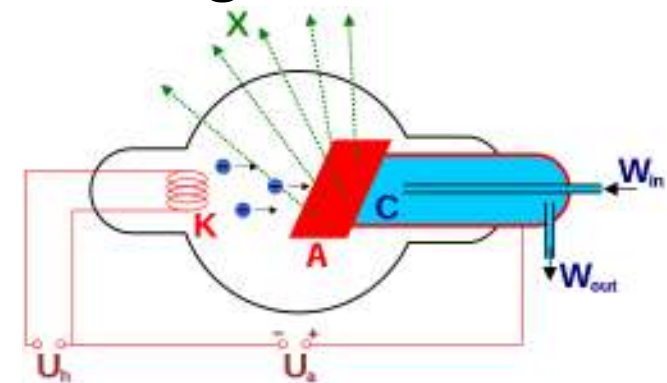
- csökkentjük a nyomást
 - Elektron szabad úthossza $\lambda_e \approx L$
- katódsugárcső



Röntgensugárzás, X-ray

- A gáz helyett a másik elektródának ütköznek az elektronok a katódsugárcsőben
- Antikatód sugárzásának megfigyelése:
Fluoreszcencia, fotolemez megfeketedés

- 1895 Röntgen
- 2-féle keletkezési mechanizmus
 - Fékezési sugárzás
 - Karakterisztikus röntgensugárzás



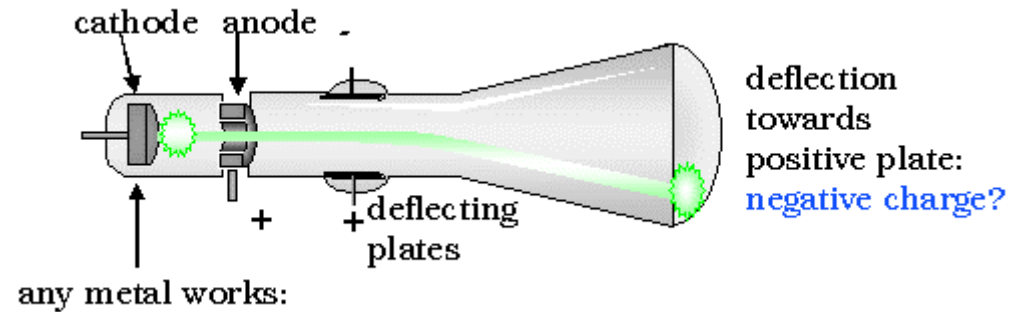
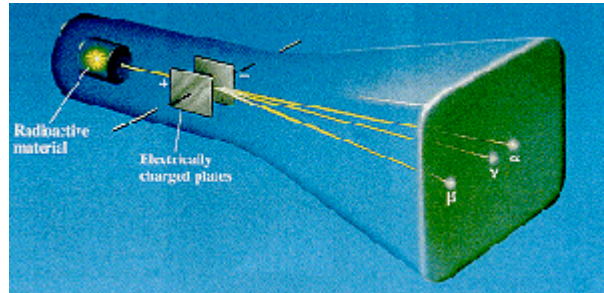
- Röntgensugárzás elnyelődése

– H, C, N, O Ca, Au
1 6 7 8 20 79



<http://hu.wikipedia.org/wiki/Röntgensugárzás>

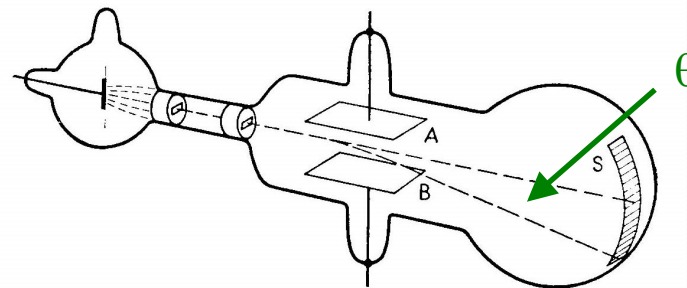
Az elektron q/m meghatározása



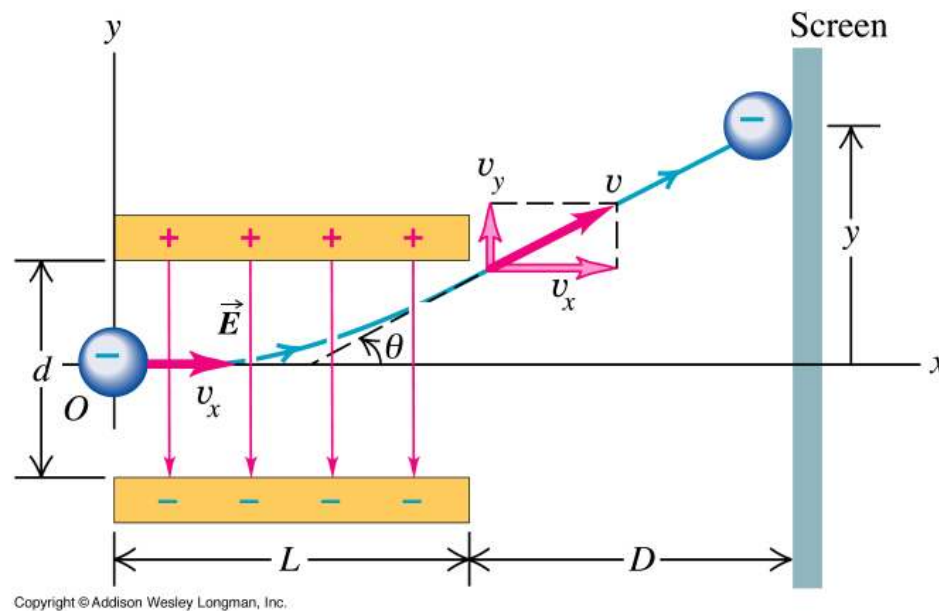
Joseph John Thomson 1897
Az elektron részecske vagy hullám?



- katódsugárcső + repülési tér, kollimátor
- szcintillációs ernyő – ZnS festék
- Az eltérülést lehet mérni



Az elektron q/m meghatározása



Copyright © Addison Wesley Longman, Inc.

Kondenzátorral párhuzamos mozgás (x):
nincs erőhatás
egyenes vonalú egyenletes

$$t = \frac{L}{v_x}$$

Kondenzátora merőleges mozgás (y):
A mozgásegyenlet: $F=qE=ma$
egyenletes gyorsulás

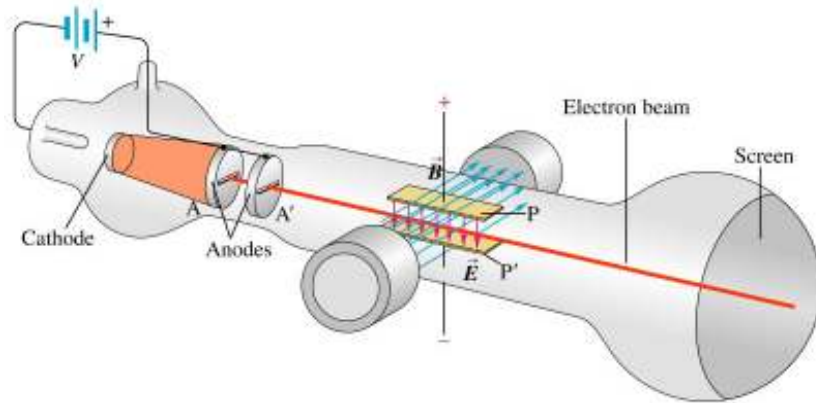
$$v_y = at + v_0 = \frac{qE}{m} t = \frac{qEL}{mv_x}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \theta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{qEL}{mv_x^2}$$

Eismert (U/d) , L ismert, v_x -t kell még tudni

A sebesség meghatározásához a gyorsítófeszültség ismerete szükséges:
 $qU = (1/2)mv_x^2$. Ekkor azonban q/m kiesik, az eltérülés q/m -től függetlenül meghatározható. Thomson ötlete vezetett a megoldáshoz.

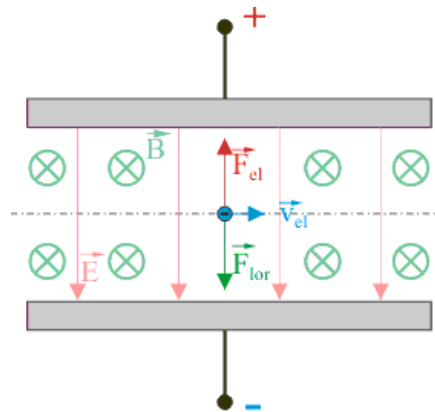
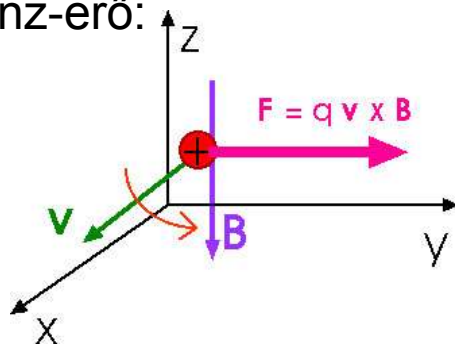
Az elektron q/m meghatározása



Thomson:
Az eltérést **mágneses térrel** kompenzálta.
A sebességet meghatározta a mágneses
Térrel előállított **eltérülésmentes pálya**
alapján.

A mozgásegyenlet ebben az esetben:

A mágneses térben hat a
Lorenz-erő:



$$F_{el} - F_{Lor} = 0 = qE - qvB$$

$$\Rightarrow v = \frac{E}{B}$$

$$\Rightarrow \operatorname{tg} \theta = \frac{qEL}{m \frac{E^2}{B^2}} = \frac{qLB^2}{mE}$$

$$\Rightarrow \frac{q}{m} = \frac{E \operatorname{tg} \theta}{qLB^2}$$

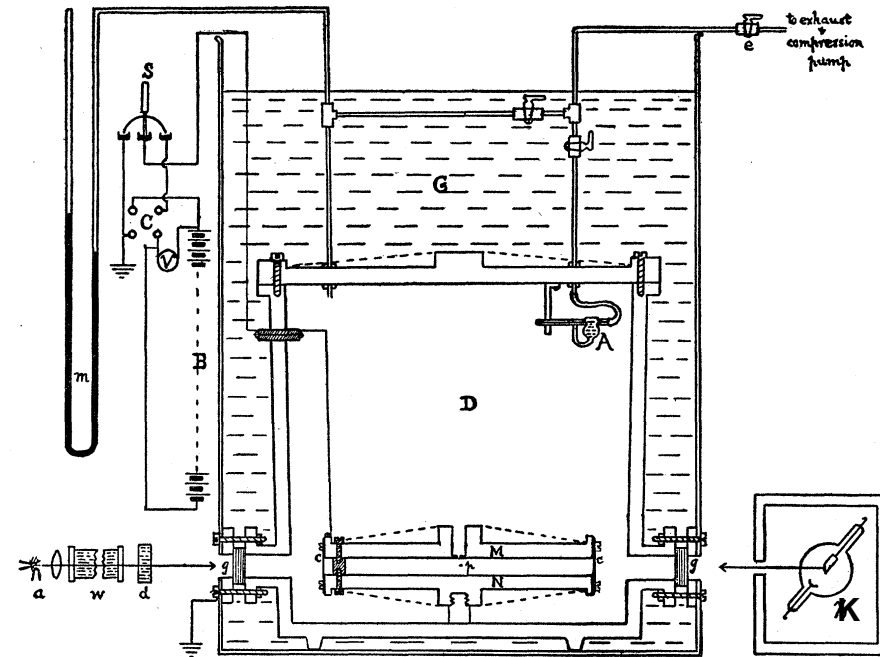
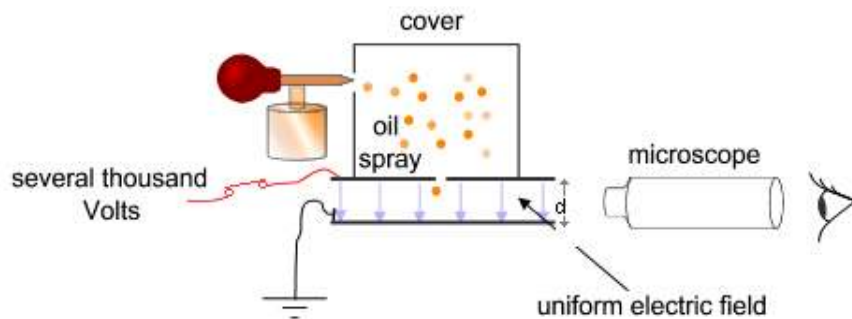
A Millikan-kísérlet

Az elemi töltés meghatározása

Olajcseppek porlasztása
kondenzátor lemezek közé

Töltéssel el kell látni

Lefelé süllyedés és a felfelé mozgás
Sebességét meg kell mérni, egy adott
Olajcseppecskén mikroszkópon át
nézve



- A – porlasztó
- B, C – kondenzátor feszültségének előállítására
- D – porlasztási tér
- G – termosztát
- K – röntgenső, katódsugárcső
- M, N – kondenzátor fegyverzetei
- a, w, d - mikroszkóp

A Millikan-kísérlet

- **Cél:**

sebesség mérése elektromos térrel és anélkül

- **Erők:**

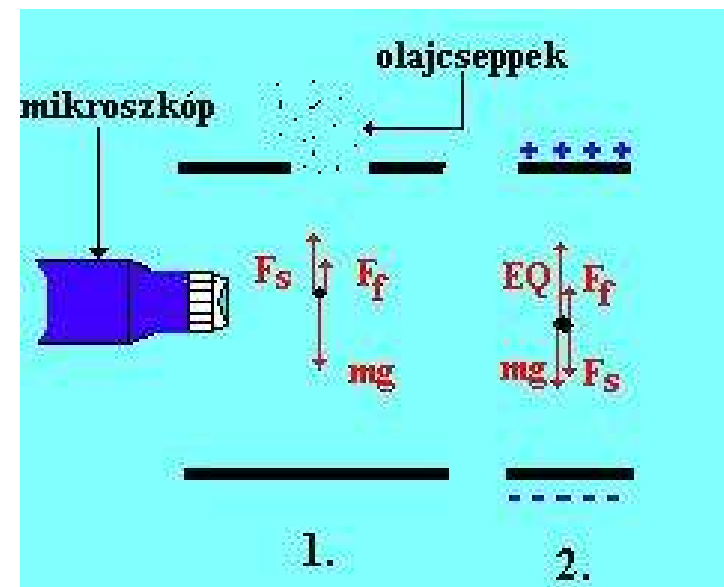
Nehézségi erő, felhajtó erő, közegellenállás, elektrosztatikus erő

- **Mozgásegyenlet süllyedéskor**

$$0 = mg - \rho_{lev}g \frac{4}{3}\pi r^3 - 6\pi\eta r v_{le}$$

- **Mozgásegyenlet emelkedéskor**

$$0 = mg - \rho_{lev}g \frac{4}{3}\pi r^3 + 6\pi\eta r v_{fel} - qE$$



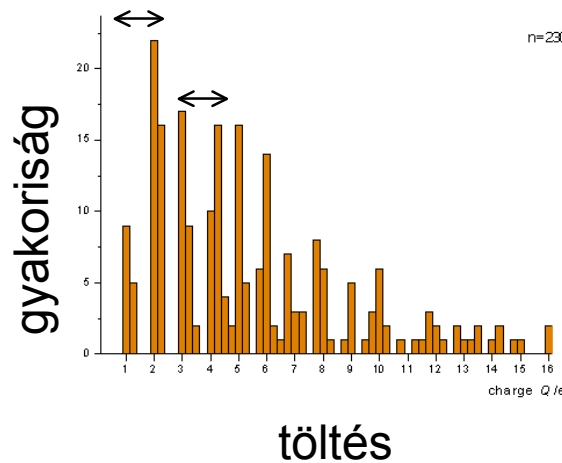
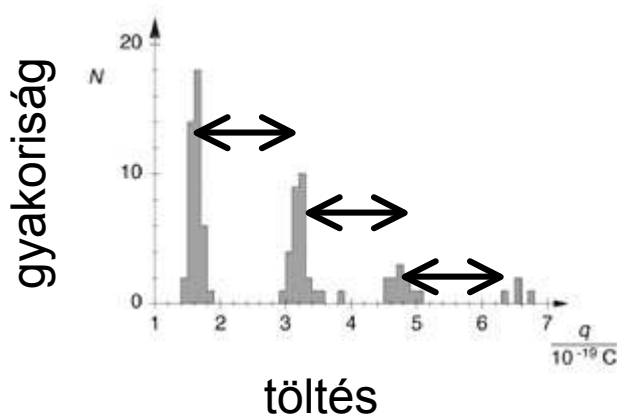
A Millikan-kísérlet

$m = \rho_{olaj} g \frac{4}{3} \pi r^3$ A süllyedési sebességből megvan a csepp sugara, az emelkedési sebességből a töltése.

$$\Rightarrow 0 = (\rho_{olaj} - \rho_{lev}) g \frac{4}{3} \pi r^3 - 6\pi\eta r v_{le} \Rightarrow r^2 = \frac{9\eta v_{le}}{(\rho_{olaj} - \rho_{lev}) 2g}$$

$$\Rightarrow q = \frac{(\rho_{olaj} - \rho_{lev}) g \frac{4}{3} \pi r^3 + 6\pi\eta r v_{fel}}{E}$$

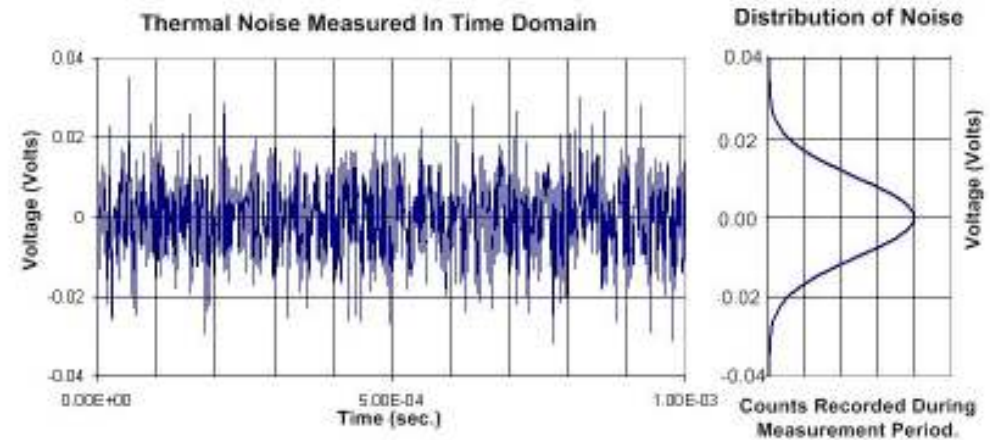
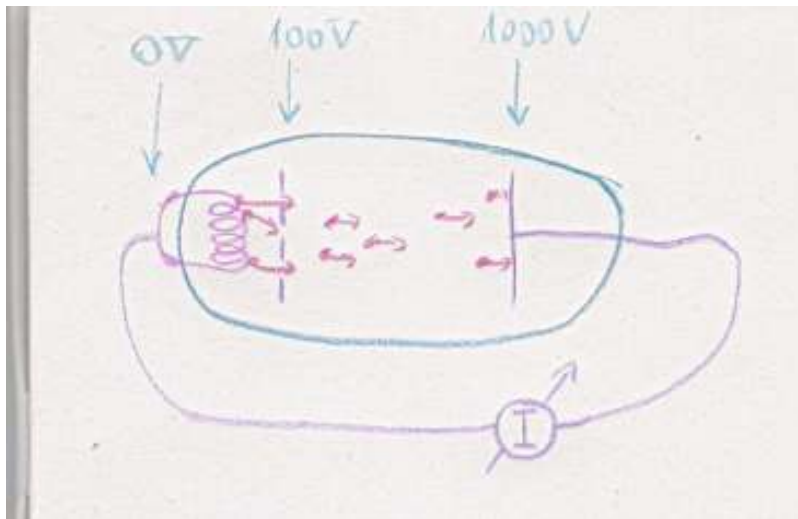
Eredmény



létezik elemi töltés
 $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

A sörétzaj

- Az elektromos töltés még pontosabb meghatározása (W. Schottky)
- Katósugárcső áramingadozásai



A sörétzaj

Miért ingadozik az áramerősség?

A katódról dt idő alatt kilépő elektronok száma legyen n .

Az n nem azonos az egyes időintervallumokban! Az egyes elektronok egymástól függetlenül lépnek ki a katódból, egy adott valószínűséggel!

1 elektron időegység alatti kilépésének valószínűsége legyen λ ,
Ez állandó, azaz

$$p_1 = \lambda dt$$

A kilépő elektronok számának valószínűsége:

$$p(n) = \binom{N}{n} p_1^n (1 - p_1)^{N-n}$$

A sörétzaj

Az áramerősség átlaga, kilépő elektronok számának átlaga (dt alatt)

$$I = \frac{dQ}{dt} = \frac{ne}{dt} \rightarrow \bar{I} = \frac{e}{dt} \bar{n} \quad \bar{n} = \sum_{i=0}^N p(n)n = Np_1 = N\lambda dt$$

Az áramerősség szórása, kilépő elektronok számának szórása (dt alatt)

$$\sigma_I^2 = \left(\frac{e}{dt} \right)^2 \sigma_n^2 \quad \sigma_n^2 = \sum_{i=0}^N p(n)(n - \bar{n})^2 = Np_1(1 - p_1) \cong Np_1 = \bar{n}$$

A kettő között kapcsolat van!

A szórás attól függ, hogy hány elektron lép ki az adott idő alatt (dt)

⇒ nem csak az áramerősség van meg, hanem a darabszám is

$$\varepsilon_I = \frac{\sigma_I}{\bar{I}} = \frac{\sigma_n}{\bar{n}} = \frac{1}{\sqrt{\bar{n}}} \Rightarrow \bar{n} = \frac{1}{\varepsilon_I^2}$$

$$e = \frac{\bar{I}dt}{\bar{n}} = \bar{I}dt \left(\frac{\sigma_I}{\bar{I}} \right)^2$$