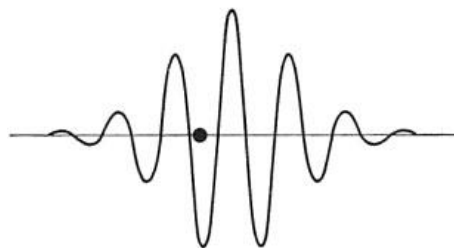


## 4. Unde electronice

Și electronii se comportă ca particunde: sunt detectați asemenea particulelor (transferă brusc energia), dar între detecții călătoresc asemenea undelor!



### Provocarea 4-1

Cât este frecvența unei electronice care are energia 1 eV?

Aceleași relații se aplică tuturor particundelor:

$$\varepsilon = h \cdot f$$

Astfel, frecvența unei electronice cu energia 1 eV este:

$$f = \frac{\varepsilon}{h} = \frac{1 \text{ eV}}{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \text{V}}{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}} = 1,7 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

O frecvență enormă: peste o sută de mii de miliarde de Hz, de o sută de mii de ori mai mare decât frecvența undelor radio (fotonilor) utilizate în telefonia mobilă! Nu este de mirare că ne-a „scăpat” aspectul de undă al electronilor, din cauza frecvențelor enorme ale undelor electronice.

### Provocarea 4-2

Cât este lungimea de undă a unei electronice cu energia 1 eV?

Aceleași relații se aplică tuturor particundelor:

$$\lambda = \frac{h}{p} \quad (1)$$

Impulsul electronului este:

$$p = m \cdot v \quad (2)$$

iar energia sa cinetică (nerelativistă) este 1 eV:

$$\varepsilon = \frac{m \cdot v^2}{2} \quad (3)$$

Masa proprie a electronului este  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ .

Din (3) poți calcula viteza electronului:

$$v = \sqrt{\frac{2\varepsilon}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 5,9 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

Acum poți calcula impulsul electronului:

$$p = mv = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 5,9 \cdot 10^5 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 5,4 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Astfel, lungimea de undă a electronului este:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{5,4 \cdot 10^{-25} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 1,2 \cdot 10^{-9} \text{ m} = 1,2 \text{ nm}$$

mult mai mică decât a unui foton având energia 1 eV!

Dacă electronul se comportă ca o particulă, ca și fotonul, înseamnă că am putea folosi electroni în loc de fotoni într-un microscop... electronic!

Microscopul electronic furnizează imagini MULT mai detaliate decât o poate face microscopul optic, datorită lungimii de undă mult mai mici a electronilor.



Microscop electronic (premiul Nobel pentru fizică 1986)

## Provocarea 4-3

Caută și inserează aici imagini realizate cu microscopul electronic!