

OSNOVNI NABOJ IN ŠUM

JANEZ STRNAD

Fakulteta za matematiko in fiziko

Univerza v Ljubljani

PACS: 07.50.Hp, 01.65.+g

Čeprav je šum pri prenašanju sporočil nadležen, neposredno opazovanje šuma omogoči merjenje nekaterih količin. Po preprosti poti izpeljemo nekaj osnovnih enačb za šum. Kot zgled obdelamo merjenja osnovnega naboja s šumom. Ta merjenja imajo zanimivo zgodovino.

ELEMENTARY CHARGE AND NOISE

Although noise is an inconvenience in information transmission, direct observation of it enables one to measure some specific quantities. In a simple way some basic equations concerning noise are derived. As an example the measurements of elementary charge by way of noise are considered. These measurements have an interesting history.

Uvod

Številni učbeniki fizike opišejo, kako je Robert Andrews Millikan s sodelavcem v letih od 1910 do 1913 opazoval kapljice med vodoravnima ploščama kondenzatorja in izmeril osnovni naboj. Veliko manj znano je, da so v letih od 1920 do 1925 osnovni naboj izmerili tudi s *šumom*. Zanimivi način merjenja pokaže, da je lahko „šum signal“, čeprav je pri prenašanju sporočil le nadloga. Prek šuma je namreč mogoče izmeriti količine, ki se v povprečjih sploh ne pojavijo. S šumom na primer ugotovijo, da v sklenjenem električnem krogu pri zelo nizki temperaturi med superprevodnikom in navadno prevodno kovino naboj prehaja v parih $-2e_0$, če je e_0 osnovni naboj [1]. Tu ne bomo segali v kvantno fiziko, ampak se bomo v klasičnem okviru dotaknili merjenja osnovnega naboja s šumom.

Šum je prvi sistematično obravnaval leta 1918 Walter Schottky iz laboratorija družbe Siemens [2]. Zanimalo ga je delovanje vakuumskih elektronk, ki so jih začeli na veliko uporabljati. V diodi iz katode izhajajo elektroni z nabojem $-e_0$ ter potujejo proti anodi. Vsi elektroni so enaki in izstopajo iz katode in potujejo na anodo neodvisno drug od drugega. Pri tem mora biti tok nasičen, da anoda posrka vse elektrone, ki izstopijo iz katode. Pri nižji anodni napetosti prostorski naboj okoli katode zavrača elektrone in se