

## **DOLOČANJE VELIKOSTI SUBMIKRONSKIH DELCEV S FOTONSKO KORELACIJSKO SPEKTROSKOPIJO**

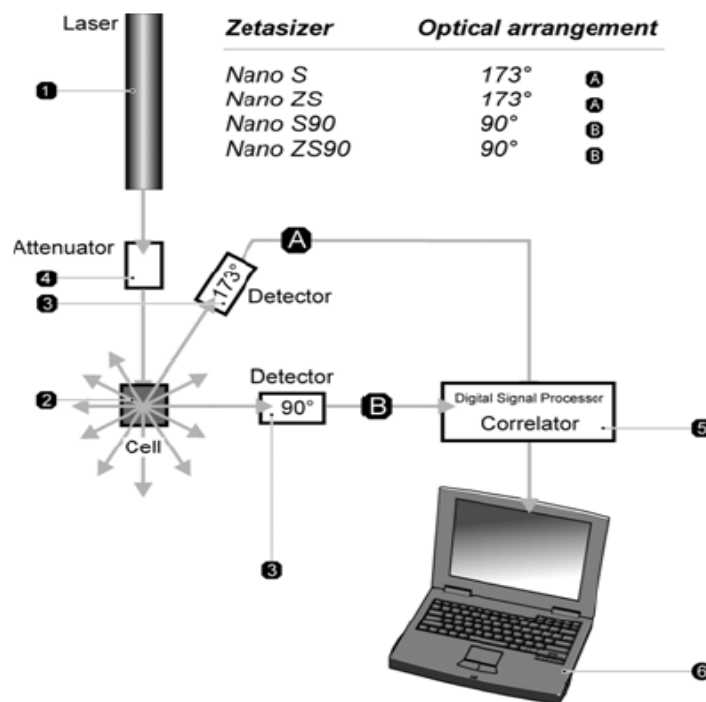
*Tadej GABRIČ*

Z metodo imenovano dinamično sipanje svetlobe (DSS) ali fotonska korelacijska spektroskopija (FKS) merimo velikost delcev v območju od 1-1000 nm. Metoda je zelo uporabna v industrijskih in laboratorijskih procesih, kjer veliko proučujejo in analizirajo različne snovi, denimo emulzije. Le-te vsebujejo zrnca, ki so tipično manjša od mikrometra. Tako majhnih zrnec ne moremo opazovati pod optičnim mikroskopom, saj je zaradi uklonskih pojavov ločljivost le-tega omejena na valovno dolžino svetlobe ( $\lambda \sim 0,5 \mu\text{m}$ ).

Opis naprave za FKS: z laserskim žarkom svetimo na vzorec preko leče. Vzorec je običajno steklena cevka (kapilara) napolnjena z raztopino preizkovanih delcev dispergiranih v vodi ali kakem drugem topilu. Svetloba se na vzorcu močno sipa, kar opazimo kot svetlo črto, ki se razteza od enega do drugega roba kapilare. Sipano svetlobo detektiramo s fotopomnoževalko in nato signal prenesemo na računalnik z vgrajenim korelatorjem. Korelator kot vmesnik v računalniku izračuna avtokorelacijsko funkcijo intenzitete sipane svetlobe, ki jo podaja enačba:

$$G^{(2)}(\tau) = \langle I(t)I(t+\tau) \rangle ,$$

kjer  $\tau$  (tau) predstavlja časovni zamik korelatorja,  $\langle \rangle$  pa označuje povprečje po času.



**Slika 1:** Konfiguracija NANO sistemov za merjenje dinamičnega sipanja svetlobe firme MALVERN.

Za delce, ki so v Brownovem gibanju, avtokorelacijska funkcija kot funkcija časovnega zamika eksponentno pada:

$$G(\tau) = A + B \cdot \exp(-2\tau / \tau_d) ,$$

kjer A in B predstavljata amplitudo statičnega oz. dinamičnega dela,  $\tau_d$  pa difuzijski čas. Za translacijsko Brownovo gibanje delcev je  $\tau_d$  podan z enačbo:

$$(1 / \tau_d) = D q^2$$

pri čemer pa je sipalni vektor  $q$  podan z zvezo:

$$q = 4\pi n \sin(\theta/2) / \lambda ,$$

kjer je  $n$  lomni količnik vode v kateri so dispergirani sipalci,  $\theta$  sipalni kot in  $\lambda$  valovna dolžina laserske svetlobe.

Običajno meritve potekajo tako, da sipanje opazujemo pod različnimi sipalnimi koti  $\theta$ . Nato narišemo zvezo med obratno vrednostjo difuzijskega časa  $\tau_d$  in kvadratom valovnega vektorja  $q^2$ . Zveza je linearna in preko nje dobimo difuzijsko konstanto  $D$ . Difuzijska konstanta za translacijsko gibanje sferičnih sipalcev je podana z zvezo:

$$D = kT / 6\pi\eta r ,$$

kjer  $k$  predstavlja Boltzmannovo konstanto,  $T$  temperaturo raztopine oz. vzorca,  $r$  radij kroglic oz. sipalcev,  $\eta$  pa viskoznost vode. Če poznamo  $\eta$  in  $T$ , lahko iz izmerjene difuzijske konstante izračunamo radij kroglic v raztopini.

#### **VIRI:**

1) "Dynamic light scattering: an introduction in 30 minutes", DLS technical note, Malvern Instruments, ([www.malvern.co.uk](http://www.malvern.co.uk)).