

# آنالیز اندازه و بار سطحی ذرات



**PARTICLEMETRIX**



## فهرست عناوین

بخش اول: آنالیز اندازه‌ی ذرات

- ✓ مقدمه‌ای بر اندازه‌ی ذره
- ✓ کاربرد آنالیزورهای اندازه‌ی ذرات
- ✓ روش‌های اندازه‌گیری ذرات
- ✓ آنالیز اندازه‌ی ذرات به روش پراکندگی لیزر

بخش دوم: آنالیز بار سطحی ذرات

- ✓ مقدمه‌ای بر بار سطحی ذره
- ✓ کاربرد آنالیزورهای بار سطحی ذرات
- ✓ روش‌های اندازه‌گیری بار سطحی ذرات

بخش سوم: انواع آنالیزورهای اندازه‌گیری ابعاد و بار سطحی ذرات

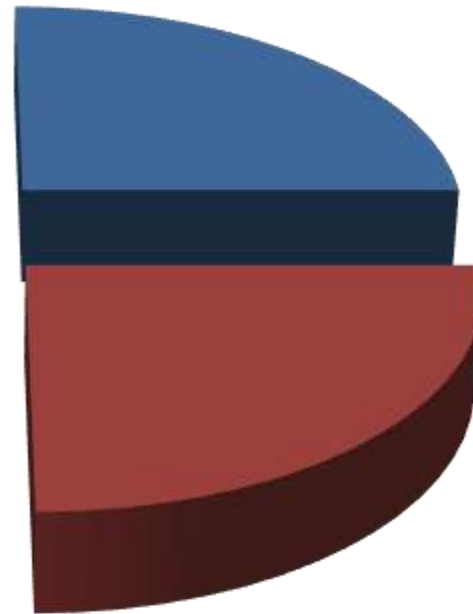
# بخش اول: آنالیز اندازه‌ی ذرات

## Particle size analysis



**PARTICLEMETRIX**

## چه کسانی ذرات را اندازه گیری می کنند؟



- داروسازی
- صنایع شیمیایی
- سرامیک ها
- سیمان
- مواد غذایی
- ساینده ها
- مواد آرایشی
- مواد معدنی
- فلزات پودری
- اهداف تحقیقاتی
- سایر کاربردها

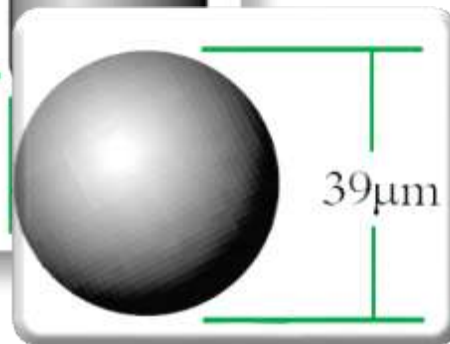
مقدمه: اندازه‌ی ذره چیست؟

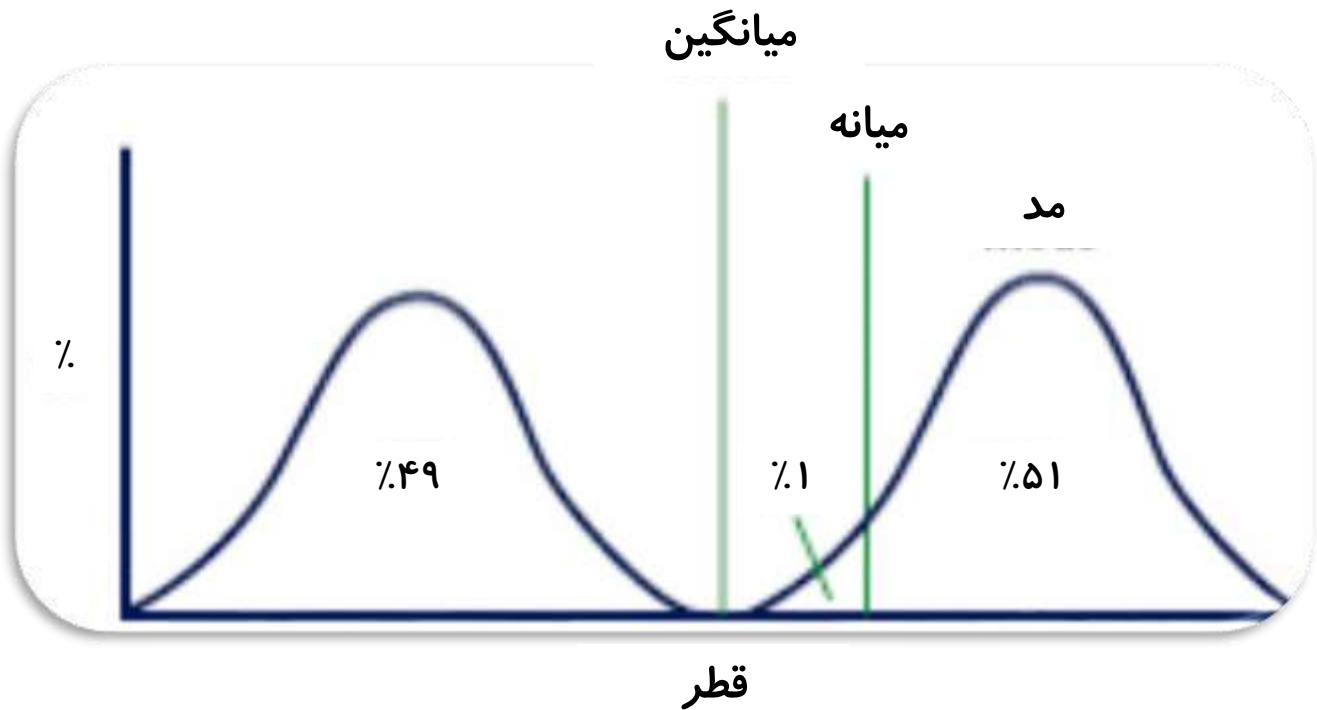


$$\text{حجم سیلندر} = \pi r^2 h = 10000\pi (\mu\text{m}^3)$$

$$\text{حجم کره} = \frac{4}{3}\pi r_e^3$$

$$\text{قطر کره‌ی معادل} = D_e = 2r_e = 39.1\mu\text{m}$$





میانگین حسابی، تقسیم کننده جمعیتی، بیشترین فرکانس



# کاربردهای آنالیزورهای اندازه‌ی ذرات

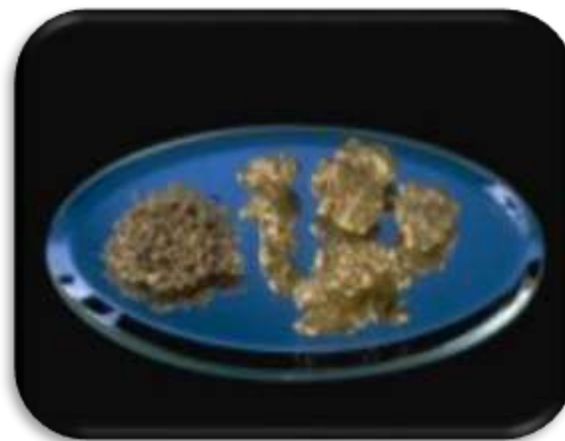






### سیمان

- کنترل اندازه‌ی ذرات حین فرآیند خرد شدن
- مشخصات سیمان: جذب آب، استحکام مکانیکی و غیره



### استخراج مواد معدنی

- کنترل یکنواختی ذرات
- بهبود فرآیند شناورسازی

## کاربردها

### رنگ

- میزان چسبندگی رنگ به زیرلایه
- میزان براقیت، کدر بودن و انعکاس نور



### ساینده‌ها

- کنترل کیفیت سایش
- کنترل نرخ سایش



### مواد آرایشی و بهداشتی

- میزان نرم یا زبر بودن روی پوست
- نحوه‌ی جذب و پخش شدن روی پوست
- میزان روشنایی یا کدورت



## کاربردها

### صنایع غذایی

- کنترل مزه، رنگ و یکنواختی مواد غذایی
- کنترل کیفیت و ماندگاری مواد غذایی



### صنایع دارویی

- کنترل زمان جذب دارو درون بدن
- کنترل قابلیت جذب دارو درون بدن
- کنترل یکنواختی داروهای سوسپانسیون



### فلزات و سرامیک‌ها

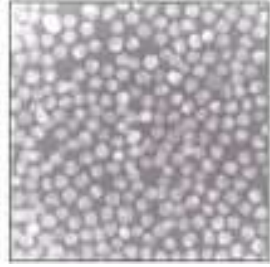
- کنترل خواص مکانیکی
- کنترل خواص نوری
- کنترل خواص مغناطیسی
- کنترل خواص حرارتی



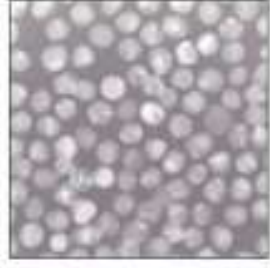


Gold particles in glass

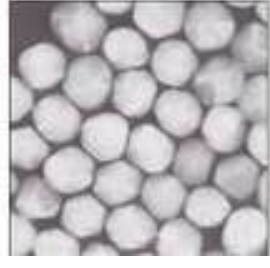
Size\*: 25 nm  
Shape: sphere  
Color reflected:



Size\*: 50 nm  
Shape: sphere  
Color reflected:

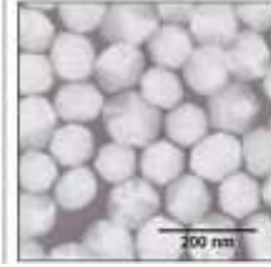


Size\*: 100 nm  
Shape: sphere  
Color reflected:

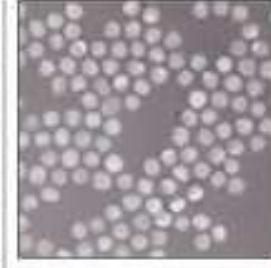


Silver particles in glass

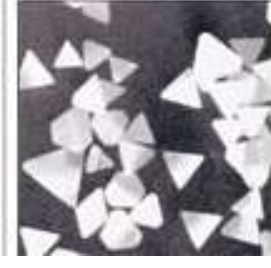
Size\*: 100 nm  
Shape: sphere  
Color reflected:



Size\*: 40 nm  
Shape: sphere  
Color reflected:



Size\*: 100 nm  
Shape: prism  
Color reflected:

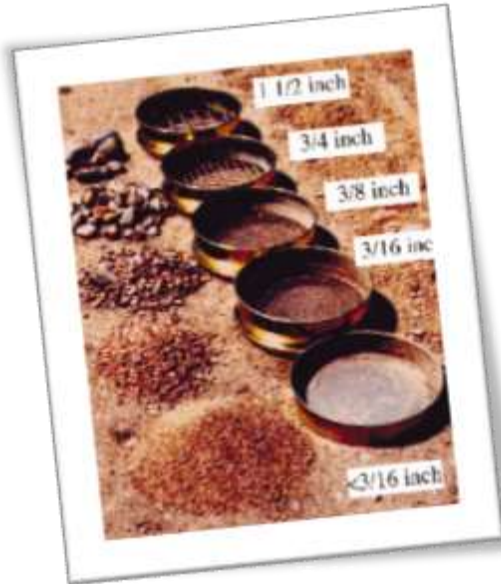




## روش‌های اندازه‌گیری ذرات



روش بسیار قدیمی



مزایا

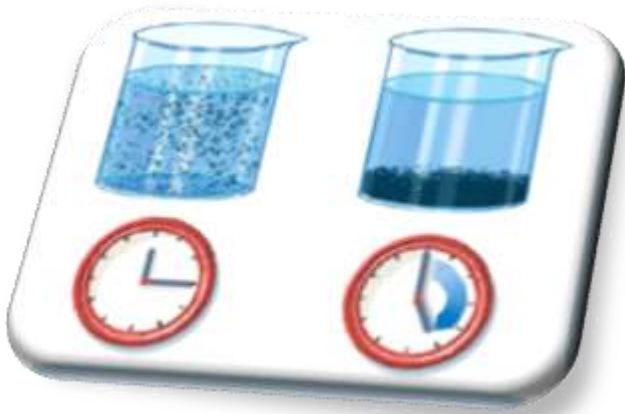
- ساده برای ذرات بزرگ
- ارزان

محدودیت‌ها

- عدم توانایی اندازه‌گیری
- سوسپانسیون‌ها و امولسیون‌ها
- ذرات کوچک‌تر از  $38\mu\text{m}$  (مش ۴۰۰)
- ذرات چسبنده و آگلومره شده
- هر چه زمان اندازه‌گیری بیش‌تر، متوسط اندازه‌ی ذرات کوچک‌تر

# روش ته نشینی

## مبتنی بر معادله‌ی استوکس



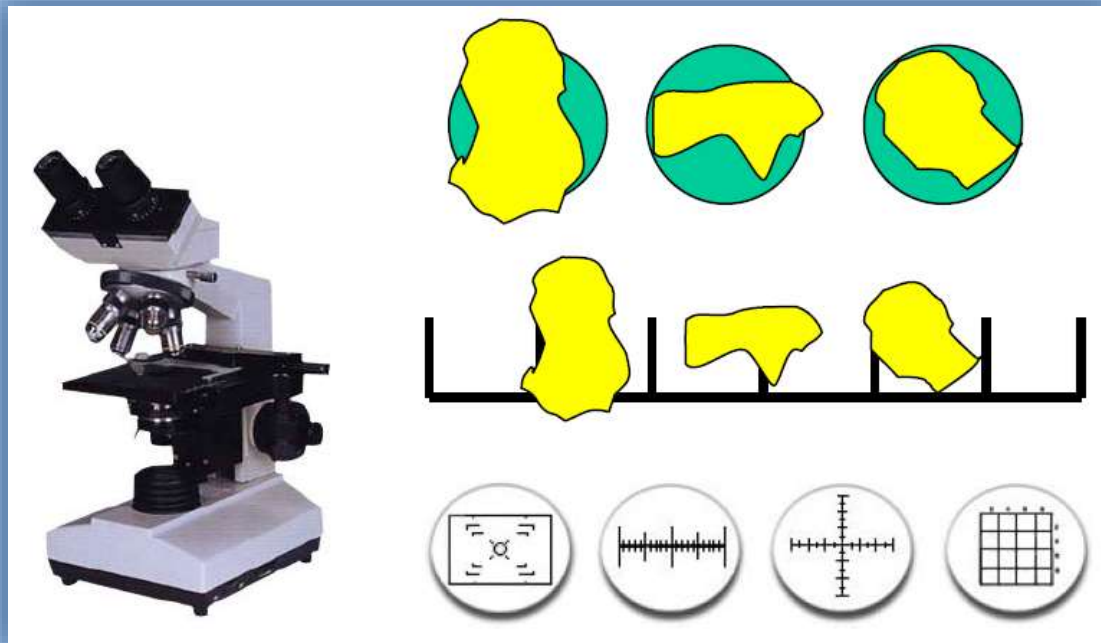
### مزایا

- تجهیزات ساده
- ارزان

### محدودیت‌ها

- نیاز به دانستن چگالی ذرات (نامناسب برای امولسیون‌ها)
- محدوده‌ی اندازه‌ی ذره‌ی قابل اندازه‌گیری:  $2-50 \mu m$
- سرعت اندازه‌گیری بسیار کم
- جواب‌های فریبنده وابسته به دما

مشاهده‌ی مستقیم ذرات



مزایا

- اندازه‌گیری مستقیم
- قابلیت مشاهده‌ی شکل ذرات

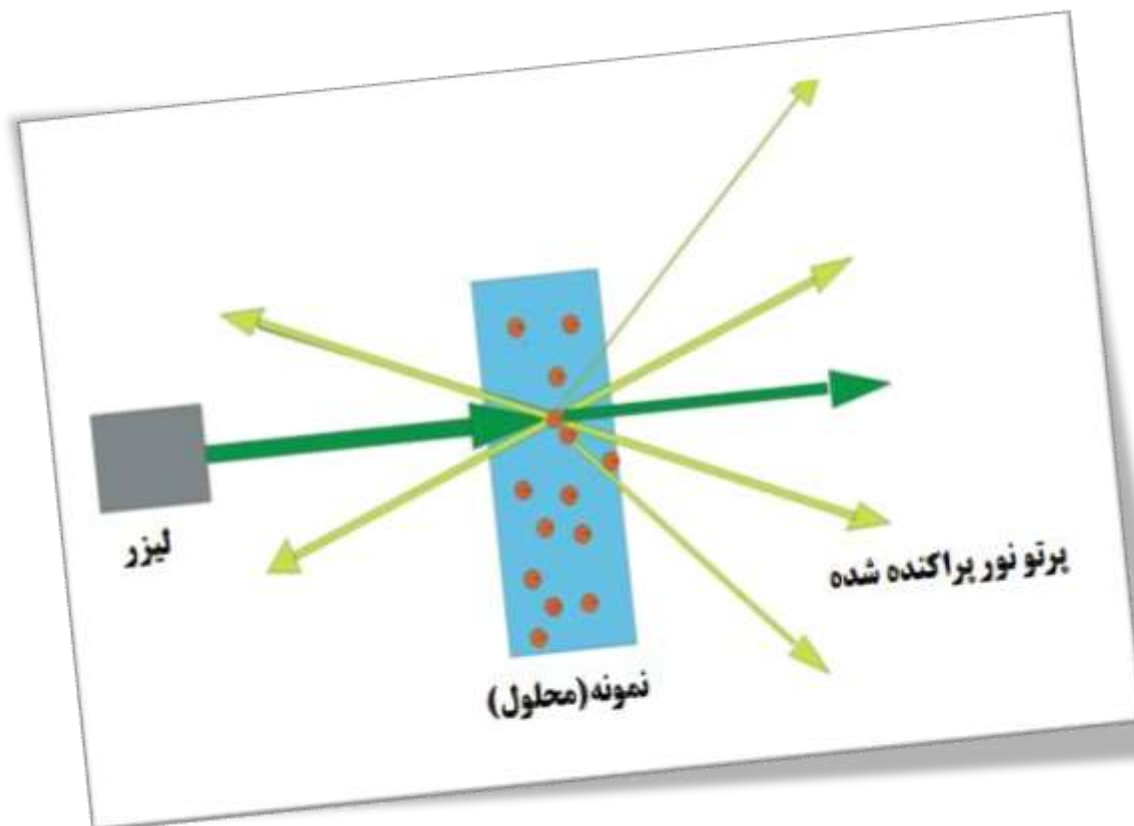
محدودیت‌ها

- ناتوانی در تعمیم نتایج به کل ذرات
- ناتوانی در اندازه‌گیری توزیع حجمی ذرات
- زمان اندازه‌گیری طولانی



## روش پراکندگی لیزر

دقت و سرعت بسیار بالا



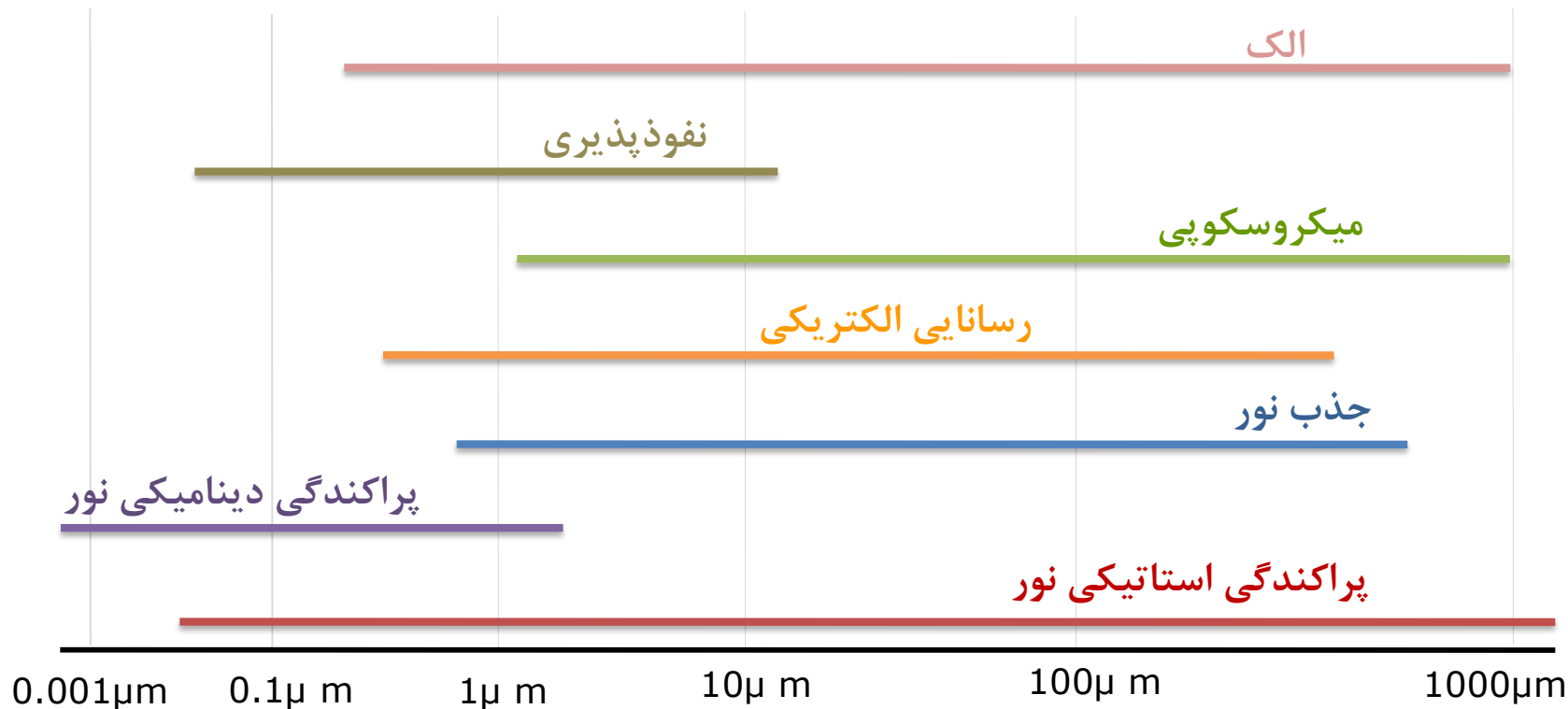
### مزایا

- قابلیت اندازه گیری
  - مستقیم ذرات خشک
  - سوسپانسیون‌ها و امولسیون‌ها
  - ذرات در محدوده‌ی گسترده
  - مستقیم توزیع حجمی ذرات
- سرعت اندازه گیری بسیار بالا
- تکرارپذیری نتایج بسیار عالی

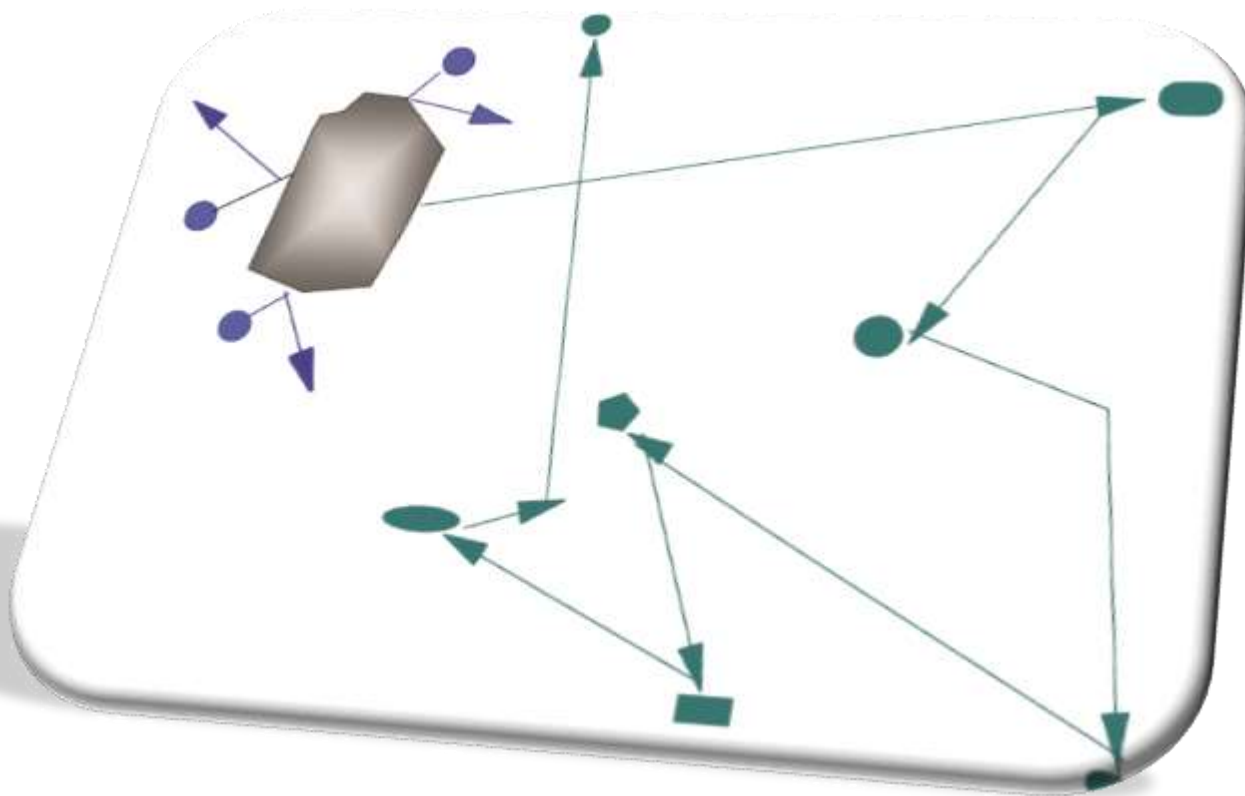
# پراکندگی نور



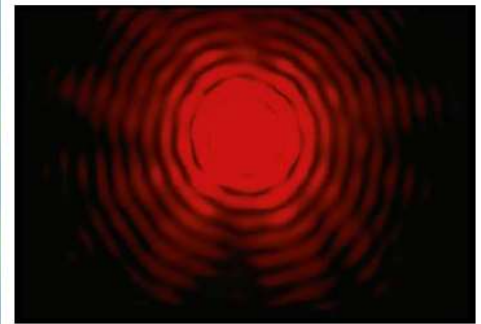
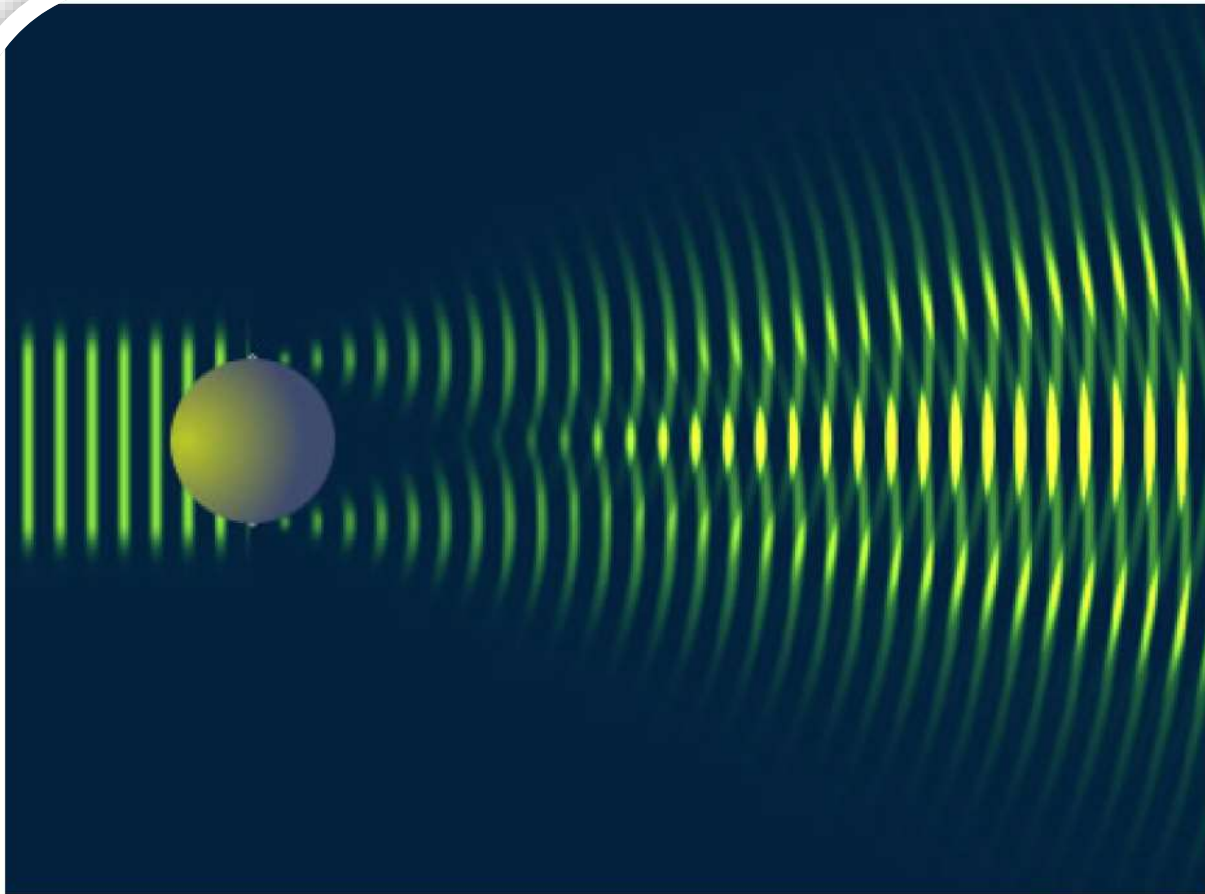
## دلیل استفاده از روش پراکندگی لیزر



انحراف پرتو نور از خط سیر اصلی خود

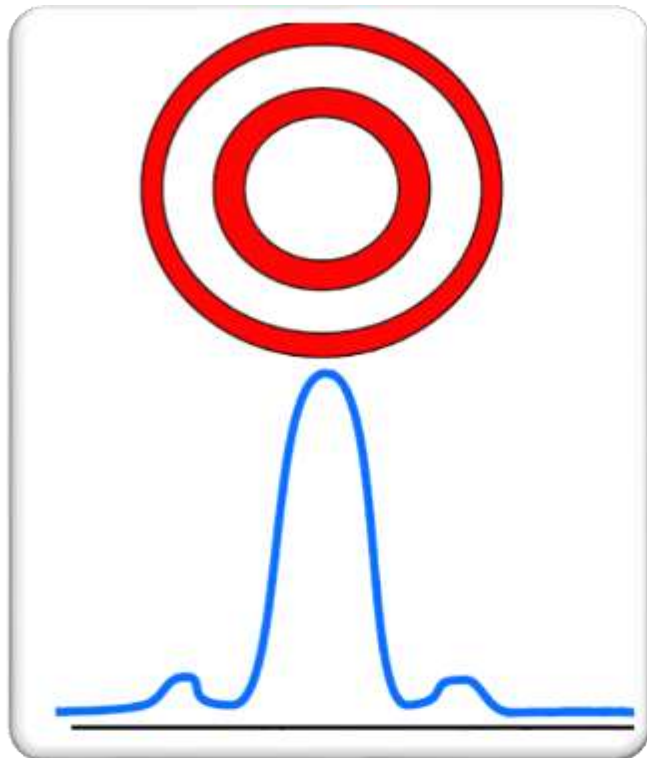


طرح پراکندگی



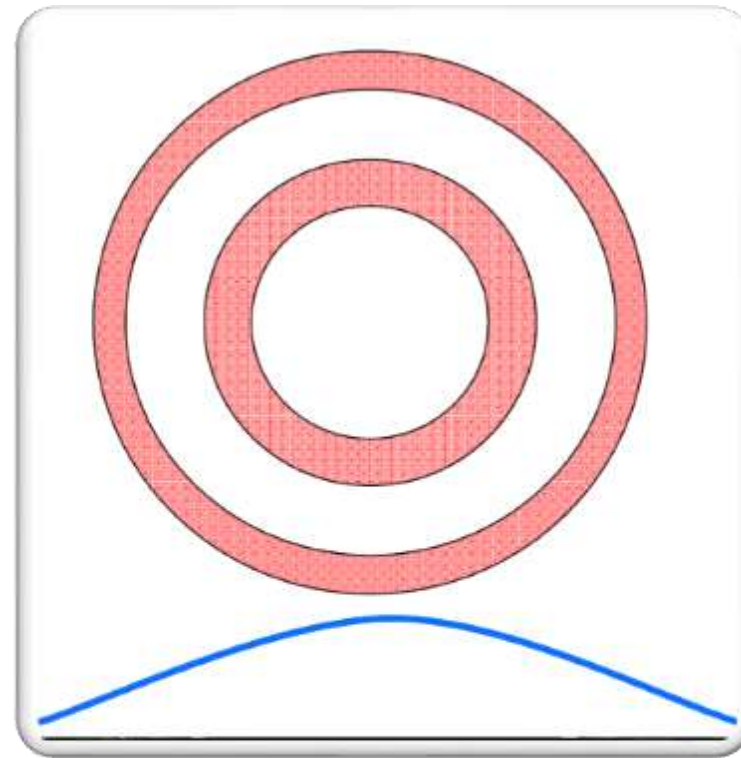
# تفاوت ذرات کوچک و بزرگ در پراکندن نور

ذره درشت

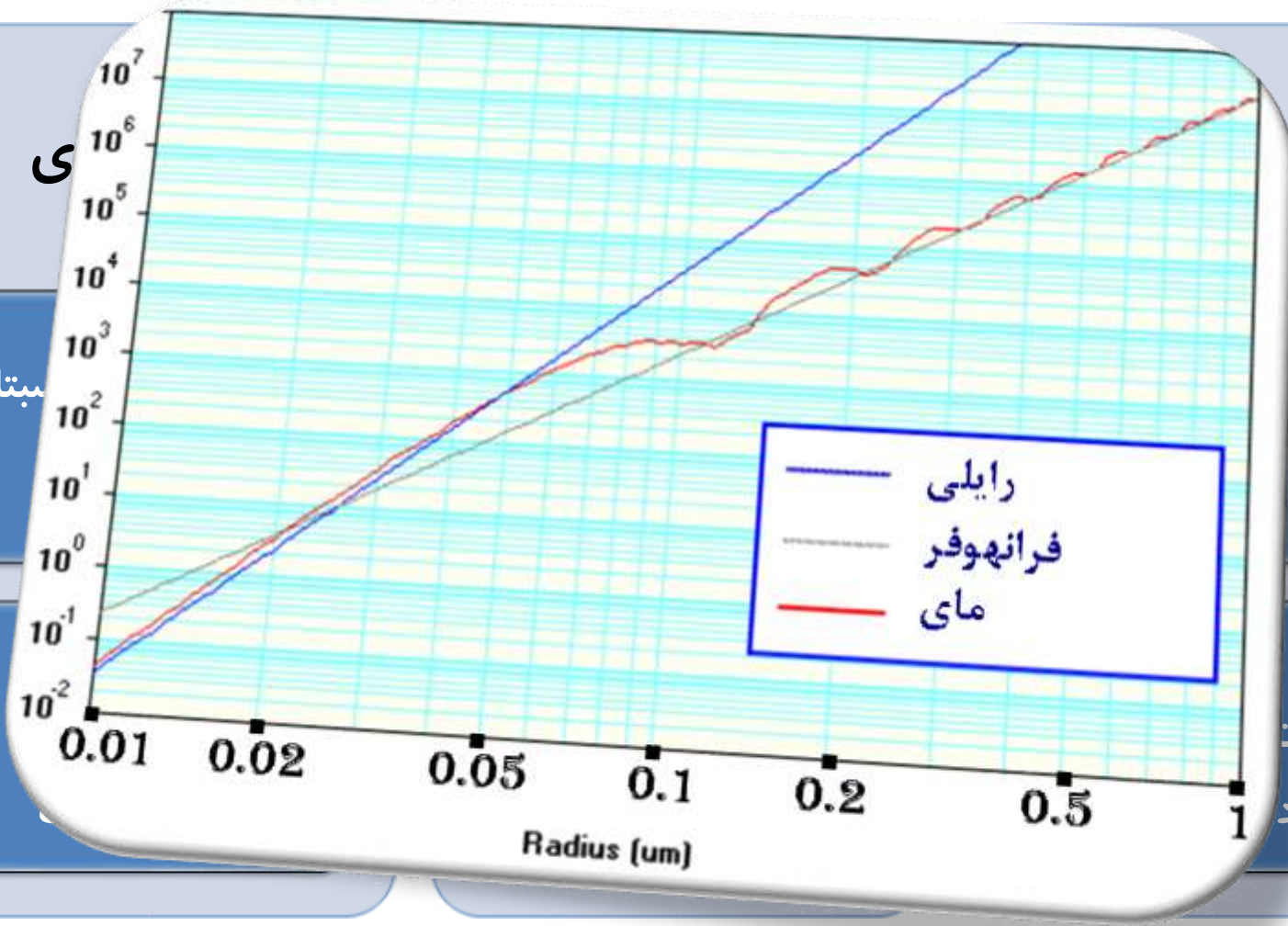


طرح پراکندگی باریک، شدت بالا

ذره ریز



طرح پراکندگی پهن، شدت پایین



ی

تئو

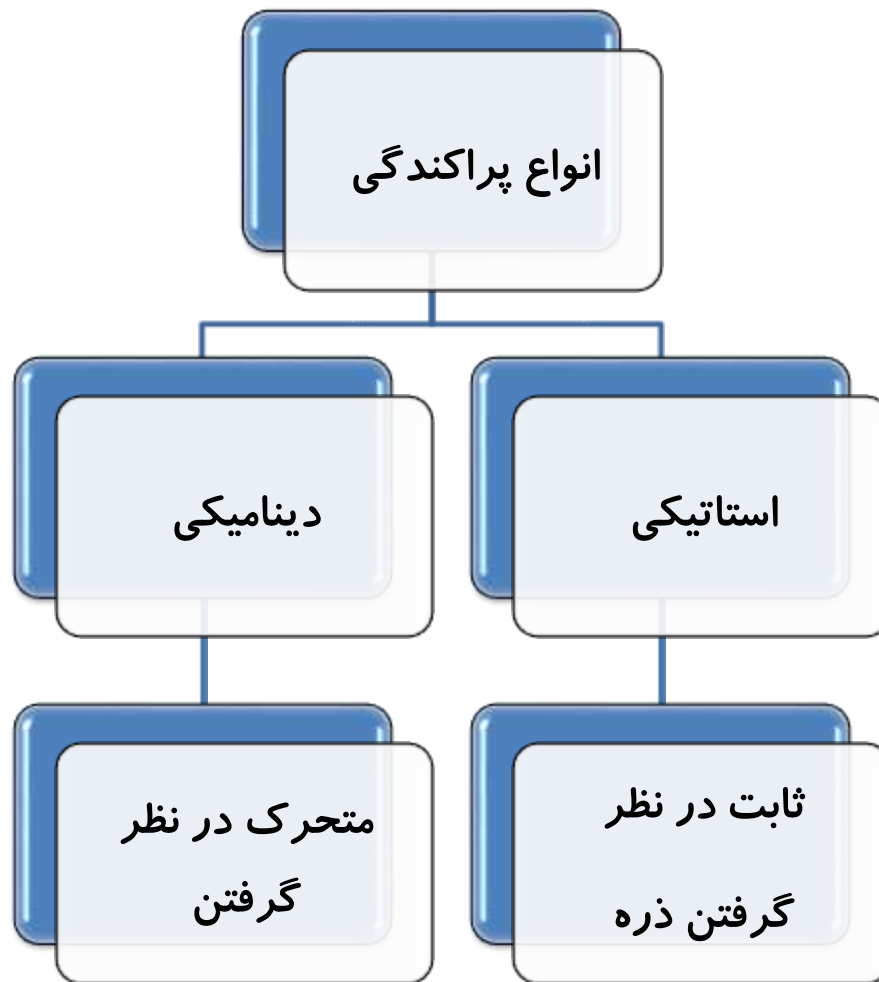
بتا

فرمو

قابل

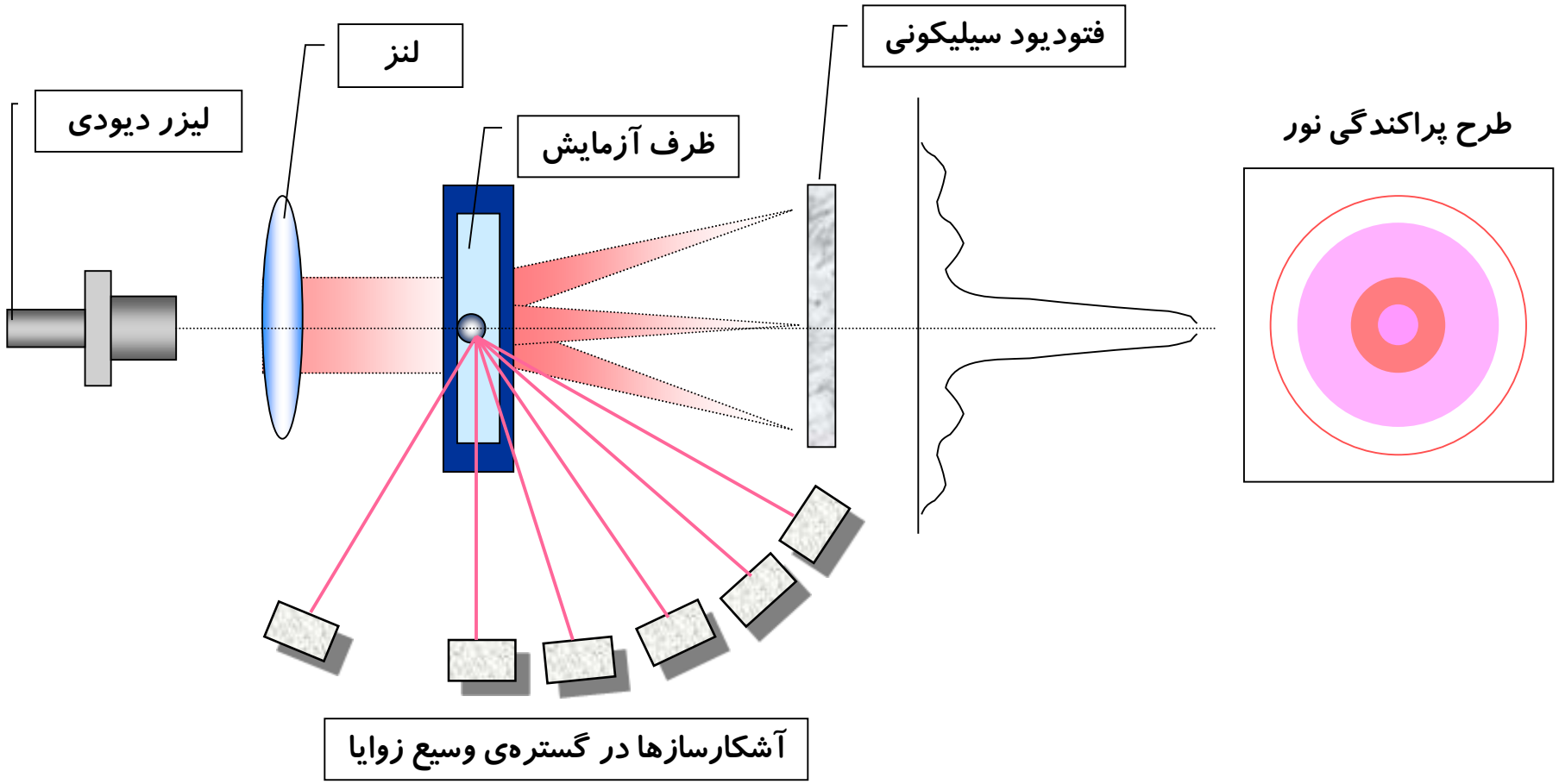
ذرات

یکد





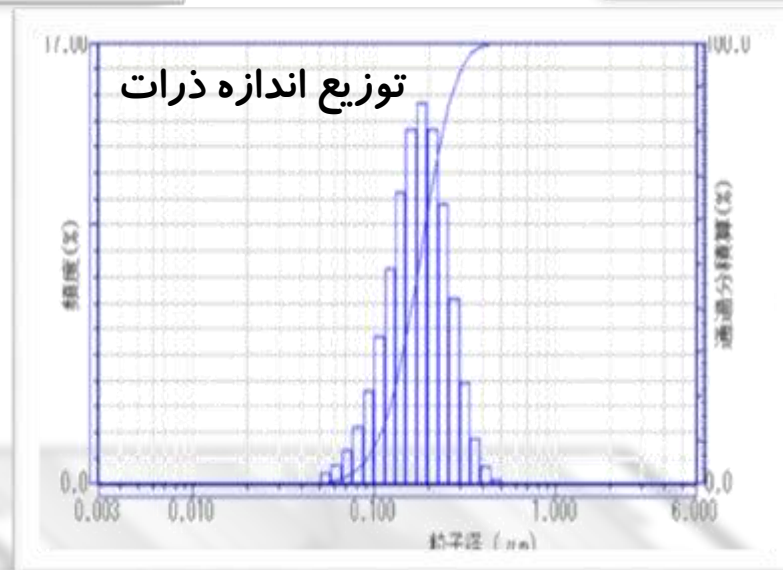
پراکندگی استاتیکی نور (شمای کلی دستگاه)



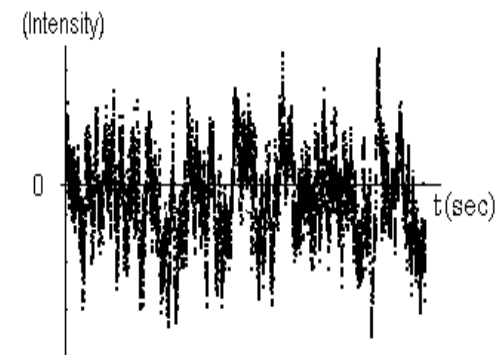
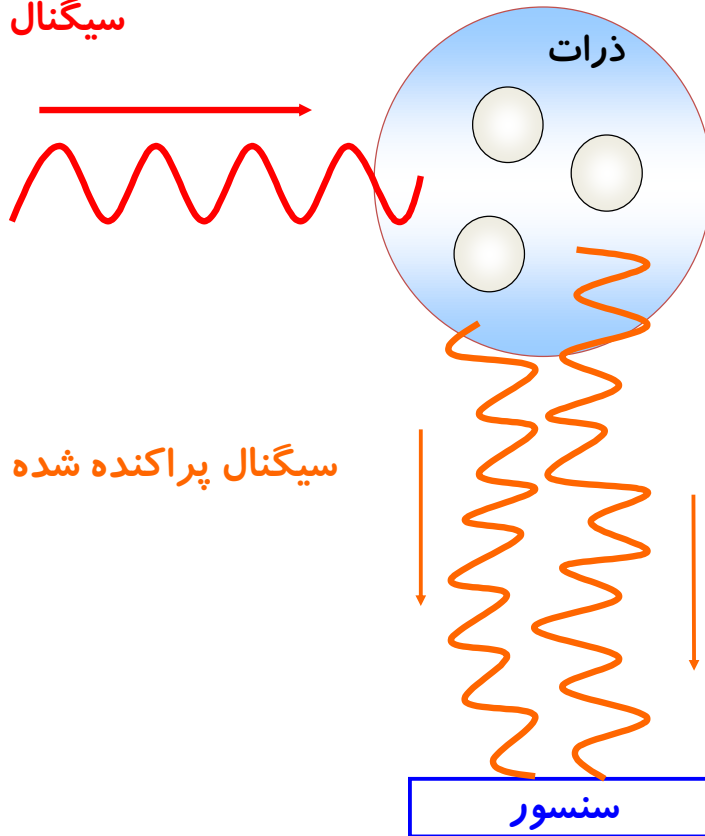
پراکندگی استاتیکی نور (اصول کار)



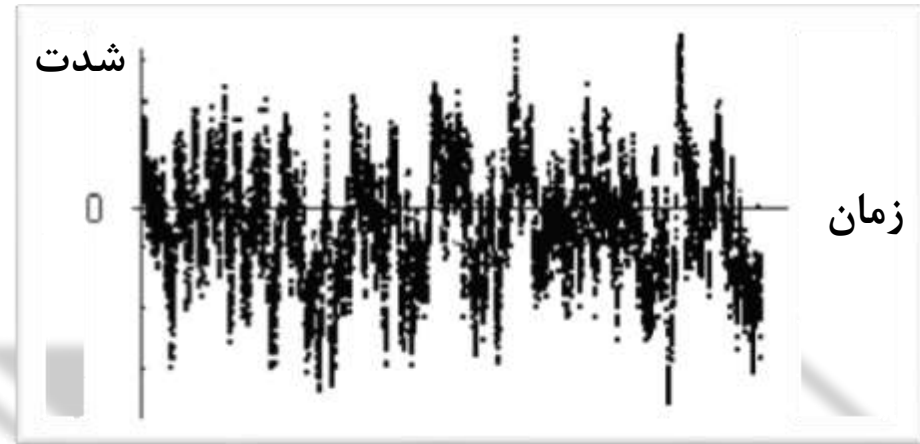
انطباق دادن  
بر اساس  
مدلهای ریاضی



سیگنال فرودی



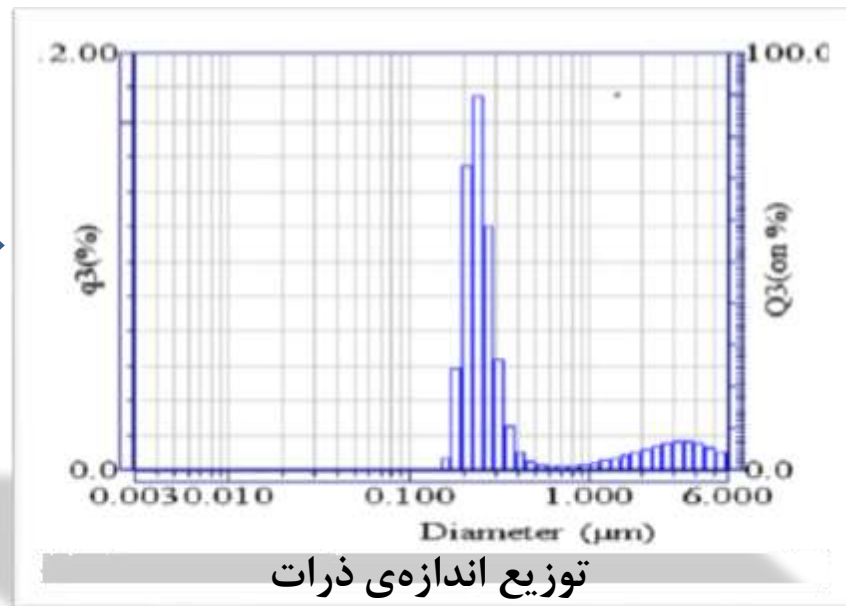
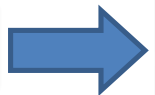
# پراکندگی دینامیکی نور (اصول کار)



تبدیل فوری به سریع (FFT)



انطباق با یک نمودار تئوری

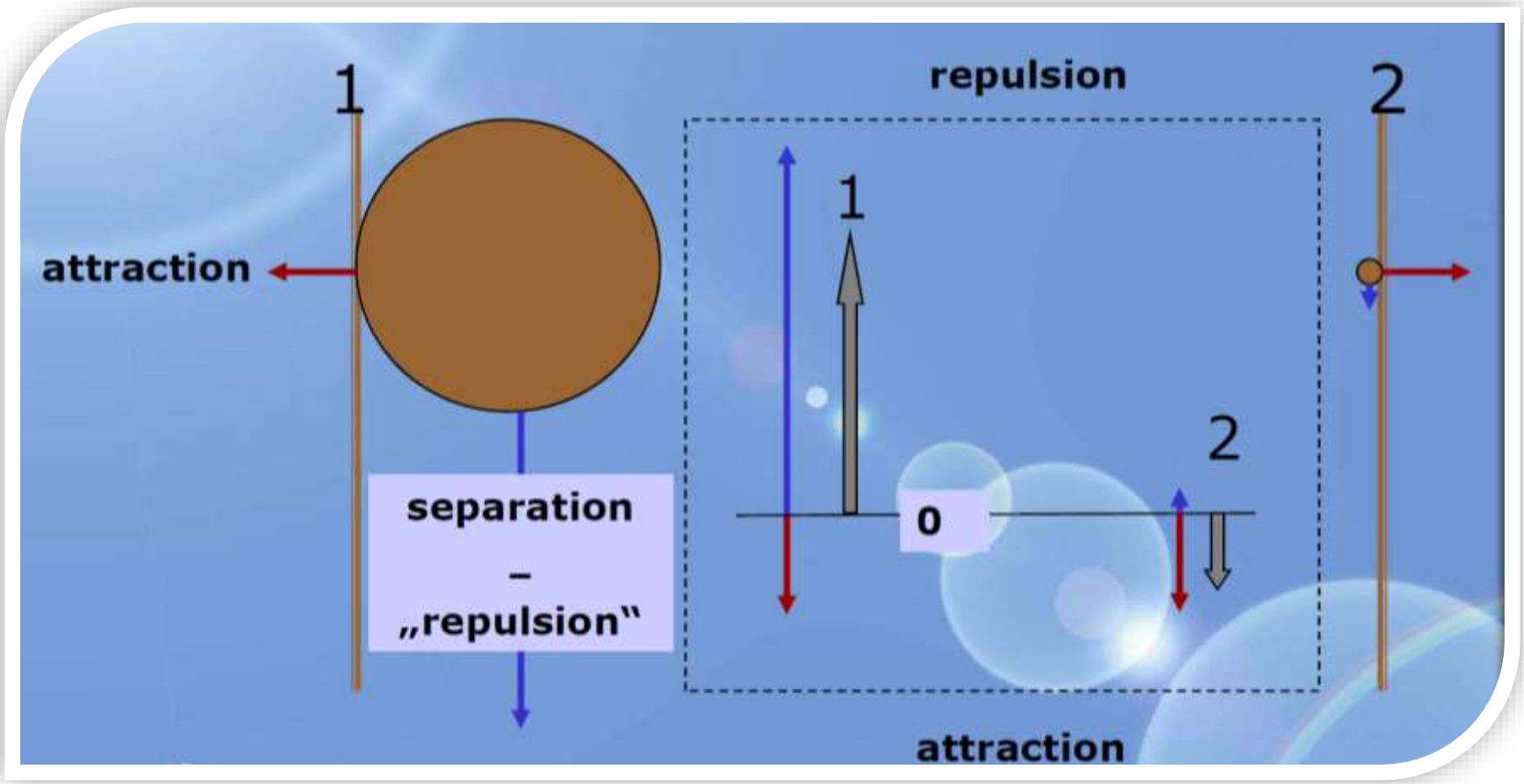


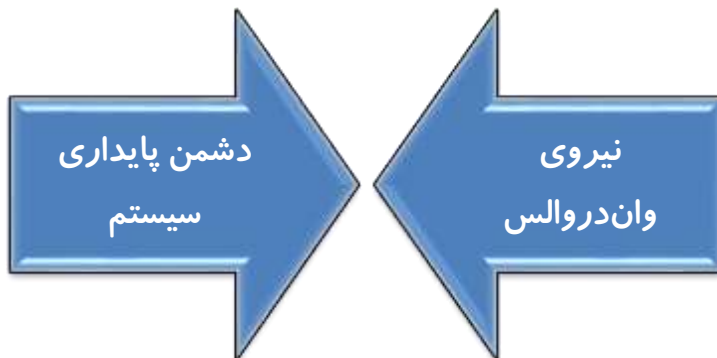
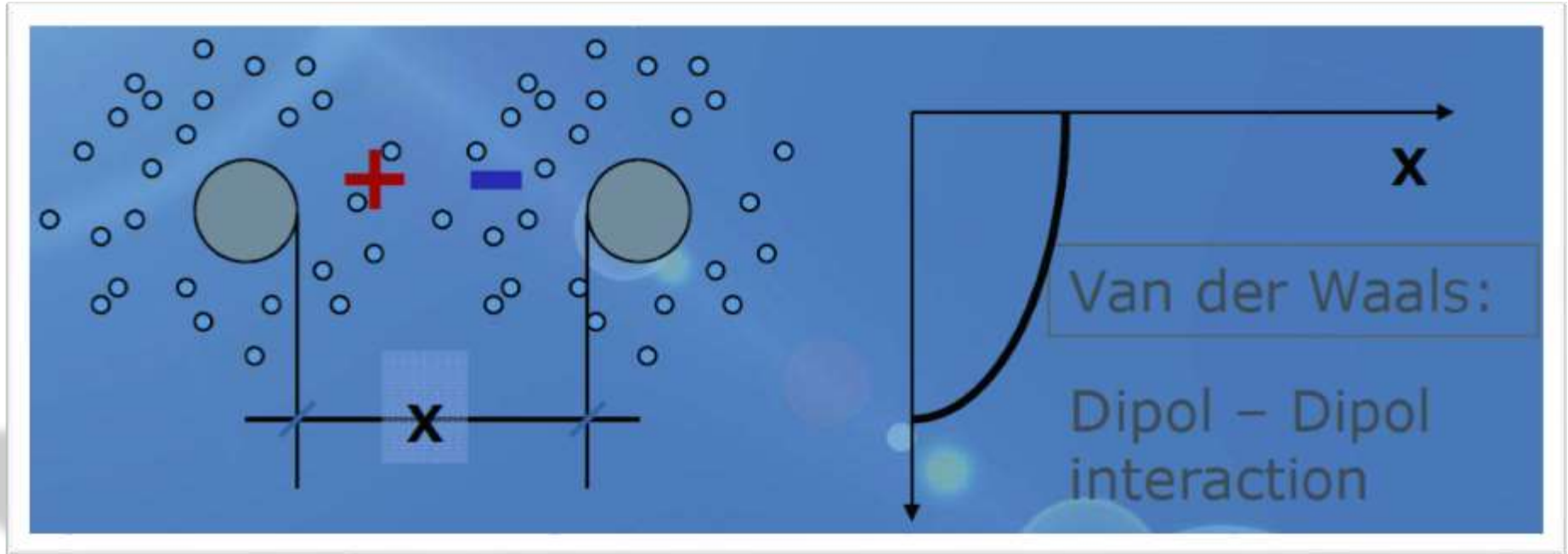
توزیع اندازه ذرات

# بخش دوم: آنالیز بار سطحی ذرات

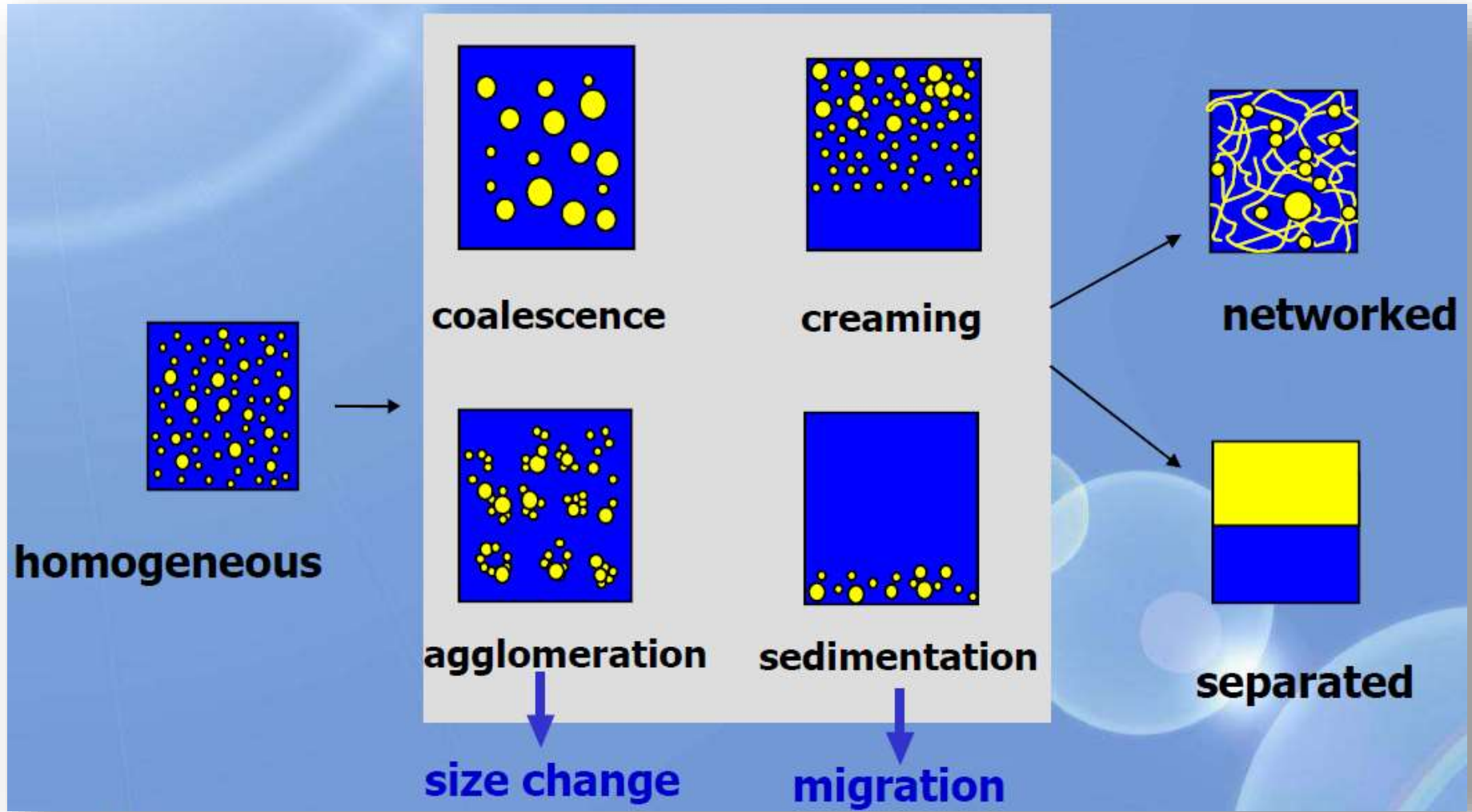


PARTICLEMETRIX



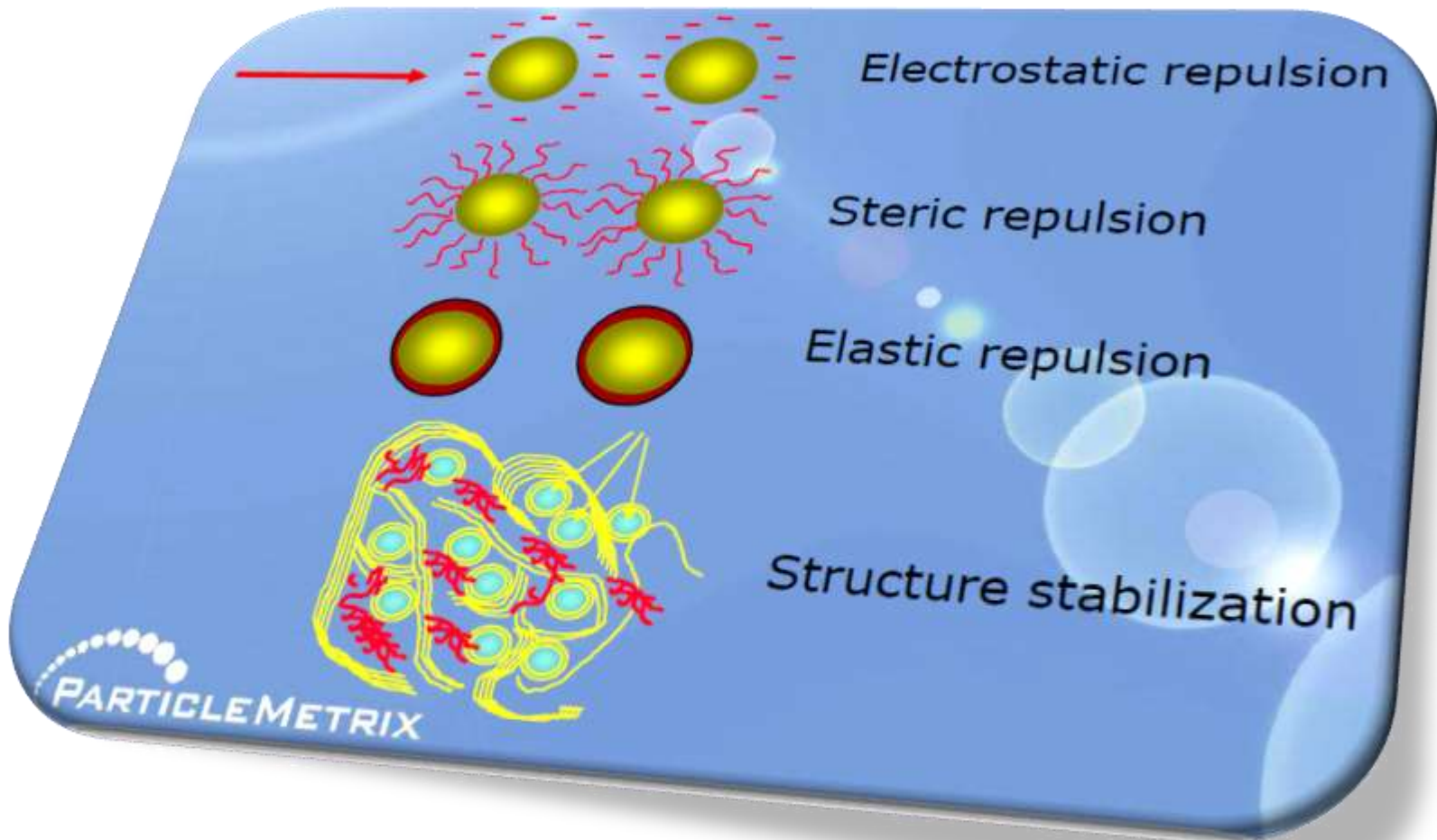


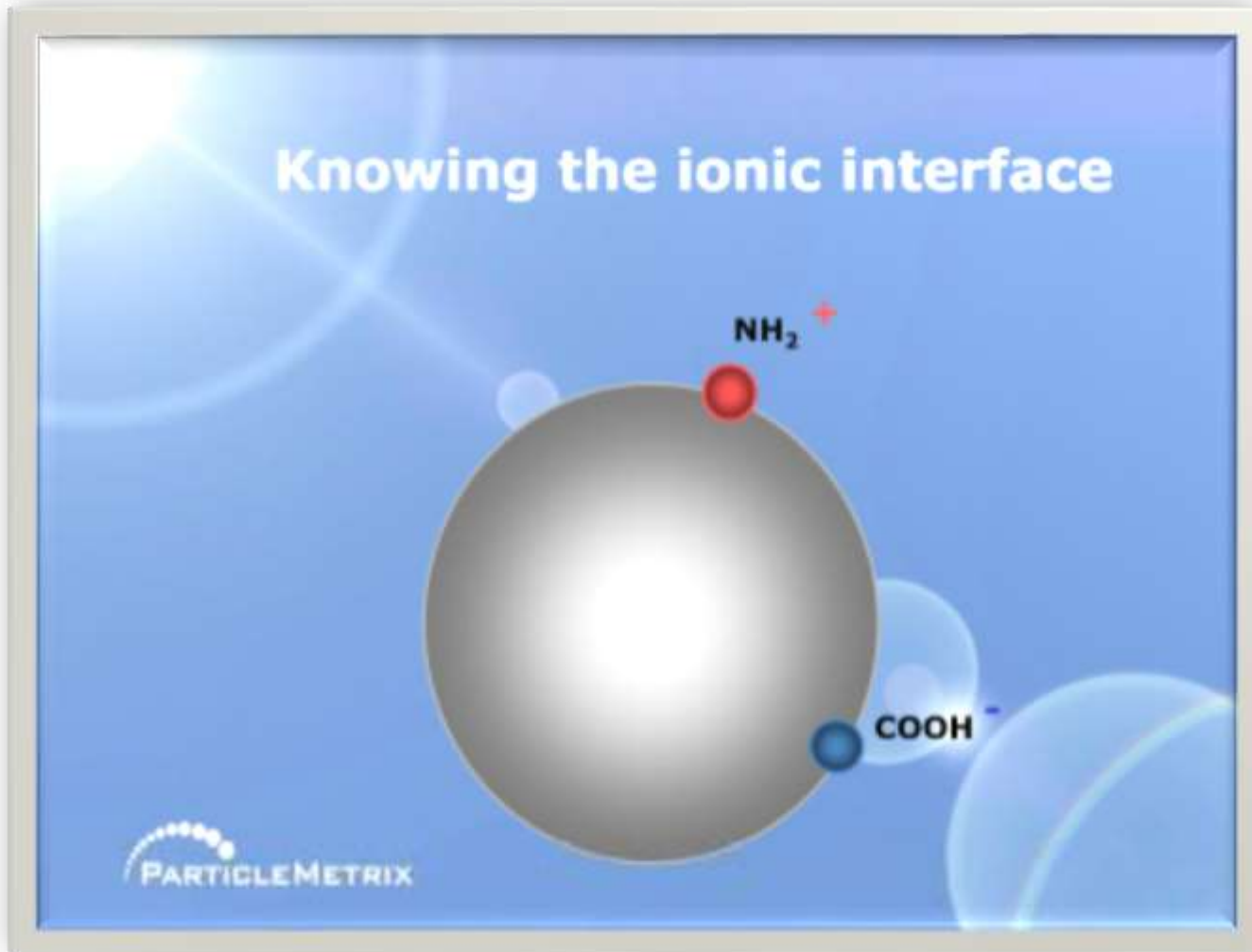
نیروهای وان دروالس:  
به هم پیوستن ذرات  
انعقاد  
لختگی

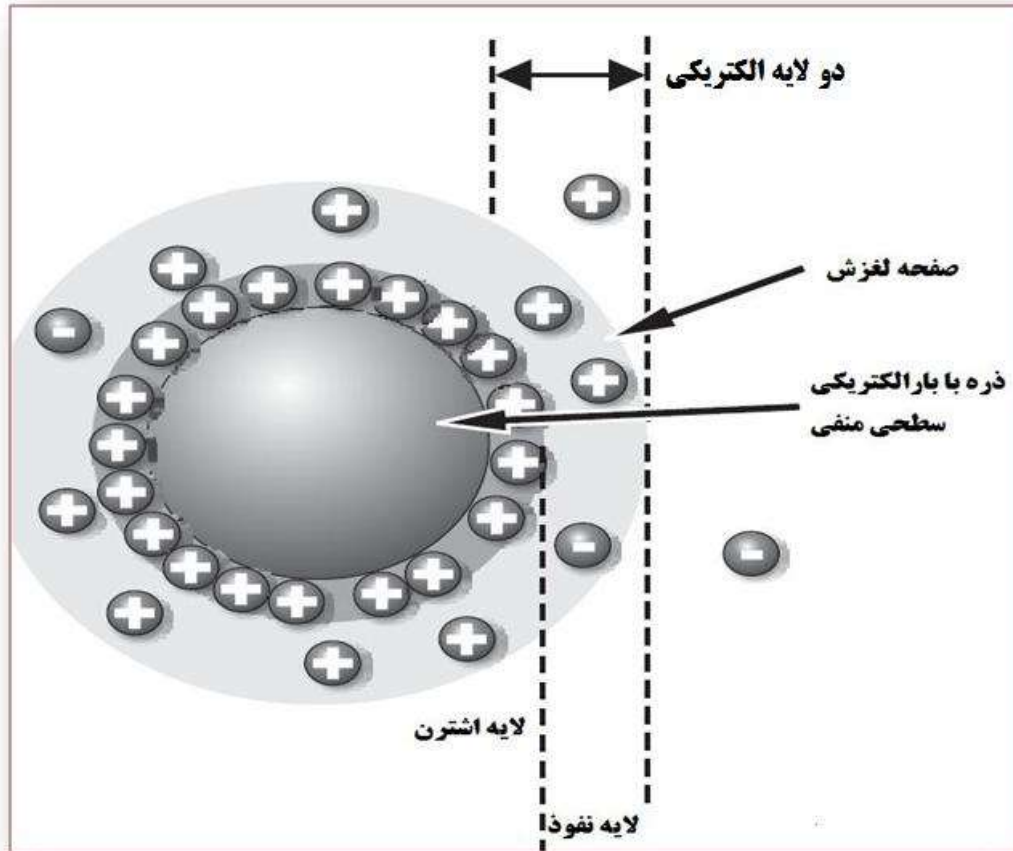


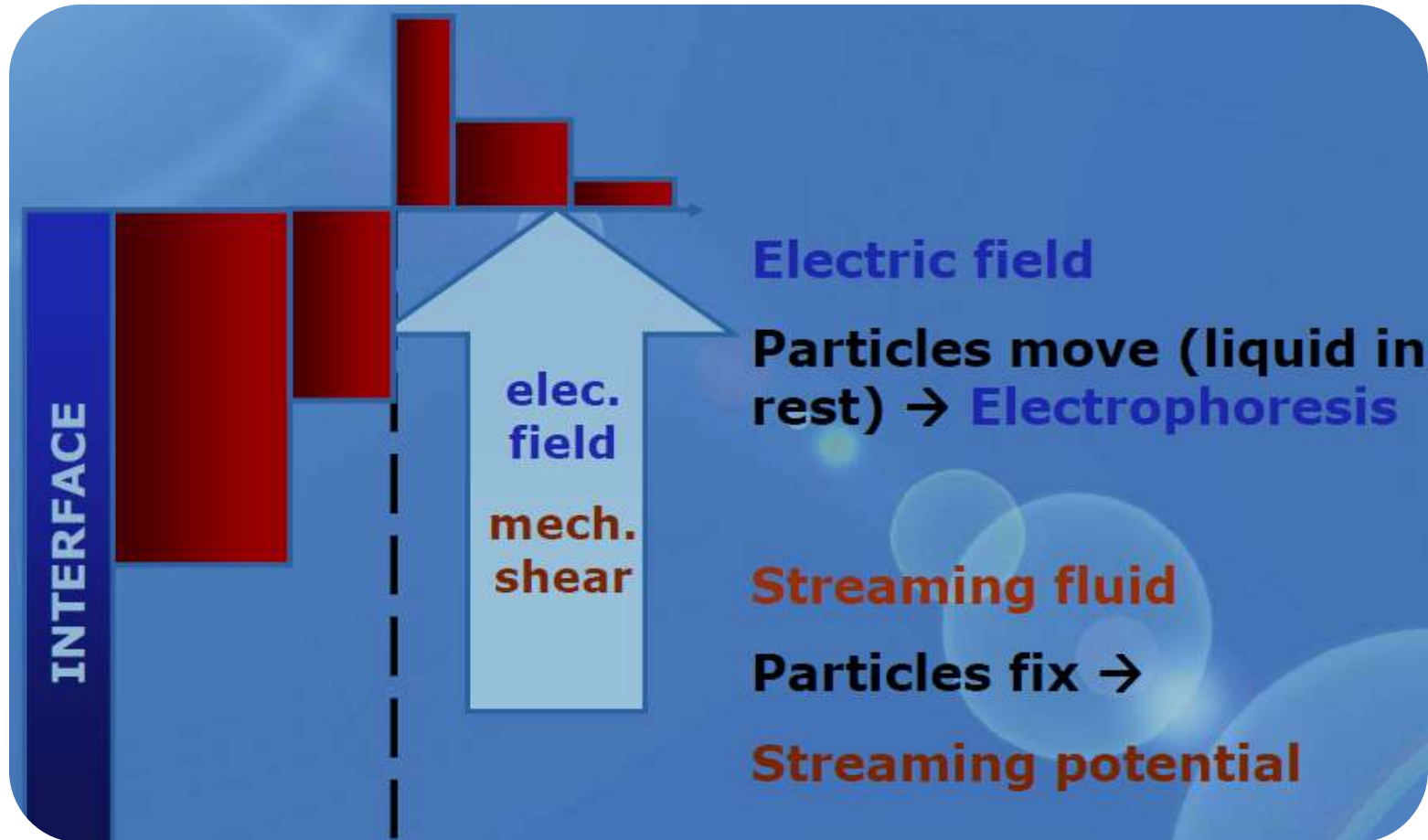


مقدمه: جلوگیری از جاذبه‌ی واندر والس



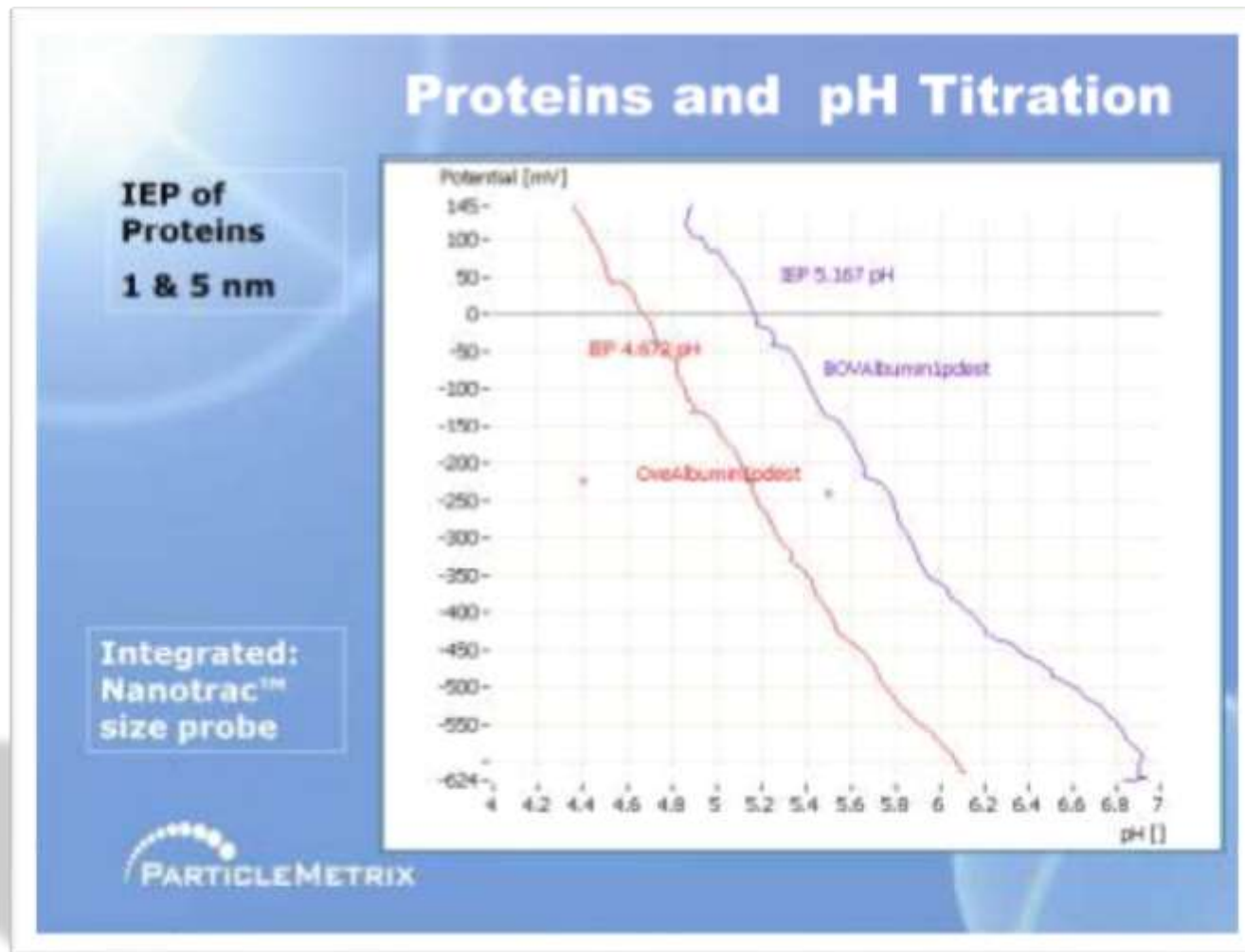


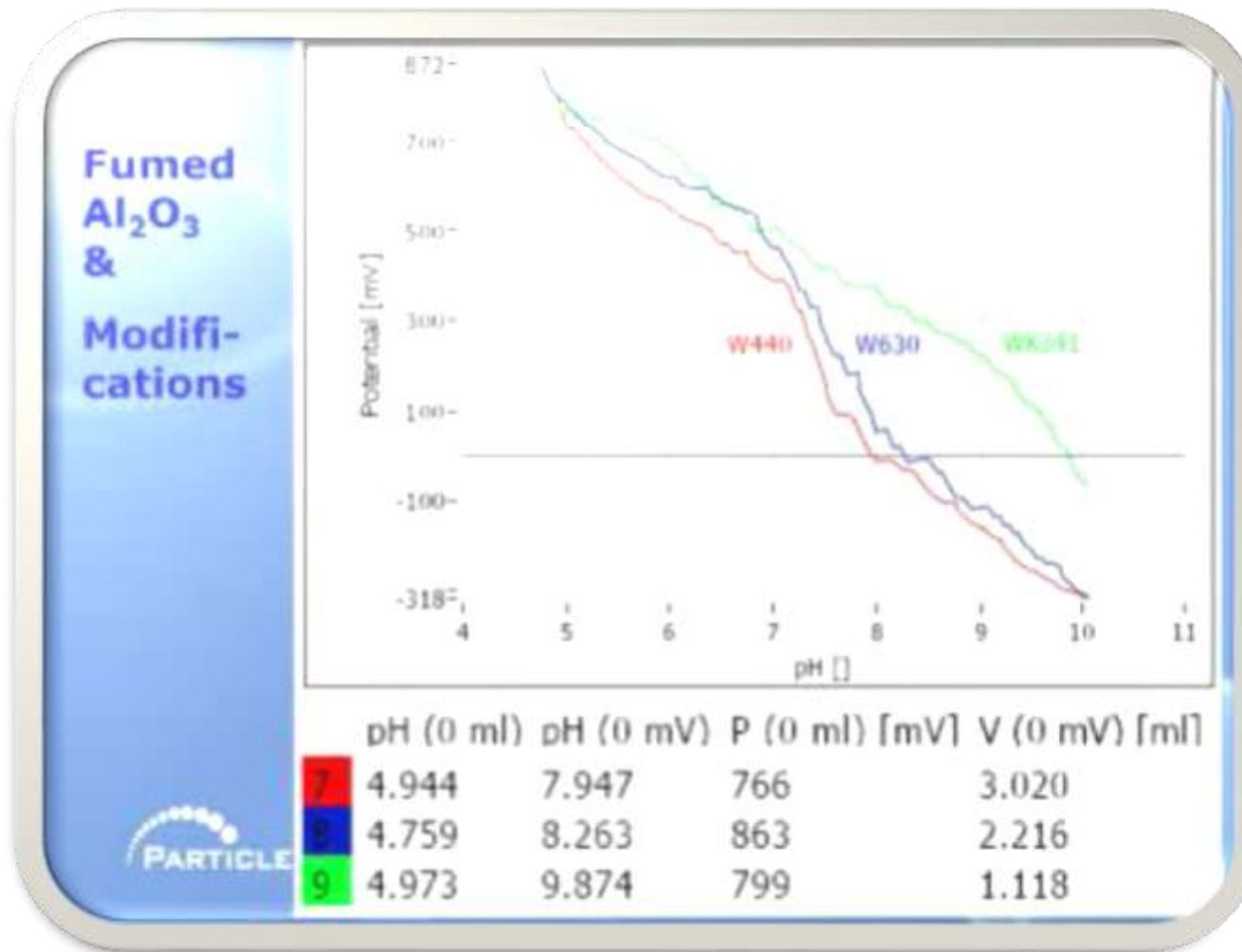


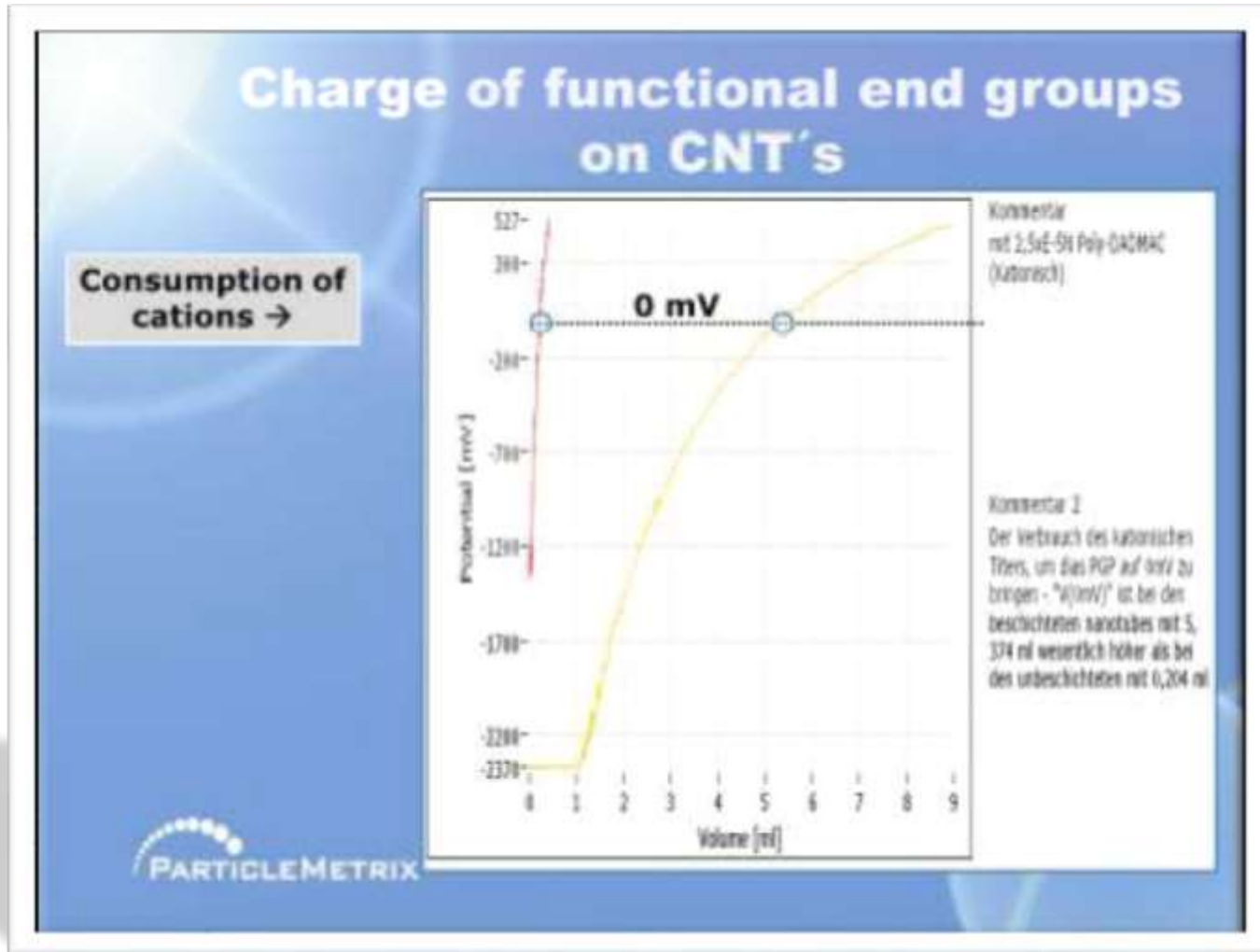


## کاربرد آنالیزورهای بار سطحی ذرات





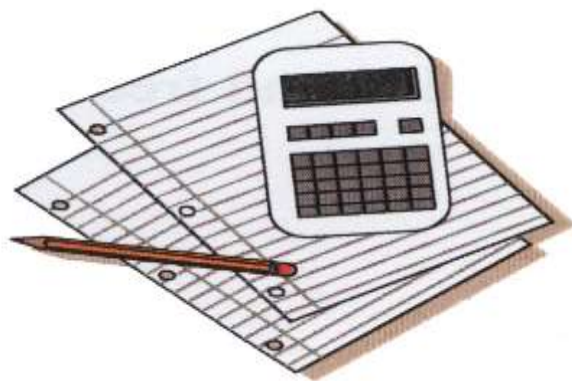


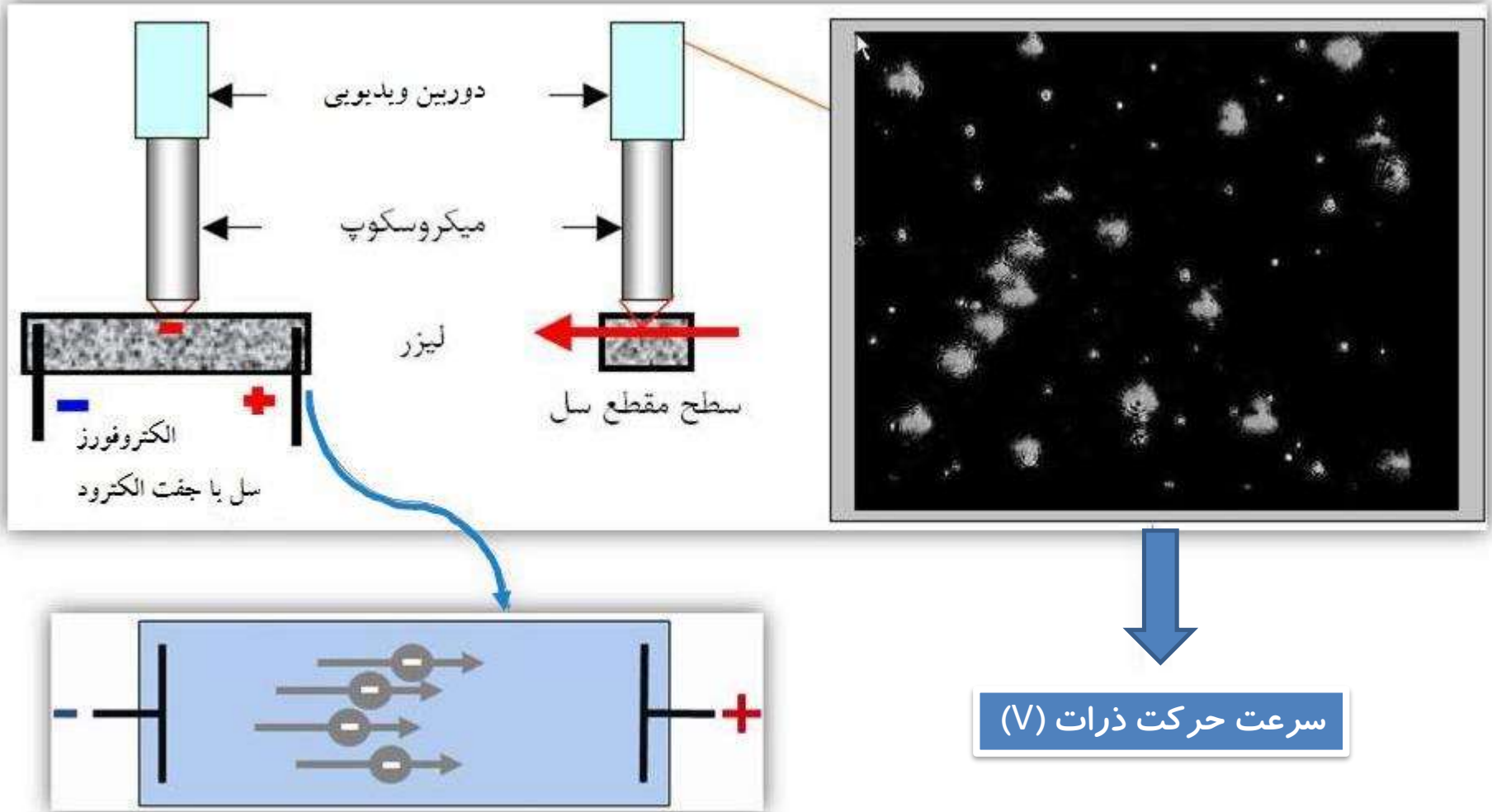






## روش‌های اندازه‌گیری بار سطحی ذرات





## محاسبه‌ی پتانسیل زیتا به روش الکتروفورز

### محاسبه‌ی پتانسیل زیتا

$$\mu_e = \frac{\varepsilon \xi}{4\pi\eta}$$

معادله‌ی Smoluchowski

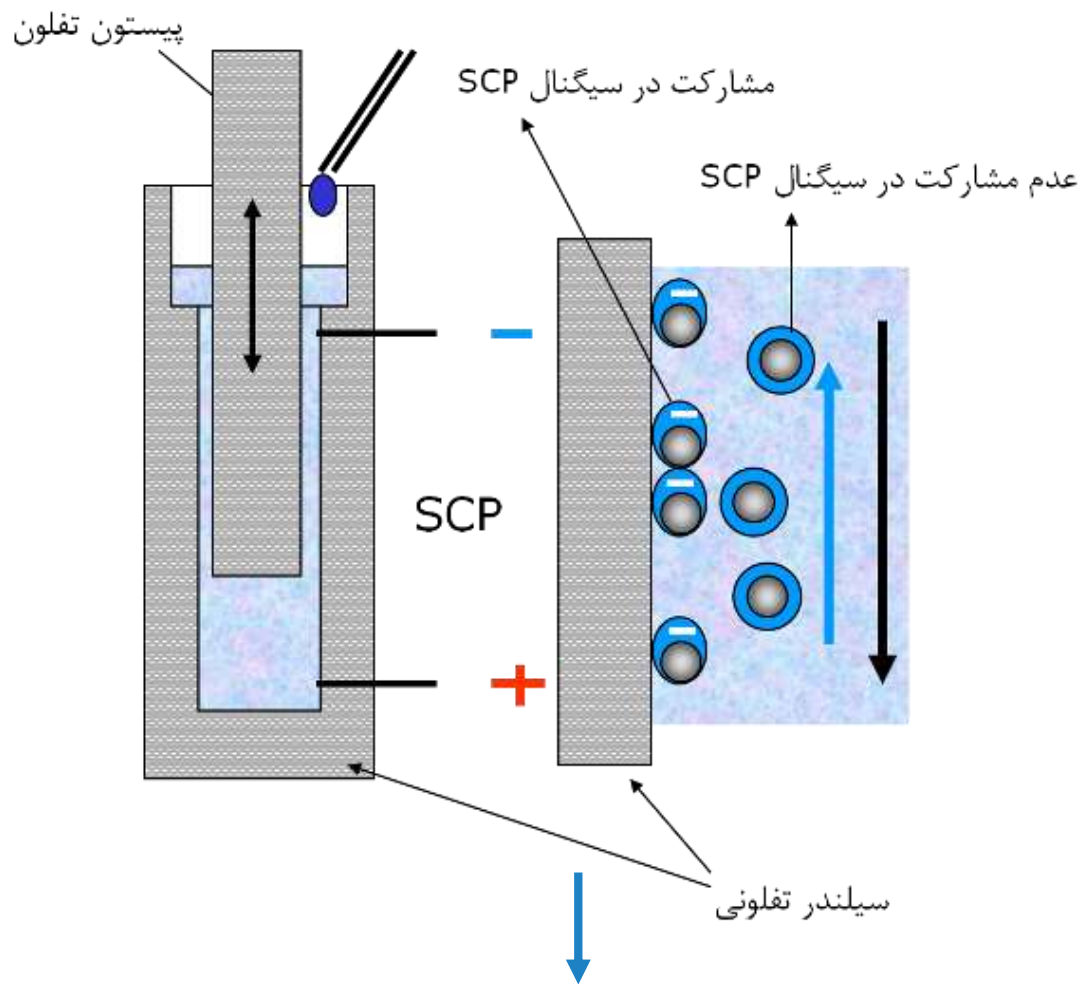
$v/E$	$\mu_e$
سرعت اندازه‌گیری شده	$v$
میدان الکتریکی = فاصله‌ی الکترودها/ولتاژ اعمالی	$E$
ویسکوزیته‌ی محیط	$\eta(T)$
ثابت دی‌الکتریک محیط	$\varepsilon(T)$
پتانسیل زیتا	$\xi$

### محاسبه‌ی اندازه‌ی ذره

$$D = \frac{k_B T}{6\pi\eta r}$$

معادله‌ی Stokes-Einstein

ضریب نفوذ ذره	$D$
دمای مطلق	$T$
ثابت بولتزمن	$k_B$
ویسکوزیته‌ی محیط	$\eta$
شعاع هیدرودینامیکی ذره	$r$

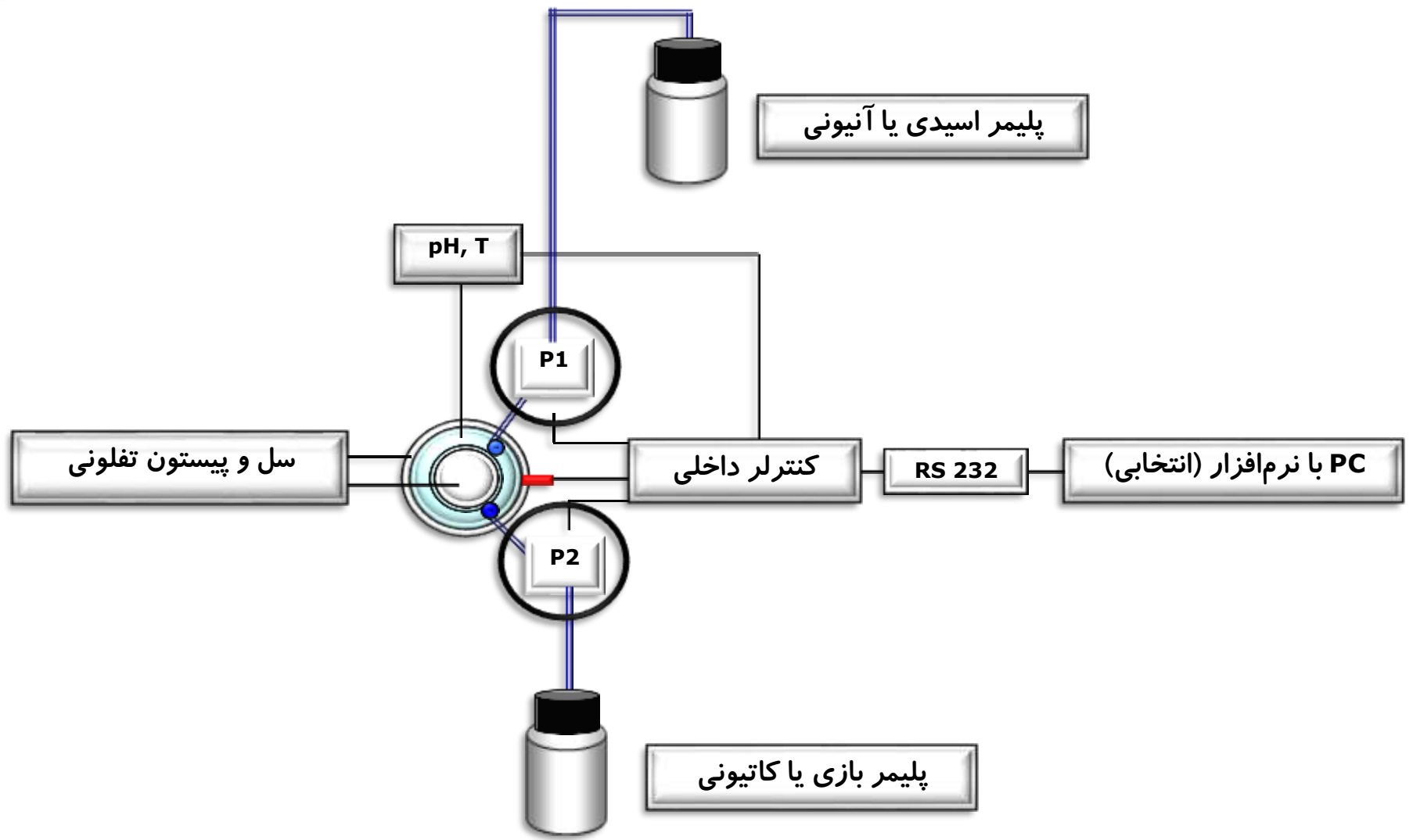


## محاسبه‌ی پتانسیل زیتا

$$I = k \cdot s \cdot \omega \cdot \varepsilon \cdot \zeta \cdot f(r, R)$$

مقدار جریان متوسط	I
ثابت بهره‌ی الکتریکی	k
طول پیستون	s
تعداد دور موتور در هر ثانیه	$\omega$
ثابت دی‌الکتریک محلول	$\varepsilon$
پتانسیل زیتا	$\zeta$
شعاع پیستون	r
شعاع محفظه	R
تابعی از شکل حلقه	f()

# سیستم تیتراسیون در روش SCP



# بخش سوم: انواع آنالیزورهای بار و اندازه‌ی ذرات



PARTICLEMETRIX



شرکت ماهران ابزار نماینده انحصاری شرکت  
PARTICLE METRIX در ایران

پیشرو در ارائه تجهیزات و خدمات تعیین ✓

خصوصیات ذرات و آنالیز پایداری توزیع

[www.ParticleMetrix.de](http://www.ParticleMetrix.de) ✓







## Zetaview® (PMX 100)



میکروسکوپ ویدیویی پراکندگی لیزر و آنالیز حرکت براونی و الکتروفورز

کانال سیلیکای فیوز شده و الکترودهای پلاتینی	سل اندازه گیری
از ۲۴ Volt - تا ۲۴ Volt +	ولتاژ اعمالی به سل
لیزر ۶۵۰ nm، ۵ mW، میکروسکوپ با لنز ۱۰x و دوربین ویدیویی	سیستم نوری
از ۱۰۰ mV - تا ۱۰۰ mV +	محدوده‌ی پتانسیل زیتا قابل اندازه گیری
برای پتانسیل زیتا: ۱۰۰ nm - ۱۰ μm برای اندازه‌ی ذرات: ۱ μm - ۱۰۰ nm	محدوده‌ی اندازه‌ی دانه قابل شناسایی
۲ - ۱۲	محدوده‌ی pH
۱۰ - ۳۵ °C	محدوده‌ی دما
۰٫۰۱ - ۱٫۵ mS/cm	محدوده‌ی هدایت الکتریکی
محلول‌های آبی، بسیار رقیق (بسته به اندازه)	نمونه‌ها
نمونه‌ی هم‌محورسازی و استاندارد پتانسیل زیتا	استانداردهای آزمایش

## PMX 200 CTS (Charge Titration System)



سیستم تیتراسیون اندازه گیری بار سطحی ذرات

۱٫۰-٪.۱۰ vol/wt	غلظت نمونه
دو پمپ تیتراسیون مجتمع	سیستم تیتراسیون
از ۱۰۰ mV - تا ۱۰۰ mV +	محدوده پتانسیل زیتا قابل اندازه گیری
از ۱ nm تا ۱۰۰ μm	محدوده اندازه ذره قابل شناسایی
ثابت، کاتیونی / آنیونی دینامیکی، اسیدی / بازی	حالت های تیتراسیون
۰-۱۴	محدوده pH
۱۰ MI	حجم نمونه
بهرتر از ۱٪	دقت تیتراسیون
محلول های ماکرومولکولی آبی	نمونه ها
دارد	pH سنج

## PMX 200 CS (Charge+Size)



آنالیزور تیتراسیون بار سطحی ذرات  
آنالیزور پراکندگی دینامیکی لیزر اندازه‌ی ذرات

مشخصات فنی آنالیزور بار سطحی ذرات مشابه با PMX 200 CTS

مشخصات فنی آنالیزور اندازه‌ی ذرات

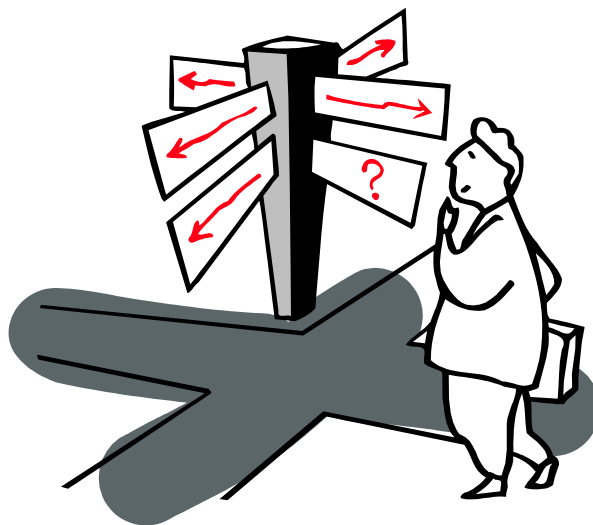
پراکندگی دینامیکی نور لیزر	روش
تبدیل فوری‌هی سریع روی طیف توان فرکانس	روش تحلیل
$0,8\text{nm}-6,5\mu\text{m}$	محدوده‌ی اندازه‌ی ذره
محلول‌ها و سوسپانسیون‌های ماکرومولکولی آبی و آلی	نمونه‌ها
$10-50^{\circ}\text{C}$	محدوده‌ی اسمی دما
مقاومت الکتریکی درون پروب، ثبت نرم‌افزاری دما به صورت خودکار	حس گر دما
واحد Peltier خارجی با قابلیت خنک‌کنندگی محفظه‌ی استاندارد با حجم ۱۵ml ( $14-60^{\circ}\text{C}$ ) امکان استفاده برای محفظه‌های دیگر در صورت انتخاب	قابل تجهیز به
پروپ‌های فراصوتی	
ویسکوزیته‌سنج ( $14,0-1000\text{mPa.s}$ )	



# اوقات خوبی داشته باشید

تصور دنیای بدون نانو تکنولوژی امکان پذیر نیست.

**David Bishop**



*"Don't solve  
problems, pursue  
opportunities"*

*Peter Drucker*