

خلاصه مقاله

Direct motion of nondiffusive motion of a Brownian particle

محمد چهارسوقی

۲ شهریور ۱۳۸۹

فهرست مطالب

۱	مقدمه
۲	هدف مقاله
۳	چیدمان آزمایش
۴	سوالات
۵	ایده‌ها

اطراف صرف نظر کرد و می‌توان انتظار داشت که گذار از حالت بالستیک به حالت پخششی را بتوان مشاهده کرد.

بنا به گفته اینشتین [۴]، ذره در حال حرکت براونی از ملکول‌های سیال که در حال افت و خیز گرمایی هستند تکانه دریافت می‌کند اما به دلیل وجود ویسکوزیته سیال سرعت آن میرا می‌شود. حرکت ذره را می‌توان با تحول زمانی میانگین مربع جابجایی‌ها، $\langle \Delta x^2(t) \rangle$ ، توصیف کرد (سوال ۱) که از رابطه لانژون بدست می‌آید:

$$m\ddot{x} = F_{fr} + F_{th} + F_{ext} \quad (1)$$

برای ذره آزاد $F_{ext} = 0$ و در زمان‌های بلند، $t \rightarrow \infty$ ، حرکت به صورت پخششی است و داریم $\langle \Delta x^2(t) \rangle \sim t$. برای زمان‌های کوتاه، حرکت به صورت بالستیک است و داریم $\langle \Delta x^2(t) \rangle \sim t^2$. در بین این زمان‌ها رفتار $\langle \Delta x(t) \rangle$ بستگی به نوع برهم‌کنش ذره با محیط پیرامون خود دارد.

در معادله لانژون استاندارد فرض می‌شود که نیروی اصطکاک به صورت آنی با سرعت ذره رابطه خطی دارد، $F_{fr} \sim -\dot{x}$. به هر حال زمانی که ذره تکانه‌ای دریافت کند، باعث جابجایی سیال اطراف خود می‌شود و سیال هم به دلیل اینرسی غیرقابل صرف‌نظری که دارد پاسخی به ذره می‌دهد [۶]. در این حالت نیروی اصطکاک جمله دیگری که وابسته به سرعت قبلی ذره هست نیز خواهد داشت [۱۳]، که منجر میشه به اثر حافظه هیدرودینامیکی و معادله تصحیح شده لانژون. چنین اثر گذار از حالت بالستیک به حالت پخششی را به تاخیر می‌اندازد.

۱ مقدمه

حرکت براونی یک مکانیزم موثر برای پدیده پخش در مقیاس‌های زمانی کوتاه و ابعاد کوچک است. حتی در مورد سیستم‌های منظمی ماننده سلول‌های زنده، حرکت تصادفی محتویات آنها منجر به عملکردهای کاملاً پیچیده‌ای می‌شود. ذره‌ای که حرکت براونی انجام می‌دهد پیوسته در حال ارتباط با محیط پیرامون خود است، بنابراین با مطالعه مسیر حرکت ذره می‌توان اطلاعات خوبی در مورد محیط اطراف ذره بدست آورد. به طور مثال با مطالعه رئولوژی یک تک‌ذره می‌توان پاسخ موضعی ویسکوالاستیک مواد نرم را مطالعه کرد [۱]. یک ذره در حالت حرکت تصادفی می‌تواند تصویری از شبکه پلیمری پیرامون خود به ما بدهد [۲]. از حرکت براونی یک ردیاب می‌توان برای بررسی مشخصات یک موتور مولکولی استفاده کرد [۳].

یک ذره $1 \mu m$ را در نظر بگیرید که در مدت زمان $1 \mu s$ به اندازه $1 nm$ جابجا می‌شود. در این مقیاس زمانی سریع دیگر نمی‌تواند از اینرسی ذره و سیال

اولین بار در یک مقاله شبیه‌سازی مشاهده کردند که معادله استاندارد لانژون درست نیست [۷]، و سپس در دو آزمایش نیز که بوسیله Dynamic Light Scattering انجام داده بودند [۸،۹] نشان دادند که معادله تصحیح شده لانژون حرکت براونی را دقیق‌تر توصیف می‌کند. تا به حال هیچ آزمایشی به صورت تک ذره برای نشان دادن درست بودن معادله تصحیح شده لانژون انجام نشده است [۱۰-۱۲] (ایده ۱).

۲ هدف مقاله

در این مقاله از چیدمان انبرک نوری ضعیف به همراه تشخیص مکان ذره از روی طرح‌های تداخلی استفاده کرده‌اند برای دنبال کردن مسیر حرکت ذره در زمان‌های بسیار کوتاه و مشاهده ناحیه غیرپخشی.

۳ چیدمان آزمایش

The optical trap was created by focusing a $20\times$ - expanded Nd-YAG laser beam ($\lambda = 1064nm$) by a $63\times$ water-immersion objective lens ($NA = 1.2$).

A dilute suspension of microspheres was loaded into the interior of a rectangular liquid cell (size $\approx 2cm \times 0.5cm$ and thickness $\approx 100 \mu m$). We used either polystyrene (radius $a = 0.265, 0.5, 1.205, 1, 25 \mu m$) or silica ($a = 1.2 \mu m$).

نور پراکنده شده توسط ذره با نور لیزر پراکنده نشده بر روی یک فتودیود چهارتایی می‌افتند و تشکیل یک طرح تداخلی را می‌دهند (سوال ۲).

۴ سوالات

۱. چرا در اینجا قسمت مربوط به سرعت سوق را از این عبارت کم نکرده است؟ اصلاً بررسی کنیم ببینیم که هر کدام از این عبارات‌ها چه چیزی به ما می‌دهد و چه چیزهایی را می‌توان از آنها کسب کرد.

۲. آیا این اتفاق به طور طبیعی نمی‌افتد؟ آیا ما هم چنین چیزی را در انبرک نوری داشتیم؟ آیا اینجا منظور شما همون مکان‌یابی معمولی است؟ چون فتودیود چهارتایی امکان

تشخیص طرح تداخلی را ندارد و فقط با شدت سر و کار دارد.

۵ ایده‌ها

۱. یک چکی بکنم ببینم آیا واقعاً چنین آزمایشی انجام شده یا نه. اگر شده ما حرف جدیدی برای زدن داریم یا نه. اگر نشده هم به چه روشی من می‌تونم این آزمایش را انجام دهم.