

Ա. Մ. ԲԱԴԱԼՅԱՆ, Բ. Ա. ԳԼՈՒՇԿՈ, Մ. Ե. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ

Առաջարկված է մեթոդ սպեկտրալ գծերի լայնությունները, օսցիլյատորի ուժը, ատոմների կոնցենտրացիաները որոշելու համար: Մեթոդը արդյունավետ է նյութի «օպտիկական խիտ շերտերի» դեպքում: Մեթոդը ստուգված է նատրիումի գծերի ինչպես բարձր (բուֆերային) դաշերի He, Ar, Xe, N₂, այնպես էլ սեփական ատոմներով Na—ՈՒՆՆԱ սյուլմանավորված հարվածների լայնացման հաստատունները որոշելու: Կլանող-բեկուցումային մեթոդով չափված է հարվածների կտրվածքը կլանման գծից բավականին հեռու, քվադրատային թևերի վրա: Գտնված է կտրվածքի կախումը ինչպես ապալարթի նշանից ու մեծությունից, այնպես էլ կլանման գծի կենտրոնից ունեցած հեռավորությունից:

ABSORPTION-POLARIZATION METHOD FOR SPECTRAL LINE WIDTH MEASUREMENTS

A. M. BADALYAN, B. A. GLUSHKO, M. E. MOVSESYAN

A method for determination of spectral line widths, the oscillator forces and of the concentration of atoms and molecules is proposed. The method is efficient under the conditions of "optically dense layer" of the substances and is applicable for investigations of characteristics of atoms and molecules. To test the method, some measurements of "impact" constants of collisionally broadened D_{1,2} lines of Na buffer gas atoms (He, Ar, Xe, N₂) and also of Na-Na resonance cross section were carried out. The obtained results are in good agreement with the literature data. With the help of AP method the measurements of collisional cross section σ_i of Na-Ar and Na-He were conducted in far quasi-static absorption line part.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 24, вып. 6, 272—276 (1989)

УДК 66.067.52

СЕДИМЕНТАЦИЯ ВЗВЕШЕННЫХ В ВЯЗКОЙ СРЕДЕ ЧАСТИЦ ПРИ МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКОМ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

Д. С. ТОРОСЯН

Ленинканский педагогический институт им. М. Налбандяна

(Поступила в редакцию 9 сентября 1988 г.)

Анализируются закономерности седиментации мелких частиц в вязкой среде при молекулярно-кинетическом взаимодействии.

Выявлено влияние важнейших физических постоянных на процесс седиментации и указаны нетрадиционные пути интенсификации процесса седиментации.

В ряде важных физических экспериментов, например, для установления заряда электрона методом Милликена, изучения броуновского движения и пр., а также для определения размера мелких частиц или вязкости жидких сред посредством измерения установившейся скорости движущей-

ся в вязкой среде частицы применяют гидродинамическую формулу Стокса. Данная формула определяет силу сопротивления сферической частицы в вязкой среде, которая применима для определенных условий (например, когда число Рейнольдса намного меньше единицы) [1]. Однако, если размер частиц, которые движутся в вязкой среде, имеет порядок 0,1 ... 10 мкм, то закон Стокса не применим [2].

Данное обстоятельство связано с тем, что из-за броуновского движения эти частицы стремятся отойти от гидродинамического закона осаждения и их перемещение отходит от расчетного.

Известно, что формула Стокса получена методами гидродинамики, где среда рассматривается как непрерывная (сплошная). Таким образом, здесь не учитывается молекулярное строение среды (жидкости). Применение формулы Стокса для случая очень малых капель (частиц) приводит к аномально большим значениям элементарного заряда электрона в опыте Миллихена, которые тем больше, чем меньше размер капель [3]. Это положение объясняется тем, что формула Стокса неприменима к очень мелким частицам. Кроме того, при применении формулы Стокса к высокодисперсным частицам не подтверждается истинная роль ряда физических постоянных в процессе седиментации, например, температуры и вязкости среды [4].

Для переходной области, наиболее интересных для практики размеров частиц 0,1 ... 10 мкм, необходимо учесть молекулярное строение среды (жидкости) посредством универсального соотношения Эйнштейна [4—5]. При этом мы получим уравнение движения частицы в поле земного тяготения с учетом молекулярно-кинетического взаимодействия разделяемых сред. Для получения дифференциального уравнения движения сферической частицы в вязкой среде применим уравнение Лагранжа второго рода

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial v} \right) - \frac{\partial L}{\partial R} = Q, \quad (1)$$

где t —время, L —функция Лагранжа, v —обобщенная скорость, R —обобщенная координата, Q —обобщенная сила, возникающая в результате действия на систему диссипативных сил.

В качестве обобщенной координаты примем направление перемещения частицы. Функцию Лагранжа для сферической частицы запишем в виде

$$L = \frac{2}{3} \pi r^3 (\rho_r v^2 + 2(\rho_r - \rho_c) R g), \quad (2)$$

где r —радиус сферической частицы, ρ_r —плотность частицы, ρ_c —плотность дисперсионной среды ($\rho_r > \rho_c$).

Обобщенную силу определим выражением

$$Q = - \frac{\partial \Phi}{\partial v}, \quad (3)$$

где Φ —диссипативная функция Релея.

Предполагая, что сила сопротивления движению частицы пропорциональна скорости, и используя соотношение Эйнштейна [1, 4, 5], определим диссипационную функцию Релея зависимостью

$$\Phi = \frac{k T}{2 D} v^2, \quad (4)$$

где k — постоянная Больцмана, T — абсолютная температура, D — коэффициент диффузии.

На основании выражений (2—4) из уравнения (1) имеем

$$\frac{dv}{dt} = -a(v - b), \quad (5)$$

где a и b — постоянные действительные числа

$$a = \frac{3 k T}{4 \pi D \rho_r r^3}, \quad (6)$$

$$b = \frac{\rho_r - \rho_c}{\rho_r} \cdot \frac{g}{a}. \quad (7)$$

Разделяя переменные в уравнении (5) и интегрируя, получим

$$-t = \frac{1}{a} \ln c(v - b), \quad (8)$$

где c — постоянная интегрирования.

Используя начальные условия ($v|_{t=0} = 0$), определим постоянную $c = -\frac{1}{b}$. Подставляя значение c в уравнение (8), после преобразования получим

$$v = b [1 - \exp(-at)]. \quad (9)$$

Значение « a » в рассматриваемом условии седиментации высокодисперсных частиц имеет порядок $\sim 10^3 \text{ сек}^{-1}$, поэтому $\exp(-at)$ в практических условиях применимости формулы ничтожно мала и ею можно пренебречь [4, 5].

Следовательно,

$$v = \frac{4 \pi D}{3 k T} (\rho_r - \rho_c) r^3 g. \quad (10)$$

Формула (10) определяет скорость установившегося движения сферической высокодисперсной частицы в поле земного тяготения при молекулярно-кинетическом взаимодействии. Выражение (10) согласуется с физическим принципом соответствия. Так, если при седиментации частиц среду можно принять как сплошную, то коэффициент сопротивления среды движению в этом случае можно выразить через формулу Стокса и тогда, как следует из соотношения Стокса—Эйнштейна, коэффициент диффузии выразится равенством [1]

$$D = \frac{k T}{6 \pi \mu r}, \quad (11)$$

где μ — динамическая вязкость среды.

Тогда при подстановке равенства (11) в формулу (10) получается общепринятое выражение для определения скорости установившегося движения частицы в среде, широко используемое в физике [1, 3]

$$v = \frac{2}{9} \frac{\rho_r - \rho_c}{\mu} r^2 g. \quad (12)$$

Формула (10) принципиально отличается от формулы (12). Зависимость (12) определяет скорость седиментации частиц в вязкой среде, когда процесс диффузии частиц можно не учитывать. Выражение (10) характеризует скорость седиментации частиц в вязкой среде, когда процессы седиментации и диффузии частиц в разделяемой жидкости протекают одновременно в противоположных направлениях при преобладании первого над вторым.

По формулам (10) и (12) можно судить о физических параметрах, влияющих на седиментацию частиц, которые могут неодинаково влиять на процесс. Из выражения (10) следует, что для увеличения скорости седиментации частиц следует уменьшить вязкость жидкости, что достигается увеличением температуры среды. Данное обстоятельство обусловлено тем, что вязкость жидкости существенно уменьшается с увеличением температуры, а плотность находится практически в линейной зависимости от температуры.

Однако при седиментации высокодисперсных частиц (размеры 0,1 ... 10 мкм) из-за интенсивного молекулярно-кинетического взаимодействия с увеличением температуры седиментация резко ухудшается, а иногда процесс вообще становится неэффективным [4, 5]. Здесь, для увеличения скорости седиментации требуется уменьшить температуру среды. Физический смысл требования уменьшения температуры в процессе седиментации заключается в снижении интенсивности диффузионного потока (уменьшается интенсивность броуновского движения). Здесь же следует отметить, что размер разделяемых частиц в формуле (10) входит в третьей степени, а в формуле (12) — во второй.

Из анализа формул (10) и (12) следует, что учет новых обстоятельств не отменяет старой концепции, а лишь ограничивает область ее применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Гидродинамика, Изд. Наука, М., 1988.
2. Бэтчелор Дж. К. Успехи микрогидродинамики. Теоретическая и прикладная механика, Изд. Мир, М., 1979.
3. Сивухин Д. В. Общий курс физики, том III, Электричество, Изд. Наука, М., 1977.
4. Торосян Д. С. Исследование скорости разделения частиц дисперсной фазы жидких гетерогенных систем в центрифуге. АН СССР, Коллоидный журнал, № 3 (1984).
5. Торосян Д. С. К седиментации тонкодисперсных жидких гетерогенных систем в центрифуге. Журнал ВХО им. Д. И. Менделеева, 29, 112 (1984).

ՄԱՍՈՒՑԻԿ ՄԻՋԱՎԱՅՐՈՒՄ ԿԱԽՈՒՅԹԱՅԻՆ ՎԻՃԱԿՈՒՄ ԳՏՆՎՈՂ
ՄԱՍՆԻԿՆԵՐԻ ՍԵԴԻՄԵՆՏԱՑԻԱՆ ՄՈԼԵԿՈՒԼԱՐ-ԿԻՆԵՏԻԿ
ՓՈԽԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Դ. Ս. ԹՈՐՈՍՅԱՆ

Ուսումնասիրված են մածուցիկ միջավայրում մանր մասնիկների սեդիմենտացիայի օրինաչափությունները մոլեկուլար-կինետիկ փոխազդեցության ժամանակ: Ցույց են արված սեդիմենտացիայի պրոցեսի ինտենսիվացման ոչ տրադիցիոն նախադարձներ:

SEDIMENTATION OF PARTICLES SUSPENDED IN A VISCOUS
MEDIUM AT MOLECULAR-KINETIC INTERACTION

D. S. TOROSYAN

Some regularities of small size particles sedimentation in a viscous medium at molecular-kinetic interaction have been analyzed. The influence of important physical constants on the sedimentation process was displayed and some unconventional ways for the intensification of sedimentation process were indicated.

Изв. АН Армянской ССР. Физика, т. 24, вып. 6, 276—280 (1989).

УДК 535.24

ЗАВИСИМОСТЬ РАЗМЕРА СКАНИРУЮЩЕЙ АПЕРТУРЫ
ОТ ГРАНУЛЯРНОСТИ РЕНТГЕНОВСКОЙ ПЛЕНКИ РТ-6М

М. О. АЗАРЯН, С. А. ГРИГОРЯН

Ереванский физический институт

(Поступила в редакцию 28 декабря 1988 г.)

Показано, что при фотометрировании сканирующим микроденситометром необходимо учитывать зернистую структуру фотографического слоя, которая ограничивает разрешение исследуемого объекта, в частности, следов γ -квантов. Методом взвешивания определен размер кристалла $AgBr$ для рентгеновской пленки РТ-6М, который оказался равным $3,18 \pm 0,22$ мкм. Измерения величины гранулярности $G(F)$ показали, что площадь диафрагмы F для сканирования рентгеновской пленки типа РТ-6М должна быть не менее 1600 мкм².

При фотометрировании рентгеновской пленки сканирующим микроденситометром в засвеченных участках пленки проявляется зернистая структура фотографического слоя. Зернистая структура (гранулярность), накладываясь на изображение, ухудшает передачу мелких деталей и ограничивает разрешение исследуемого объекта при измерениях, в частности, следов γ -квантов. Размер зерен компактного серебра, в частности, зависит от размера исходного микрокристалла, поэтому при сканировании следов частиц необходимо определить величину гранулярности для выбранной пленки. В данном случае для эксперимента АНИ [1] выбрана рентгенов-