

Авторы благодарны профессору С. Г. Матиняну за постоянный интерес к работе, профессору Э. А. Мамиджанияну за ценные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эксперимент «АНИ». Изв. АН АрмССР, Физика, 17, 129 (1982).
2. Труды ФИАН СССР им. Лебедева, т. 154. Взаимодействия адронов космических лучей сверхвысоких энергий. Изд. Наука, М., 1984.
3. Фризер Х. Фотографическая регистрация информации. Изд. Мир, М., 1978.
4. Шашлов Б. А. Теория фотографических процессов. Изд. Книга, М., 1981.

ՋՆՆՈՂ ՐԱՑՎԱՄՔԻ ԿԱԽՎԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ PT-6M ՌԵՆՏԳԵՆԱՆ ԺԱՊԱՎՆԻ ՀԱՏԻԿԱՅՆՈՒԹՅՈՒՆԻՑ

Մ. Հ. ԱԶԱՐՅԱՆ, Ս. Հ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

Ցույց է տրված, որ միկրոլուսաչափով ֆոտոչափման ժամանակ անհրաժեշտ է հաշվի առնել լուսանկարչական շերտի հատիկային կառուցվածքը, որը սահմանափակում է հետազոտվող օբյեկտի, մասնավորապես γ -բլանտների հատերի լուծումը: Կշման մեթոդով որոշվել է ArBr բյուրեղի չափը PT-6M ռենտգենյան ժապավենի համար, որը, ինչպես պարզվեց, հավասար է 3.18 ± 0.22 G(F) հատիկայնության չափումները ցույց են տվել, որ F դիաֆրագմայի մակերևույթը PT-6M տիպի ռենտգենյան ժապավենի համար պետք է լինի ոչ պակաս քան 1600 մկմ^2 :

THE SCANNING APERTURE AS A FUNCTION OF GRANULARITY OF X-RAY FILM PT-6M

M. H. AZARYAN, S. H. GRIGORYAN

It is shown that at scanning-microdensitometric photometry one should take into account the granularity of a photosensitive layer, which limits the resolution of the object under investigation, in particular. γ -ray spots. The size of ArBr crystals for PT-6m X-ray film was determined by weighing and was equal to 3.18 ± 0.22 . The measurements of granularity have shown that the aperture area F for scanning the PT-6M X-ray film must be no less than $1600 \mu\text{m}^2$.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 24, вып. 6, 280—283 (1989)

УДК 577.352.2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА У ПОВЕРХНОСТИ МЕМБРАНЫ ПРИ НАЛИЧИИ ФИКСИРОВАННОГО ВЫНЕСЕННОГО ЗАРЯДА

В. Б. АРАКЕЛЯН

Ереванский физический институт

(Поступила в редакцию 6 марта 1989 г.)

В работе определен потенциал у границы раздела мембрана-раствор электролита при произвольном расположении фиксированного заряда у по-

верхности мембраны. Получено точное решение задачи, а также удобное для численных расчетов приближенное решение. Дана оценка точности приближенного решения.

Транспорт ионов, а также протекание ряда биоэлектрохимических процессов на границе раздела поверхность клетки-раствор электролита существенным образом зависят от наличия фиксированных заряженных групп на поверхности клетки. Заряженные группы расположены в некотором слое, имеющем конечную толщину, у поверхности клетки. Для определения потенциала в такой системе решается уравнение Пуассона, в котором плотность зарядов является непрерывной функцией расстояния от поверхности клетки, т. е. фактически рассматривается приближение «размазанного» заряда [1, 2]. Однако очевидно, что если плотность зарядов мала, то нужно учитывать дискретность заряда. Для учета дискретности заряда решим ключевую задачу о распределении потенциала в случае одного фиксированного заряда. Точечный заряд (q) находится в растворе 1:1 электролита на расстоянии z_l от границы раздела фаз. Решение данной задачи позволяет рассматривать и случай наличия зарядов на границе раздела фаз. Для этого нужно в решение поставить z_l равное нулю. Диэлектрические проницаемости раствора и диэлектрика равны соответственно ϵ_s и ϵ_m . Граница раздела фаз совпадает с координатной плоскостью xy , а ось z направлена в глубь раствора. Задача сводится к решению линейризованного уравнения Пуассона—Больцмана

$$\Delta \Phi_l = \kappa^2 \Phi_l - \frac{q \delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}_l)}{\epsilon_0 \epsilon_s} \quad (1)$$

с граничными условиями

$$\Phi_l = 0, \quad z \rightarrow \infty, \quad (2)$$

$$\frac{\partial \Phi_l}{\partial z} \approx 0, \quad z = 0, \quad (3)$$

где Φ_l — потенциал в растворе; κ^{-1} — дебаевская длина; ϵ_0 — диэлектрическая постоянная вакуума; $\mathbf{r}_l$ — координата точки, где находится фиксированный заряд. Условие (2) является обычным и означает, что в глубине раствора потенциал равен нулю. Физические предпосылки, поясняющие условие (3) следующие. Если заряд (q) находится в среде с диэлектрической проницаемостью ϵ_s , то его взаимодействие со средой с диэлектрической проницаемостью ϵ_m эквивалентно взаимодействию заряда q со своим изображением $q' = \lambda q$ (где $\lambda = (\epsilon_s - \epsilon_m) / (\epsilon_s + \epsilon_m)$) [3]. Когда $\epsilon_s > \epsilon_m$, то знаки q' и q совпадают, т. е. заряд отталкивается от своего изображения. В случае $\epsilon_s \gg \epsilon_m$ величины зарядов практически совпадают, и приближенно можно считать, что силовые линии не проникают во вторую среду, что и приводит к условию (3). Очевидно, что надежность применения условия (3) зависит от соотношения ϵ_s и ϵ_m .

Можно показать, что решение уравнения (1) с граничными условиями (2) и (3) имеет вид

$$\Phi_l = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_s} \left(\frac{\exp(-\kappa|r-r_l|)}{|r-r_l|} + \frac{\exp(-\kappa|r-r'_l|)}{|r-r'_l|} \right), \quad (4)$$

где

$$|r-r_l| = ((x-x_l)^2 + (y-y_l)^2 + (z-z_l)^2)^{1/2},$$

$$|r-r'_l| = ((x-x_l)^2 + (y-y_l)^2 + (z+z_l)^2)^{1/2}.$$

Из (4) видно, что потенциал в растворе является суммой потенциалов собственно самого заряда и его изображения. Используя (4) можно простым суммированием определить потенциал при произвольном расположении фиксированных зарядов.

Данная задача допускает точное определение потенциала. Для этого к уравнению (1) следует добавить уравнение Лапласа для потенциала в мембране (т.к. из-за низкого значения диэлектрической проницаемости мембраны $\epsilon_m \approx 2$ заряды в мембране отсутствуют)

$$\Delta \Phi_m = 0. \quad (5)$$

В глубине мембранной фазы потенциал равен нулю

$$\Phi_m = 0, \quad z \rightarrow -\infty, \quad (6)$$

а на границе раздела фаз имеем обычные условия непрерывности потенциала и нормальной составляющей электрической индукции

$$\Phi_m = \tilde{\Phi}_l, \quad z = 0, \quad (7)$$

$$\epsilon_m \frac{\partial \Phi_m}{\partial z} = \epsilon_s \frac{\partial \tilde{\Phi}_l}{\partial z}, \quad z=0, \quad (8)$$

где $\tilde{\Phi}_l$ — точное значение потенциала в растворе, который удовлетворяет уравнению (1) и условию (2). Решив уравнения (1) и (5) с граничными условиями (2), (6), (7) и (8) получим

$$\tilde{\Phi}_l = \frac{q \exp(-\kappa|r-r_l|)}{4\pi\epsilon_0\epsilon_s} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_s} \int_0^\infty \frac{k \exp(-(z+z_l)\sqrt{k^2+x^2})}{\sqrt{k^2+x^2}} \times$$

$$\times \frac{\epsilon_s \sqrt{k^2+x^2} - k\epsilon_m}{\epsilon_s \sqrt{k^2+x^2} + k\epsilon_m} \cdot J_0(k|\rho-\rho_l|) dk, \quad (9)$$

$$\Phi_m = \frac{q}{4\pi\epsilon_0\epsilon_m} \int_0^\infty \frac{2k\epsilon_m \exp(-z_l \sqrt{k^2+x^2})}{\epsilon_s \sqrt{k^2+x^2} + k\epsilon_m} \times$$

$$\times \exp(kz) J_0(k|\rho-\rho_l|) dk, \quad (10)$$

$$|\rho-\rho_l| = ((x-x_l)^2 + (y-y_l)^2)^{1/2}.$$

Из (9) видно, что при $\epsilon_s \gg \epsilon_m$ выражение $\tilde{\Phi}_l$ переходит в (4), т.е. в Φ_l . Относительная точность, с которой определяется потенциал $\delta = (\Phi_l - \tilde{\Phi}_l) / \Phi_l$ зависит не только от отношения ϵ_m / ϵ_s , κ , но и от коор-

динаты точки, в которой вычисляется потенциал. Для практически важного случая потенциал на плоскости $z=0$, численный расчет интегралов при $\varepsilon_m/\varepsilon_s = 2,5 \cdot 10^{-2}$, $\kappa^{-1} = 1 \text{ нм}$, $z_i = 0,5 \text{ нм}$ дает погрешность $\delta \approx 1\%$. Это обстоятельство позволяет при численном определении потенциала воспользоваться более удобным приближенным решением (4), поскольку оно содержит экспоненты и весьма удобно для расчета потенциала от произвольного числа фиксированных зарядов.

Выражаю благодарность Ю. А. Чизмаджеву и В. Ф. Пастушенко за полезные дискуссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Donath E., Pastushenko V. J. *Electroanal. Chem.*, 104, 543 (1979).
2. Lerche D. J. *Theor. Biol.*, 104, 231 (1983).
3. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. *Электродинамика сплошных сред*. Изд. Наука, М.,

ՊՈՏԵՆՑԻԱԼԻ ԲԱՇԽՈՒՄԸ ԹԱՂԱԼԹԻ ՄՈՏ ՖԻԶՍՎԱԾ ԴՈՒՐՍ ԲԵՐՎԱԾ ԼԻՑԻԱԿԱՅՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՈԶԻՄ Վ. Բ. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ

Աշխատանքում որոշված է պոտենցիալը թաղանթ-էլեկտրոլիտ բաժանման սահմանի մոտ՝ թաղանթի մակերևույթի մոտ ֆիքսված լիցքերի կամայական տեղավորման դեպքում: Մտացված է խնդրի ճշգրիտ լուծումը, ինչպես նաև մոտավոր լուծումը, որը հարմար է թվային հաշվարկների համար: Տրված է մոտավոր լուծման ճշգրտության գնահատականը:

DISTRIBUTION OF POTENTIAL NEAR A MEMBRANE-ELECTROLYTE INTERFACE WITH PROJECTED CHARGE

V. B. ARAKELYAN

The potential near a membrane-electrolyte interface with a fixed charge arbitrarily disposed by the membrane surface has been determined. The exact solution of the problem as well as an approximate solution convenient for numerical calculations are obtained. The accuracy of the approximation has been estimated.

Изв. АН Армянской ССР, Физика, т. 24, вып. 6, 283—287 (1989)

УДК 621.315.592

Օ ФЛУКТУАЦИЯХ СОПРОТИВЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $Pb_{1-x}Sn_xTe < In >$ ПРИ АЗОТНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Ю. А. АБРАМЯН, М. Е. ГРИГОРЯН, С. Г. МАРТИРОСЯН,
К. З. ПАПАЗЯН, М. Е. НАЗАРЕТЯН, А. Л. ХАЧАТУРОВ

Институт радиофизики и электроники АН АрмССР

(Поступила в редакцию 7 февраля 1989 г.)

Приведена схема ИК-радиометра с внутренней модуляцией, посредством которого измерена обнаружительная способность монокристаллов $Pb_{1-x}Sn_xTe < In >$.