12. *Lamers W. H., Moren P. J.* Biol. Neotall., *37*, 5–6, 264, 1980.
13. *Mc Lean, Gurwey M. W.* Biochem. J., *687*, 96, 1963.
14. *Murthy A. S. N., Ali F., Bagner N.* Z. Indian. J. Biochem. Biophys., *17*, 45, 1980.
15. *Nazario M., Cohen F. P.* Proc. Soc. Exper. Biol. Med., *106*, 492, 1961.
16. *Porembska Z., Gasiorowska I., Mochnacka I.* Acta Biochem. Polon., *16*, 1975, 1969.
17. *Tabacco A., Melattini F., Moda F., Tarli P.* Clin. Chem., *25*, 336, 1979.

«Биолог. ж. Армении», т. XXXVII, № 5, 1984

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 577.352

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДИПОЛЬ—ИЗОБРАЖЕНИЕ НА ГРАНИЦЕ РАЗДЕЛА ЖИДКИЙ ДИЭЛЕКТРИК—РАСТВОР ЭЛЕКТРОЛИТА

В. Б. АРАКЕЛЯН, С. Б. АРАКЕЛЯН

Ключевые слова: мембрана, диполь.

В работе [1] был вычислен энергетический профиль дипольной молекулы на границе раздела двух диэлектрических фаз. Эти результаты использованы для анализа поведения молекулы воды в мембранной фазе. Однако в большинстве случаев мембранная фаза окружена раствором электролита. В данной работе вычислена энергия взаимодействия диполя со своим изображением с учетом этого обстоятельства.

Пусть раствор электролита с диэлектрической проницаемостью ε_R занимает полупространство $Z<0$, а мембранная фаза—$Z>0$. Диэлектрическая проницаемость мембранной фазы ε_M. Точечный диполь $\vec{d}$ находится в мембранной фазе на расстоянии Z_0 от границы раздела в сферической полости радиуса a. Такая модель диполя позволяет учитывать внутреннее поле [2]. Ось диполя составляет угол θ с осью Z.

Для определения потенциала диполя решается линеаризованное уравнение Пуассона-Больцмана в области $Z<0$ и уравнение Пуассона в области $Z>0$. При этом учитываются условия непрерывности потенциала и нормальной составляющей электрической индукции на границе раздела фаз.

Ввиду симметрии относительно оси Z задачу удобно решать в цилиндрической системе координат. Определив потенциал, легко вычислить энергию взаимодействия диполя со своим изображением $W(Z_0, \theta)$. После усреднения по углам имеем следующее окончательное выражение для энергии взаимодействия диполь—изображение

$$W(z_0) = \frac{d^2\left(\frac{3\varepsilon_M}{2\varepsilon_M+1}\right)^2}{6\pi\varepsilon_0\varepsilon_M(2z_0)^3} f(\xi, \lambda), \qquad (1)$$

где

$$f(\xi, \lambda) = \frac{1}{2}\int_0^\infty dt\, t^2 e^{-t} \frac{\xi t - \sqrt{t^2+\lambda^2}}{\xi t + \sqrt{t^2+\lambda^2}}, \quad \lambda = \frac{2 z_0}{\lambda}, \quad \xi = \frac{\varepsilon_M}{\varepsilon_B},$$

λ — дебаевская длина в растворе электролита.

Как и следовало ожидать, при $\lambda = 0$ из (1) получим результат работы [1]. Зависимость (1) представлена на рисунке (кривая 1). Анализ формулы (1) показывает, что $W(Z_0)$ существенным образом зависит от ξ. Так, например, для границы раздела мембранная фаза ($\varepsilon_M = 2$) водный раствор ($\varepsilon_B = 80$, $\xi = 0{,}025$) учет дебаевской экранировки приводит к незначительному эффекту, однако с ростом ξ эффект значительно увеличивается. Из (1) получим асимптотические формулы для случаев, когда диполь находится на больших и малых расстояниях от границы раздела фаз. При $\frac{2 z_0}{\lambda} \gg 1$ имеем

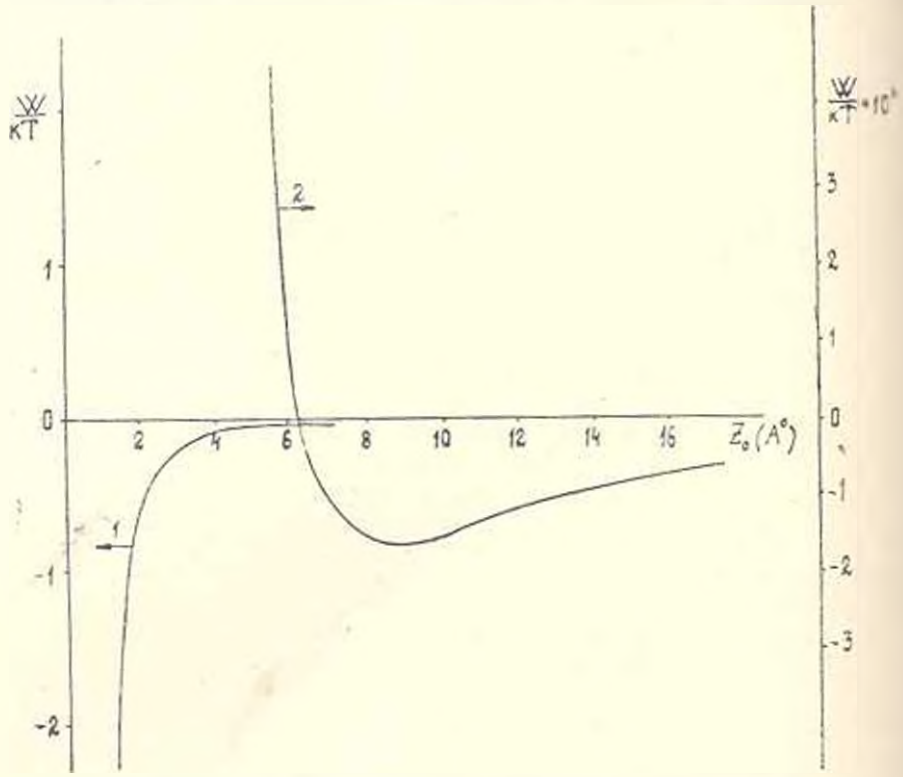

Рис. Энергия взаимодействия диполь—изображение (в единицах kT, k — постоянная Больцмана, T — температура) 1 — $\lambda = 10$ A°, $\varepsilon_M = 2$, $\varepsilon_B = 80$; 2 — $\lambda = 1$ A°, $\varepsilon_M = 20$, $\varepsilon_B = 4$.

$$W(z_0) = -\frac{d^2\left(\frac{3\varepsilon_M}{2\varepsilon_M+1}\right)^2}{6\pi\varepsilon_0\varepsilon_M (2 z_0)^3}\left(1 - \frac{6\xi}{\lambda}\right). \qquad (2)$$

При $\frac{2 z_0}{\lambda} \ll 1$

$$W(z_0) = \frac{d^2\left(\frac{3\varepsilon_M}{2\varepsilon_M+1}\right)^2(\xi-1)}{6\pi\varepsilon_0\varepsilon_M(2z_0)^3(\xi+1)}\left(1-\frac{\lambda\xi}{2(\xi-1)(\xi+1)}\right). \quad (3)$$

Формула (2) фактически означает, что если диполь находится от границы на расстояниях Z_0, намного больших дебаевской длины λ, то диполь притягивается к раствору, как к металлу. Если же $2Z_0 \ll \lambda$ (3), то диполь взаимодействует с раствором, как с диэлектриком, с диэлектрической проницаемостью ε_B. В этом случае, если $\xi > 1$, диполь отталкивается от своего изображения, если же $\xi < 1$—притягивается к изображению. Таким образом, при $\xi < 1$ возможно появление энергетического минимума на кривой взаимодействия диполь—изображение. Эта возможность продемонстрирована на рисунке (кривая 2). Заметим, что аналогичные результаты для ионов получены в работе [4].

В заключение отметим, что переход молекулы воды в мембранную фазу происходит из области двойного слоя, диэлектрическая проницаемость которой меньше, чем его значение в глубине раствора [5]. Согласно результатам работы [1], это должно привести к увеличению потока воды через мембрану, которое и наблюдается в эксперименте [3].

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

Ереванский физический институт ВНЭКТИ Поступило 8 II 1981 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аракелян В. Б., Аракелян С. Б.* Биолог. ж. Армении, *36*, 7, 553—559, 1983.
2. *Фрёлих Г.* Теория диэлектриков, М., 1960.
3. *Graham D. E., Lea E. J. A.* Biochim. Biophys. acta, *274*, 286—293, 1972.
4. *Kornyshev A. A., Rubinshtein A. I., Vorotyntsev M. A.* Phys. stat. sol. (a), *84*, 125—132, 1977.
5. *Krylov V. S.* Electrochem. acta, *9*, 1247, 1964.

«Биолог. ж. Армении», т. XXXVII, № 5, 1984

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 576.895.132

ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КОРМЛЕНИЯ СОЧНЫМИ КОРМАМИ НА ЛАТЕНТНУЮ ФОРМУ СТРОНГИЛЯТ У ОВЕЦ

С. Г. СТЕПАНЯН, А. М. АГАДЖАНЯН

Ключевые слова: личинки стронгилят, овцы, корма сочные

Латентная форма гельминтозов—важное биологическое явление, имеющее эпизоотологическое и эпидемиологическое значение. Сущность латентных гельминтозов заключается в том, что в неблагоприятных ус-