

40) Броуновское движение. Подвижность макромолекулярной частицы. Связь подвижности частицы и коэф-та диффузии (закон Эйнштейна). Закон Эйнштейна-Смолуховского для броуновской частицы.

Броуновское движение — беспорядочное движение малых частиц в жидкости / газе, вызванное случайными ударами молекул окружающей среды.

см. 39 билет.

рассм. одномерное случайное движение частицы  $+h$  — вероятность  $p$   
 $-h$  — вероятность  $1-p$

$N$  шагов:  $x = nh + (N-n)(-h) = (2n-N)h$

$-h$	$+h$
$N-n$	$n$

$$\bar{x} = (2\bar{n} - N)h$$

$$= (2p - 1)Nh$$

$$\bar{x}^2 = (2\bar{n} - N)^2 h^2 = (N^2 - 4N\bar{n} + 4\bar{n}^2) h^2 = (N^2 - 4N^2 p + 4N^2 p^2 + 4Np(1-p)) h^2$$

$$W_N(n) = \frac{N!}{n!(N-n)!} p^n (1-p)^{N-n} \Rightarrow \bar{n} = Np$$

↑  
набрать  $n$  шагов  $+h$

$$\bar{n}^2 - (\bar{n})^2 = Np(1-p)$$

• если  $p = \frac{1}{2}$ ,  $\bar{x} = 0$  и  $\bar{x}^2 = Nh^2$

□ шаг происходит с периодом  $\tau \Rightarrow t = N\tau$

$$D = \frac{h^2}{2\tau} \Rightarrow \bar{x}^2 = 2Dt - \text{закон случайных блужданий}$$

$$\langle \Delta x^2 \rangle = 4Dt$$

$$\langle \Delta z^2 \rangle = 6Dt$$

• если  $p > \frac{1}{2}$ , то

$$\bar{x} = vt, \quad v = (2p - 1) \frac{h}{\tau}$$

$$\bar{x}^2 = (vt)^2 + 2D_1 t, \quad D_1 = 4p(1-p) \frac{h^2}{2\tau}$$

$$(\bar{x} - vt)^2 = \bar{x}^2 - 2vt\bar{x} + (vt)^2 = 2D_1 t$$