

Кинетическое уравнение Больцмана

Уравнение Больцмана

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \xi \frac{\partial f}{\partial x} + \frac{\vec{X}_0}{m} \frac{\partial f}{\partial \xi} = J, (16)$$

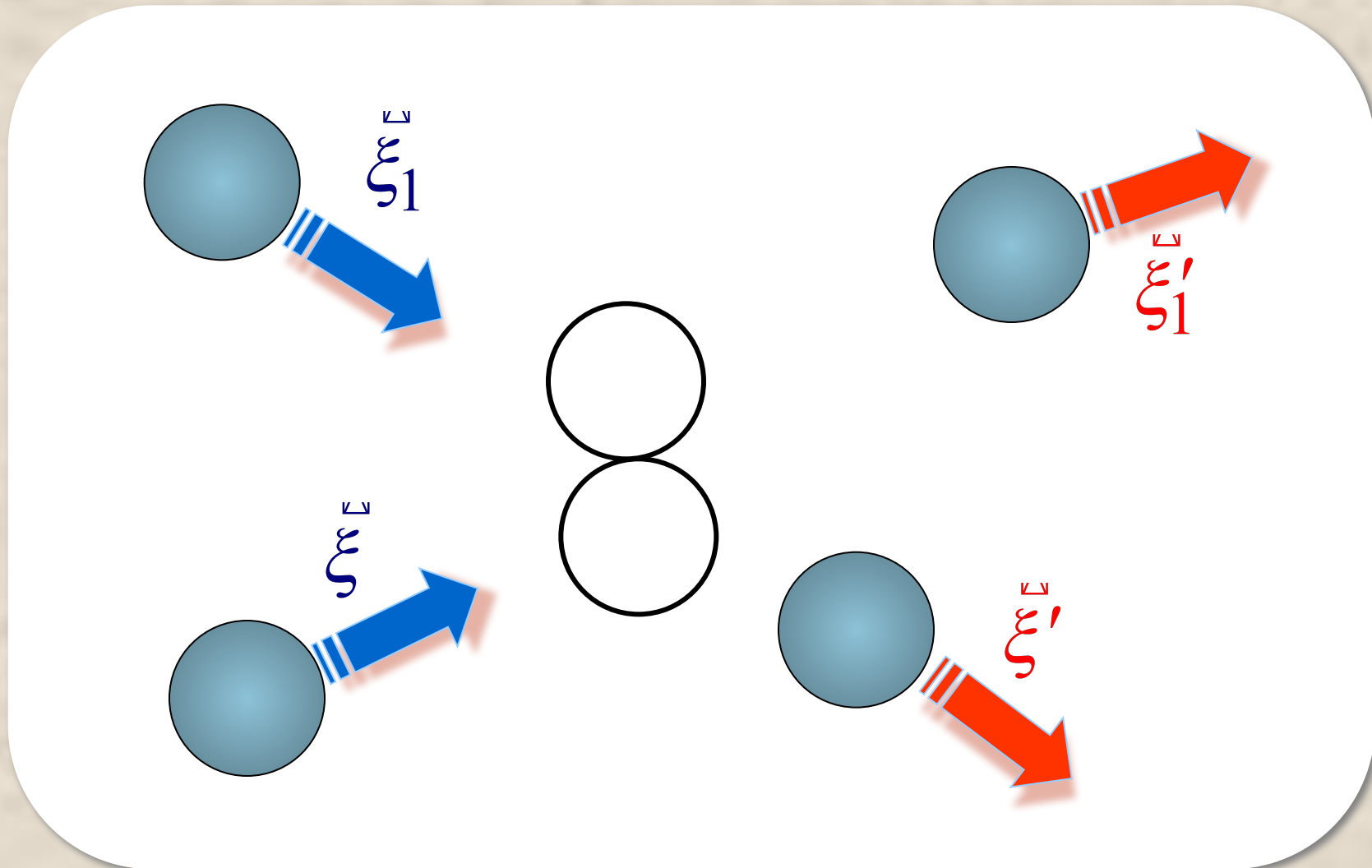
$$\frac{\partial f}{\partial t} + \xi_x \frac{\partial f}{\partial x} + \xi_y \frac{\partial f}{\partial y} + \xi_z \frac{\partial f}{\partial z} = \text{при } X_0 = 0 \quad (16^a)$$

ИНТЕГРАЛ СТОЛКНОВЕНИЙ:

$$(17) \quad J = \int_0^\infty \int_0^{2\pi} \int_{-\infty}^\infty \int_{-\infty}^\infty \int_{-\infty}^\infty (f f'_1 - f f_1) |g| b db d\varepsilon d\xi_1$$

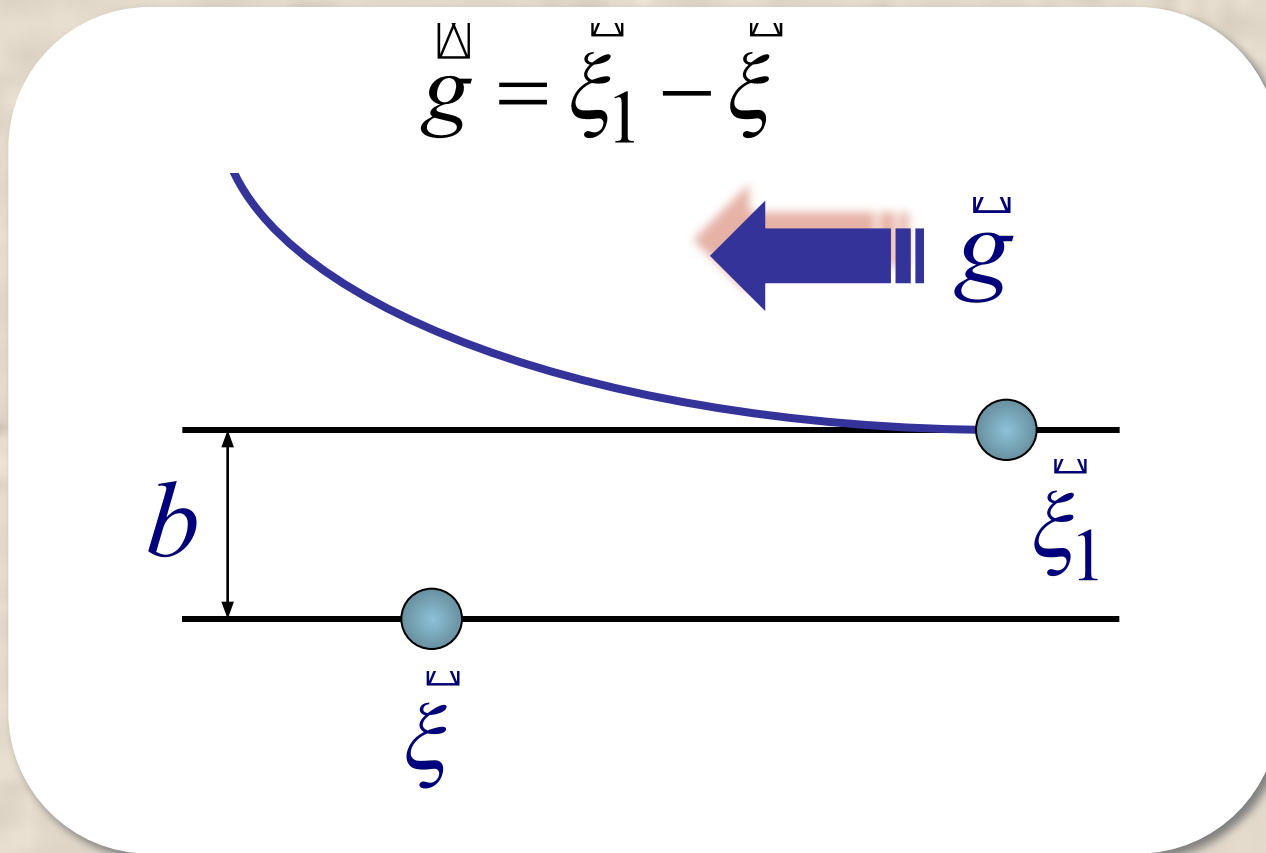
$$f = f(t, x, \xi); f_1 = f(t, x, \xi_1); f' = f(t, x, \xi'); f'_1 = f(t, x, \xi'_1)$$

Столкновение двух молекул



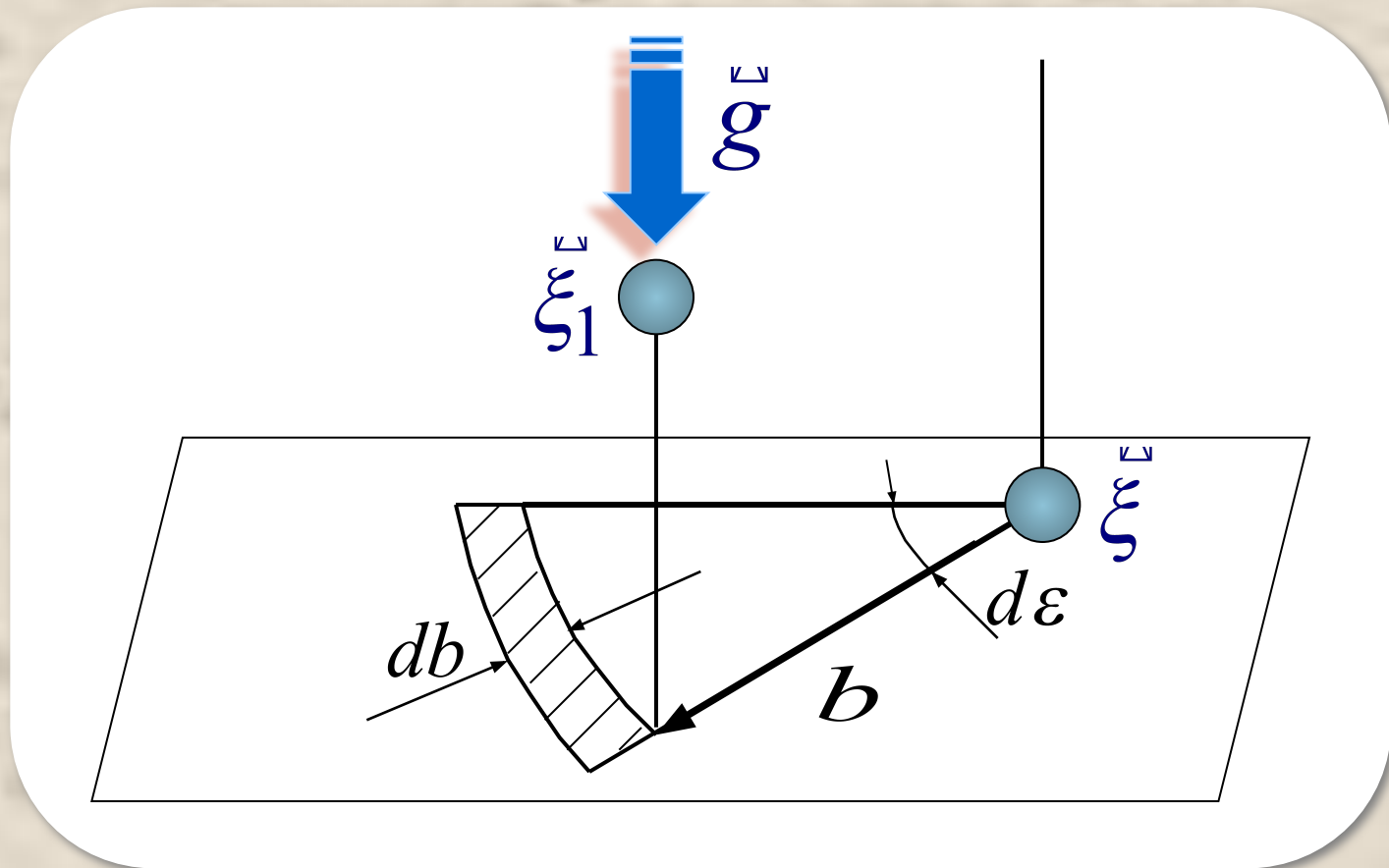
Столкновение двух молекул

ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ МОЛЕКУЛЫ



Столкновение двух молекул

РАССМОТРЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МОЛЕКУЛ В
ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ



Моменты интеграла столкновений

$$(18) \quad I(\varphi) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \varphi(\xi) J d\xi_x d\xi_y d\xi_z$$

$$(19^a) \quad I(\varphi) = \frac{1}{4} \int_{-\infty}^{\infty} (\varphi + \varphi_1 - \varphi' - \varphi'_1) (ff_1 - ff'_1) |g| b db d\varepsilon d\xi_1 d\xi$$

$$(19^b) \quad I(\varphi) = \frac{1}{2} \int_{-\infty}^{\infty} (\varphi' + \varphi'_1 - \varphi - \varphi_1) ff_1 |g| b db d\varepsilon d\xi_1 d\xi$$

Некоторые свойства интеграла столкновений

Для сумматорных инвариантов: $\varphi + \varphi_1 - \varphi' - \varphi'_1 = 0$

Инварианты столкновений: $\varphi_0 = m$

$$\varphi_1 = m\xi_x$$

$$\varphi_2 = m\xi_y$$

$$\varphi_3 = m\xi_z$$

$$\varphi_4 = \frac{1}{2}m\xi^2$$

Если ϕ - сумматорный инвариант, то

$$\phi = Am\xi^2 + Bm\xi + C$$

H - функция и H - теорема

$$H = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f \ln f d\xi_x d\xi_y d\xi_z \quad (20)$$

$$H_x = \int_{-\infty}^{\infty} \xi_x f \ln f d\xi \quad (21)$$

$$I(\ln f) = \frac{1}{4} \int_{-\infty}^{\infty} (\ln f + \ln f_1 - \ln f' - \ln f'_1)(f'_1 - ff_1) |g| b db d\varepsilon d\xi_1 d\xi$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial H_x}{\partial x} = I(1 + \ln f)$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial H_x}{\partial x} \leq 0 \quad (22)$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} \leq 0 \quad (22^a)$$

$$\frac{\partial H_x}{\partial x} \leq 0 \quad (22^b)$$

H - функция и H - теорема

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial H_x}{\partial x} = 0$$

$$I(1 + \ln f) = 0$$

$$1 + \ln f = Am\xi^2 + Bm\xi + C$$

$$n = \int_{-\infty}^{\infty} f d\xi; \quad nu_x = \int_{-\infty}^{\infty} f \xi_x d\xi \quad nu_y = \int_{-\infty}^{\infty} f \xi_y d\xi \quad nu_z = \int_{-\infty}^{\infty} f \xi_z d\xi$$

$$T = \frac{m}{3kn} \int_{-\infty}^{\infty} [(\xi_x - u_x)^2 + (\xi_y - u_y)^2 + (\xi_z - u_z)^2] f d\xi$$

$$f = n \left(\frac{m}{2\pi kT} \right)^{\frac{3}{2}} \exp \left[-\frac{m}{2kT} \left((\xi_x - u_x)^2 + (\xi_y - u_y)^2 + (\xi_z - u_z)^2 \right) \right]$$