

### 2.1.8 Қажетті формулалар

Фотоэффектің Эйнштейн теңдеуі

$$\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = A + T_{\max} \quad (1)$$

мұндағы  $\varepsilon$  – металл бетіне түскен фотонның энергиясы;  
 $A$  – электронның металдан шығу жұмысы;  
 $T_{\max}$  – фотоэлектронның максималды кинетикалық энергиясы;

Егер фотон энергиясы шығу жұмысынан көп артық болса ( $h\nu \gg A$ ), онда

$$h\nu = T_{\max}$$

Фотоэффектің қызыл шекарасы

$$\lambda_0 = \frac{hc}{A}, \nu_0 = \frac{A}{h} \quad (2)$$

мұндағы  $\lambda_0$  – фотоқұбылыс пайда бола алатын сәулеленудің максимал толқын ұзындығы ( $\nu_0$  - минимал жиілік).

Бетке перпендикулярлы түскен жарықтың қысымы

$$p = \frac{E_e}{c}(1 + \rho) \quad \text{немесе} \quad p = w(1 + \rho) \quad (3)$$

мұндағы  $E_e$  – беттің жарықтануы;  
 $c$  – электромагниттік сәулеленудің вакуумдағы жылдамдығы;  
 $w$  – сәулелену энергиясының көлемдік тығыздығы;  
 $\rho$  – шағылу коэффициенті.

Фотонның энергиясы

$$\varepsilon = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad (4)$$

мұндағы  $h$  – Планк тұрақтысы;  
 $\nu$  – жарық жиілігі;  
 $\lambda$  – толқын ұзындығы.

Фотонның массасы және импульсі

$$m = \frac{\varepsilon}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda} \quad (5),$$

$$p = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda} \quad (6)$$

Комптон формуласы

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0c} (1 - \cos\theta) = 2 \frac{h}{m_0c} \sin^2 \frac{\theta}{2} \quad (7)$$

мұндағы  $\lambda$  – әлсіз байланысқан және еркін электронмен кездескен фотонның толқын ұзындығы;  
 $\lambda' - \theta$  бұрышқа шашыраған электронмен соқтығысудан кейінгі фотонның толқын ұзындығы;  
 $m_0$  – электронның тыныштық массасы.

Комптонның толқын ұзындығы

$$\lambda = \frac{h}{m_0c} \quad (8)$$

Радиоактивтік ыдырау заңы

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \quad (9)$$

мұндағы  $N$  –  $t$  уақыт аралығында ыдырамаған атомдардың саны;  
 $N_0$  – бастапқы ( $t=0$ ) уақыт мезетіндегі ыдырамаған атомдар саны;  
 $e$  – натурал логарифмнің негізі;  
 $\lambda$  – радиоактивті ыдырау тұрақтысы.

Жартылай ыдырау периоды  $T_{1/2}$  - ыдырамаған атомдар санының екі есе азаюына кеткен уақыт. Жартылай ыдырау периоды ыдырау тұрақтысымен келесі қатынаспен байланысқан

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{0,693}{\lambda} \quad (11)$$

Радиоактивті ядроның орташа өмір сүру уақыты  $\tau$  – ыдырамайтын ядролардың саны е есе азаюға кететін уақыт аралығы.

$$\tau = \frac{1}{\lambda}$$

Радиоактивті изотоптың  $A$  активтілігі

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N \text{ немесе } A = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\lambda t} \quad (12)$$

мұндағы  $dN - dt$  уақыт аралығында ыдырайтын ядролар саны;  
 $A_0$  – изотоптың бастапқы уақыт мезетіндегі активтілігі.

Жұтушы зат арқылы өткенде  $\gamma$ -сәулелену моноэнергетикалық жіңішке шоғы интенсивтілігінің әлсірету заңы

$$I = I_0 e^{-\mu x} \quad (13)$$

мұндағы  $I$  – затта  $x$  тереңдіктегі  $\gamma$ -сәулеленуінің интенсивтілігі;  
 $I_0$  – заттың бетіне түсетін  $\gamma$ -сәулеленуінің интенсивтілігі;  
 $\mu$  – әлсіретудің сызықтық коэффициенті.

Жартылай әлсірету қабаты деп, қалыңдығы  $x_{1/2}$  болғандағы, одан  $\gamma$ -сәулеленуінің өтуінде интенсивтілігі екі есе азаятын қабатты атайды.

$$x_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu} = \frac{0,693}{\mu} \quad (14)$$

Стефан-Больцман заңы

$$R_e = \sigma T^4 \quad (15)$$

мұндағы  $R_e$  – абсолют қара дененнің сәулеленуі;

$T$  – термодинамикалық температура;  
 $\sigma$  – Стефан-Больцман тұрақтысы  
 $(\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{ К}^4)$ .

Вин ығысу заңы

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T} \quad (16)$$

мұндағы  $\lambda_{\max}$  – сәулелену энергиясының максимумына сәйкес келетін толқын ұзындығы;

$b$  – Вин тұрақтысы ( $b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ мК}$ ).

Планк формуласы

$$r_{\lambda,T} = \frac{2\pi h c^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{hc/(\lambda kT)} - 1} \quad (17)$$

$$r_{\nu,T} = \frac{h \nu^3}{c^2} \frac{1}{e^{h\nu/(kT)} - 1}$$

мұндағы  $r_{\lambda,T}, r_{\nu,T}$  – абсолют қара дененің жарқырауының спектрлік тығыздығы;

$\lambda$  – толқын ұзындығы;

$\nu$  – жиілік;

$c$  – жарықтың вакуумдағы жылдамдығы;

$k$  – Больцман тұрақтысы;

$T$  – термодинамикалық температура;

$h$  – Планк тұрақтысы.

Максимал спектралды сәулелену тығыздығының температуранан тәуелділігі

$$(r_{\lambda,T})_{\max} = CT^5 \quad (18)$$

мұндағы  $C$  – тұрақты  $\left( C = 1,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}^5} \right)$ .