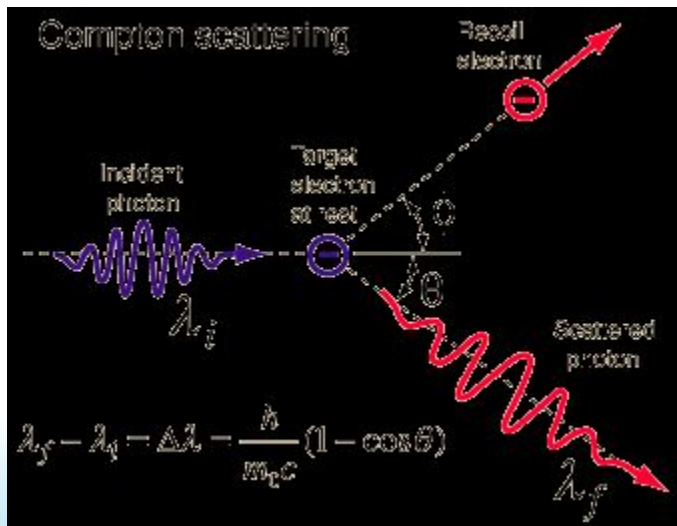


Жарық кванттық касиеті



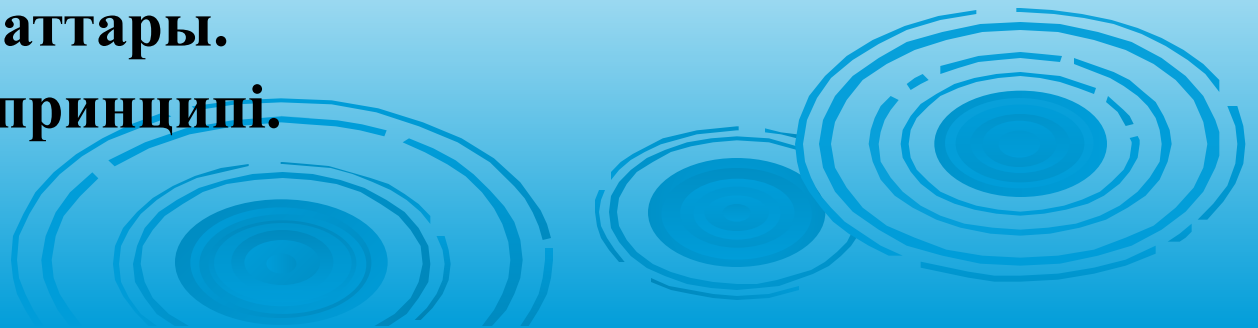
050716 «Тау – кен ісі»

050712 «Машинажасау»

050731 «Қоршаған ортаны қорғау
және өмір тіршілігінің қауіпсіздігі»
мамандықтар үшін.

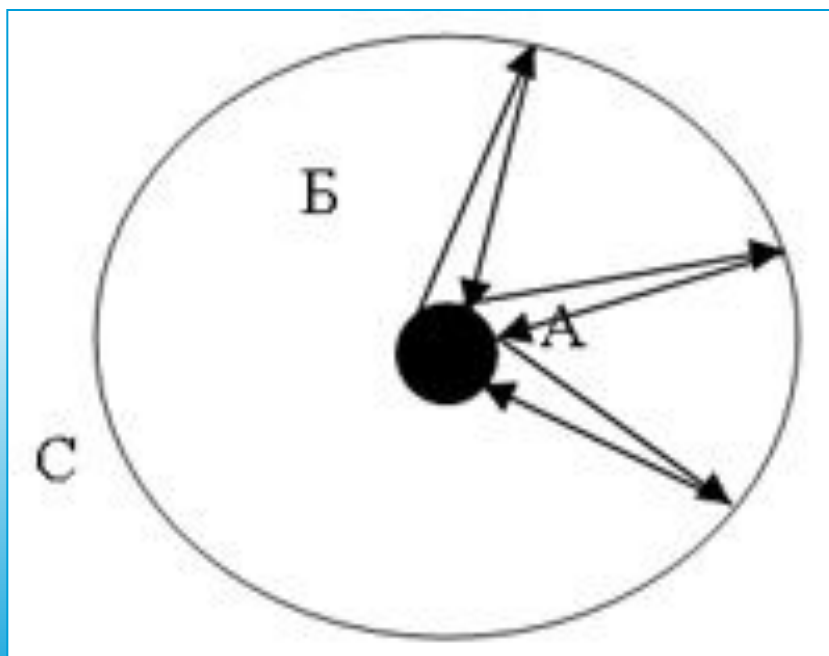
Дәріс жоспары

- 1. Жылулық сәуле шығару.
- 2. Абсолют қара дене.
- 3. Кирхгоф, Стефан-Больцман, Вин заңдары.
- 4. Абсолют қара дененің спектріндегі энергияның бөлінуі.
- 5. Планктың кванттық гипотезасы және формуласы.
- 6. Фотондар. Фотонның энергиясы және импульсі.
- 7. Франк және Герц тәжірибелері.
- 8. Фотоэффект.
- 9. Комптон эффектісі.
- 10. Атомның сызықтық спектрі.
- 11. Бор постулаттары.
- 12. Сәйкестік принципі.



Жылулық сәуле шығару.

Жылулық сәуле шығару – дененің ішкі энергиясы есебінен электрмагниттік толқындардың таралуы.



▣ Сәуле шығарудың **тепе-теңдігі** – бірлік уақыт ішінде жұтылатын және шағылатын энергиялар өзара тең

Энергия ағыны:

$$\Phi = \frac{dW}{dt}$$

Энергетикалық жарықталыну:

$$R = \frac{dW}{dS dt}$$

Сәуле шығару әр түрлі жиіліктегі ω (немесе әр түрлі ұзындықтағы λ) толқындардан құралады.

$$\omega = 2\pi\nu, \quad \lambda = cT = \frac{c}{\nu} = \frac{2\pi c}{\omega}$$

$$dR_{\omega} - d\omega(\omega, \omega + d\omega)$$


$$dR_{\lambda} - d\lambda(\lambda, \lambda + d\lambda)$$

$$dR_{\nu} - d\nu(\nu, \nu + d\nu)$$

Сәуле шығарғыштық қабілеті:

$$r_{\omega T} = \frac{dR_{\omega}}{d\omega} \quad r_{\nu, T} = \frac{dR_{\nu}}{d\nu}$$

Сәуле шығарғыштық қабілеті – дененің бірлік ауданының бірлік уақытта бірлік жиілік интервалында шығаратын энергиясы.

$$r_{\lambda T} = \frac{dR_{\lambda}}{d\lambda}$$


$$R = \int dR_{\omega} = \int dR_{\lambda} = \int r_{\omega T} d\omega = \int r_{\lambda T} d\lambda$$

**Жұтқыштық
қабілеті:**

$$A_{\lambda, T} = \frac{d\Phi_{\lambda}'}{d\Phi_{\lambda}}$$

$d\Phi_{\omega}$

– денеге келетін энергия ағыны,

$d\Phi'_{\omega}$

– дене жұтатын энергия ағыны.

□ Барлық жиіліктегі жарықты толығымен жұтатын дене - абсолют қара дене.

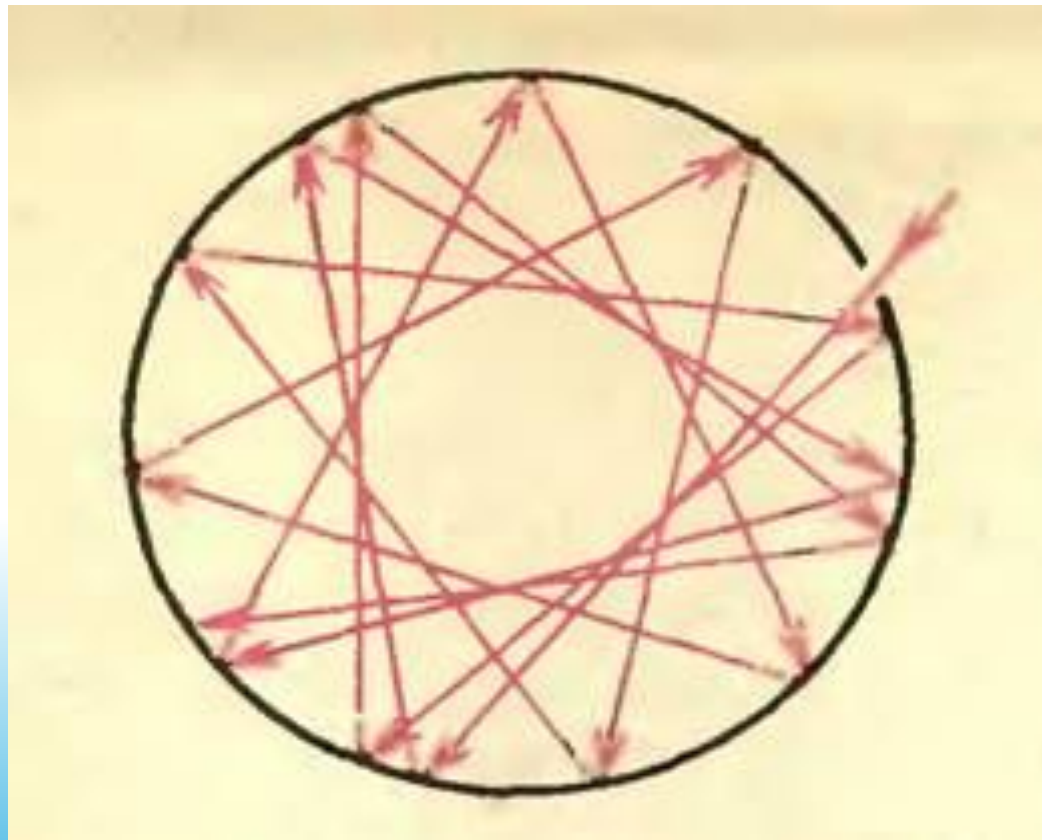
Абсолют қара дене:

$$A_{\lambda, T} = 1$$

Сұр дененің жұту қабілеті барлық жиілік үшін бірдей, тек дененің температурасы мен материалына тәуелді, және 1-ден кем.

$$A_T = \text{const} < 1$$

Абсолют қара дененің моделі.



Кирхгоф заңы.

$$\left(\frac{R_{\lambda T}}{A_{\lambda T}} \right)_1 = \left(\frac{R_{\lambda T}}{A_{\lambda T}} \right)_2 = \dots = \left(\frac{R_{\lambda T}}{A_{\lambda T}} \right)_a = (R_{\lambda T})_a$$

Сәуле шығарғыштық қабілетінің, жұтқыштық қабілетіне қатынасы, дененің табиғатына тәуелді емес, ол барлық дене үшін жиілік пен температураның функциясы болып табылады және абсолют қара дененің сәуле шығарғыштық қабілетіне тең.

Стефан – Больцман заңы.

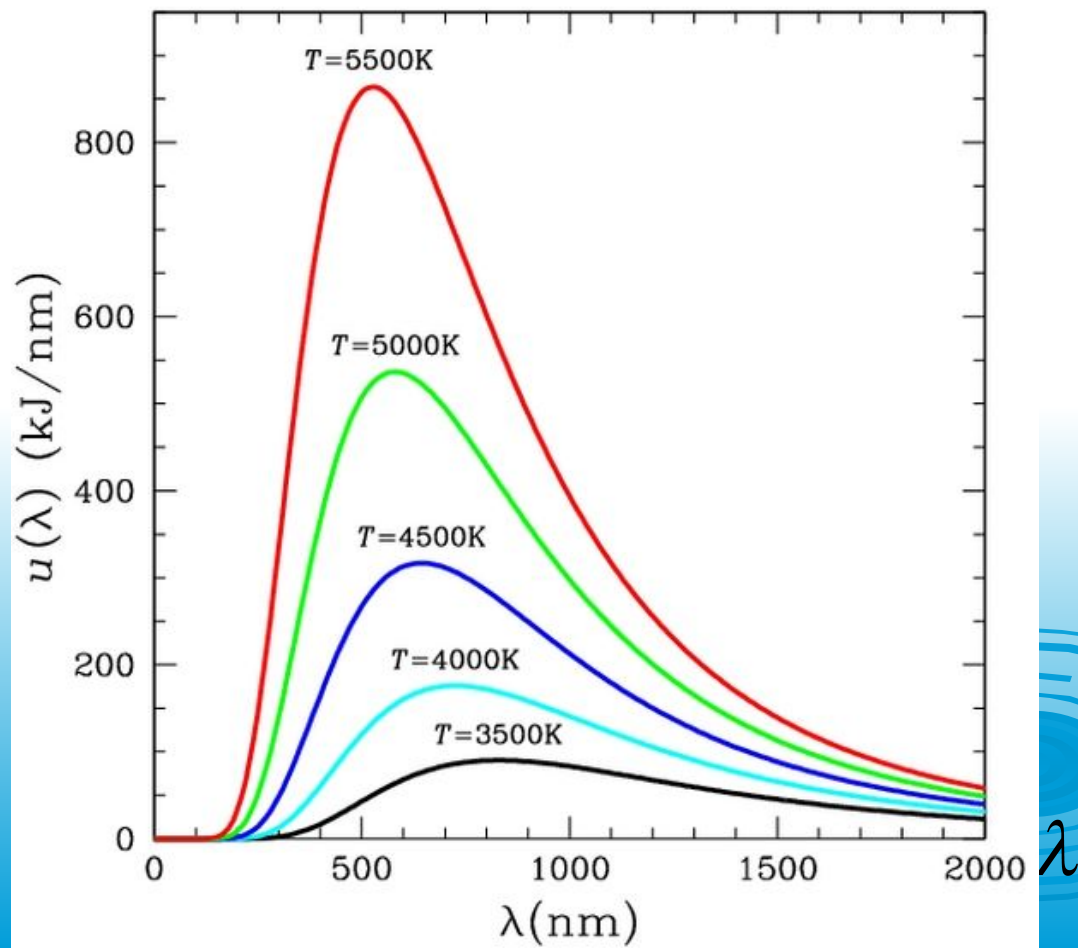
$$R = \sigma T^4, \quad \sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{Вт}{м^2 К^4}$$

А.қ.д-нің энергетикалық жарқырауы 4-ші дәрежелі термодинамикалық температураға тура пропорционал.



А.қ.д-нің сәуле шығарғыштық қабілетінің толқын ұзындығына тәуелділігі.

$r_{\lambda T}$



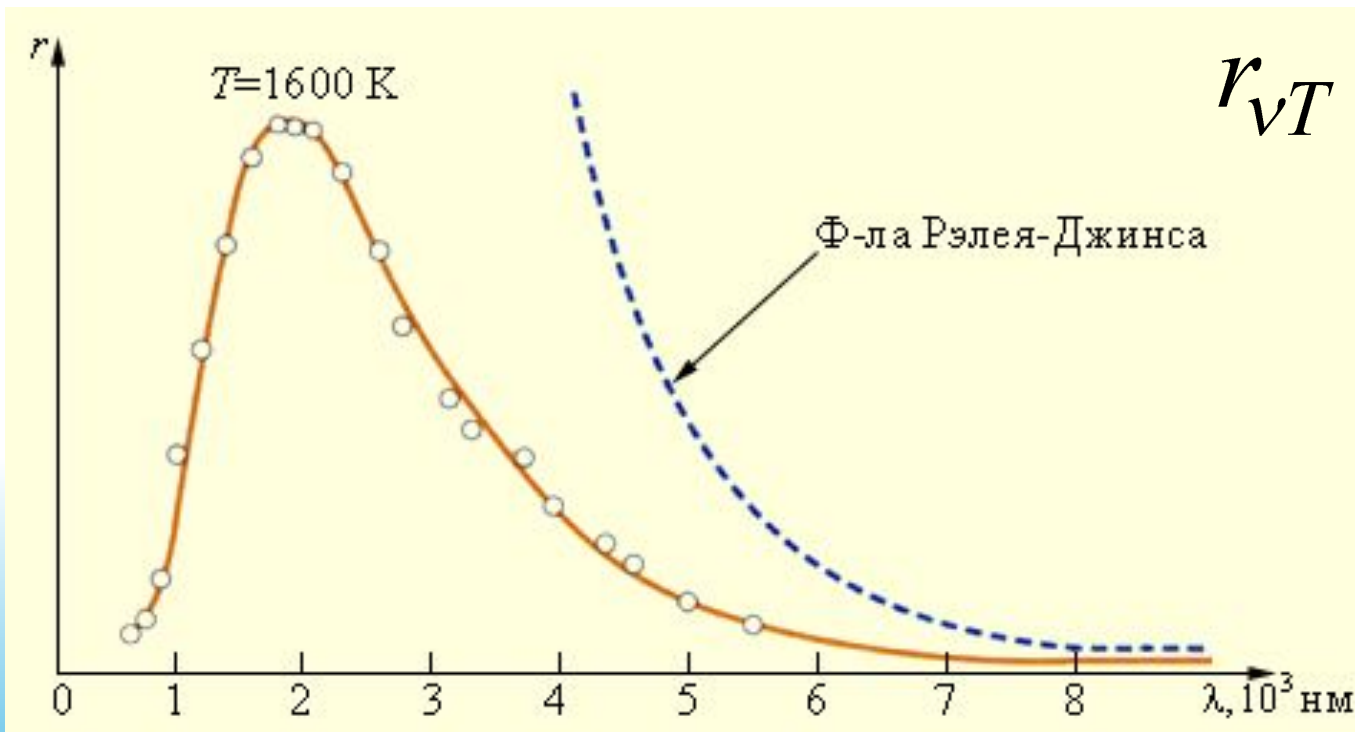
Виннің ығысу заңы.

$$\lambda_m = \frac{b}{T}, \quad b = 2,9 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$$

А.қ.д-нің сәуле шығарғыштық қабілетінің максимумына сәйкес **толқын ұзындығы** λ_m оның температурасына **кері** пропорционал



□ Абсолют қара дененің сәуле шығарғыштық қабілеті үшін **Рэлей-Джинс** формуласы.

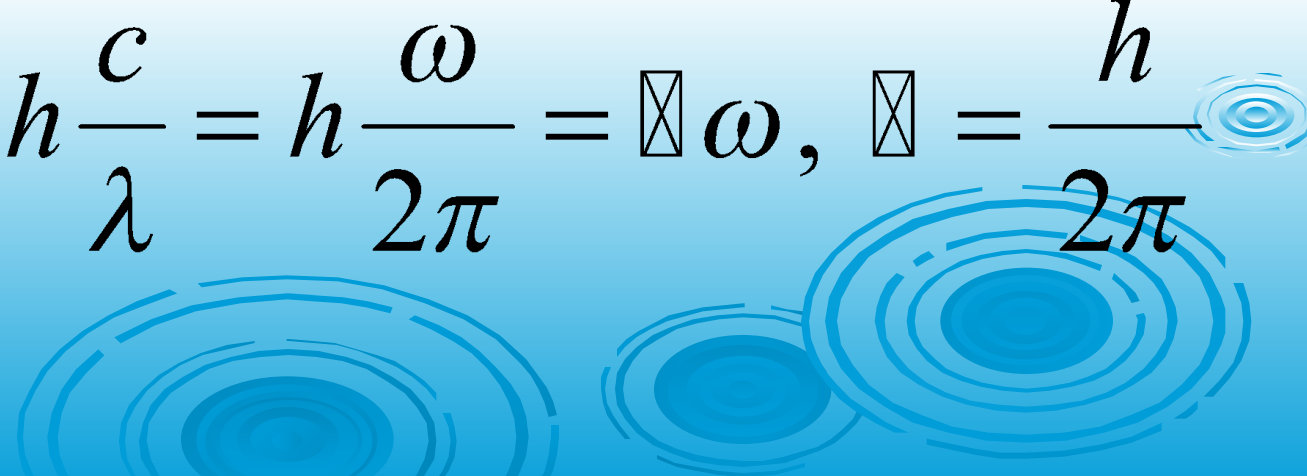


$$r_{\nu T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} kT$$

Рэля-Джинс формуласы тәжірибемен тек төмен жиілікте сәйкес келеді.

Классикалық физикада кез-келген жүйенің энергиясы **үздіксіз** өзгереді.

Планктың кванттық гипотезасына сәйкес электрмагниттік сәуле шығару **үздіксіз** атомдар түрінде емес, **энергиялық (кванттық) жеке порциялар** түрінде болады.

$$\varepsilon_0 = h\nu = h \frac{c}{\lambda} = h \frac{\omega}{2\pi} = \hbar \omega, \quad \hbar = \frac{h}{2\pi}$$


Планк тұрақтысы:

$$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

Сәуле шығару энергиясы:

$$\varepsilon_n = n\varepsilon_0 = nh\nu \quad n = 0,1,2,\dots$$

Планк формуласы:

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

Эйнштейна гипотезасы бойынша жарық кеңістікте шашырайды, таралады және денелер оны жеке энергиялық(кванттық) порциялар түрінде жұтады. Электрмагниттік сәуле шығарудың кванты **фотондар** деп аталады.

$$\varepsilon = h\nu = mc^2$$

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

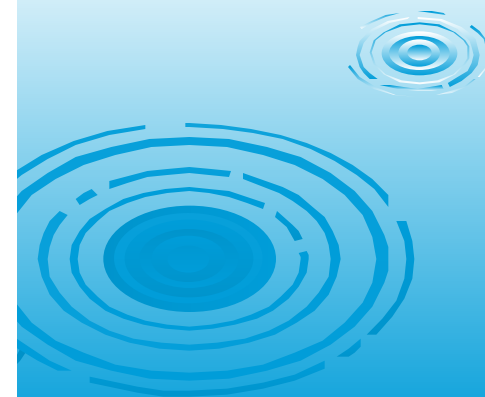
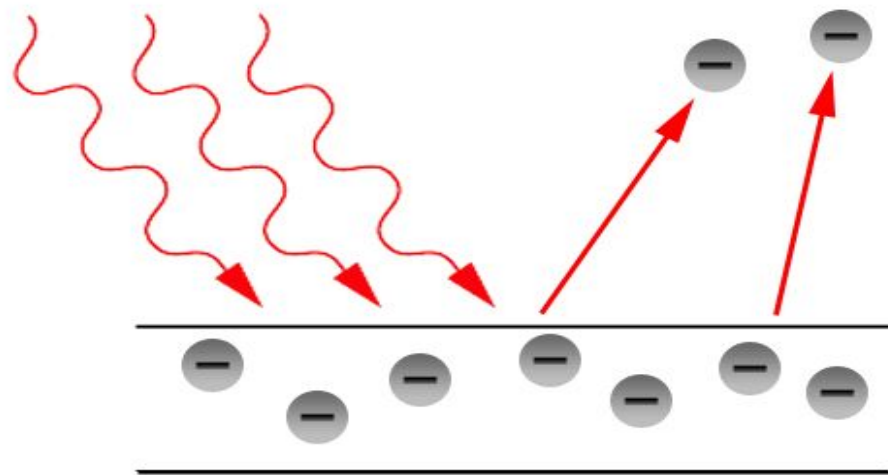
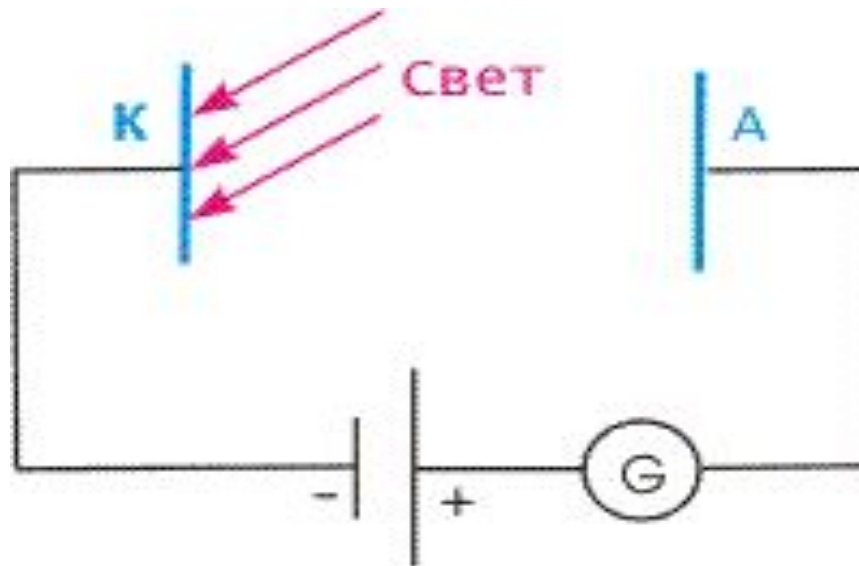
Фотон массасы:

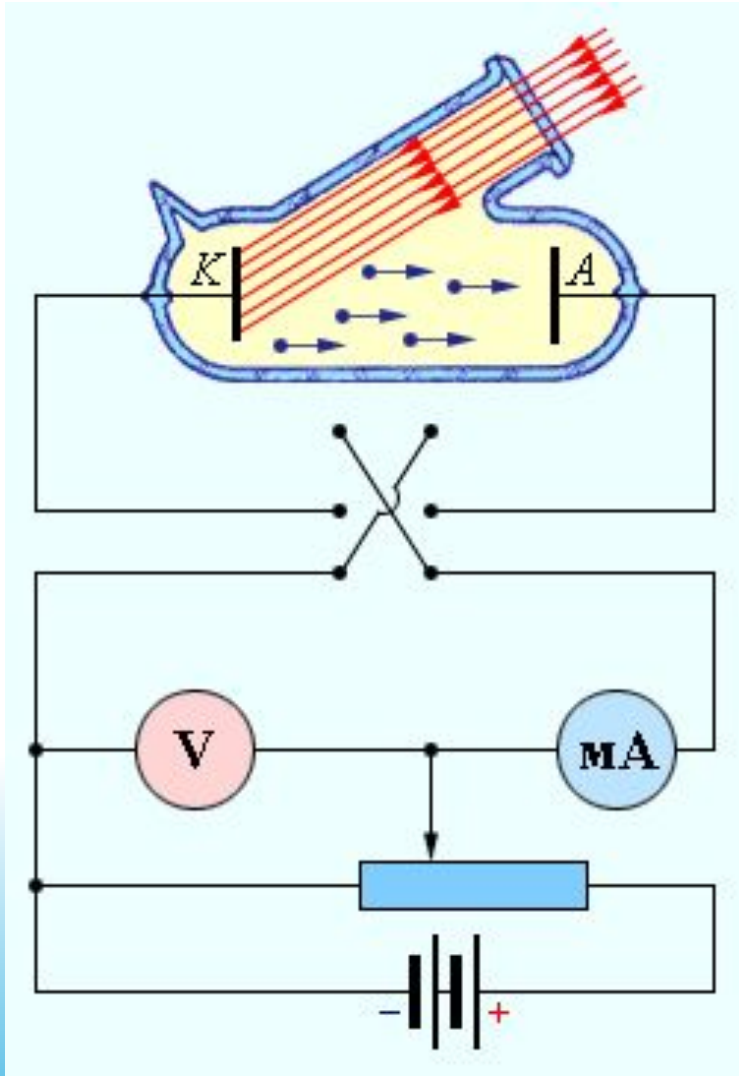
$$m = \frac{h\nu}{c^2}$$

Фотон импульсі:

$$p = \frac{\varepsilon}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

Фотоэффект





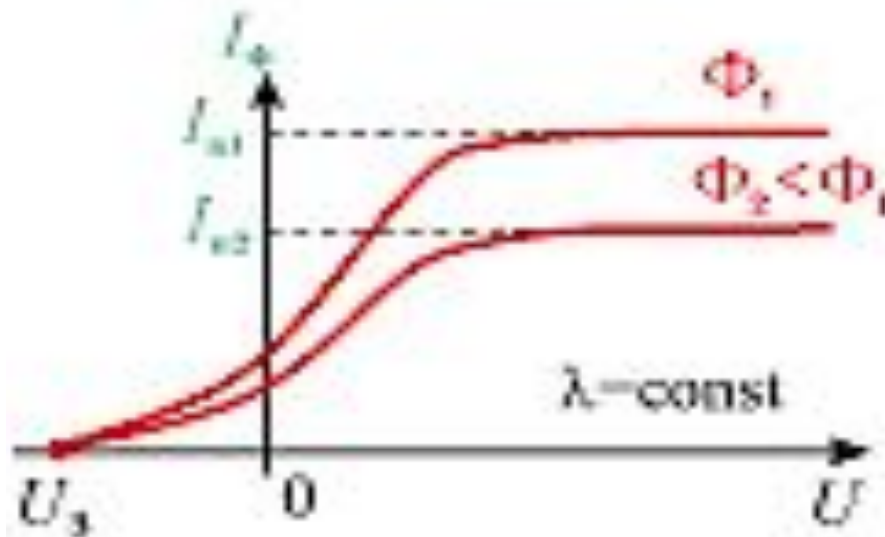
$$h\nu = A_{\text{work}} + \frac{m\nu_{\text{max}}^2}{2}$$

$$h\nu = A_{\text{work}}$$

$$\nu_k = \frac{A_{\text{work}}}{h}$$

$$\lambda_k = \frac{c}{\nu_0} = \frac{ch}{A_{\text{work}}}$$

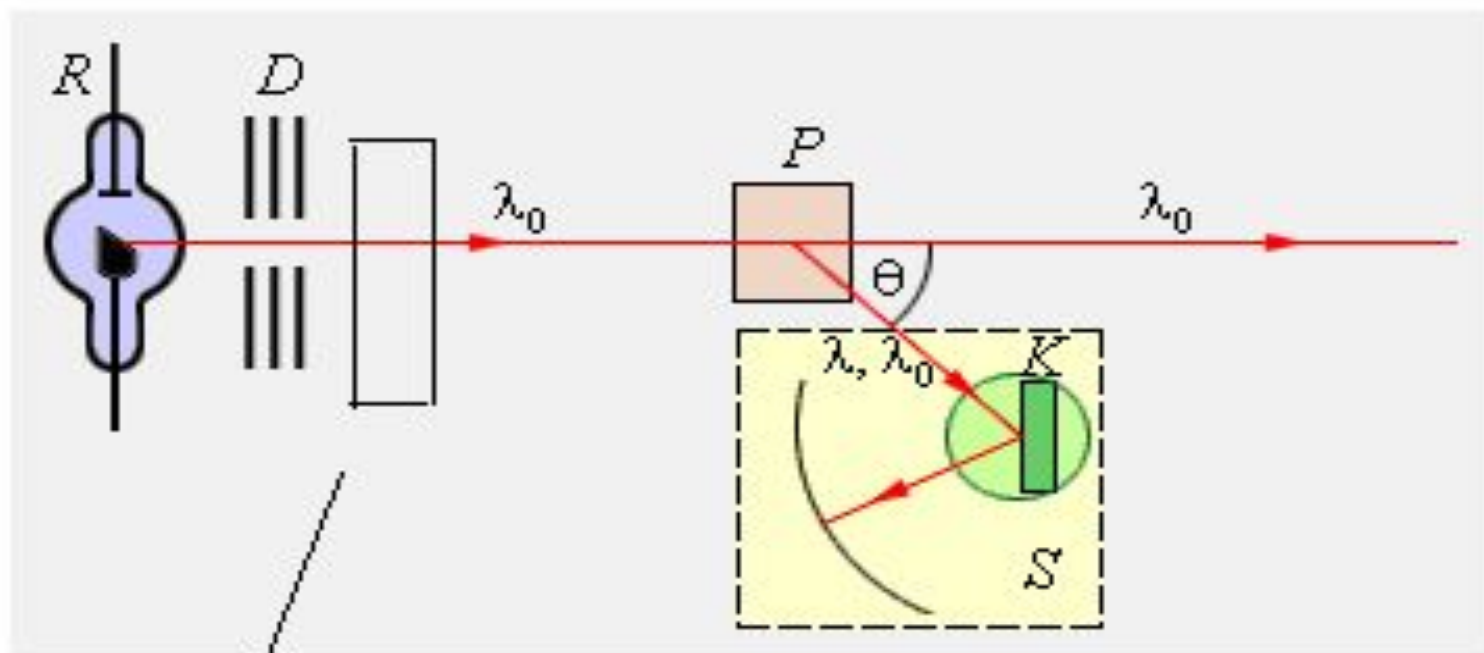
$$I_e \sim \Phi$$



$$eU_3 = \frac{mV_{\text{max}}^2}{2}$$

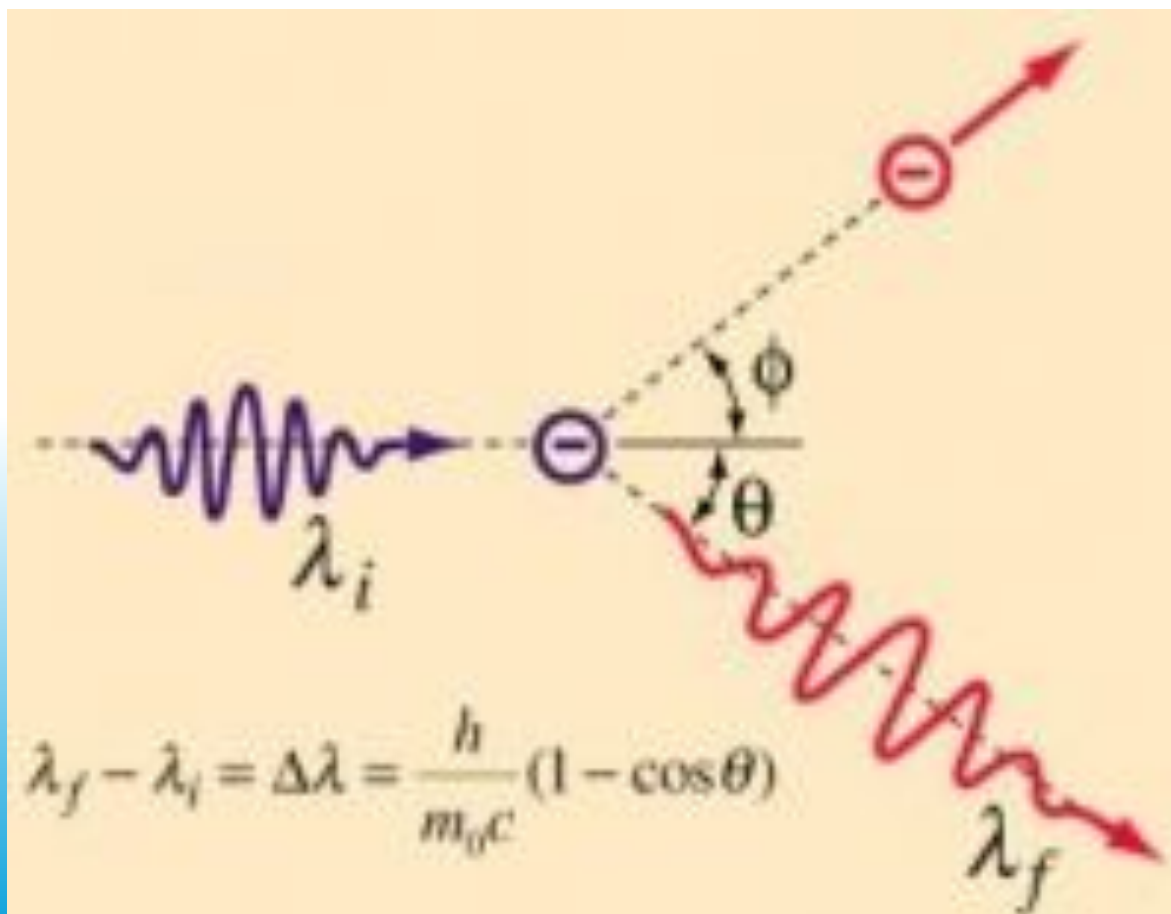
$$h\nu = A + eU_3$$

Рентгендік сәулелер жылдам электрондарды затпен тежегенде электронның кинетикалық энергиясының сәуле шығару энергиясына айналуы нәтижесінде пайда болады.



монохроматор

Комптон эффектісі – рентген сәулелерін кез келген затпен шашыратқанда, шашыраған сәулелерде бастапқы ұзындықтағы λ сәуле шығарумен қатар үлкен ұзындықтағы λ' толқындар кездеседі.



$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = \lambda_{\kappa}(1 - \cos\theta)$$

$$\Delta\lambda = \lambda' - \lambda = 2\lambda_{\kappa} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$

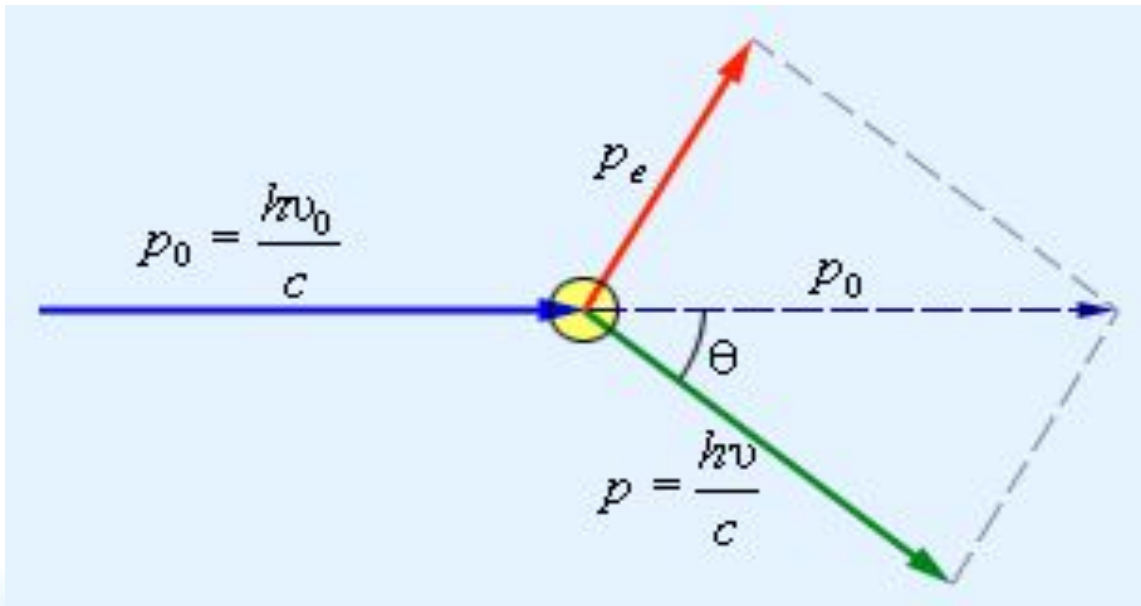
θ — шашырау бұрышы,

λ_{κ} — КОМПТОНДЫҚ ТОЛҚЫН ҰЗЫНДЫҒЫ .

Электронның Комптондық толқын ұзындығы:

$$\lambda_{\kappa} = \frac{h}{m_0 c} = 2,426 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

Рентгендік фотонның тыныштықтағы электрон арқылы серпімді шашырауы.



$$\begin{cases} \vec{p}_0 + \vec{p}_{e0} = \vec{p} + \vec{p}_e \\ \varepsilon_0 + W_{e0} = \varepsilon + W_e \end{cases}$$

Жарық қысымы.

Кванттық теория бойынша жарықтың бетке түсіретін қысымы фотонның соқтығысуы кезінде өз импульсін беруімен түсіндіріледі.

$$P = pN = \frac{E}{c} N$$

$$\frac{E}{c} = \omega$$

$$p = \frac{E}{c} (1 + \rho) = \omega(1 + \rho)$$

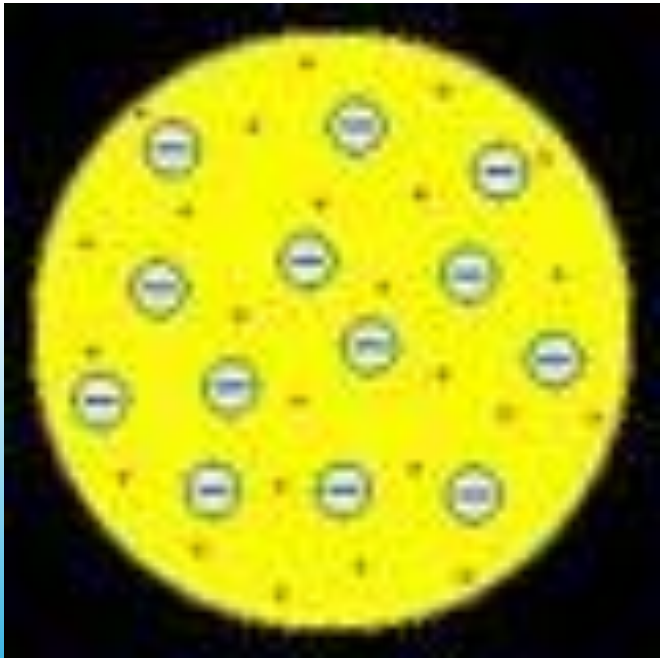
E – бірлік уақыт ішінде бірлік ауданға түсетін барлық фотондардың энергиясы.

ρ – шағылу коэффициенті,

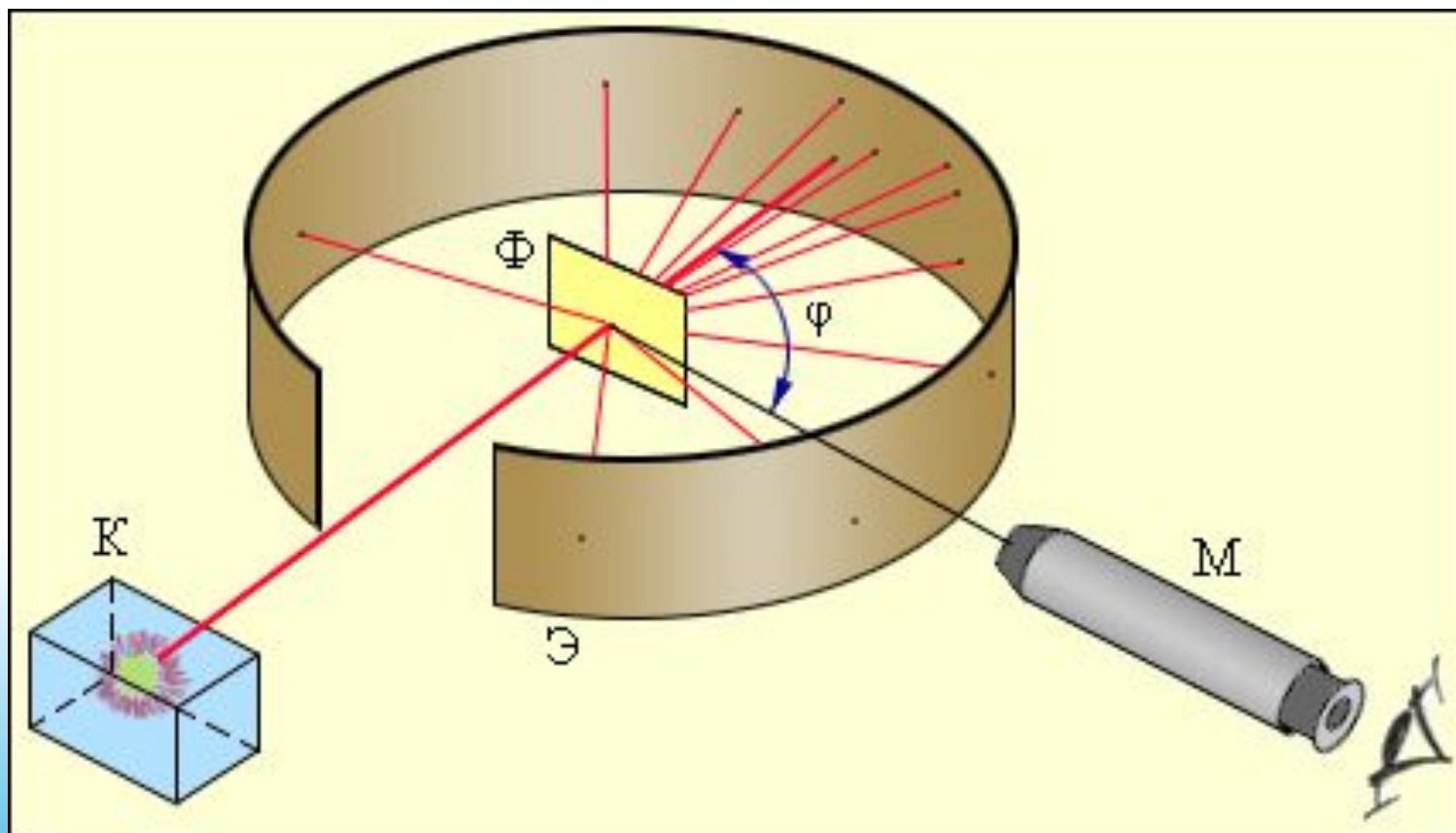
ω – энергияның көлемдік тығыздығы.

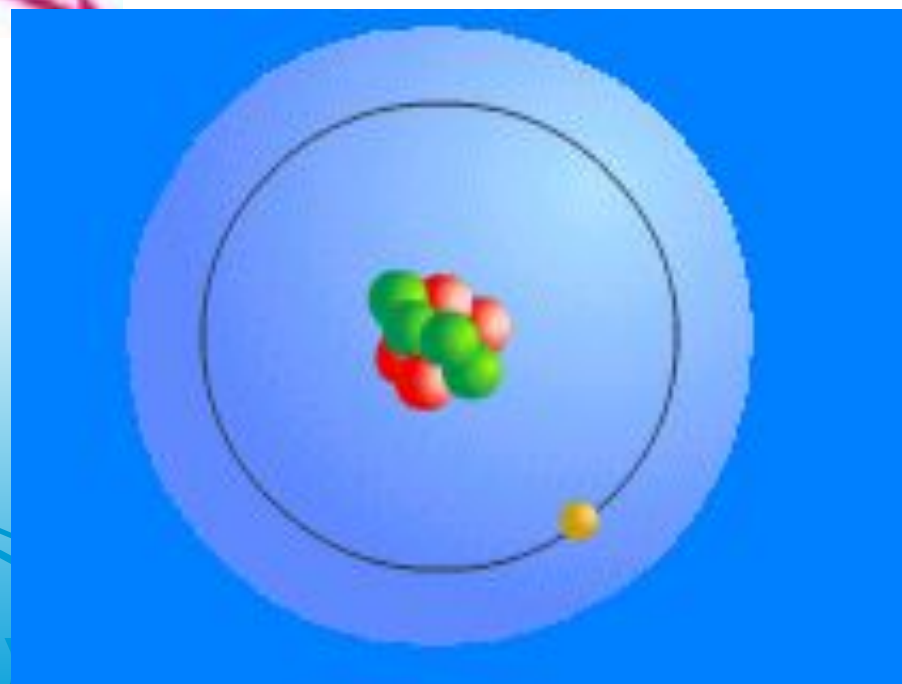
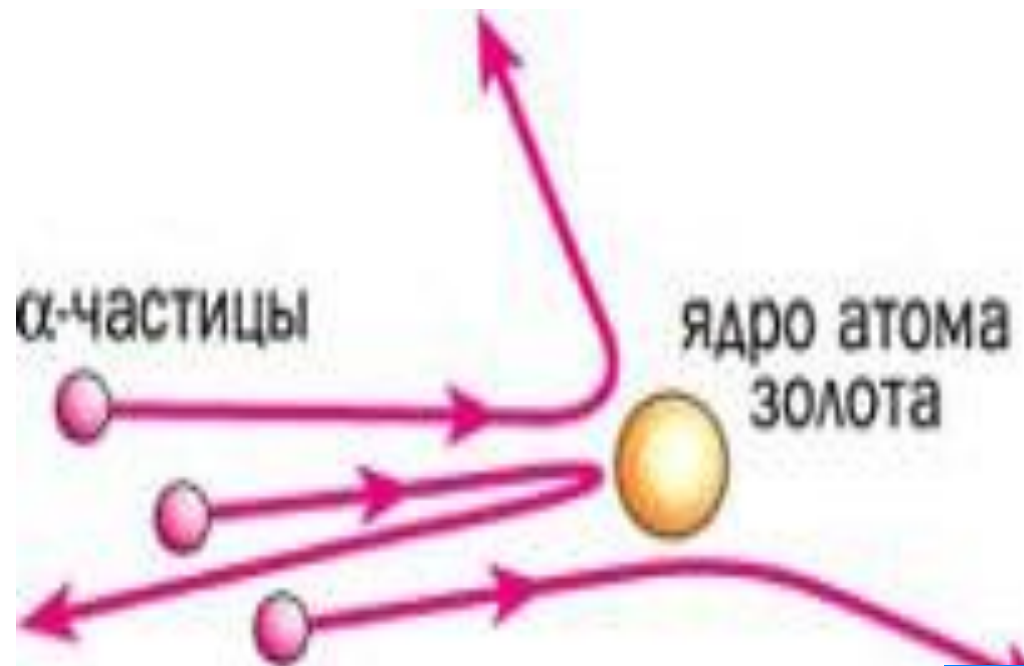
Томсон атом модели

$$R = 10^{-10} \text{ м}$$



Резерфорд тәжірибесы





Бор постулаттары

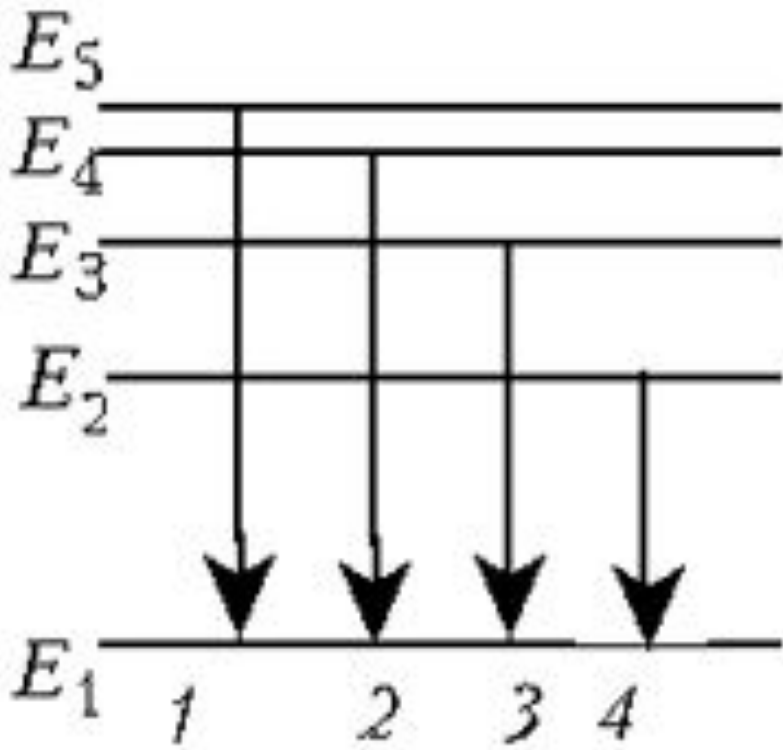
1. Атомдағы электрондар стационар орбиталармен қозғалады; мұндай орбиталармен қозғалғанда электрон электромагниттік толқындар шығармайды.
2. Атом энергия квантын бір стационар күйден екінші күйге өткенде шығарады немесе жұтады:

$$h\nu = E_n - E_m;$$

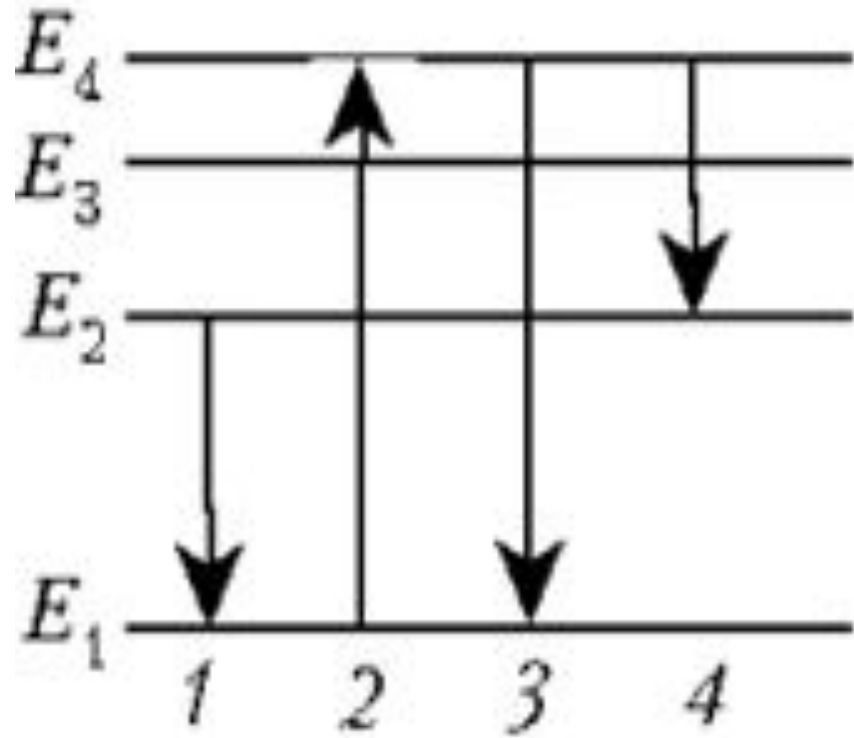
Мұндағы E_m және E_n осы стационар күйлердің энергиясы, ал h – Планк тұрақтысы.

3. Импульс моменті квантталады

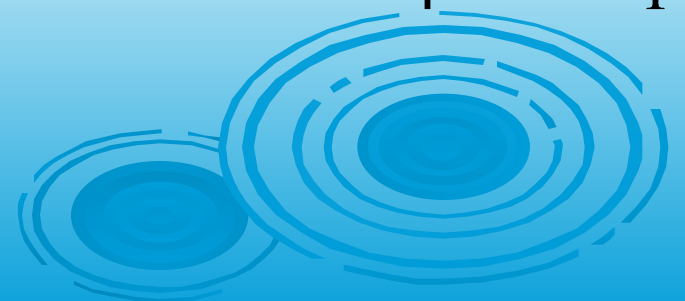
$$m\vartheta r = n\hbar; \quad (n=1, 2, 3 \dots) \quad \hbar = \frac{h}{2\pi};$$



$$h\nu = E_5 - E_1$$



$$h\nu = E_4 - E_1$$



Сутегі атомының спектрлық сериялары

$$\nu = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad - \text{ Лайман сериясы}$$

$$\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad - \text{ Бальмер сериясы}$$

$$\nu = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad - \text{ Пашен сериясы}$$

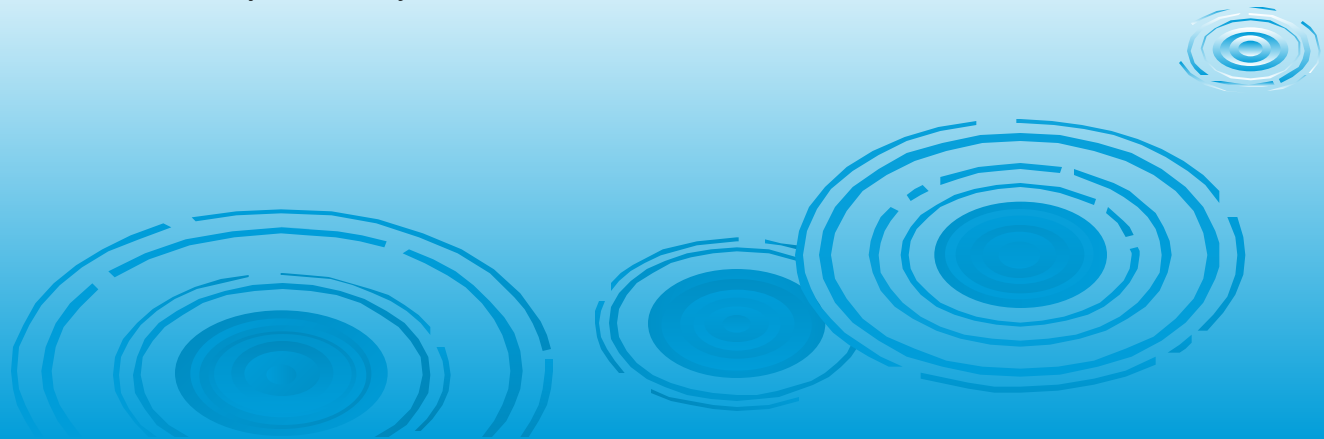
$$\nu = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad - \text{ Брэкет сериясы}$$

$$\nu = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad - \text{ Пфунд сериясы}$$

$$\nu = \frac{E_n - E_m}{h}$$

$$\nu = R \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad m = 1, 2, 3, 4, \dots$$

$$n = m + 1$$



СӨЖ арналған бақылау сұрақтары

- 1.Рэлей- Джинс заңы
- 2.Ішкі фотоэффект дегеніміз не?
- 3.Фотоэффект құбылыстары техникада пайдалану мысалдары.
4. Франк және Герц тәжірибелері
5. Сәйкестік принципі.



Косымша әдебиеттер тізімі

- ▣ **Абдулаев Ж. Физика курсы. Білім, Алматы, 1994 ж.**
- ▣ **Ахметов А. Қ. Физика. Алматы, 2000 ж.**



*Назар
аударғандарыңызға
рахмет!*

