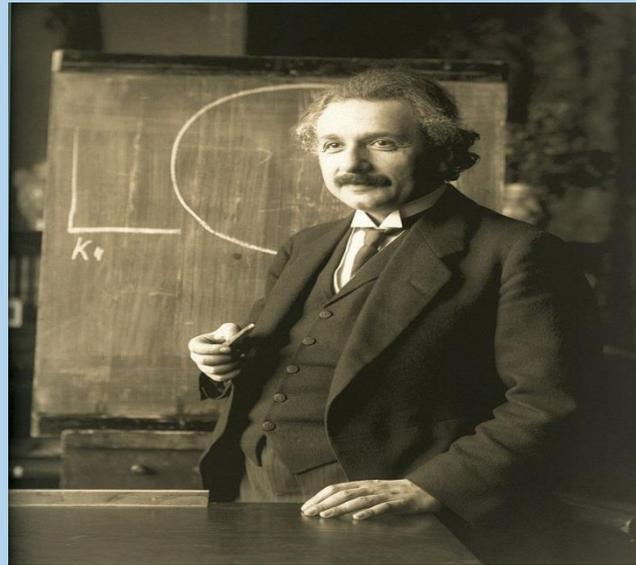




Fizika matematika fani o'qituvchisi

Muxtorov Akbarjon Asqarjon o'g'li





# Маъруза режаси

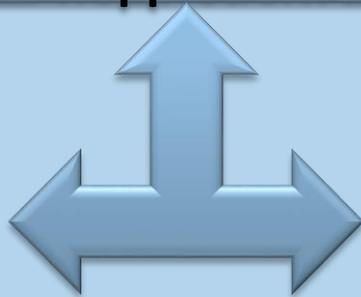


- **Фотоэффeкт.**
- **Ташқи фотоэффeкт қонунлари.**
- **Ташқи фотоэффeктнинг квант назарияси**
- **Комптон эффeкти.**
- **Мажбурий нурланишлар.**
- **Лазер ва уларнинг алоқа соҳасидаги аҳамияти.**
- **Ёруғлик босими.**



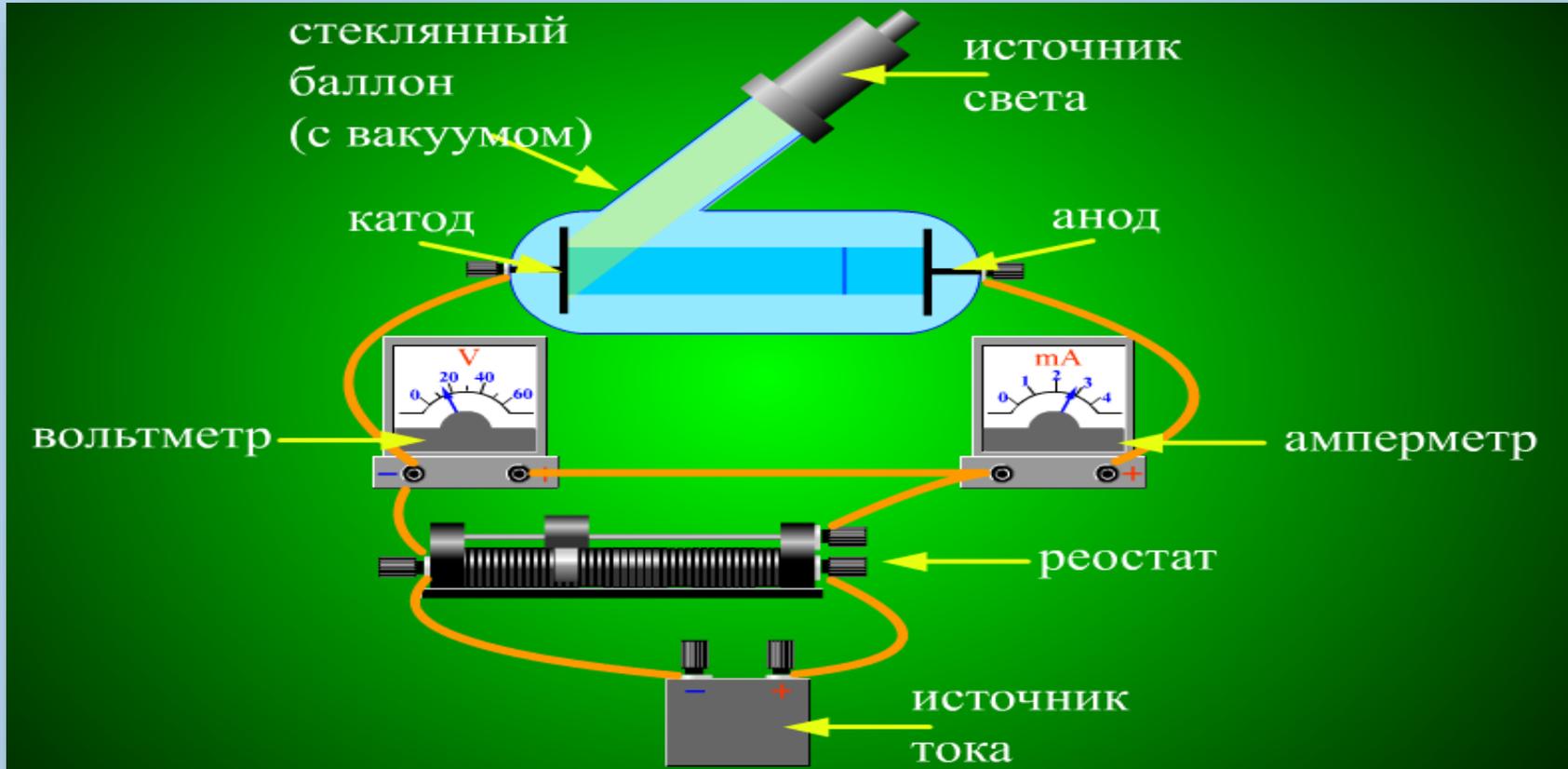
**Фотозлектрик эффект деб электромагнит нурланиш таъсирида электронларнинг уриб чиқарилиш ходисасига айтилади.**

**Ташқи фотозффект- фотозэлектрон эмиссия – бу электромагнит нурланиш таъсирида электрон чиқарилиши.**

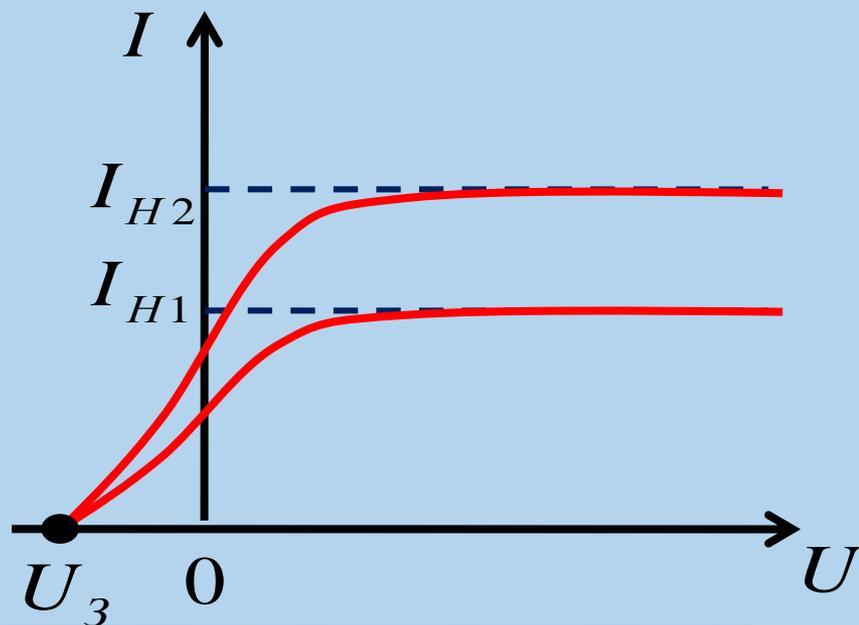
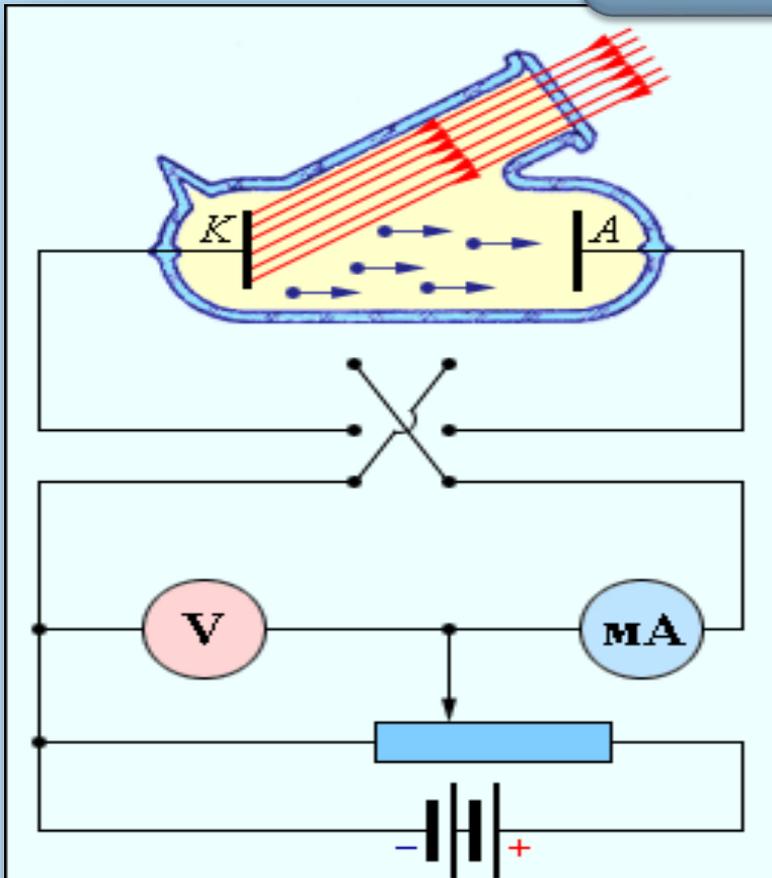


**Ички фотозффект — бу электромагнит нурланиш таъсирида ярим ўтказгич ёки диэлектрикда электронларни боғланган ҳолатдан эркин ҳолатга ўтишидир.**

# Фотоэффект тажрибасининг чизмаси



# Фотоэффектнинг вольт - ампер характеристикаси



$I_{H1}$  и  $I_{H2}$  - тўйиниш токи  
 $U_3$  - тўхтатувчи потенциал



Тўйиниш фототоки – катоддан чиқаётган барча электронлар анодга етиб келадиган токдир

$$I_{нас} = ne$$



TIAME

Тўхтатиб қолувчи кучланиш – фототок 0 га тенг бўладиган тескари кучланишнинг минимал қиймати.

$$\left( \frac{mv^2}{2} \right)_{\max} = eU_3$$

Ёпувчи потенциал (тўхтатиб қолувчи кучланиш) тушаётган ёруғлик оқими жадаллигига боғлиқ бўлмай, ёруғлик частотаси ошиши билан чизиқли ортаборади.

$n$  – катоднинг 1 с да чиқарадиган электронлари сони

$m$  – электрон массаси,  $e$  – электрон заряди,

$v$  – электрон тезлиги.



# Фотоэффектнинг биринчи қонуни



Катодга тушаётган ёруғликнинг белгиланган частотасида, бирлик вақтда катоддан ажралиб чиқаётган фотоэлектронлар сони ёруғлик жадаллигига пропорционалдир (тўйиниш фототоки кучи катоднинг энергетик ёритилганлигига пропорционалдир).

ЁРУҒЛИК МАНБАИ  
ҚУВВАТИ

ТУШАЁТГАН ЁРУҒЛИК  
ЖАДАЛЛИГИ

ТУШАЁТГАН  
ФОТОНЛАР СОНИ

УРИБ ЧИҚАРИЛГАН  
ЭЛЕКТРОНЛАР СОНИ

ТЎЙИНИШ  
ФОТОТОКИ

МАНТИҚИЙ БОҒЛАНИШ

$$I_{нас} = ne$$

# Фотоэфектнинг иккинчи қонуни



Фотоэлектронлар бошланғич тезлигининг максимал қиймати катодга тушаётган ёруғлик жадаллигига боғлиқ бўлмай, фақат  $\nu$  частотага боғлиқ бўлиб, унинг ошиши билан чизиқли ўсиб боради.





# Фотоэффектнинг учинчи қоидаси



TIAME

Ҳар бир модда учун фотоэффектнинг «қизил чегараси» мавжуд, яъни ёруғликнинг  $\nu_0$  – минимал частотаси мавжуд бўлиб, бу частотада ёруғликнинг исталган жадаллигида фотоэффект бошланади.

$$\nu_{\min} = \frac{A}{h}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{hc}{A}$$



## Эйнштейн назарияси



Ёруғлик тарқалишини узлуксиз тўлқин жараёни деб тасаввур қилмай, уни фазода дискрет ёруғлик квантлари оқими сифатида, вакуумда эса с тарқалиш тезлиги билан ҳаракатланади, деб ҳисоблаш керак. Бу электромагнит нурланиш квантлари *фотонлар* деб аталади.

Фотон энергияси

$$E = h\nu$$

$$h = 4,136 \cdot 10^{-15} \text{ эВ} \cdot \text{с}$$

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

Тинч ҳолатдаги  
фотоннинг массаси

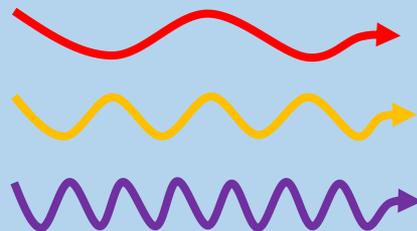
$$m_0 = 0$$

Фотон массаси

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

Фотон импулси

$$p = \frac{E}{c} = \frac{h\nu}{c}$$





## Фотоэффектнинг Эйнштейн тенгламаси



TIAME

Катодга тушаётган фотон энергияси электронни металлдан чиқиш ишини ( $A$ ) енгишга ва чиқаётган фотоэлектронга кинетик энергия беришга сарф бўлади..

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

Эйнштейн тенгламасининг бошқача кўриниши

$$eU_3 = h\nu - A$$

Моддадан электронни чиқиши учун зарур бўлган минимал энергия электроннинг чиқиш иши деб аталади.

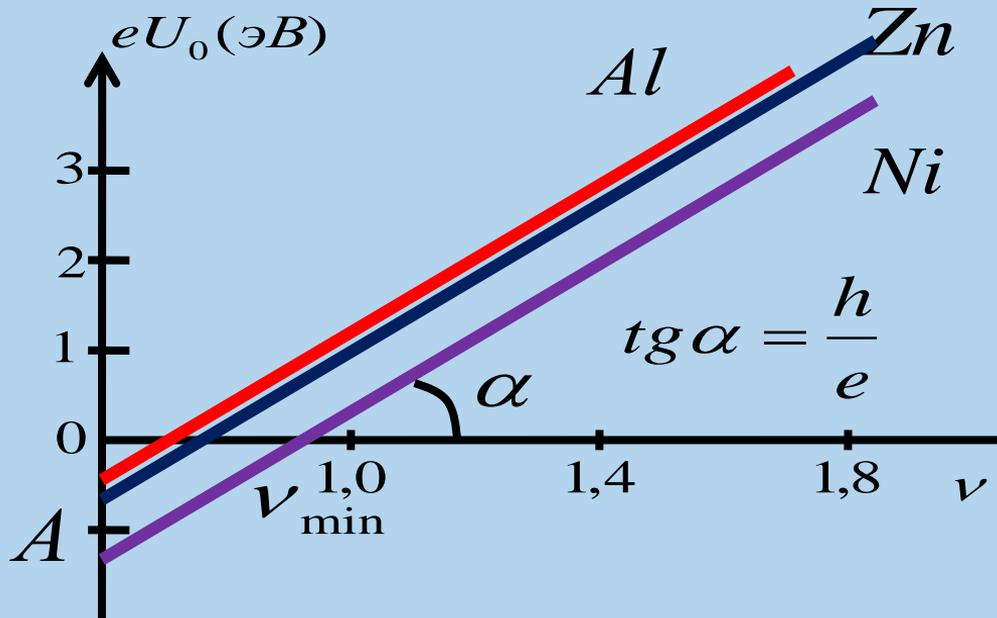
$$A = h\nu_{\min} = \frac{hc}{\lambda_{\max}}$$



# Айрим металллар учун фотоэлектронларнинг максимал кинетик энергиясини тушаётган ёруғлик частотасига боғлиқлиги



Ордината ўқидаги кесилган кесмалар  
металллардан электронларни чиқиш  
ишига миқдор жиҳатдан тенг бўлади.



Бу хосила  $\frac{d(eU_0)}{d\nu}$   
катод материалига боғлиқ  
бўлмай, Планк димийси  $h$  га  
миқдор жиҳатдан тенг бўлади.

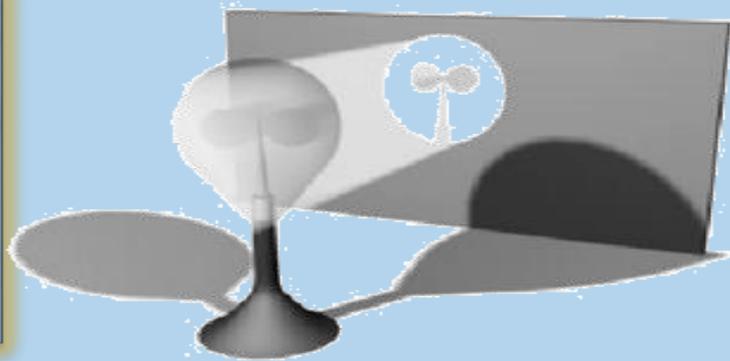
Тўғри чизик бурчагининг  
тангенци  
 $h$  Планк доимийсини электрон  
зарядига нисбатига тенгдир.



## Ёруғлик босими



Қуёш нури, нурга перпендикуляр жойлашган Ер сиртининг ҳар бир метр квадратига  $4,8 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$  куч билан босим ўтказди.



Электромагнит тўлқиннинг  $\vec{B}$  майдон кучланганлиги ҳаракатланаётган электронларга, металл сиртига перпендикуляр йўналишда, Лоренц кучи билан таъсир ўтказди. Шундай қилиб, электромагнит тўлқин ҳам металл сиртига босим ўтказди.



## Ёруғлик босими

$$p = \frac{E_e}{c} (1 + \rho) = w(1 + \rho)$$



TIAME

Фотон, агарда импульсга эга бўлса, у ҳолда жисмга тушаётган ёруғлик унга босим таъсирини ўтказди, чунки фотон сиртга урилганда, унга ўз импульсини узатади.

*Сиртнинг энергетик ёритилганлиги* – бирлик вақтда, бирлик юзага тушаётган барча фотонлар энергиясидир.

$$Nh\nu = E_e$$

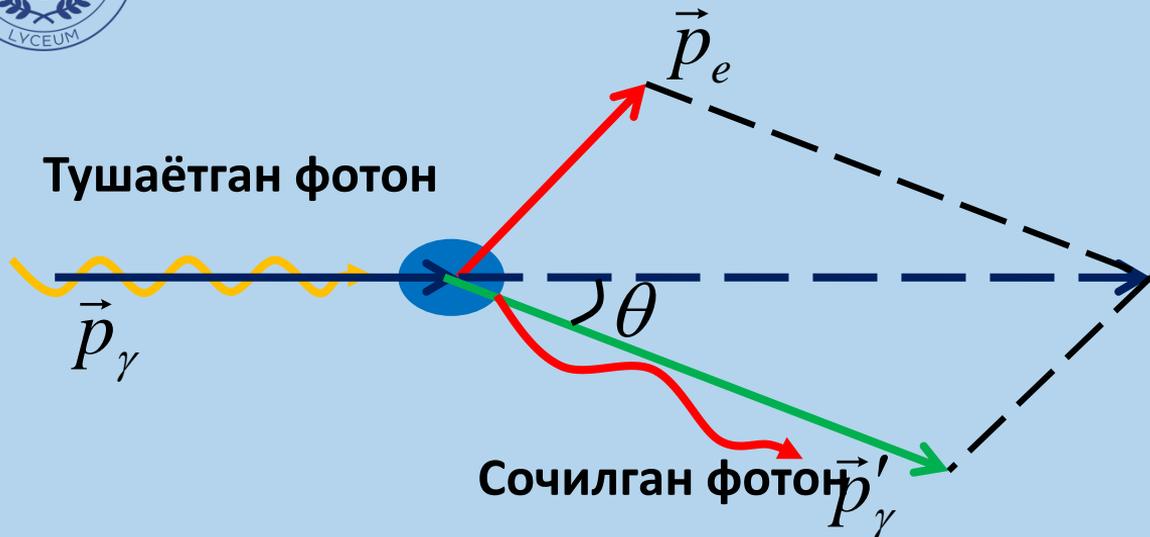
Нурланиш энергиясининг ҳажмий зичлиги –

$$w = \frac{E_e}{c}$$

$\rho$  – ёруғликнинг сиртдан қайтиш коэффиценти

$N$  – тушаётган фотонлар сони

# Комптон эффекти



Фотон модданинг электрони билан эластик тўқнашади, унга ўз энергияси ва импульсининг бир қисмини узатади ва ҳаракат йўналишини ўзгартиради.

$\theta$  – сочилиш бурчаги

Ультрақисқа тўлқинли электромагнит нурланишнинг моддалардаги эркин электронларда, тўлқин узунлиги ошиши билан боғлиқ эластик сочилиши – *Комптон эффекти* деб аталади.



$$\begin{aligned}\varepsilon_\gamma &= h\nu - \text{фотон энергияси} \\ p_\gamma &= \frac{h\nu}{c} - \text{фотон импульси}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}W_0 &= m_e c^2 - \text{тинч ҳолатдаги электроннинг энергияси} \\ m_e &- \text{электроннинг массаси}\end{aligned}$$

$$W = \sqrt{p_e^2 c^2 + m_e^2 c^4} - \text{урилишдан сўнг электроннинг релятивистик энергияси}$$

$$\begin{aligned}\varepsilon'_\gamma &= h\nu' - \text{сочилган фотоннинг энергияси} \\ p'_\gamma &= \frac{h\nu'}{c} - \text{сочилган фотоннинг импульси}\end{aligned}$$

Комптон тўлқин узунлиги

$$\lambda_C^e = \frac{h}{m_e c} = 2,43 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

СОЧИЛГАН НУРЛАНИШНИНГ ТЎЛҚИН  
УЗУНЛИГИНИ КАТТАЛАШИШИ

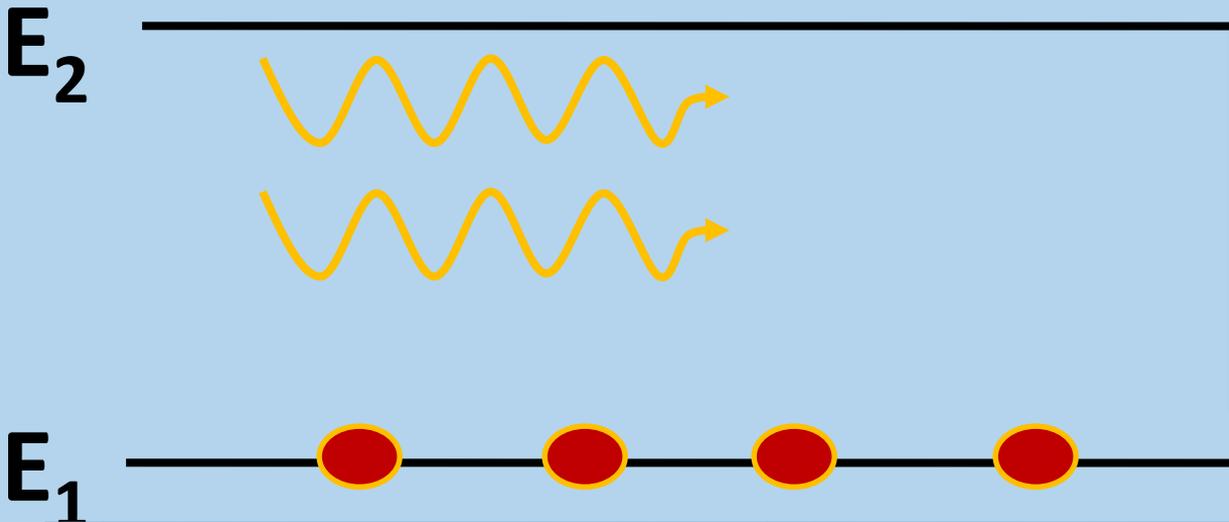
$$\Delta\lambda = 2\lambda_C \sin^2 \frac{\theta}{2}$$



# Ютилиш



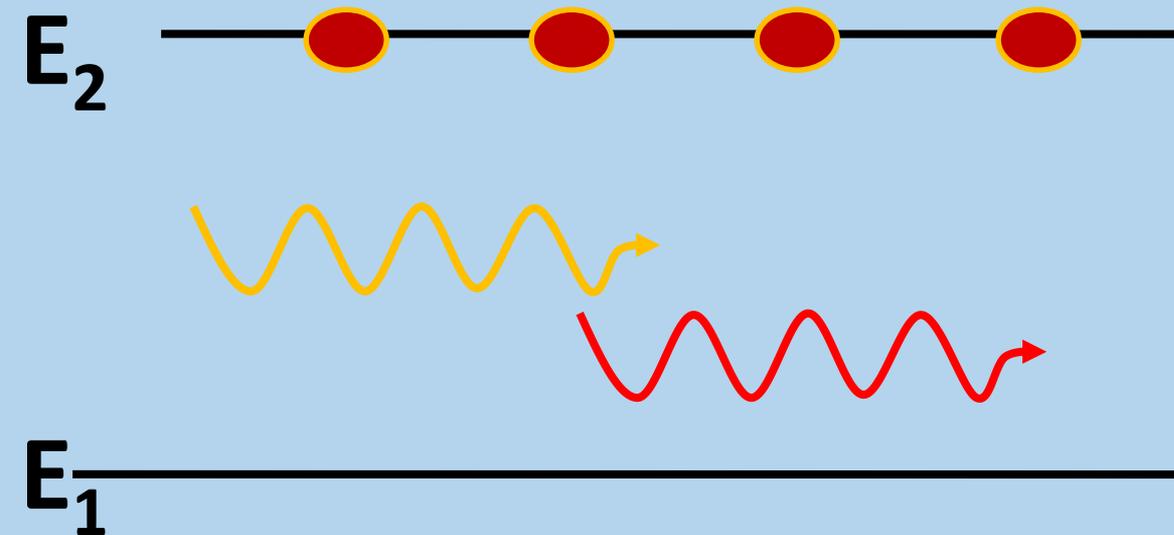
TIAME



Атом  $10^{-3}$  с дан ошиқ вақтда бўладиган энергетик сатҳлар *метастабил энергетик сатҳлар* деб аталади.

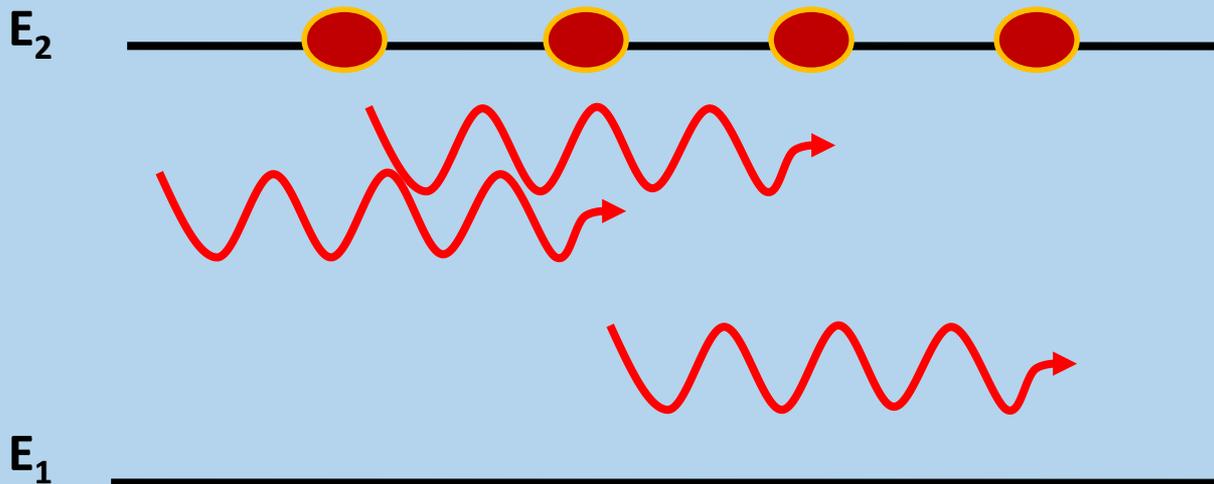
Ташқи таъсир йўқлигида, атом чексиз узоқ вақт бўладиган барқарор ҳолатлар энг кичик энергияли асосий ҳолатлар ҳисобланади.

# Спонтан нурланиш



Атомлар билан ўзаро таъсир ёки фотон ютилиши ва чиқиши кузатилмайдиган электрон урилишлар оқибатида атомнинг бир квант ҳолатдан бошқасига ўтиши *нур чиқармайдиган ўтишлар* деб аталади..

Атомнинг бир ҳолатдан иккинчисига ўтишида ўз – ўзидан нурланиши жараёни *спонтан нурланиш* деб аталади.



Частотаси электрон ўтишининг хусусий частотасига тенг бўлган, ташқи электромагнит майдон таъсирида атомдаги электроннинг юқори энергетик сатҳидан қуйисига ўтиши мажбурий ёки индукцияланган нурланиш вужудга келиши билан бирга кўчади.



## Лазерлар



TIAME

Лазерлар ишлашининг  
физикавий асослари  
индукцияланган  
нурланишдир.

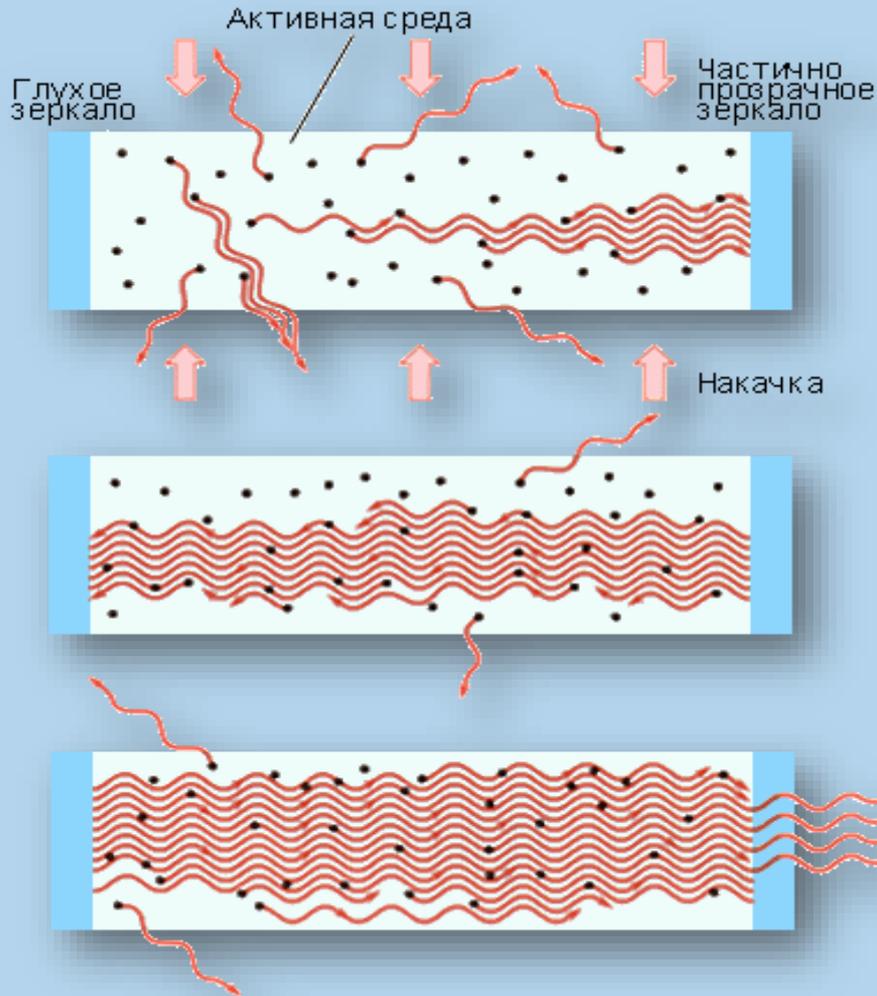
Лазерлар турлари: *газли, қаттиқ жисмли, ярим ўтказгичли*

Ишлаш режими: *импулс режимида ва узлуксиз*

Нурланиш қуввати:  $10^{12}$ – $10^{13}$  Вт

Қўлланилиш соҳаси: *материалларни ишлаш технологияси, медицина, харбий техникада, навигация, алоқа, ва локациянинг оптик тизимларида, химияда ва хўжалик ишларида.*

Лазер нурланишининг асосий хусусияти : *ишчи модда атомлари мувофиқлашган ҳолда чиқарган ёруғлик квантларининг юқори даражада монохроматиклиги*

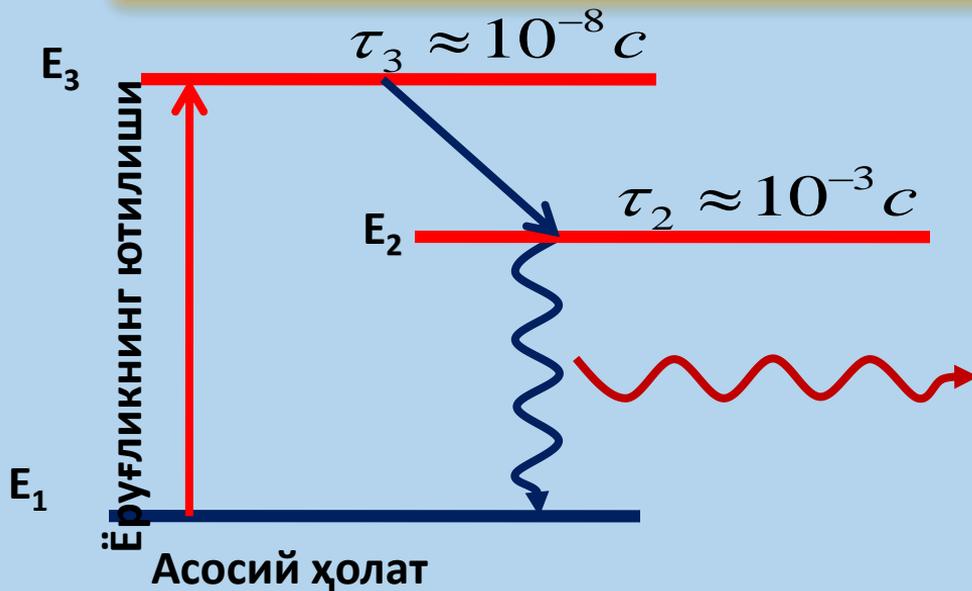


Бундай тизимда лавинага ўхшаш жараённи бошланишига сабаб тизимнинг ўқи бўйлаб йўналган тасодиф спонтан таъсир, яъни нурланиш жараёни пайдо бўлишидир. Маълум вақт ўтгандан сўнг, бу тизимда генерациянинг мувозанатли ҳолати вужудга келади. Лазер нурланиши қисман тиниқ бўлган ойналардан биридан чиқарилади.

Инверсиявий жойлашган сатҳлар муҳитини олишнинг ҳар хил усуллари мавжуд. Рубин лазерда оптикавий дамлаш усули ишлатилади.

Расмда оптик дамлашнинг уч босқичли чизмаси келтирилган.  $E_2$  ва  $E_3$  сатҳларнинг «яшаш вақтлари» келтирилган.

$E_2$  – метастабил сатҳ.  $E_3$  ва  $E_2$  сатҳлар орасидаги ўтиш, нурланмайдиган ўтишдир.  $E_2$  ва  $E_1$  сатҳлар орасидаги ўтиш лазер ишлашини таъминлайдиган ўтишдир. Рубин кристаллида  $E_1$ ,  $E_2$  ва  $E_3$  сатҳлар хром киришма атомига тегишлидир.





# Foydalanilgan adabiyotlar



TIAME

1. Douglas C, Giancoli. "PHYSICS". PRINCIPLES WITH APPLICATIONS. Pearson.2014, 1079 page.
2. Абдурахмонов К.П., Эгамов У. "Физика курси". Дарслик. Тошкент. 2011. 508 б.
3. Musayev R.X. "Statik fizika va termodinamika". Darslik. O'zbekiston. 2008. 252 б.
4. Sulstonov V.A. "Fizika kursi". Darslik. Fan va texnologiya. 2007. 297 б.
5. Ахмаджонов О.А. "Физика курси". Дарслик. 1-3қ. Тошкент. Ўқитувчи. 1988-1989. 254 б, 206, 270.
6. Qodirov O va boshqalar. "Fizika kusri". O'quv qo'llanma. Fan va texnologiya. 2005.231 б.
7. Karimov Z., Baxromov X. Umumiy fizika kusridan masalalar to'plami. O'quv qo'llanma. TIMI. 2008. 166 б.
8. Toshxonova J.A va boshqalar. Fizikadan praktikum. O'quv qo'llanma. O'zbekiston faylasuflar milliy jamiyati. 2006. 267б, 269б.
9. B.A.Mirsalixov, M.Yu. Mansurova. Mexanika, molekulyar fizika va elektrodinamika. Amaliy mashg'ulotlarni bajarishga doir uslubiy qo'llanma. TTYMI. 2015. 90 б.