

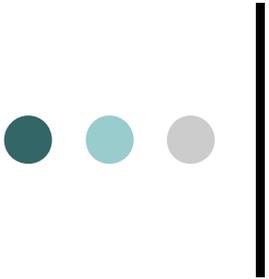


Buxoro muhandislik texnologiyalar Instituti

Kimyoviy texnologiyalar fakulteti

Bajardi: 10-15-NGKST guruh talabasi
Umirov Bobur

Qabul qildi: M.R.Turdiyev



Mavzu: Rentgen spektrlari. Molekulalar va ularning energetik satxlari. Majburiy nurlanish. Lazerlar.

Reja:

РЕНТГЕН СПЕКТРЛАРИ

ИССИҚЛИК НУРЛАНИШ ҚОНУНЛАРИНИ ЎРГАНИШ

КИРХГОФ ҚОНУНИ

СТЕФАН-БОЛЬЦМАН ҚОНУНИ

ВИН ҚОНУНИ

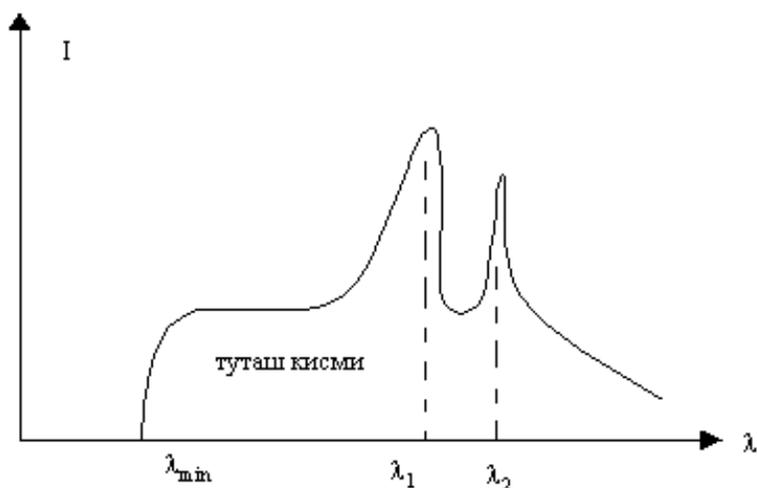
ПЛАНК ФОРМУЛАСИ

СТЕФАН-БОЛЬЦМАН ВА ПЛАНК ДОИМИЙСИНИ АНИҚЛАШ

ПЛАНК ДОИМИЙСИНИ АНИҚЛАШ

ЛАЗЕРЛАР

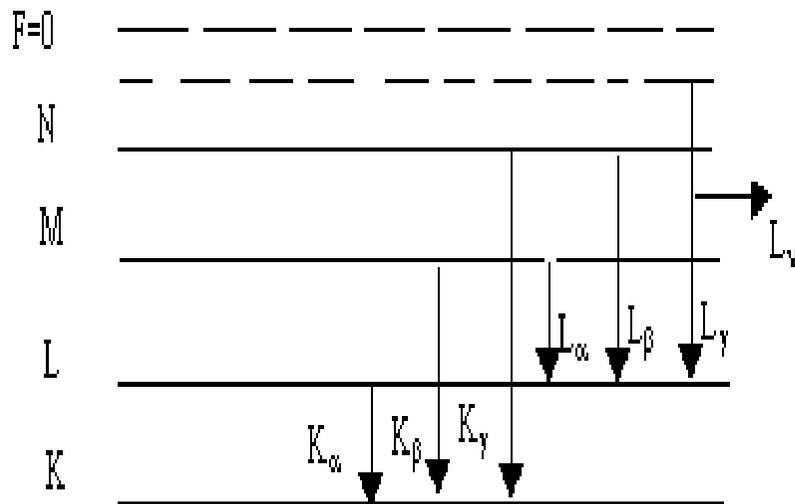
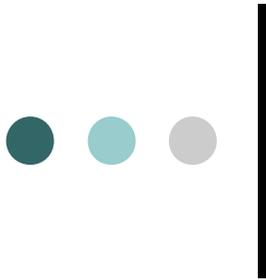
Rentgen spektrlari. Molekulalar va ularning energetik satxlari. Majburiy nurlanish. Lazerlar.



- 1895 yil nemis fizigi Rentgen tamonidan "Rentgen nurlari" deb ataluvchi $\lambda = 10^{-12} - 10^{-8}$ m Elektromagnit to'liqini hosil bo'lishi, natijasida atom va molekulalarni tuzilishi haqida yanada yaqqol tasavvurlarga ega bo'lindi.
- Bu nur rentgen trubkasida kuchli Elektr maydoni ta'sirida tezlashgan va Volfram anodda tormozlangan Elektronlar harakatidan yuzaga keladi. Uning spektri 1-rasmda kursatilgan.
- Pastki qismida tutash qismi bor uni qisqa to'liqin tamoni λ_{\min} - chegarasi bor va λ_1 ; λ_2 chiziqli spektri ham bor. Tutash qismi anod materialiga bogliq emas. Elektronlar energiyasiga bogliq.



- Tutash qismi shuning uchun tormoz spektri deyiladi. Tormozlovchi potensial energiyasi kvant energiyaga to'g'ri keladi.
 $Y_{\max} = h\nu_{\max} = eU$ (1) U - Elektron olgan potensial farqi.
- Y_{\max} , ν_{\max} - tutash spektor chegarasi uchun foton energiyasi chastotasi.
- Bundan to'liqin $\lambda_{\min} = c/\nu_{\max} = Sh/eU = Ch/E_{\max}$ (2)
- Bu formula eksperimental natijalar bilan to'g'ri keladi.
- Masalan: (2) formula buyicha λ_{\min} - ulchab h - ni topilsa boshqa usul bilan topilgan qiymatlar bilan teng bo'lib chiqadi. Bu esa (2) nazariy formulani to'g'ri ekanligini kursatamiz. Ba'zan katta energiyali Elektronlardan chiziqli spektorlar paydo bo'ladi. Bu spektrlarni anod materialiga bogliq hosil bo'lishi aniqlangan. Anod materialining tashqil kilgan atomlarning holati ifodalovchi energetik satxlar bilan bogliq ekan.
- Bu chiziqli spektrlar K, L, M, N, O satxlarga to'g'ri kelib seriya hosil qiladi. Xar bir seriya uziga yarasha $\lambda_{K\alpha}, \lambda_{K\beta}, \lambda_{K\gamma}, \dots, \lambda_{L\alpha}, \lambda_{L\beta}, \lambda_{L\gamma}$) yig'indan iborat.
- Bu chiziq seriyalar anod materialini qanday ximik sostavidan tashqil topganiga bogliq. K,L,M,N kvantlarni hosil bo'lish mexanizmini ko'rib chiqaylik. Masalan: tashqi katta energiyali eletron yoki foton K-qobiqdan bitta Elektronni chikarib yuboradi. Shu Elektron urniga yadrodan uzoqda turgan L,M,N qobiqdan Elektron tushadi (2-rasm) va $h\nu$ - foton
- chiqadi.



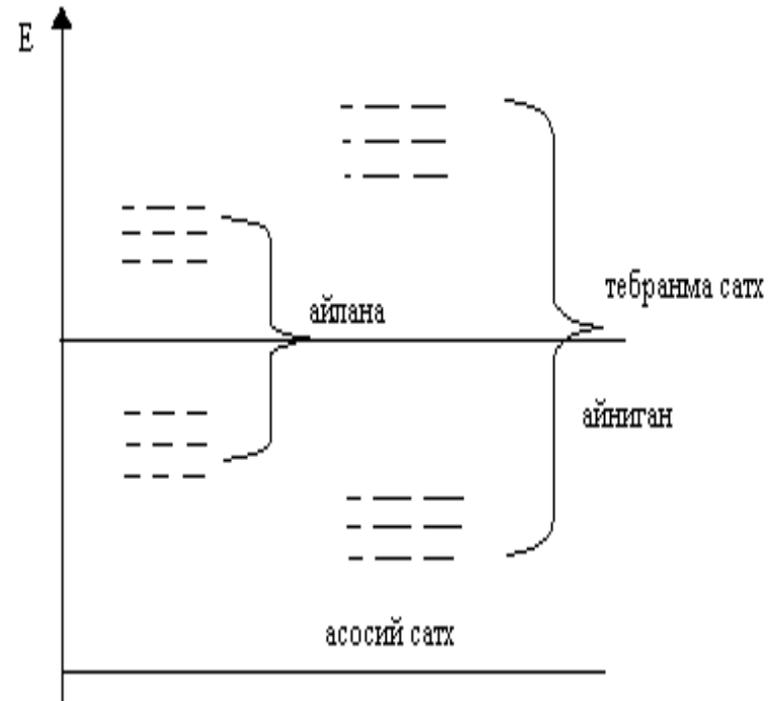
- Bunday utish rentgen nuri chikishi hisobiga bo'ladi. Quyidagicha simvolik belgilash mumkin.
- K_α ($L \rightarrow K$); K_β , ($M \rightarrow K$); K_γ ($N \rightarrow K$); L_α ($M \rightarrow L$); L_β ($N \rightarrow L$); L_γ ($O \rightarrow L$) yunalishda chastota oshib boradi. Bunday spektrlarni hosil bo'lishi qonuniyatini 1913 yil ingliz fizigi Mozli topgan.

- $$\nu = R \cdot (z - \sigma)^2 \cdot \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (3)$$

- Bunda ν – chiziqli spektr chastotasi, R - Ridberg doimiysi
- σ - ekranlovchi doimiy.
 $m=1,2,3,4,5$; $n=m+1$ dan boshlab son kabo'l kilinadi. (3) ifodaga Mozli qonuni deyiladi.



- Molekulalar ximik va fizik xossalarini namoyen kiluvchi modda, bir va bir necha atomdan tashqil topishi mumkin. Atomlar ximik boglanadilar. Ion va kovalent bog'lanish.
- Ion boglanishda (NaCl, KBr) ikki atomdan bittasiga Elektronlar almashib turadi. Atomlar ion kuchlari hisobiga boglanadi. Kovalent boglanishda ikkita atom uchun Elektronlar umumiy bo'ladi. N₂, O₂, So da molekula kvant sistema hisoblanadi. Uni Shredinger tenglamasi bilan yechish mumkin. Masalan yakka molekulani energiyasi tubandagicha aniqlanadi: $Ye \sim Yeel + Yeteb + Yeayl$ (4)
- Bunda Yeel - Elektronni yadro atrofidagi energiyasi, Yeteb - yadroni tebranma energiyasi, Yeayl- yadroni aylanma harakat energiyasi.





- Demak yadro atrofidagi Elektronni 2 ta holati uchun masalan (asosiy va aynigan holati uchun) ularni yanida aylanma va tebranma energetik, kushimcha satxlar bo'ladi. Bu molekuladagi atomlari uchun urinli (3-rasm). Agar atom soni kup bo'lsa satxlar kushilib ketadi. Masalan kattik jismlarda yutilishda va nurlanishda bu spektrlarni ko'rish mumkin (chiziq-chiziq, kushoyoq spektrlar).
- 1928 yil Landsberg, Mandelshtam, Raman Yorug'likni kombinatsion sochilishini topgan. Moddaga monoxramatik nur tushadi va sochiladi. Sochilishda boshqacha nurlar bor ekanligini sezganlar. Sochilayetgan nur ν_0 chastotasi tushayetgan nur chastotatsi ν bilan sochilayetgan jism aylanma chastotasi ν_i ning yigindisiga yoki ayirmasiga teng ya'ni $\nu = \nu - \nu_i$ kurinishda ifodalanadi. Bunga kombinatsion sochilish deb nom berildi.



Atom Ye_1 va Ye_2 kvant holatda bo'lsa 3-rasmda Atom tashqi $h\nu$ fotonni yutib uygongan holatga utadi a) ma'lum vaktdan keyin uz-uzidan 2 holatdan 1 holatga utadi va $h\nu$ foton chiqaradi. b)

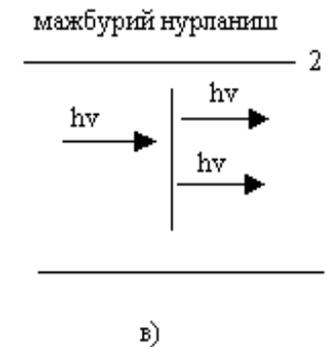
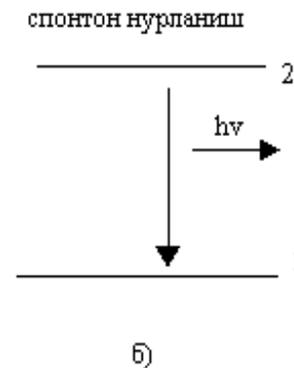
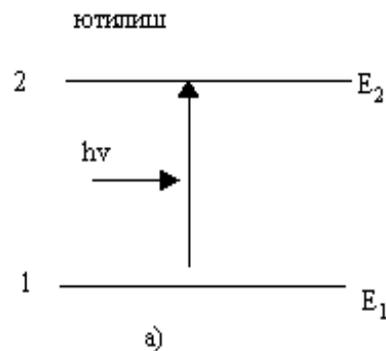
rasmda yutilish spontan nurlanish majburiy nurlanish.

a) $Ye_1 \rightarrow Ye_2$ tashqi $h\nu$ nur tushgan va yutilgan.

b) $Ye_1 \rightarrow Ye_1$ aynigan holatda asosiy holatga uz-uzidan tushgan.

Bunga spontan nurlanish deyiladi.

v) 1916 yil Eynshteyn posto'lat qilgan. Agar atom 2 holatda (Ye_2) bo'lsa, unga tashqi kuch ta'sir etsa ($h\nu = Ye_1 - Ye_2$) tashqi chastota shartni bajarsa, unda majburiy utish (indukirlangan) nurlanish ruy beradi degan.





- Bunda $Y_{e1}-Y_{e2}=h\nu$ foton tushadi atom 2-holatdan 1-holatga utadi. ($Y_{e1}-Y_{e2}=h\nu$) aynan teng bir xil ikkita foton va bir vaktida chiqadi. Ya'ni 1 ta fotondan 2 ta foton hosil bo'ldi.
- Agar bitta atomda shunday ikkita foton hosil bo'lsa, shunday aynigan atomlarni kup sonda hosil kilinsa va yo'lida har bir $h\nu$ - foton 2 taga aylansa, bunda jalasimon bir xildagi (monoxramatik) kogerent, (ularni yunalishlari xam bir xil) fotonlar oqimi hosil bo'lishi nazariy aytilgan edi. Bunday kvant kuchaytirgich 1951 yil Fabrikant tomonidan kashf kilindi va "XX asr ajoyiboti" - degan nom oldi.



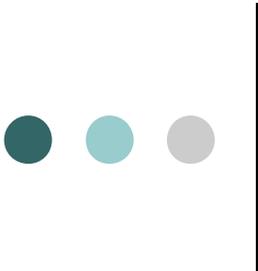
- Optik diapazonda, nurlar bilan atomda invers holat tashqil qilish optik generatorlar yordamida amalga oshiriladi. Paydo bo'lgan nurlar jalasi lazer deb yuritila boshlandi.
- Lazer kurilmasi asosan 3 ta qismdan iborat bo'ladi.
- Aktiv muhit - invers holat hosil kilingan (aktivlashgan atomlar yoki aynigan atomlar muhiti).
- 2. Sistema nakachki (invers holat hosil qilish asbobi).
- 3. Optik rezanator (foton dastasini hosil qiladi va uni yo'llaydi).
- 1960 yil AKShda Rubin lazeri (rubin kristali), amalda yaratildi. Unda, invers holat Rubin kristallida hosil kilinadi, uni to'lqin uzunligi $\lambda = 0,6943$ mkm ga teng. Lazer nuri quyidagi xossaga ega:
- Kogerent 10^{-3} s. vakt kogerent $l = 105$ m.
- $\Delta \lambda$ Monoxromatik $< 10^{-11}$ m
- Katta energiya zichligi oqimi.
- $$\Phi = \frac{20}{10^{-3}} \cdot \frac{\mathcal{K}}{c} = 2 \cdot 10^4 \quad \text{vt}$$
- Shu energiya $S = 1$ mm² da tarkatadi.
$$\frac{\Phi}{S} = \frac{2 \cdot 10^4}{10^6 \text{ M}^2} = 2 \cdot 10^{10} \frac{\text{BT}}{\text{M}^2}$$
- Juda kichik tarkalmaslik xususiyatiga ega. Masalan: yer oy o'rtasida diametr 3 km. dan oshmaydi.



ИССИҚЛИК НУРЛАНИШ ҚОНУНЛАРИНИ ЎРГАНИШ

Иссиқлик нурланишининг қисқача назарияси

- Қиздирилган модда атомлари ва молекулаларининг тартибсиз иссиқлик ҳаракати туфайли юзага келадиган электромагнит нурланишларига иссиқлик ёки температурали нурланиш дейилади. Бу нурланишлар температураси абсолют ноль (ОК) дан фарқли бўлган барча жисмларда кузатилиб, у жисмнинг температурасига кучли боғлиқ бўлади.
- Барча қиздирилган қаттиқ ва суюқ моддаларнинг иссиқлик нурланиш туташ спектр беради. Спектрда энергия тақсимооти ҳам температурага боғлиқ бўлиб, паст температурада иссиқлик нурланиши асосан инфрақизил ($\lambda=5 \cdot 10^{-4}$ м дан $\lambda_r=8 \cdot 10^{-7}$ м гача) нурланишдан, юқори температураларда эса, кўзга кўринадиган ($\lambda=8 \cdot 10^{-7}$ м дан $\lambda_r=4 \cdot 10^{-7}$ м гача) ва ультрабинафша ($\lambda=4 \cdot 10^{-7}$ м дан $\lambda_r=10^{-9}$ м гача) нурланишлар ҳосил бўлади.



Иссиқлик нурланишга оид қонунларни баён қилишдан олдин нурланиш ва унинг жисм билан таъсирланишини тавсифловчи баъзи катталикларни қараб чиқайлик.

- 1. Нурланишнинг оқими деб, вақт бирлиги ичида юза орқали ўтаётган нурланиш энергиясига миқдор жиҳатидан тенг бўлган физик катталикка айтилади, яъни

- $$\phi = \frac{dW}{dt} \quad (13.1)$$

- бунда dt берилган юза орқали dt вақт ичда ўтган нурланиш энергияси.

- 2. Жимснинг иссиқлик нурланиши энергетик ёрғинлик ёки интегралл нурланиш қобилияти деб аталувчи R катталик билан ҳам тавсифланади. Жисмнинг нурланиш қобилияти деб бирлик юзадан вақт бирлиги ичида чиқаётган нурланиш энергиясига миқдор жиҳатидан тенг бўлган физик катталикка айтилади, яъни

- $$R_T = \frac{dW}{Sdt} \quad (13.2)$$

- бунда dW – берилган dS юза орқали dt вақт ичида ўтган нурланиш энергияси.



- 3. Жисмнинг нурланиш спектрал нурланиш қобилияти R_{ν} ёки R_{λ} деб нурланиш қобилиятининг частотаси ёки тўлқин узунлигининг бир-бирини оралиғига мос келган нурланиш қобилиятига миқдор жихатидан тенг бўлган физик катталиқка айтилади, яъни

- $$R_{\nu,T} = \frac{dR_T}{d\nu}, \text{ ёки } R_{\nu,T} = \frac{dR_T}{d\lambda} \quad (13.3)$$

- (13.3) дан интеграл нурланиш қобилияти dR_T қуйидагига тенг бўлади:

- $$dR_T = R_{\nu,T} d\nu = R_{\lambda,T} d\lambda \quad (13.4)$$

- спектрал нурланиш қобилиятлари $R_{\nu,T}$ ва $R_{\lambda,T}$ ларнинг ўзаро боғланиши $\lambda = \frac{c}{\nu}$ ни дифференциаллаб аниқлаш мумкин

- $$d\lambda = -\frac{c}{\nu^2} d\nu \quad \text{ёки} \quad |d\lambda| = \frac{c}{\nu^2} d\nu \quad (13.5)$$

- (13.5) ни (13.4) га қўйилса, қуйидаги ҳосил бўлади:

- $$R_{\nu,T} = -\frac{c}{\nu^2} R_{\lambda,T} \quad R_{\lambda,T} = -\frac{\nu^2}{c} R_{\nu,T} \quad (13.6)$$

- бунда $c=3 \cdot 10^8$ м/с – электромагнит тўлқиннинг тарқалиш тезлиги.

- 4. Жисмнинг интеграл нур ютиш қобилияти деб жисм ютган ёруғлик энергияси $dW_{\text{нТ}}$ нинг шу жисмга тушаётган ёруғлик энергияси $dW_{\text{туш}}$ га бўлган нисбатига миқдор жиҳатидан тенг бўлган физик катталиқка айтилади.

- $$A = \frac{dW_{\text{ЮТ}}}{dW_{\text{ТУШ}}} \quad (13.7)$$

- Жисмнинг нур ютиш қобилияти ўлчамсиз катталиқдир. Жисмнинг нур ютиш қобилияти частота (тўлқин узунлиги) га боғлиқ бўлганлиги учун, у спектрал нур ютиш қобилияти $A_{\nu, T}$ ёки $A_{\lambda, T}$ билан ҳам тавсифланади: жисмнинг спектрал нурлани қобилияти деб, тўлқин частотаси $d\nu$ ёки тўлқин узунлиги $d\lambda$ интервалдаги нур ютиш қобилиятига айтилади:

- $$A_{\nu, T} = \frac{dW_{\nu}^{\text{ЮТ}}, \nu + d\nu}{dW_{\nu}, \nu + d\nu}, \quad \text{ёки} \quad A_{\lambda, T} = \frac{dW_{\lambda}^{\text{ЮТ}}, \lambda + d\lambda}{dW_{\lambda}, \lambda + d\lambda} \quad (13.8)$$

- Таърифга биноан жисмнинг нур ютиш қобилияти бирдан катта бўлиши мумкин эмас.

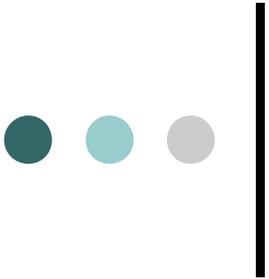


- 5. Тушаётган ёруғлик энергиясини, ихтиёрий температурада, бутунлай ютадиган жисмларга абсолют қора жисмлар дейилади. Бошқа жисмлардан фарқли равишда абсолют қора жисмнинг спектрал нурланиш ва нур ютиш қобилиятларини мос равишда $\Upsilon(\lambda, T)$ $\Upsilon_{\nu, T}$ ва $a_{\nu, T}$, $a_{\lambda, T}$ кичик ҳарфлар орқали белгилаймиз. Таърифга биноан абсолют қора жисмнинг нур ютиш қобилияти 1 га тенгдир, яъни

- $$a_{\nu, T} = a_{\lambda, T} = 1 \quad (13.9)$$



- Табиатда абсолют қора жисмлар мавжуд эмас. Курум ёки платина қораси учун нур ютиш қобилияти, фақат чегараланган ёки тўлқин узунлиги интервалида бирга яқин бўлиб, узоқ интерференция соҳасида эса бирдан анча кичикдир. Лекин ўз хусусиятлари билан абсолют қора жисмга жуда ҳам яқин бўлган қурилма яшаш мумкин. Бундай қурилма жуда кичик тешикка эга бўлган (13.1-расм) РАСМ сферадан иборатдир. Тешик орқали қурилма ичига кириб, нур чиқиб кетгунча сферанинг ички сиртидан жуда кўп марта қайтади. Ҳар бир қайтишда энергиянинг бир қисми ютила боради, натижада исталган частотали деярли ҳамма нурлар шу сфера ичида ютилади. Шунинг учун ҳам, бундай қурилмага абсолют қора жисм модели дейилади.
- Абсолют қора жисм тушунчаси билан бир қаторда кулранг жисм тушунчаси амалий қўлланишга эга.
- Кулранг жисм деб, нур ютиш қобилияти барча частоталар учун бир хил ва бирдан кичик бўлиб, температурага, жисм моддасига ва унинг сиртига боғлиқ бўлган жисмга айтилади. шундай қилиб, кулранг жисмнинг нур ютиш қобилияти, қуйидагига тенг:
- $$A_{\nu, T}^{K.P.} = A_T = \cos t < 1 \quad (13.10)$$



КИРХГОФ ҚОНУНИ

- Текширишдан маълум бўлдики, ихтиёрий жисмнинг нурланиш ва нур ютиш қобилияти ўртасида аниқ боғланиш мавжуд экан. Жисмларнинг нурланиш қобилияти $R_{\nu, T}$ қанча катта бўлса, унинг нур ютиш қобилияти $R_{\lambda, T}$ ҳам шунча катта бўлиб, уларнинг нисбати ўзгармас қолади, яъни:

- $$\left(\frac{R_{\nu T}}{A_{\nu T}} \right)_1 = \left(\frac{R_{\nu T}}{A_{\nu T}} \right)_2 = \left(\frac{R_{\nu T}}{A_{\nu T}} \right)_3 = \dots = const \quad (13.11)$$

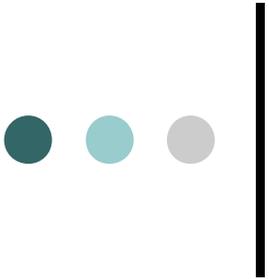
- бунда 1, 2, 3, ва х.к. индекслар турли жисмларга тегишлидир. (13.11) дан абсолют қора жисм ($a_{\nu, T}=1$)

- учун $\frac{\gamma_{\nu, T}}{a_{\nu, T}}$ билан тенглаштирилса, қуйидаги тенглама келиб чиқади.

- $$\frac{R_{\nu T}}{A_{\nu T}} = \frac{\gamma_{\nu T}}{a_{\nu T}} = \gamma_{\nu, T} = f(\nu, T) \quad (13.12)$$



- Бу тенглама Кирхгоф қонунининг математик ифодаси бўлиб, у қуйидагича таърифланади:
- Ҳар қандай жисмнинг нурланиш қобилиятини нур ютиш қобилиятига бўлган нисбати жисмларнинг табиатига боғлиқ бўлмай, шу шароитдаги абсолют қора жисмнинг нурланиш қобилиятига тенг бўлиб частота ва температуранинг универсал функциясидир.
- Шандай қилиб, Кирхгофнинг $f(v, \tau)$ универсал функцияси абсолют қора жисмнинг нурланиш қобилияти $f_{\nu\tau}$ нинг ўзгинасидир. Бинобарин, бу универсал функция $f(v, \tau)$ нинг кўриниши аниқлангандагина, абсолют қора жисмнинг нурланиш қонунияти масаласи ҳал қилинган бўлади. Кирхгоф қонуни (13.12) бажарилмайдиган нурланиш иссиқлик нурланиши бўлаолмайди.



СТЕФАН-БОЛЬЦМАН ҚОНУНИ

- Кирхгоф универсал функцияси $f(\nu, T)$ нинг кўринишини назарий келтириб чиқаришдаги уринишлар узоқ вақт масаланинг умумий ечимини бера олмади. Австралиялик физиклардан И. Стефан тажриба натижаларига ва Л. Больцман эса термодинамик мулоҳазаларга асосланиб, хусусий ҳолда, абсолют қора жисмнинг интеграл нурланиш қобилияти учун қуйидагиларни топдилар:

- $$\gamma_T = \int_0^{10} f(\gamma, T) d\nu = \int_0^{10} \gamma_{\nu T} d\nu = \sigma T^4 \quad , \quad (13.13)$$

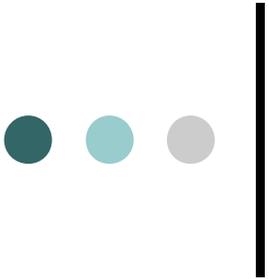
- бу ерда σ - Стефан-Больцман доимийси бўлиб, унинг қиймати қуйидагига тенг

- $$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ BT} / \text{m}^2 \text{K} \quad , \quad (13.13)$$

- T – абсолют температура.

- Абсолют қора жисмнинг интеграл нурланиш қобилияти билан абсолют температура орасидаги (13.13) муносабат Стефан-Больцман қонунининг математик ифодаси бўлиб, у қуйидагича таърифланади:

- Абсолют қора жисмнинг интеграл нурланиш қобилияти абсолют температуранинг тўртинчи даражасига пропорционалдир.



ВИН ҚОНУНИ

- Абсолют қора жисмнинг спектрал тавсифи, - яъни нурланиш қобилияти $\Upsilon_{\nu, T}$ нинг тўлқин узунлиги λ га боғланиш изотермалари ($T_1 < T_2 < T_3$) 13.2-расмда тасвирланган. Тажриба асосида аниқланган бу эгри чизиқлар асосида қуйидаги хулосалар келиб чиқади.
- Абсолют қора жисмнинг спектрал тавсифи узлуксиздир.
- Ҳар бир температурага тегишли спектрал тавсиф эгри чизиғида аниқ максимум мавжуд бўлиб, у температура ошган сари қисқа тўлқин узунлик соҳасига силжийди.
- РАСМ
- Немис физиги Вин (1864-1928), абсолют қора жисмнинг спектрал характеристикаси энг чизиғига, термо ва электродинамика қонунларига таянган ҳолда қуйидаги қонунни яратди:
- Вин қонуни: абсолют қора жисмнинг спектрал тавсифининг максимумига мос келган λ_{\max} тўлқин узунлиги абсолют температурасига тесқари пропорционал бўлиб, температура ортган сари қисқа тўлқинлар соҳаси томон силжиб боради, яъни:

- $$\lambda_{\max} = \frac{b}{T} \quad (13.14)$$

- бу ерда в-Вин доимийси деб аталади, унинг сон киймати қуйидагига тенг:

- $$b = 0,28979 \cdot 10^{-2} \text{ м.К} \quad (13.14a)$$



ПЛАНК ФОРМУЛАСИ

- Классик физика қонунларига таяниб, абсолют қора жисм спектрал нурланиш қобилияти $\Upsilon_{\nu, T}$ нинг тажриба билан мос келувчи ифодасини топишдаги муваффақиятсизликларининг сабаби – классик назария заминидаги камчиликларнинг мавжудлигидир.
- 1900 йилда немис физиги М.Планк классик назарияга зид бўлган гипотезасини яратиб, абсолют қора жисм спектрал нурланиш қобилияти $\Upsilon_{\nu, T}$ нинг тажриба натижасига аниқ мос келган ифодасининг топишга муваффақ бўлади.
- Планк гипотезасининг мохияти қуйидагидан иборатдир:



- Жисмнинг нурланиши узлуксиз бўлмасдан алоҳида улушлар-квантлар сифатида чиқарилади. Ҳар бир ёруғлик квантининг энергияси ε_0 ёруғлик частотаси ν га пропорционалдир, яъни:

- $$\varepsilon_0 = h\nu \quad (13.15)$$

- бунда h -Планк доимийси бўлиб, унинг сон қиймати қуйидагига тенгдир

- $$h = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ j.c} \quad (13.15a)$$

- Шундай қилиб, нурланишларнинг улушлар-квантлар кўринишида содир бўлиши осцилляторларнинг чиқарган нур энергияси ε , нур квант энергияси ε_0 нинг карали қийматига тенгдир, яъни

- $$\varepsilon = n\varepsilon_0 = nh\nu (n=0,1,2,\dots) \quad (13.16)$$

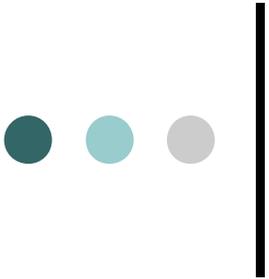
- У вақтда осциллятор нурланиш квантининг ўртача энергияси $\langle \varepsilon \rangle$ энергиянинг дискрет қиймати орқали қуйидаги формуладан аниқланади:

- $$\langle \varepsilon \rangle = \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{RT}} - 1} \quad (13.16a)$$

- бунда K – Больцман доимийси, T – абсолют температура.

- Бинобарин, абсолют қора жисмнинг спектрал нурланиш қобилияти, қуйидаги кўринишда келиб чиқади:

$$\nu_{\nu,T} = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \langle \varepsilon \rangle = \frac{2\pi\nu^2}{c^2} \cdot \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{RT}} - 1}$$



Бу формула Планк формуласи деб аталади.

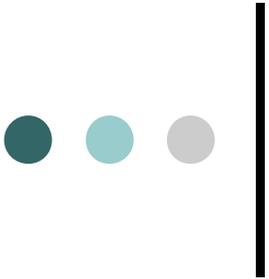
- Бунда ν - нурланиш частотаси, C – ёруғликнинг вакуумдаги тарқалиш тезлиги, K – Больцман доимийси, h – Планк доимийси, T – абсолют температура.
- Планк формуласидан фойдаланиб, абсолют қора жисм нурланишининг эмперик равишда аниқланган барча қонунларини ҳосил қилиш мумкин. (13.17) ни частота ν нинг 0 дан гача интеграллаш натижаси қуйидаги кўринишга эга бўлади:

- $$\nu_T = \int_0^{\infty} \nu_{\nu,T} d\nu = \int_0^{\infty} \frac{2\pi\nu^2 h\nu}{c^2 e^{h\nu/RT} - 1} d\nu = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3} T^4 = \sigma T^4 \quad (13.18)$$

- Бу ифодадан Стефан-Больцман доимийси σ қуйидагига тенг эканлиги келиб чиқади:

- $$\sigma = \frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 h^3}, \quad (13.19)$$

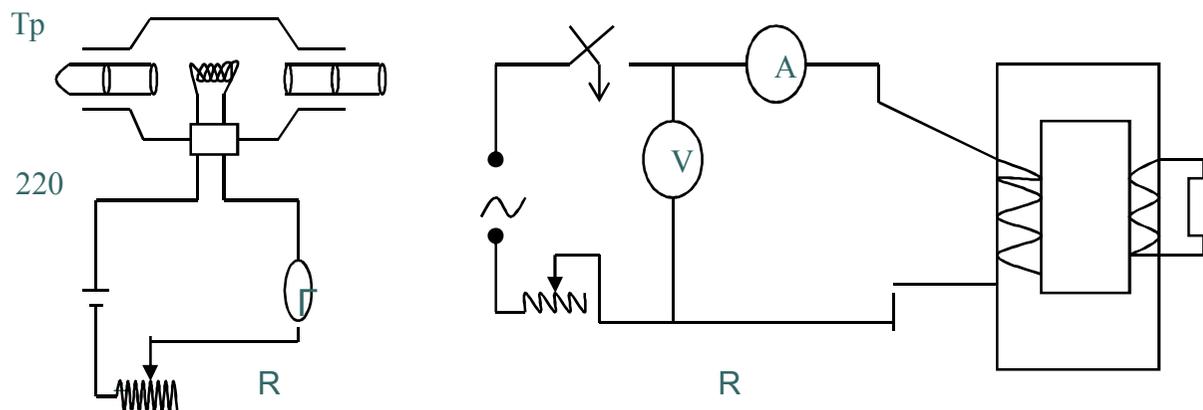
- Бунда $K=1,32 \cdot 10^{-23}$ Ж/к – Больцман доимийси, $h=6,625 \cdot 10^{-34}$ Ж.с
- Планк доимийси. $C=3 \cdot 10^8$ м/с – ёруғликнинг вакуумда тарқалиш тезлиги.



СТЕФАН-БОЛЬЦМАН ВА ПЛАНК ДОИМИЙСИНИ АНИҚЛАШ

- Керакли асбоб ва материаллар.
- 1. Оптик пирометр. 2. Сирти оксидланган никель тасма. 3. Амперметр. 4. Вольтметр. 5. Реостат. 6. Микрометр. 7. Ток манбаи. 8. Калитлар.
- Ишнинг мақсади:
- Температурали нурланиш ҳодисасига асосланган оптик пирометрнинг тузилиши ва ишлаш принципи билан танишиш, унинг ёрдамида нурланувчи жисм абсолют температурасини ўлчаб, Стефан-Больцман доимийсини аниқлашдан иборат.
- Бу ишда абсолют қора жисмнинг интеграл нурланиш қобилияти \dot{U}_T ни ва абсолют температураси T ни тажрибада ўлчаб, Стефан-Больцман қонунини ифодаладиган (13.13) формуладан фойдаланиб \dot{U}_T нинг қиймати топилади.
- $\dot{U}_T = \sigma T^4$ (13.13)

Шу мақсадда 13.3-расмда тасвирланган чизма



- 13.3-расм
- бўйича электр занжири тузилади. Бу жисм сирти оксидланган никель (Ni) пластинка бўлиб, унинг нурланиши абсолют қора жисмниқига яқиндир.



- Юпқа никель (Ni) пластинкаси ток трансформаторига уланган бўлиб, трансформаторнинг ФИК $\eta=1$ бўлганлиги учун, пластинканинг нурланиш қуввати
- $N=IU$, (13.20)
- Бундаги I ва U лар равшан амперметр ҳамда вольтметрнинг кўрсатишидан олинди.
- U вақтда тасманинг бирлик юзасидан вақт бирлиги ичида сочилган нурланиш энергияси, яъни пластинканинг интеграл нурланиш қобилияти қуйидагига тенгдир:

- $$R_T = \frac{dW}{Sdt} = \frac{Ndt}{Sdt} = \frac{N}{S} = \frac{IU}{S} \quad (13.21)$$

- бунда S – пластинка нурланиш юзаси бўлиб, у тахминан икки юзасининг йиғиндисига тенгдир.

- $$S = 2av$$

- Бунда a – пластинканинг кенглиги, v – эса узунлигидир.

- U вақтда (13.21) формула қуйидаги кўринишга келади.

- $$R_T = \frac{IU}{2av} \quad (13.21a)$$



- Иккинчи томондан Стефан-Больцман қонуни (13.13) га биноан, абсолют қора жисмнинг бирор муҳитдаги интеграл нурланиш қобилияти γ_T қуйидагига тенг бўлади:

- $$\gamma_T = \sigma(T^4 - T_0^4) \quad (13.22)$$

- бунда T_0 – атрофдаги муҳит (хона)нинг температураси: T – эса чўғланган пластинканинг температураси.

- Никель пластинка абсолют қора жисмдан қоралик даражаси билан фарқ қилади, яъни:

- $$R_T = \alpha(T)\gamma_T \quad (13.23)$$

- бунда $\alpha(T)$ – жисмнинг қоралик даражаси ёки қоралик коэффиценти дейилади. Никель оксиди учун температуранинг (800-1400)оС оралиғида $\alpha(T)=0,85$ га тенг экан. (13.21а) ва (13.22) ни (13.23) га қўйилса

- $$\frac{IU}{2av} = \alpha(T)\sigma(T^4 - T_0^4)$$

- Охирги ифодадан Стефан-Больцман доимийси аниқлаш формуласи келиб чиқади.

- $$\sigma = \frac{IU}{2\alpha(T)av(T^4 - T_0^4)} \quad (13.24)$$

- Бу формуладаги $\alpha(T)$, a , v ларни билган ҳолда T ва T_0 ларни тажрибада аниқлаб σ ни ҳисоблаб топилади.

- Стефан-Больцман доимийси σ нинг қийматини билган ҳолда, (13.19) формуладан Планк доимийси h ни қуйидаги формуладан ҳисоблаб чиқарилади:

- $$h = \sqrt[3]{\frac{2\pi^5 k^4}{15c^2 \sigma}} \quad (13.25)$$



Ишни бажариш тартиби

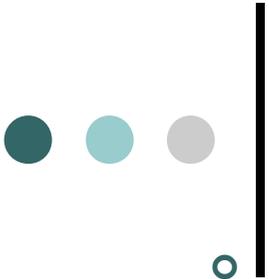
- 1. СТЕФАН-БОЛЬЦМАН ДОИМИЙСИНИ АНИҚЛАШ
- Никель пластинканинг берилган қоралик коэффиценти α (Т) ни, хонанинг ҳарорати T_0 ни ва пластинканинг эни «а» ни узунлиги «в» ни ўлчаб, уларнинг қийматлари 1-ҳисоблаш жадвалига киритилади.
- 3-расмда келтирилган иш чизмаси бўйича электр занжир тузилади.
- Оптик пирометр (О.П.), чўғланган Никель пластинканинг температурасини ўлчашга тайёрлаб қўйилади.
- Электр занжир чизмаси текширилгандан кейин, К калит уланади ва R реостат ёрдамида пластинкага зарур бўлган ток берилиб, вольтметр ва амперметрнинг кўрсатиши қайд қилиниб, улар 1-ҳисоблаш жадвалига ёзилади.
- Чўғланган пластинканинг ҳароратини ўлчаш учун оптик пирометр (О.П.) лампа толасининг ва пластинканинг нурланиш равшанлиги бир хил бўлганда, пирометрнинг кўрсатиши пластинканинг температураси билан бир хил бўлиб, унинг қиймати ҳам 1-ҳисоблаш жадвалига киритилади.

2. ПЛАНК ДОИМИЙСИНИ АНИҚЛАШ

- Планк доимийсини ҳисоблашда зарур бўлган Больцман доимийси K нинг ва ёруғликнинг бўшлиқдаги тарқалиш тезлиги C нинг қийматлари 2-ҳисоблаш жадвалига ёзилади.
- Аниқланган Стефан-Больцман доимийси σ нинг топилган қийматлари 1-жадвалдан олиниб, яна бир бор 2-жадвалга ёзилади.
- Больцман доимийси K ни ва ёруғлик тезлиги C ни билган ҳолда, тажрибадан аниқланган ҳар бир σ нинг қиймати учун (13.25) формуладан Планк доимийси h ҳисоблаб чиқилади ва ўртача қиймати « h » топилади.
- Ҳисоблашда йўл қўйилган абсолют Δh , ўртача абсолют $\langle \Delta h \rangle$ ва нисбий хатоликлар $\delta\%$ ҳисоблаб топилади ва 2-ҳисоблаш жадвалига киритилади.

2-жадвал

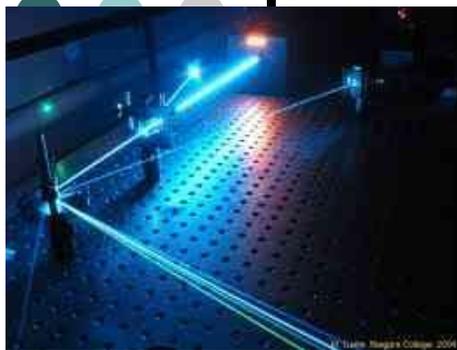
$K=1,38 \cdot 10^{-13} \text{ Ж/к}$		$c_1=3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$				
Т.р. №	σ	h	$\langle h \rangle$	Δh	$\langle \Delta h \rangle$	$\delta\%$
	Вт/м ² К ⁴	Ж·С				%



ТЕКШИРИШ УЧУН САВОЛЛАР

- Иссиқлик (термопарали) нурланиш деб қандай нурланишга айтилади?
- Иссиқлик нурланиши қандай спектрни беради?
- Нурланиш оқими деб нимага айтилади?
- Жисмнинг иссиқлик нурланишининг энергетик ёрқинлиги ёки интеграл нурланишнинг қобилияти деб нимага айтилади? спектрал нурланиш қобилияти деб-чи?
- Жисмнинг интеграл нур ютиш қобилияти деб нимага айтилади? Спектрал нур ютиш қобилияти деб-чи?
- Абсолют қора жисм деб нимага айтилади? Кулранг жисм деб-чи?
- Кирхгоф қонунини таърифлаб, унинг математик ифодасини ёзинг.
- Абсолют қора жисм нурланишининг эмперик Стефан-Больцман ва Виннинг силжиш қонунларини таърифланг?
- Пирометрнинг тузилиши ва унинг электр ҳамда оптик чизмасини чизиб, ишлаш принципи тушунтириб берилсин.
- Планк гипотозасининг моҳияти қандай?
- Планк формуласини ёзиб, уни изоҳлаб беринг.
- Планк формуласидан Стефан-Больцман ва Виннинг силжиш қонуни қандай келиб чиқади?

Lazerlar



Moddadan yorug'lik o'tganda u yutiladi va sochiladi. Bu hodisalar optikada juda yaxshi o'rganilgan. Hozir bu jarayonlarga teskari bo'lgan hodisa, ya'ni moddadan yorug'lik o'tganida uning kuchayishi ham ro'y berishi aniqlandi. Bunday asboblari lazerlar deb ataladi. Ushbu jarayonni amalga oshirishini birinchi marta 1915 yilda Eynshteyn aytgan.

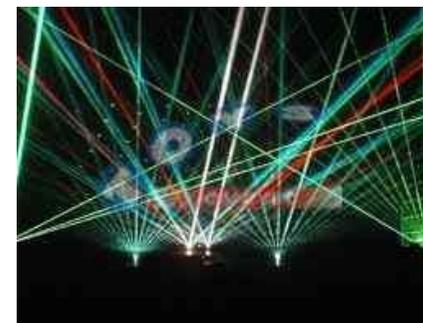
A.Eynshteyn (o'z-o'zidan) spontan nurlanish bilan birga induksiyalangan yoki majburiy nurlanish bo'lishi ham mumkinligi haqida bashorat qilgan. Lazerda yorug'likning kuchayishi moddadan o'tayotgan yorug'lik tomonidan induksiyalangan nurlanish ta'sirida yuz beradi. Optik lazerlar birinchi marta 1960 yilda qurilgan. Hozirgi vaqtda lazerlar juda keng chasto-



(ko'zga ko'rinadigan sohalardan millimetr to'lqinlargacha) ishlab chiqilgan. Lazerlarda aktiv muhit sifatida yuzlab moddalar (gazlar - geliy va neon aralashmasi, qattiq jismlar - yoqut va h.k.) qo'llaniladi. Agarda lazerda ishchi modda sifatida yoqut (rubin) ishlatilsa, u impuls rejimda ishlaydi va qisqa vaqtda katta quvvat beradi.



Masalan, 10 sekundda 10^8 vatt energiya beradi. Bunday impulslarda energiya oqimini zichligi 1m^2 da 10^8 vatt bo'ladi. Bunday lazerlar bilan o'ta qattiq metallarni, olmoslarni teshish mumkin. Hozir lazerlar juda ko'p sohalarda, masalan, ilmiy ishlarda, meditsinada, aloqa xizmatida, qurilishda harbiy soha da keng ishlatiladi.



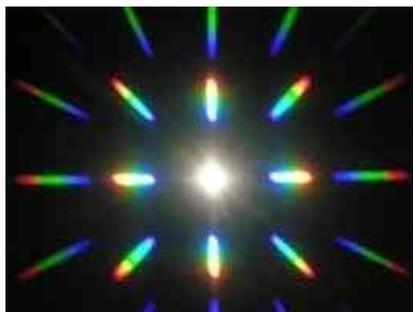
Moddalarning elektromagnit to'qimalar nurlashi atom va molekular ichidagi jarayonlar tufayli vujudga keladi. Energiya manbai har xil bo'lishi

mumkin : televizor ekrani, kunduzgi yorug'lik lampasi, chuglanma lampa, chiriyotgan daraxt, yaltirok qurt va xakoza.

Odam ko'ziga ko'rinadigan va ko'rinmadigan elektromagnit to'qimalardan , barcha jismlarga to'liqlik bo'lgan faqat bittasini ajratish mumkin. Bu sistilgan jismlarning nurlanishi yoki issiqlik nurlanishidir. U absolyut noldan yuqori bo'lgan har

qanday temperaturada vujudga keladi, shuning uni barcha jismlar chiqaradi.

Yorug'lik tebranilar davridan ancha kattaroq bo'lgan vaqt davomidagi nurlanishning o'rtacha quvvati nurlanish oqimi deb ataladi. SI sistemasida. VT o'lchanadi., 1m sirtidan chikayotgan nurlanish oqimiga energetik yorituvchanlik deyiladi. SI sistemasida. VT/m . Isitilgan jism turli uzunlikdagi elektromagnit to'qimalarini nurlaydi.

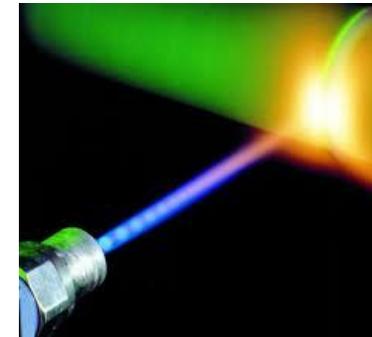




Barcha chastotalar uchun yo'tilish koeffetsiyenti birga teng jismlarga ko'ra jisimlar deyiladi. Tabiatda ko'ra jismlar yuk , bu tushuncha fizik abstraktsiyadir. Devorlari ko'raytirilgan kichik tirqishli istalgan shakldagi ichi bush yopiq jism absolyut ko'ra jism bo'ladi.

Yo'tilish koeffetsenti kichik va ustiga tushuvchi yorug'lik t o'lqining uzunligiga bog'liq. bo'lmagan jism kul rang jism deyiladi. Tabiatda kul rang jismlar yuk. Lekin , IK spektr soxasida yo'tilish koeffetsenti taxminan 0,9 bo'lgan odam tanasini bazan kul rang deb xisoblaydilar.

Energetik yorituvchanlikning yo'tilish koeffetsenti orasida muayyan bog'lanish bor. Buni tushintirish uchun odiabat qobiq olamiz uning ichida ikkita har xil jism ter modinamik muvozanatda turibdi. Jismlar xolati o'zgarmas bo'lgani uchun ularni har biri bir xil mikdorda energiya yu tadi va nurlaydi. Har bir jisim nurlanish spektri , yo'tilish spektriga to'g'ri



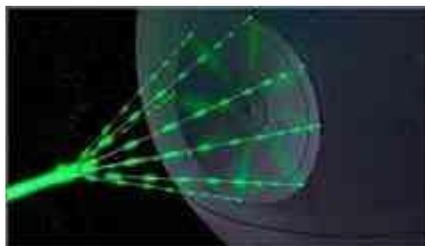
kelishi kerak aks xolda termodinamik muvozanat bo'ziladi. Bu , jismlardan biri qandaydir t o'lqinlarni masalan qizillarni boshqasiga nisbatan ko'proq chiqarsa, u ana shunday nurlarni ko'proq yo'tilish kerakligini anglatadi.



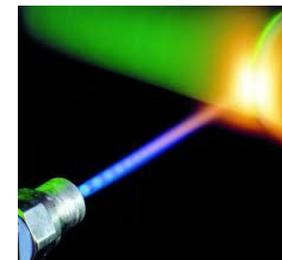
Lazerlarning inson hayotidagi ahamiyati:



Bugungi kundagi dolzarb,
muhim kompyuterlarda
ishlashda



Ommalashgan
oynai jahon



Fizika va hayot
bog'lanishlari



Kiyinish madaniyati



Turli tajribalar o'tkazib
rivojlanish sari odimlash