

§ 55.

Атомдардың сәуле  
шығару және жұтылу  
спектрлері.

Бор постулаттары



# Сабақтың мақсаты

**1.Білімділік:** Спектрдің түрлерімен, спектрлік анализдің қолданылуымен, Бор постулаттарымен таныстыру. Бальмер формуласын қорыту.

**2.Дамытушылық:** Оқушылардың ой-өрісін, таным-түсінігін арттыру.

**3.Тәрбиелік:** Оқушыларды ізденімпаздыққа, шығармашылыққа баулу.

**Атомның ядролық моделі  $\alpha$  бөлшектердің жұқа алтын фольгадан шашырауын дұрыс түсіндіргенімен екінші жағынан басқа қиындыққа жолықты.**

**Оның мәнісі мынада болатын.**

**Классикалық электродинамика заңдары тұрғысынан атомның планетарлық моделі тәріздес жүйелер орнықты болмауы тиіс еді.**

**Сөбебі, электрон ядроны айнала үдей қозғалатын болғандықтан өзінен электромагниттік сәуле шығаруы тиіс.**

Ал бұлай сәуле шашу оның энергиясын кемітеді де соның салдарынан электронның айналу радиусы бірте-бірте кеміп, түбінде ол ядроға құлап түсуі тиіс болатын.

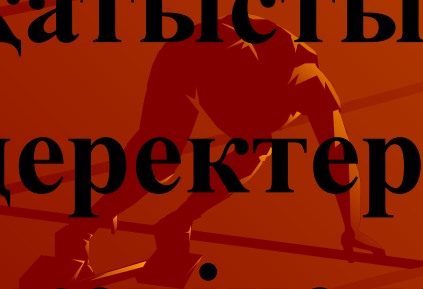
**Бірақ тәжірибе бұған мүлдем кері нәтиже береді.**

Атом орнықты жүйе және ол қозбаған күйде болса өзінен ешқандай да сәуле шығармайды.


**Теория мен тәжірибенің арасындағы осындай қарама-қайшылықты шешу жолында ғалымдарға біраз тер төгуге тура келді.**

Бұл бағыттағы зерттеулер барысында алғашқы елерліктей табысқа дат ғалымы Нильс Бор жетті.

**Ол классикалық физиканың  
атомдық жүйеге қатысты  
барлық көзқарастарын қайта  
қарай келіп, оның атомдарға  
қатысты жаңа тәжірибелік  
деректерді түсіндіруде дәрменсіз  
екеніне көзі жетті**



**Бұл жерде классикалық физика  
ұғымдарының ауқымынан  
тысқары шығу қажет болатын.  
Нильс Бор 1913 жылы солай  
жасады да, ол атомның жарықты  
шығаруы мен жұтуы жөніндегі  
өзінің түсінігін мынадай екі  
постулат түрінде тұжырымдады :**



# **1-постулат**

**Атомдар, тек стационарлық күйлер деп аталатын қандай да бір күйлерде ғана бола алады.**

**Бұл күйдегі электрондар ядроны айнала үдей қозғалғанымен өзінен сәуле шығармайды.**



## 2-постулат

Сәуле шығару немесе жұту тек бір стационарлық күйден екінші стационарлық күйге өткен кезде ғана болады.

Ал шығарылған немесе жұтылған сәуленің жиілігі мына шарттан анықталады  $h\nu = E_n - E_m$

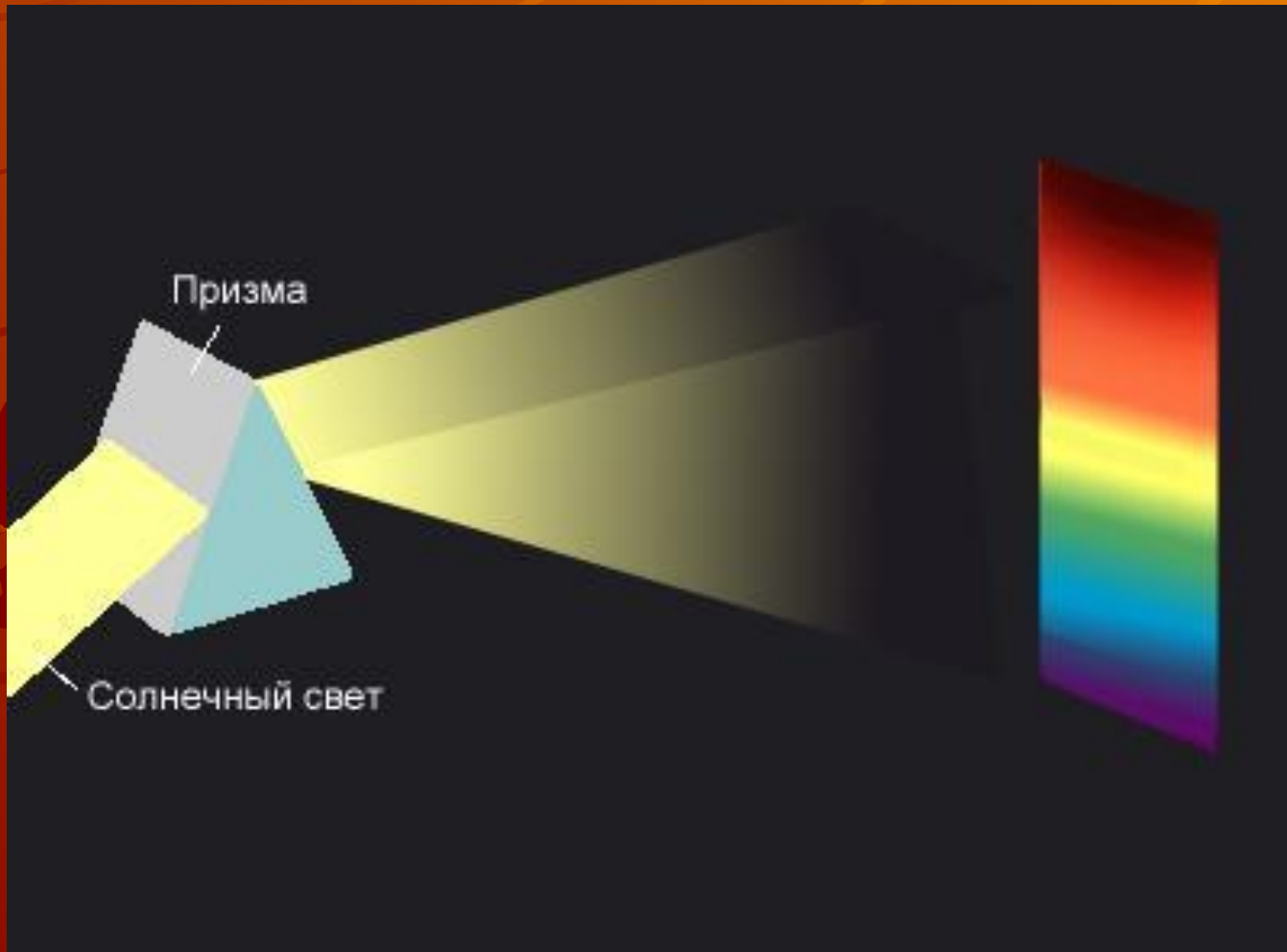


**Мұндағы  $E_n$  және  $E_p$  осы стационар күйлердің энергиясы, ал  $h$  – Планк тұрақтысы.**

**Атомдардың энергетикалық күйлерін энергия деңгейлері арқылы белгілеп, сәуле шығару және жұту үрдістерін көрнекті түрде көрсету ыңғайлы**



Дисперсия құбылысын пайдалана отырып, Ньютонның ақ жарықты жіктегенін білеміз.



Денелердің шығаратын сәулесінің түске қарай жіктеліп, **жолақ** немесе **сызықтар** түрінде көрінуін **спектр** дейді



**Спектр** (лат. *spectrum* «көрінетін»)

# СПЕКТРДІҢ ТҮРЛЕРІ



# Шығару спектрлері

## Шығару спектрлері

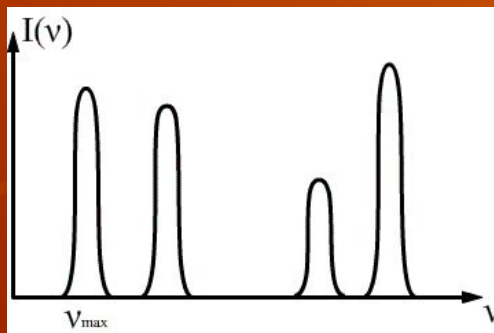
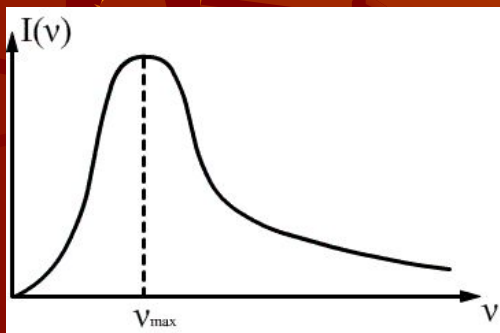
үздіксіз

сызықтық

жолақ



Энергияның жиілік бойынша таралуы





# ҮЗДІКСІЗ СПЕКТР (тұтас)



- Тұтас спектрді қатты дене, сұйық және сығылған газды жоғарғы температураға дейін қыздырған кезде береді.
- Тұтас спектр шартты түрде жеті түске бөлінеді : қызыл, қызыл сары, сары, жасыл, көгілдір, көк және күлгін.
- Бұл түстердің арасында айқын шекара жоқ. Бір түс екінші түске бірте-бірте өтеді.
- Спектрдің тұтас болуы оның құрамында барлық толқын ұзындығындағы жарықтың бар екенін көрсетеді. Бұлай болуының басты себебі жарық шығарып тұрған атомдар бір бірімен күшті байланыста. Осы күшті байланыстың салдарынан әрбір атом шығарған монохроматты жарықтар ұйытқып, бір-бірімен тұтасып кетеді.
- Табиғи кемпірқосақ спектрдің қарапайым үлгісі болып табылады.



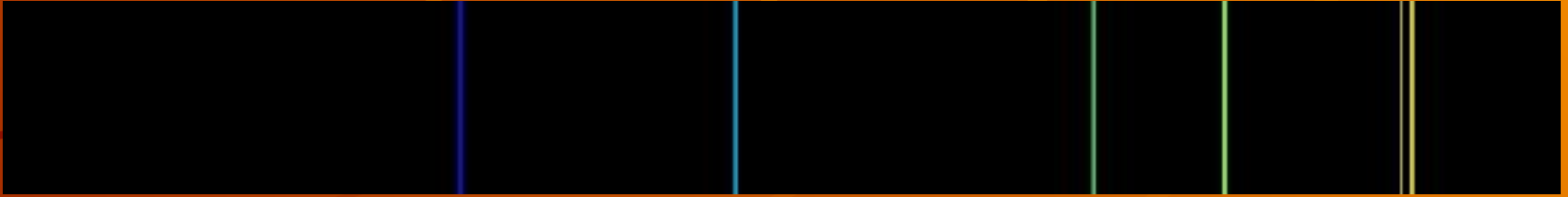
# СЫЗЫҚТЫҚ СПЕКТР



- Сиретілген газды жоғарғы температураға дейін қыздырып, спектроскоп арқылы қарасақ жіңішке сызықтардан тұратын спектрді байқаймыз.
- Мұндай сызықтық спектрдің байқалуы жарық шығарып тұрған зат осы сызықтарға сәйкес келетін жиіліктегі ғана жарықты шығарып тұрғанының дәлелі.
- Бұл спектрлерді газдың жекелеген атомдары шығарады. Газ жақсы сиретілген болғандықтан оаның атомдары бір-бірімен әсерлеспейді десе де болады.
- Ал мұндай сызықтық спектрдің болуы және бұл сызықтарға сәйкес келетін жиіліктің мәні Бордың теориясынан анықталады.
- Егер жарық шығарып тұрған газдың тығыздығын бірте-бірте арттыратын болсақ, онда спектр сызықтарының ені бірте-бірте артып, тұтасып кетеді.



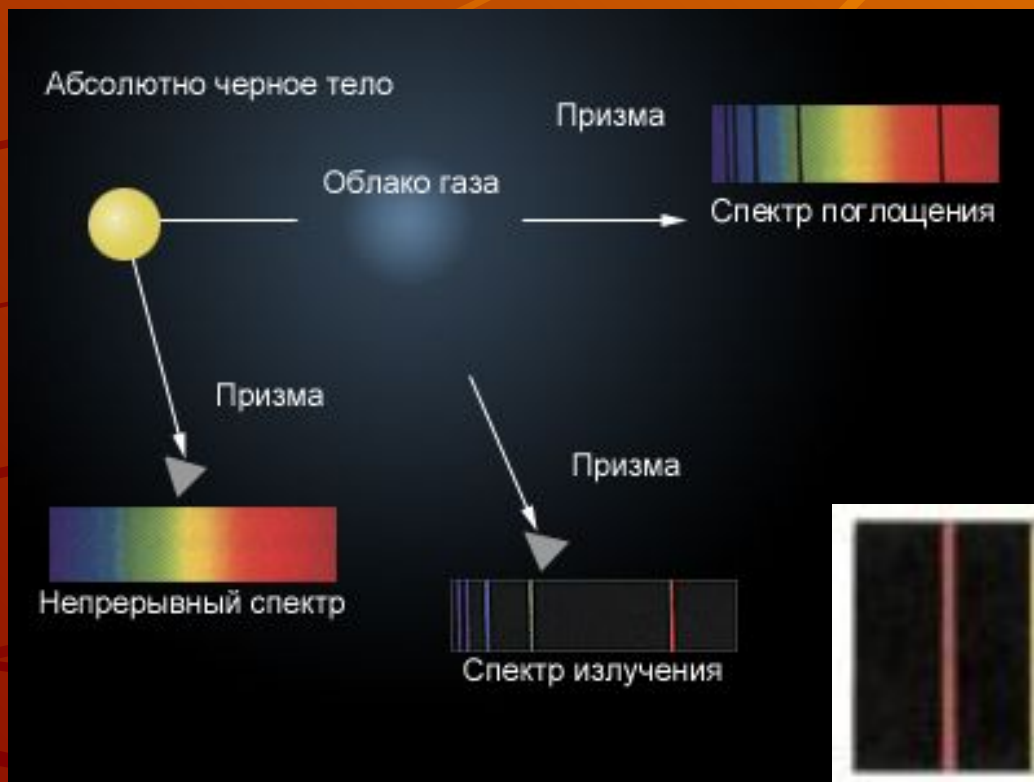
# ЖОЛАҚ СПЕКТР



- Тағы бір байқалатын спектрдің түрі жолақ спектрлер.
- Олар аралары бір бірінен бөлінген ені едәуір үлкен жолақтардан тұрады.
- Ажыратқыштық қабілеті жоғары спектроскоптың көмегімен жеке жолақтарды бажайлап қарайтын болсақ, олардың өте тығыз орналасқан жеке сызықтардың жиынтығы екеніне көз жеткізуге болады.
- Сызықтық спектрлерді жеке атомдар беретін болса, жолақ спектрлерді бір-бірімен байланыспаған немесе әлсіз байланысқан молекулалар туғызады.

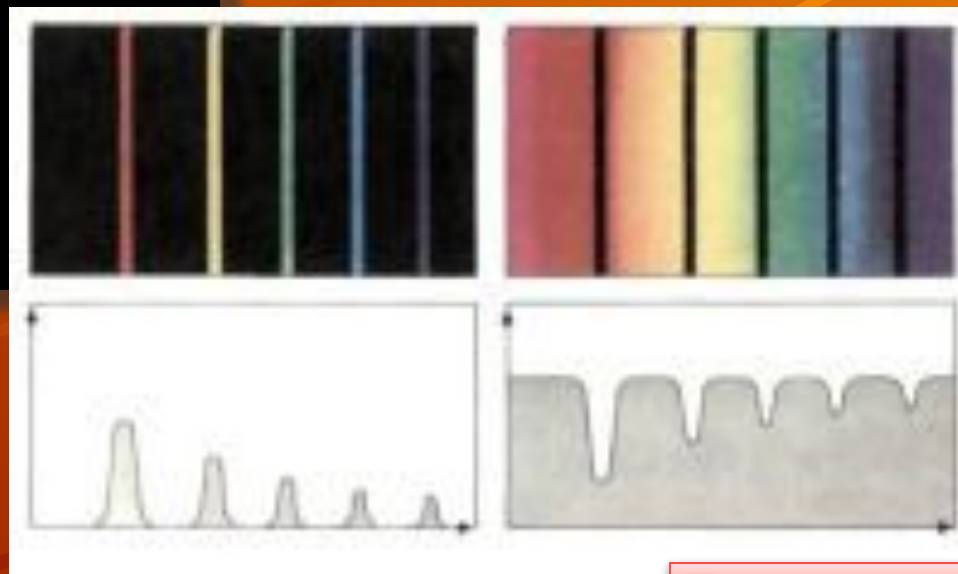
- **Осы кезге дейінгі қарастырғанымыз жарықтың шығару спектрлері .**
- **Жарықты атомдар тек белгілі жиілікте шығарып қана қоймайды, сонымен қатар осындай жиіліктерде жұтады да.**
- **Мысалы ақ жарықты температурасы төмен, өзінен жарық шығарып тұрмаған газ арқылы жіберетін болсақ, жарықтың үздіксіз спектрінің бетінде қара сызықтар пайда болады.**
- **Бұл жұтылу спектрлері**

# ЖҰТЫЛУ СПЕКТРЛЕРІ



- Өте қызған денеден шыққан жарықты сиретілген газ арқылы өткізсек, газдан өткен жарықтың спектрінің бетінде қара сызықтарды көреміз.
- Бұл сызықтар газдың қызған кезде өзі шығарған сәулеге сәйкес келетін толқын ұзындықтағы сәулелерді жұтатынын көрсетеді.

Қара сызықтар газда жұтылған сәулелердің спектрдегі орнын көрсетеді.



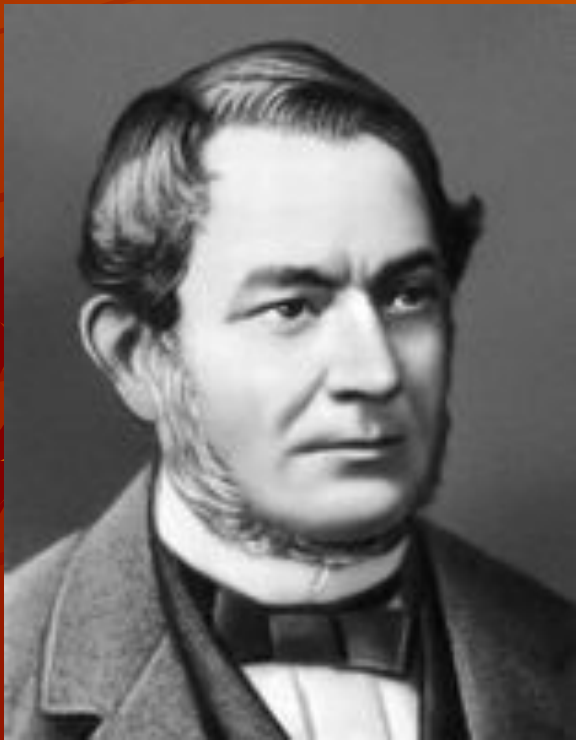
**Сиретілген газды жоғарғы температураға дейін қыздырып, спектроскопарқылы қарасақ жіңішке сызықтардан тұратын спектрді байқаймыз.**

**Мұндай сызықтық спектрдің байқалуы жарық шығарып тұрған зат осы сызықтарға сәйкес келетін жиіліктегі ғана жарықты шығарып тұрғанының дәлелі.**

# СПЕКТРЛІК АНАЛИЗ

Заттың химиялық құрамын оның сызықтық спектрі арқылы анықтау әдісін спектрлік анализ деп атайды.

1859 жылы неміс ғалымдары Г. Р. Кирхгоф пен Р. В. Бунзен енгізді.



Роберт Вильгельм  
Бунзен  
1811 - 1899



Густав Роберт  
Кирхгоф  
1824 - 1887

# ҚОЛДАНЫЛУЫ

- Спектрлік анализді қолдану арқылы белгісіз химиялық элементтер: гелий, германий, цезий скандий, рубидий, ашылды.
- Күннің, жұлдыздардың химиялық құрамын анықтадық.
- Машина жасау, металлургия, атомдық өндірісте заттың құрамын бақылау әдісі кең қолданылады.
- Күрделі қоспалардың құрамы олардың молекулалық спектрі арқылы анықталды



Сиретілген газдар немесе кез келген ХИМИЯЛЫҚ ЭЛЕМЕНТТІҢ буларын қыздырғанда жарық шығара бастайды. Егер осы жарықтың жіңішке шоғын призма арқылы өткізіп, спектрге жіктейтін болса, әр түсті, жіңішке жарқыраған айқын сызықтар көрінеді. Осындай сызықтардың Жиынтығын сызықтық спектр деп атайды. Зерттеулер әр газдың тек өзіне ғана тән сызықтық спектрі болатынын көрсетті.



Спектрдің әрбір сызығына қандай да бір нақты ТОЛҚЫН нақты толқын ҰЗЫНДЫҒЫ нақты т олқын ұзындығы, яғни ЖИІЛІК сәйкес келеді. Олай болса, сиретілген газдар тек толқын ұындықтары (жиіліктері) белгілі бір нақты мәндерге тең электромагниттік толқындар ғана шығарады. Неге бұлай? Не себепті берілген газдың спектрі жиіліктердің  $\nu_1, \nu_2, \nu_3, \dots$



Дискретті мәндерінің жиынтығынан тұрады? Бұл мәндер немен анықталады? Бұл маңызды сұрақтарға жауапты атомдардың ішкі құрылымынан іздеу керек.

Себебі кез келген сиретілген газ молекулалары жеке атомдардан тұрады, сондықтан сәулелену атомдардың ішінде жүретін процестерге байланысты болуы керек.

Барлық сызықтық спектрлердің ішіндегі ең қарапайымы сутегінің спектрі. Спектрдің көрінетін бөлігі небары төрт сызықтан тұрады. Сондықтан тәжірибе жүзінде ең толық зерттелген — осы сутегінің спектрі.

Тәжірибелердің нәтижелерін зерделей отырып швейцариялық ғалым Бальмер сутегі спектрінің көрінетін бөлігіндегі барлық сызықтардың жиілігін анықтайтын формуланы тапты:

$$\nu = R(1/2^2 - 1/n^2), \text{ мұндағы } R = 1,0968 \cdot$$

$10^{-7} \text{ м}^{-1}$  — Ридберг тұрақтысы,  $n = 3, 4, 5, 6, \dots$

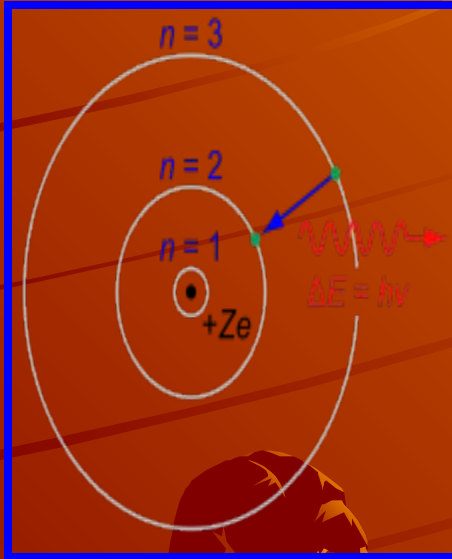
Бұл — Бальмер формуласы.

Бальмер формуласымен анықталатын спектрлік сызықтардың бір-бірінен өзгешелігі  $n$ -нің мәнінде, ал олардың жиынтығы Бальмер сериясы деп аталады.

Кейінірек сутегі спектрінің ультрақұлгін және инфрақызыл бөліктерінен тағы бірнеше сериялар табылды. Бұл сериялардағы сызықтардың жиіліктерін де Бальмер формуласына ұқсас өрнектермен анықтауға болады. Барлық сериялар үшін жазылған өрнектерді біріктіре отырып, Бальмер мынадай жалпы формула жазды:  $v=R(1/m^2-1/n^2)$  мұндағы  $m = 1,2,3,\dots$ ,  $n = (m+1), (m+2), (m+3)\dots$

# Бор қағидалары

Бор постулаттары – даниялық физик Нильс **Бордың** атомның орнықты (стационар) күйін және спектрлік заңдылықтарын түсіндіруге арналған негізгі болжамдары (1913). Бірінші қағида немесе орнықты күйлер қағидасы: атомдағы электрондар кез келген энергиясы бар орбиталармен емес, тек белгілі бір энергиясы бар орбиталар бойымен қозғалады. Оларды орнықты орбиталар деп атайды. Орнықты орбиталардың энергиясы тек белгілі бір дискретті (үзікті) мәндерді ғана иеленеді. Электрондар мұндай орнықты орбита бойымен қозғалып жүргенде сәуле шығармайды.





Екінші қағида немесе сәуле шығарудың жиіліктік шарты: атом бір орнықты күйден екінші бір сондай күйге ауысқанда ғана жарықтың бір фотонын жұтады не шығарады.

Шығарылған не жұтылған фотонның энергиясы ( $h\nu$ ) екі орнықты күй энергияларының ( $E_1$  және  $E_2$ ) айырымына тең ( $h\nu = E_1 - E_2$ , мұндағы  $\nu$  – шығарылған не жұтылған сәуле фотонының жиілігі,  $h$  – **Планк тұрақтысы**). Осы қағидалар негізінде құрылған Бор теориясы тек сутек және сутек тәріздес атомдардың құрылысын түсіндіруге қолданылады.

Бор қағидалары классикалық физика заңдылықтарына толығымен қайшы келеді.

Бұл қағидалар –микродүние қасиеттерін түсіндіру үшін табылған алғашқы тұжырымдар. Атом құрылысы **кванттық механика** арқылы ғана толық түсіндіріледі.

# Бекіту сұрақтары

- 1.Спектр дегеніміз не?
- 2.Спектрдің түрлерін ата.
- 3.Шығару спектрлері неше түрге бөлінеді.
- 4.Қандай спектрлер тұтас немесе жолақ деп аталады?
- 5.Бұл спектрлер заттардың агрегаттық күйлеріне сәйкес келеді?
- 6.Қандай жағдайда шығару және жұтылу спектрлері байқалады?



# Физикалық диктант

«Иә +» «жоқ -»

1. Спектр латынша көрінетін деген сөз.
2. Бір-біріне жайыла ұласқан спектрлер сызықтық спектрлер деп аталады.
3. Шығару спектрін тығыздығы өте аз қызған газдар мен плазма береді.
4. Химиялық элементтің шығару және жұтылу спектрлері бірде орынға сәйкес келеді.
5. Әрбір спектрлік сызыққа сәуленің нақты бір толқын ұзындығы сәйкес келмейді.
6. Заттың химиялық құрамын оның сызықтық спектрі арқылы анықтау тәсілі спектрлік анализ деп аталады.
7. “Атомдар тек стационарлық күйлер деп аталатын қандай да бір күйлерде ғана бола алады. Бұл күйдегі электрондар ядроны айнала үдей қозғалғанымен өзінен сәуле шығармайды»- дейді бірінші постулат.
8. Сәуле шығару немесе жұту тек бір стационарлық күйден екінші стационарлық күйге өткен кезде ғана болады .
9. Кемпірқосақ үздіксіз спектрдің нақты көрінісі болып табылады.
10. Әр заттың энергетикалық деңгейлері мен спектрлерінің ерекшеліктеріне қарай, олардың қандай элементтерден тұратынын анықтауға болмайды.

# ҮЙГЕ ТАПСЫРМА

**§ 55. Атомдардың сәуле шығару және жұтылу спектрлері .**

**Бор постулаттары**

**43-жаттығу №1-2**

