

*№6 дәріс. Фотобиологиялық әсер  
спектрлері.*

*Биологиялық жүйелер  
люминесценциясы*



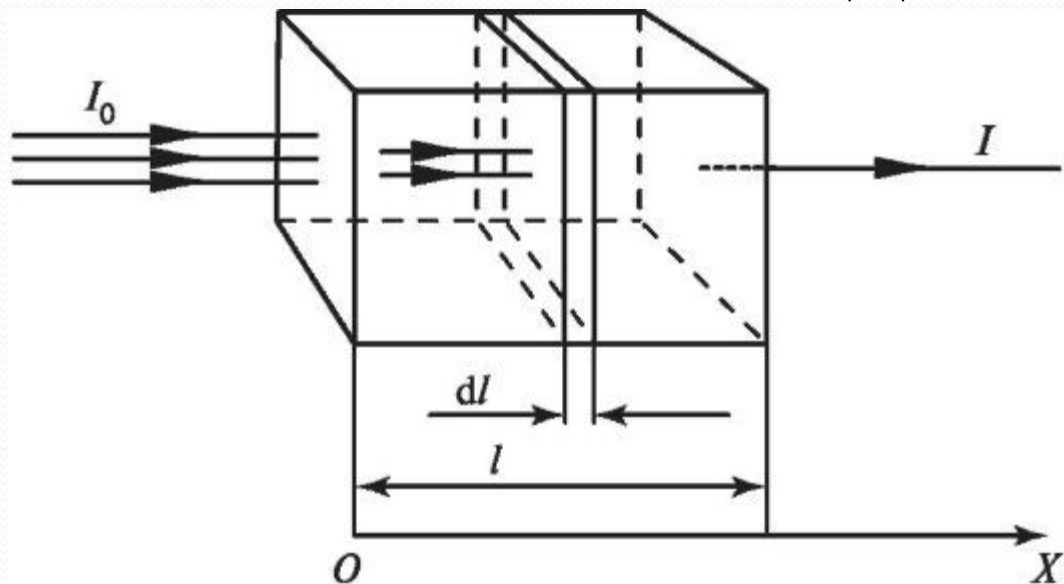
## *Жоспары:*

- 1. Фотобиологиялық әсер спектрлері.*
- 3. Алғашқы фотобиохимиялық реакциялардың өнімдерін оқып үйрену.*
- 4. Еркінрадикалдың тотығуы.*

# ***ФОТОБИОЛОГИЯЛЫҚ ӘСЕРДІҢ СПЕКТРІ (ФӘС)***

*ФӘС деп әсер ететін  
фотобиологиялық эффектiнiң  
жарықтың толқын ұзындығына  
тәуелдiлiгi.*

Әсер ететін жарықтың тиімділігінің  
*сапалық сипаттамасы* ретінде  
фотохимиялық реакцияның  
көлденең қимасы ( $\sigma$ ) деп аталатын  
шама алынады.



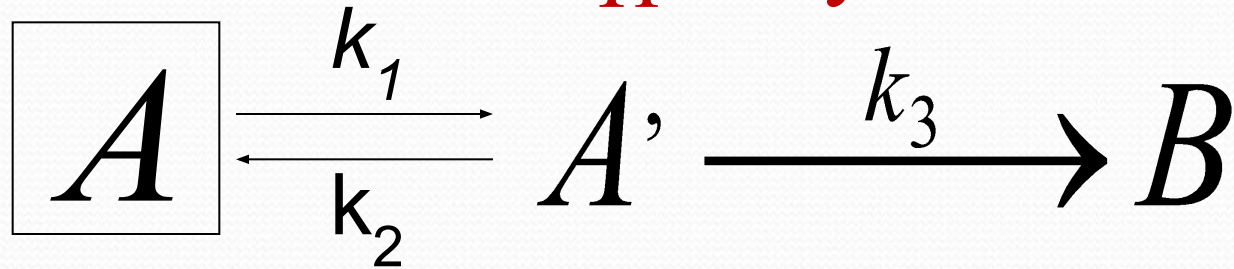
## **Фотохимияда әсер спектрі деп**

фотохимиялық ауысулардың  
эффективті қимасының  **$\sigma$ -НЫҢ** әсер  
ететін жарықтың толқын  
ұзындығына тәуелділігін айтады.

**Фотохимия заңы:** Ерітіндегі  
фотохимиялық реакцияның кванттық  
шығуы *әсер ететін жарықтың*  
*толқын ұзындығына тәуелді емес.*

Фотохимиялық реакцияның алғашқы өнімі - электронды қозған күйдегі *молекулалар* және орнықсыз бастапқы затқа немесе орнығырақ фотоөнімдерге тез арада өтетін *еркін радикалдар* болып табылады.

А затының В –ға схема бойынша түрленуі:



мұндағы  $A'$  — алғашқы фотоөнім, ал  $k_1$ ,  $k_2$  және  $k_3$  — реакцияға сәйкес жылдамдық тұрақтылары.

Орнықсыз фотоөнімнің  
концентрациясын *екі тәсілмен*  
*арттыруға болады:*

- 1) Әсер ететін жарықтың қарқындылығын  $I_0$  арттыру (*импульсты фотолиз әдісі*),
- 2) Қараңғылау процесінің жылдамдығын баяулату (сұйық азотпен тереңінен *қатыру әдісі*).



*Импульсты фотолыз әдісі* (ашық  
жарықпен жарықтандыру)

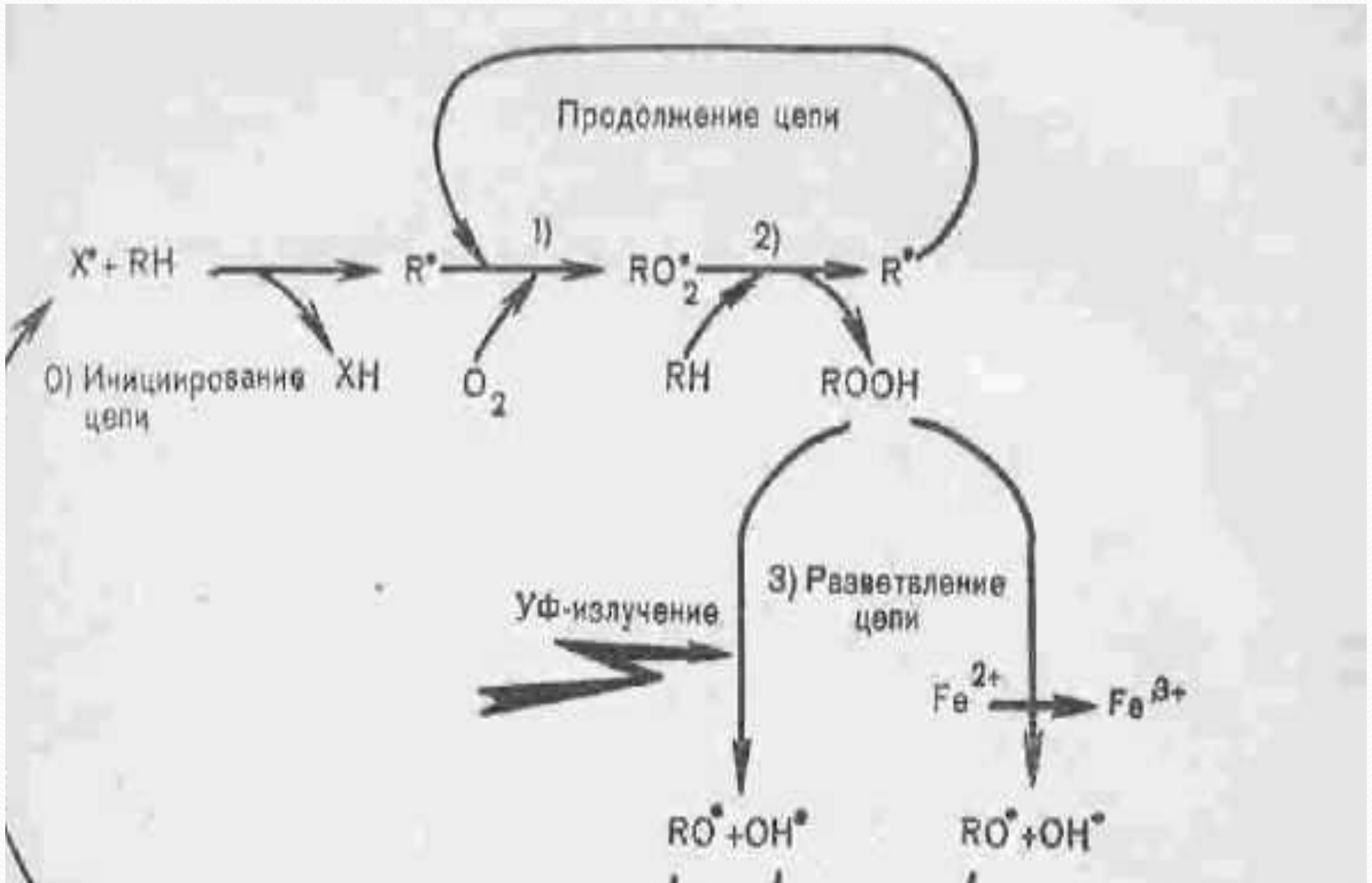
Қозған триплетті күйдегі  
молекулалар тәрізді биомолекуланың  
еркін радикалдар фотоөнімдерін алу.

# *Еркін радикалдың тотығуы.*

Барлық тұрақты молекулалар әр электрондық энергетикалық деңгейлерде спиндері қарама- қарсы бағытталған екі электроннан тұрады. Шартты жағдайда электрондардың бөлінуі немесе электронның молекулаға қосылуы өтеді.

*Еркін радикалдарға тән қасиет:*  
жоғары реакциялық қабілеттілігі,  
тізбектік реакцияны жүргізу  
қабілеттілігі.

*Тізбектік реакцияның ерекшелігі*  
еркін радикалдар басқа  
молекуламен әсерлесіп отырып,  
жоғалмай, басқа еркін  
радикалдарға айналады.



Еркін радикалдарды қарастыру  
үшін *химиялық*  
(сополимеризация) және  
*физикалық* (электронды  
парамагнитті әдіс) әдістері  
қолданылады.

ЭПР (электронды парамагниттік резонанс) –магнит моменті бар молекула, атомдар, иондар, еркін радикалдар, парамагниттік бөлшектері бар заттарда болады. Зееман құбылысы электрондық деңгейлердің ыдыруын түсіндіреді. ЭПР әдісі Е .К. Завойскмен 1944 ж. ашылды.

ЭПР (электронды парамагниттік  
резонанс) әдісі медицина –  
биологияда – еркін  
радикалдарды табу, зерттеу және  
олардың концентрациясын  
анықтау үшін қолданылады.

## *Люминесценция*

*деп жылулық сәуле шығарудан артық қалған, белгілі бір температурада денелердің жарық толқындарының периодынан әлде қайда ұзақ уақыт жарық шығару құбылысы*



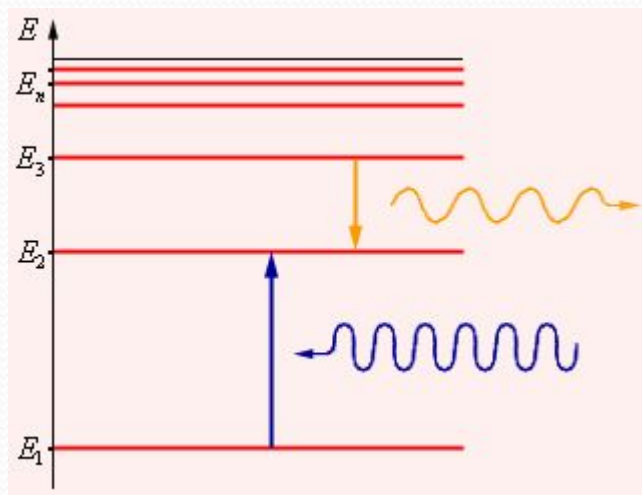




Люминесценцияны тудырушы сыртқы күшке  
байланысты бірнеше түрге бөлінеді  
**зарядталған бөлшектердің жасайтын  
люминесценциясы:**

- **иондармен - ионолюминесценция**
- **электрондармен - катодолюминесценция**
- **ядролармен – радиоломинесценция**
- **фотондармен – фотолюминесценция**
- **рентгендік және  $\gamma$  - сәуле шығарудан -  
рентгенолюминесценция**

Жылулық сәуле шығару сияқты люминесценция құбылысы да, атомға қосымша энергия беру арқылы пайда болады. Осыған байланысты ол *қозған күйге* өтеді де, *негізгі күйге* ауысқанда фотон сәуле шығарады.



## *Айырмашылығы мынада:*

- Жылулық сәуле шығару кезінде қозған атомдар температураға сәйкес энергетикалық деңгейлерге төменнен жоғары қарай экспоненциалды түрде реттеліп орналасады.
- Ал люминесценция кезінде бұл заңдылық сақталмайды, сондықтан жоғары деңгейлерде төменгі деңгейлерге қарағанда көптеген атомдардың болуы мүмкін.

# Рентгенолюминесценция

Рентгенолюминесценция рентген сәулелердің әсерінен пайда болады. Оны рентген аппаратының экранына бақылауға мүмкіндік бар.



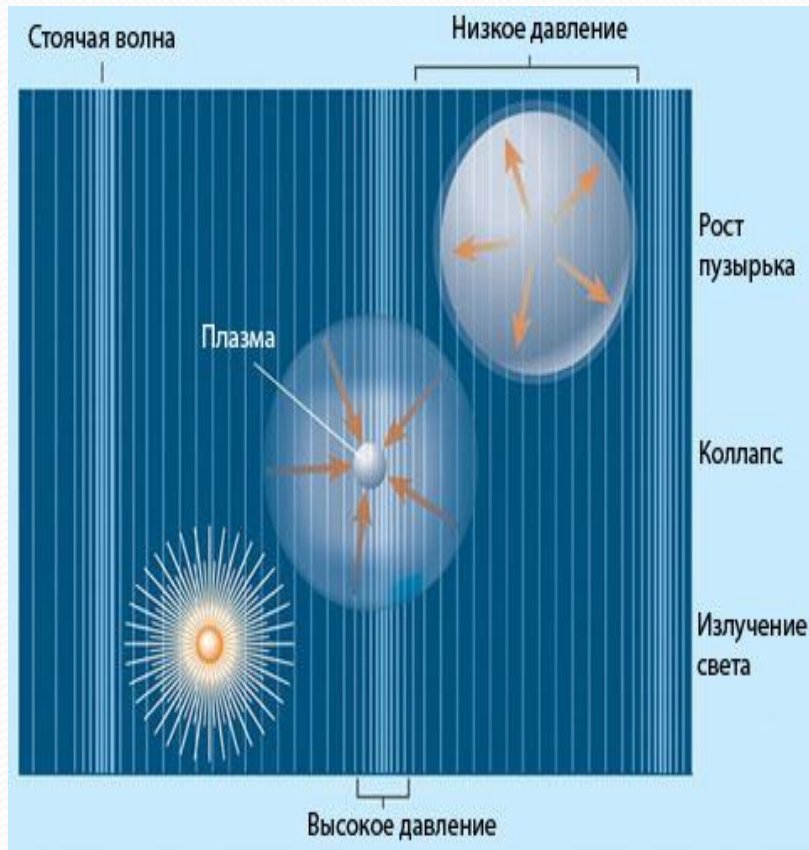
# Хемилюминесценция

**Хемилюминесценция  
заттардағы химиялық  
процестердың  
нәтижесінде пайда  
болатын құбылыс.  
Оған мысалға ақ  
фосфордың, шіріген  
ағаштың және кейбір  
жәндіктердің,өзен  
жануарларының  
жарқырауы т.б.**



# Сонолюминесценция

Сонолюминесценция  
құбылысы кейбір  
сұйықтардың  
ерітінділерінен  
ультрадыбыс  
толқындары өткенде  
пайда болады.



*Фотолюминесценция дегеніміз – заттардың ультракүлгін немесе одан да қысқа толқынды сәулелердің әсерінен 2-ші ретті жарық шығаруы.*





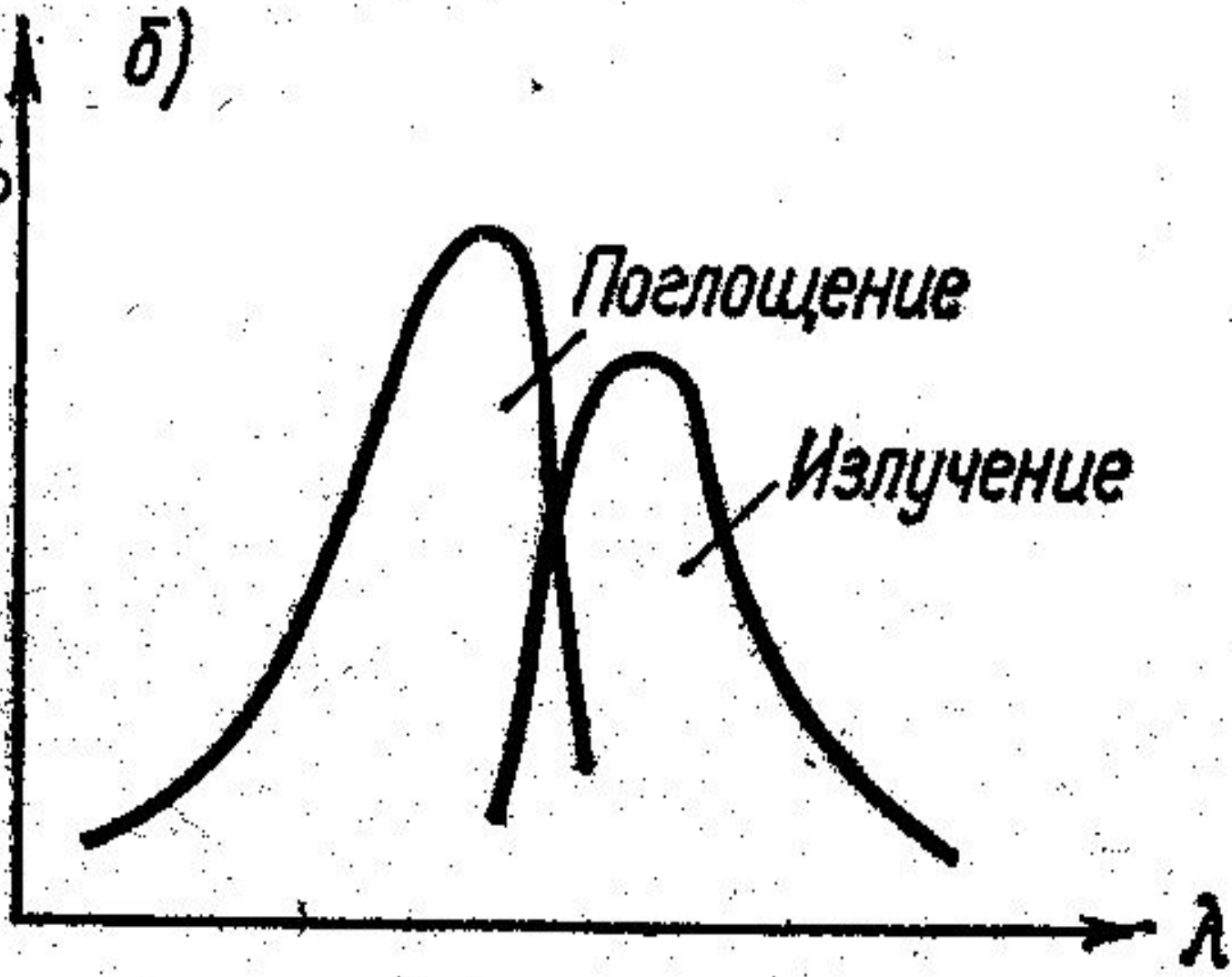
# Фотолюминесценция үшін *Стокс заңы* қолданылады

- Люминесценцияның спектрі осы фотолюминесценцияны туғызатын жарықтың спектріне қарағанда толқын ұзындығы үлкен жаққа қарай ығысады, Яғни

$$\lambda' > \lambda$$

б)

$\epsilon. \%$

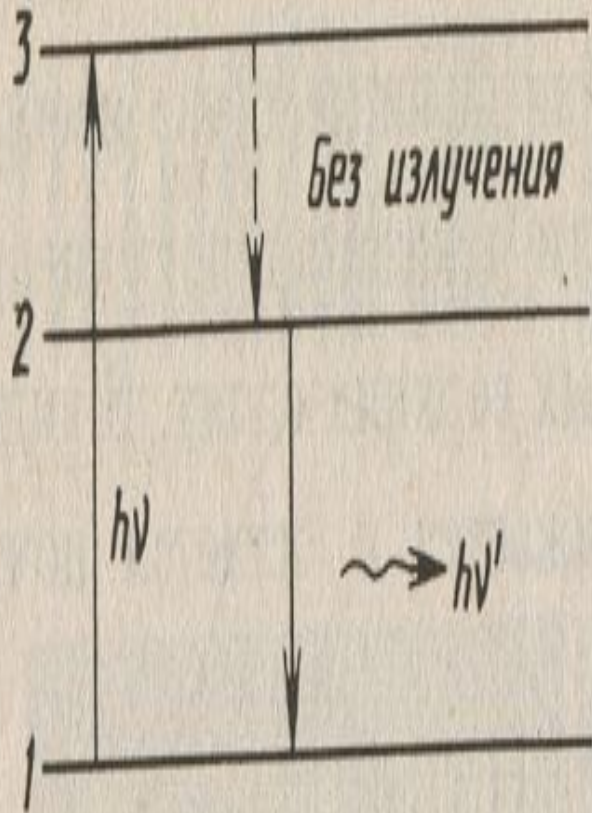


$h\nu'$  сәуле шығарған фотонның энергиясы

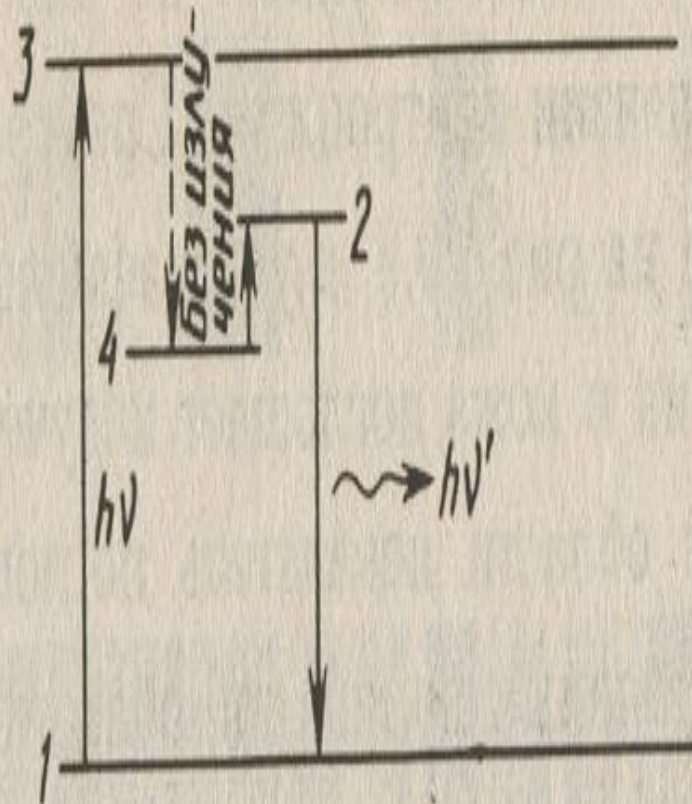
$h\nu$  жұтылған фотонның энергиясы

$$h\nu' \leq h\nu$$

$$\lambda' \geq \lambda$$



1-жағдай



2-жағдай

# Жарқырауының ұзақтығына б/ты:

**Флуорес-  
ценция**



*Тез өшіп қалатын  
люминесценция*

**Фосфорес-  
ценция**

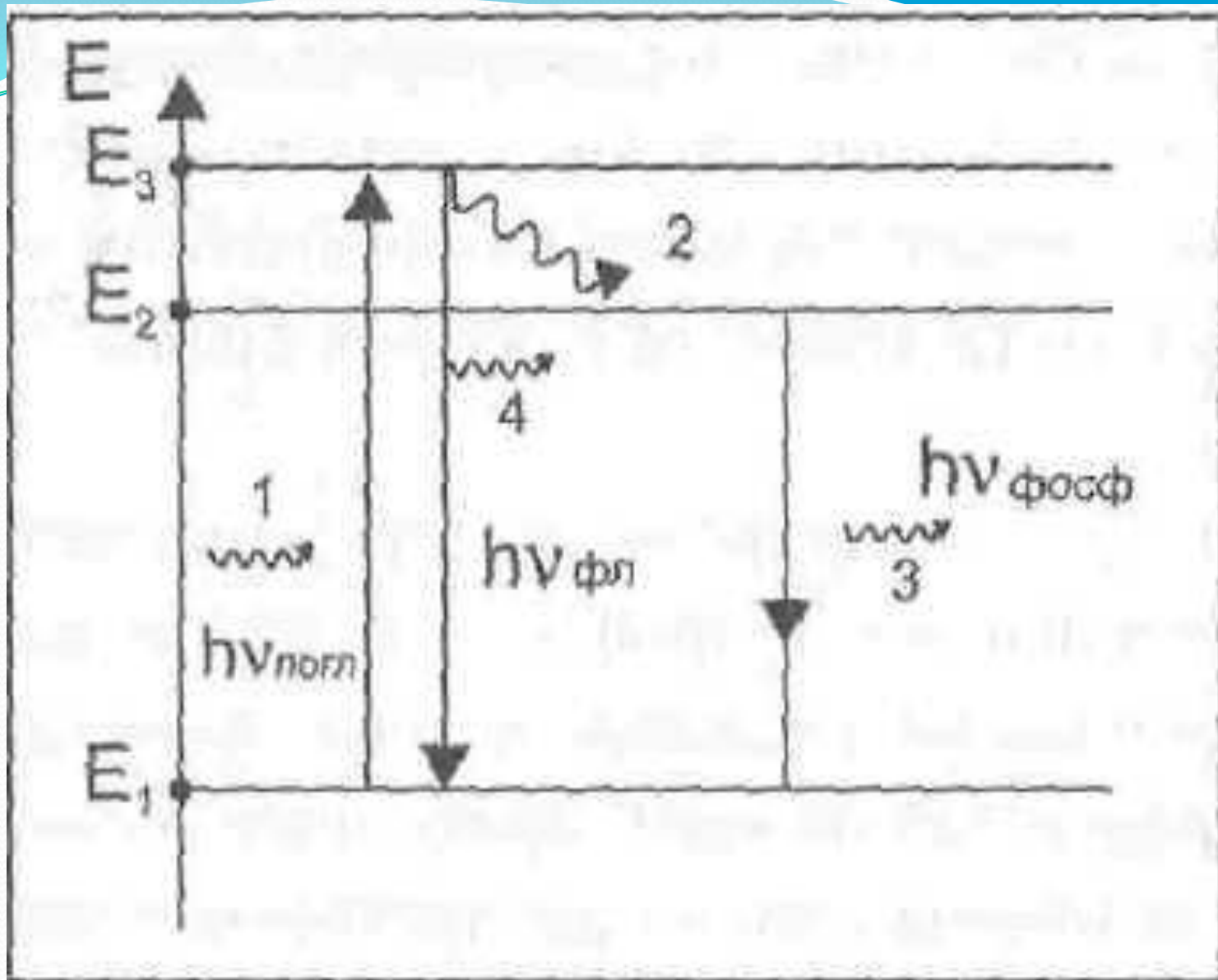


*Ұзақ жарқырайтын  
люминесценция*

**Қозу мен жарықтану бірге жүретін  
құбылысты флуоресценция деп  
аталады.**

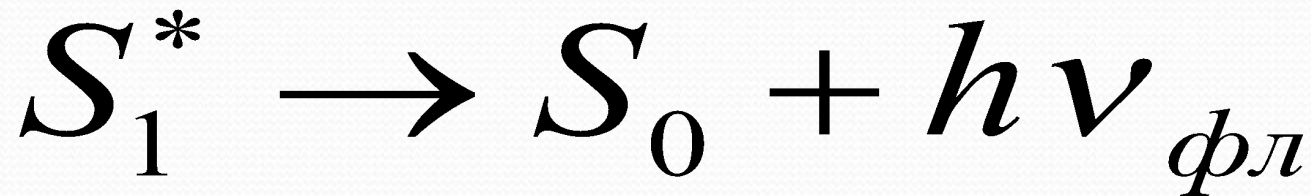
**Өшу уақыты  $10^{-8} - 10^{-9} c$   
болатын люминесценция.**

Сыртқы факторды алып тастағаннан  
кейін де ұзақ уақыт сақталатын  
люминесценцияны - фосфоресценция  
деп аталады.



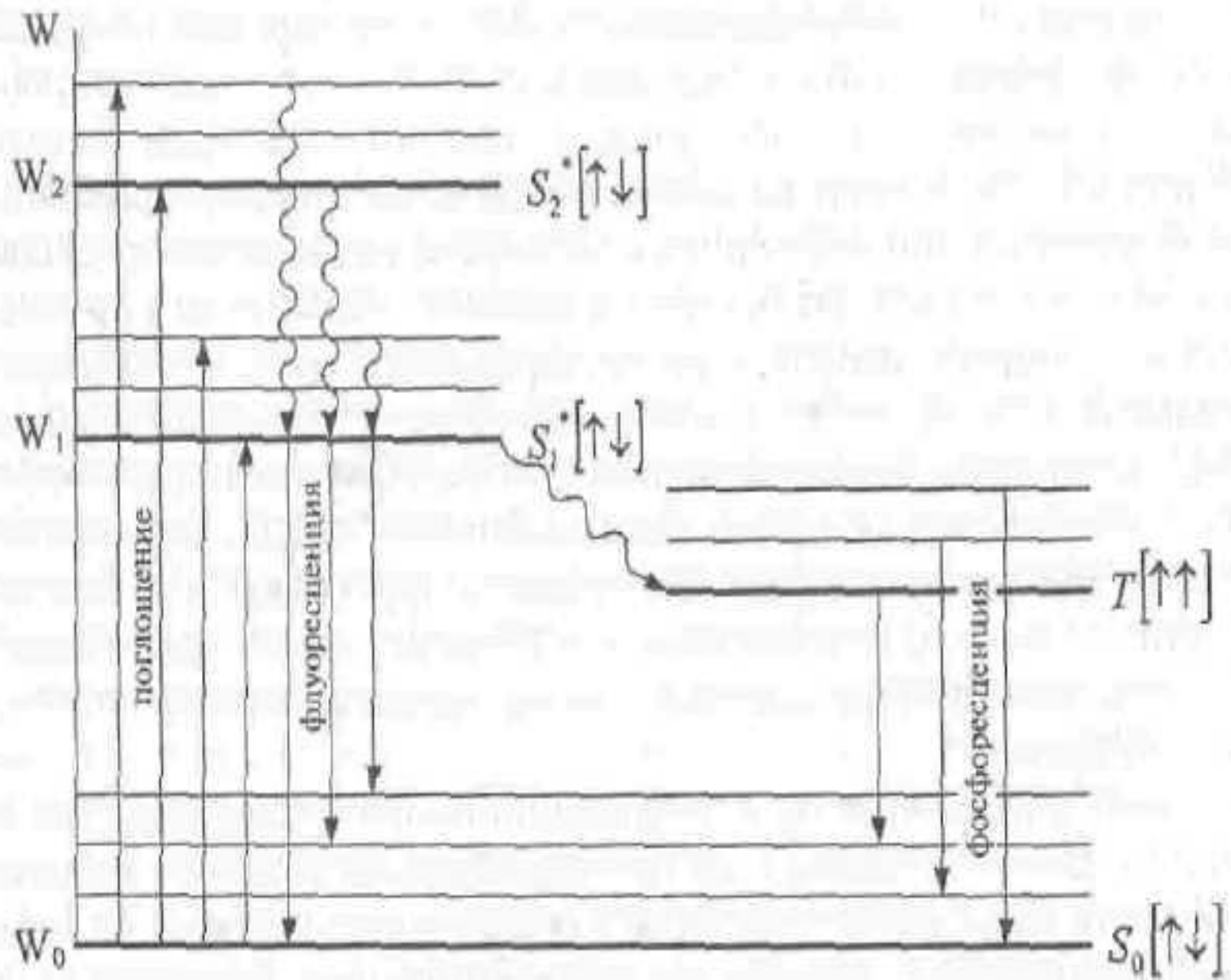


Биомолекулада *флуоресценциялық*  
*кванттық сәуле шығу* молекула  
синглетті қоздырылған күйден ( $S_1^*$ )  
негізгі ( $S_0$ ) күйге өткенде байқалады:



Молекуланың (Т) қозған триплетті күйден  $S_0$  негізгі күйге өтуі *фосфоресценция кванттық шығуымен түсіндіріледі:*





Фосфоресценция жарықтығының  
ұзақтығы флуоресценциядан  
*әлдеқайда үлкен.*

Сонымен қатар табиғатта  
*фосфоресценция* флуоресценцияға  
қарағанда *жиі* кездеседі.

Флуоресценция *кванттық*  
*және энергетикалық шығумен*  
*сипатталады.*

# Флуоресценциялық кванттық шығу

жарық шығарушы кванттар санының

$n_{\text{шығ}}$  жұтылған кванттар санына

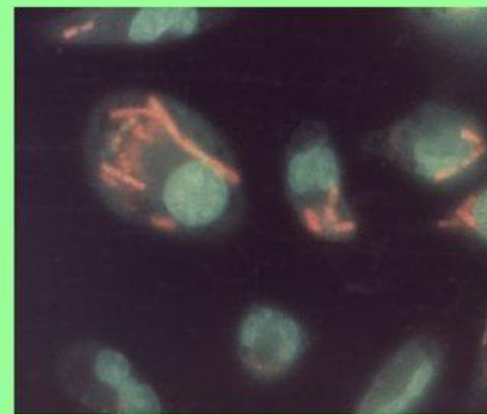
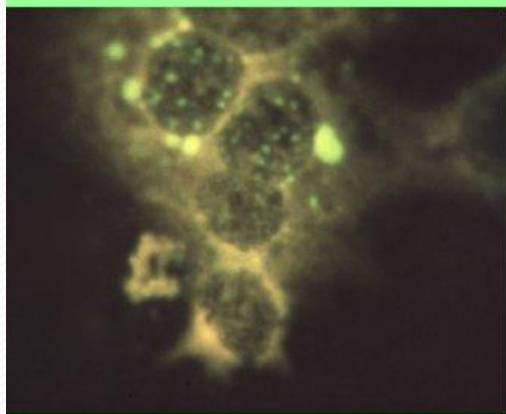
қатынасымен өлшенеді  $n_{\text{жұт.}}$ ,

$$\varphi = \frac{n_{\text{ш}}}{n_{\text{ж}}}$$

Энергетикалық шығу флуоресценция сәуле шығару энергиясының  $W_{\text{фл.ш}}$ , жұтылған энергияға қатынасымен сипатталады  $W_{\text{жс}}$ :

$$\eta = \frac{W_{\text{фл.ш}}}{W_{\text{жс}}}$$

**Люминесценттік сәуле шығару спектрі бойынша заттардың табиғаты мен құрамын анықтауды *люминесценттік сараптама* деп аталады.**





УК сәуленің әсерінен ағза ұлпалары  
(тырнақ, тістер, шаш, көз бұршағы және  
т.б) флуоресценциялық жарық шығарады.

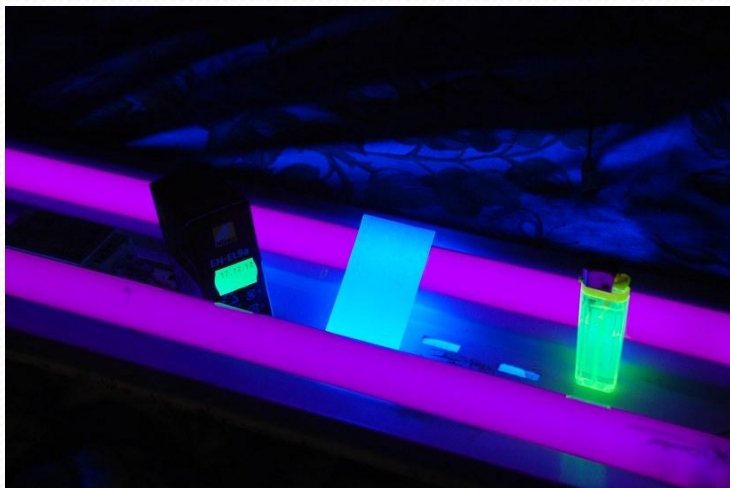
**Жарық шығару сипатамалары  
бойынша ұлпаның қалыпты  
жағдайдан *патологиялық өзгерістерін*  
айыруға болады.**

# Люминесценттік сараптама

кейбір аурулардың диагнозын

анықтауда қолданылады

(көбінесе *дерматологияда*).

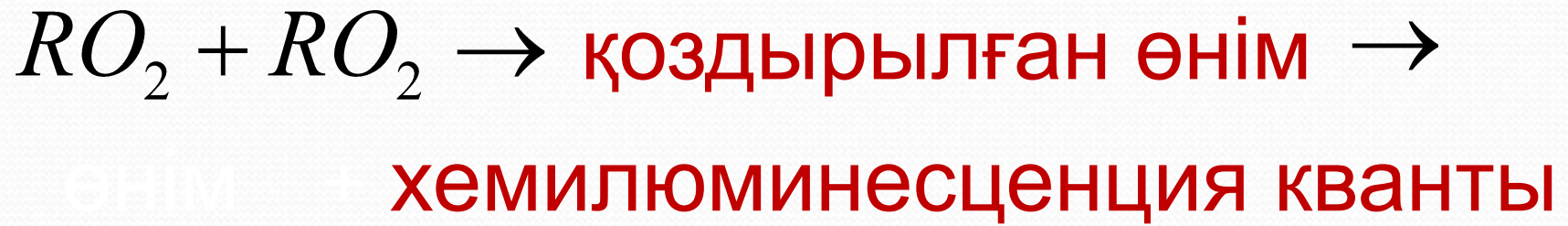


**Хемилюминесценция химиялық  
реакциялар арқылы болатын  
люминесценция.**

**Хемилюминесценцияның бір  
түрі – биологиялық  
объектілердің химиялық  
реакциялары арқылы өтетін  
*биолюминесценция* д.а.**

Тірі ағзалардың *биолюминесценциясы*  
сыртқы энергия көздерінің әсерінсіз  
өздігінен өтетін процесс болып  
табылады.

Биологиялық жүйелерде хемилюминесценция  
липидтердің еркін реакцияларының ыдырауы  
кезінде пайда болады:



Биофизикада аз қарқындылықты биолюминесценция өте әлсіз жарықталыну деп аталады.

**Әлсіз жарықталыну** — бұл тірі ағзалардың, ұлпалардың, жасушаның спектрдің көрінетін және инфрақызыл (360—800 нм) аумақтарында жарық шығаруы.

# Люминесценттік талдау

Люминесценттік талдау деп заттарға ультракүлгін рентген гамма сәулелерімен және электрондар ағынымен әсер еткенде олардан оптикалық сәулелердің (люминесценттік жарқырау) пайда болуын айтады. Бұл әдіспен кез келген заттың сапасын бүлдірмей, оны тез анықтауға болады. Люминесценттік жарқыраудың спектрлік құрамы оны шығаратын толқын ұзындығына емес, тексеріліп отырған заттың құрамына, оның молекуласының құрамы мен күйіне тығыз байланысты. Сөйтіп люминесценцияның интенсивтігі мен спектрлік құрамына қарап ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасы мен сортын анықтауға болады.

# Люминесценттік талдау

**Объективті**

**Ультракүлгін сәуле түсіргеннен кейін заттың люминесценттік жарқырауын адам көзімен көріп бағалайды**

**Субъективті**

**Ультракүлгін сәуле түсіргеннен кейін заттың люминесценттік жарқырауын құрылғы арқылы бақыланады.**



## ***Люминесценцияны мынадай қасиеттеріне қарай классификациялайды:***

- Атомдар мен молекулаларды қоздырушылардың табиғатына қарай
- Кешігіп жарықтанудың ұзақтығына қарай
- Қозу кезіндегі атом ішінде өтетін үрдістерге қарай

# Атом ішілік үрдістерге қарай

## люминесценцияны:

- Спонтанды
- Еріксіз
- Рекомбинациялы деп бөлінеді

**Спонтанды люминесценция** кезінде сәуле шығару қозумен бірге жүреді. Қозған деңгейден негізгі деңгейге өту бір қадамды, сатылы болуы мүмкін. Алғашқысын резонанстық деп атайды. Соңғысында кейбір сатылар сәуле шығармауы да мүмкін.

Кейбір заттарда қозған атомдардың ұзақ уақыт тұрақтап қалатын энергетикалық деңгейлері болады. Оларды **метатұрақты деңгейлер** деп аталады. Ондағы атомдарды негізгі деңгейге қайтару үшін қандайда бір энергетикалық әсер қажет. Бұл арқылы сәуле шығару **еріксіз люминесценция** деп аталады.

**Газдардағы** электрондар мен  
иондардың жартылай  
өткізгіштердегі электрондар мен  
кемтіктердің рекомбинациялық  
үрдістері кезіндегі люминесценция.

# *Әдебиеттер:*

1. Арызханов Б. “Биологиялық физика”, 1990 ж.
2. Тиманюк В.А., Животова Е.Н. “Биофизика”, Киев, 2004г.
3. Ремизов А.Н. «Медицинская и биологическая физика», М., 2004г.
4. Владимирова Ю.А., Рощупкин, Д.И., Потапенко А.Я., Деев А.И. “Биофизика”, М., Медицина, 1999г.

## *Люминесценттік әдіс:*

- молекуланың қозған күйдегі өмір сүру уақыты;
- молекуламен энергияның шығындалу үрдісі;
- энергия кванттарының шамасы;
- энергетикалық деңгейлердің орналасуы;
- заттың күйі туралы қарастырады.

# *Микроспектрофлюориметр*

хлорофилл және де басқа органикалық  
заттардың люминесценциясын  
анықтайды.

**Қолданылу аумақтары:** токсикология,  
иммунология, онкология, геология  
және т.б.



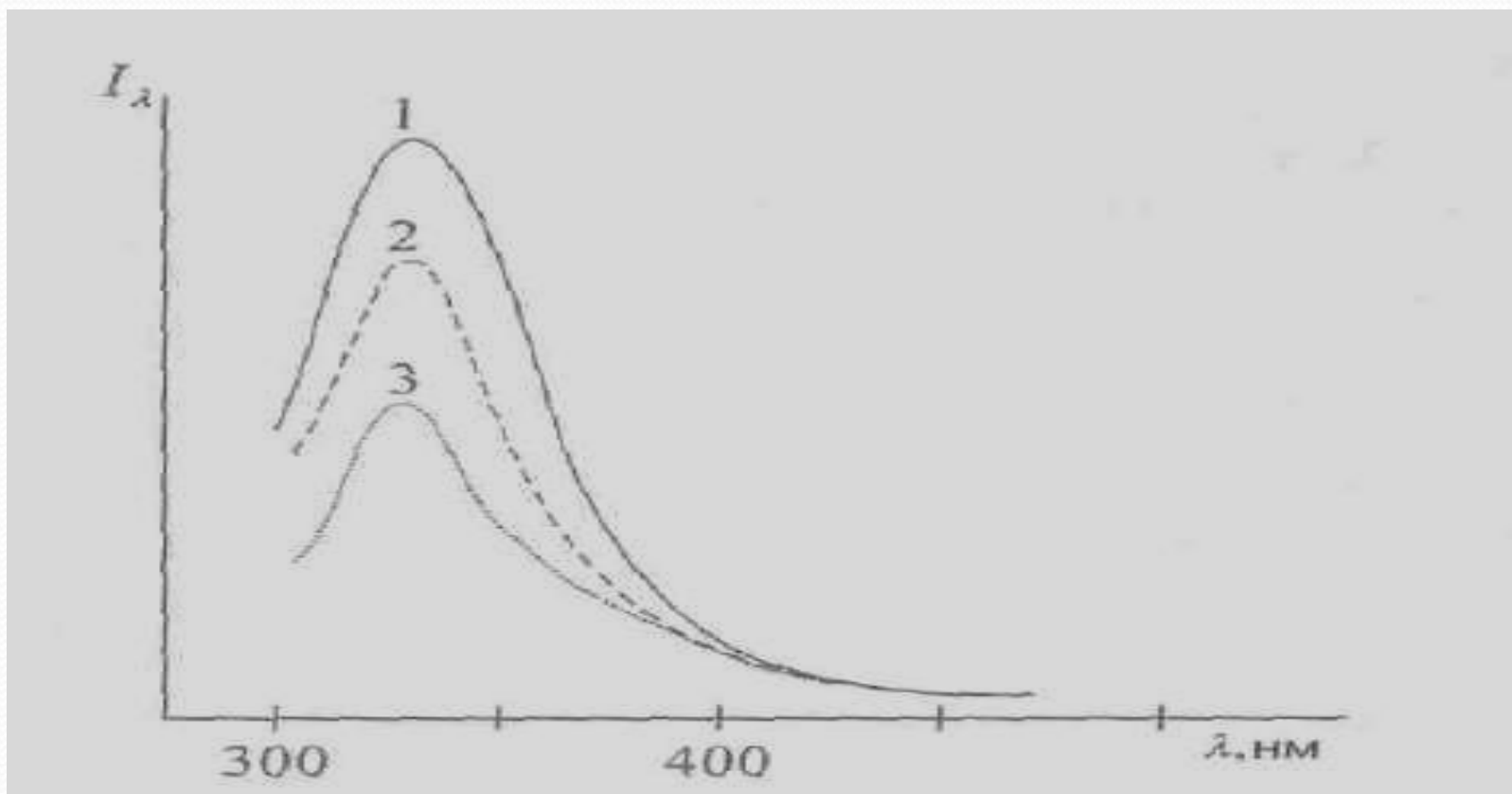
**Ағза ұлпалары жарық әсерінен флуоресцияланатын қасиеті бар заттардан тұрады. Мұндай флуоресценция *меншікті* деп аталады.**

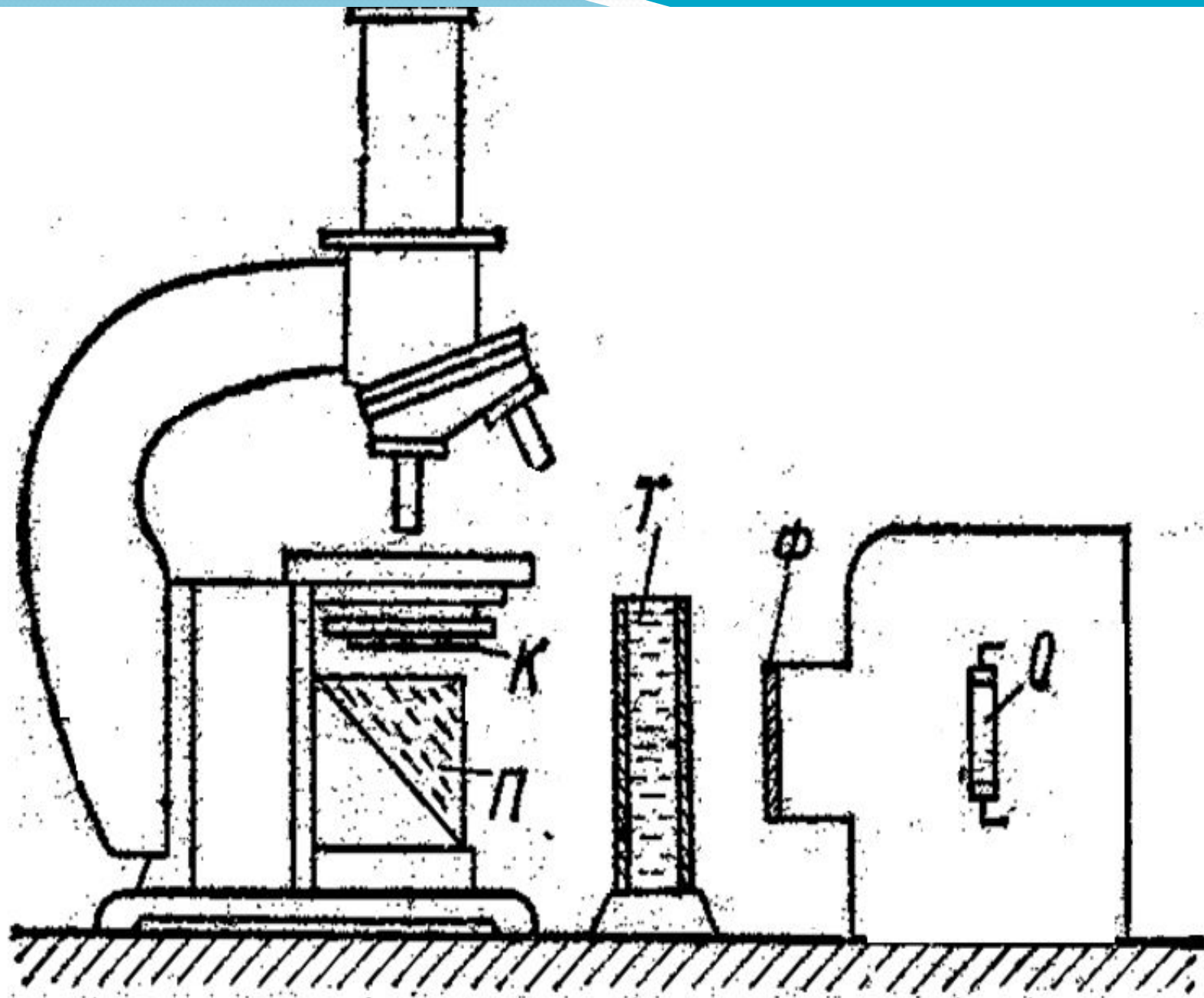
Әр түрлі жасушаның меншікті *УК*  
*флуоресценция спектрі* ұқсас болады.

Бірақ олардың біреуі күштірек  
жарқырайтын болса, ал басқалары  
әлсіздеу жарқырайды. Бірдей  
жасушадағы әр түрлі ультрақұрылымды  
компоненттер бірдей  
флуоресцияланбайды.

# УК флуоресценция спектрі

Бұлшық ет талшықтары (1), нейрондар (2), эритроцитер (3)





## *Бақылау сұрақтары:*

- ✓ Фотобиологиялық процесстердің алғашқы стадиялары қандай?
- ✓ Фотобиологиялық әсер спектрлерінің пайда болу механизмдері.
- ✓ Алғашқы фотобиохимиялық реакциялардың өнімдерін оқып үйренудің қандай әдістері бар?
- ✓ Еркін радикальды тотығудың мағынасы неде?

- Люминесценция дегеніміз не? және қандай түрлері бар?
- Фотолюминесценцияның мағынасы. Стокс ережесі.
- Биологиялық объектілердің фотолюминесценттік сапалық және сандық сараптамасы
- Люминесценттік микроскопия айырмашылығы неде?
- Хемилюминесценция генерациясының механизмі қандай?