

АТОМДЫҚ ЖӘНЕ  
ЯДРОЛЫҚ  
ФИЗИКА

---

# САБАҚТЫҢ МАҚСАТЫ:

---

- ▣ **Білімділік:** атомның құрылысы, атом ядросы, ядролық энергия тарау бойынша қайталау, теориялық және практикалық білімін нысықтау;
- ▣ **Тәрбиелік:** алған білімдерін жүйелеп отыруға тәрбиелеу, өзара жолдастық көмек көрсете білуге және жауапкершілікті сезіне білуге тәрбиелеу;
- ▣ **Дамытушылық:** зейіні мен зердесін дамыту, белсенділіктері мен қабілеттіліктерін арттыру;

# САБАҚТЫҢ БАРЫСЫ:

---

- Ұйымдастыру кезеңі;
- Жаңа сабақты түсіндіру;
- Есептер шығару;
- Қорытындылау;
- Тестік тапсырмалар;

- . Атомның тарихы 19 ғ-дың соңында ашылған электрон мен радиоактивтіліктің қасиеттерін анықтаудан басталады.
- Атом туралы ұғым ертедегі гректерден бастау алды. Бірақ ол материяның бөлінбейтін тұтас бөлшегі деген теріс ұғым болып қалыптасты.
- Атом құрылысының күрделі екендігі Дж. Томсон ашқан электронның қасиеттерінен байқала бастады.



**ТОМСОН Джозеф**

**Джон**

18.12 1856 ж. –

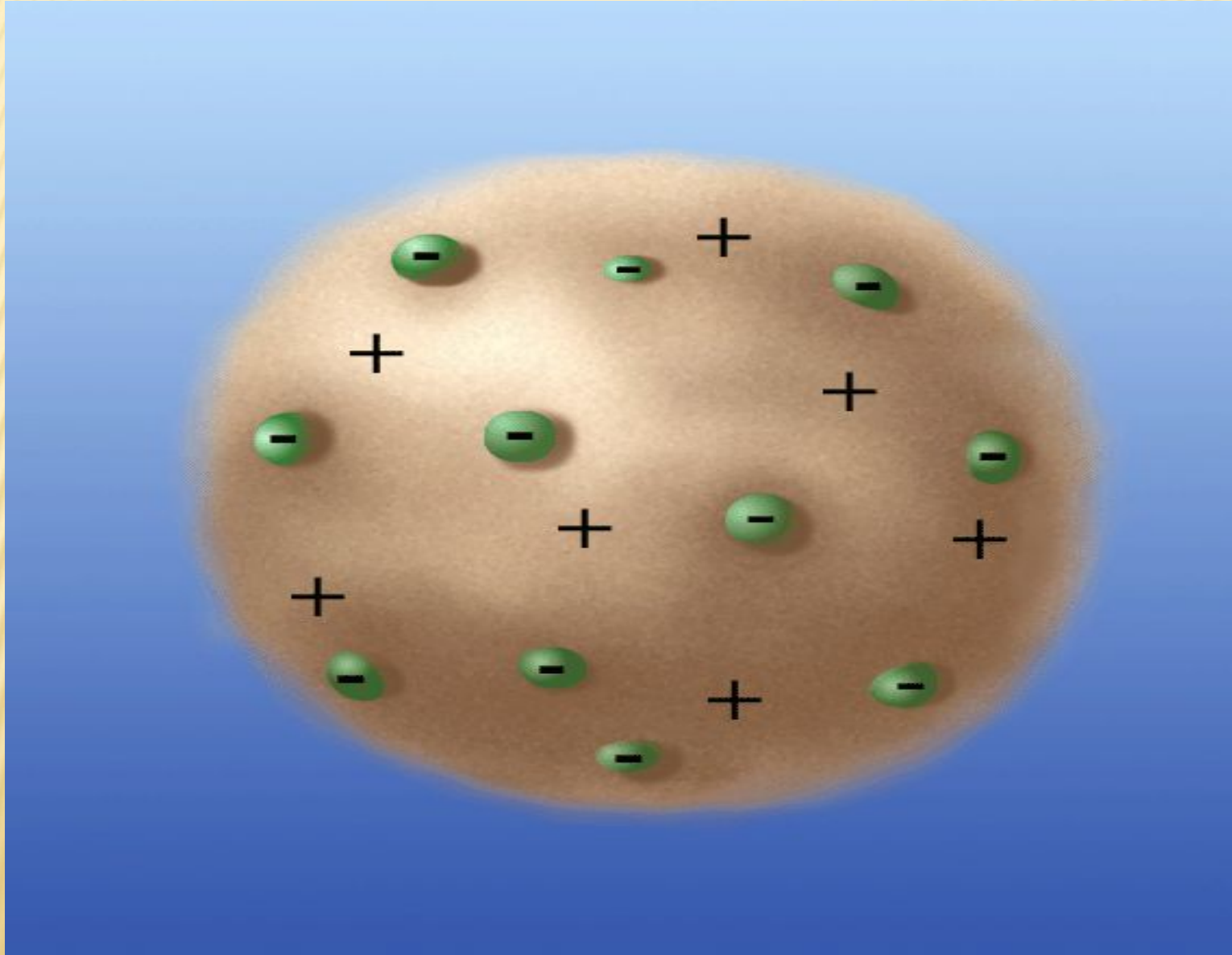
30.08. 1940 ж.

1906 ж-Нобель

СЫЙЛЫҒЫ.

# ТОМСОН МОДЕЛІ

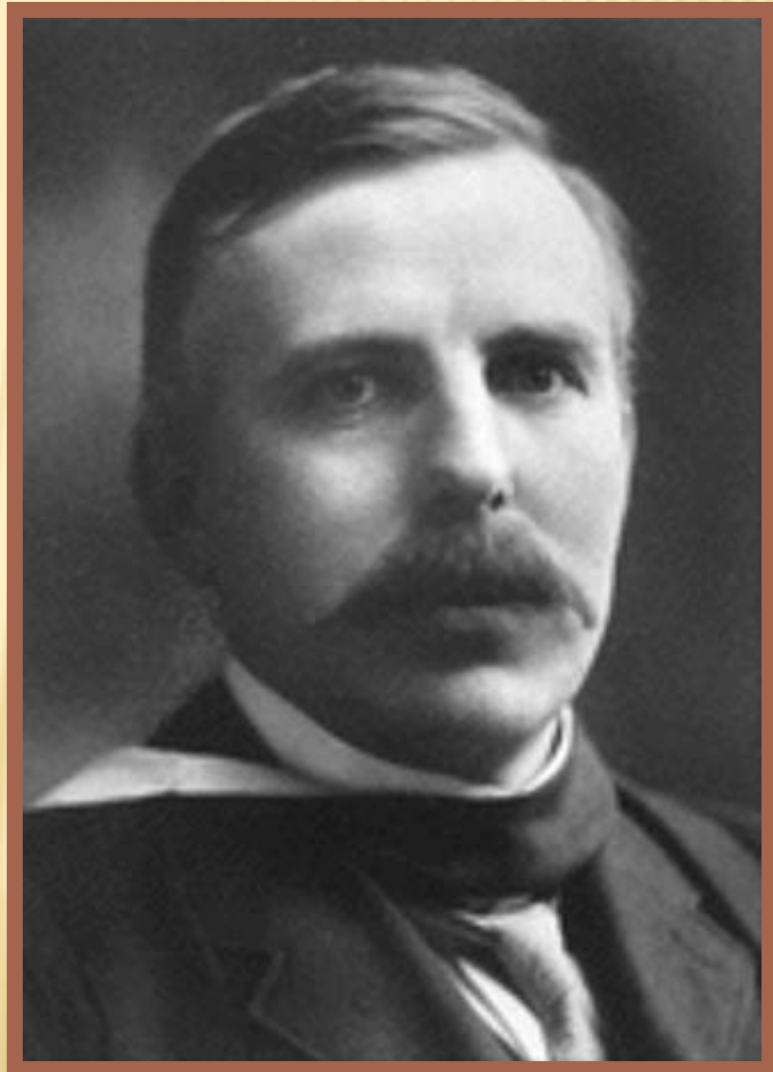
---



- 
- Классикалық физика негіздеріне сүйеніп атомның құрылысы мен негізгі қасиеттерін теориялық тұрғыдан түсіндіруге тырысқан. Эрнест Резерфорд атом құрылысының моделін ұсынды.

---

Эрнест  
Резерфорд  
(1871–1937)





□ Атомның ішінде электр зарядтарының орналасу тәртібін анықтау үшін 1911 жылы Резерфорд өзінің шекірттері Г. Гейгер және Э. Марсденмен бірге альфа -бөлшектер шоғын өте жұқа алтын фольгадан өткізіп, бірнеше тәжірибелер жасады. Осы тәжірибелерді зерделеу нәтижесінде атомның ядролық, басқаша айтсақ, планетарлық моделі өмірге келді.

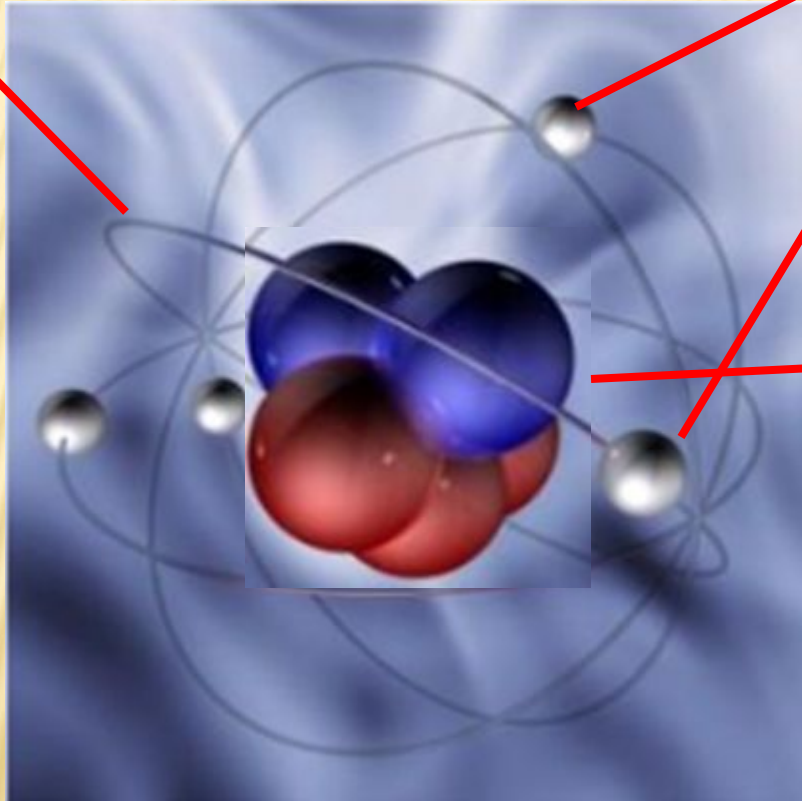
---

## □ Видео 1

# Атомның планетарлық моделі

Электрондық қабықша

Электрондар



Ядро

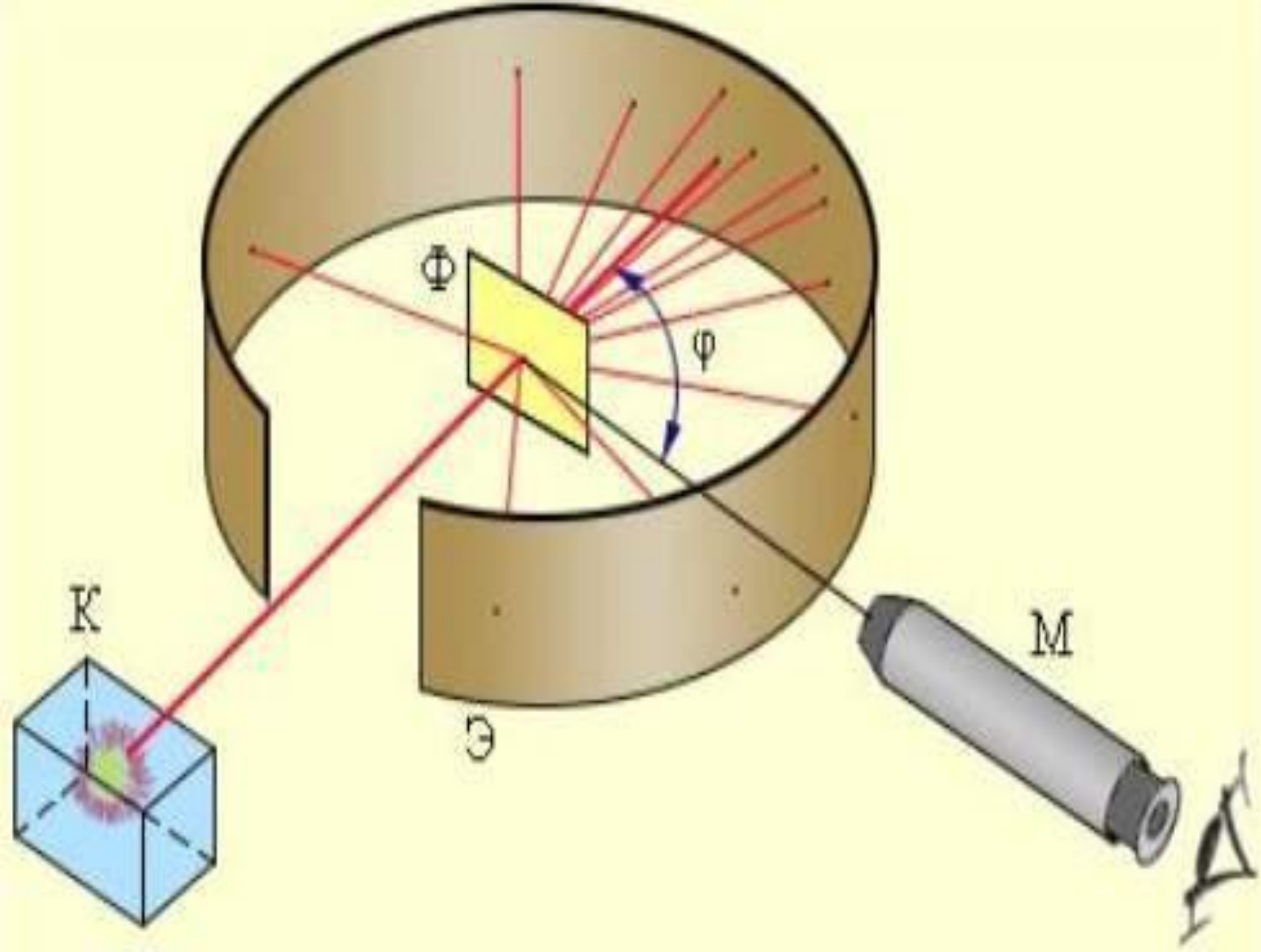
Прибордың ішінде фольга болмағанда дөңгелек пайда болады

---



Прибордың ішіне фольганы орналастырғанда ауытқулар пайда болады





---

## □ Видео 2

## Ядроның өлшемі, заряды

Ядроның диаметрі  $10^{-12}$  -  $10^{-13}$  см,  
атомның диаметрі  $10^{-8}$  см

$$q_{\text{я}} = + Z \cdot e$$

Атом ядросының заряды

$$q_{\text{э}} = - Z \cdot e$$

$q_{\text{я}}$  - Атом ядросының заряды

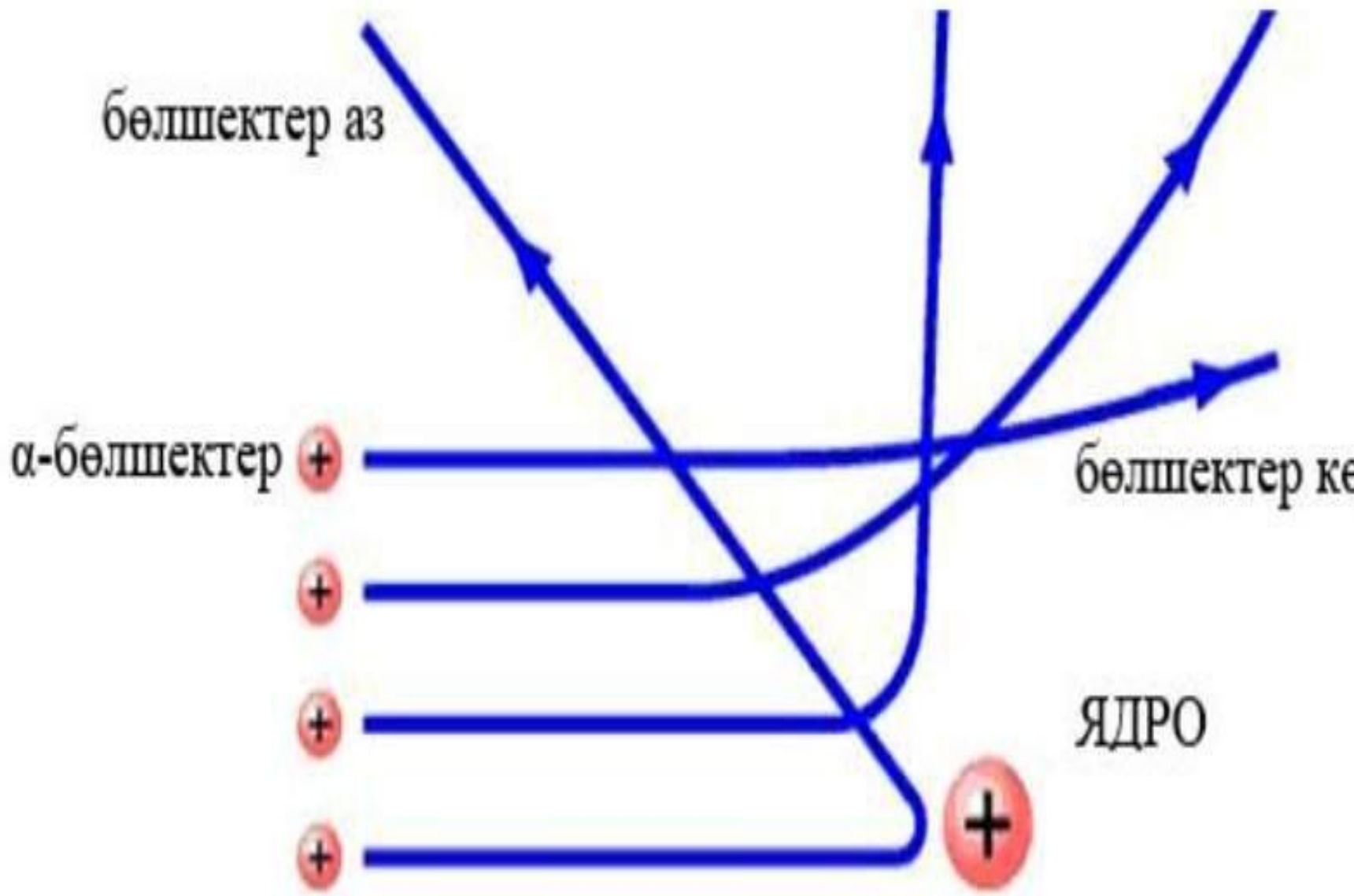
$Z$  - элементтің Менделеев кестесіндегі реттік нөмірі

- әрбір электронның немесе протонның заряды бір элементар зарядқа ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл) тең;

- кез келген элемент атомының ядросындағы протондар элементтің Менделеев кестесіндегі реттік нөміріне тең. Уран ядросының  ${}_{92}\text{U}^{238}$  заряды ( $q_{\text{я}} = +92 \cdot e$ )

заряд саны  $Z=92$



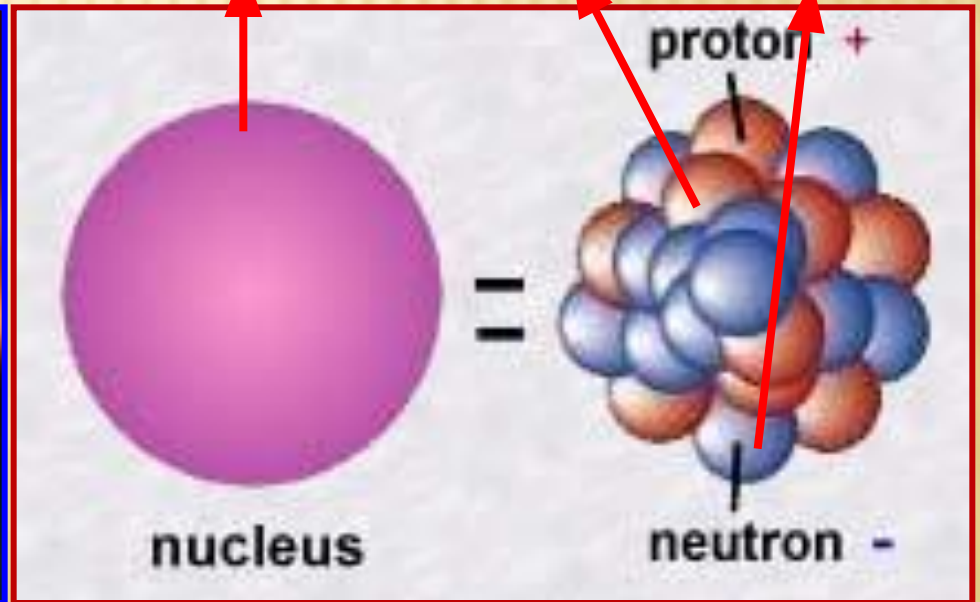


Альфа-бөлшектер ядроның жанында

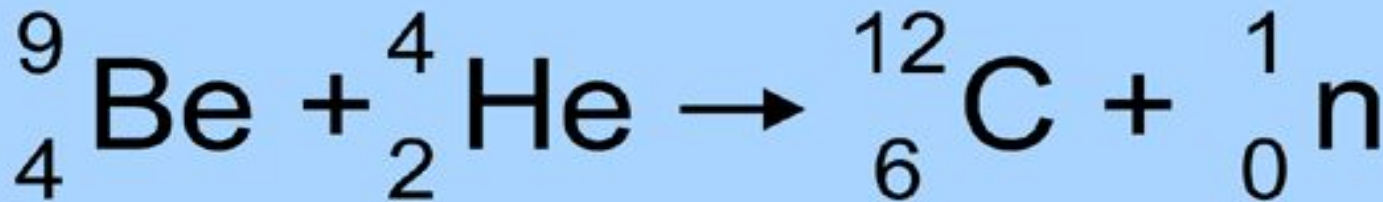
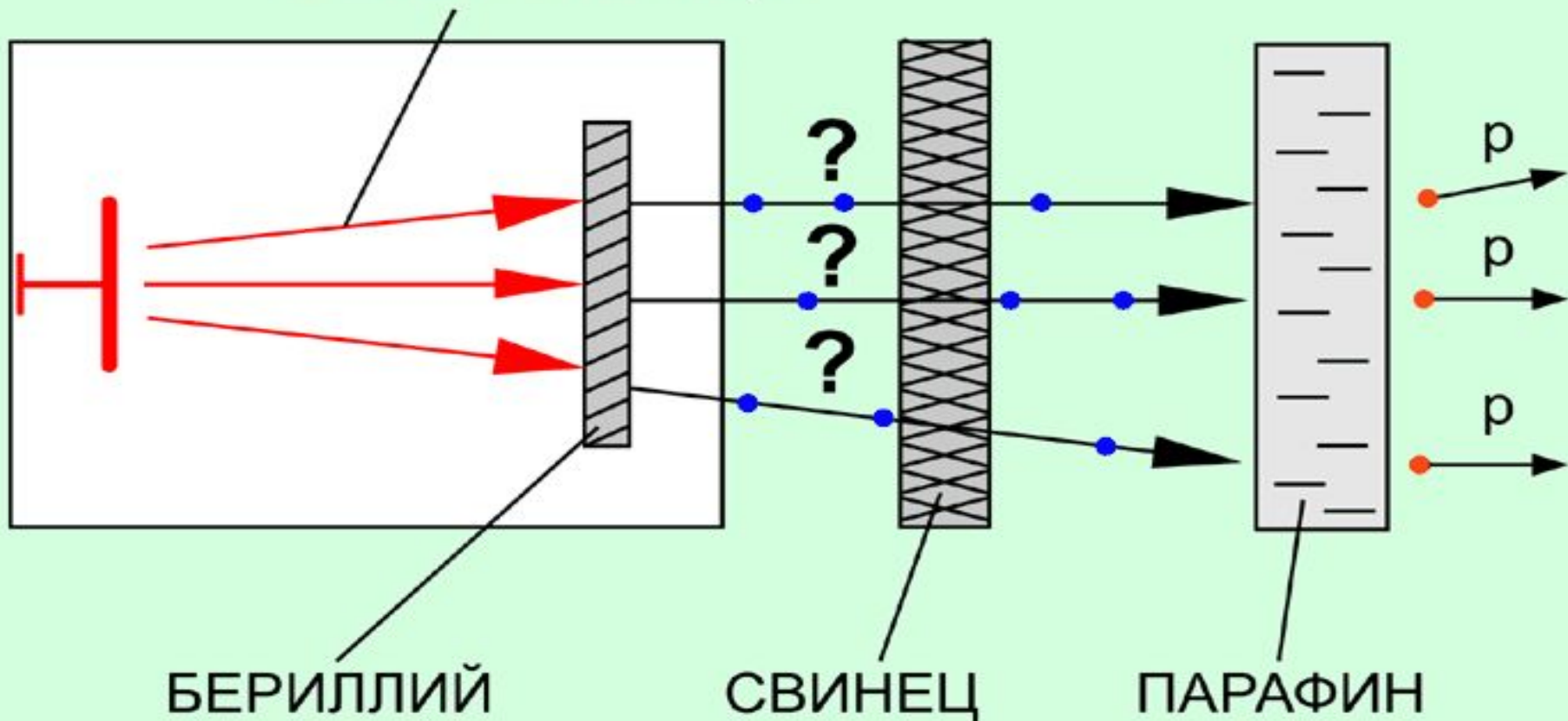


**Джеймс Чедвик  
(1891-1974 ж.ж.)**

**1932 жылы Резерфордтың шәкірті ағылшын ғалымы Джеймс Чедвик ядроның құрамына кіретін жаңа бөлшек – нейтронды ашты.**



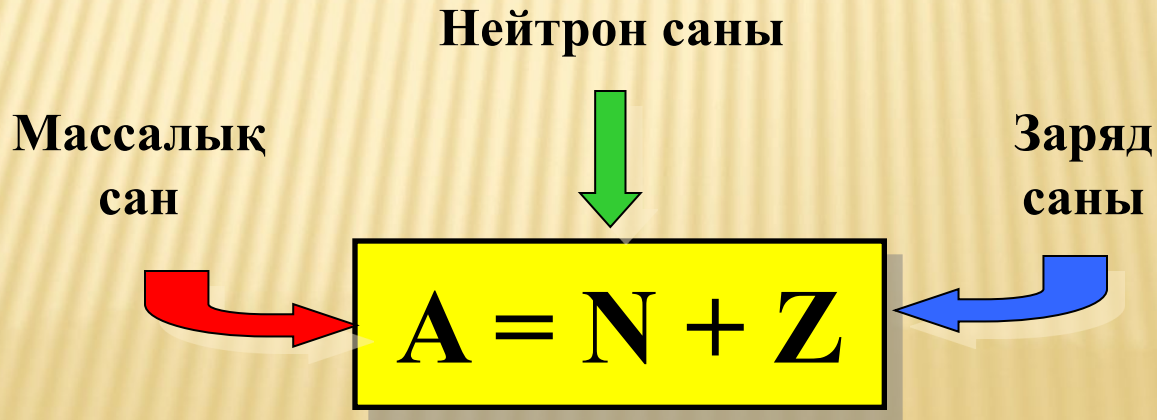
# АЛЬФА-ЧАСТИЦЫ



Нақты бір элементтің ядроларындағы протондар саны (**Z**) өзгермейді, нейтрондар саны әртүрлі болып кездеседі. Осыған сәйкес химиялық элементтің ядролардағы нуклондар саны (**A**) өзгеріп отырады.

Химиялық элемент  ${}_Z^AX$

**Z** - рет саны, протон саны  
**A** - нуклон саны

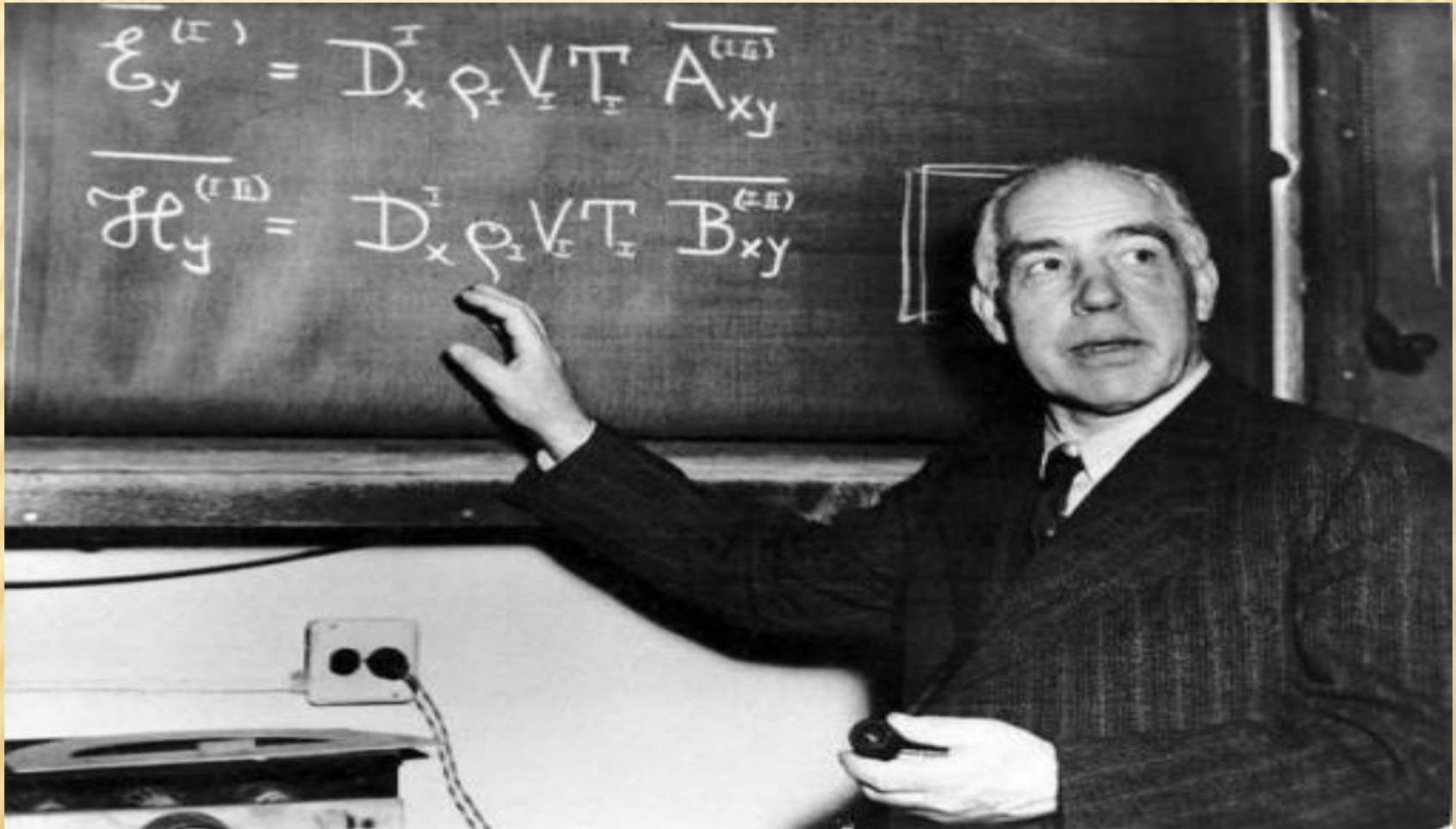


Бір–бірінен тек ядросындағы нейтрондар санына қарай ажыратылатын элемент түрлерін изотоптар деп атайды.

Сутегінің үш түрлі изотоптары  
 ${}_1\text{H}^1$ ,  ${}_1\text{H}^2$ ,  ${}_1\text{H}^3$



# НИЛЬС БОР



# БОРДЫҢ БІРІНШІ ПОСТУЛАТЫ

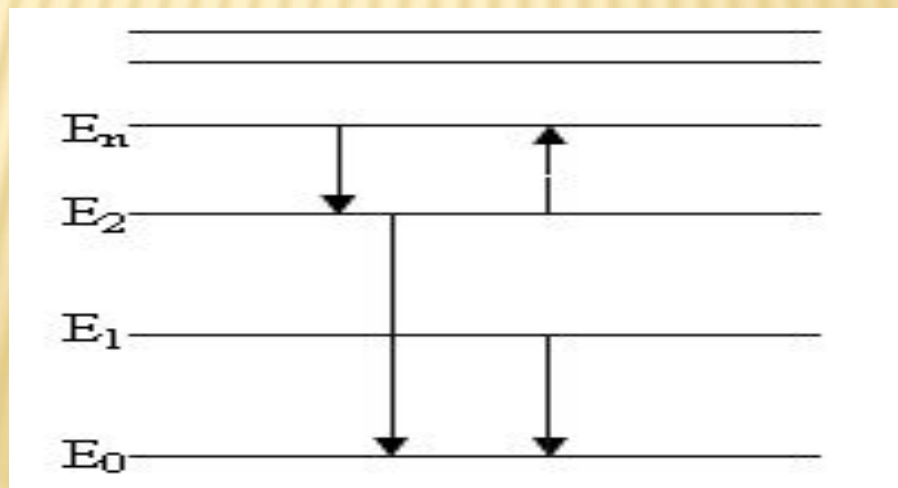
- Атомдар, тек стационарлық күйлер деп аталатын қандай да бір күйлерде ғана бола алады. Бұл күйдегі электрондар ядроны айнала үдей қозғалғанымен өзінен сәуле шығармайды. Бірінші қағида немесе орнықты күйлер қағидасы: атомдағы электрондар кез келген энергиясы бар орбиталармен емес, тек белгілі бір энергиясы 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.

# БОРДЫҢ ЕКІНШІ ПОСТУЛАТЫ

- Сәуле шығару немесе жұту тек бір стационарлық күйден екінші стационарлық күйге өткен кезде ғана болады. Ал шығарылған немесе жұтылған сәуленің жиілігі мына шарттан анықталады:

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

- Мұндағы  $E_n$  және  $E_m$  осы стационар күйлердің энергиясы, ал  $h$ — Планк тұрақтысы. 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 ( $E_n$  және  $E_m$ ) айырымына тең.
- Атомдардың энергетикалық күйлерін энергия деңгейлері арқылы белгілеп, сәуле шығару және жұту үрдістерін көрнекті түрде көрсету ыңғайлы.





1890 ж. И.Ридберг Бальмер сериясындағы спектр сызықтарының жиілігін анықтаудың формуласын ұсынды

$$\frac{1}{\lambda} = R \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right),$$

---

## □ Видео 3

# ЯДРОЛЫҚ КҮШТЕР

---

- Ядрода нуклондарды берік байланыста ұстап тұратын күшті ядролық күш деп атайды. Бұл күш кулондық күштен 100 есе, ал гравитациялық күштен  $10^{38}$  есе үлкен болады.

Ядролық күштердің қасиеттері:

- - қысқа әрекетті
- - зарядтарға тәуелсіз
- - қаныққыш

Кез келген химиялық элементтің тыныштықтағы атомы ядросының массасы оны құрайтын дербес протондар мен нейтрондар массаларының қосындысынан кіші болады.

$$M_{ya} < Z \cdot m_p + N \cdot m_n.$$

Атом ядросынан бір нуклонды бөліп алу үшін, оны ұстап тұрған ядролық күшке қарсы жұмыс атқарылуы, яғни ядроға белгілі мөлшерде энергия берілуі қажет. Атом ядросын түгелімен жеке нуклондарға ыдырату үшін қажетті минимал энергияны ***ядроның байланыс энергиясы*** деп атайды.

Энергияның сақталу заңы бойынша дәл осындай энергия дербес протондар мен нейтрондар ядроға біріккенде бөлініп шығады. Ядролық тарту күшінің жұмысы есебінен нуклондардан атом ядросы түзілгенде пайда болатын массалар айырымын **массалар ақауы** деп атайды.

---

## □ Видео 4

# Массалар ақауын есептеу формуласы

---

$$\Delta M = Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{ya}$$

Ядроның байланыс энергиясының формуласы

$$E_b = \Delta M \cdot c^2 = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{ya}) \cdot c^2$$

Ядролық физикада массаның атомдық бірлігі (1 м. а.б.), ал энергия үшін мегаэлектронвольт (МэВ) қолданылатынын ескеріп, формуланы осылайша жазуға болады:

$$E_b = (Z \cdot m_p + N \cdot m_n - M_{ya}) \cdot 931,5$$

---

□ Меншікті байланыс энергиясы деп ядроның байланыс энергиясының  $A$  массалық санға қатынасын, яғни бір нуклонға сәйкес келетін байланыс энергиясын айтады  $E_M = \frac{E_6}{A}$

Ядролық реакцияларда ядролық түрленумен қабаттаса оның ішкі энергиясы, яғни байланыс энергиясы өзгереді.

Бөлшектермен ядролардың реакцияға түскенге дейінгі және реакциядан кейінгі тыныштық энергияларының айырымын *ядролық реакцияның энергетикалық шығуы* деп атайды.

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

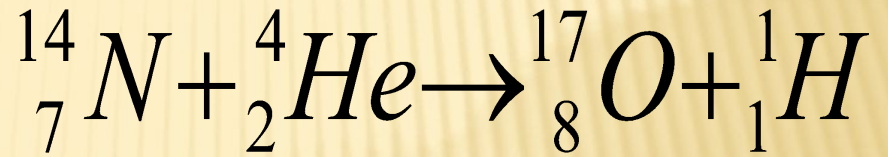
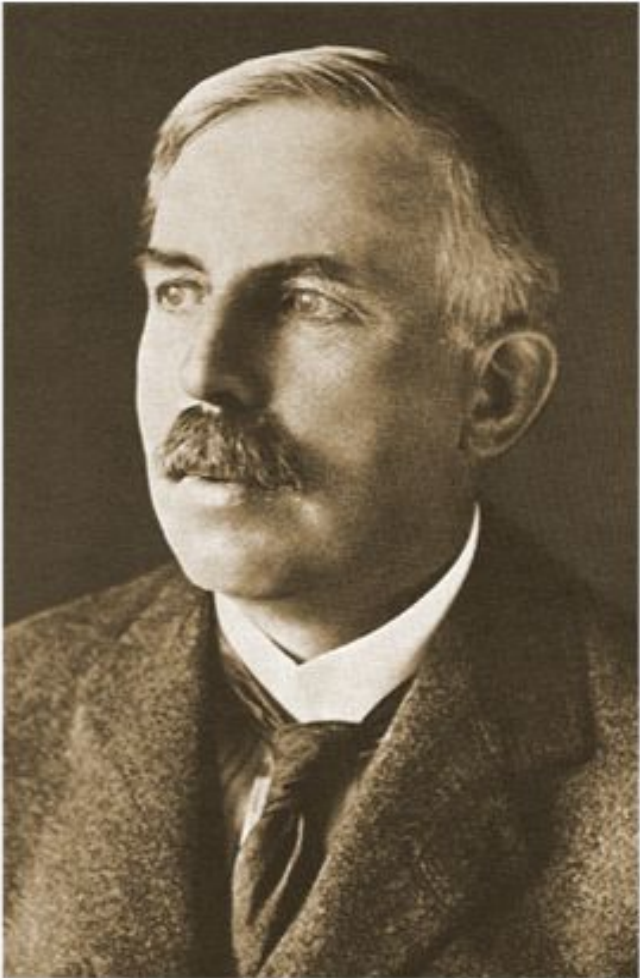
$$\Delta m = (m_1 + m_2) - (m_3 + m_4)$$



□ Атом ядросы өзара әсерлер кезінде бір-біріне айналады. Бұл айналуларға қатысқан бөлшектердің кинетикалық энергиясының артуы немесе кемуімен қабаттаса жүреді. Атом ядроларының элементар бөлшектерімен немесе бір-бірімен өзара әсерлесуі кезінде болатын өзгерістер **ядролық реакциялар** деп аталады.

---

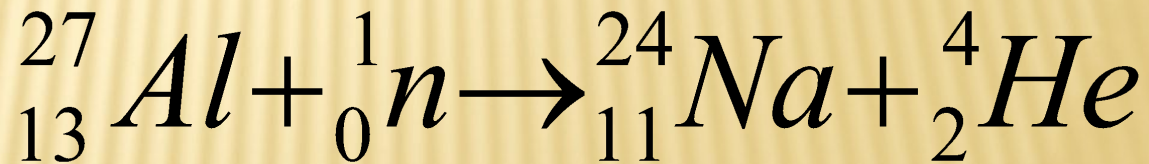
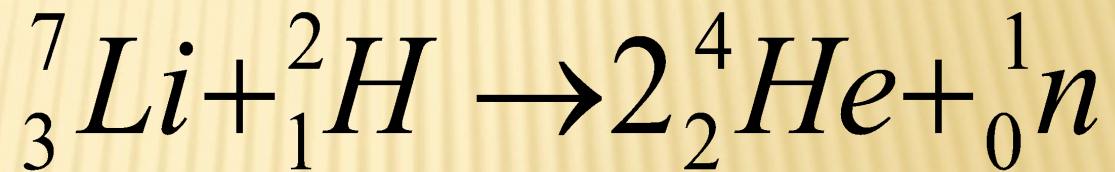
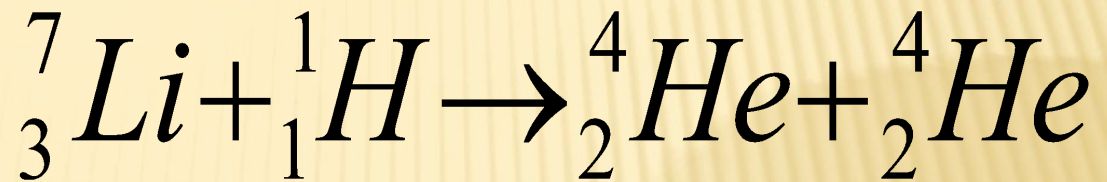
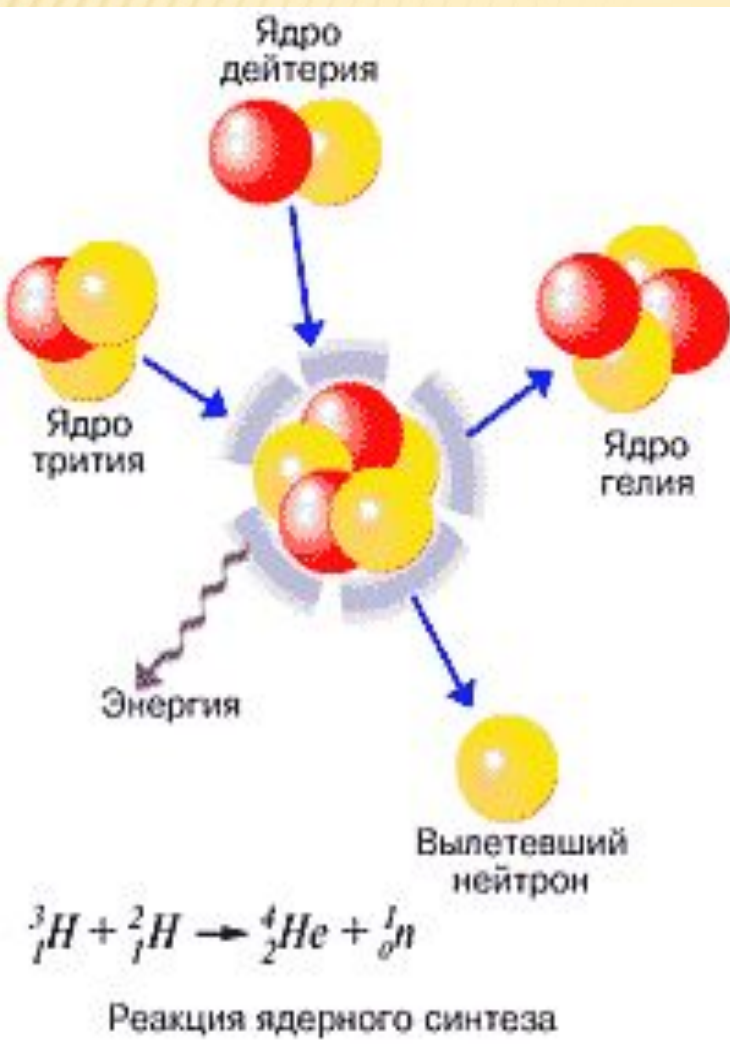
## □ Видео 5



**Алғашқы ядролық  
реакцияны  
Резерфорд жасады**



# Ядролық реакция мысалдары



**Уран ядросының бөлінуін 1938жылы неміс ғалымдары О. Хан мен Ф. Штрассман ашты.**

**1939 жылдың басында ағылшын ғалымы О. Фриш австралиялық ғалым Л. Мейтнер нейтронды қармап алған уран ядросының екі жарықшаққа бөлінгендігін анықтады.**

**Уран ядросының бөлінуі ядроның тыныштық массасы бөлінуі кезінде пайда болатын жарықшақтардың тыныштық массаларының қосындысынан артық болғандықтан ғана жүзеге асады.**

**Тыныштық массасының кемуіне балама энергия бөлініп шығады.**

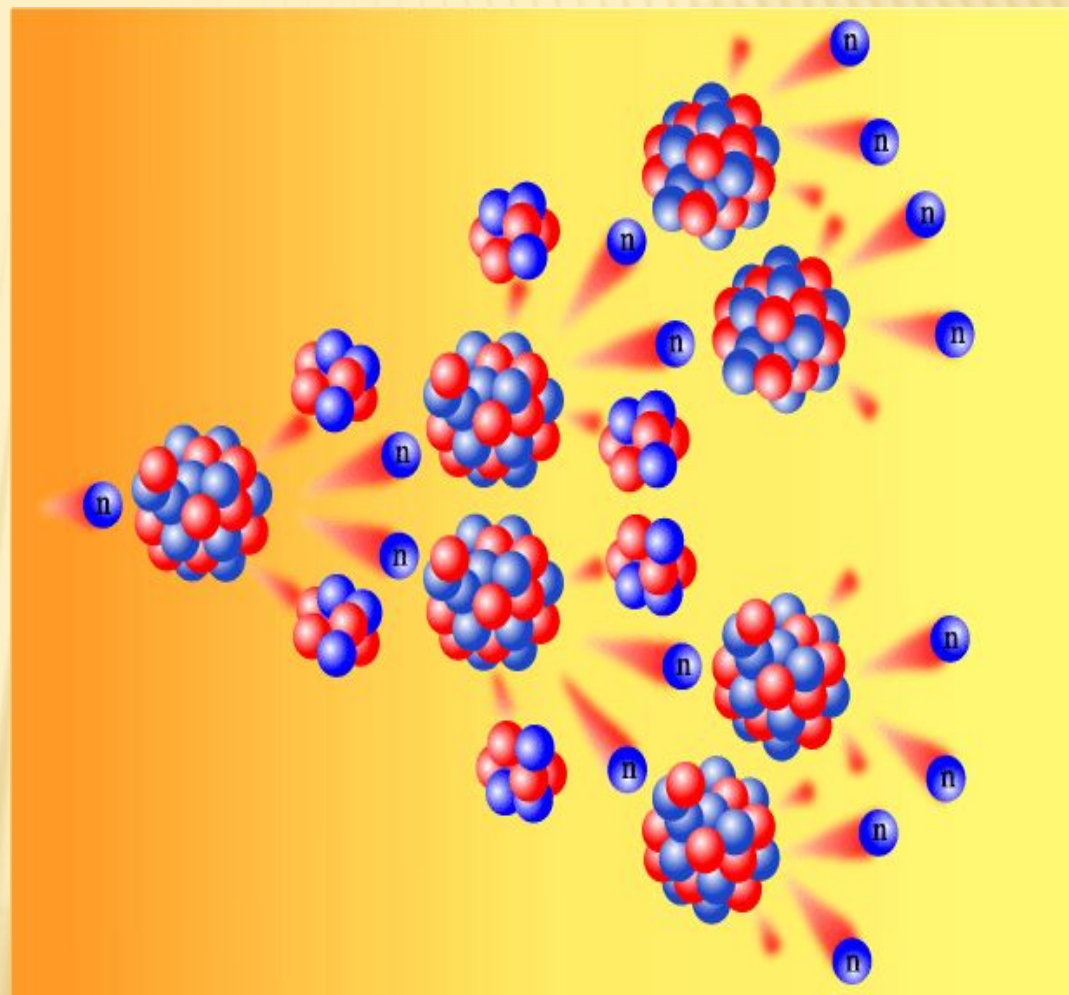
**Толық масса сақталады, өйткені үлкен жылдамдықпен қозғалатын жарықшақтардың массасы олардың тыныштық массаларынан артық болады.**

- Ядролардың өз бетімен түрленіп,  $\alpha$ ,  $\beta$  және басқада бөлшектер мен сәулелерді шығаруларын радиоактивті ыдырау деп атайды.
- Радиоактивті заттардың түрленулерін зерттей келе, Резерфорд олардың активтігі уақыт өтумен байланысты кемитіндігін анықтады. Бұл уақыт интервалы жартылай ыдырау периоды деп аталады.
- Радиоактивті изотоп ядроларының тек жартысы ыдырайтын уақыт осы изотоптын жартылай ыдырау периоды деп аталады.

$$N = N_0 * 2^{-t/T}$$

# Тізбекті ядролық реакциялар

- Тізбекті ядролық реакция деп оны туындатын бөлшектер (нейтрондар) осы реакцияның өнім ретінде пайда болатын реакцияны айтады.

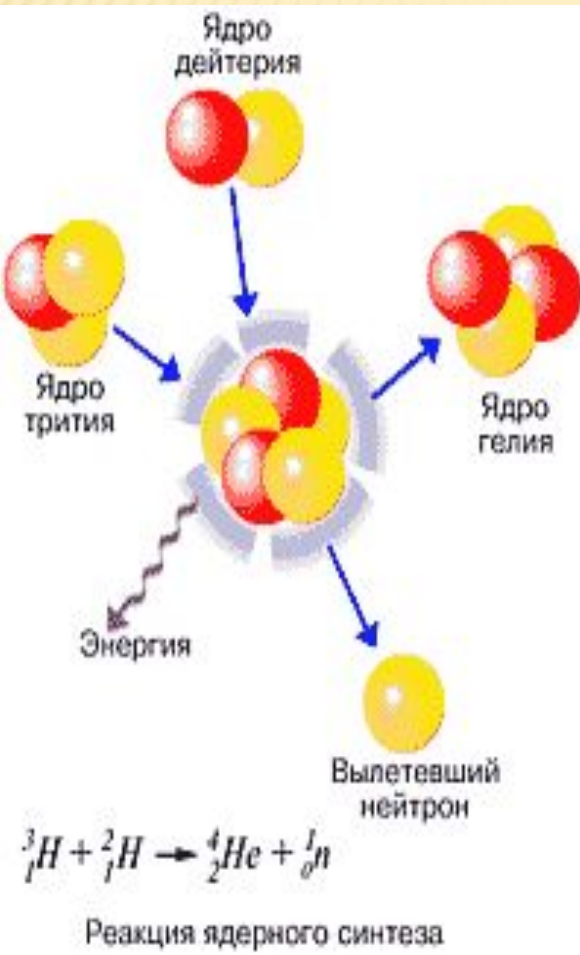


---

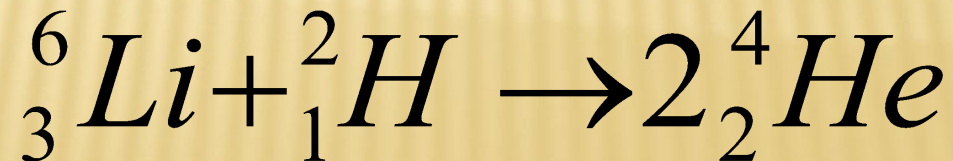
## □ Видео 6



# Термоядролық реакциялар



- бұл жеңіл атом ядроларының арасындағы ( және одан жоғары 108) температуралар жанында өте биік ағатын ядролық реакциялар. Толық иондалған плазманың күйінде бұл затта болады. Биік температуралардың қажеттілігі термоядролық реакциядағы ядролардың араласып кетуі үшін олар өте аз қашықтықтарға жақындау және ядролық күштердің әсерінің саласына ұйту үшін керек ұғындырылады. Бұл жақындауға аттас оқтаулы ядро жұмыс істейтін кулонның тебісу күштерін кедергі келтіреді. Олар жеңу, ядро керемет үлкен кинетикалық энергиямен ие болуы керек болу үшін. Жылытуға араластыруға жұмсаған жігерді термоядролық реакцияның ағуынан кейін реакция ағу барысында сараман энергиямен орны толтырылады.



Нейтрондардың көбею коэффициенті  $[k]$  –нейтрондардың кез келген бір «буынындағы» санының алдыңғы «буынындағы» санына қатынасын айтады.

Тізбекті бөліну реакцияның  $k$ -коэффициенті үлкен немесе бірге тең болуы қажет.

## Егер

---

$k \geq 1$ , онда тізбекті реакция жүреді;

$k < 1$ , нейтрондар саны уақытқа байланысты азаяды да, тізбекті реакция тоқтап қалады;

$k = 1$  – онда нейтрондар саны уақыт өтуімен өзгермей, тізбекті реакция тұрақты;

$k = 1,01$  – жарылыс;

---

## □ Видео 7

✦ Есептер шығару:

1. Радиоактивті үлгінің анализі ондағы X элементтің 4 тәулікте 0,4г-нан 0,1 гр-ға дейін азайғанын көрсетті. X элементінің жартылай ыдырау периодын анықтаңдар
2. Ядролық реакцияның  ${}^3_2\text{He} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^2_1\text{H}$  энергетикалық шығуын есептеңдер, егер гелий ядросының байланыс энергиясы 28,3 МэВ, гелий изотопының байланыс энергиясы 7,7МэВ, тритий ядросының байланыс энергиясы 2,2МэВ тең болса
3. Көздің талмай қабылдайтын қуаты  $2 \cdot 10^{-9}$  Вт, толқын ұзындығы 0,5мкм жарықты қабылдайды. 1с ішінде көз торына түсетін фотон санын анықтаңдар ( $h=6.62 \cdot 10^{-34}$  Дж\*с;  $c=3 \cdot 10^8$  м/с)
4. Неон ядросы изотопының масса ақауын есептеңдер

5.  ${}^7_3\text{Li}$ ,  ${}^{12}_6\text{C}$ ,  ${}^{27}_{13}\text{Al}$  ядроларының байланыс энергиясын және меншіті байланыс энергиясын анықтаңдар.

---

6. Атомның құрлысы (ядро+ электрондар) күн жүйесінің құрлысын ( Күн+ планеталар) еске түсіреді. Олардың арасында қандай айырмашылық бар?

7. Қалыпты жағдайдағы атом қоздырылған күйдегі атомнан қандай айырмашылығы бар?

8. Сутегімен толтырылған разрядтық түтікшеден дифракциалық торға жарық түсті. Тор периоды  $5 \cdot 10^{-4}$  см-ге тең. Спектрдың сызығындағы 5-ші қатардағы спектрды  $41^\circ$  бұрышта көру үшін 2-ші орбитадан қандай орбитаға ауысады?

9. Бетке перпендикуляр түскен толқын ұзындығы  $4,9 \cdot 10^{-7}$  м жарық оған  $5 \cdot 10^{-6}$  Па қысым түсіреді. Осы беттің аудан бірлігіне секунд сайын қанша фотон түседі? Жарықтың осы беттен шағылу коэффициенті 0,25.

10. Радиоактивті препараттар шығаратын альфа бөлшектер неге ауыр элементтерде ядролық реакция жүргізе алмайды ?

11. Сутегі атомындағы электронды толқын ұзындығы  $4,86 \cdot 10^{-7}$  м фотон атомымен сәулелендіргенде электрон атомы қаншаға өзгереді?

12. Сутегі атомында электронның 3-і орбитадан бірінші орбитаға ауысқандағы фотонның энергиясын анықтаңдар.

13. Уран-235 изотопының бір ядросы бөлінгенде 200МэВ энергия бөлініп шығады. 10кг уранның барлық ядросы бөлінген кезде қанша жылу мөлшері бөлінеді?

14. Бор ядросын  ${}^{11}_5B$  протонмен атқылағанда бериллий  ${}^9_4Be$  шығады. Осы реакция кезінде тағы да қандай ядро пайда болады?

15. Уран-235 ядросы бөліну реакция кезінде  $1,204 \cdot 10^{26}$  МэВ энергия бөлінеді. Бір ядро кезде 200 МэВ энергия шыққан кездегі бөлінген уранның массасын анықтаңдар.

16. Массасы 8кг радиоактивті цезий бар. Радиоактивті ыдыраудан 135 жыл өткенен кейін цезидің қанша массасы қалғанын анықтаңдар, егер оның жартылау ыдырау периоды 27 жылға тең болса.



17. Егер фотоэлектрондардың кинетикалық энергиясы  $4,5 \cdot 10^{-20}$  Дж, ал электрондардың металдан шығу жұмысы  $7,6 \cdot 10^{-19}$  Дж болса, металл бетін жарықтандыратын жарық толқынының ұзындығы қандай болатының анықтаңдар.

18. Ауыр сутегі-дейтрон ядросының байланыс энергиясы неге тең? Дейтронның атомдық массасы 2,01355, протондыкі 1,00728, нейтрондыкі 1,00866.

19. Литий ядросын  $\alpha$ -бөлшекпен атқылағанда гелидің изотопы шығады. Осы реакция кезінде тағы да қандай ядро пайда болады?

20. Толқын ұзындығы  $3,0 \cdot 10^{-7}$  м шыққан жарық затқа түседі, ол зат үшін фотоэффектінің қызыл шекарасы  $4,3 \cdot 10^{14}$  Гц фотоэлектрондардың кинетикалық энергиясы неге тең?

- ✳ 21. Тәулігіне 220г  ${}^{235}_{92}U$  изотопын жұмсайтын және ПӘК-і 25% болатын атым электр станциясының қуаты қандай?  
 $q = 82,8 \cdot 10^{11}$  Дж/кг.
  - ✳ 22. Натрий ( ${}^{23}_{11}Na$ ), фтор ( ${}^{19}_{9}F$ ), күміс ( ${}^{107}_{47}Ag$ ), кюри ( ${}^{247}_{96}Cm$ ), менделевий ( ${}^{257}_{101}Md$ ) ядроларының құрамы қандай?
  - ✳ 23. Үздіксіз режимде жұмыс істейтін гелий-неон газ лазеры қуатын 40 мВт-қа жеткізіп, толқын ұзындығы 630 нм монохроматты жарық сәулесін береді. Лазер 1с ішінде неше фотон шығарады?
  - ✳ 24. Мына ядролық реакциялардағы жетіспей тұрған белгілерді жазыңдар.
- ✳  ${}^{27}_{13}Al + {}^1_0n \rightarrow ? + {}^4_2He$
  - $? + {}^1_1H \rightarrow {}^{22}_1Na + {}^4_2He$

- ${}^{55}_{25}Mn + ? \rightarrow {}^{56}_{26}Fe + {}^1_0n$
  - ${}^{27}_{13}Al + \gamma \rightarrow {}^{26}_{12}Mg + ?$

- ✦ 25. Мынандай реакция кезінде  ${}^2_1H + {}^2_1H \rightarrow {}^3_2He + {}^1_0n$  энергетикалық шығуын анықтаңдар, егер гелий изотопының байланыс энергиясы 7,7 МэВ, дейтерий атом ядросының байланыс энергиясы 2,2 МэВ тең болса.
- ✦ 26. 1г уран  ${}^{235}_{92}U$  бөлінген кезде қандай энергия алуға болады, егер әрбір бөліну кезінде 200 МэВ энергия бөлітентін болса.
- ✦ 27. Мынадай термоядролық реакция кезінде 1г гелийден қанша энергия бөлініп шығады  ${}^2_1H + {}^3_1H \rightarrow {}^4_2He + {}^1_0n$
- ✦ 28. Жылдамдығы  $1,9 \cdot 10^7$  м/с альфа бөлшектің ядро центрінен өтетін түзу бойымен қозғала отырып, алтын атомының ядросына жақындай алатын ең аз қашықтықты есептеп шығарыңдар. Альфа бөлшектің массы  $6,6 \cdot 10^{-27}$  кг, заряды  $3,2 \cdot 10^{-19}$  Кл, алтын ядросының заряды -  $1,3 \cdot 10^{-17}$  Кл.

❖ 29. Хлордың атомдық массасы 35,5.

Хлордың екі изотопы бар:  ${}_{17}^{35}\text{Cl}$  және  ${}_{17}^{37}\text{Cl}$ .

Олардың проценттік мәнін табыңдар.

❖ 30. Егер трек радиусы 4 см, ал магнит өрісінің индукциясы 8,5 мТл болса, Вильсон камерасына ұшып кірген электронның жылдамдығы қандай?

Зейін қойып тыңдағандарыңызға  
рақмет!

---

