

РАЗДЗЕЛ II

БУДОВА АТАМА

I ПЕРЫЯДЫЧНЫ ЗАКОН

Вывучаючы матэрыял другога раздзела, вы паглыбіце веды аб саставе атамнага ядра і з'яве радыеактыўнасці, аб стане электронаў у атаме, пашырыце ўяўленні аб атамнай арбіталі, энергетычных узроўнях і падузроўнях. Засваенне гэтага матэрыялу дазволіць вам тлумачыць і характарызаваць заканамернасці змянення ўласцівасцей атамаў хімічных элементаў і рэчываў, якія імі ўтвораны, па групам і перыядах перыядычнай сістэмы.

Найважнейшыя паняцці тэмы: адносная атамная маса, ізатопы, радыеактыўнасць, арбіталь, энергетычны ўзровень, падузровень, формула электроннай канфігурацыі, электронна-графічная схема, радыус атама, электраадмоўнасць, амфатэрнасць, перыядычная сістэма хімічных элементаў (перыяд, група).

§ 7. Будова атама

Адно з найбольш ранніх сцвярджэнняў пра атамы як непадзельныя часціцы рэчыва ўтрымліваецца ў працах старажытнагрэчаскага вучонага Дэмакрыта (V–IV стст. да н. э.). Толькі ў канцы XIX стагоддзя дзякуючы шэрагу навуковых адкрыццяў у галіне фізікі стала зразумела, што атам мае складаную будову.

У 1911 годзе Э. Рэзерфорд на аснове эксперыментальных даных прапанаваў ядзерную (планетарную) мадэль будовы атама. У гэтай мадэлі атам разглядаўся як своеасаблівая «сонечная сістэма», у цэнтры якой знаходзіцца дадатна зараджанае ядро, а вакол ядра па сваіх арбітах рухаюцца электроны.

Далейшыя даследаванні фізікаў паказалі, што ядры атамаў складаюцца з пратонаў і нейтронаў. Нейтрон не мае зараду, а пратон нясе дадатны зарад, роўны велічыні зараду электрона. Лік пратонаў у ядры вызначае яго зарад па абсалютнай велічыні і парадкавы нумар элемента (мал. 11).



Доказамі складанай будовы атама паслужылі адкрыцці фотаэфекту (А. Г. Сталетаў, 1889), радыеактыўнасці (А. Бекерэль, М. Складоўская-Кюры, 1896–1899 гг.), катодных прамянёў (Дж. Томсан, 1897), эксперыменты па вызначэнні прыроды α -часціц (Э. Рэзерфорд, 1899–1900).

Даследаванні прыроды часціц, якія ўваходзяць у састаў атамаў, былі дапоўнены ўяўленнямі квантавай механікі, якія развівалі М. Планк, А. Эйнштэйн, Н. Бор, Луі дэ Бройль, У. Гейзенберг, Э. Шродынгер.

Калі зарад электрона, роўны $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, прыняць за 1, то зарад ядра любога атама будзе колькасна роўны парадкаваму нумару Z адпаведнага хімічнага элемента або ліку пратонаў у ядры. У такім выпадку зарад ядра выражаны ў адзінках элементарнага зараду. Гэта безразмерная велічыня, як і адносная атамная маса. Напрыклад, уран — хімічны элемент з парадкавым нумарам 92. Зарад яго ядра ў адносных адзінках роўны 92.

Сумарны лік пратонаў (Z) і нейтронаў (N) у ядры называецца *масавым лікам* (A):

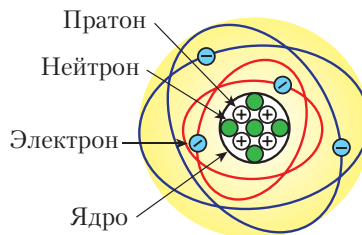
$$A = Z + N.$$

Масавы лік A мае толькі цэлалікавыя значэнні.

Атам у свабодным стане з'яўляецца электранейтральнай часціцай. Такім чынам, лік пратонаў у ядры атама роўны ліку электронаў. Найважнейшыя характарыстыкі пратонаў, нейтронаў і электронаў прыведзены ў табліцы 4.

Табліца 4. Найважнейшыя характарыстыкі пратонаў, нейтронаў, электронаў

Характарыстыкі	Ядро		Абалонка
	Пратон	Нейтрон	Электрон
Сімвал	p	n	e^{-}
Маса, кг	$\approx 1,673 \cdot 10^{-27}$	$\approx 1,675 \cdot 10^{-27}$	$\approx 9,109 \cdot 10^{-31}$
Маса, а. а. м.	$1,0073 \approx 1$	$1,0087 \approx 1$	$0,0005 \approx 0$
Электрычны зарад, Кл	$\approx 1,602 \cdot 10^{-19}$	0	$\approx -1,602 \cdot 10^{-19}$
Электрычны зарад у адзінках элементарнага зараду	+1	0	-1
Абзначэнне ва ўраўненнях ядзерных рэакцый	${}^1_1\text{P}$	${}^1_0\text{n}$	${}^0_{-1}\text{e}$



Мал. 11. Планетарная мадэль атама берылію

Масу ядра (m_z) можна прыблізна вызначыць, падсумаваўшы масы ўсіх пратонаў (Zm_p) і нейтронаў (Nm_n), з якіх яно складаецца.

Дакладнае значэнне масы ядра крыху меншае за гэтую суму:

$$m_z < Zm_p + Nm_n.$$

Напрыклад, маса ядра нукліду кісларод-16 роўная 15,995. Розніца тлумачыцца вылучэннем каласальнай энергіі пры ўтварэнні ядра з пратонаў і нейтронаў. Менавіта з-за вылучэння гэтай энергіі, якая называецца энергіяй сувязі (ΔE), адбываецца страта агульнай масы. Энергія сувязі ў ядры ў мільёны разоў перавышае трываласць хімічнай сувязі, таму ядры атамаў у хімічных рэакцыях не разбураюцца.



У курсе фізікі 11-га класа вы навучыцеся разлічваць «дэфект мас» і энергію сувязі, зыходзячы з роўнасці $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$, дзе c — скорасць святла ў вакууме.

Пры ўтварэнні з пратонаў і нейтронаў 1 моль атамаў гелію, у ядрах якіх утрымліваецца па два пратоны і па два нейтроны, вылучаецца $2,73 \cdot 10^{12}$ Дж энергіі. Для параўнання: пры ўтварэнні вельмі трывалай трайнай хімічнай сувязі ў малекуле азоту $N \equiv N$ вылучаецца энергія $9,45 \cdot 10^5$ Дж/моль, гэта значыць амаль у 3 мільёны разоў меншая.

Лік нейтронаў у ядрах атамаў аднаго і таго ж хімічнага элемента можа вар'іравацца ў невялікіх межах.

Доўгі час лічылі, што хімічны элемент — гэта выгляд атамаў з пэўнай масай. Аднак у 1913 годзе было ўстаноўлена, што ў аднаго і таго ж хімічнага элемента могуць быць атамы, якія адрозніваюцца па масе. Такія разнавіднасці атамаў назвалі **ізатопамі**.

Ізатопаы — гэта атамы, якія адносяцца да аднаго хімічнага элемента, але адрозніваюцца па масе. Іх ядры складаюцца з аднолькавага ліку пратонаў, але рознага ліку нейтронаў.

Акрамя паняцця ізатопаў існуе паняцце **нукліды**.

Разнавіднасць атамаў з вызначанай колькасцю пратонаў і нейтронаў у ядры называюць **нуклідам** (ад лац. *nucleus* — ядро). Сукупнасць атамаў, у ядрах якіх утрымліваецца аднолькавы лік пратонаў, адносяць да аднаго хімічнага элемента, гэта значыць усе атамы аднаго хімічнага элемента маюць аднолькавы зарад ядра.

Нукліды прынята абазначаць ${}_Z^A\text{Э}$, дзе Э — сімвал хімічнага элемента, Z — лік пратонаў у ядры (атамны нумар элемента), A — масавы лік, роўны сумарнаму ліку пратонаў і нейтронаў у ядры. Напрыклад: ${}_{6}^{12}\text{C}$, ${}_{2}^{4}\text{He}$, ${}_{17}^{35}\text{Cl}$.

Большасць хімічных элементаў у прыродзе існуе ў выглядзе некалькіх нуклідаў. Так, крэмній мае тры стабільныя нукліды, а волава — дзесяць.



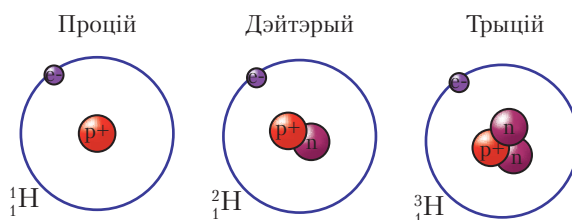
У цяперашні час для 118 элементаў вядома больш як 3400 нуклідаў.

Напрыклад, нукліды ${}^1_1\text{H}$, ${}^2_1\text{H}$ і ${}^3_1\text{H}$, якія існуюць у прыродзе, — ізатопы вадароду, бо належаць да аднаго і таго ж хімічнага элемента, але адрозніваюцца лікам нейтронаў у ядры атама (мал. 12). Іх называюць вадарод-1, або процій (H), вадарод-2, або дэйтэрый (D), вадарод-3, або трыцый (T). Масы атамаў вадароду-1, вадароду-2 і вадароду-3 роўныя 1,008, 2,014 і 3,016 а. а. м., ці прыблізна 1, 2 і 3 а. а. м.

Рэчывы, якія змяшчаюць розныя ізатопы, практычна не адрозніваюцца хімічнымі ўласцівасцямі, але маюць адрозненні ў некаторых фізічных уласцівасцях. Напрыклад, вада H_2O , у састаў малекул якой уваходзіць процій, замярзае пры 0°C . У той жа час вада, якая складаецца з малекул D_2O , замярзае пры $3,81^\circ\text{C}$, а з малекул T_2O — пры $4,48^\circ\text{C}$.

Значэнне атамных мас ізатопаў і іх адноснае ўтрыманне вызначаюць метадам мас-спектраскапіі. Менавіта з улікам значэнняў атамных мас ізатопаў і іх долі ў прыродзе вылічваюць *адносную атамную масу* хімічных элементаў.

Удакладнім азначэнне, прыведзенае раней на с. 7. Адносная атамная маса хімічнага элемента — фізічная велічыня, роўная адносінам *усярэднянай масы атамаў элемента* да $\frac{1}{12}$ часткі масы атама вугляроду-12 (${}^{12}_6\text{C}$). Цяпер становіцца зразумелым, што маецца на ўвазе пад тэрмінам «усярэдняная маса» атамаў элемента. Яе можна разлічыць, маючы звесткі аб дакладным значэнні масы і распаўсюджанасці ізатопаў элемента. Пакажам гэты разлік на наступным прыкладзе.



Мал. 12. Схема будовы ізатопаў вадароду

Прыклад 1. Вядома, што хімічны элемент кісларод у прыродзе прадстаўлены трыма ізатопамі: $^{16}_8\text{O}$, $^{17}_8\text{O}$ і $^{18}_8\text{O}$. Іх адносныя атамныя масы адпаведна роўныя 15,995, 16,999 і 17,999. У ізатопнай сумесі на долю атамаў кіслароду-16 прыходзіцца 99,757 %, кіслароду-17 — 0,038 %, а кіслароду-18 — 0,205 %. Разлічыце адносную атамную масу элемента кіслароду.

Рашэнне. Для нагляднасці разліку вылучым 100 000 атамаў гэтай ізатопнай сумесі. Тады ў ёй будзе 99 757 атамаў кіслароду-16, усяго толькі 38 атамаў кіслароду-17 і 205 атамаў кіслароду-18. Для вызначэння сярэдняга значэння адноснай атамнай масы кіслароду, відавочна, трэба скласці масы ўсіх атамаў і падзяліць на лік гэтых атамаў:

$$A_r(\text{O}) = \frac{15,995 \cdot 99\,757 + 16,999 \cdot 38 + 17,999 \cdot 205}{100\,000} = 15,999.$$

Атрыманае значэнне супадае з тым, што прыведзена ў перыядычнай сістэме.

Адносная атамная маса хімічнага элемента — гэта ўсярэдненае значэнне адносных атамных мас яго ізатопаў з улікам іх распаўсюджанасці.

Варта памятаць, што кожнаму нукліду ўласцівы пэўны масавы лік. Нельга гаварыць пра масавы лік *хімічнага элемента*, бо ў прыродзе ў аднаго і таго ж хімічнага элемента можа быць некалькі ізатопаў.

Невялікія адрозненні фізічных уласцівасцей рэчываў, якія ўключаюць розныя ізатопы аднаго і таго ж элемента, прыводзяць да таго, што ізатопны састаў рэчыва залежыць ад спосабу яго атрымання і існавання. Напрыклад, цукроза бураковага цукру змяшчае менш нуклідаў ^{13}C , чым цукроза, выдзеленая з цукровага трыснягу. Такія адрозненні нярэдка дазваляюць вызначыць паходжанне рэчыва. Звесткі пра ізатопны састаў рэчываў выкарыстоўваюцца ў геалогіі, медыцынскай дыягностыцы, крыміналістыцы, для кантролю стану навакольнага асяроддзя.



У прыродзе 21 хімічны элемент існуе ў выглядзе толькі аднаго стабільнага нукліду. Да іх адносяцца Be, F, Na, Al, P, Sc, Mn, Co, As, Y, Nb, Rh, I, Cs, Pr, Tb, Ho, Tm, Au, Bi, Pa. Іх адносныя атамныя масы ў перыядычнай сістэме ўказаны са значна большай дакладнасцю, чым для элементаў, якія існуюць у выглядзе сумесі ізатопаў.

Ядры атомаў складаюцца з пратонаў і нейтронаў. Адносны зарад ядра вызначаецца лікам пратонаў, якія ў ім знаходзяцца, і роўны парадкаваму нумару адпаведнага хімічнага элемента.

Ізатопы — гэта атомы аднаго і таго ж хімічнага элемента, ядры якіх складаюцца з аднолькавага ліку пратонаў, але рознага ліку нейтронаў.

Адносная атамная маса хімічнага элемента — гэта ўсярэдненае значэнне адносных атамных мас яго ізатопаў з улікам распаўсюджанасці ізатопаў элемента.

Пытанні, заданні, задачы

1. Назавіце: а) часціцы, якія ўваходзяць у састаў атома; б) нуклід, які не ўтрымлівае нейтронаў.

2. Прывядзіце абазначэнні нуклідаў хлор-35 і хлор-37, ёд-127 і ёд-131 у выглядзе A_ZX .

3. Выкарыстоўваючы даныя табліцы 4, параўнайце характарыстыкі: а) пратона і нейтрона; б) пратона і электрона.

4. Адкажыце на пытанні: а) чаму ў выніку хімічных рэакцый не адбываецца ператварэння адных элементаў у іншыя; б) якая атамная маса хімічных элементаў указана ў перыядычнай сістэме — адносная або абсалютная; в) чаму маса ядра меншая за сумарную масу пратонаў і нейтронаў, якія складаюць ядро?

5. Вызначце колькасць пратонаў і нейтронаў у ядрах ізатопаў вугляроду з масавымі лікамі 12, 13 і 14.

6. Пакажыце лік электронаў у наступных атамах і іонах: H^- , H^+ , He, Au, Ca^{2+} .

7. Вызначце, колькі разнавіднасцей малекул вады можа ўтварыцца з кіслароду і вадароду, калі маецца сумесь атамаў вадароду і кіслароду, якая ўключае нукліды: 1_1H , 2_1H , ${}^{16}_8O$, ${}^{17}_8O$, ${}^{18}_8O$.

8. Супастаўце састаў нуклідаў ${}^{40}_{18}Ar$, ${}^{40}_{20}K$, ${}^{40}_{20}Ca$, а таксама 3H , 3He і ${}^{14}_6C$, ${}^{14}_7N$. Ці можна адназначна ўстанавіць прыналежнасць атома да вызначанага элемента толькі на падставе велічыні яго масавага ліку?

9. Разлічыце адносную атамную масу прыроднай медзі, калі вядома, што яна складаецца з двух ізатопаў ${}^{63}_{29}Cu$ (69 %) і ${}^{65}_{29}Cu$ (31 %), прычым $Ar({}^{63}Cu) = 62,93$, $Ar({}^{65}Cu) = 64,93$. Адказ правярце па перыядычнай сістэме Мендзялеева.

10. Вядома, што хімічны элемент вуглярод у прыродзе прадстаўлены двума стабільнымі ізатопамі вуглярод-12 і вуглярод-13, адносныя атамныя масы якіх адпаведна роўныя 12,000000 і 13,003355. На долю атамаў вугляроду-12 прыходзіцца 98,90 %, а на долю атамаў вугляроду-13 — 1,10 %. Разлічыце адносную атамную масу вугляроду і супастаўце атрыманае значэнне з тым, што прыведзена ў перыядычнай сістэме.



§ 8. З'ява радыеактыўнасці

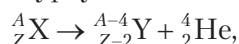
У 1896 годзе А. Бекерэль, вывучаючы солі ўрану, выявіў, што яны выпускаюць невядомае раней выпраменьванне. Гэтая з'ява атрымала назву *радыеактыўнасці*.

Радыеактыўнасць (або радыеактыўны распад) — гэта самаадвольнае ператварэнне нестабільных атамных ядраў адных хімічных элементаў у ядры іншых элементаў, якое суправаджаецца выпусканнем часціц высокай энергіі, а таксама жорсткім электрамагнітным выпраменьваннем.

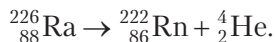
Такое ператварэнне не з'яўляецца хімічнай рэакцыяй.

У залежнасці ад прыроды часціц, якія выпускаюцца, адрозніваюць некалькі відаў радыеактыўнага распаду атамных ядраў. Падрабязна іх вывучае ядзерная фізіка. Мы разгледзім два з іх — α - і β -распад.

Альфа-распад суправаджаецца выпусканнем α -часціц — дадатна зараджаных ядраў гелію, якія змяшчаюць два пратоны і два нейтроны ${}^4_2\text{He}$. Гэты распад можна паказаць у выглядзе ўраўнення ядзернай рэакцыі:

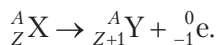


дзе X — няўстойлівае ядро з атамным нумарам Z і масавым лікам A ; Y — ядро, якое ўтварылася і атамны нумар якога на 2 адзінкі, а масавы лік — на 4 адзінкі меншы, чым у зыходнага ядра. Прыкладам такога распаду з'яўляецца распад радыю-226 з утварэннем газападобных радону-222 і гелію-4:

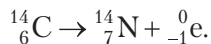


Пры складанні ўраўненняў ядзерных рэакцый варта ўлічваць, што сума зарадаў (Z) і сума масавых лікаў (A) у абедзвюх частках ураўнення павінны быць роўныя.

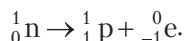
Бэта-распад звязаны з выпусканнем ядром β -часціцы — электрона (${}^0_{-1}\text{e}$). Пры гэтым зарад новага ядра павялічваецца на адзінку, а яго масавы лік A не змяняецца:



Напрыклад, пры β -распадзе вугляроду-14 утвараецца азот-14:



Электронны ўзнікаюць пры распадзе нейтрона (${}^1_0\text{n}$) на электрон (${}^0_{-1}\text{e}$) і пратон (${}^1_1\text{p}$):



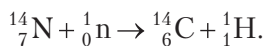
Часта радыеактыўныя ператварэнні суправаджаюцца *гама-выпраменьваннем*. Яно ўяўляе сабой жорсткае электрамагнітнае выпраменьванне з даўжынёй хвалі 10^{-10} – 10^{-13} м.

Стабільныя і радыеактыўныя нукліды

Прычынай радыеактыўнасці з'яўляецца няўстойлівасць атамных ядраў шэрага хімічных элементаў. Няўстойлівыя нукліды называюцца *радыеактыўнымі нуклідамі*, або *радыенуклідамі*. Радыеактыўныя нукліды адрозніваюцца ад стабільных суадносінамі пратонаў і нейтронаў у ядры і энергіяй іх сувязі.

Любы хімічны элемент мае як стабільныя, так і радыеактыўныя нукліды. Для некаторых элементаў вядомы толькі радыенукліды. Да іх адносяцца ўсе элементы перыядычнай сістэмы пачынаючы з вісмуту, а таксама тэхнецій Тс і праметый Рм.

У прыродзе выяўлена 84 радыенукліды. Іх называюць *натуральнымі*, або *прыроднымі*, *радыенуклідамі*. Да іх адносяцца радыенукліды, якія захаваліся з моманту ўтварэння Зямлі, а таксама тыя, што ўзнікаюць у ядзерных рэакцыях, якія працякаюць пастаянна. Гэтыя рэакцыі звязаны або з распадам наяўных радыенуклідаў, або з узаемадзеяннем паміж высокаэнергетычнымі касмічнымі часціцамі і ядрамі атамаў, якія прысутнічаюць у атмасферы. Напрыклад, у граніце змяшчаецца радыенуклід уран-238, распад якога прыводзіць да ўтварэння радыенукліду радон-222. У атмасферы пад дзеяннем часціц, якія ляцяць з космасу (струмень нейтронаў і інш.), утвараюцца радыеактыўныя ядры вугляроду-14:



Да найбольш распаўсюджаных прыродных радыенуклідаў адносяцца ўран-238, уран-235, торый-232 і калій-40.

У навакольным асяроддзі прысутнічае і значная частка *штучных радыенуклідаў*. Іх яшчэ называюць *тэхнагеннымі радыенуклідамі*, таму што яны ўтварыліся ў выніку дзейнасці прадпрыемстваў атамнай прамысловасці і правядзення выпрабаванняў ядзернай зброі ў 40–80-я гады XX стагоддзя, а таксама з-за неахайнага абыходжання з радыеактыўнымі крыніцамі ў іншых галінах прамысловасці.

Устойлівасць радыенуклідаў характарызуецца *перыядам паўраспаду*. *Перыяд паўраспаду* — гэта час, на працягу якога распадаецца палова зыходнай колькасці ядраў радыеактыўнага элемента.

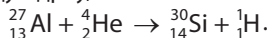
Напрыклад, перыяд паўраспаду ёду-131 ($T_{1/2}$) роўны 8,04 сутак, а перыяды паўраспаду цэзію-137 і стронцыю-90 складаюць каля 30 гадоў. Пры гэтым зусім не значыць, што праз 60 гадоў радыеактыўных цэзію і стронцыю не застанеца. Калі палічыць, то да гэтага часу захаваецца чацвёртая частка, і нават праз 180 гадоў застанеца каля 1,5 % ад іх першапачатковай колькасці.

У выніку аварыі на Чарнобыльскай атамнай электрастанцыі 26 красавіка 1986 года ў навакольнае асяроддзе былі выкінуты радыеактыўныя нукліды 37 хімічных элементаў. Іх павышанае ўтрыманне зрабіла частку тэрыторыі

нашай краіны непрыдатнай для пражывання. У цяперашні час Рэспубліка Беларусь працягвае пераадольваць наступствы чарнобыльскай катастрофы. Вядучая роля ў гэтай працы належыць хімікам. Яны ажыццяўляюць маніторынг забруджаных тэрыторый, удзельнічаюць у распрацоўцы праектаў па іх ачыстцы і аднаўленні, шукаюць спосабы зніжэння ўтрымання небяспечных радыёнуклідаў у сельскагаспадарчай прадукцыі.



Акрамя радыеактыўнага распаду ядраў, магчымы і іх сінтэз. Напрыклад:



Веданне механізму і заканамернасцей працякання ядзерных ператварэнняў дазваляе ажыццяўляць накіраваны сінтэз хімічных элементаў. Усе элементы з парадкавымі нумарамі больш за 92 атрыманы штучным шляхам.

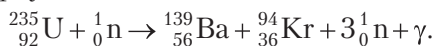
У выніку ядзерных рэакцый адбываецца сінтэз хімічных элементаў на Сонцы і іншых зорках. Ядзерныя рэакцыі сінтэзу элементаў на Сонцы — крыніца энергіі зоркі і жыцця на Зямлі.

Выкарыстанне радыёнуклідаў

Распад радыеактыўных атамных ядраў суправаджаецца вылучэннем велізарнай колькасці энергіі. Чалавецтва навучылася кіраваць распадам радыёнуклідаў, а энергію, якая вылучаецца пры гэтым, выкарыстоўваць у сваіх інтарэсах.

На атамных электрастанцыях энергія, якая вылучаецца пры дзяленні ядраў урану, ператвараецца спачатку ў цеплавую, а затым у электрычную энергію (мал. 13).

Працэс дзялення радыеактыўных ядраў урану-235 пад дзеяннем нейтронаў можна паказаць у выглядзе ўраўнення:



Нейтроны, якія ўтвараюцца, выклікаюць дзяленне новых ядраў урану-235 па ланцуговым механізме.

Дзеянне ядзернай зброі заснавана на імгненным вылучэнні велізарнай колькасці энергіі пры дзяленні ядраў урану або плутонію.



Пры поўным дзяленні 1 кг урану-235 вылучаецца каля $7,7 \cdot 10^{13}$ Дж энергіі, што эквівалентна цеплаты згарання каля 3000 т высака якаснага каменнага вугалю.

У 32 краінах свету функцыянуе каля 200 атамных электрастанцый, якія забяспечваюць прыблізна 20 % ад агульнай колькасці электраэнергіі, што спажываецца гэтымі краінамі.



Мал. 13. Беларуская АЭС

Радыенукліды выкарыстоўваюць у медыцынскай дыягностыцы і для лячэння некаторых захворванняў.

Радыяцыйная бяспека



У працэсе распаду атамных ядраў ці, наадварот, іх сінтэзу адбываецца выкід пратонаў, нейтронаў, электронаў, які суправаджаецца гама-выпраменьваннем. Гэты працэс называюць радыеактыўным выпраменьваннем, або радыяцыяй. Яго *прыродныя крыніцы* — гэта сонечная радыяцыя і касмічнае выпраменьванне, а таксама радыеактыўныя рэчывы, якія знаходзяцца ў зямной кары, навакольных аб'ектах, вадзе, паветры і паступова пранікаюць у арганізм чалавека і жывёл.

Існуюць і *тэхнагенныя крыніцы* радыеактыўнасці, створаныя чалавекам ці справакаваныя яго дзейнасцю. Негатыўныя прыклады ўтварэння такіх крыніц — выпрабаванне ядзернай зброі, захаванне радыеактыўных адходаў, памылкі пры эксплуатацыі атамных электрастанцый, якія прыводзяць да катастроф.

Уздзеянне значных доз знешняга радыяцыйнага выпраменьвання на арганізм чалавека можа выклікаць цяжкія захворванні. Яшчэ большую небяспеку ўяўляе пападанне радыенуклідаў у арганізм чалавека праз органы дыхання, з ежай і вадой (мал. 14). Выпраменьванне радыенуклідаў негатыўна ўплывае на асобныя клеткі, блакуе сінтэз або пашкоджвае ДНК. Найбольшую небяспеку для чалавека ўяўляюць радыенукліды: ^{210}Po , ^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs , ^{235}U , ^{222}Rn .

Так, шчытападобная залоза адказвае за выпрацоўку гармонаў, якія ўдзельнічаюць у абменных працэсах у арганізме. Для яе нармальнага функцыянавання неабходны ёд. Трапляючы ў арганізм, радыеактыўны ёд-131 назапашваецца ў шчытападобнай залозе, выклікае моцнае апраменьванне і прыводзіць да ўтварэння ракавых пухлін. Каб паменшыць небяспеку такога ўздзеяння, рэкамендуецца прымаць прэпараты нерадыеактыўнага ёду (KI).

Радыенуклід стронцый-90 з'яўляецца хімічным аналагам кальцыю, таму адкладаецца замест яго ў касцявой тканцы, выклікаючы пашкоджанне клетак касцявога мозгу. Адна з мер прафілактыкі такога захворвання на тэрыторыях,



Мал. 14. Шляхі пранікнення радыеактыўнага радону ў жылыя памяшканні

забруджаных стронцыем-90, — гэта вапнаванне глебы. Паступленне нерадыеактыўнага кальцыю прыводзіць да зніжэння колькасці стронцыю-90 не толькі ў раслінах, але і ў арганізме жывёл і чалавека, якія ўжываюць гэтыя расліны.



Радон з'яўляецца другім па частаце (пасля курэння) фактарам, які выклікае рак лёгкіх. Ён натуральным чынам вылучаецца з нетраў Зямлі і назапашваецца ў падвальных памяшканнях. Адтуль па вентыляцыйных шахтах ён пранікае ў жылыя памяшканні (мал. 14). Каб паменшыць яго ўтрыманне, а значыць, і ўздзеянне, неабходна добра праветрываць памяшканні.

Радыеактыўнасць (або радыеактыўны распад) — гэта самаадвольнае ператварэнне нестабільных атамных ядраў адных хімічных элементаў у ядры іншых элементаў, якое суправаджаецца выпусканнем часціц высокай энергіі, а таксама жорсткім электрамагнітным выпраменьваннем.

Радыеактыўны распад атамных ядраў адбываецца з выпусканнем α -часціц (ядраў гелію), β -часціц (электронаў) і γ -прамянёў.

Від атамаў, якія падвяргаюцца радыеактыўнаму распаду, называюць радыенуклідамі.

Радыеактыўныя нукліды выкарыстоўваюць у атамнай энергетыцы, медыцыне, навуковых даследаваннях і ў ваенных мэтах.

Пытанні, заданні, задачы

1. Што такое радыеактыўнасць? Назавіце віды радыеактыўнага распаду.
2. Пакажыце характарыстыкі α - і β -часціц, карыстаючыся табліцай 4 на с. 37.
3. Назавіце крыніцы натуральнай радыеактыўнасці.
4. Якую радыеактыўную небяспеку для чалавека ўяўляе знаходжанне ў падвальных памяшканнях і ў памяшканнях, якія не праветрываюцца?
5. Параўнайце састаў ядраў нуклідаў ^{131}I і ^{127}I , ^{137}Cs і ^{133}Cs , ^{90}Sr і ^{88}Sr .
6. Складзіце ўраўненні ядзерных рэакцый:



7. Радыенукліды ^{210}Po , ^{235}U , ^{222}Rn падвяргаюцца α -распаду, а радыенукліды ^{90}Sr , ^{131}I , ^{137}Cs — β -распаду. Складзіце ўраўненні рэакцый іх распаду і назавіце прадукты.

8. Масавая доля калію ў целе чалавека складае 0,25 %. З усёй колькасці атамаў калію на долю калію-40 прыходзіцца 0,0117 %. Разлічыце лік радыеактыўных атамаў ^{40}K у арганізме чалавека, маса якога — 60 кг.

9. Першай штучнай ядзернай рэакцыяй, якую ажыццявіў Э. Рэзерфорд ў 1919 годзе, была рэакцыя ўзаемадзеяння атамаў азоту-14 з α -часціцамі. У ходзе рэакцыі ўтвараецца атам нейкага элемента і вылучаецца пратон. Вызначце гэты элемент.

10. Сярэдняя энергія, якая вылучыцца пры распадзе аднаго ядра ўрану-235, роўная $3,24 \cdot 10^{-11}$. Разлічыце значэнне энергіі, якая вылучыцца пры распадзе ўрану-235: а) колькасцю 1 моль; б) масай 1 кг.

