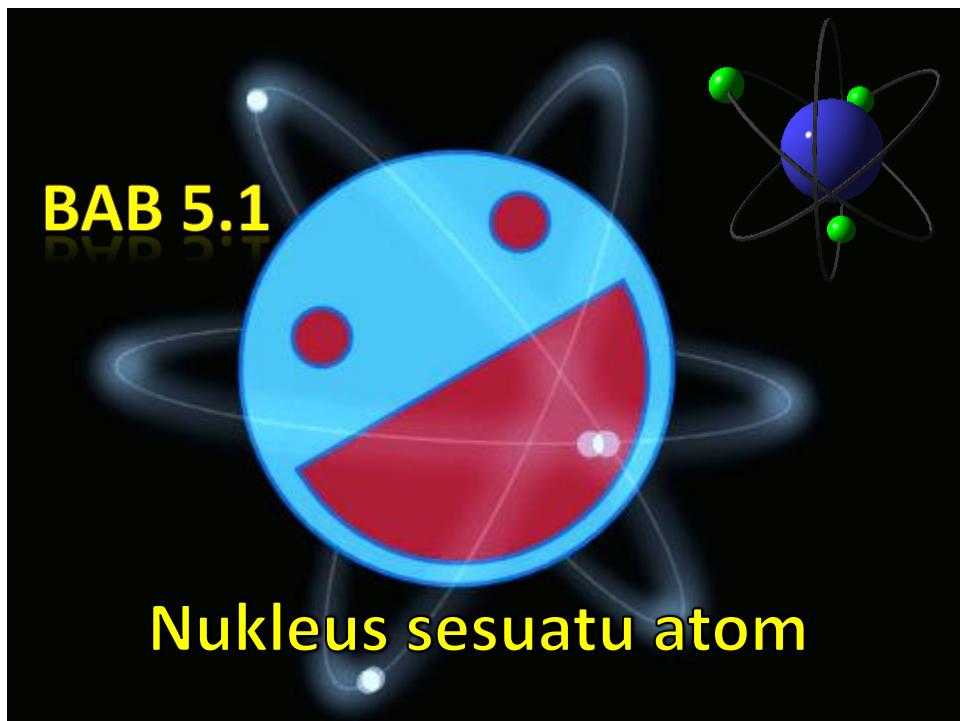


Bab 5






keradioaktifan





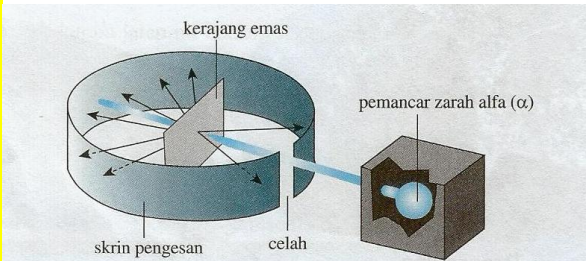
Hasil pembelajaran

Di akhir kelas, pelajar akan dapat :

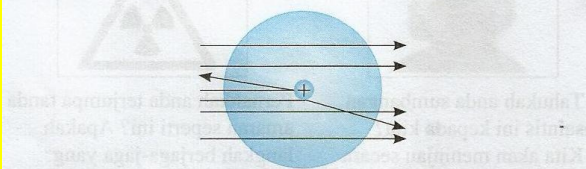
-  menerangkan komposisi nukleus suatu atom yang terdiri daripada proton dan neutron
-  Mendefinisi nombor proton (Z) dan nombor nukleon
-  Menerangkan istilah nuklid
-  Menggunakan simbol nuklid, ${}^A_Z X$
-  Mendefinisi istilah isotop

Penemuan :

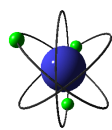
Atom terdiri
daripada
nukleus di
tengah-
tengah



Rajah 5.1 Eksperimen pembedilan kerajang emas yang dijalankan oleh Hans Geiger dan Ernest Marsden (dikenali sebagai eksperimen Geiger-Marsden atau eksperimen Rutherford). Selelai kerajang emas nipis dibedil dengan menggunakan zarah alfa (α).



Rajah 5.2 Hasil eksperimen, sebahagian besar zarah alfa (α) melalui kerajang emas tanpa pemesongan, namun sebilangan kecil daripada zarah alfa (α) itu dipesonkan oleh nukleus yang berada di pusat atom.



Nukleus

Proton

- Bercas +
- nilai cas : 1.6×10^{-19}
- jisim sebenar : 1.67×10^{-27} kg

Neutron

- neutral
- nilai cas : 0
- jisim sebenar : 1.67×10^{-27} kg

NOMBOR NUKLEON/ NOMBOR JISIM (A)

Nombor nukleon, $A = \text{nombor proton (z)} + \text{Bilangan neutron (n)}$

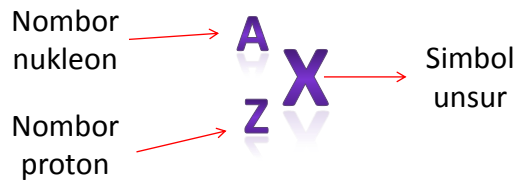
Unsur	Simbol unsur	Nombor nukleon, A	Nombor proton, Z	Bilangan neutron, $N = A - Z$
Hidrogen	${}^1_1\text{H}$	1	1	0
Karbon	${}^{12}_6\text{C}$	12	6	6
Oksigen	${}^{16}_8\text{O}$	16	8	8

NOMBOR PROTON/ NOMBOR ATOM (Z)

ialah bilangan proton

Nuklid

Suatu spesies nuklear yang mempunyai bilangan proton dan neutron yang tertentu



Jenis zarah	Simbol zarah dalam bentuk ${}^A_Z X$
Proton, p	${}^1_1\text{p}$
Neutron, n	${}^1_0\text{n}$
Elektron, e	${}^0_{-1}\text{e}$

Jadual 5.3 Simbol zarah atom.

Isotop

ialah atom-atom **UNSUR** yang **SAMA** yang mempunyai **NOMBOR PROTON** yang **SAMA** tetapi **NOMBOR NUKELEON** BERBEZA

Yang manakah isotop ?

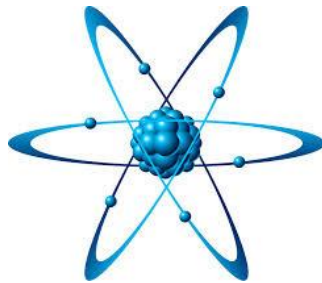


Habis sudah.....

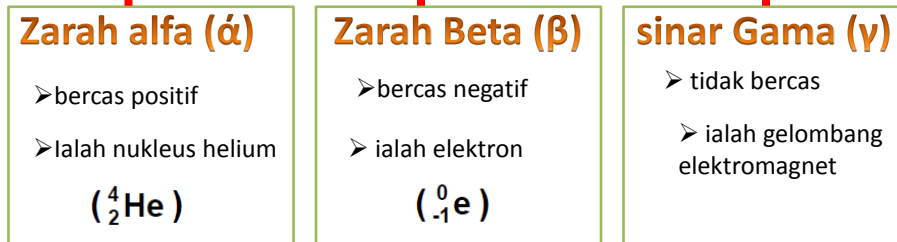


keradioaktifan

Keradioaktifan ialah proses pereputan nukleus yang tidak stabil dengan memancarkan sinaran radioaktif untuk menjadi nukleus yang lebih stabil secara spontan dan rawak.



Tiga jenis sinaran radioaktif

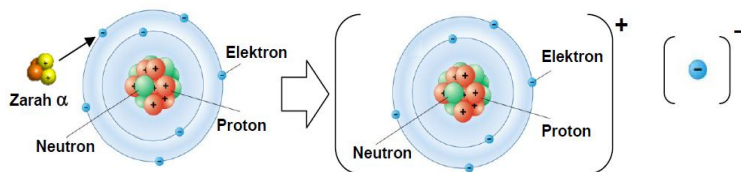


Perbezaan sifat zarah alfa, beta dan sinar gama

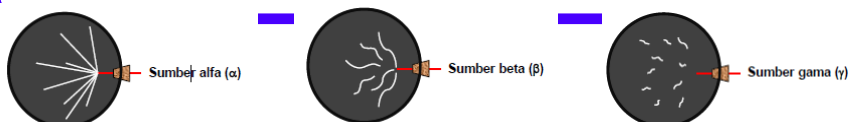
Perbandingan	Zarah alfa	Zarah beta	Sinar gama
Kuasa pengionan	Tinggi	Rendah	Sangat rendah
Kuasa penembusan	Rendah	Tinggi	Sangat tinggi
Julat pancaran dalam udara	Rendah	Tinggi	Sangat tinggi
Pemesongan oleh medan elektrik	dipesongkan ke plat negatif	Dipesongkan ke plat positif	Tidak dipesongkan
Pemesongan oleh medan magnet	Dipesongkan lebih banyak	Dipesongkan sedikit	Tidak dipesongkan

Kesan pengionan

Kuasa pengionan ialah keupayaan sesuatu sinaran radioaktif menyasarkan elektron daripada molekul udara bagi menghasilkan satu pasangan ion

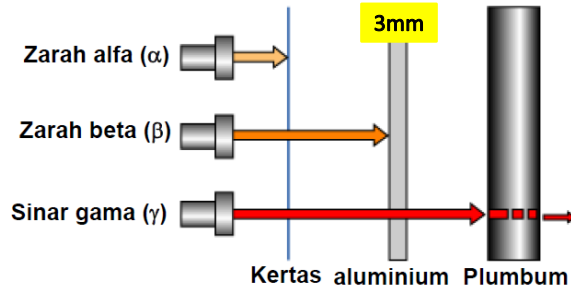


Zarah alfa mempunyai kuasa pengionan yang paling tinggi kerana ia mempunyai jisim yang paling besar berbanding zarah beta dan sinar gama .



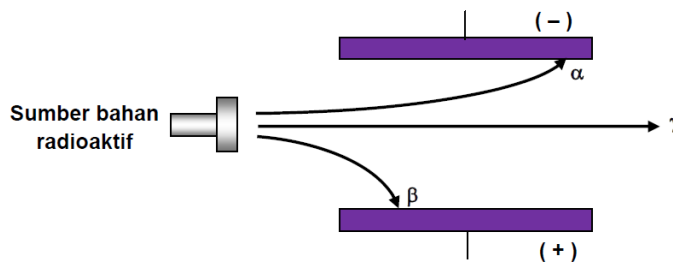
Kesan penembusan

Kuasa penembusan sinaran radioaktif merujuk kepada keupayaan sinaran itu untuk melepasi dan menembusi sesuatu halangan.



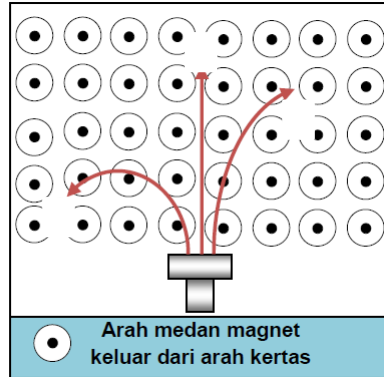
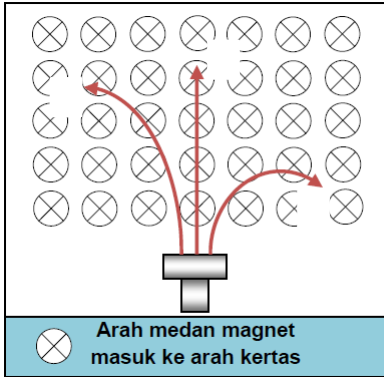
Kuasa penembusan dipengaruhi oleh kuasa pengionan. Semakin tinggi kuasa pengionan, semakin rendah kuasa penembusan sesuatu sinaran.

Pemesongan oleh medan elektrik



Pemesongan zarah beta lebih ketara daripada pemesongan zarah alfa. Ini kerana jisim zarah beta adalah jauh lebih kecil daripada jisim zarah alfa .

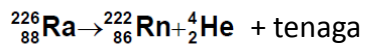
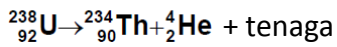
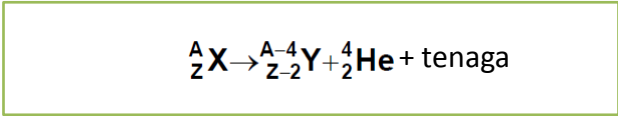
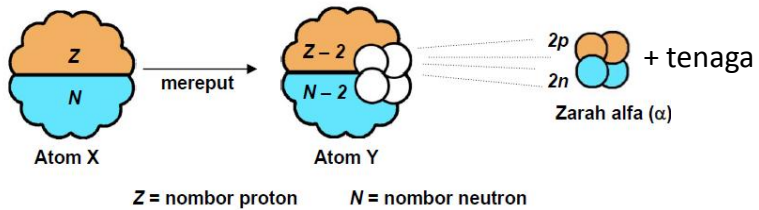
Pemesongan oleh medan magnet



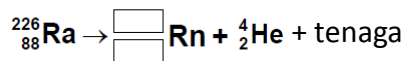
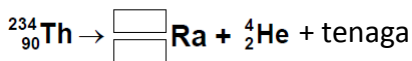
GUNA PETUA TANGAN KIRI FLEMMING untuk tentukan arah pesongan



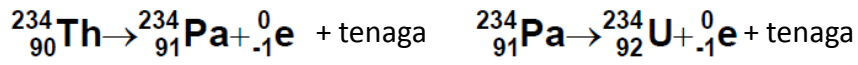
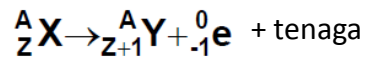
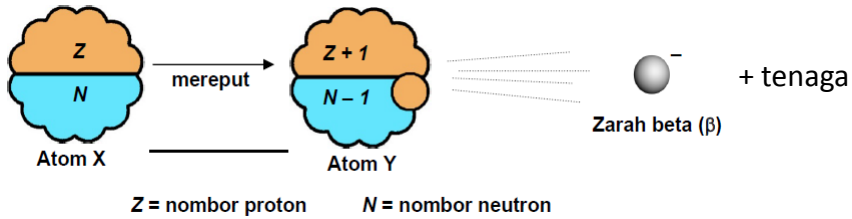
Pereputan alfa



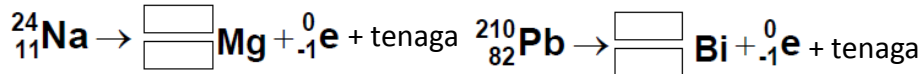
LATIHAN :



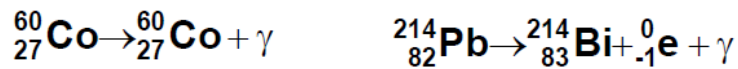
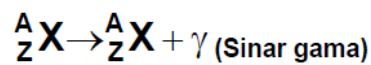
Pereputan Beta



LATIHAN :



Pereputan Sinar gama



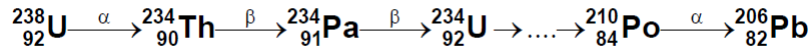
LATIHAN :



Siri reputan

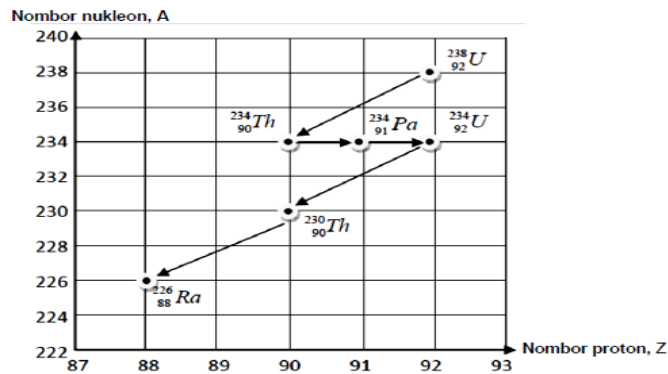
Sesetengah nukleus tidak menjadi stabil walaupun ia telah melalui proses reputan. Ini kerana nukleus baru yang terhasil masih tidak stabil.

Contoh :



Latihan....

Berikut ialah siri reputan radioaktif uranium-238 ke Radium-226 yang lebih stabil.



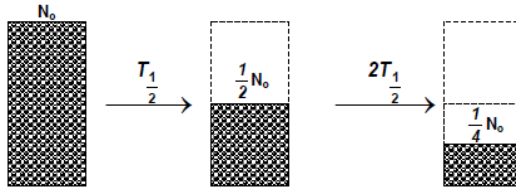
Berdasarkan rajah siri reputan radioaktif di atas,

- Tuliskan persamaan reputan uranium-238 ke Torium-234.
- Tentukan bilangan zarah alfa dan bilangan zarah beta yang terhasil daripada siri reputan radioaktif tersebut.

Bilangan zarah alfa = Bilangan zarah beta =

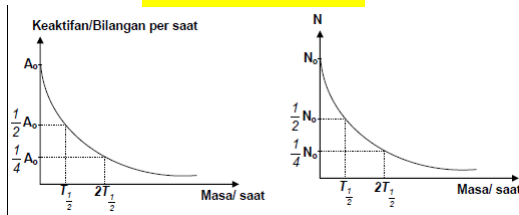
Separuh hayat

ditakrifkan sebagai masa yang diambil untuk keaktifan unsur itu berkurang menjadi separuh daripada nilai asalnya.

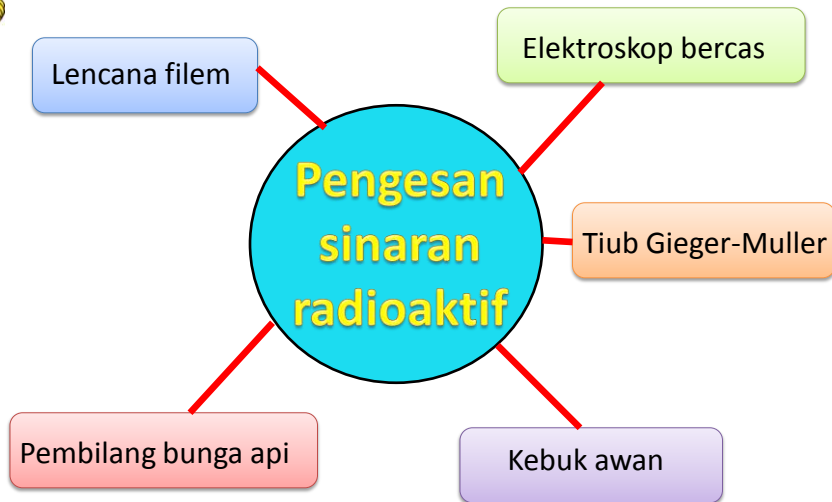


Separuh hayat bagi bahan radioaktif mesti pendek untuk keselamatan

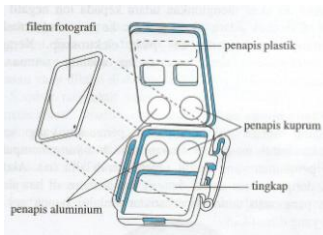
Lengkung pereputan



Unsur radioaktif	Separuh hayat
Uranium-238	4 500 juta tahun
Karbon-14	5 730 tahun
Radium-226	1 620 tahun
Kobalt-60	5.3 tahun
Fosforus-32	15 hari
Iodin-131	8 hari
Natrium-24	15 jam
Protactinium-234	72 saat
Radon-220	56 saat
Polonium-214	0.164 saat



Lencana filem

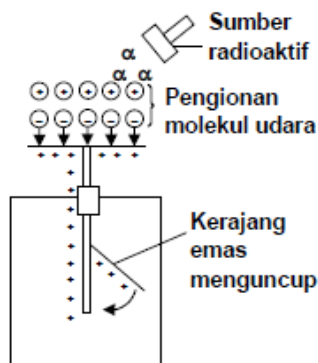


Filem atau plat fotograf boleh mengesan ketiga-tiga jenis sinaran radioaktif.

- Argentum bromide yang peka kepada cahaya dan sinaran radioaktif disalutkan pada permukaan plat fotograf.
- Unsur argentum akan menghitamkan plat fotograf apabila sinaran menembusnya.

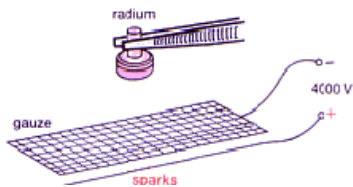
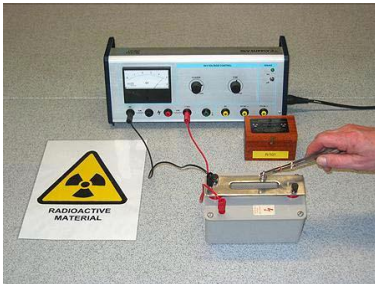
•Plat fotograf digunakan sebagai lencana khas yang dipakai oleh pekerja semasa mengendalikan bahan radioaktif di makmal dan reaktor nuklear kerana alat ini boleh menunjukkan dos sinaran yang terdedah kepada seseorang pekerja.

Elektroskop bercas



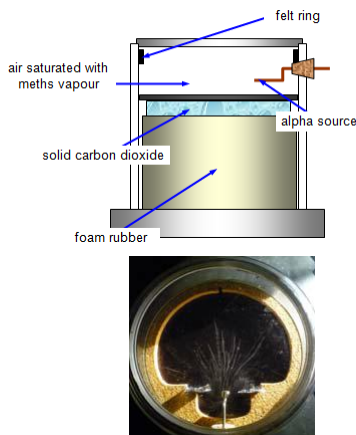
- Elektroskop bercas ialah alat yang paling sesuai untuk mengesan zarah alfa kerana kuasa pengionan yang tinggi berbanding dengan zarah beta dan sinar gama
- satu sumber alfa dibawa mendekati ceper sebuah elektroskop yang bercas positif, didapati pencapahan kerajang emas akan berkurang.
- Ini kerana zarah alfa mengionkan molekul molekul udara di sepanjang lintasannya dan menghasilkan pasangan-pasangan ion.
- Ion-ion negatif yang terhasil akan tertarik kepada ceper elektroskop yang bercas positif itu dan menyahcaskannya. Maka, kerajang emas menguncup.

Pembilang bunga api

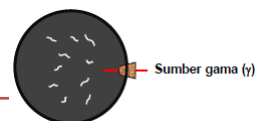
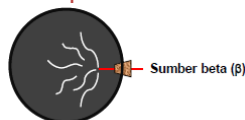
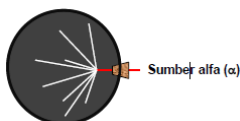


- Pembilang bunga api sesuai digunakan untuk mengesan zarah alfa kerana mempunyai kuasa pengionan yang tinggi.
- Apabila sumber alfa didekatkan dengan kasa dawai, bunga api dilihat dan bunyi percikan didengari.
- Ini kerana zarah alfa mengionkan molekul molekul udara di ruang antara kasa dawai dengan dawai halus. Ion positif dan ion negatif tertarik kepada terminal masing-masing yang bertentangan cas.
- Pengionan sekunder terjadi apabila ion-ion berlanggar dengan molekul-molekul udara yang lain menyebabkan bunga api terhasil.
- Bilangan bunga yang terhasil memberikan satu sukatan keamatan sinar itu.

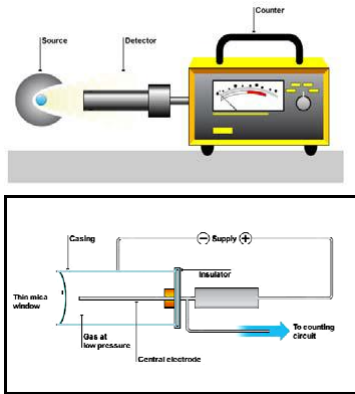
Kebuk awan



- Kebuk awan boleh mengesan ketiga-tiga jenis sinaran radioaktif.
- Apabila sinar radioaktif melalui ruang di bahagian atas ia mengionkan molekul-molekul udara di sepanjang lintasannya.
- Wap yang tepu lampau mengondensasi pada ion-ion itu untuk membentuk titisan-titisan air yang halus dan kelihatan sebagai runtu-runtu putih.
- Cahaya disinarkan disisi kebuk itu supaya runtu-runtu putih itu dapat diperhatikan.
- Rupa bentuk runtu yang terhasil bagi ketigatiga sinaran radioaktif adalah berbeza.



Tiub Geiger-Muller



Bacaan radioaktif = Bacaan sampel

Bacaan tanpa sampel (bacaan latar belakang)

- Tiub Geiger-Müller boleh digunakan untuk mengesan zarah alfa, zarah beta dan sinar gama.
- Apabila satu sinar radioaktif memasuki tiub GM sinaran itu mengionkan molekul-molekul gas neon di dalamnya.
- Ion positif dipecutkan ke katod manakala ion negatif dipecutkan ke anod.
- Perlanggaran ion-ion dengan atom-atom neon yang lain menyebabkan pengionan sekunder berlaku.
- Pergerakan ion-ion ke elektrod masing-masing menghasilkan satu denyutan arus yang kecil. Denyutan ini akan diperkuatkan oleh satu amplifier dan dibilang oleh sebuah pembilang.
- Pembilang akan merekodkan bilangan denyutan arus dalam satu selang masa tertentu.

JOM BUAT LATIHAN....



5.3

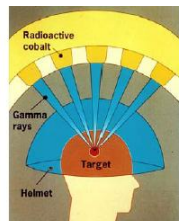
PENGGUNAAN RADIOISOTOP

radioisotop

adalah isotop yang tidak stabil yang mengalami pereputan dengan membebaskan sinaran radioaktif



RADIOTERAPI (RAWATAN KANSER)



Sinar gama dipancarkan kepada sel kanser

- Sinar gama daripada Cobalt-60 digunakan untuk membunuh sel kanser.
- Sinar gama dipancarkan daripada lubang seni pada bongkah plumbum supaya satu alur sinar yang halus dan ditujukan tepat kepada sel kanser untuk mengelak kerosakan kepada tisu-tisu yang sihat.
- Isotop fosforus-32 dan strontium-90 mengeluarkan zarah beta dapat merawat kanser kulit.

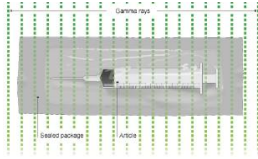
PENYURIH RADIOAKTIF



Surihan tiroid

- Pewarna yang mengandungi radioisotop seperti barium-138 disuntik ke dalam badan pesakit untuk mengesan tumor pada kepala.
- Radioisotop natrium-24 disuntik ke dalam badan pesakit untuk mengesan tempat pembekuan darah.
- Radioisotop iodine-131 digunakan untuk memeriksa keadaan kelenjar tiroid.

PENSTERILAN



Peralatan perubatan yang didedahkan dengan sinar gama

- Sinar gama daripada Cobalt-60 digunakan untuk membasmikan bakteria dalam proses pensterilan alat-alat perubatan seperti termometer, alat bedah, jarum suntikan, picagari dan sebagainya.

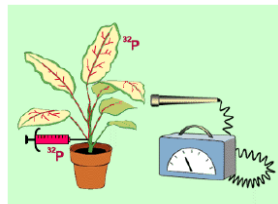
PENGAWETAN MAKANAN



Lalat buah

- Sinar gama digunakan untuk membunuh kumbang dan serangga perosak dalam bidang pertanian.
- Dos sinar gama yang kecil digunakan untuk menjadikan serangga perosak itu mandul dan pembiakannya dapat dikawal.

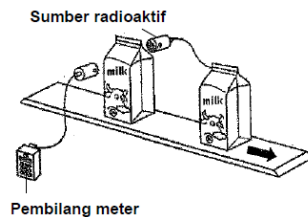
MENGAJI KADAR PENYERAPAN BAJA



Penentuan kadar penyerapan baja

- Radioisotop seperti fosforus-32 dan nitrogen-15 dicampurkan ke dalam baja.
- Selepas baja itu disiram, kadar penyerapan dan jumlah yang diserap oleh tumbuhan dapat ditentukan dengan mengesan kuantiti radioisotop yang terkandung dalam daun dan batangnya menggunakan pembilang Geiger Muller.

PENYEMAK ISIAN DALAM TIN DAN BUNGKUSAN



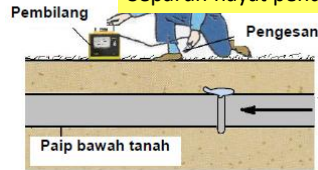
Pembilang meter

- Di kilang membuat makanan, tin-tin atau bungkusan-bungkusan yang telah diisi akan diangkat di atas satu tali sawat yang melalui satu punca sinar beta dan alat pengesan seperti tiub GM.
- Jika terdapat bungkusan atau tin yang kurang penuh, tiub GM akan member satu bacaan yang lebih tinggi daripada nilai bacaan piawai.

MENGESAN KEBOCORAN PAIP BAWAH TANAH

Bentuk jirim: cecair

Separuh hayat pendek



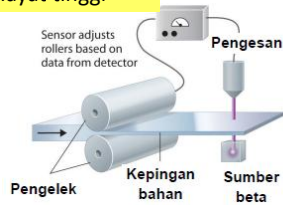
Radioaktif memancar zarah beta

Kuasa menembus sederhana

- Radioisotop yang mempunyai setengah hayat pendek seperti natrium-24 dimasukkan ke dalam saluran paip air atau gas yang disyaki bocor.
- Alat pengesanan seperti tiub GM kemudian digerakkan di atas permukaan tanah di sepanjang paip itu.
- Tempat di mana tiub GM menunjukkan bacaan yang paling tinggi berbanding tempat lain adalah tempat kemungkinan besar kebocoran berlaku.

MENGESAN KETEBALAN BAHAN

Separuh hayat tinggi



Bentuk jirim: pepejal

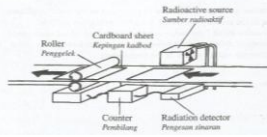
- Keceragaman ketebalan sesuatu bahan seperti kertas, kepingan aluminium boleh disemak dengan melakukan bahan-bahan itu di antara satu punca beta dan sebuah alat pengesanan tiub GM.
- Bacaan alat pengesanan itu akan berkurang jika ketebalan kepingan bahan itu bertambah.

PENGAWETAN MAKANAN



- Sinar gama boleh digunakan untuk membunuh mikroorganisma seperti bakteria dan spora kulat yang terperangkap dalam makanan supaya tempoh penyimpanan makanan dalam bungkusan dan tin dapat dilanjutkan.
- Kaedah ini adalah mudah, selamat dan tidak mengubah nilai zat makanan itu.
- Buah-buahan dan makanan dalam tin biasa menggunakan kaedah ini.

8 Diagram 8 shows a system used in a factory to ensure the thickness of a cardboard sheet is uniform.
 Rajah 8 menunjukkan satu sistem yang digunakan di sebuah kilang untuk memastikan ketebalan kepingan kadboard adalah seragam.



The radioactive source, radiation detector and counter are used to detect the thickness of the cardboard sheet. The radioactive source contains a radioisotope.
 Sumber radioaktif, penerima sinaran dan pembilang digunakan untuk mengesan ketebalan kepingan kadboard. Sumber radioaktif itu mengandungi radioisotop.
 Pengelek digunakan untuk memampatkan kepingan kadboard.

Table 8 shows four radioisotopes with their respective properties.
 Jadual 8 menunjukkan empat radioisotop dengan sifat masing-masing.

Radioisotopes Radioisotop	Half-life Separuh hayat	Type of radiation Jenis sinaran	Physical state Keadaan fizikal
Sodium-24 (Na) Natrium-24 (Na)	15 hours 15 jam	Gamma Gamma	Liquid Cecair
Phosphorus-32 (P) Fosforus-32 (P)	14.3 days 14.3 hari	Beta Beta	Liquid Cecair
Cobalt-60 (Co) Kobalt-60 (Co)	5.27 years 5.27 tahun	Gamma Gamma	Solid Pepejal
Strontium-90 (Sr) Strontium-90 (Sr)	28.5 years 28.5 tahun	Beta Beta	Solid Pepejal

Table 8
 Jadual 8

(a) What is meant by a radioisotope?

Apakah yang dimaksudkan dengan radioisotop?

[1 mark]
 [1 markah]

(b) Based on Table 8, state the suitable properties of the radioisotope to detect the thickness of the cardboard sheet.
 Give reason for the suitability of the properties.

Berdasarkan Jadual 8, nyatakan sifat-sifat radioisotop yang sesuai untuk mengesan ketebalan kepingan kadboard.
 Beri sebab mengapa sifat-sifat itu sesuai.

(i) Half-life / Separuh hayat

Reason / Sebab

[2 marks]
 [2 markah]

(ii) Type of radiation / Jenis sinaran

Reason / Sebab

[2 marks]
 [2 markah]

5.4 TENAGA NUKLEAR

UNIT JISIM ATOM (u.j.a)

- Jisim satu atom adalah sangat kecil dan sukar diukur dalam unit ukuran jisim biasa seperti gram atau kilogram.
- Maka, satu unit yang menggunakan perbandingan (relatif) di antara jisim atom lain dengan jisim satu atom karbon-12 telah digunakan.
- Isotop karbon-12 digunakan sebagai rujukan kerana ia terkandung dalam banyak sebatian yang ditemui di Bumi.
- Unit untuk pengukuran jisim atom ini dinamakan unit jisim atom (u.j.a).
- Jisim satu atom karbon-12 = 1.993×10^{-26} kg.
- 1 u.j.a. ditakrifkan sebagai jisim yang sama dengan $\frac{1}{12}$ daripada jisim atom karbon-12, iaitu:

$$1 \text{ u.j.a.} = \frac{1}{12} \times \text{jisim satu atom isotop karbon-12}$$

$$1 \text{ u.j.a.} = \frac{1}{12} \times 1.993 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

$$1 \text{ u.j.a.} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

TENAGA NUKLEAR

- Dalam suatu tindak balas nuklear atau reputan radioaktif, didapati jumlah jisim nukleus atom baru dan zarah yang terhasil adalah sentiasa kurang daripada jisim nukleus atom asal.
- Kehilangan atau penyusutan jisim ini telah bertukar menjadi tenaga. Tenaga dalam bentuk haba telah dibebaskan semasa tindak balas nuklear atau pereputan berlaku.
- Albert Einstein, seorang ahli fizik yang terkemuka telah mengemukakan satu prinsip yang mengaitkan hubungan antara jisim dengan tenaga, iaitu Prinsip Keabadian Jisim-Tenaga Einstein yang menyatakan bahawa jisim dan tenaga boleh saling bertukar antara satu sama lain.
- Hubungan antara jisim dengan tenaga telah dirumuskan dalam persamaan Einstein iaitu:

$$E = mc^2$$

Dengan:

E = jumlah tenaga yang dibebaskan akibat penyusutan jisim (dalam unit Joule)
 m = jisim yang telah menyusut yang disebut *cacat jisim* (dalam unit kg)
 c = halaju cahaya iaitu $3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

Contoh pengiraan :

Persamaan di bawah menunjukkan isotop radium-226 mereput menjadi radon-222 dengan memancarkan zarah alfa. Hitungkan :

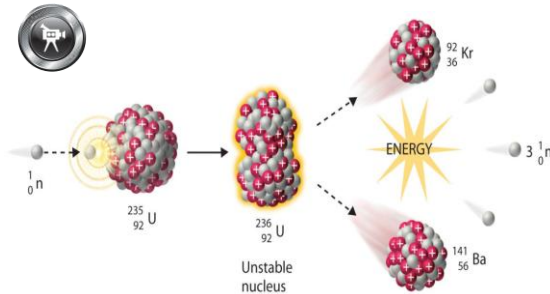
- Kehilangan jisim atau cacat jisim, m .
- Tenaga yang dibebaskan.

Penyelesaian :

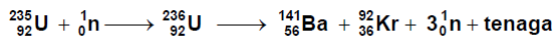
Kaedah penghasilan tenaga nuklear

Pembelahan nuklear

ialah proses pemecahan satu nukleus berjisim besar kepada dua nukleus yang lebih ringan (jisim hampir sama) dengan membebaskan jumlah tenaga yang besar.

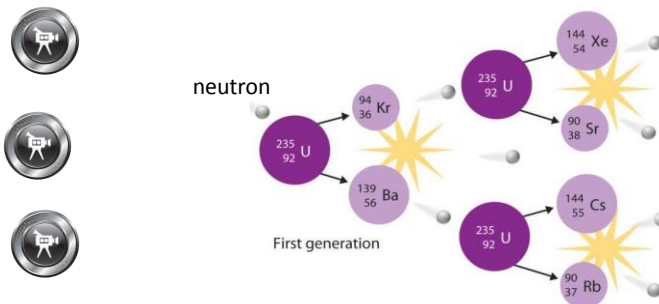


Satu neutron menghentam atom uranium menyebabkannya tidak stabil dan terbelah kepada 2 atom yang ringan (atom barium dan kripton) disertai dengan pembebasan tenaga yang besar



Tindak balas berantai

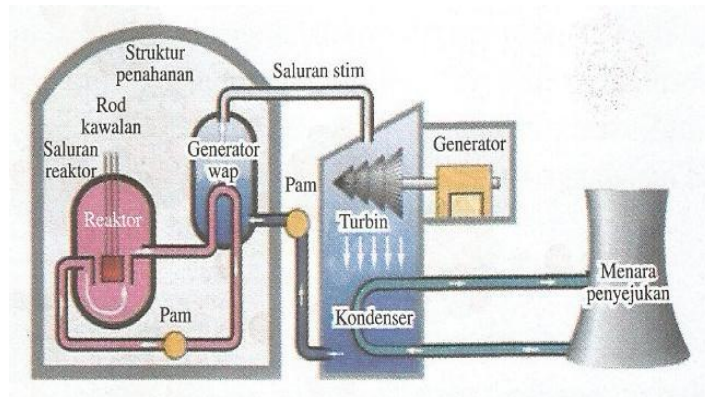
ialah tindakan pembelahan nukleus secara berterusan.



3 neutron hasil daripada pembelahan nukleus pertama akan menghentam tiga nukleus Uranium yang lain dan memecahkannya serta membebaskan 9 neutron. Tindak balas ini berlaku secara berterusan.

Biasa tindak balas ini berlaku dalam :

- reaktor nuklear (terkawal) -
- bom atom (tidak terkawal)



- ✓ Dalam reaktor nuklear, proses pembelahan nukleus uranium-235 membebaskan tenaga haba yang banyak.
- ✓ Tenaga haba kemudian memanaskan air. Air panas itu dialirkan ke luar reaktor untuk mendidihkan air sejuk menjadi stim.
- ✓ Stim memutarakan turbin dan seterusnya memutarakan dinamo di dalam penjana elektrik untuk menghasilkan tenaga elektrik.

3 The equation below represents a radioactive decay which occurs spontaneously. [1 mark]
Persamaan di bawah mewakili satu reputan radioaktif yang berlaku secara spontan.

$${}_{88}^{226}\text{Ra} \rightarrow {}_{86}^{222}\text{Rn} + {}_2^4\text{He}$$

(a) Name the type of the radioactive decay. [1 mark]
Namakan jenis reputan radioaktif itu. [1 mark]

(b) Why does the radioactive decay occur? [1 mark]
Mengapakah reputan radioaktif tersebut berlaku? [1 mark]

(c) Table 3 shows the atomic mass unit (u) of three elements. [1 mark]
Jadual 3 menunjukkan unit jisim atom (u) bagi tiga elemen.

Element Elemen		Atomic Mass Unit (u) Unit Jisim Atom (u)
Radium	${}_{88}^{226}\text{Ra}$	226.025
Radon	${}_{86}^{222}\text{Rn}$	222.018
Helium	${}_2^4\text{He}$	4.003

Additional Information:
Maklumat Tambahan:
 $1 \text{ u} = 1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$

Table 3
Jadual 3

(i) Determine the mass defect in kg. [2 marks]
Tentukan cacat jisim dalam kg. [2 markah]

(ii) Calculate the energy released from the radioactive decay. [2 marks]
Hitung tenaga yang terbebas daripada reputan radioaktif itu. [2 markah]