

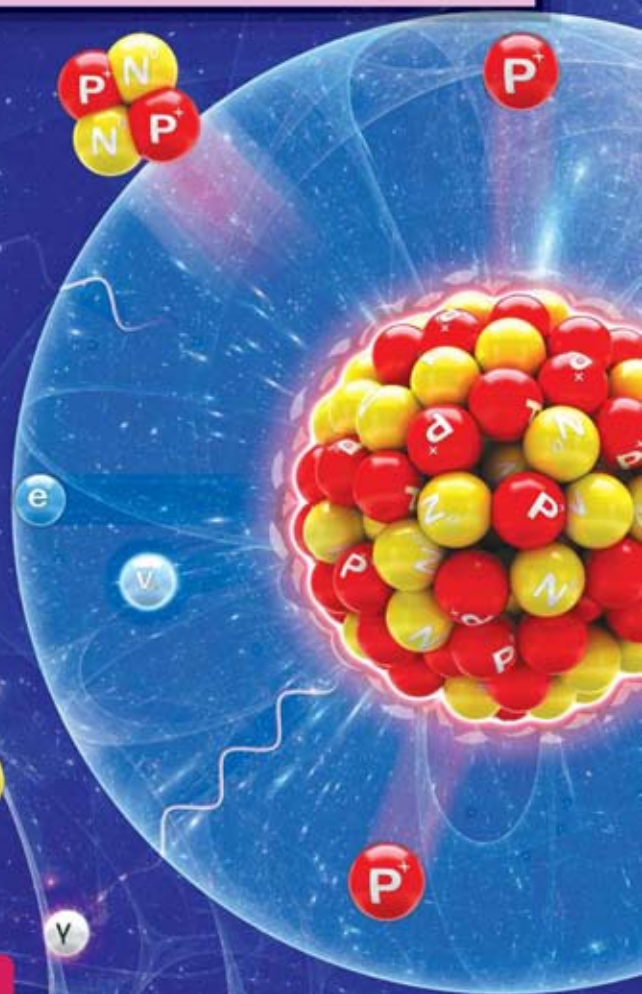
Keradioaktifan

Bilakah manusia mula menemukan keradioaktifan?

Apakah atom dan nukleus?

Apakah sinaran mengion dan sinaran tidak mengion?

Apakah kegunaan sinaran radioaktif dalam kehidupan harian?



Marilah kita mengkaji

- ▶ Sejarah penemuan keradioaktifan
- ▶ Atom dan nukleus
- ▶ Sinaran mengion dan sinaran tidak mengion
- ▶ Kegunaan sinaran radioaktif

Galeri Sains



Matahari merupakan sumber radioaktif yang paling besar dan berdekatan dengan Bumi. Walaupun begitu, banyak kajian sains menunjukkan bahawa sinaran cahaya matahari dalam keadaan normal tidak mengandungi sebarang sinaran radioaktif. Oleh sebab itu, Matahari dianggap sumber radioaktif yang tidak berbahaya kerana tiada sinaran radioaktif dibebaskan. Adakah fakta ini benar?

Analisis data yang dikumpulkan tentang lentingan jisim korona yang berlaku di Matahari pada 6 September 2017 oleh teleskop angkasa lepas Fermi telah menunjukkan bahawa sinaran cahaya matahari juga mengandungi sinar gama (sinaran radioaktif). Bagaimanakah kita dapat melindungi diri daripada sinar gama ini?

Lazimnya payung UV seperti yang ditunjukkan dalam gambar foto di bawah digunakan untuk menghalang sinar ultraungu yang terkandung dalam sinaran cahaya matahari. Dapatkah payung UV ini juga melindungi badan kita daripada sinar gama? Cadangkan satu bahan dalam pembuatan payung yang mampu menghalang sinar gama. Adakah bahan tersebut praktikal? Terangkan jawapan anda.



Payung UV (Payung yang dapat menghalang sinar ultraungu)

(Sumber: <https://www.scientificamerican.com/article/the-sun-is-spitting-out-strange-patterns-of-gamma-rays-and-no-one-knows-why/>)

Kata Kunci

- ◆ Keradioaktifan
- ◆ Sinaran radioaktif
- ◆ Bahan radioaktif
- ◆ Pereputan radioaktif
- ◆ Separuh hayat
- ◆ Becquerel (Bq)
- ◆ Curie (Ci)
- ◆ Teori Atom Dalton
- ◆ Kuasa pengionan
- ◆ Sinaran kosmik
- ◆ Arkeologi
- ◆ Geokronologi

8.1

Sejarah Penemuan Keradioaktifan

Sejarah Penemuan Keradioaktifan

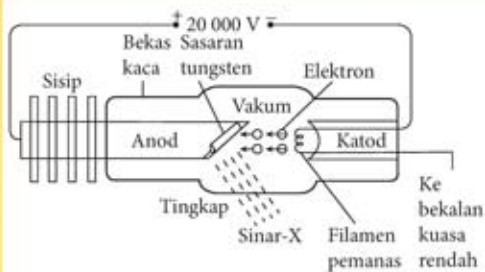
Perhatikan Rajah 8.1 untuk mengkaji sejarah penemuan keradioaktifan.



Wilhelm Roentgen



Gambar foto sinar-X tangan isteri Wilhelm Roentgen



Tiub sinar-X

Pada tahun 1895, **Wilhelm Conrad Roentgen**, ahli fizik Jerman, menemukan sinar-X secara tidak sengaja. Beliau telah mengambil gambar foto sinar-X tangan isterinya. Kejayaan itu membolehkan, **Wilhelm Conrad Roentgen** menerima **Hadiah Nobel pertama** dalam bidang Fizik pada tahun 1901 bagi penemuan sinar-X.



Kerjaya Sains

Terdapat pelbagai jenis kerjaya yang wujud dalam bidang keradioaktifan. Antaranya termasuklah:

- pengawal penyelidik di Agensi Nuklear Malaysia
- ahli fizik nuklear
- jurutera nuklear
- pakar perubatan nuklear



Sejak penemuan radium, pancaran gama yang dihasilkan oleh radium telah digunakan dalam pelbagai bidang termasuklah dalam bidang perubatan untuk merawat penyakit kanser. Namun begitu, Marie Curie meninggal dunia semasa berumur 67 tahun kerana menghidap penyakit yang disebabkan oleh pendedahan kepada pancaran gama yang berlebihan.



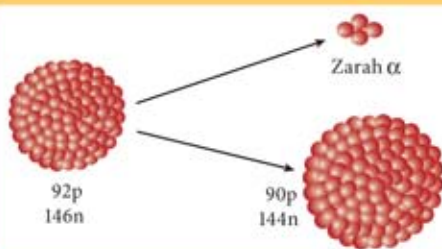
Rajah 8.1 Sejarah penemuan keradioaktifan



Henri Becquerel



Plat fotografi yang dihitamkan



Pancaran yang dikeluarkan daripada nukleus uranium

Pada tahun 1896, **Antoine Henri Becquerel**, ahli fizik Perancis, telah menjadi orang pertama yang berjaya menemukan **keradioaktifan**. Beliau menemukan suatu sebatian radioaktif, iaitu uranium dan menghasilkan pancaran yang boleh menghitamkan plat fotografi termasuklah dalam keadaan yang gelap secara tidak sengaja. Pancaran tersebut juga dikesan berdasarkan ciri pengionan. Oleh sebab itu, Antoine Henri Becquerel menerima **Hadiah Nobel** dalam bidang Fizik pada tahun 1903 bagi penemuan keradioaktifan.

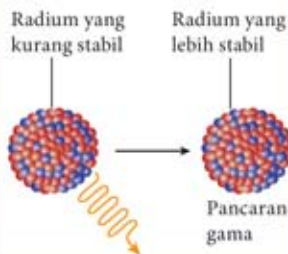


Hari ini dalam sejarah

Selepas menghadiri sesi pembentangan kertas kerja oleh Roentgen pada 20 Januari 1896, Becquerel berasa hairan kerana kajiannya tidak dapat menghasilkan sinar-X. Oleh itu, Becquerel telah menggantikan bahan yang dikaji dengan sebatian uranium.



Marie dan Pierre Curie bersama anak mereka



Pancaran gama daripada radium

Pada penghujung tahun 1897, Marie dan Pierre Curie, pasangan suami isteri dari Poland, berjaya mengesan pancaran radioaktif melalui kuasa pengionannya dan bukan melalui kesan fotografi. Bermula dengan bijih uranium yang dikenali sebagai **picblend**, mereka berjaya mengekstrak dua elemen radioaktif, iaitu **polonium** dan **radium**.



INFO SAINS

Marie Curie ialah wanita tunggal yang pernah menerima dua Hadiah Nobel, iaitu Hadiah Nobel dalam bidang Fizik pada tahun 1903 dan Hadiah Nobel dalam bidang Kimia pada tahun 1911.



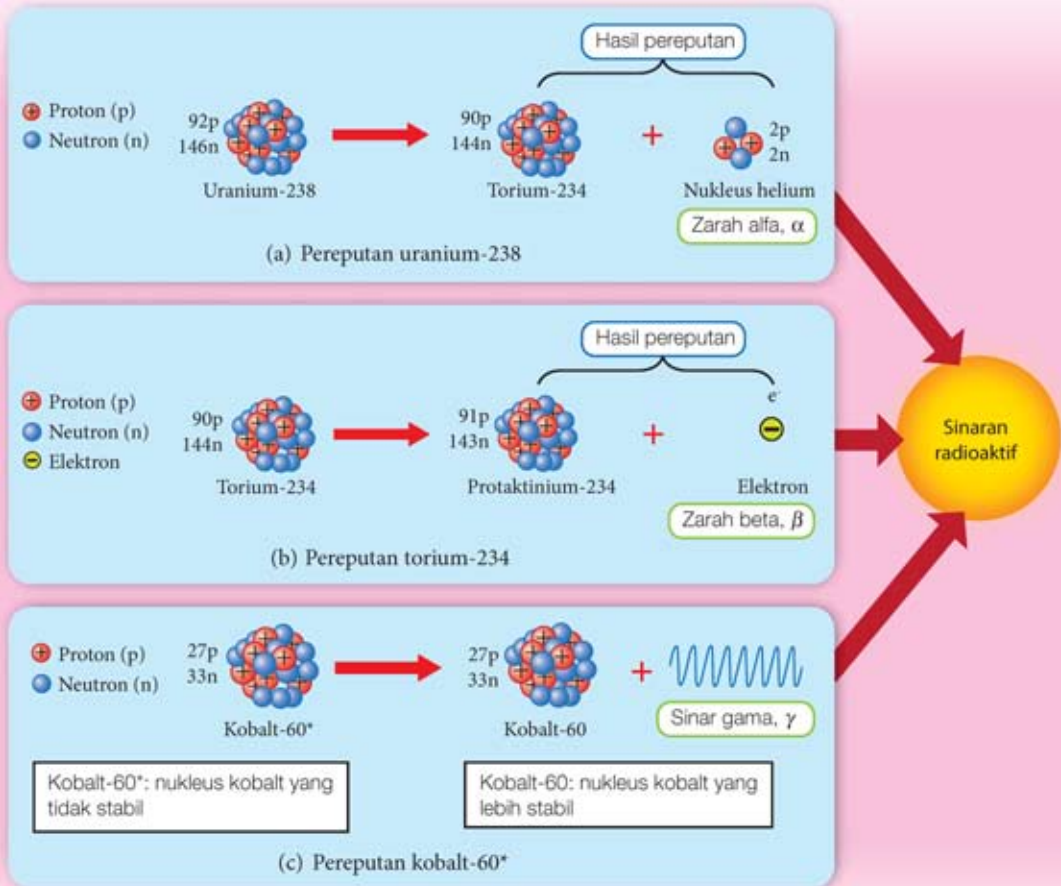
Hari ini dalam sejarah

Pancaran yang ditemukan oleh Becquerel tidak dapat menghasilkan gambar foto sinar-X tulang, namun tiada sesiapa pun berminat untuk meneruskan kajian Becquerel selama satu setengah tahun! Barangkali inilah yang menarik minat Marie dan Pierre Curie.

Keradioaktifan

Keradioaktifan ialah proses pereputan secara rawak dan spontan bagi nukleus yang tidak stabil dengan memancarkan sinaran radioaktif seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8.2. Sinaran radioaktif terdiri daripada:

- Zarah alfa (sinar alfa), α
- Zarah beta (sinar beta), β
- Sinar gama, γ



Rajah 8.2 Tiga jenis sinaran radioaktif yang terpancar daripada pereputan nukleus secara spontan

Pereputan radioaktif ialah proses rawak dan spontan, iaitu nukleus yang tidak stabil memancarkan sinaran radioaktif sehingga nukleus tersebut menjadi lebih stabil. Contoh unsur radioaktif yang mempunyai nukleus yang tidak stabil dan mereput secara spontan dengan memancarkan sinaran radioaktif adalah seperti yang berikut:

- Karbon-14 (C-14)
- Torium-234 (Th-234)
- Radon-222 (Rn-222)
- Uranium-238 (U-238)

Unit Keradioaktifan

Unit pengukuran bagi keradioaktifan yang pertama diperkenalkan ialah **curie (Ci)**. Kadar pereputan nukleus yang tidak stabil (atau **keaktifan** dalam pereputan nukleus) diukur dalam unit curie. Satu curie ialah 3.7×10^{10} pereputan sesaat, iaitu:

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ pereputan/s}$$

Unit S.I. bagi keradioaktifan ialah **becquerel (Bq)**. 1 becquerel (Bq) ialah 1 pereputan sesaat, iaitu:

$$1 \text{ Bq} = 1 \text{ pereputan/s}$$

i INFO SAINS

1 Ci adalah lebih kurang sama dengan bilangan pereputan sesaat dalam 1 g Radium-226 (Ra-226). Radium-226 ialah bahan radioaktif yang dikaji oleh Marie dan Pierre Curie.

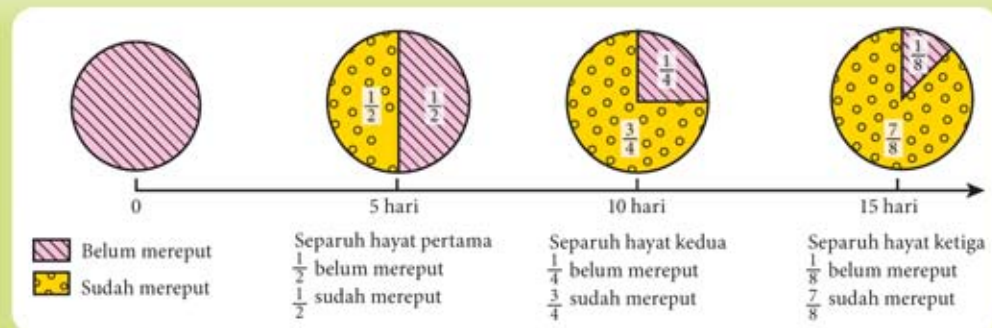
CABARAN MINDA

Lengkapkan yang berikut:

- (a) 1 Ci = _____ Bq
(b) 1 Bq = _____ Ci

Sepuluh Hayat Pereputan Radioaktif

Sepuluh hayat, $T_{1/2}$, ialah tempoh masa yang diambil untuk bilangan nukleus yang belum mereput berkurang menjadi setengah daripada nilai asalnya. Gambaran secara grafik keadaan apabila bilangan nukleus yang belum mereput itu berkurang dengan masa ditunjukkan dalam Rajah 8.3. Apakah unit S.I. bagi sepuluh hayat?



Rajah 8.3 Pereputan nukleus suatu unsur radioaktif dengan sepuluh hayat 5 hari

Contoh 1

Protaktinium-234 (Pa-234) mereput menjadi Uranium-234 (U-234) dengan sepuluh hayat, $T_{1/2}$, 5.2 jam. Hitungkan jisim Pa-234 selepas 20.8 jam dengan jisim asalnya 80 g.

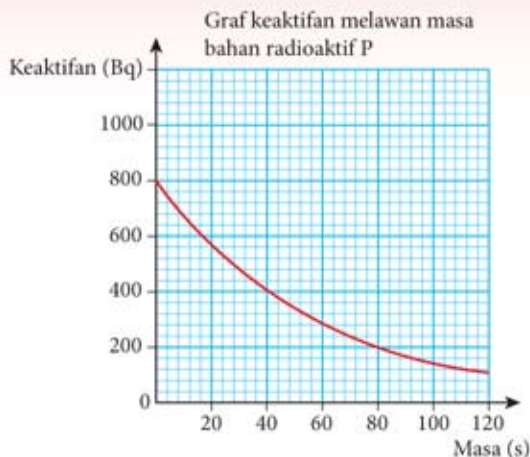
Penyelesaian

0 jam $\longrightarrow$ 5.2 jam $\longrightarrow$ 10.4 jam $\longrightarrow$ 15.6 jam $\longrightarrow$ 20.8 jam
 80 g $\qquad$ 40 g $\qquad$ 20 g $\qquad$ 10 g $\qquad$ 5 g

Maka jisim Pa-234 yang tertinggal selepas 20.8 jam ialah 5 g.

Contoh 2

Graf keaktifan melawan masa bagi bahan radioaktif P adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8.4.



Rajah 8.4

Berdasarkan keputusan graf, berapakah separuh hayat bagi P?

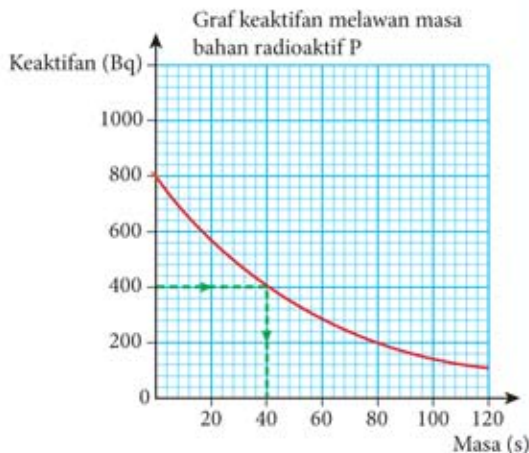
Penyelesaian

Keaktifan asal = 800 Bq

$$\begin{aligned}\text{Keaktifan pada separuh hayat} &= \frac{1}{2} \times 800 \text{ Bq} \\ &= 400 \text{ Bq}\end{aligned}$$

Apabila keaktifan ialah 400 Bq, masa yang sepadan ialah 40 s seperti yang ditunjukkan oleh garis putus-putus pada graf dalam Rajah 8.5.

Maka, separuh hayat bagi P ialah 40 s.



Rajah 8.5

Contoh 3

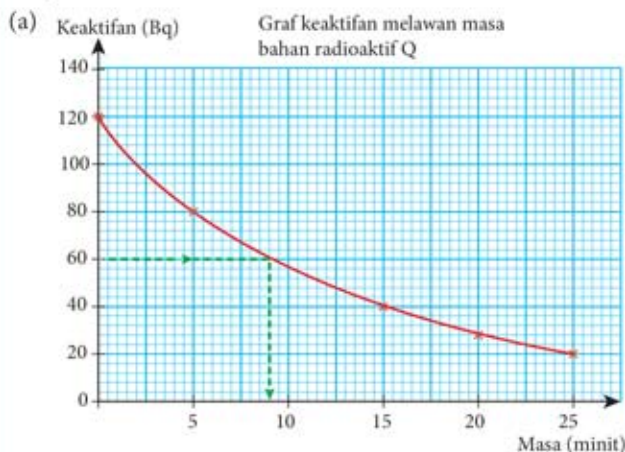
Keaktifan bahan radioaktif Q mengikut masa ditunjukkan dalam Jadual 8.1.

Jadual 8.1

Masa (minit)	0	5	10	15	20	25
Keaktifan (Bq)	120	80	56	40	28	20

- Lukis graf keaktifan melawan masa dalam kertas graf.
- Berdasarkan keputusan graf, berapakah separuh hayat bagi Q?

Penyelesaian



Rajah 8.6

- (b) Keaktifan asal = 120 Bq
Keaktifan pada separuh hayat
- $$= \frac{1}{2} \times 120 \text{ Bq}$$
- $$= 60 \text{ Bq}$$
- Daripada graf yang ditunjukkan dalam Rajah 8.6, separuh hayat bagi Q ialah 9 minit.

Aktiviti 8.1

Mengumpul maklumat tentang kebul awan untuk melihat runut yang dihasilkan oleh bahan radioaktif

Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang kaedah membina kebul awan untuk melihat runut yang dihasilkan oleh bahan radioaktif.
3. Bentangkan hasil dapatan kumpulan anda.

PAK-21

- KMK
- Aktiviti inkuiri

Praktis Formatif 8.1

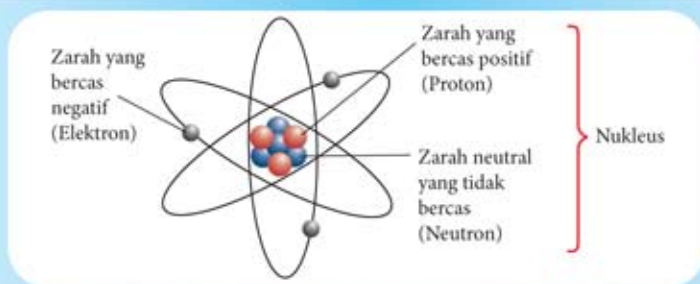
1. Nyatakan tokoh yang pertama menemukan:
 - (a) sinar-X
 - (b) sinaran radioaktif
 - (c) sinar gama yang dikeluarkan oleh radium
2. Apakah maksud keradioaktifan?
3. (a) Namakan **dua** unit keradioaktifan.
(b) Apakah kuantiti yang diukur dalam unit keradioaktifan?
4. Berikan **tiga** contoh unsur radioaktif.
5. Apakah maksud separuh hayat?

Atom berasal daripada perkataan 'atomos' yang bermaksud tidak boleh dibahagi. Pada tahun 1808, John Dalton memperkenalkan suatu teori tentang struktur atom. Menurut **Teori Atom Dalton**, atom ialah zarah terkecil yang tidak boleh dibahagi lagi. Walau bagaimanapun, perkembangan sains telah berjaya menemukan zarah yang lebih kecil, iaitu proton, elektron dan neutron.

Struktur Atom

Imbas kembali tiga zarah subatom dalam struktur atom yang telah anda pelajari semasa di Tingkatan 1 seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8.7.

Apabila bilangan proton dalam suatu atom adalah sama dengan bilangan elektronnya, maka atom tersebut adalah **neutral**.



Rajah 8.7 Struktur atom

Pembentukan Ion Positif dan Ion Negatif

Apabila suatu atom menderma atau menerima elektron, atom itu menjadi zarah bercas yang dikenali sebagai **ion**.

Ion Positif (Kation)

Atom yang **menderma elektron** membentuk **ion positif (kation)**.

Contoh

Jadual 8.2 Pembentukan ion natrium, Na^+

Atom natrium, Na

Zarah subatom	Bilangan	Cas
neutron, n	12	0
proton, p	11	+11
elektron, e	11	-11
Cas pada atom natrium, Na		0

→ buang 1 e^-

Ion natrium, Na^+

Zarah subatom	Bilangan	Cas
neutron, n	12	0
proton, p	11	+11
elektron, e	10	-10
Cas pada ion natrium, Na^+		+1

Ion Negatif (Anion)

Atom yang menerima elektron membentuk ion negatif (anion).

Contoh

Jadual 8.3 Pembentukan ion klorida, Cl^-

Atom klorin, Cl

Zarah subatom	Bilangan	Cas
neutron, n	18	0
proton, p	17	+17
elektron, e	17	-17
Cas pada atom klorin, Cl		0

terima $1 e^-$

Ion klorida, Cl^-

Zarah subatom	Bilangan	Cas
neutron, n	18	0
proton, p	17	+17
elektron, e	18	-18
Cas pada ion klorida, Cl^-		-1

Praktis Formatif

8.2

1. Nyatakan ciri bagi atom mengikut Teori Atom Dalton.

2. Terangkan bagaimana ion yang berikut terbentuk.

- Ion positif
- Ion negatif

3. Jadual 1 menunjukkan bilangan proton dan elektron bagi zarah-zarah P, Q, R, S dan T.

- Zarah yang manakah ion positif?
Terangkan jawapan anda.
- Zarah yang manakah ion negatif?
Terangkan jawapan anda.
- Zarah yang manakah adalah neutral?
Terangkan jawapan anda.

Jadual 1

Zarah	Bilangan proton	Bilangan elektron
P	4	4
Q	12	10
R	17	18
S	29	27
T	35	36

4. Jadual 2 menunjukkan pembentukan ion.

Jadual 2

Atom bromin, Br

Ion X

Zarah subatom	Bilangan	Cas
neutron, n	45	0
proton, p	35	+35
elektron, e	35	-35
Cas pada atom bromin, Br		0

pemindahan elektron

Zarah subatom	Bilangan	Cas
neutron, n	45	0
proton, p	35	+35
elektron, e	36	-36
Cas pada ion, X		-1

- Berapakah bilangan elektron yang dibuang atau diterima oleh atom bromin dalam pembentukan ion X ini?
- Jelaskan jawapan anda di 4(a).
- Namakan ion X yang dibentuk dan tulis simbolnya.

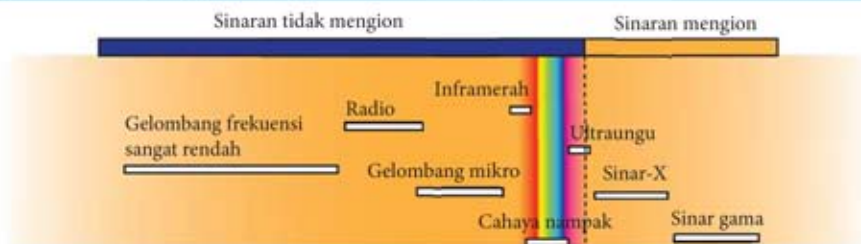
Sinaran Mengion dan Sinaran Tidak Mengion

Apabila suatu sinaran seperti sinaran radioaktif melintasi udara dan menghasilkan ion positif dan ion negatif, sinaran ini dikenali sebagai **sinaran mengion** seperti dalam Rajah 8.8.



Rajah 8.8 Sinaran radioaktif sebagai sinaran mengion

Apakah pula maksud **sinaran tidak mengion**? Contoh bagi sinaran mengion dan sinaran tidak mengion adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8.9.



Rajah 8.9 Sinaran mengion dan sinaran tidak mengion dalam spektrum elektromagnet

Mari jalankan Aktiviti 8.2 untuk mengkaji sinaran mengion, iaitu sinar alfa, sinar beta, sinar gama dan sinar-X dengan lebih lanjut.

Aktiviti 8.2

Melayari Internet dan membuat perkongsian maklumat tentang sinaran mengion

Arahan

- Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
- Layari Internet untuk mengumpulkan maklumat tentang sinaran mengion yang berikut:

(a) Sinar alfa, α (zarah alfa)	(c) Sinar gama, γ
(b) Sinar beta, β (zarah beta)	(d) Sinar-X
- Bincangkan beberapa aspek seperti saiz zarah, kuasa pengionan, kuasa menembusan, pemesanan oleh medan magnet dan pemesanan oleh medan elektrik.
- Bentangkan hasil perbincangan kumpulan anda dalam bentuk persembahan multimedia.

PAK-21

- KMK
- Aktiviti perbincangan

Jenis Sinaran Mengion

Terdapat tiga jenis sinaran radioaktif yang merupakan sinaran mengion, iaitu **sinar alfa**, α , **sinar beta**, β dan **sinar gama**, γ . Perhatikan Jadual 8.4.

Jadual 8.4 Perbezaan antara tiga jenis sinaran radioaktif yang mengion

Jenis sinaran radioaktif	Sinar alfa, α	Sinar beta, β	Sinar gama, γ
Sifat semula jadi	Nukleus helium	Elektron yang berhalaju tinggi	Gelombang elektromagnet
Cas zarah	Positif	Negatif	Neutral
Kuasa pengionan	Tinggi	Sederhana	Rendah
Kuasa menembusan			
	Rendah	Sederhana	Tinggi
Pemesongan oleh medan elektrik			
Pemesongan oleh medan magnet			

Sumber Sinaran Mengion dalam Alam Sekitar

Dalam alam sekitar, sumber sinaran mengion dikelaskan kepada **sumber sinaran mengion semula jadi** dan **sumber sinaran mengion buatan manusia** seperti dalam Rajah 8.10.



Rajah 8.10 Pengelasan sumber sinaran mengion dalam alam sekitar

Mari jalankan Aktiviti 8.3 untuk mengesan sinaran mengion semula jadi dalam alam sekitar.

Aktiviti 8.3

Mengumpul maklumat tentang sumber sinaran mengion semula jadi dalam alam sekitar

Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat tentang sumber sinaran mengion semula jadi dalam alam sekitar.

Mengumpul maklumat tentang sumber sinaran mengion semula jadi dalam alam sekitar
<http://bt.sasbadi.com/sa3242>



3. Bentangkan hasil dapatan kumpulan anda.



Sinaran Kosmik

Sinaran kosmik ialah sinaran bertenaga tinggi yang dihasilkan di luar Sistem Suria atau dari galaksi yang lain. Oleh sebab itu, sinaran kosmik juga dikenali sebagai **sinaran kosmik galaktik**.



Gambar foto 8.1 Teleskop Cherenkov di Gunung Hopkins, Amerika Syarikat digunakan untuk mengesan sinaran kosmik

Sinaran Latar Belakang

Sinaran latar belakang terdiri daripada pelbagai jenis sinaran mengion dalam alam sekitar. Sinaran latar belakang dihasilkan daripada pelbagai sumber termasuklah sumber semula jadi dan sumber buatan manusia. Sumber sinaran latar belakang termasuklah:

- sinaran kosmik
- keradioaktifan persekitaran daripada bahan radioaktif semula jadi
- sisa radioaktif daripada kemalangan nuklear dan ujian nuklear
- radioisotop daripada kegunaan perubatan

Unit Pengukuran Dos Sinaran Latar Belakang

Sinaran mengion yang diserap ke dalam badan manusia akan merosakkan sel badan. Oleh itu, kesan biologi daripada sinaran mengion terhadap badan manusia diukur dalam kuantiti yang dikenali sebagai **dos**. Dos 1 Sv adalah bersamaan dengan 1 joule tenaga sinaran mengion yang diserap oleh 1 kilogram tisu hidup. Unit pengukuran dos sinaran latar belakang yang lazim digunakan ialah **mikrosievert/jam ($\mu\text{Sv/j}$)**.



Apakah maksud 1 $\mu\text{Sv/j}$?



(a) Di kebun bunga



(b) Di kawasan sekolah

Gambar foto 8.2 Pengukuran sinaran latar belakang dengan alat pembilang Geiger

Perhati dan bandingkan bacaan dos sinaran latar belakang pada alat pengesan sinaran latar belakang yang ditunjukkan dalam Gambar foto 8.2. Apakah unit pengukuran dos sinaran latar belakang yang ditunjukkan dalam bacaan pada alat pengesan tersebut?

Dos sinaran latar belakang atau sinaran mengion yang **kurang daripada 0.2 $\mu\text{Sv/j}$** ialah **aras normal** atau **aras selamat**. Berdasarkan Gambar foto 8.2, kebun bunga dan kawasan sekolah merupakan kawasan yang selamat kerana kedua-dua kawasan ini mempunyai dos sinaran latar belakang yang kurang daripada 0.2 $\mu\text{Sv/j}$.

Dalam kehidupan harian, anggaran dos sinaran mengion daripada pelbagai sumber adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8.11. Kenal pasti sumber yang manakah selamat dan tidak selamat kepada seseorang individu.

i INFO SAINS

Aras dos sinaran latar belakang yang selamat:

- < 0.2 $\mu\text{Sv/j}$
- < 0.0002 mSv/j
- < 1 752 $\mu\text{Sv/tahun}$
- < 1.752 mSv/tahun

Laman Web

Pendedahan sinaran dalam kehidupan harian



<http://bt.sasbadi.com/sa3244>



Rajah 8.11 Anggaran dos sinaran mengion

Risiko Terdedah kepada Sinaran Mengion Semula Jadi

Risiko kesihatan terhadap tahap penyerapan sinaran mengion oleh badan manusia dipengaruhi oleh dos sinaran mengion yang diterima. Terdapat beberapa tindakan yang lazimnya diambil supaya dos sinaran mengion yang diterima tidak melebihi tahap selamat badan manusia seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 8.5.

Jadual 8.5 Antara tindakan yang perlu diambil supaya dos sinaran mengion yang diterima tidak melebihi tahap selamat badan manusia

Sumber dos sinaran mengion yang diterima	Tindakan yang perlu diambil
Sinaran latar belakang	Gunakan alat perlindungan yang sesuai seperti kaca mata yang dipasang dengan filem anti-ultraungu, payung anti-ultraungu dan sebagainya.
Mengambil gambar foto sinar-X	Pengambilan gambar foto sinar-X dibuat mengikut preskripsi doktor.
Televisyen	Pastikan jarak pemisahan antara televisyen dengan penonton sekurang-kurangnya 2 m.
Makanan yang dicemari oleh bahan radioaktif	Jangan makan makanan yang dihasilkan dari kawasan yang dicemari oleh bahan radioaktif seperti ikan dari laut yang dicemari oleh bahan radioaktif.
Sinaran kosmik	Waktu bekerja seorang juruterbang dihadkan untuk tempoh tertentu kerana juruterbang terdedah kepada sinaran kosmik.

INFO SAINS

Marie dan Irene Curie merupakan pasangan ibu-anak perempuan yang tunggal menerima tiga Hadiah Nobel. Marie Curie menerima dua Hadiah Nobel, iaitu Hadiah Nobel dalam Fizik pada tahun 1903 dan Hadiah Nobel dalam Kimia pada tahun 1911. Irene Curie, anak perempuan Marie Curie, pula menerima Hadiah Nobel dalam Kimia pada tahun 1935. Tanpa menyedari risiko terdedah kepada sinaran mengion, mereka mati kerana menghidap penyakit kanser yang disebabkan oleh pendedahan kepada sinaran gama yang berlebihan dalam kajian mereka.

Aktiviti 8.4

Menginterpretasi data berkaitan dengan risiko kesihatan terhadap tahap penyerapan sinaran mengion oleh badan manusia

Arahan

- Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
- Kumpulkan maklumat yang berkaitan dengan risiko kesihatan terhadap tahap penyerapan sinaran mengion oleh badan manusia daripada pelbagai sumber.
- Kemudian bincangkan risiko kesihatan terhadap tahap penyerapan sinaran mengion oleh badan manusia bagi dos yang berikut dalam setahun.
 - Dos 10 Sv.
 - Dos 1 Sv hingga 10 Sv.
 - Dos 0.1 Sv hingga 1 Sv.
 - Dos kurang daripada 0.1 Sv.
- Kongsikan hasil perbincangan kumpulan anda di dalam kelas.

PAK-21

- KMK
- Aktiviti simulasi

Contoh Tahap Penyerapan Sinaran Mengion yang Melebihi Tahap Selamat dan Tindakan yang Perlu Diambil

Oleh sebab kebanyakan sinaran kosmik diserap oleh atmosfera, dos sinaran kosmik di permukaan Bumi lazimnya bernilai kurang daripada $0.2 \mu\text{Sv/j}$, iaitu pada aras normal atau aras selamat. Sebaliknya, semakin tinggi dari permukaan Bumi, semakin kuat sinaran kosmik yang diterima. Namakan satu contoh sektor kerjaya yang dapat dikaitkan dengan tugas pada altitud yang tinggi.



Gambar foto 8.3 Juruterbang

 **Laman Web** 

Langkah keselamatan bagi ahli kru penerbangan yang terdedah kepada sinaran kosmik.



<http://bt.sasbadi.com/sa3246>

Ahli kru udara seperti juruterbang (Gambar foto 8.3), pramugara dan pramugari lazimnya menerima dos sinaran kosmik yang melebihi tahap selamat. Mereka terdedah kepada sinaran kosmik yang kuat di dalam kapal terbang yang terbang pada altitud yang tinggi. Oleh sebab itu, waktu kerja mereka di udara dihadkan untuk tempoh tertentu.



Praktis Formatif

8.3

- (a) Apakah sinaran mengion? Berikan **satu** contoh sinaran mengion.
(b) Apakah sinaran tidak mengion? Berikan **satu** contoh sinaran tidak mengion.
- Gariskan jawapan yang betul tentang perbezaan antara sinar alfa, sinar beta dan sinar gama.
(a) Kuasa pengionan sinar beta (lebih/kurang) daripada kuasa pengionan sinar alfa tetapi (lebih/kurang) daripada kuasa pengionan sinar gama.
(b) Kuasa penembusan sinar beta (lebih/kurang) daripada kuasa penembusan sinar alfa tetapi (lebih/kurang) daripada kuasa penembusan sinar gama.
- (a) Nyatakan **dua** sumber semula jadi yang menghasilkan sinaran mengion.
(b) Nyatakan **tiga** sumber buatan manusia yang menghasilkan sinaran mengion.
- (a) Nyatakan unit pengukuran dos sinaran latar belakang.
(b) Apakah 1 sievert (Sv)?
(c) Berapakah dos sinaran latar belakang pada aras normal atau aras selamat?
- Mengapakah tahap penyerapan sinaran mengion bagi individu yang bekerja dalam sektor penerbangan lazimnya melebihi tahap selamat?
- Seorang murid menonton televisyen setiap hari selama 2 jam. Hitung dos sinaran mengion yang telah murid itu terima selama 5 hari. (Dos sinaran mengion televisyen = 0.01 mSv/j)

8.4

Kegunaan Sinaran Radioaktif

Kegunaan Sinaran Radioaktif

Sinaran radioaktif seperti sinar alfa (α), sinar beta (β) dan sinar gama (γ) digunakan dalam pelbagai bidang dalam kehidupan harian seperti yang berikut:

Arkeologi atau geokronologi

Karbon dioksida dalam udara terdiri daripada karbon-12 ($C-12$) yang stabil dan karbon-14 ($C-14$) yang radioaktif. Oleh sebab karbon dioksida diserap dan dibebaskan oleh badan organisma yang hidup, peratus $C-14$ dalam tisu organisma tidak berubah.

Sebaik sahaja organisma mati, $C-14$ dalam tisuinya semakin berkurang kerana mereput dengan memancarkan sinar beta dengan separuh hayat, $T_{\frac{1}{2}}$, 5 700 tahun. Dengan mengukur keaktifan $C-14$, usia organisma dapat ditentukan. Kaedah ini dikenali sebagai **pentarikan karbon-14** dan digunakan oleh ahli arkeologi atau geokronologi untuk menentukan usia objek atau bahan purba.



Gambar foto 8.4 Tulang dinosaur

Kawalan ketebalan kepingan logam (Perindustrian)

Alat kawalan ketebalan berfungsi untuk mengawal ketebalan kepingan logam di dalam kilang. Kepingan logam dilalukan di antara sumber sinar beta dengan alat pengesan sinar beta. Jika alat pengesan sinar beta mengesan terlalu banyak sinar beta, kepingan logam yang disemak adalah terlalu nipis.



Gambar foto 8.5 Kawalan ketebalan kepingan logam

Pertanian

Dalam pertanian, kadar sinar beta yang dipancarkan oleh pereputan nukleus fosforus-32 ($P-32$) digunakan untuk menentukan kadar penyerapan baja fosfat dalam tumbuhan. Sinaran radioaktif juga digunakan untuk membunuh kumbang, mengawal populasi serangga perosak secara pemandulan, memilih jenis baja fosfat yang terbaik dan mengubah ciri tumbuhan.



Rajah 8.12 Menentukan kadar penyerapan baja fosforus-32 ($P-32$)

Pertahanan

Bahan radioaktif boleh digunakan dalam bidang pertahanan seperti bom nuklear. Selain haba, sinaran radioaktif yang dibebaskan dalam letupan bom nuklear memusnahkan hampir semua hidupan termasuklah manusia dan kesannya wujud untuk beberapa generasi.



Gambar foto 8.6 Letupan bom atom



Hari ini dalam sejarah

Pada 20 September 2017, Malaysia telah menandatangani persetujuan ICAN untuk mengharamkan senjata nuklear pada persidangan Pertubuhan Bangsa-bangsa Bersatu (PBB).

Pengawetan makanan

Logo **Radura** dalam Rajah 8.13 digunakan untuk melabel makanan yang diawet dengan sinaran radioaktif seperti sinar gama. Sinar gama digunakan dalam pengawetan makanan seperti buah-buahan untuk membunuh bakteria dalam makanan berkenaan.



Rajah 8.13 Logo Radura



Gambar foto 8.7 Pengawetan makanan dengan sinar gama

Perubatan

Sinar gama daripada sesium-137 (Cs-137) atau kobalt-60 (Co-60) digunakan untuk membunuh sel kanser. Sinaran radioaktif juga digunakan untuk menentukan tempat bekuan darah dengan natrium-24 (Na-24), merawat tumor di dalam otak dengan teknetium-99 (Tc-99), membasmi kuman dengan kobalt-60 (Co-60) dan merawat kelenjar tiroid dengan iodin-131 (I-131).



Gambar foto 8.8 Sinar gama digunakan untuk merawat kanser

Aktiviti 8.5

Melaksanakan galeri susur minda tentang kegunaan sinaran radioaktif dalam pelbagai bidang

Arahan

1. Jalankan aktiviti ini secara berkumpulan.
2. Kumpulkan maklumat daripada Internet, media cetak dan media elektronik lain tentang kegunaan sinaran radioaktif dalam bidang seperti pertanian, pertahanan, perubatan, arkeologi atau geokronologi, perindustrian dan pengawetan makanan.
3. Bincangkan perkara yang berikut tentang kegunaan sinaran radioaktif.
 - (a) Jenis sinaran radioaktif yang digunakan
 - (b) Cara penggunaan sinaran radioaktif
 - (c) Kerjaya yang dapat dihubungkan dengan penggunaan sinaran radioaktif
4. Laksanakan aktiviti galeri susur minda.

PAK-21

- KMK
- Aktiviti penggunaan teknologi
- STEM

Pengendalian Bahan Radioaktif dan Sisa Bahan Radioaktif dengan Selamat dan Sempurna

Langkah keselamatan dalam pengendalian sumber radioaktif dan sisa radioaktif adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 8.14.



Rajah 8.14 Langkah keselamatan dalam pengendalian sumber radioaktif dan sisa radioaktif

Mensyukuri Kepentingan Kegunaan Keradioaktifan

Kepentingan kegunaan keradioaktifan untuk kesejahteraan hidup manusia telah menyedarkan kita tentang keagungan Tuhan yang telah mencipta zarah unsur radioaktif yang boleh digunakan untuk kelestarian hidup.

Unsur radioaktif buatan yang pertama, iaitu fosforus-30 (P-30), dicipta oleh Irene Joliot-Curie, anak perempuan Marie Curie. Sejak tahun 1934, banyak unsur radioaktif buatan telah dihasilkan oleh ahli sains. Namun begitu, unsur radioaktif buatan tidak dapat dihasilkan tanpa unsur ciptaan Tuhan.

Pengendalian pembuangan sisa radioaktif dengan selamat dan sempurna.



<http://bt.sasbadi.com/sa3250>

Praktis Formatif

8.4

1. Nyatakan **satu** contoh kegunaan sinaran radioaktif dalam bidang yang berikut:
 - (a) Arkeologi atau geokronologi
 - (b) Perubatan
 - (c) Pertanian
 - (d) Pertahanan
 - (e) Perindustrian
2. (a) Namakan jenis sinaran radioaktif yang digunakan dalam pengawetan makanan.
(b) Bagaimanakah jenis sinaran radioaktif ini dapat mengawetkan makanan?
3. Mengapakah sumber radioaktif atau sisa radioaktif disimpan di dalam kotak dengan dinding plumbum yang tebal?
4. Rajah 1 menunjukkan satu simbol amaran.

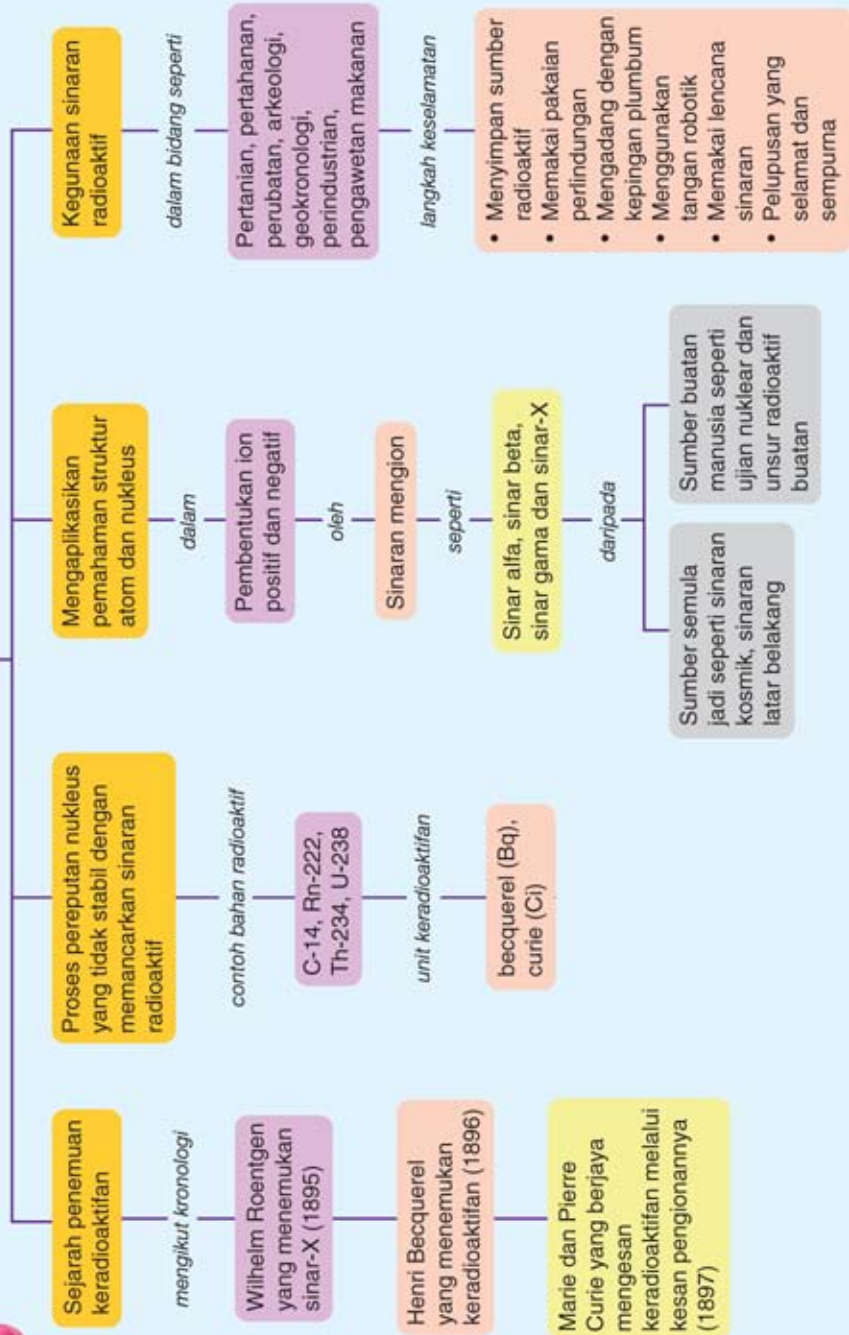


Rajah 1

- (a) Apakah maksud simbol amaran seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1?
 - (b) Namakan **satu** contoh tempat atau kawasan yang mempamerkan simbol amaran itu.
 - (c) Antara tiga sinaran radioaktif, iaitu sinar alfa, sinar beta dan sinar gama, yang manakah paling kurang berbahaya? Terangkan jawapan anda.
5. (a) Nyatakan **satu** logam yang digunakan untuk membuat pakaian perlindungan yang sesuai bagi mengendalikan bahan radioaktif.
(b) Nyatakan **satu** kebaikan dan **satu** kelemahan penggunaan logam yang digunakan untuk membuat pakaian perlindungan di 5(a).

Rumusan

Keradioaktifan



5. Jadual 1(a) dan 1(b) menunjukkan pembentukan ion.

Jadual 1(a)

Atom magnesium, Mg

Zarah subatom	Bilangan	Cas
neutron, n	12	0
proton, p	12	+12
elektron, e	12	-12
Cas pada atom magnesium, Mg		0

buang dua
elektron →

Ion magnesium, Mg^{2+}

Zarah subatom	Bilangan	Cas
neutron, n	12	0
proton, p	12	+12
elektron, e	10	-10
Cas pada ion magnesium, Mg^{2+}		+2

Jadual 1(b)

Atom fluorin, F

Zarah subatom	Bilangan	Cas
neutron, n	10	0
proton, p	9	+9
elektron, e	9	-9
Cas pada atom fluorin, F		0

tambah
satu
elektron →

Ion fluorida, F^{-}

Zarah subatom	Bilangan	Cas
neutron, n	10	0
proton, p	9	+9
elektron, e	10	-10
Cas pada ion fluorida, F^{-}		-1

- (a) Adakah ion yang terbentuk dalam Jadual 1(a) ion positif atau ion negatif? Terangkan jawapan anda.
- (b) Adakah ion yang terbentuk dalam Jadual 1(b) ion positif atau ion negatif? Terangkan jawapan anda.

Fokus KBAT

6. (a) Nyatakan **tiga** persamaan antara sinar-X dengan sinar gama.
- (b) Rajah 1 menunjukkan keadaan dua sampel strawberi, X dan Y, sebelum dan selepas 7 hari.



Hari pertama



Selepas 7 hari



Hari pertama



Selepas 7 hari

Sampel strawberi X

Sampel strawberi Y

Rajah 1



Selepas mempelajari bab ini, anda dapat:

8.1 Sejarah Penemuan Keradioaktifan

- ☐ Memerihalkan sejarah penemuan keradioaktifan.
- ☐ Menerangkan dengan contoh maksud bahan radioaktif, keradioaktifan dan konsep separuh hayat pereputan radioaktif.

8.2 Atom dan Nukleus

- ☐ Melakar struktur atom yang menunjukkan keadaan stabil.
- ☐ Menerangkan pembentukan ion positif dan ion negatif.

8.3 Sinaran Mengion dan Sinaran Tidak Mengion

- ☐ Memerihalkan sinaran mengion dan sinaran tidak mengion.
- ☐ Membezakan ketiga-tiga jenis sinaran mengion.
- ☐ Menjelaskan dengan contoh sumber sinaran mengion dalam alam sekitar, iaitu sumber semula jadi dan sumber buatan manusia
- ☐ Menyelesaikan masalah berkaitan risiko terdedah kepada sinaran mengion semula jadi.

8.4 Kegunaan Sinaran Radioaktif

- ☐ Berkomunikasi tentang kegunaan sinaran radioaktif untuk kesejahteraan hidup manusia.
- ☐ Mewajarkan kepentingan mengendalikan bahan radioaktif dan sisa bahan radioaktif dengan sempurna.



Jawab soalan yang berikut:

1. Tandakan (✓) bagi pernyataan yang betul dan (×) bagi pernyataan yang salah tentang sejarah penemuan keradioaktifan.
 - (a) Wilhelm Roentgen menemukan sinar-X. ()
 - (b) Henri Becquerel menggunakan elemen radium dalam kajian keradioaktifannya. ()
 - (c) Kematian Marie Curie disebabkan oleh pendedahan kepada sinar gama. ()
2. Apakah maksud pereputan radioaktif?
3. Namakan bahan radioaktif dalam garam biasa yang digunakan dalam bidang perubatan.
4. Pa-234 mereput menjadi U-234 dengan memancarkan sinar beta. Jika separuh hayat bagi Pa-234 ialah 5.2 jam, berapakah jisim Pa-234 yang tinggal selepas 20.8 jam dengan jisim asalnya 32 g? 

- (i) Antara sampel X dengan sampel Y, yang manakah telah diawetkan? Jelaskan jawapan anda.
- (ii) Apakah sinaran radioaktif yang digunakan untuk mengawetkan makanan?
- (iii) Bagaimanakah sinaran radioaktif ini dapat mengawetkan makanan?
- (iv) Adakah makanan yang diawetkan dengan menggunakan sinaran radioaktif selamat dimakan? Jelaskan jawapan anda.

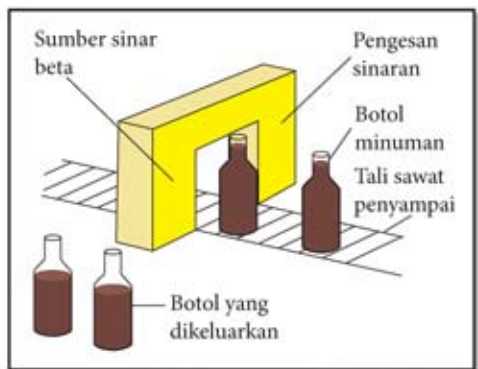
7. (a) Rajah 2(a) menunjukkan satu aktiviti yang lazimnya dijalankan di dalam sebuah makmal kajian bahan radioaktif.



Rajah 2(a)

Berdasarkan aktiviti yang ditunjukkan dalam Rajah 2(a), huraikan langkah keselamatan yang diambil dalam pengendalian sumber bahan radioaktif.

- (b) Rajah 2(b) menunjukkan satu contoh kegunaan sinar beta dalam bidang perindustrian. Sinar beta digunakan untuk menyemak pengisian air minuman di dalam botol. Sinar beta ditujukan kepada botol yang bergerak melintasinya seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2(b). Jika botol tidak diisi dengan air minuman yang cukup, sinar beta akan melalui botol lalu dikesan oleh alat pengesan. Litar yang disambung kepada alat pengesan kemudian mengeluarkan botol yang berisi air minuman yang tidak cukup.



Rajah 2(b)

Anda dikehendaki untuk mereka bentuk satu model untuk menunjukkan prinsip kerja sistem penyemakan pengisian air di dalam botol seperti dalam Rajah 2(b) dengan menggunakan bahan yang disediakan di bawah.

- LED
- Botol air mineral yang kosong
- Surat khabar
- Cermin