

BAB 2 GARAM

Sains Tambahan Tingkatan 5 KSSM
Oleh Cikgu Norazila Khalid
Smk Ulu Tiram, Johor



2.1 Garam

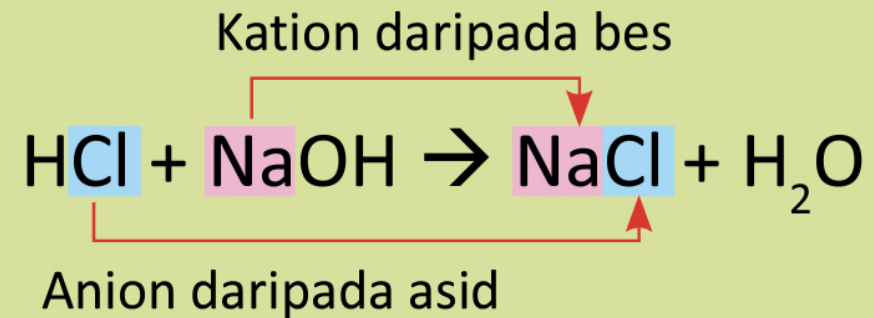


Garam

- Garam wujud secara semula jadi di sekeliling kita.
- Kita menggunakan garam di dalam makanan dan barang keperluan harian

Garam

- Garam terbentuk melalui proses peneutralan.
- Garam mengandung kation daripada bes yang bergabung dengan anion daripada asid.



Maksud Garam

- Garam ialah sebatian ionik yang terhasil apabila ion hidrogen dalam suatu asid digantikan oleh ion logam atau ion ammonium (NH_4^+).
- Contoh garam yang terhasil apabila ion H^+ dalam asid digantikan oleh ion logam atau NH_4^+



Asid	Nama umum garam	Contoh garam
Asid hidroklorik (HCl)	Garam klorida	Natrium klorida (NaCl), ammonium klorida (NH ₄ Cl)
Asid nitrik (HNO ₃)	Garam nitrat	Plumbum(II) nitrat Pb(NO ₃) ₂ , magnesium nitrat Mg(NO ₃) ₂
Asid sulfurik (H ₂ SO ₄)	Garam sulfat	Ferum(II) sulfat (FeSO ₄), kalium sulfat (K ₂ SO ₄)
Asid karbonik (H ₂ CO ₃)	Garam karbonat	Kalsium karbonat (CaCO ₃), natrium karbonat (Na ₂ CO ₃)

Penggunaan Garam dalam Kehidupan Harian

- Garam wujud secara semula jadi di dalam Gua Batu Kapur sebagai stalaktit dan stalagmit yang terdiri daripada kalsium karbonat, CaCO_3 .
- Selain itu, garam juga wujud sebagai mineral di dalam kerak Bumi.
- Contohnya ialah galena (plumbum(II) sulfida, PbS) dan marmar, CaCO_3 .
- Selain itu, garam juga memainkan peranan penting dalam kehidupan harian



Penyediaan makanan

- Natrium klorida (NaCl) digunakan untuk memberikan rasa masin kepada makanan.
- Monosodium glutamat (MSG) digunakan sebagai penambah rasa pada makanan.
- Serbuk penaik natrium bikarbonat (NaHCO_3) digunakan untuk menaikkan kek dan roti





Pengawetan makanan

Natrium benzoat ($\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$) digunakan untuk mengawet makanan seperti sos tomato, sos cili dan jem.

Bidang pertanian

- Garam nitrat seperti kalium nitrat (KNO_3), natrium nitrat (NaNO_3) dan garam ammonium seperti ammonium nitrat (NH_4NO_3) dan ammonium sulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) digunakan sebagai baja bernitrogen.



Bidang perubatan

- Ubat antasid mengandungi kalsium karbonat (CaCO_3) digunakan untuk mengurangkan keasidan perut pesakit gastrik.
- Plaster of Paris yang mengandungi kalsium sulfat (CaSO_4) digunakan untuk menyokong tulang yang patah.



Plaster of Paris

Kegunaan lain

- Ubat gigi berfluorida mengandung stanum(II) fluorida (SnF_2) yang dapat menguatkan enamel gigi.
- Argentum bromida (AgBr) digunakan dalam penghasilan filem fotografi hitam putih.



Garam Terlarut dan Garam Tak Terlarut

- Keterlarutan merujuk kepada kebolehan satu bahan larut dalam pelarut.
- Sebahagian garam larut dalam air manakala sebahagian lagi tidak larut.
- Keterlarutan garam dalam air bergantung kepada jenis kation dan anion di dalamnya



Jenis garam	Keterlarutan dalam air
Garam natrium, kalium dan ammonium	Semua larut
Garam nitrat	Semua larut
Garam klorida	Semua larut kecuali PbCl_2 , AgCl , HgCl_2
Garam sulfat	Semua larut kecuali PbSO_4 , BaSO_4 , CaSO_4
Garam karbonat	Semua tidak larut kecuali Na_2CO_3 , K_2CO_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

Penyediaan garam terlarut

```
graph TD; A[Penyediaan garam terlarut] --> B[Garam terlarut seperti jenis garam natrium, kalium dan ammonium disediakan melalui tindak balas peneutralan antara asid dengan alkali (melalui kaedah pentitratan seperti yang ditunjukkan dalam Aktiviti 2.1).]; A --> C[Garam terlarut yang lain (selain natrium, kalium dan ammonium) disediakan melalui tindak balas:]; C --> D[Asid dan logam (Aktiviti 2.2)]; C --> E[Asid dan oksida logam (Aktiviti 2.3)]; C --> F[Asid dan karbonat logam (Aktiviti 2.4)];
```

Garam terlarut seperti jenis garam natrium, kalium dan ammonium disediakan melalui tindak balas peneutralan antara asid dengan alkali (melalui kaedah pentitratan seperti yang ditunjukkan dalam Aktiviti 2.1).

Garam terlarut yang lain (selain natrium, kalium dan ammonium) disediakan melalui tindak balas:

Asid dan logam (Aktiviti 2.2)

Asid dan oksida logam (Aktiviti 2.3)

Asid dan karbonat logam (Aktiviti 2.4)

Penyediaan garam tak larut melalui kaedah pemendakan
atau penguraian ganda dua
Contoh: Plumbum(II) iodida

Kation

Kenal pasti larutan akueus yang membekalkan ion Pb^{2+} , misalnya, larutan nitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (kerana semua garam nitrat larut dalam air).

Pb^{2+}

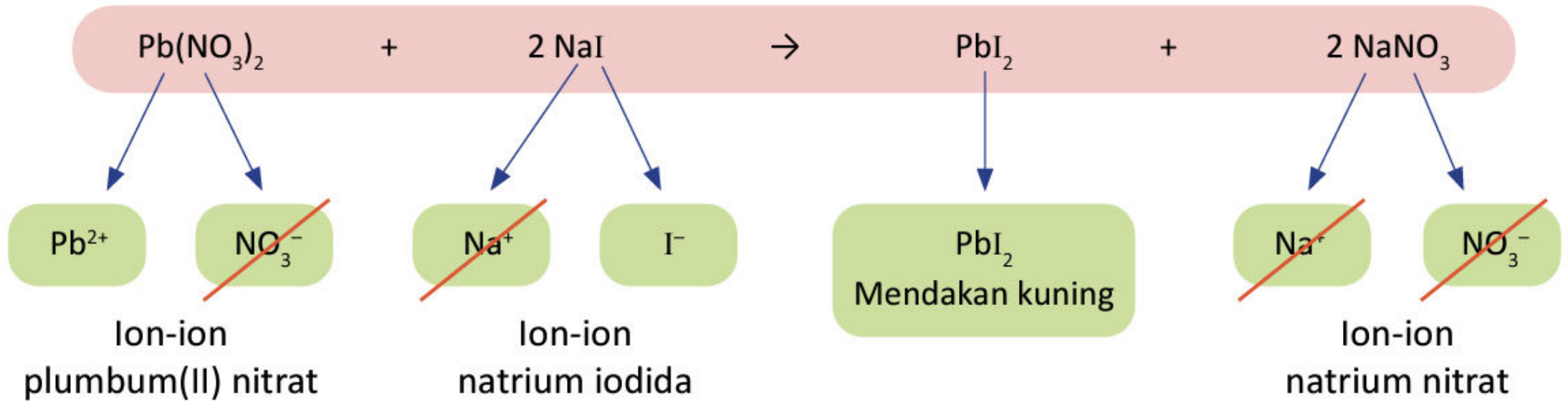
Anion

Kenal pasti larutan akueus yang membekalkan ion I^- , misalnya, larutan kalium atau natrium KI atau NaI (kerana semua garam kalium dan natrium larut dalam air).

I^-

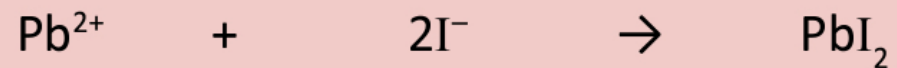
Plumbum(II) iodida
(mendakan kuning)

Persamaan kimia:



Panduan menulis persamaan ion

- Memandangkan ion Na^+ dan ion NO_3^- merupakan ion pemerhati yang tidak mengalami perubahan dalam tindak balas, maka ion-ion ini dimansuhkan.



Keterlarutan Garam Nitrat, Sulfat, Karbonat dan Klorida dalam Air

- Pemerhatian awal ke atas sifat fizikal garam seperti warna dan keterlarutan garam memberikan maklumat tentang kation dan anion yang mungkin hadir.



Kepentingan Proses Penulenan Garam

- Hablur garam yang terbentuk mungkin mengandungi bendasing.
- Garam terlarut yang tidak tulen boleh ditulenan melalui proses penghabluran semula.
- Proses penulenan garam dilakukan untuk menghasilkan garam yang seratus peratus tulen dengan kaedah penghabluran semula yang perlu dilakukan beberapa kali



Ciri-ciri Fizikal Hablur Garam

- Rupa bentuk hablur garam sama dengan garam biasa tetapi saiznya berbeza.
- Saiz hablur garam yang terbentuk bergantung kepada kadar penghabluran.
- Proses penghabluran yang cepat menghasilkan saiz hablur yang kecil dan sebaliknya



ciri-ciri fizikal Hablur garam

- bentuk geometri yang sekata, misalnya kiub.
- permukaan yang rata, sisi yang lurus dan bucu yang tajam.
- Sudut antara dua permukaan bersebelahan yang tetap.



Hablur garam kuprum(II) sulfat

Penyelesaian Masalah Kuantitatif dalam Tindak Balas Stoikiometrik

- Hitungkan jisim aluminium sulfat yang terhasil daripada tindak balas 0.3 mol asid sulfurik dengan aluminium oksida berlebihan.
- [Jisim atom relatif: O = 16, Al = 27, S = 32]

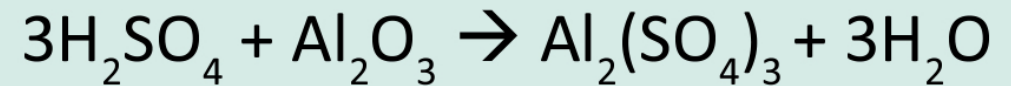


aluminium sulfat

Penyelesaian

Langkah 1

Tulis persamaan kimia yang seimbang.



Langkah 2

Tentukan nisbah mol $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yang dihasilkan daripada tindak balas.

$$\frac{\text{Bilangan mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3}{\text{Bilangan mol } \text{H}_2\text{SO}_4} = \frac{1}{3}$$

Penyelesaian

Langkah 3

Tentukan bilangan mol $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yang dihasilkan daripada tindak balas dengan menggunakan nisbah mol.

$$\begin{aligned}\text{Bilangan mol } \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 &= \frac{1}{3} \times \text{bilangan mol } \text{H}_2\text{SO}_4 \\ &= \frac{1}{3} \times 0.3 \\ &= 0.1 \text{ mol}\end{aligned}$$

Penyelesaian

Langkah 4

Tukar mol $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ kepada jisim.

Jisim molekul relatif $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

$$= 2(27) + 3(32) + 12(16)$$

$$= 342$$

Jisim $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

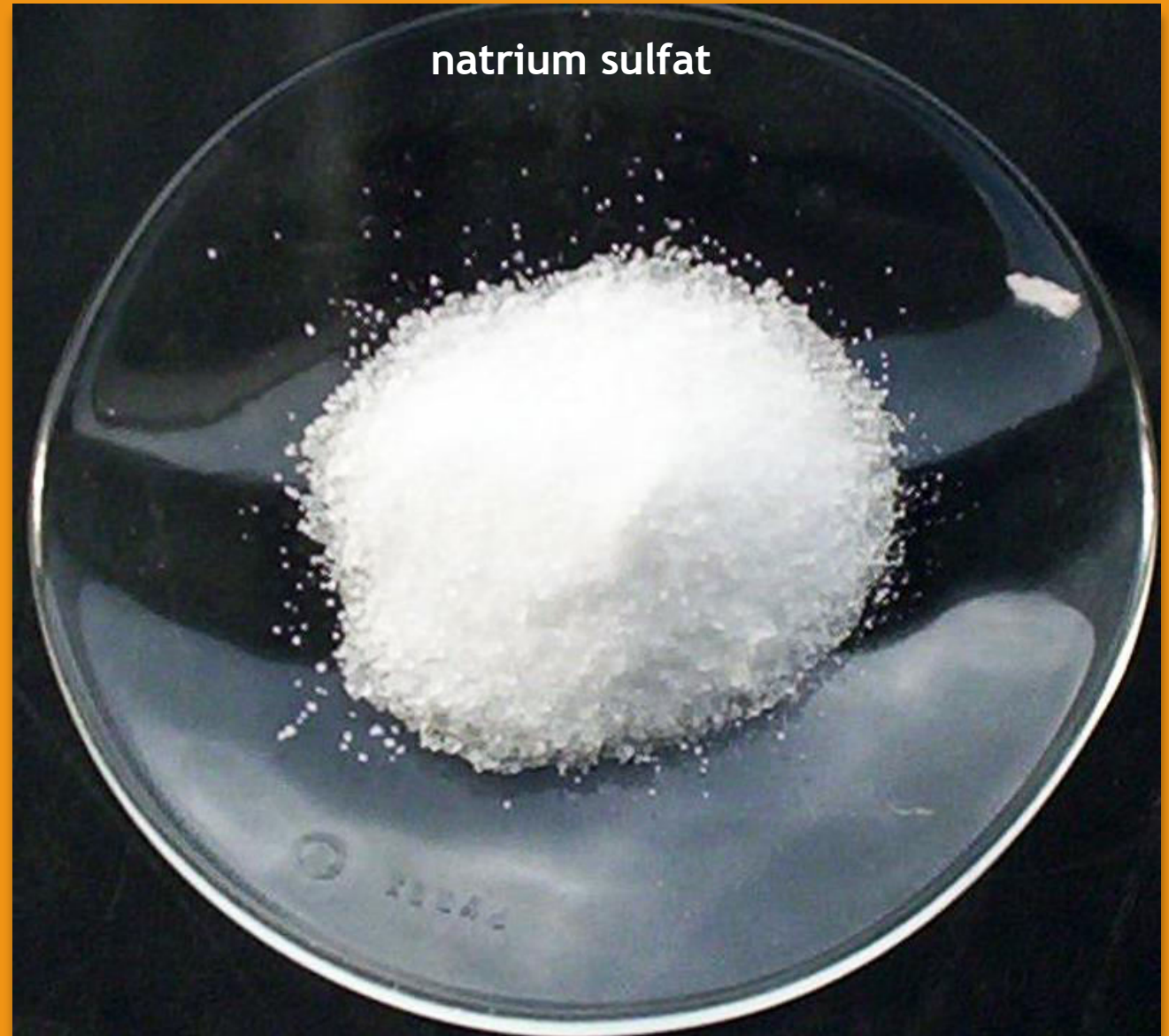
$$= \text{bilangan mol} \times \text{jisim molekul relatif}$$

$$= 0.1 \times 342$$

$$= \mathbf{34.2 \text{ g}}$$

Contoh 2

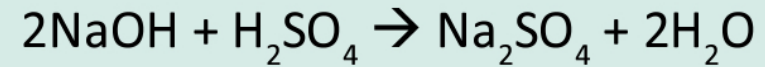
- 2.0 g natrium hidroksida bertindak balas dengan asid sulfurik.
- Berapakah jisim natrium sulfat yang terhasil?
- [Jisim atom relatif:
- $H = 1$, $O = 16$, $Na = 23$]



Penyelesaian

Langkah 1

Tulis persamaan kimia yang seimbang.



Langkah 2

Tukar jisim NaOH kepada mol.

Jisim molekul relatif NaOH = $23 + 16 + 1$

$$= 40$$

$$\text{Bilangan mol NaOH} = \frac{2}{40}$$

$$= 0.05 \text{ mol}$$

Langkah 3

Tentukan nisbah mol Na_2SO_4 kepada NaOH yang dihasilkan daripada tindak balas.

$$\frac{\text{Bilangan mol Na}_2\text{SO}_4}{\text{Bilangan mol NaOH}} = \frac{1}{2}$$

Penyelesaian

Langkah 4

Tentukan bilangan mol Na_2SO_4 yang dihasilkan daripada tindak balas dengan menggunakan nisbah mol.

$$\begin{aligned}\text{Bilangan mol Na}_2\text{SO}_4 &= \frac{1}{2} \times 0.05 \\ &= 0.025 \text{ mol Na}_2\text{SO}_4\end{aligned}$$

Langkah 5

Tukar mol Na_2SO_4 kepada jisim.

$$\begin{aligned}\text{Jisim molekul relatif Na}_2\text{SO}_4 &= (23 \times 2) + 32 + (16 \times 4) \\ &= 142\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jisim Na}_2\text{SO}_4 &= \text{bilangan mol} \times \text{jisim molekul relatif} \\ &= 0.025 \text{ mol} \times 142 \\ &= \mathbf{3.55 \text{ g}}\end{aligned}$$

Contoh 3

- Berapakah isi padu gas karbon dioksida yang terbebas pada s.t.p. apabila 2.1 g magnesium karbonat bertindak balas dengan asid hidroklorik?
- [Jisim atom relatif: C = 12, O = 16, Mg = 24; 1 mol gas menempati 22.4 dm³ pada s.t.p.]

magnesium karbonat



Penyelesaian

Langkah 1

Tulis persamaan kimia yang seimbang.



Langkah 2

Tukar jisim MgCO_3 kepada mol.

$$\begin{aligned}\text{Jisim molekul relatif } \text{MgCO}_3 &= 24 + 12 + (16 \times 3) \\ &= 84\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Bilangan mol } \text{MgCO}_3 &= \frac{2.1}{84}\end{aligned}$$

$$= 0.025 \text{ mol}$$

Langkah 3

Tentukan nisbah mol CO_2 kepada MgCO_3 yang dihasilkan daripada tindak balas.

$$\frac{\text{Bilangan mol } \text{CO}_2}{\text{Bilangan mol } \text{MgCO}_3} = \frac{1}{1}$$

Penyelesaian

Langkah 4

Tentukan bilangan mol CO_2 yang dihasilkan daripada tindak balas dengan menggunakan nisbah mol.

$$\begin{aligned}\text{Bilangan mol CO}_2 &= \frac{1}{1} \times 0.025 \\ &= 0.025 \text{ mol}\end{aligned}$$

Langkah 5

Tukar mol CO_2 kepada isi padu

$$\begin{aligned}\text{Isi padu CO}_2 &= \text{bilangan mol} \times \text{isi padu molar} \\ &= 0.025 \times 22.4 \\ &= \mathbf{0.56 \text{ dm}^3}\end{aligned}$$

Contoh 4

- Berapakah isi padu asid hidroklorik 2.0 mol dm^{-3} yang diperlukan untuk melarutkan serbuk magnesium karbonat berjisim 8.4 g ?
- [Jisim atom relatif: $\text{C} = 12$, $\text{O} = 16$, $\text{Mg} = 24$]



Penyelesaian

Langkah 1

Tulis persamaan kimia yang seimbang.



Langkah 2

Tukar jisim MgCO_3 kepada mol.

Jisim molekul relatif MgCO_3

$$= 24 + 12 + (16 \times 3)$$

$$= 84$$

$$\text{Bilangan mol MgCO}_3 = \frac{8.4}{84}$$

$$= 0.1 \text{ mol}$$

Langkah 3

Tentukan nisbah mol HCl kepada MgCO_3 daripada persamaan kimia.

$$\frac{\text{Bilangan mol HCl}}{\text{Bilangan mol MgCO}_3} = \frac{2}{1}$$

Penyelesaian

Langkah 4

Tentukan bilangan mol HCl yang digunakan dalam tindak balas dengan menggunakan nisbah mol.

$$\begin{aligned}\text{Bilangan mol HCl} &= \frac{2}{1} \times \text{bilangan mol MgCO}_3 \\ &= \frac{2}{1} \times 0.1 \\ &= 0.2 \text{ mol}\end{aligned}$$

Langkah 5

Tentukan isi padu HCl dengan menggunakan bilangan mol HCl.

Bilangan mol HCl = kemolaran $\times$ isi padu HCl dalam dm³

$$\begin{aligned}\text{Isi padu} &= \frac{\text{Bilangan mol HCl}}{\text{Kemolaran HCl}} \\ &= \frac{0.2}{2}\end{aligned}$$

$\therefore$ Isi padu HCl = **0.1 dm³**

2.2 Analisis kualitatif garam



Maksud Analisis Kualitatif

- Terdapat banyak sebatian yang mempunyai warna yang sama di dalam makmal.
- Contohnya natrium klorida, magnesium karbonat dan zink sulfat berwarna putih.



Maksud Analisis Kualitatif

- Analisis kualitatif ialah teknik untuk mengenal pasti kation dan anion yang hadir di dalam sesuatu garam dengan menganalisis sifat fizik dan sifat kimia garam itu.



Langkah analisis kualitatif

1

Perhatikan warna garam atau warna larutan terlarut garam.

2

Perhatikan keterlarutan garam dalam air.

3

Perhatikan kesan haba ke atas suatu garam.

4

Kenal pasti gas yang terbebas apabila tindakan haba dan ujian gas dijalankan ke atas garam.

5

Kenal pasti mendakan yang terbentuk apabila suatu reagen spesifik diuji ke atas larutan garam.

6

Jalankan ujian pengesahan kehadiran kation dan anion.

Langkah analisis kualitatif

Inferens Berdasarkan Warna dan Keterlarutan Garam dalam Air

- Pemerhatian awal ke atas sifat fizikal garam seperti warna dan keterlarutan dalam air boleh memberikan maklumat awal kation dan anion yang mungkin hadir.



Inferens Berdasarkan Warna dan Keterlarutan Garam dalam Air

- Kebanyakan pepejal garam berwarna putih dan akan menghasilkan larutan tidak berwarna apabila dilarutkan dalam air.
- Walau bagaimanapun, kation daripada unsur peralihan menghasilkan warna-warna yang tertentu.



magnesium karbonat

Garam	Warna	
	Pepejal	Larutan akueus
Garam yang mengandung ion Na^+ , K^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Al^{3+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} (jika anion tidak berwarna)	Putih	Tidak berwarna
Garam yang mengandung ion Fe^{2+}	Hijau	Hijau atau hijau muda
Garam yang mengandung ion Fe^{3+}	Perang	Perang atau perang kekuningan
Kuprum(II) sulfat, CuSO_4 Kuprum(II) nitrat, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$	Biru	Biru
Kuprum(II) klorida, CuCl_2	Hijau	Biru
Kuprum(II) karbonat, CuCO_3	Hijau	Tidak larut dalam air

Warna garam dalam bentuk pepejal dan larutan akueus

Ujian Gas

- Selain warna dan keterlarutan garam dalam air, gas mungkin terbebas apabila satu sebatian garam dipanaskan.
- Selain itu, gas juga mungkin terbebas apabila sebatian garam bertindak balas dengan asid atau alkali.
- Berdasarkan jenis gas yang terbebas, maklumat tentang anion dan kation boleh diketahui.



Jenis gas yang terbebas	Jenis ion yang mungkin hadir
Gas karbon dioksida, CO_2	Ion karbonat CO_3^{2-} kecuali Na_2CO_3 dan K_2CO_3
Gas oksigen, O_2	Ion nitrat, NO_3^-
Gas oksigen, O_2 dan gas nitrogen dioksida, NO_2	Ion nitrat, NO_3^- kecuali NaNO_3 dan KNO_3
Gas sulfur dioksida, SO_2	Ion sulfat, SO_4^{2-} (hanya ZnSO_4 , CuSO_4 , FeSO_4)
Gas ammonia, NH_3	Ion ammonium, NH_4^+

Jenis ion yang mungkin hadir berdasarkan jenis gas terbebas

Ujian Gas

- Gas yang terbebas perlu diuji untuk mengesahkan kehadiran gas.
- Ujian pengesanan gas boleh dimulakan dengan pemerhatian terhadap warna, bau dan seterusnya melakukan ujian pengesanan gas



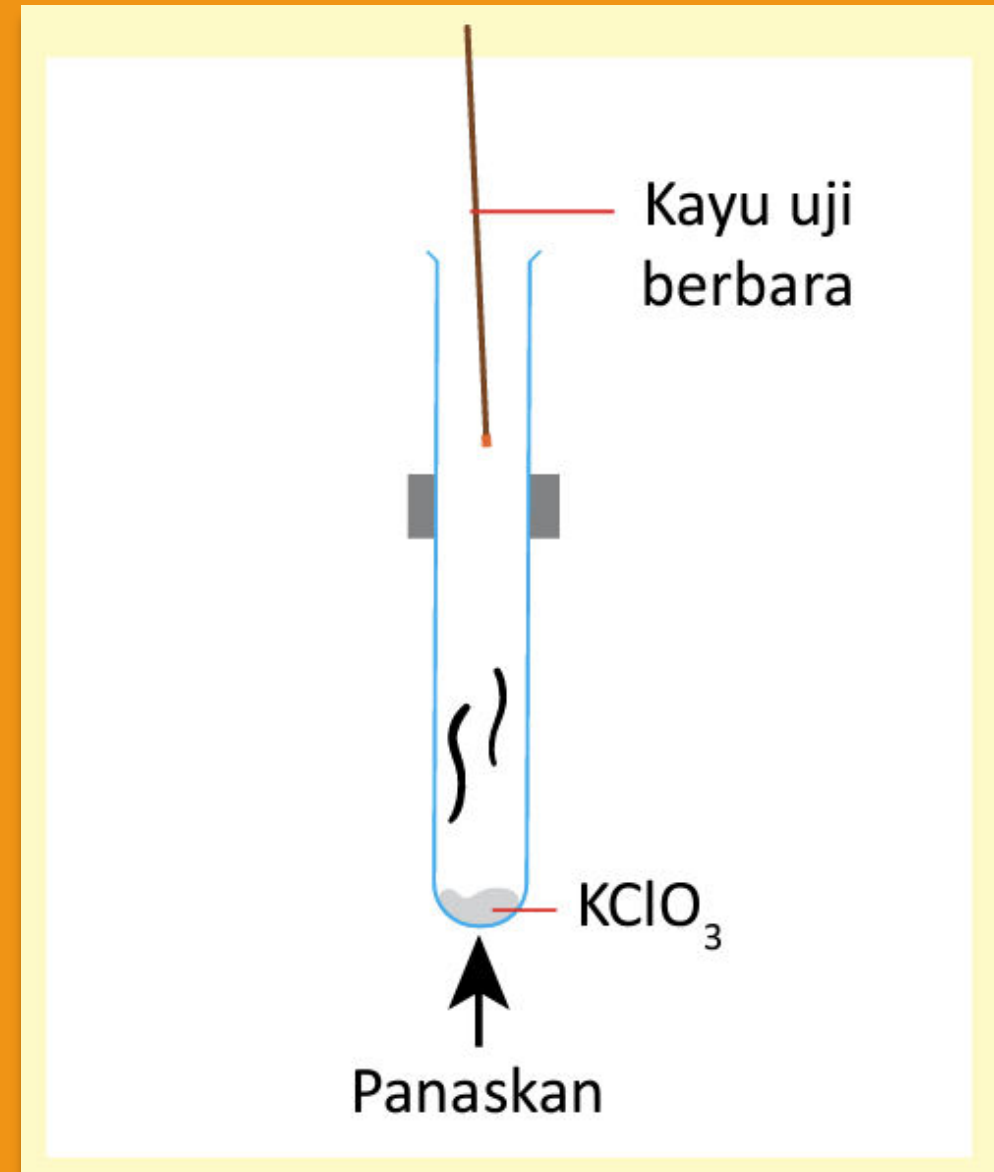
Nama gas	Warna gas	Bau gas	Ujian pengesahan gas
Oksigen, O ₂	Tidak berwarna	Tidak berbau	Menyalakan kayu uji berbara
Hidrogen, H ₂	Tidak berwarna	Tidak berbau	Memadamkan nyalaan dengan bunyi “pop” apabila diuji dengan kayu uji bernyala
Karbon dioksida, CO ₂	Tidak berwarna	Tidak berbau	- Mengeruhkan air kapur - Menukarkan warna kertas litmus biru lembap kepada merah
Ammonia, NH ₃	Tidak berwarna	Bau sengit	- Menghasilkan wasap putih dengan wap HCl - Menukarkan warna kertas litmus merah lembap kepada biru

Ujian pengesahan gas

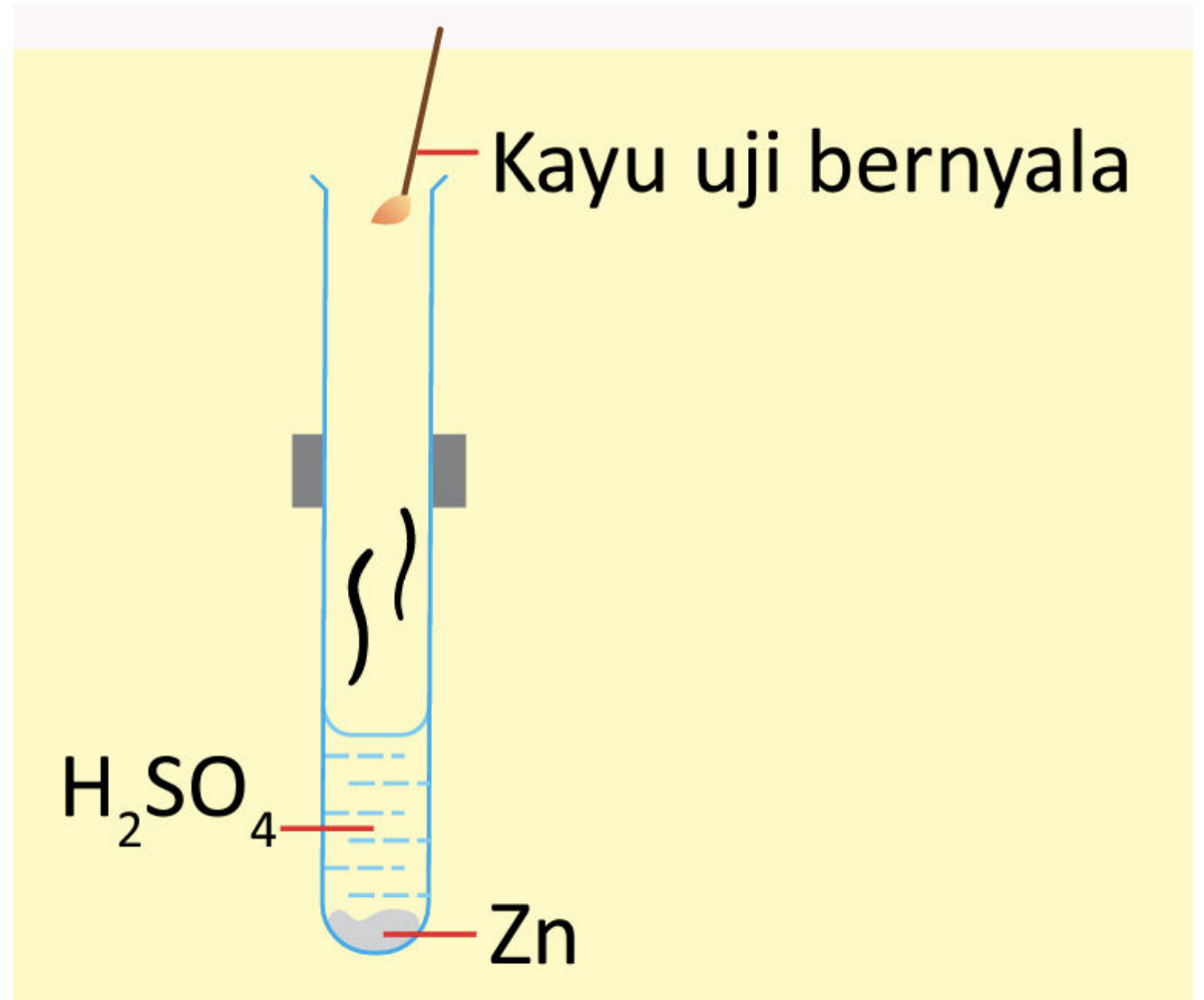
Klorin, Cl_2	Kuning kehijauan	Bau sengit	Melunturkan warna kertas limus biru atau merah lembap
Hidrogen klorida, HCl	Tidak berwarna	Bau sengit	- Menghasilkan wasap putih dengan wap NH_3 - Menukarkan warna kertas litmus biru lembap kepada merah
Sulfur dioksida, SO_2	Tidak berwarna	Bau sengit	- Melunturkan warna ungu larutan kalium manganat(VII) berasid - Menukarkan warna jingga larutan kalium dikromat(VI) berasid kepada hijau - Menukarkan warna kertas litmus biru lembap kepada merah
Nitrogen dioksida, NO_2	Perang	Bau sengit	Menukarkan warna kertas litmus biru lembap kepada merah

Ujian pengesahan gas

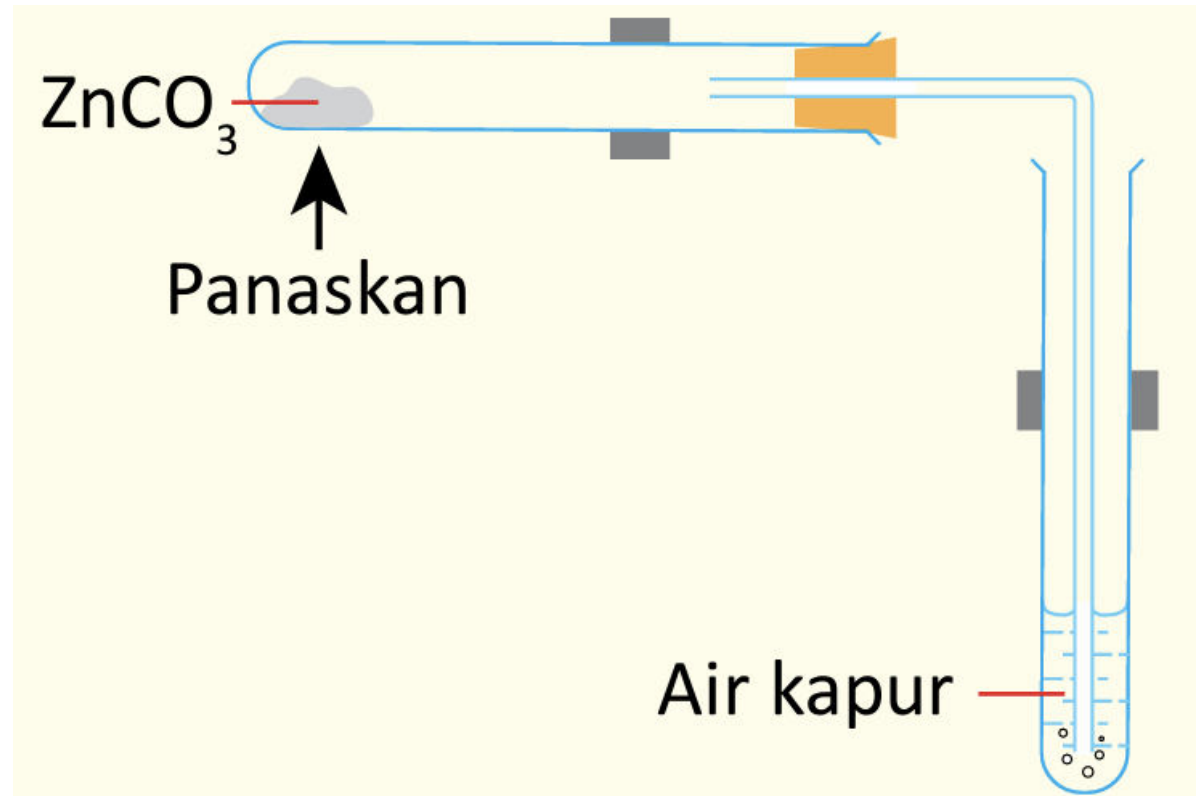
Ujian gas oksigen



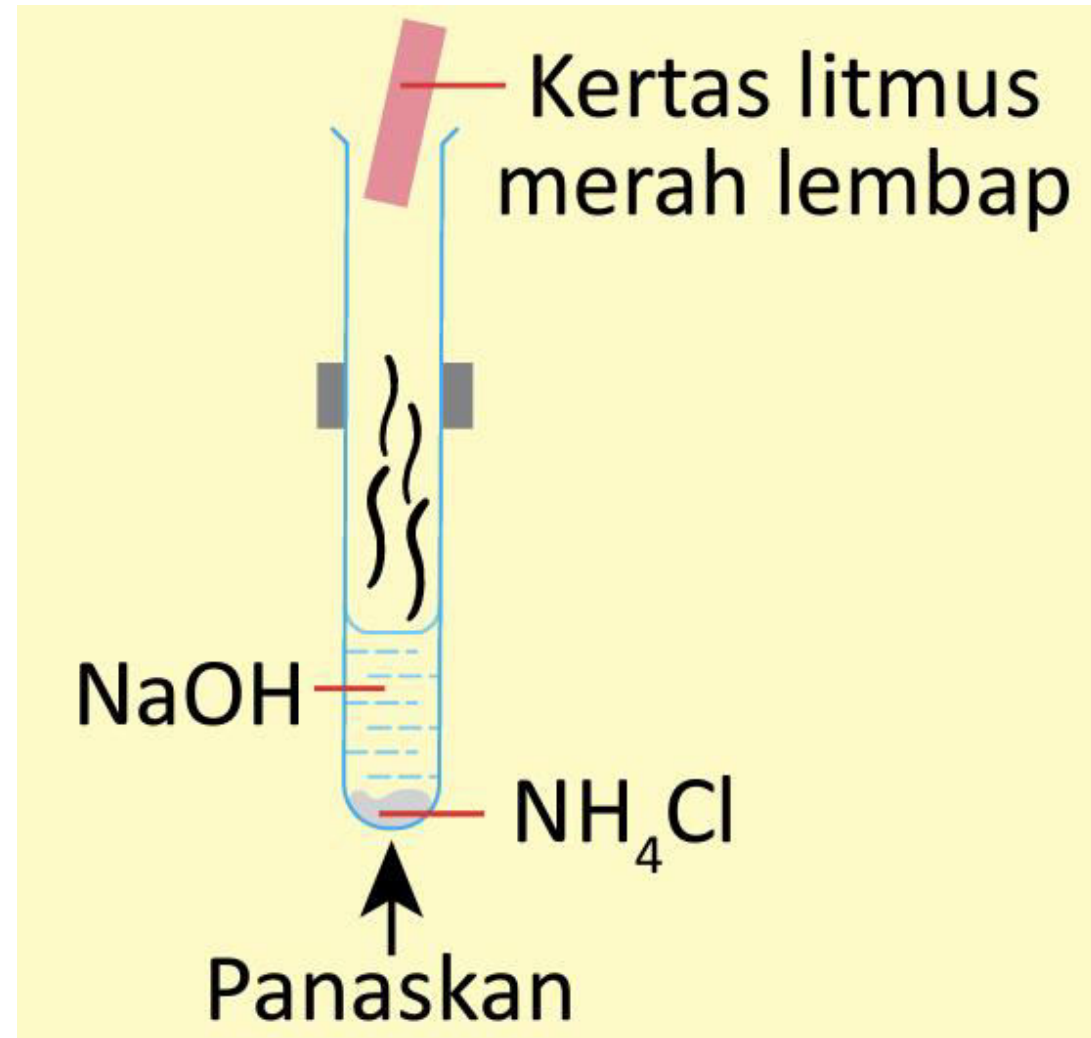
Ujian gas hidrogen



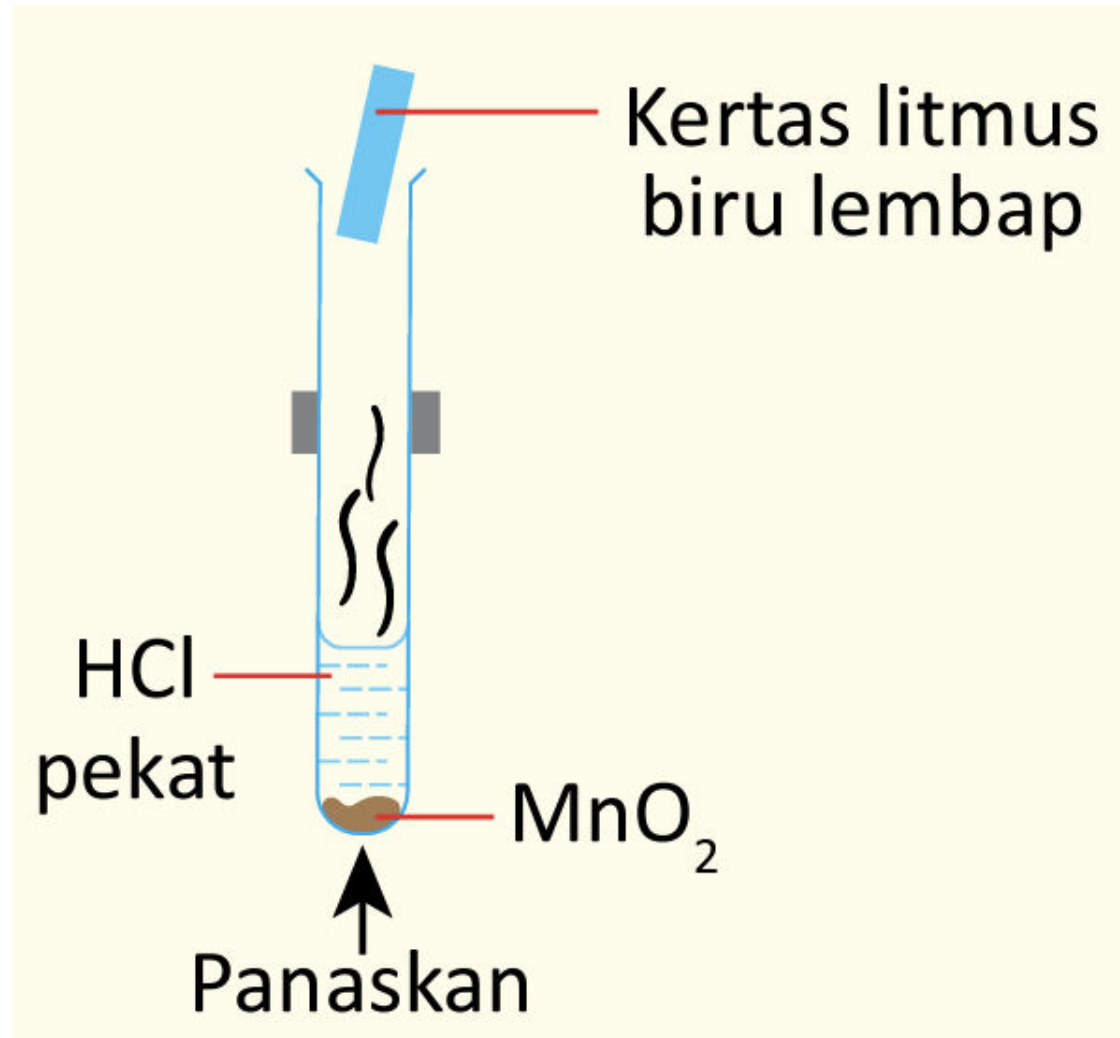
Ujian gas karbon dioksida



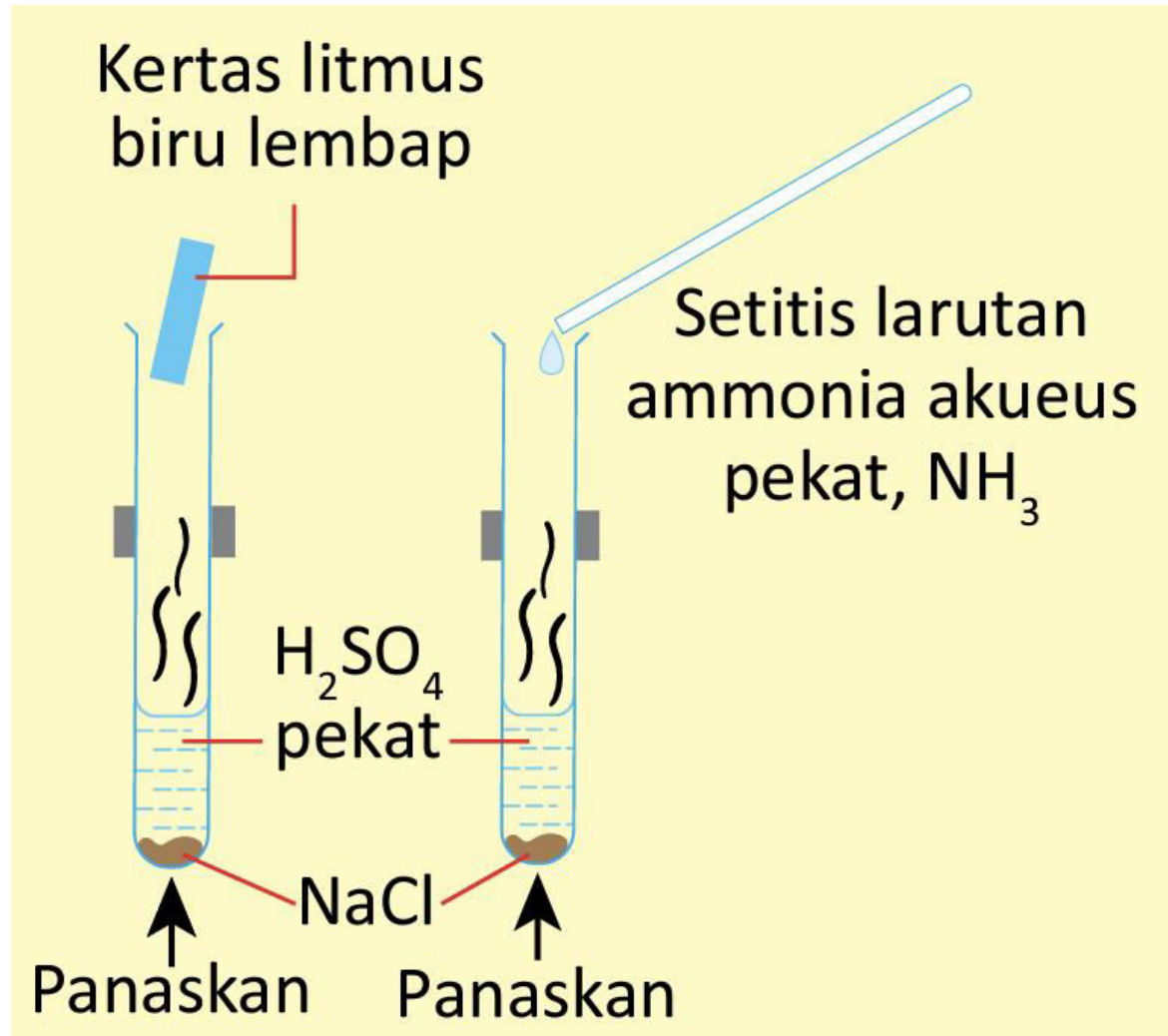
Ujian gas ammonia



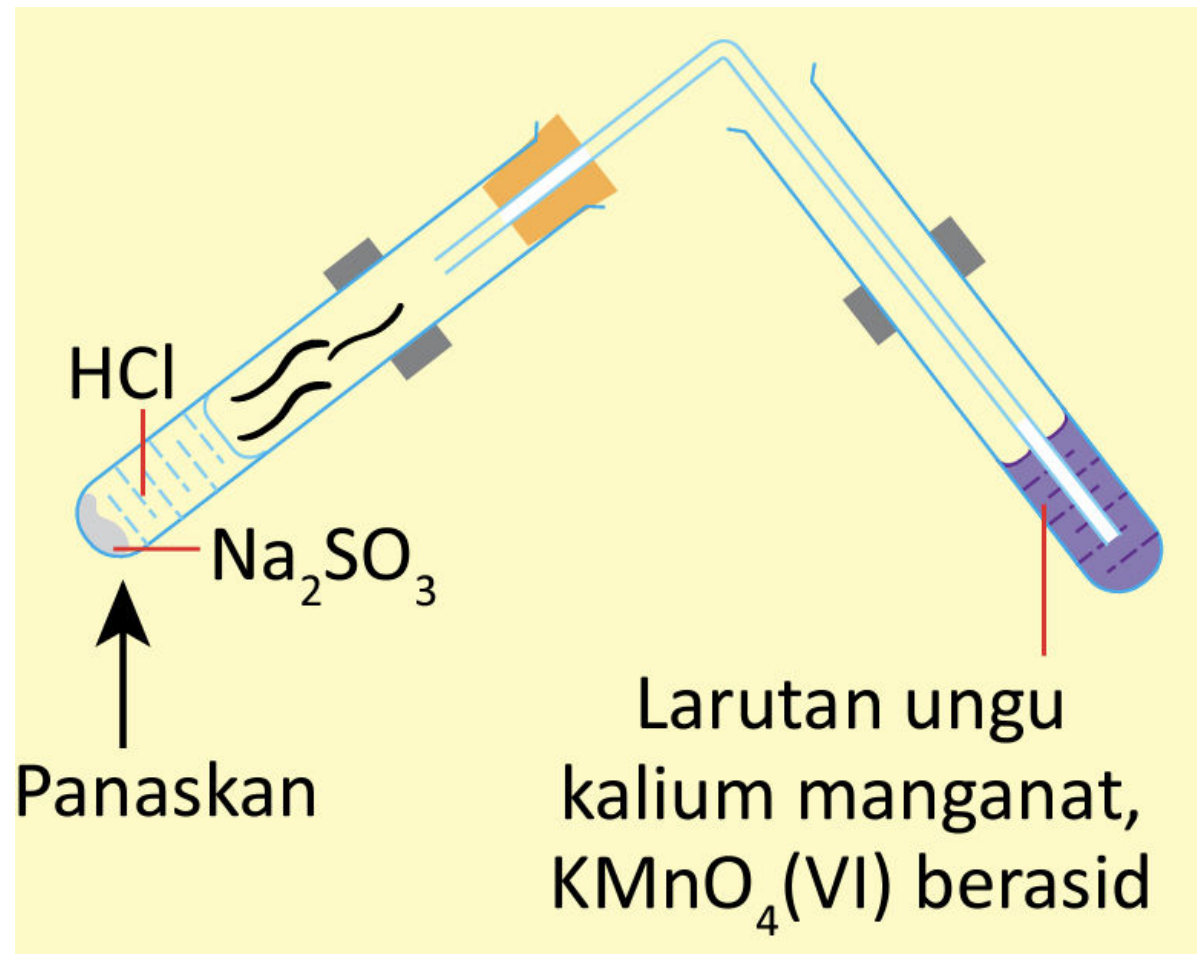
Ujian gas klorin



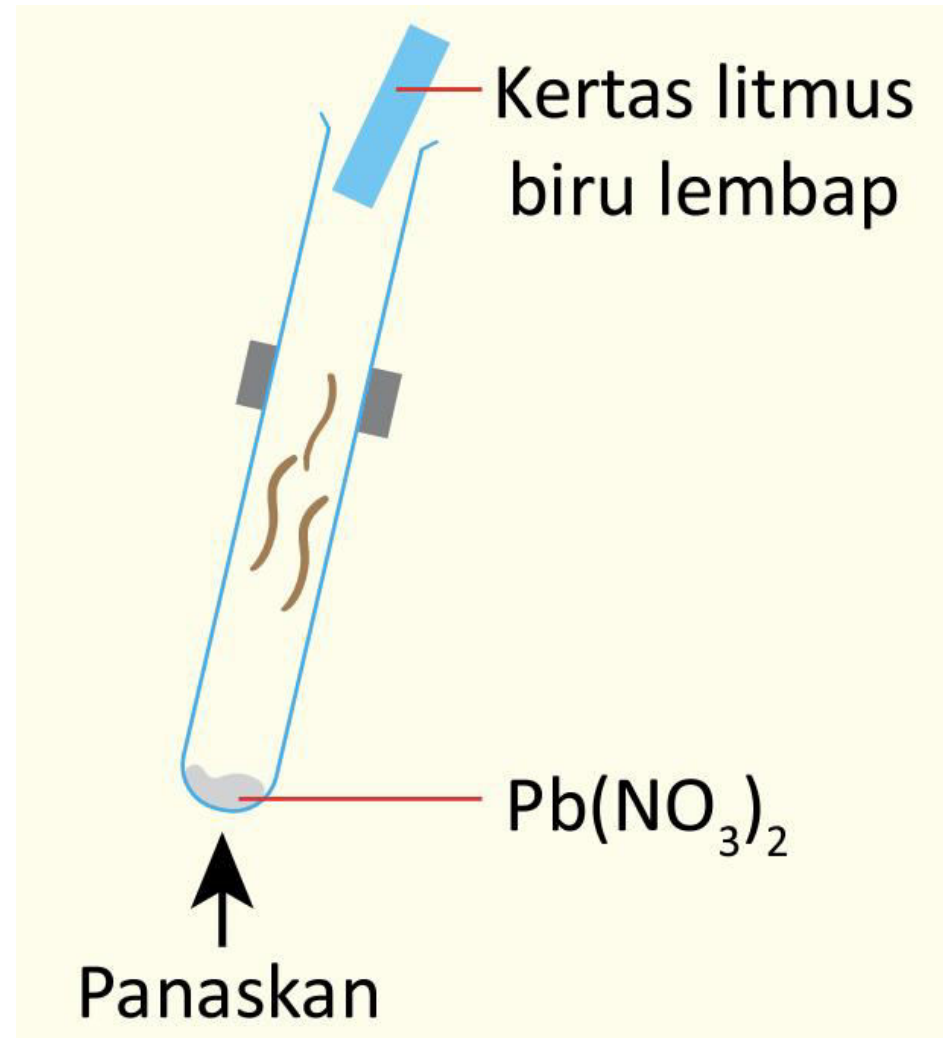
Ujian gas hidrogen klorida



Ujian gas sulfur dioksida



Ujian gas nitrogen dioksida



Kesan Haba ke Atas Garam

- Semua garam ammonium, karbonat, nitrat dan sebahagian sulfat mengalami penguraian apabila dipanaskan dengan kuat.
- Semua garam klorida stabil terhadap pemanasan kecuali ammonium klorida.
- Kebanyakan garam yang terurai apabila dipanaskan menghasilkan oksida logam sebagai baki pemanasan
- Perubahan warna semasa pemanasan memberikan maklumat tentang jenis oksida logam dan seterusnya jenis kation yang hadir dalam garam.



ammonium klorida

Warna asal garam	Warna baki pemanasan	Oksida logam yang terbentuk	Kation yang hadir dalam garam
Putih	Kuning (semasa panas) Putih (setelah disejukkan)	ZnO	Zn^{2+}
Putih	Perang (semasa panas) Kuning (setelah disejukkan)	PbO	Pb^{2+}
Biru atau Hijau	Hitam	CuO	Cu^{2+}
Hijau atau Kuning	Perang	Fe_2O_3	Fe^{2+} atau Fe^{3+}

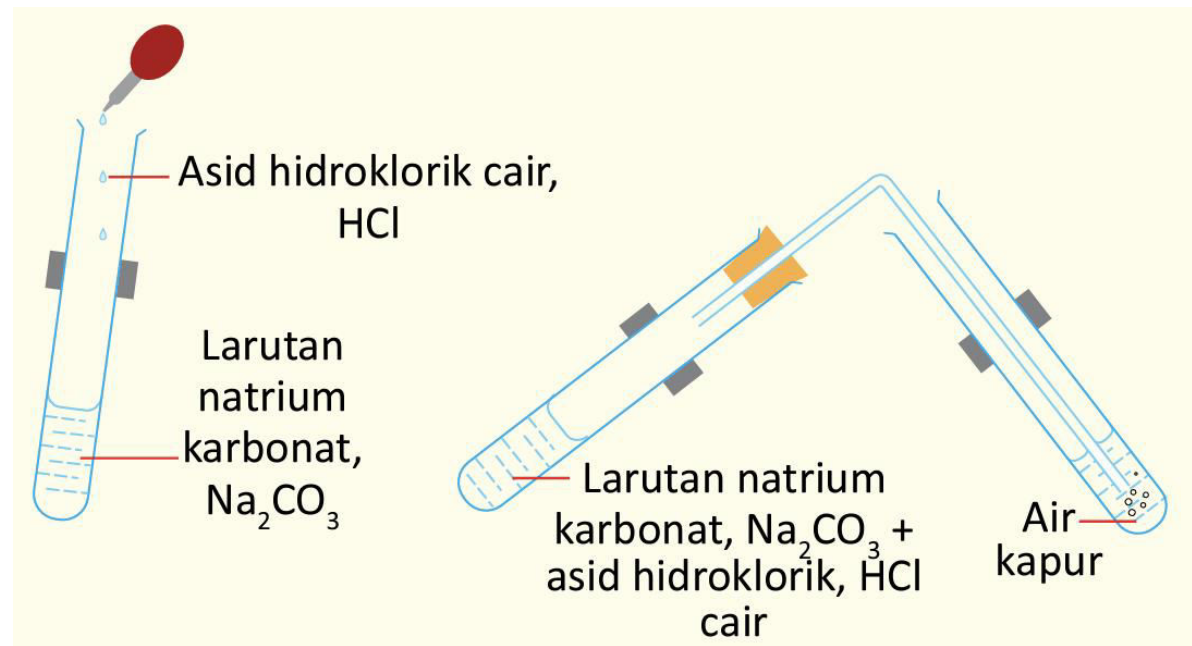
Perubahan warna garam selepas pemanasan

Ujian bagi Anion

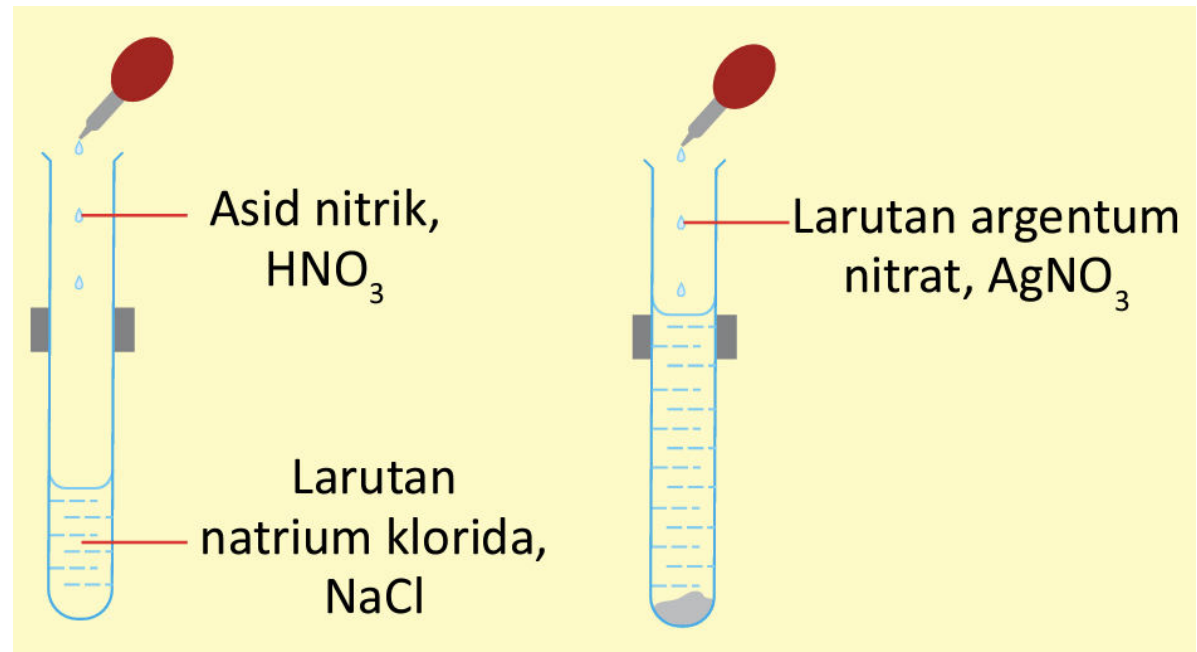
- Identiti anion dalam sesuatu garam juga dapat ditentukan melalui ujian ke atas larutan akueus



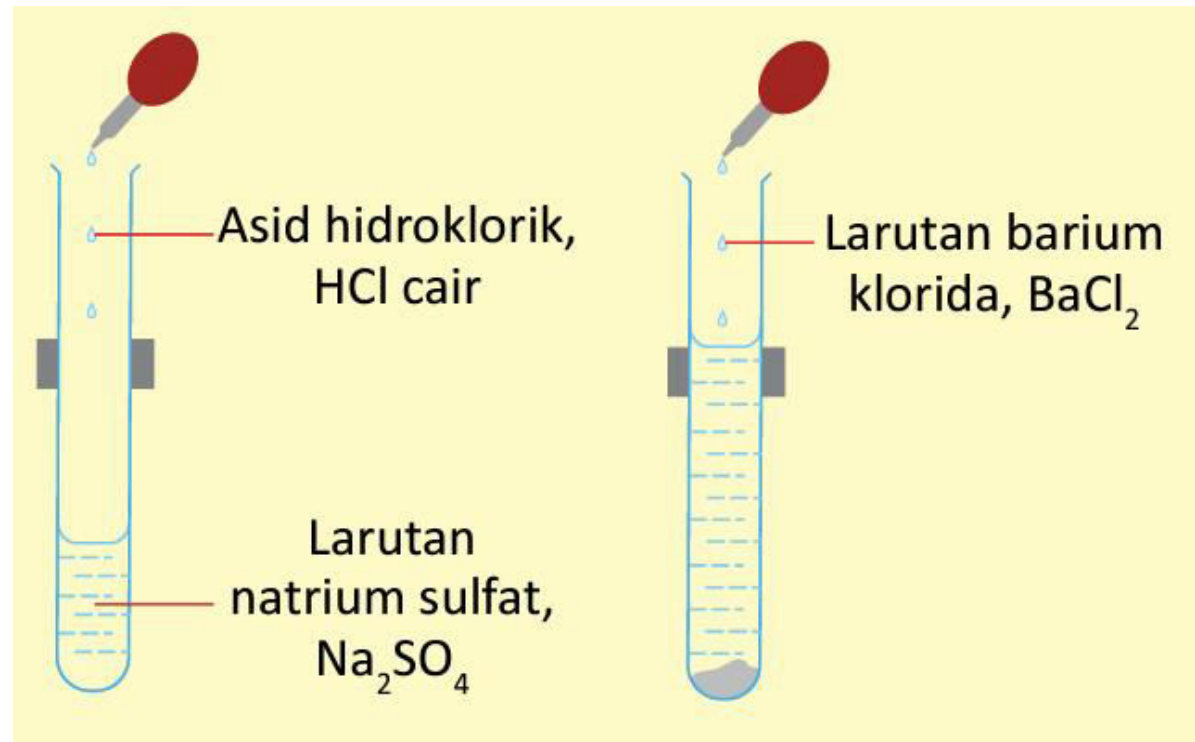
Ujian untuk mengenal pasti ion karbonat



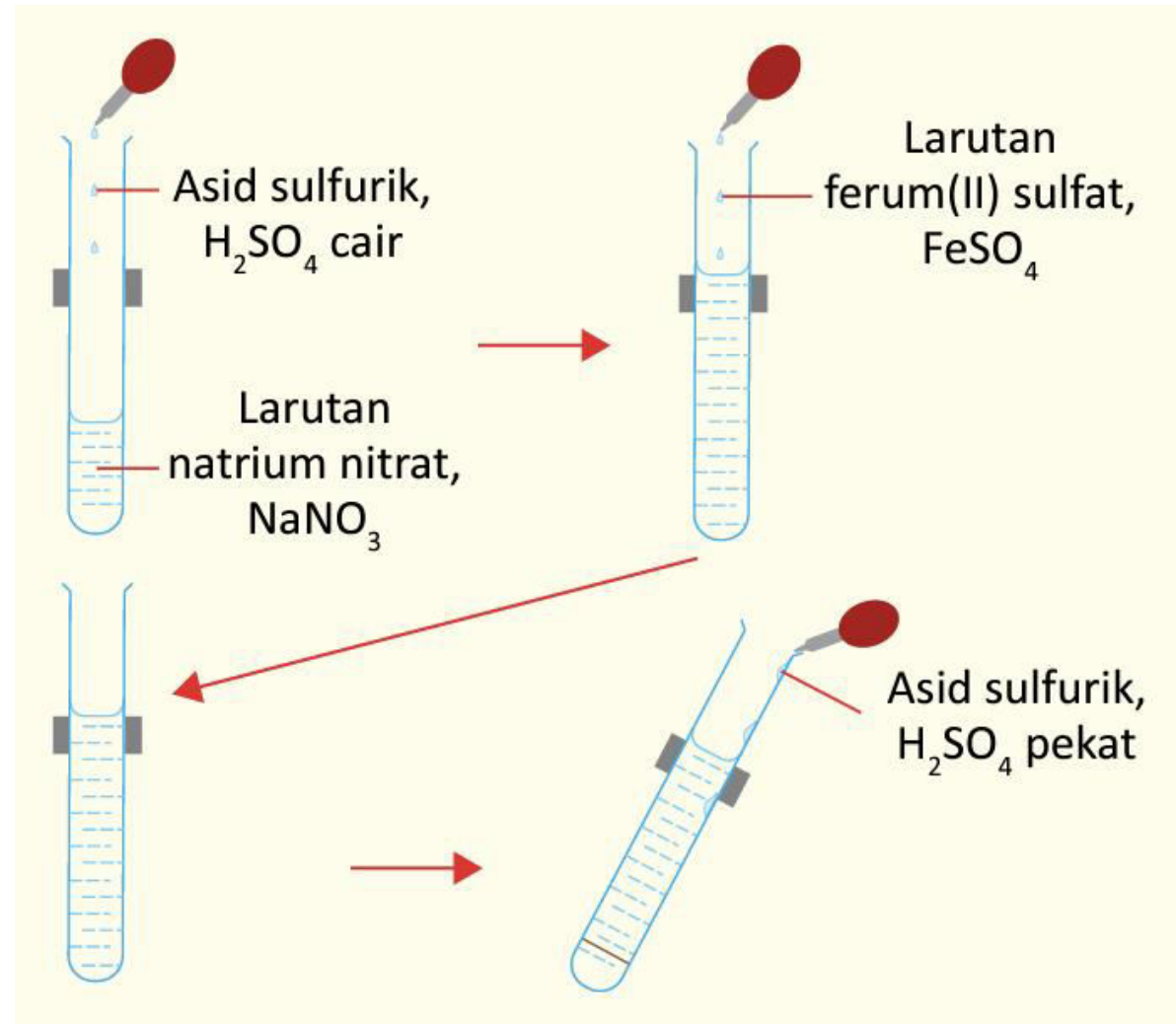
Ujian untuk mengenal pasti ion klorida



Ujian untuk mengenal pasti ion sulfat



Ujian untuk mengenal pasti ion nitrat

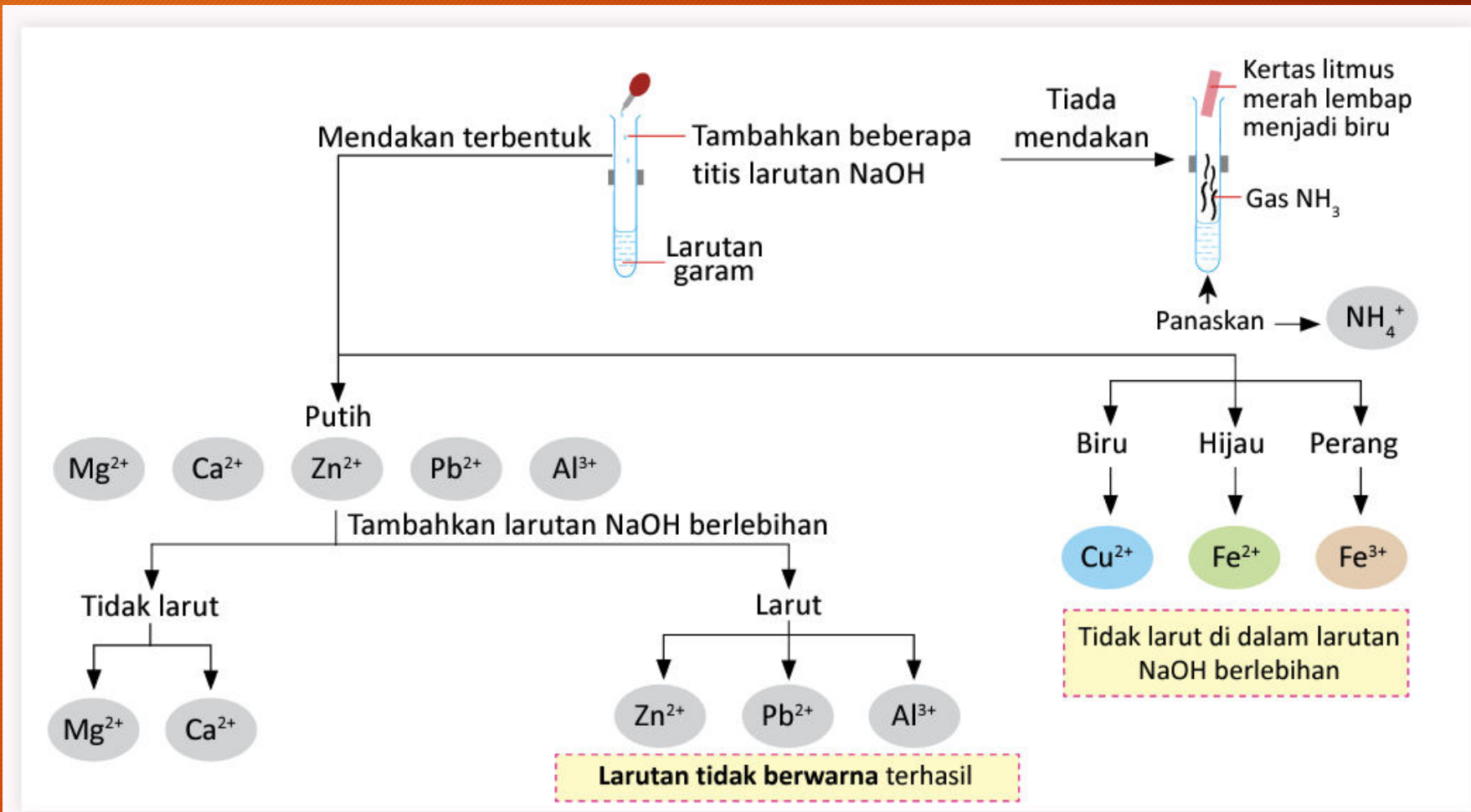


Ujian bagi kation

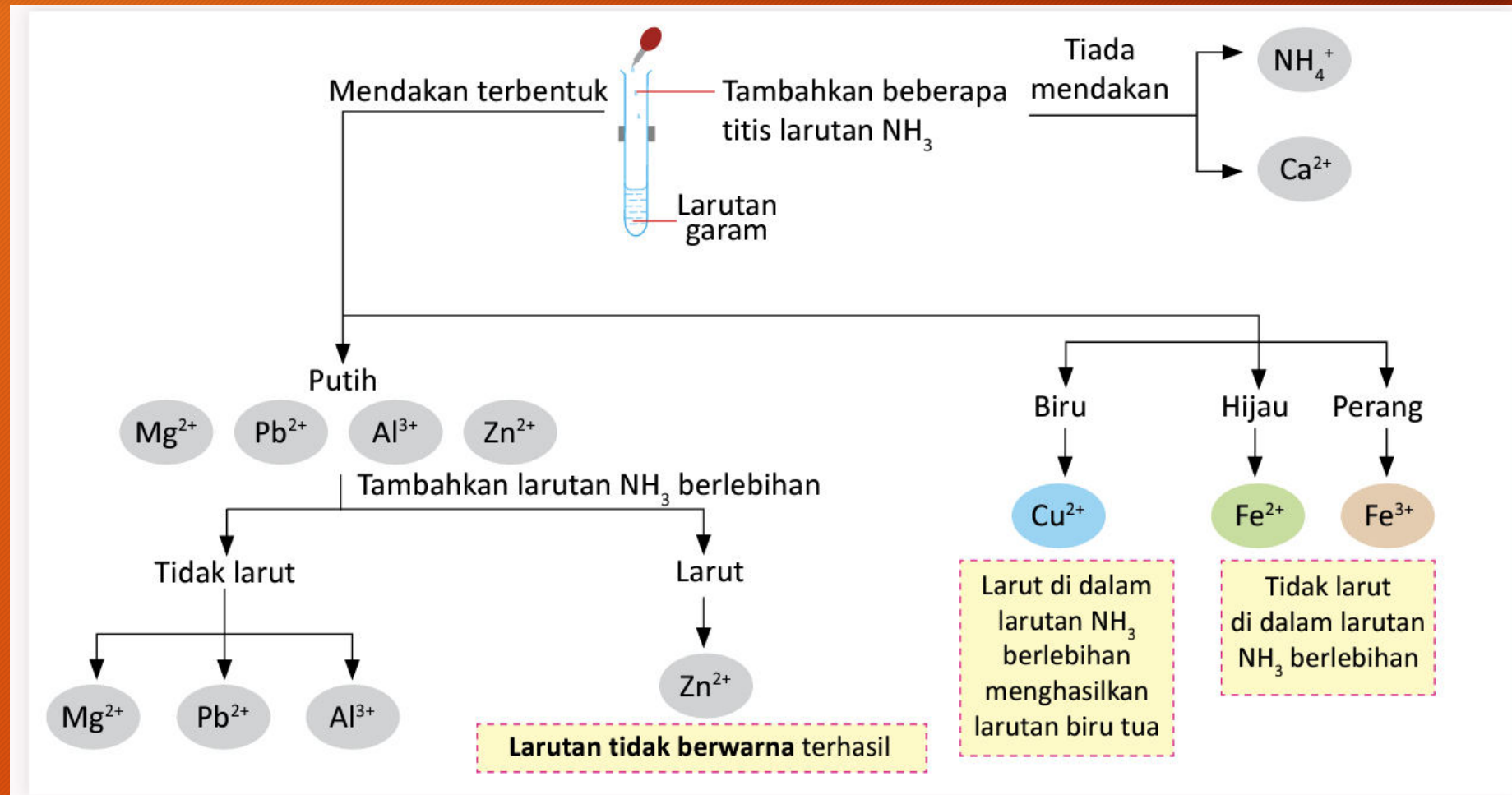
- Kehadiran kation dapat dikesan dengan menggunakan dua larutan alkali, iaitu larutan natrium hidroksida, NaOH dan larutan ammonia akueus, NH₃.
- Fungsi larutan alkali adalah untuk menghasilkan hidroksida logam

Ion logam + ion hidroksida → hidroksida logam

Ujian bagi kation dengan larutan natrium hidroksida, NaOH

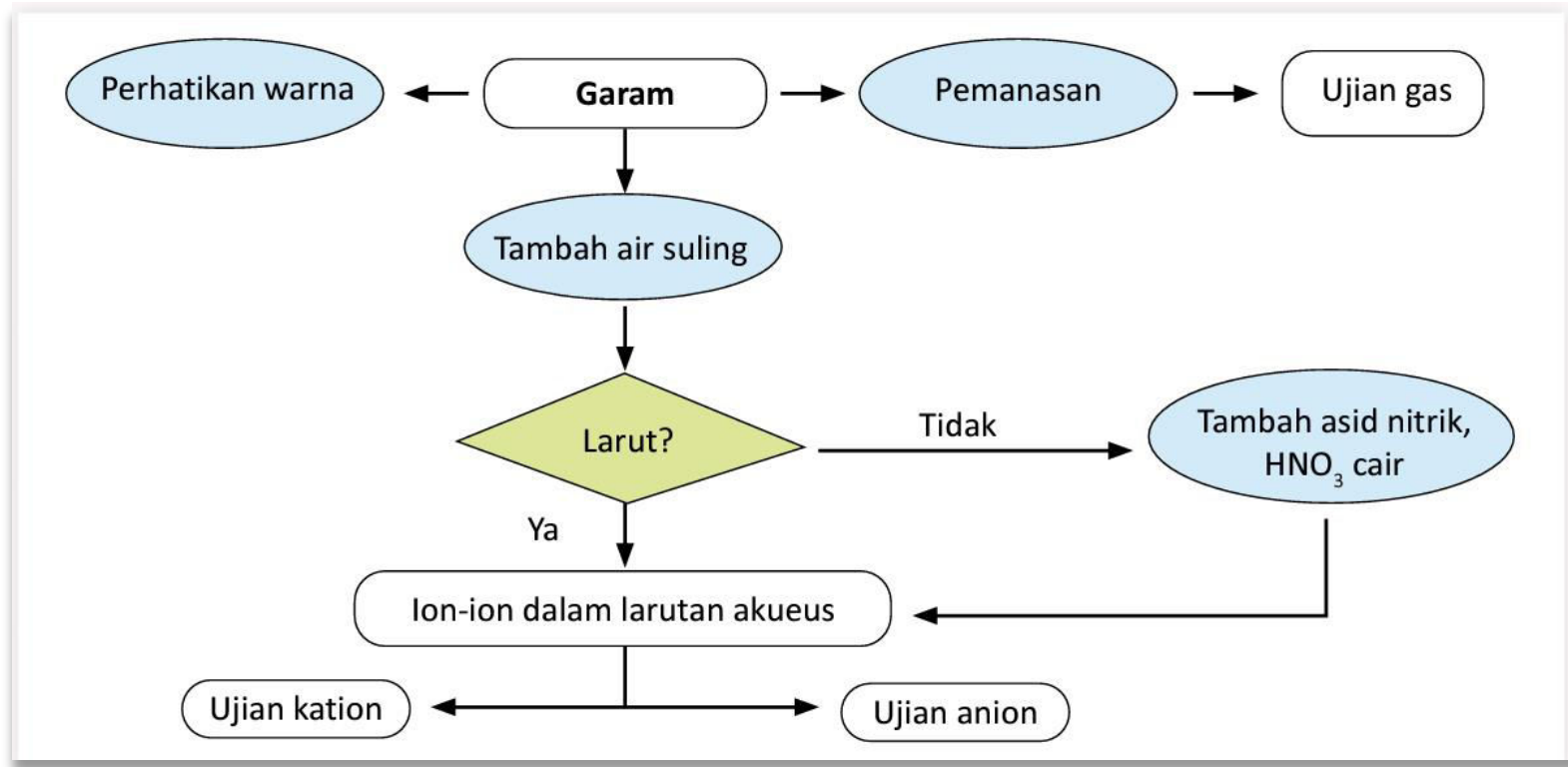


Ujian bagi kation dengan larutan ammonia akueus, NH_3



Kation	Reagen	Pemerhatian
NH_4^+	Reagen Nessler	Mendakan perang
Pb^{2+}	Larutan kalium iodida	Mendakan kuning
Fe^{2+}	Larutan kalium heksasianoferat(II), $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$	Mendakan biru muda
	Larutan kalium heksasianoferat(III), $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	Mendakan biru tua
	Larutan kalium tiosianat, KSCN	Pewarnaan merah pudar
Fe^{3+}	Larutan kalium heksasianoferat(II), $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$	Mendakan biru tua
	Larutan kalium heksasianoferat(III), $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$	Mendakan perang kehijauan
	Larutan kalium tiosianat, KSCN	Pewarnaan merah darah

ujian pengesahan bagi beberapa jenis kation



Analisis kualitatif garam yang tidak diketahui

Tamat

