# 達思化學

## 課本　1C

第 3 章　金屬

# 目錄


- 10.1 金屬的用途
- 10.2 金屬的存在
- 10.3 從礦石提取金屬
- 10.4 鐵的提取
- 10.5 鋁的提取
- 10.6 發現金屬的先後次序與金屬提取的難易程度的關係


續下頁

# 目錄

- 10.7 金屬的資源可用多久？
- 10.8 金屬的循環再造
- 關鍵詞彙
- 摘要
- 按節練習

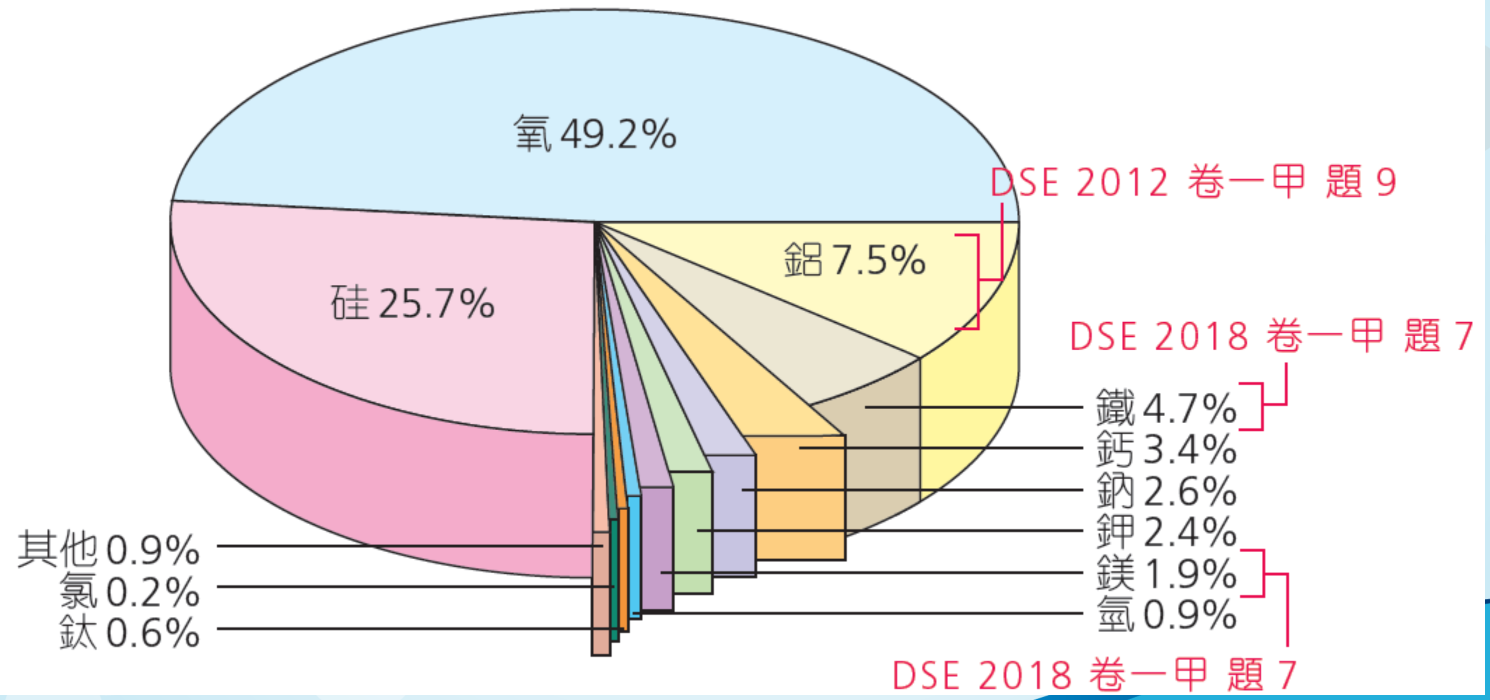
# 10.1 金屬的用途 (p.2)

金屬用途廣泛。選取金屬作特定用途須考慮的主要因素包括：

- 物理性質 (熔點、強度、密度、導熱性和導電性);
- 化學性質 (與空氣的反應);
- 成本。

# 10.2 金屬的存在 (p.3)

- 地球的地殼是金屬的主要來源。
- 蘊藏量: 1. 氧 > 2. 硅 > 3. 鋁 > 4. 鐵



# 10.2 金屬的存在 (p.3)

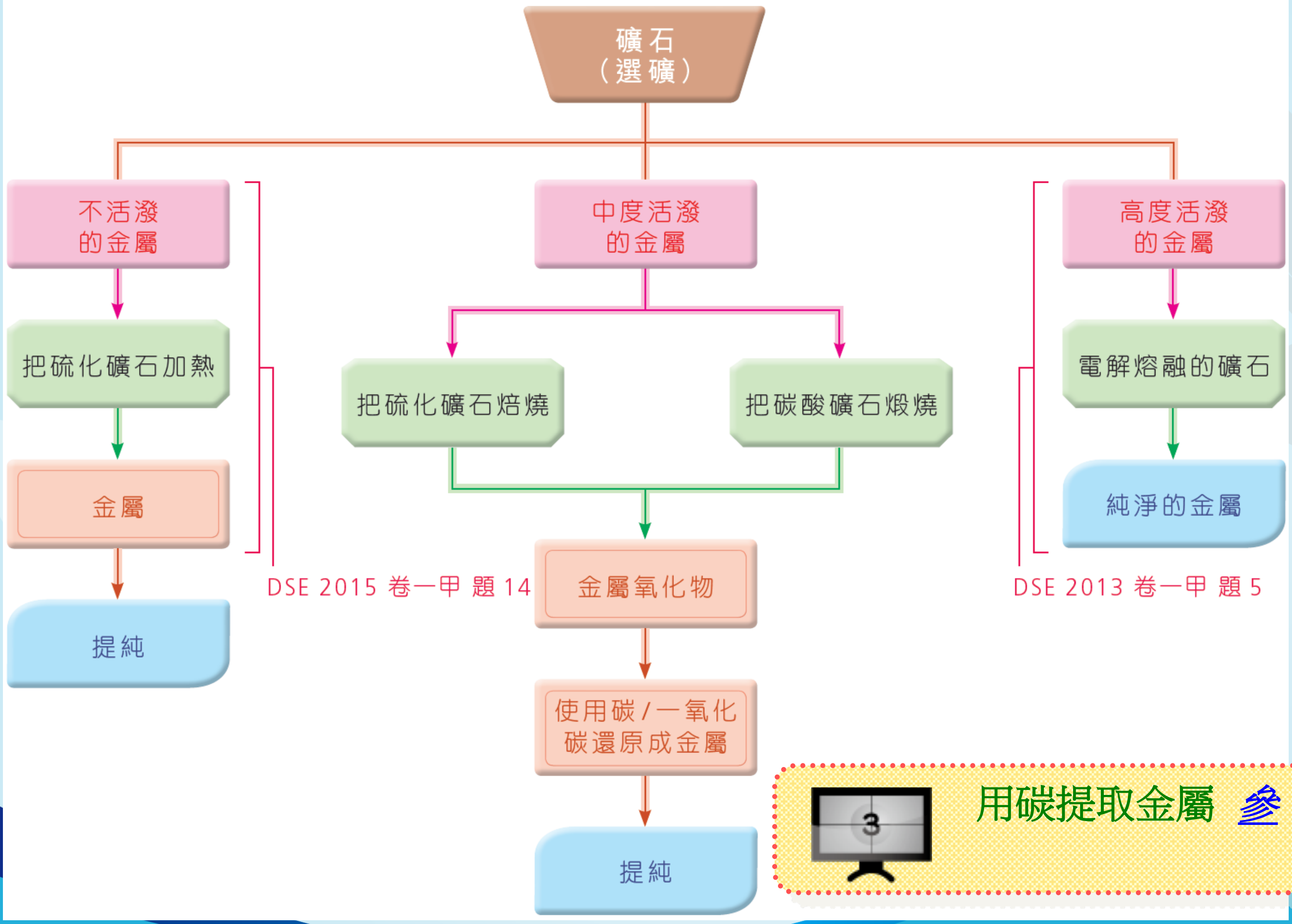
- 非常不活潑的金屬─以自由態的形式存在
  *例*：金、銀和鉑
- 其他─以化合物、即是**礦物 (minerals)** 的形式存在
  *例*：碳酸鹽、氧化物、硫化物和鹵化物
- **礦石 (Ores)** = 含礦物濃度足以值得開採的岩石
  *例*：鋁土礦: 即是水合氧化鋁 $Al_2O_3{\cdot}2H_2O$

# 10.3 從礦石提取金屬 (p.5)

從礦石提取金屬涉及下列步驟:

- 選礦—移除多餘物質
- 把礦石轉化成氧化物
  **焙燒 (roasting)**—在過量空氣中強熱
  硫化鋅 + 氧 ⟶ 氧化鋅 + 二氧化硫
  **煅燒 (calcination)**—在空氣不足或無空氣的情況下強熱
  碳酸鋅 ⟶ 氧化鋅 + 二氧化碳
- 提取金屬: 單獨加熱 / 與C或CO共熱 / 電解
  **還原作用 (reduction)**—從金屬氧化物移去氧
  C 或 CO 作為**還原劑 (reducing agent)**
  氧化鋅 + 碳 ⟶ 鋅 + 一氧化碳
- 提純金屬—必需程序，除非金屬通過電解來提取

# 10.3 從礦石提取金屬 (p.5)




用碳提取金屬 參

# 10.3 從礦石提取金屬 (p.5)

問 (例題 10.1)

可通過涉及兩個步驟的過程從碳酸銅(II)提取銅。

*步驟 1* 把碳酸銅(II)轉化成氧化銅(II)。

*步驟* 2 通過與碳共熱，從氧化銅(II)移去氧。

a) i) 描述如何由碳酸銅(II)產生氧化銅(II)。

ii) 寫出涉及反應的文字方程式。

b) i) 寫出*步驟* 2涉及反應的文字方程式。

ii) 移去氧的反應的名稱是甚麼?

# 10.3 從礦石提取金屬 (p.5)

答

a) i) 在空氣中加熱

ii) 碳酸銅 (II) $\longrightarrow$ 氧化銅 (II) + 二氧化碳

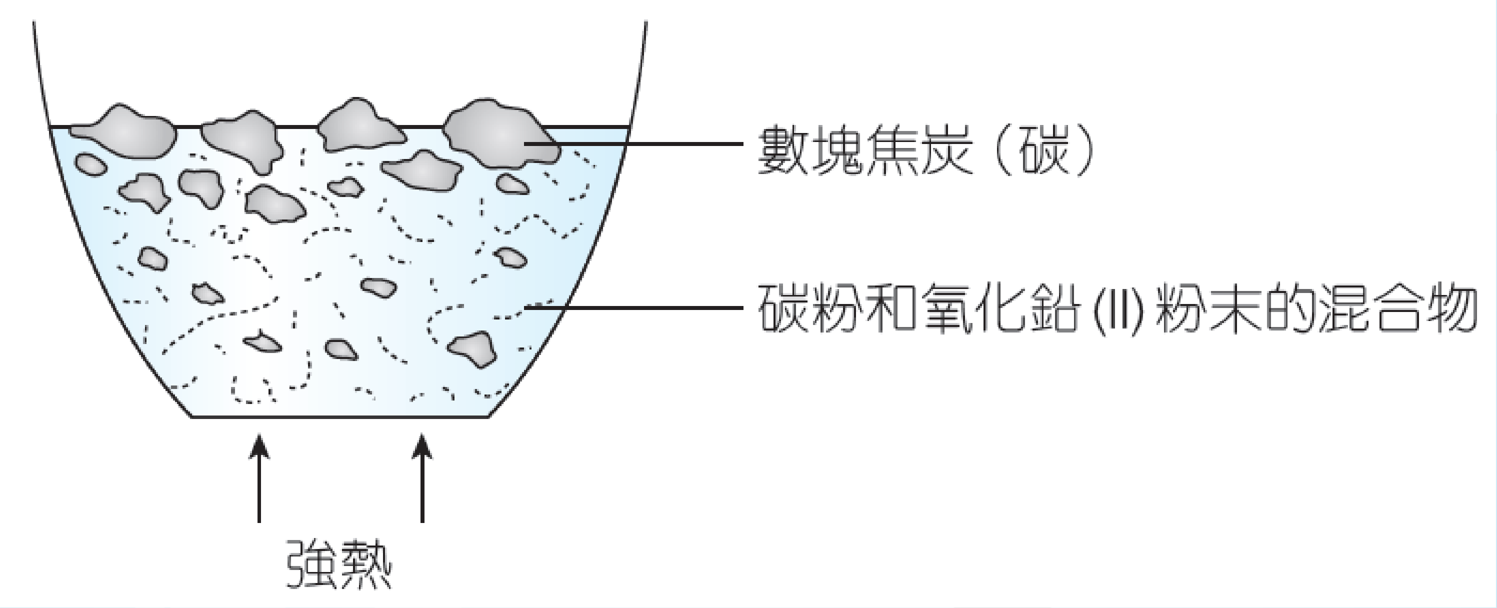
b) i) 氧化銅 (II) + 碳 $\longrightarrow$ 銅 + 一氧化碳（或二氧化碳）

ii) 還原作用

# 10.3 從礦石提取金屬 (p.5)

## 例題 10.1

一名學生把碳粉和氧化鉛(II) 粉末的混合物加熱，如下圖所示。



# 10.3 從礦石提取金屬 (p.5)

a) i) 反應結束時，坩堝內可觀察到甚麼？

光亮銀色的小鉛珠

ii) 寫出所發生反應的文字方程式。

氧化鉛(II) + 碳 鉛 + 一氧化碳（或二氧化碳）

b) 提出另一種可把氧化鉛(II) 還原成鉛的物質。

一氧化碳

c) 該學生用氧化鋁替代氧化鉛(II) 來重複該實驗。
指出並解釋你所預期的觀察結果。

沒有反應發生

碳不能從氧化鋁移去氧。

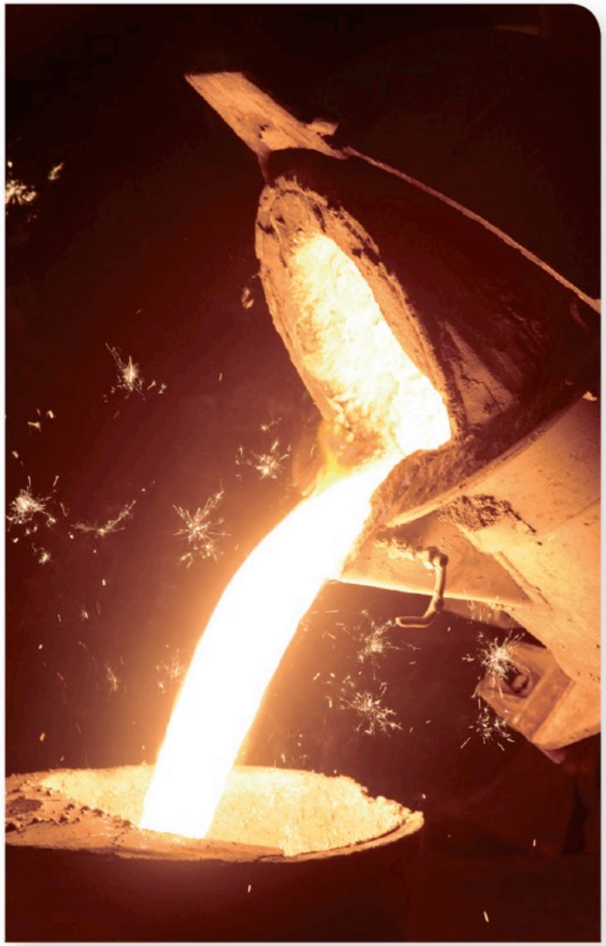
# 10.4 鐵的提取 (p.9)

鐵的提取—在**鼓風爐 (blast furnace)** 中用一氧化碳把礦石還原(赤鐵礦，即是氧化鐵(III))

- 吹入熱空氣時，焦炭會在空氣中燃燒：
  碳 + 氧 ⟶ 二氧化碳
- 二氧化碳進一步與焦炭反應：
  二氧化碳 + 碳 ⟶ 一氧化碳
- 一氧化碳在爐中上升，把氧化鐵(III)還原:
  氧化鐵 (III) + 一氧化碳 ⟶ 鐵 + 二氧化碳
  （赤鐵礦）
- 熔融的鐵帶着雜質流下，可利用石灰石來移除這些雜質，這些雜質與石灰石反應，形成爐渣，並向下流。

# 10.4 鐵的提取 (p.9)


鐵礦石、焦炭和石灰石
廢氣
鐵生成
並緩緩流下
一氧化碳生成
並向上升
二氧化碳生成
並向上升
熱空氣
熱空氣
熔融的爐渣
熔融的鐵
流出的爐渣
流出的
熔融的鐵



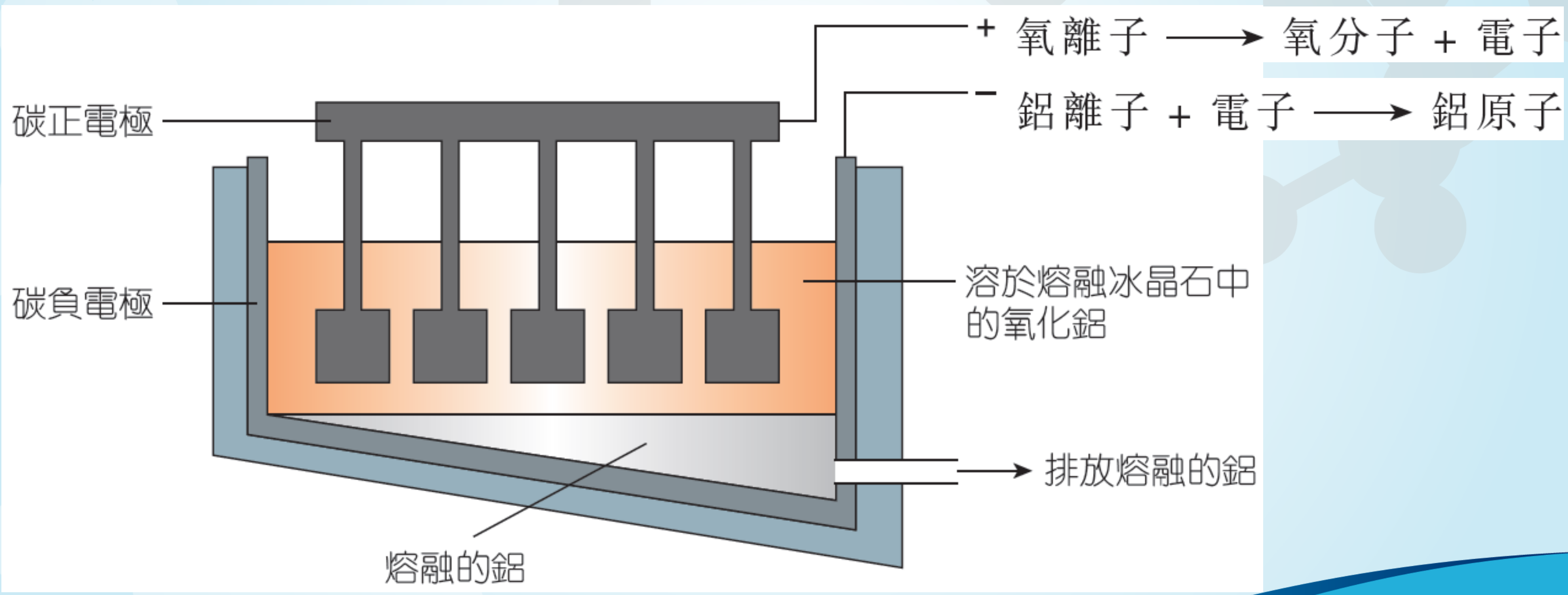
# 10.5 鋁的提取 (p.11)

- 鋁是地球地殼內蘊藏量最高的金屬。
- 它的最主要的礦石鋁土礦 = 氧化鋁
(沙和氧化鐵(III)令它呈紅棕色)
- 必須通過電解來提取鋁。

位於澳洲昆士蘭省的鋁土礦礦場

# 10.5 鋁的提取 (p.11)

- 把氧化鋁 (熔點 > 2000 ºC) 加熱的成本高昂。
- 為此，人們會把氧化鋁溶於熔融的冰晶石中，
- 這便容許電解在950 ˚C 左右進行。



# 10.5 鋁的提取 (p.11)

## 小測試 10.2

鐵和鋁是以大規模從其礦石提取的兩種重要金屬。
在鐵的提取過程中，要把三種原材料 — 焦炭、鐵礦石和石灰石，從鼓風爐的頂部加入。

a) 主要成分為氧化鐵(III) 的鐵礦石的名稱是甚麼？
赤鐵礦

b) 在鼓風爐中，用一氧化碳從氧化鐵(III) 提取鐵。
i) 描述在鼓風爐中生成一氧化碳的主要方法。
焦炭在空氣中燃燒，生成二氧化碳。
二氧化碳再與更多焦炭反應，生成一氧化碳。
ii) 寫出文字方程式表示在鼓風爐中氧化鐵(III) 的還原反應。

氧化鐵(III) + 一氧化碳 → 鐵 + 二氧化碳

# 10.5 鋁的提取 (p.11)

c) 可通過電解從其礦石提取鋁。這過程較利用鼓風爐昂貴。

i) 為甚麼提取鋁的方法與提取鐵的不同？

Aluminium is more reactive than iron. / Aluminium oxide cannot be reduced by carbon monoxide.

ii) 寫出最普遍用來提取鋁的礦石的名稱。

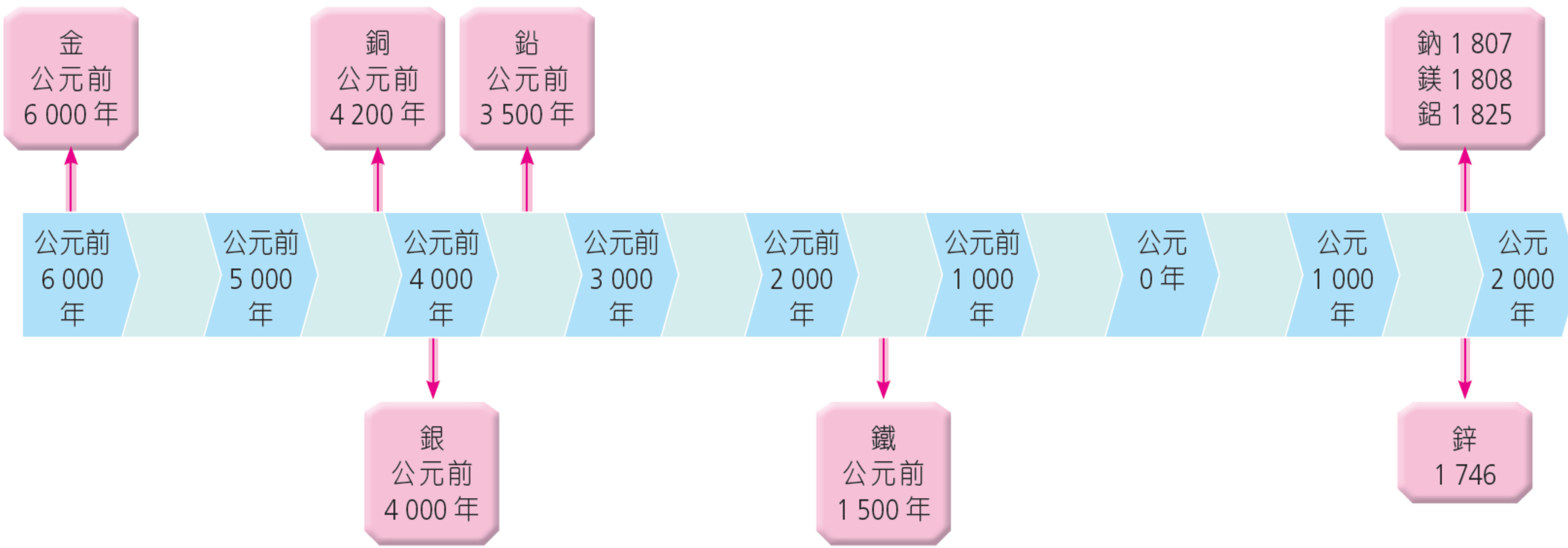
Bauxite

iii) 提出為甚麼提取鋁的成本高昂。

High cost of electricity

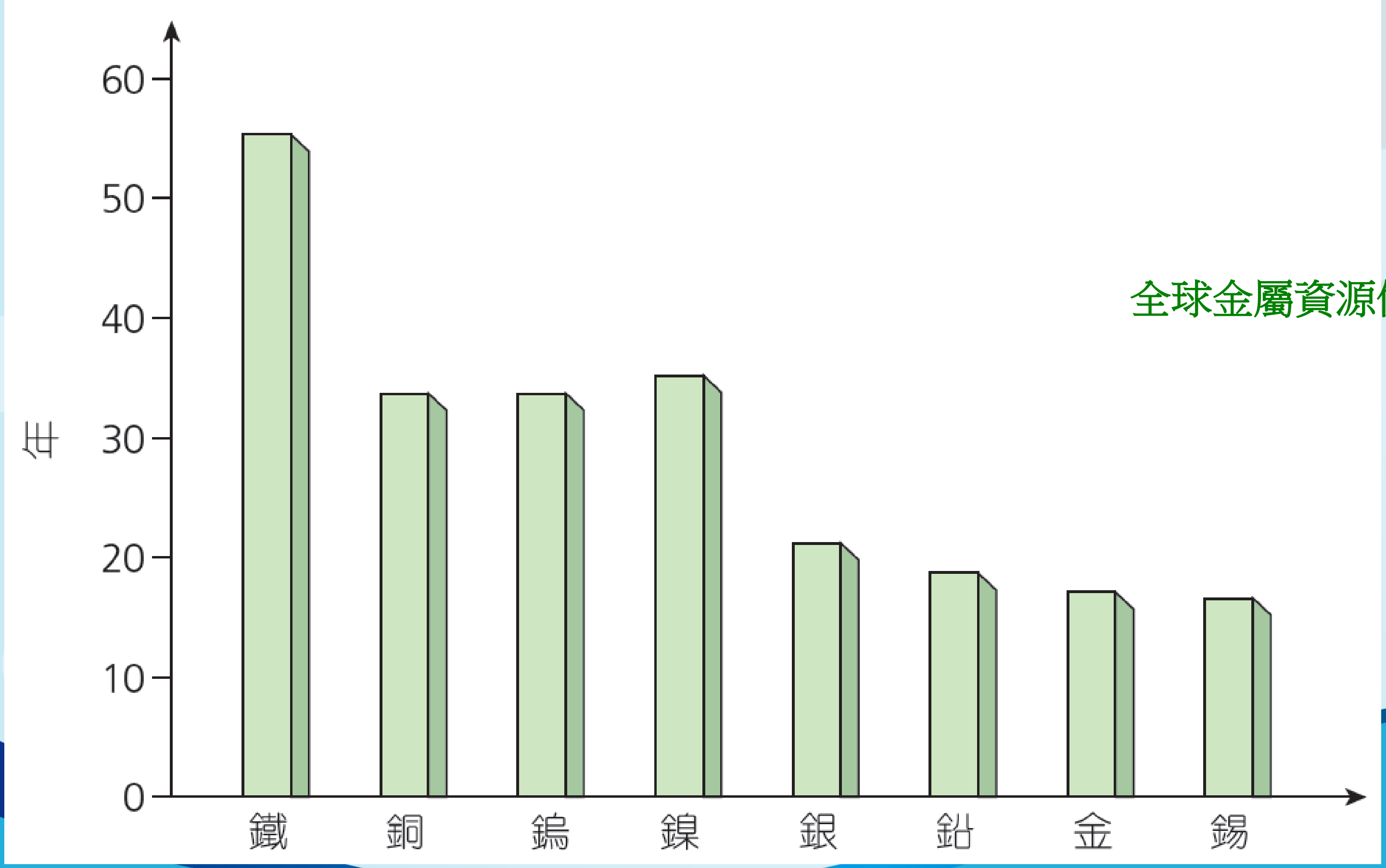
# 10.6 發現金屬的先後次序與金屬提取的難易程度的關係 (p.14)

- 較難提取的金屬較遲才被發現。



# 10.7 金屬的資源可用多久？ (p.15)

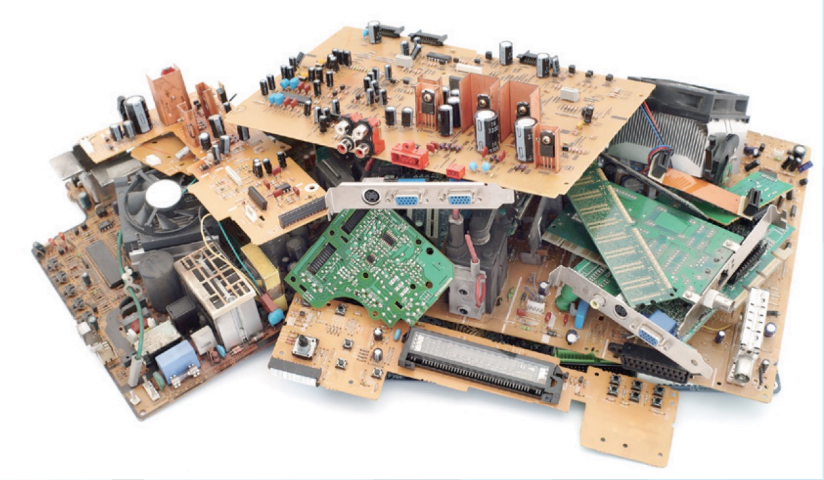
- 金屬礦石的供應 (亦因此金屬的供應) 不會無窮無盡。
- 為此你須盡量節約使用這些寶貴的金屬。




全球金屬資源供應的剩餘年數

# 10.8 金屬的循環再造 (p.15)

- 金屬可再用或循環再造。
- 循環再造的利弊



*利處:*

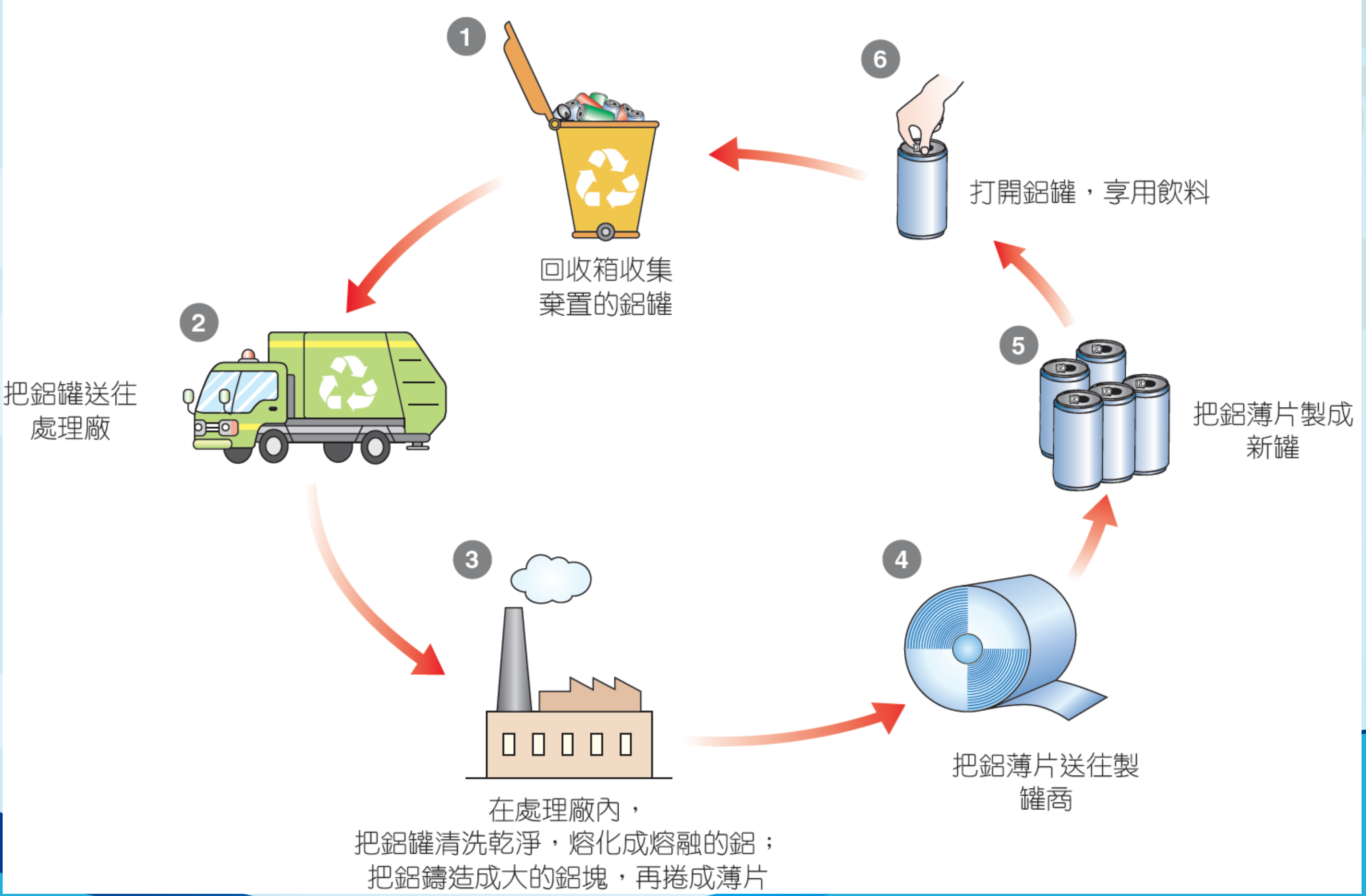
1. 天然資源的供應延長;
2. 採礦減少;
3. 污染減少;
4. 能耗減少 (相對於提取新金屬)。

*弊處:*

1. 循環再造低價金屬的成本，通常較從礦石提取的高;
2. 從廢物分離出金屬的成本可以頗為高昂;
3. 運輸成本高;
4. 廢料棄置於回收箱的習慣。

# 10.8 金屬的循環再造 (p.15)

- 鋁罐的循環再造: 節省95%能源; 鋁的質素並沒下降



# 關鍵詞彙 (頁19)

| | | | |
|---|---|---|---|
| 礦物 | mineral | 還原作用 | reduction |
| 礦石 | ore | 還原劑 | reducing agent |
| 提取 | extraction | 鼓風爐 | blast furnace |
| 焙燒 | roasting | 循環再造 | recycling |
| 煅燒 | calcination | 煅燒 | roasting |

# 摘要 (頁20)

1 鋁和鐵是地殼中蘊藏量最高的金屬。

2 非常不活潑的金屬，例如金、銀和鉑以自由態的形式存在。

3 其他金屬以化合態的形式存在，這些化合物稱為礦物。

4 礦石是含礦物濃度足以值得開採的岩石。

# 摘要 (頁20)

5 從礦石提取金屬的步驟是：
a) 選礦；
b) 把礦石轉化成氧化物；
c) 提取金屬；
d) 提純金屬。

# 摘要 (頁20)

6 下表總結了一些金屬的提取方法。

| 提取方法 | 例子 | 描述 |
|---|---|---|
| 單獨加熱 | 從硃砂<br>(含硫化汞(II))提取汞 | 硫化汞(II) + 氧 $\xrightarrow{\text{加熱}}$ 氧化汞(II) + 二氧化硫<br>(硃砂)<br>氧化汞(II) $\xrightarrow{\text{加熱}}$ 汞 + 氧 |
| 用碳或<br>一氧化碳 | 在鼓風爐內從赤鐵礦<br>(含氧化鐵(III))提取鐵 | 過程中產生的一氧化碳與礦石中的氧化鐵(III)反應,生成鐵<br>氧化鐵(III) + 一氧化碳 $\xrightarrow{\text{加熱}}$ 鐵 + 二氧化碳<br>(赤鐵礦) |
| 電解 | 從鋁土礦<br>(含氧化鋁)提取鋁 | 鋁在負電極生成,氧氣則在正電極釋出 |

# 摘要 (頁20)

7 發現金屬的先後次序與從礦石提取金屬的難易程度有密切關係。活潑金屬很難提取，所以較不活潑金屬更遲才被發現。

8 把金屬循環再造的主要優點包括：
- 延長金屬礦石的天然資源的供應。
- 降低礦石的需求量。
- 可減少污染。
- 循環再造金屬所需的能量較提取新金屬所需的低。
- 可減少送往垃圾堆填區的金屬廢物。

# 按節練習 (頁22)

註： 題目按難度由淺至深 （ 1 至5 級） 分類：

👍 題目以3 級或以上程度為目標；

👍👍 題目以4 級或以上程度為目標；

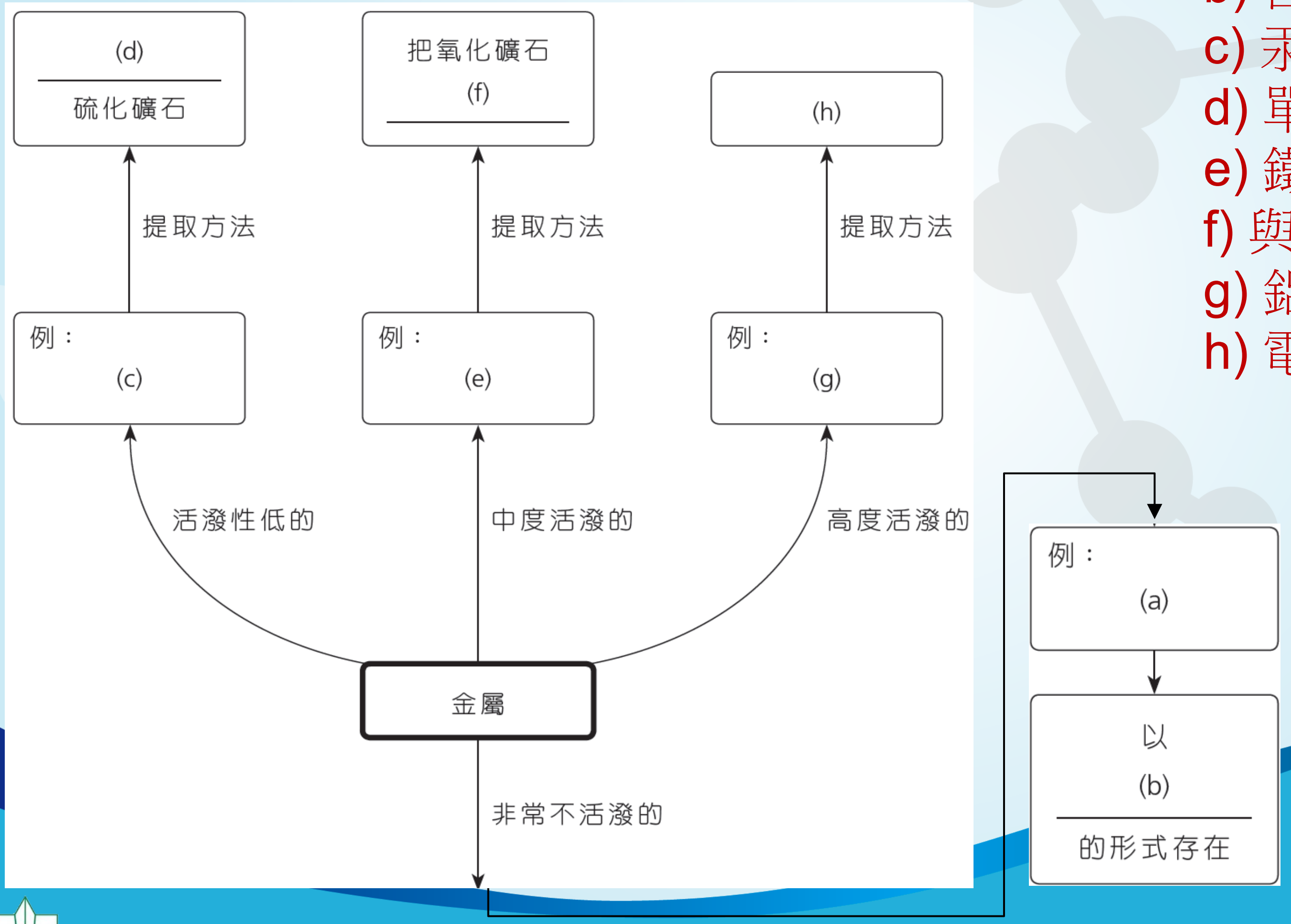
👍👍👍 題目以5 級程度為目標。

「 * 」 顯示有效的傳意可取一分。

# 按節練習 (頁22)

## 第一部分 知識和理解

1 完成以下概念圖。




a) 金/ 銀/ 鉑
b) 自由態
c) 汞
d) 單獨加熱
e) 鐵/ 鉛/ 鋅
f) 與碳或一氧化碳共熱
g) 鋁/ 鈉
h) 電解

# 按節練習 (頁22)

## 第二部分 多項選擇題

2 方鉛礦中的主要化合物是甚麼？

A 氧化鉛(II)
B 硫化鉛(II)
C 氧化汞(II)
D 硫化汞(II)

答案：B

# 按節練習 (頁22)

3 下列哪種是地殼中蘊藏量第二高的元素？

A 鋁
B 鐵
C 氯
D 硅

答案：D

# 按節練習 (頁22)

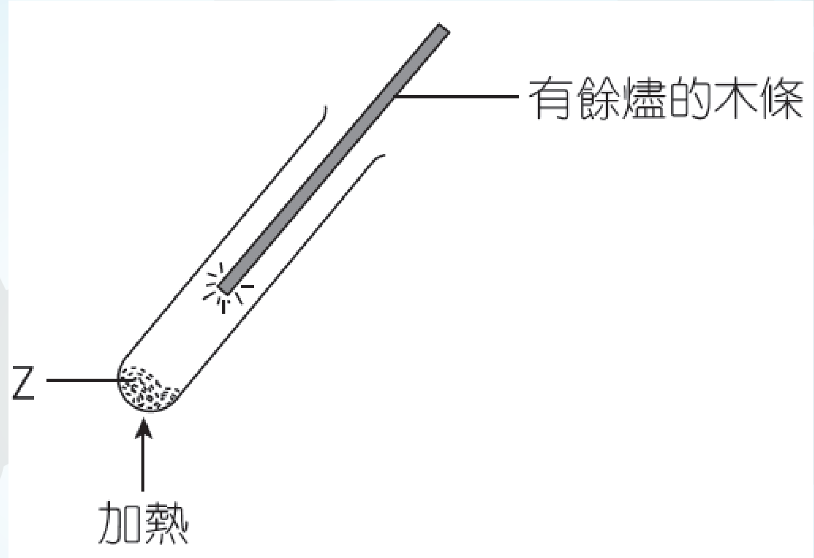
4 下列哪個物品含鋁的可能性最低？

A 單車架
B 錘子
C 架空電纜
D 飛機機身

答案：B

# 按節練習 (頁22)

5 如下圖所示，當把固體Z 加熱時，該有餘燼的木條重燃。




下列哪化學品可能是Z ？

A HgO
B $Al_2O_3$
C $CaCO_3$
D $MgCO_3$

答案：A

(HKDSE, Paper 1A, 2014, 14)

# 按節練習 (頁22)

6 下列哪項有關從其氧化物提取金屬的陳述正確？

A 可通過物理方法從其氧化物提取銀。
B 可通過加熱從其氧化物提取鋁。
C 可通過把其氧化物與碳共熱來提取鉛。
D 可通過把其氧化物與一氧化碳共熱來提取鈉。

答案：C

# 按節練習 (頁22)

7 在鼓風爐裏，可從赤鐵礦提取鐵。赤鐵礦含 二氧化硅雜質。下列哪種物質會與該雜質反應以移除它？

A 氧化鈣
B 碳
C 二氧化碳
D 氧

答案：A

# 按節練習 (頁22)

8 下列的過程，何者不會得出金屬？

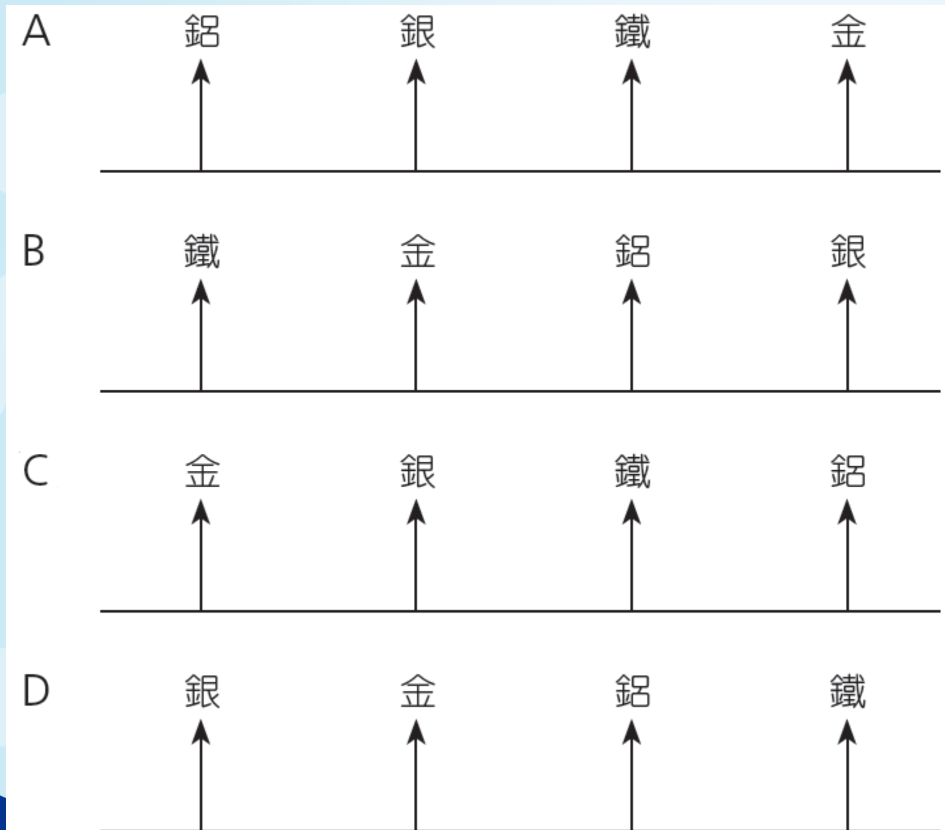
A 把氧化鋅加熱
B 把氧化銅(II) 與碳共熱
C 把熔融氯化鋰電解
D 把氧化鐵(III) 與一氧化碳共熱

*(HKDSE, Paper 1B, 2017, 9)*

答案：A

# 按節練習 (頁22)

9 下列哪時間軸展示四種金屬（鋁、金、鐵和銀）的正確發現次序？




答案：C

題解：鋁在四種金屬中最為活潑，所以它最後才被發現。

# 按節練習 (頁22)

10 以下何者是氧化礦石？

(1) 鋁土礦
(2) 黃銅礦
(3) 閃鋅礦

A 只有(1)
B 只有(2)
C 只有(1) 和(3)
D 只有(2) 和(3)

答案：A

# 按節練習 (頁22)

11 下列有關在鼓風爐內，從赤鐵礦提取鐵的陳述，何者正確？

(1) 在爐的底部吹入熱空氣。
(2) 把氧化鐵(II) 還原成鐵。
(3) 以碳酸鈣為還原劑。

A 只有(1)
B 只有(2)
C 只有(1) 和(3)
D 只有(2) 和(3)

答案：A

# 按節練習 (頁22)

## 第三部分 結構性問題

12 圖中展示一些金屬製品。

平底深鍋　閘　金屬箔食物容器

完成下表，
- 寫出常用於製造每種製品的金屬;
- 以及提出令該金屬適宜作涉及用途的一項性質。

| 製品 | 常用於製造該製品的金屬 | 令這金屬適宜作涉及用途的性質 |
|---|---|---|
| 平底深鍋 | 鋁 (1) | 良好導熱體 / 熔點高 / 不與食物產生反應 (1) |
| 閘 | 鐵 (1) | 強度高 / 易塑形 / 價廉 (1) |
| 食物容器 | 鋁 (1) | 易塑形 / 不與食物產生反應 (1) |

# 按節練習 (頁22)

13 下表列出一些金屬的性質。

| 金屬 | 密度 ( g cm$^{-3}$ ) | 熔點 ( °C ) | 相對強度 | 相對導電性 | 價格 |
|---|---|---|---|---|---|
| 鋁 | 2.7 | 660 | 7.0 | 4.0 | 昂貴 |
| 鐵 | 7.9 | 1 535 | 21.0 | 1.1 | 便宜 |
| 鉛 | 11.3 | 328 | 1.5 | 0.5 | 昂貴 |
| 銀 | 10.5 | 962 | 2.0 | 6.7 | 非常昂貴 |
| 鎢 | 19.4 | 3 420 | 12.0 | 2.0 | 昂貴 |

利用上表的資料來回答問題。

# 按節練習 (頁22)

a) 哪種金屬是最適宜用於製造架空電纜？
提供兩個理由以解釋你的答案。
a) 鋁 (1) 密度低； (1) 良好導電體 (1)

b) 為甚麼用鐵而不用鎢來強化混凝土？
b) 以下任何一項：
- 論強度：鐵較強；鎢較弱。 (1)
- 論價格：鐵便宜；鎢昂貴。 (1)

c) 太空火箭的前部稱為鼻錐，太空火箭在空中移動時鼻錐會變得很熱。
哪種金屬最適宜用於製造太空火箭的鼻錐？試解釋之。
*(Cambridge IGCSE, 0620/31, Paper 3, Jun. 2017, 6a(i)–(iii))*

c) 鎢， (1)
因它的熔點很高。 (1)

# 按節練習 (頁22)

14 把以下金屬填入下表正確的空格內。

汞、鈉、鋅

| 金屬 | 提取方法 |
|---|---|
| 汞 (1) | 單獨加熱 |
| 鈉 (1) | 電解熔融的礦石 |
| 鋅 (1) | 與碳共熱 |

# 按節練習 (頁22)

15 方鉛礦（含硫化鉛(II)）是鉛的礦石。可通過涉及兩個步驟的過程從礦石提取鉛。

*步驟1* 把硫化鉛(II) 轉化成氧化鉛(II)。

*步驟2* 把氧化鉛(II) 還原成鉛。

a) i) 描述如何從硫化鉛(II) 產生氧化鉛(II)。

通過焙燒 / 在過量空氣中把礦石強熱 (1)

ii) 寫出涉及反應的文字方程式。

硫化鉛(II) + 氧 → 氧化鉛(II) + 二氧化硫 (1)

b) 碳可把氧化鉛(II) 還原。

i) 「還原作用」一詞是甚麼意思？

移去氧 (1)

ii) 寫出氧化鉛(II) 與碳反應的文字方程式。

氧化鉛(II) + 碳 → 鉛 + 一氧化碳（或二氧化碳） (1)

iii) 解釋為甚麼該反應應該在實驗室的煙櫥內進行。

有具毒性的一氧化碳氣體生成。 (1)

# 按節練習 (頁22)

16 在鼓風爐內，可從鐵的礦石提取鐵。

a) 在提取鐵的過程中，把三種不同的原材料從鼓風爐的頂部加進爐內。寫出每種原材料所含的主要化合物。

i) 赤鐵礦 氧化鐵(III) (1)

ii) 石灰石 碳酸鈣 (1)

b) 赤鐵礦所含的主要化合物被還原成鐵。

i) 所用的還原劑是甚麼？ 一氧化碳 (1)

ii) 寫出涉及反應的文字方程式。

氧化鐵(III) + 一氧化碳 → 鐵 + 二氧化碳 (1)

c) 在鼓風爐的底部可收集熔融的鐵和另一種熔融的物質。該另一種熔融的物質的通俗名稱是甚麼？

爐渣 (1)

## 按節練習 (頁22)

17 通過電解，可從其礦石提取鋁。通過與碳共熱，可從銅的礦石提取銅。

a) 解釋為甚麼要用不同的方法來提取鋁和銅。

鋁較銅活潑。/ 氧化鋁不能被碳還原。 (1)

b) 可用碳作為電極把熔融的氧化鋁電解。

預測在

i) 正電極；　氧 (1)

ii) 負電極　鋁 (1)

的電解生成物。

c) 鋁和銅是良好的導電體。

指出鋁較銅適宜用於製造架空電纜的一項性質。

鋁具有低密度。 (1)

# 按節練習 (頁22)

18 下表提供有關一些金屬的發現年份的資料。

| 金屬 | 發現年份 |
|---|---|
| 金 | 古代文明史中已有記載 |
| 鋅 | 1 746 |
| 鈉 | 1 807 |

a) 解釋為甚麼金以自由態的形式存在於地殼中。

金並不活潑。 (1)

b) 提出如何從其氧化物提取鋅。

與碳或一氧化碳一起共熱 (1)

c) 鈉是地殼內其中一種最豐富的金屬。
解釋為甚麼到1807 年才發現鈉。

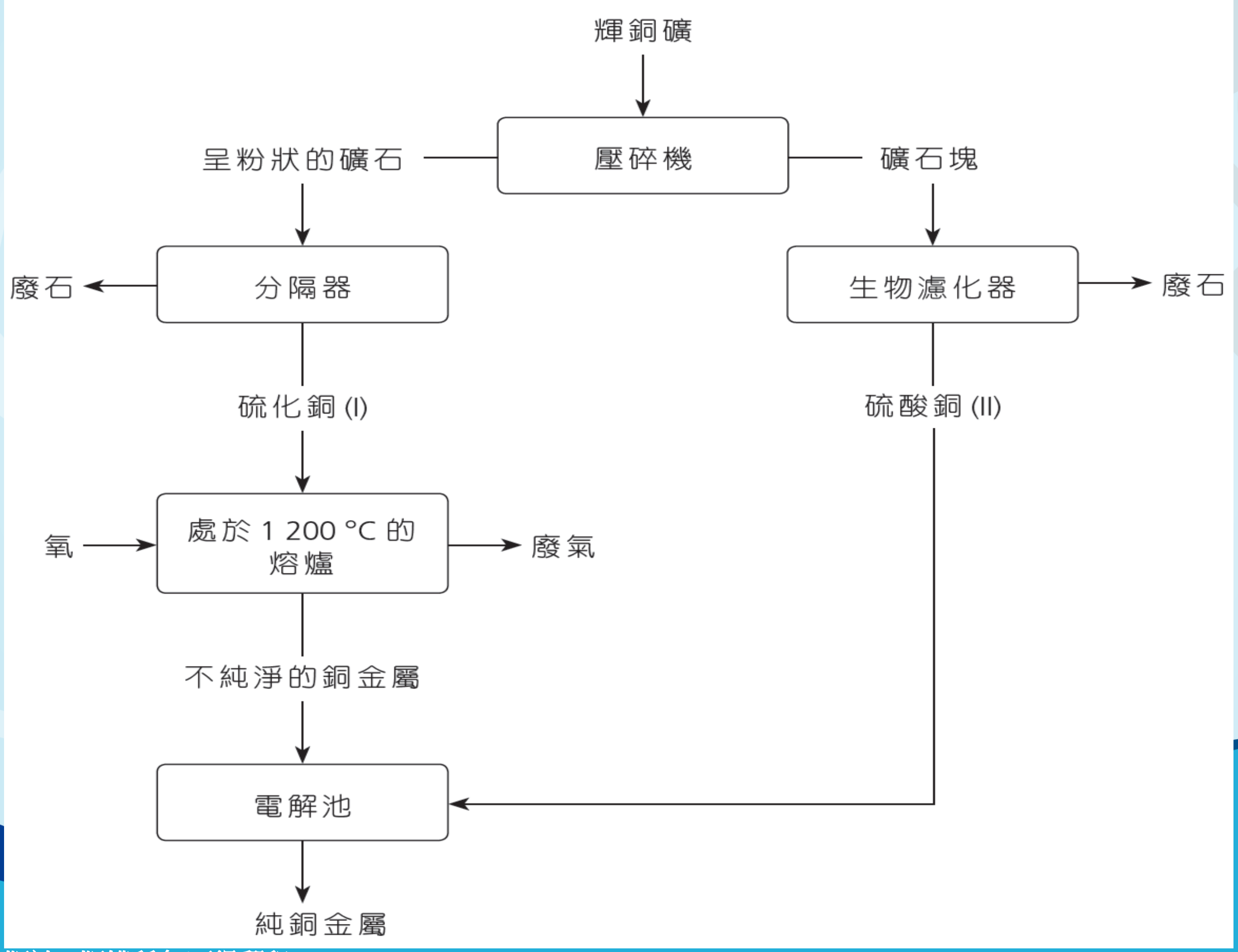
鈉非常活潑。 (1)

它只能通過電解來提取。/ 它的提取要待電發明後才能實現。 (1)

# 按節練習 (頁22)

19 輝銅礦是含硫化銅(I) 的銅礦石。

以下流程圖展示如何從銅礦石提取銅金屬。



# 按節練習 (頁22)

a) 提出難以處置廢石的一個原因。

大量岩石要作廢物棄置/ 廢岩石佔用大量空間。 (1)

b) 熔爐中的反應可導致環境污染。
試解釋之。

硫化銅(I) 與氧反應生成二氧化硫，導致酸雨的產生。 (1)

c) 提取純銅是昂貴的過程。
提供一個理由，以解釋你的答案。

以下任何一項：

- 熔爐和電解耗用大量燃料 (1)
- 提取步驟繁多 (1)
- 須開採大量礦石 (1)

d) 電解硫酸銅(II) 溶液，有純銅生成。
銅(II) 離子向哪個電極移動？

*(AQA GCSE (Higher Tier), C1, Jun. 2013, 2(b))*

銅(II) 離子移向負電極， (1)
原因是銅(II) 離子帶正電荷。 (1)

# 按節練習 (頁22)

20 可循環再造鐵。
提出循環再造金屬的兩項優點。

以下任何兩項：

- 循環再造能促進可持續發展 (1)
- 可減少污染 (1)
- 循環再造金屬所需的能量較提取新金屬所需的低 (1)
- 保存有限的天然資源 (1)
- 可優化成本效益 (1)
- 停止把金屬棄於堆填區 (1)
- 不會破壞景致 (1)

# 按節練習 (頁22)

21 a) 銅是良好的導電體，因此可用於製造電線。
寫出銅的另一項不同性質，並為該性質寫出一項相關用途。

以下任何一項：

| 性質 | 用途 | |
|---|---|---|
| 良好導熱體 | 煮食鍋 | (1) |
| 高熔點 | 煮食鍋 | (1) |
| 不腐蝕 | 錢幣 / 首飾 | (1) |
| 不會與水起反應 | 水管 | (1) |
| 可展的 | 管子 / 首飾 | (1) |
| 可延的 | 導線 | (1) |
| 有光澤 | 首飾 | (1) |
| 響亮的 | 鐘 | (1) |

# 按節練習 (頁22)

b) 含豐富銅的礦石的蘊藏量估計只能維持多幾年。新建房屋需要數以公里計的銅線。
建議有助解決這問題的兩個方法。

以下任何兩項：
- 任何使用較少銅的具體例子 (1)
- 再用/ 循環再造 (1)
- 使用金屬含量低的銅礦石 (1)
- 使用其他金屬 / 物料來代替銅 (1)