達思化學

課本 2B

第 5 章 氧化還原反應、化學電池和電解

目錄

續下頁

目錄

18.1 你日常使用的化學電池 (頁2)

化學電池 (chemical cell) 是一種能把本身儲存的化學能轉變為電能的裝置。

- 電池組是由兩個或以上的化學電池連接組成。

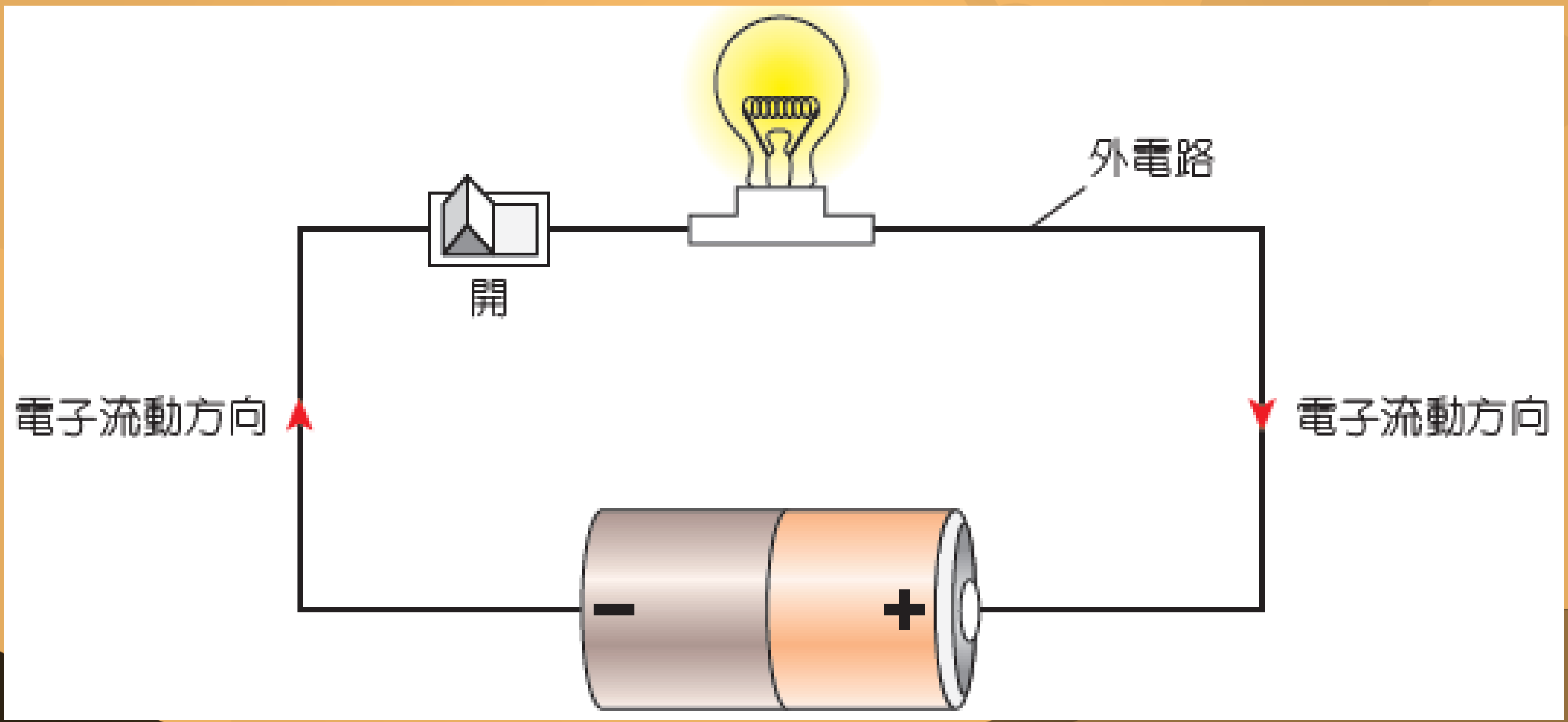
一個9 V 電池組是由六個1.5 V 的化學電池串聯組成

18.1 你日常使用的化學電池 (頁2)

- 化學電池的基本結構包括三個部分：
  - **負電極 (negative electrode)** — 電子從這電極流出到外電路；
  - **正電極 (positive electrode)** — 電子從外電路流入這電極；
  - **電解質 (electrolyte)** — 容許離子在電池兩極之間流動導電的介質。
- 在化學電池內的兩個電極上都有化學變化發生，電池中的化學能得以轉變為電能。

18.1 你日常使用的化學電池 (頁2)

- 把燈泡連接化學電池時，電子由負電極經外電路流向正電極。



18.1 你日常使用的化學電池 (頁2)

量度化學電池的電壓

- 化學電池的電壓可用伏特計或數字萬用電錶來量度。

伏特計（左）和數字萬用電錶（右）

18.1 你日常使用的化學電池 (頁2)

- 化學電池的正電極接駁萬用電錶的正端鈕而負電極接駁負端鈕時，萬用電錶便顯示正電壓。
- 如果把化學電池的電極的接駁對調，量度的電壓會變成負值 。

把化學電池的電極的接駁對調，量度的電壓會變成負值

18.2 化學電池的種類 (頁4)

- 化學電池分為兩類：**原電池 (primary cell)** 和**二級電池 (secondary cell)**。原電池用後不能再充電，二級電池則可再充電。
- 常用的原電池包括：
  - 鋅碳電池；
  - 鹼性錳電池；
  - 氧化銀電池。
- 原電池放電時內含的反應物會進行反應。原電池的電壓下降至某一水平時，電池便不能再用，可以棄置。

18.2 化學電池的種類 (頁4)

- 常用的二級電池包括：
  - 鉛酸蓄電池；
  - 鎳金屬氫化物電池；
  - 鋰離子電池。
- 把二級電池連接電流充電時，所發生的反應與放電時的相反，令生成物變回原來的反應物，提供的電能亦轉變為電池中的化學能。
- 提供充電電流的裝置稱為充電器。

充電器提供電流為二級電池充電

18.2 化學電池的種類 (頁4)

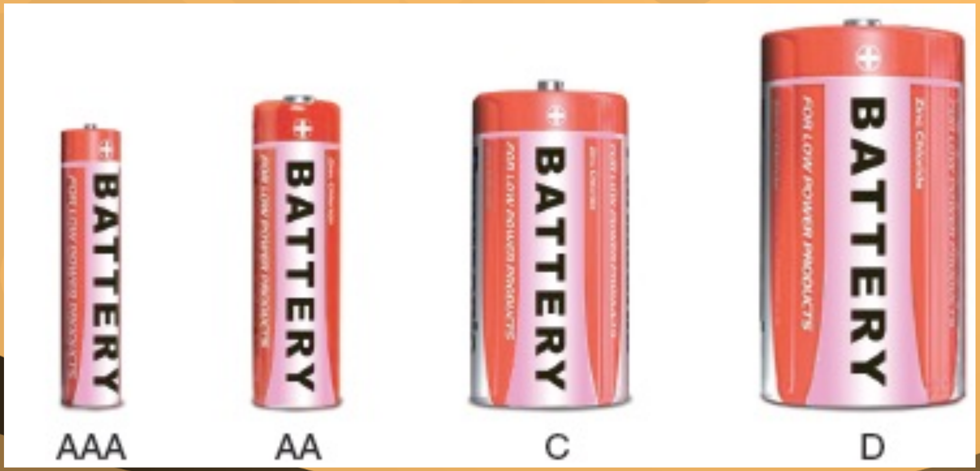
- 以下是一些常用來描述化學電池的詞彙：
  - **電池容量 (cell capacity)** 以安培小時為單位，表示電池在某一電流下可放電的時間。
  - **能量密度 (energy density)** 是電池的每單位體積儲存的能量。
  - **有效壽命 (service life)** 指使用電池直至其電壓降至某一水平（通常定為0.8 V）的時間。
  - **循環壽命 (cycle life)** 指二級電池可重複充電和放電直至其容量降至起始容量的80% 的次數。
  - **存放期 (shelf life)** 指把電池存放直至其容量降至起始容量的90% 的時間。

18.3 鋅碳電池 (頁6)

- **鋅碳電池 (zinc-carbon cell)** 迄今已超過百年歷史。它們既便宜又有不同的大小。

- 電池無論多大，其最高電壓都是1.5 V。

- 這些電池經常用於耗電量低的裝置，例如時鐘、小型收音機和遙控器。



不同大小的鋅碳電池

18.3 鋅碳電池 (頁6)

- 鋅碳電池的外殼是一個鋅罐，既是電池的負電極，亦作為盛載其他組分的容器。電池中心有一支碳棒，作為電池的正電極。

- 電解質是濕潤的糊狀氯化銨。

- 令鋅碳電池的使用率有所下降。雖然電池價錢相宜，但有着不少缺點：
  - 能量密度頗低；
  - 在耗電量高的裝置中表現欠佳；
  - 放電時電壓逐漸下降；
  - 使用一段時間後或會有化學品泄漏。

18.4 鹼性錳電池 (頁7)

- 在1960 年代初期推出的**鹼性錳電池 (alkaline manganese cell)** 具備以下數項優點，所以比鋅碳電池更受歡迎：
  - 能量密度較高；
  - 在不同輸出率下均有良好表現；
  - 放電時電壓較穩定；
  - 防泄漏功能極佳；
  - 存放期較長。

鹼性錳電池

18.4 鹼性錳電池 (頁7)

- 雖然鹼性錳電池的價格比鋅碳電池的高昂，但其有效壽命較長，所以用放電的每一小時的價格計算，鹼性錳電池較鋅碳電池便宜。
- 鹼性錳電池適用於耗電量中等的裝置，例如電動玩具、煙霧探測器和露營時經常使用的手電筒。
- 鹼性錳電池的負電極是鋅粉，正電極是氧化錳(IV)，而電解質是氫氧化鉀。
- 這種電池的最高電壓是1.5 V。

18.5 氧化銀電池 (頁8)

- 氧化銀鈕型電池於1960 年代初期投入使用，主要作為電子錶的電源。
- 它的負電極是鋅粉，正電極是氧化銀，而電解質是氫氧化鉀。
- 這種電池的最高電壓是1.5 V。
- **氧化銀電池 (silver oxide cell)** 的能量密度高，而且放電時電壓能保持穩定，故廣泛用於手錶、計算機和助聽器。可惜因電池內含銀的成分，其價格較高昂。

氧化銀電池

18.5 氧化銀電池 (頁8)

- 三種原電池的一些特性。

	鋅碳電池	鹼性錳電池	氧化銀電池
製造負電極的物料	鋅	鋅	鋅
製造正電極的物料	碳	氧化錳 (IV)	氧化銀
電解質	氯化銨	氫氧化鉀	氫氧化鉀
最高電壓 (V)	1.5	1.5	1.5
存放期（年）	2–3	5–7	7
特性	• 廉宜	• 在不同輸出率下均有良好表現 • 放電時電壓較穩定	• 能量密度高 • 放電時電壓能保持穩定
常見用途	耗電量低的裝置（例如時鐘和小型收音機）	耗電量中等的裝置（例如電動玩具和煙霧探測器）	手錶、計算機和助聽器

18.6 鉛酸蓄電池 (頁9)

- 直至1980 年代末，市場上主要的兩種二級電池為**鉛酸蓄電池 (lead-acid accumulator)** 和鎳鎘電池。
- 鉛酸蓄電池常用於汽車中。
- 一個12 V 的汽車蓄電池通常由六個電池組成，每個電池的最高電壓是 2 V。
- 電池的負電極用鉛片製造，正電極是被氧化鉛(IV) 覆蓋的鉛片，而電解質是硫酸。

鉛酸蓄電池

鉛酸蓄電池 參

18.6 鉛酸蓄電池 (頁9)

- 鉛酸蓄電池能輸出非常高的電流，而且價格廉宜，所以廣泛應用於汽車的「起動、照明和點火」系統。電動輪椅和高爾夫球車亦使用這種電池。

- 鉛酸蓄電池有以下數項缺點：
  - 笨重；
  - 能量密度低；
  - 冬天時電解質或會凝固，損壞電池；
  - 導致環境和健康問題（例如鉛具毒性和硫酸具高腐蝕性）。

18.7 鎳金屬氫化物電池 (頁10)

- 1990 年代初，便攜式電子裝置的盛行使兩種化學電池相繼推出市面，包括**鎳金屬氫化物電池 (nickel metal hydride cell)** 和鋰離子電池。

鎳金屬氫化物電池

18.7 鎳金屬氫化物電池 (頁10)

- 鎳金屬氫化物電池的負電極由貯氫合金製造，正電極是羥基氧化鎳（NiO(OH)），而電解質是氫氧化鉀。
- 這種電池的最高電壓是1.2 V。
- 鎳金屬氫化物電池具備以下優點：
  - 能量密度高；
  - 循環壽命長；
  - 能抵受過度充電和放電；
  - 對環境友善（不含鎘、汞或鉛）；
  - 較鋰製電池安全。
- 鎳金屬氫化物電池仍應用於混合動力車輛中。其他工業上的應用亦包括備用電源系統、飛機和衛星。

18.8 鋰離子電池 (頁11)

- 現時大多**鋰離子電池 (lithium ion cell)** 的負電極是中間包含鋰原子的石墨片，正電極是鋰鈷氧化物，而電解質是溶於有機溶劑的鋰鹽。
- 這種電池的最高電壓是3.7 V。

手機電池大多是鋰離子電池

18.8 鋰離子電池 (頁11)

- 鋰離子電池具備以下優點：
  - 高電壓（3.7 V）可減少高壓裝置所需的電池；
  - 能量密度非常高；
  - 較其他相同體積的二級電池輕巧；
  - 循環壽命長。

- 鋰離子電池較大部分其他電池昂貴，且存在安全問題：
  - 過度充電會令電池損壞，甚至發生爆炸；
  - 以高電流放電多於數秒便可令電池損壞。

18.8 鋰離子電池 (頁11)

- 三種二級電池的一些特性。

	鉛酸蓄電池	鎳金屬氫化物電池	鋰離子電池
製造負電極的物料	鉛片	貯氫合金	中間包含鋰原子的石墨片
製造正電極的物料	被氧化鉛 (IV) 覆蓋的鉛片	羥基氧化鎳	鋰鈷氧化物
電解質	硫酸	氫氧化鉀	溶於有機溶劑的鋰鹽
最高電壓 (V)	2	1.2	3.7
循環壽命	200–300	300–500	500–1 000
能量密度	低	高	非常高
毒性	非常高	低	低
價格	低	中等	高
常見用途	汽車的「起動、照明和點火」系統	混合動力車輛	便攜式電子裝置

18.9 選擇合適的化學電池作特定的用途 (頁12)

- 選擇電池作特定用途時，需要考慮下列因素：
  - 電池的價格；
  - 電池的電壓；
  - 電池可否再充電；
  - 電池的大小和質量；
  - 電池能輸出最高電壓的時間；
  - 電池能否提供穩定的電流；
  - 使用的電器所需電流的高低；
  - 使用的電器是持續還是間歇地運作；
  - 電池的存放期。

18.10 使用化學電池對環境造成的影響 (頁13)

- 消費者每年棄置大量化學電池，這些電池可能含有毒或腐蝕性物質。一些棄置在堆填區的化學電池會釋放有毒金屬（例如汞、鉛和鎘）到環境中，污染土壤及水。
- 二級電池相對較環保。使用二級電池亦可減少棄置於堆填區的舊電池。

18.10 使用化學電池對環境造成的影響 (頁13)

- 製造商致力生產含有較少有毒物質的化學電池，以減少電池對環境造成的影響。例如，過往製造商會在鋅碳電池和鹼性錳電池內加入少量的汞作為添加劑。

- 鑑於汞對環境的損害，製造商現已研發出不需要在這些電池內加入汞的新技術。

不含汞和鎘的鹼性錳電池

關鍵詞彙 (頁14)

化學電池	chemical cell	循環壽命	cycle life
負電極	negative electrode	存放期	shelf life
正電極	positive electrode	鋅碳電池	zinc-carbon cell
電解質	electrolyte	鹼性錳電池	alkaline manganese cell
原電池	primary cell	氧化銀電池	silver oxide cell
二級電池	secondary cell	鉛酸蓄電池	lead-acid accumulator
電池容量	cell capacity	鎳金屬氫化物電池	nickel metal hydride cell
能量密度	energy density	鋰離子電池	lithium ion cell
有效壽命	service life		

摘要 (頁14)

1 化學電池是一種能把本身儲存的化學能轉變為電能的裝置。它由一個負電極、一個正電極和一種電解質組成。

2 化學電池分為兩類：原電池和二級電池。原電池用後不能再充電，二級電池可再充電。

摘要 (頁14)

3 下表列出三種原電池的一些特性。

	鋅碳電池	鹼性錳電池	氧化銀電池
負電極	鋅	鋅	鋅
正電極	碳	氧化錳 (IV)	氧化銀
電解質	氯化銨	氫氧化鉀	氫氧化鉀
最高電壓 (V)	1.5	1.5	1.5
存放期 (年)	2–3	5–7	7
特性	• 廉宜	• 在不同輸出率下均有良好表現 • 放電時電壓較穩定	• 能量密度高 • 放電時電壓能保持穩定
常見用途	耗電量低的裝置（例如時鐘和小型收音機）	耗電量中等的裝置（例如電動玩具和煙霧探測器）	手錶、計算機和助聽器

摘要 (頁14)

4　下表列出三種二級電池的一些特性。

	鉛酸蓄電池	鎳金屬氫化物電池	鋰離子電池
負電極	鉛片	貯氫合金	中間包含鋰原子的石墨片
正電極	被氧化鉛 (IV) 覆蓋的鉛片	羥基氧化鎳	鋰鈷氧化物
電解質	硫酸	氫氧化鉀	溶於有機溶劑的鋰鹽
最高電壓 (V)	2	1.2	3.7
循環壽命	200–300	300–500	500–1 000
能量密度	低	高	非常高
毒性	非常高	低	低
價格	低	中等	高
常見用途	汽車的「起動、照明和點火」系統	混合動力車輛	便攜式電子裝置

摘要 (頁14)

5　棄置化學電池可能會對環境造成影響。一些棄置在堆填區的化學電池會釋放有毒金屬（例如汞、鉛和鎘）到環境中，污染土壤及水。

按節練習 (頁16)

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。

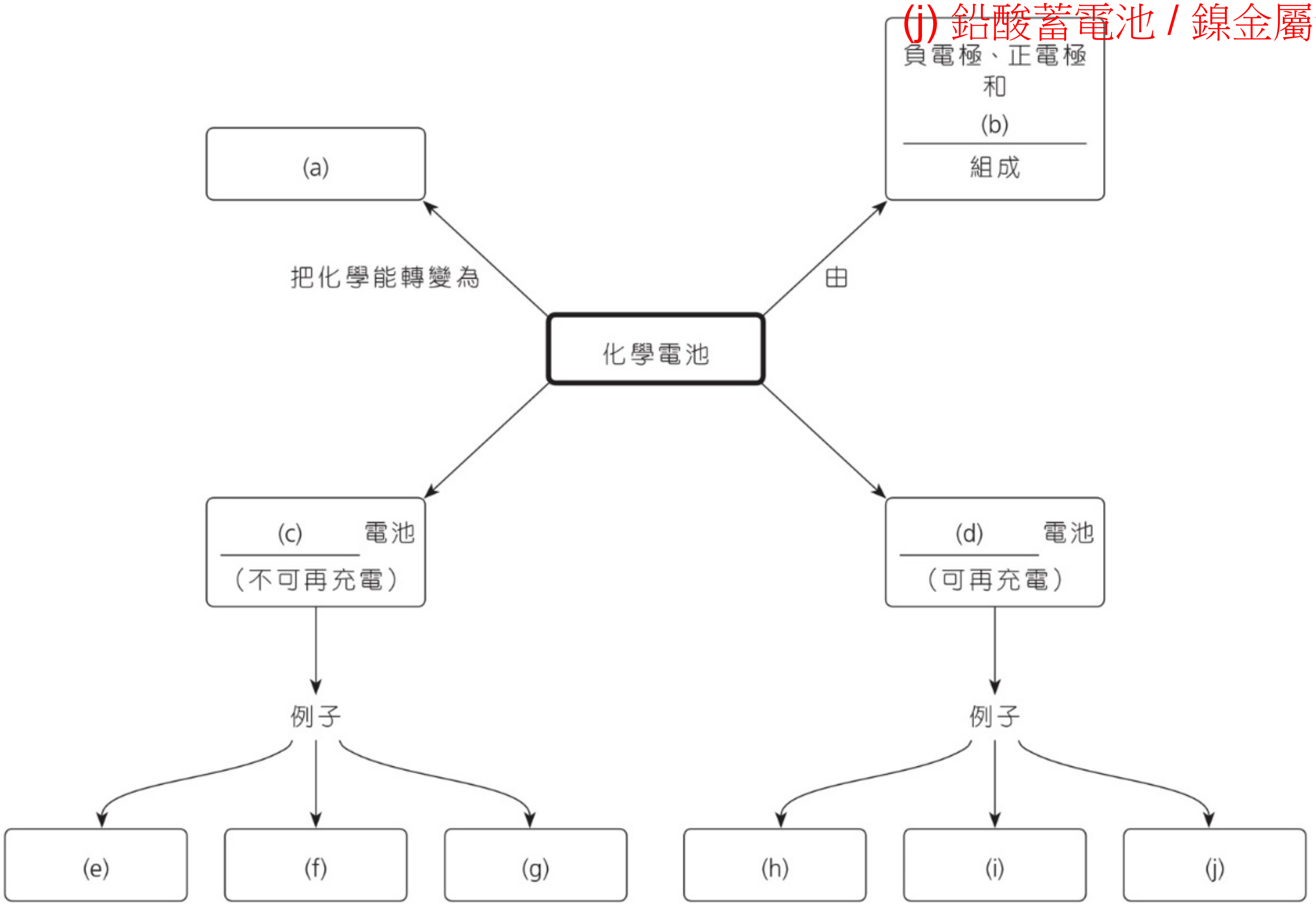
「 * 」 顯示有效的傳意可取一分。

(a) 電能
(b) 電解質
(c) 原
(d) 二級
(e) 鋅碳電池 / 鹼性錳電池 / 氧化銀電池
(f) 鋅碳電池 / 鹼性錳電池 / 氧化銀電池
(g) 鋅碳電池 / 鹼性錳電池 / 氧化銀電池
(h) 鉛酸蓄電池 / 鎳金屬氫化物電池 / 鋰離子電池
(i) 鉛酸蓄電池 / 鎳金屬氫化物電池 / 鋰離子電池
(j) 鉛酸蓄電池 / 鎳金屬氫化物電池 / 鋰離子電池

按節練習 (頁16)

第一部分 知識和理解

1 完成以下概念圖。



按節練習 (頁16)

第二部分　多項選擇題

2　下列哪項有關鋅碳電池的陳述正確？

A　氧化錳(IV) 作為電解質。
B　鋅碳電池是可再充電的。
C　一個較大的鋅碳電池比一個較小的產生較高的電壓。
D　在利用鋅碳電池提供電力的電路中，電子經外電路流向電池的碳電極。

答案：D

按節練習 (頁16)

3　項有關鹼性錳電池的陳述正確？

A　它的負電極是錳。
B　它使用氫氧化鉀作為電解質。
C　它的最高電壓是 3.7 V。
D　它是二級電池。

答案：B

按節練習 (頁16)

4 下列哪項有關氧化銀鈕型電池的陳述<u>不正確</u>？

A　它的負電極是氧化銀。
B　它的最高電壓是 1.5 V。
C　在放電期間，它的電壓保持穩定。
D　它使用氫氧化鉀作為電解質。

題解：
氧化銀鈕型電池的負電極是鋅。

答案：A

按節練習 (頁16)

5　鉛酸蓄電池是由多個二級電池所組成。

為電池再充電時，會發生下列哪項能量變換？

A　化學能 ⟶ 電能 + 光能
B　化學能 ⟶ 動能 + 熱能
C　電能 ⟶ 化學能 + 熱能
D　電能 ⟶ 光能 + 動能

答案：C

按節練習 (頁16)

6 下列哪項有關鎳金屬氫化物電池的組合正確？

	負電極	正電極	電解質
A	貯氫合金	羥基氧化鎳	氫氧化鉀
B	貯氫合金	氫氧化鉀	羥基氧化鎳
C	鋅	氫氧化鉀	羥基氧化鎳
D	鋅	羥基氧化鎳	氫氧化鉀

答案：A

按節練習 (頁16)

7　下列何者是二級電池？

(1) 鹼性錳電池
(2) 鋰離子電池
(3) 鎳金屬氫化物電池

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

(HKDSE, Paper 1A, 2013, 21)

答案：D

按節練習 (頁16)

8　下列哪些與在手錶中使用的氧化銀電池有關？

(1) 氧化銀電池是原電池。
(2) 氧化銀電池的體積細小。
(3) 氧化銀電池的能量密度高。

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

答案：D

按節練習 (頁16)

9 下列哪些是在手電筒內使用鹼性錳電池較使用鋅碳電池優勝之處？

(1) 鹼性錳電池的有效壽命較長。
(2) 在放電時，鹼性錳電池的電壓較穩定。
(3) 鹼性錳電池的最高電壓較高。

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

題解：
(3) 鹼性錳電池和鋅碳電池的最高電壓都是1.5 V。

答案：A

按節練習 (頁16)

10 下列有關鋰離子電池的陳述，何者正確？

(1) 電池的電解質是鋰鹽的水溶液。
(2) 它們是二級電池。
(3) 它們常用於便攜式電子裝置。

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

題解：
(1) 鋰鹽的水溶液不能用作電解質，因為鋰對水的活潑性非常高 。

答案：D

按節練習 (頁16)

11　下列哪些有關鎳金屬氫化物電池的陳述正確？

(1) 它們是可再充電的。
(2) 它們通常用於電動車。
(3) 與棄置鎳鎘電池相比，棄置這些電池對環境構成的危害較小。

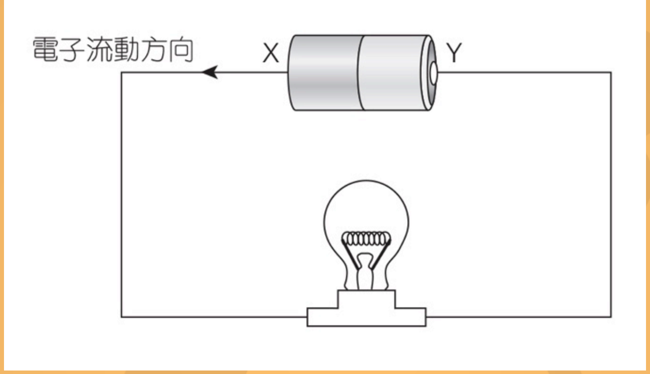
A　只有 (1) 和 (2)
B　只有 (1) 和 (3)
C　只有 (2) 和 (3)
D　(1)、(2) 和 (3)

答案：D

按節練習 (頁16)

第三部分 結構性問題

12 如下圖所示，把鋅碳電池連接燈泡，電子會由電極 X 經外電路流向電極 Y。



a) 把鋅加進稀氫氯酸。
化學電池是一種能把本身儲存的化學能轉變為電能的裝置。 (1)

b) 指出 X 還是 Y 是鋅碳電池的負電極。
X (1)

c) 鋅碳電池用氯化銨作電解質。電解質的功用是甚麼？
電解質是容許離子在電池兩極之間流動導電的介質。 (1)

按節練習 (頁16)

13 鋅碳電池和氧化銀電池均是原電池。

a) 為甚麼它們被視作「原電池」？
它們不可再充電。(1)

b) 完成以下有關兩種電池的資料。

	鋅碳電池	氧化銀電池
製造負電極的物料	鋅 (1)	鋅 (1)
製造正電極的物料	碳 (1)	氧化銀 (1)
電解質	氯化銨 (1)	氫氧化鉀 (1)

c) 提出氧化銀鈕型電池所具備的兩項特徵，令它適用於助聽器。

- 能量密度高 (1)
- 放電時電壓能保持穩定 (1)

按節練習 (頁16)

14 用以下裝置探究乙酸與碳酸鈣的反應。

a) 指出鹼性錳電池是原電池抑或二級電池。
原電池 (1)

b) 指出製造以下的電池部分所用的物料：
i) 負電極；
鋅 (1)
ii) 正電極；
氧化錳 (IV) (1)
iii) 電解質。
氫氧化鉀 (1)

c) 提出在電動玩具中使用鹼性錳電池較使用鋅碳電池的兩項優勝之處。

以下任何兩項：
- 較高能量密度 (1)
- 在不同輸出率下均有良好表現 (1)
- 放電時電壓較穩定 (1)
- 抗泄漏能力極高 (1)
- 存放期較長 (1)

按節練習 (頁16)

15 鉛酸蓄電池是含硫酸的二級電池，它常用於啟動汽車引擎。

a) 「二級電池」一詞是甚麼意思？

b) 提出為甚麼鉛酸蓄電池適用於啟動汽車引擎。

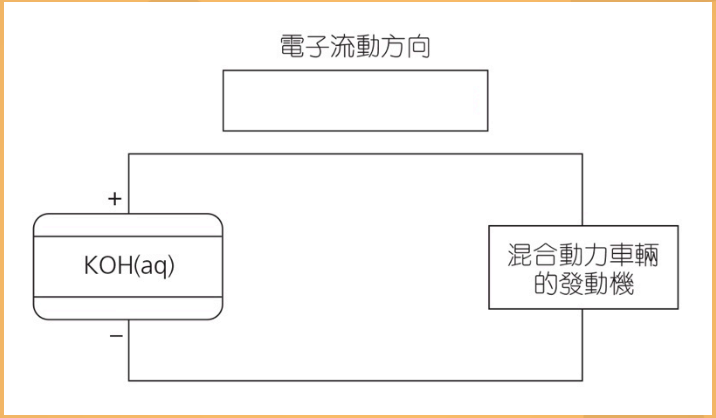
c) 寫出棄置鉛酸蓄電池對環境的一個影響。

(HKDSE, Paper 1B, 2015, 4(a)–(c))

香港公開考試試題答案從略 (如適用)。

按節練習 (頁16)

16 混合動力車輛的電池組是由多個鎳金屬氫化物電池所組成。該電池的其中一個電極是貯氫合金，另一個則為羥基氧化鎳 (NiO(OH))。電解質是氫氧化鉀溶液。



a) 指出製造以下電極所用的物料：
i) 正電極；
羥基氧化鎳 (1)
ii) 負電極。
貯氫合金 (1)

按節練習 (頁16)

16 (續)

b) 在圖中的方格內，利用合適的箭咀 (⟶ 或 ⟵) 表示電池放電時電子的流動方向。

⟵ (1)

c) 提出在汽車中使用鎳金屬氫化物電池較使用鋰離子電池的一項優勝之處。

較安全 (1)

按節練習 (頁16)

17 考慮鋰離子二級電池。

a) 指出製造以下的電池部分所用的物料：

i) 負電極；

中間包含鋰原子的石墨片 (1)

ii) 正電極；

鋰鈷氧化物 (1)

iii) 電解質。

溶於有機溶劑的鋰鹽 (1)

b) 提出為甚麼鎳金屬氫化物電池在便攜式電子裝置的應用被鋰離子電池所取代。

- 較高電壓 (1)
- 較高能量密度 (1)

c) 指出鋰離子電池的一項安全隱患。

過度充電會令電池迅速損壞，甚至發生爆炸。 (1)