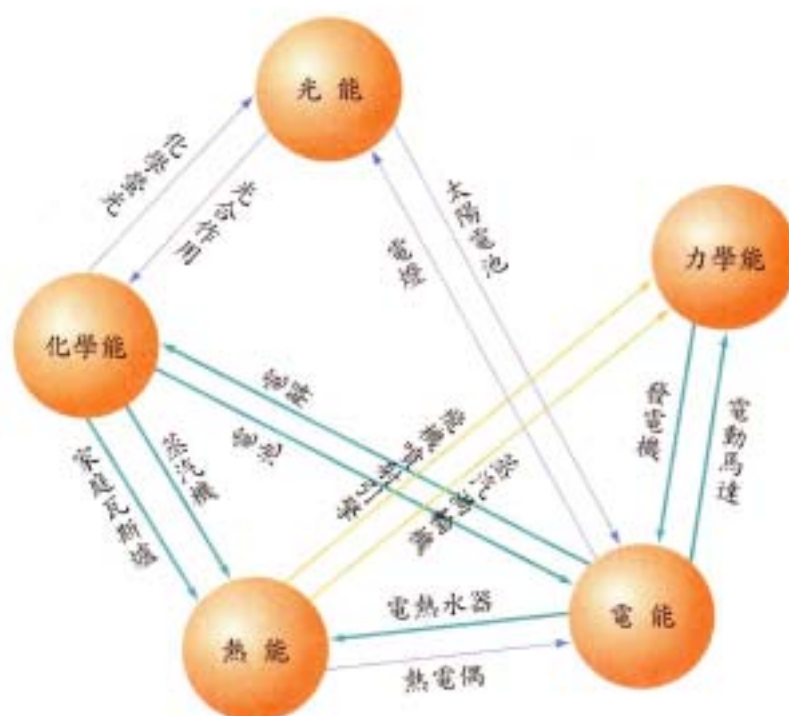


基礎化學

第四章 生活中的能源

4-1 能源簡介：

1. 凡是能為人類提供熱、光、動力等有能量的物質，包含物質的運動，都屬於能源的範圍。



2. 能源的分類：

(1) 依使用的永久性質分類：

- (a) 循環能源：可以永久或半永久取之不竭地反覆使用，來自自然界，可以再生利用，例如水力。
- (b) 非循環能源：只能用一次，用過就消失的能源，例如煤、石油、天然氣和核能等。

(2) 依直接利用或非直接利用的性質分類：

- (a) 開放性能源：可以直接利用的能源稱為開放性能源，例如動能、光、熱、

電等。

(b) 封閉性能源：不能直接利用，必須加以轉換才能利用的能源稱為封閉性能源，例如位能、化學能和核能等。

(3) 依能源形式分為：熱能、化學能、機械能、電能、光能、核能和磁能等。

3. 能源問題

(1) 發生原因

(a) 人類對能源的需求增加：工業革命後，人類大量使用化石燃料，短短兩百年中，地球蘊藏的化石燃料消耗過半。

(b) 可供利用的能源有限：地球上可供發電的水力資源都已大量開發利用，而化石燃料蘊藏量也急速地減少。

(2) 解決的方法：

(a) 開源：開發或找尋替代能源，例如核能的開發、太陽能的有效利用、發展抽蓄水力發電(如明潭抽蓄電廠)或利用甲醇、乙醇為燃料。

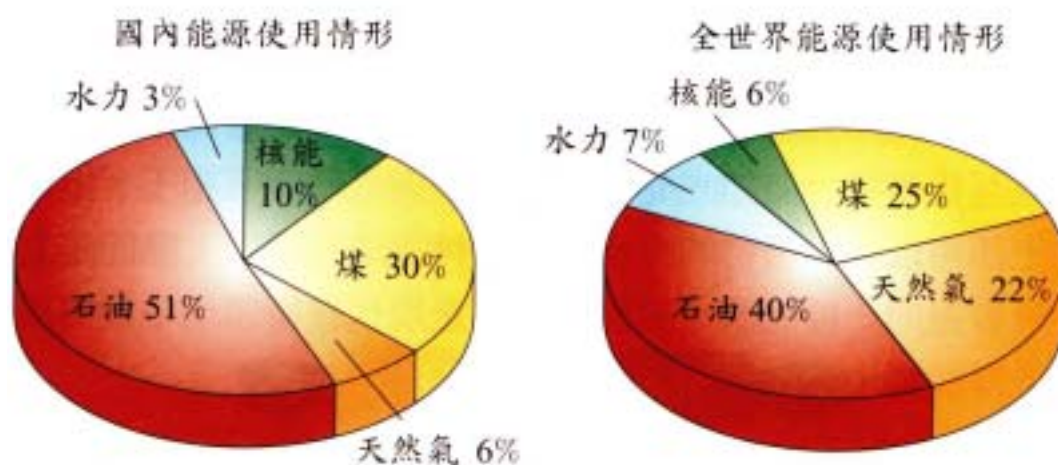
(b) 節流：減少能源轉換形態時的損耗。由熱能轉換成另一種形態時，效率常低於 50%，大部分是以廢熱形態排到環境中。如果能直接採取化學能→電能→機械能的方式，將提高能源的效益。

4. 常用能源蘊藏量和開發現況：

(1) 能源蘊藏量：煤約為 9460 億噸，石油(含 LPG)約為 916 億噸，天然氣約為 81 億噸。

(2) 能源的使用情況：全世界的使用情形為：石油佔 40%，煤佔 25%，天然

氣佔 22%，水力佔 7%，核能佔 6%。國內的情況略有不同，其中石油佔 51%，煤佔 30%，核能佔 10%，天然氣佔 6%，水力只佔 3%。



- (3) 世界石油的蘊藏量為 1800×10^{16} kJ，依目前的用量計算，約只能再用 82 年。煤的蘊藏量約為 19300×10^{16} kJ，最多可再供給 3~400 年。
- (4) 全世界煤的使用情形，88% 用於火力發電的燃料，雖然發電成本較低，但會產生氮氧化物及二氧化硫等氣體造成酸雨及煙灰等空氣污染物。
- (5) 水煤氣及液態燃料都是由煤製成的，水煤氣為氫氣和一氧化碳的混合氣，而液態燃料則為煤與氫在高壓下經催化產生的烴類。
- (6) 天然氣：主要成分為甲烷(其次為乙烷)，燃燒後生成二氧化碳和水，是最乾淨的化石燃料。

4-2 化石燃料的燃燒熱

1. 化學反應與能量關係：

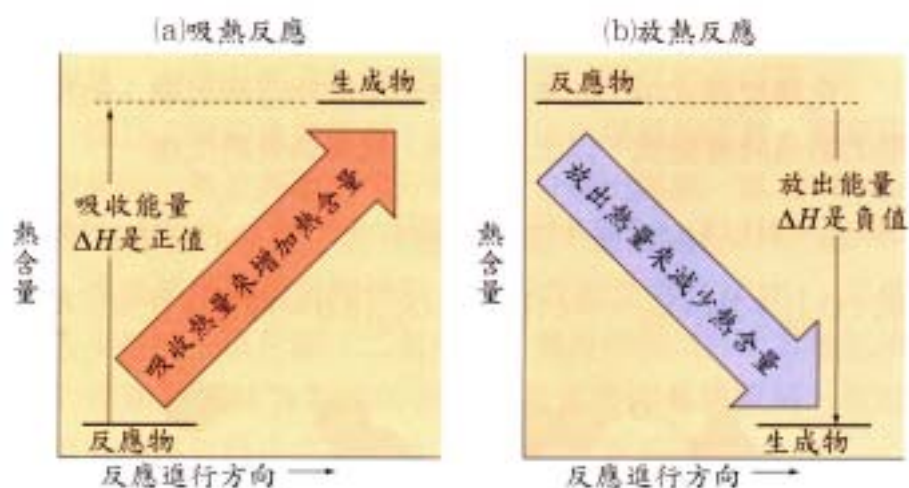
- (1) 能量不滅定律：能量的形式可以互相轉換，但其總量維持一定。
- (2) 化學變化常伴隨能量的變化，而反應熱學以熱能、光能、電能等形式出現。

2. 熱含量(焓 enthalpy, H)：

- (1) 在定溫定壓下，物質生成時所儲存在於其中的能量總和稱為熱含量或焓。
- (2) 熱含量與溫度、壓力及狀態有關，且僅能測其變化值(即 ΔH)，而非絕對值。
- (3) 物質之焓隨溫度上升，其值通常變大，故測量焓變化值時，須在 O.T.P. (25°C, 1atm)下，且須標明物質的狀態。

3. 反應熱：

- (1) 反應熱(ΔH) = (生成物熱含量之總和) – (反應物熱含量之總和)



- (2) $\Delta H > 0$ ，表示吸熱反應； $\Delta H < 0$ ，表示放熱反應。

(3) 影響反應熱的因素：

(a) 反應物愈多，反應熱愈多，例如 2 mol 反應物的 ΔH 為 1 mol 的兩倍。

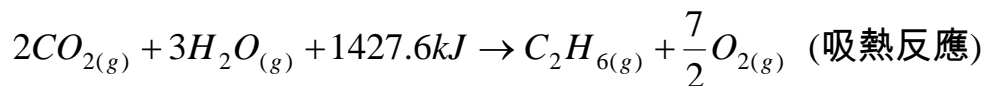
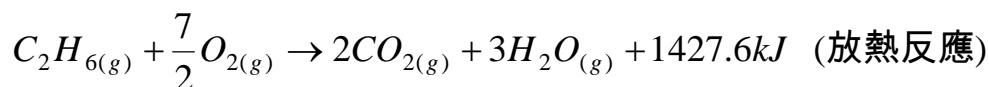
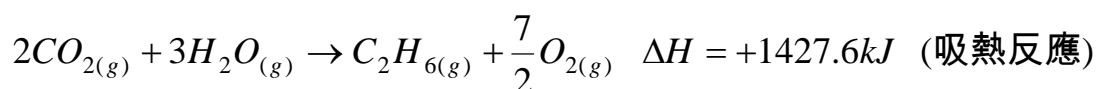
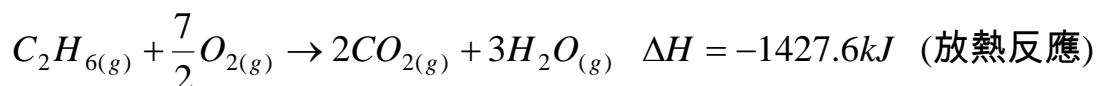
(b) 反應物或生成物的狀態，例如： $H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$, ΔH_1 與

$H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$, ΔH_2 ，前反應生成水蒸氣，而後者生成水，兩反應之反應熱不相等，即 $\Delta H_1 \neq \Delta H_2$ 。

(c) 熱含量(焓)受溫度與壓力的影響，故熱化學中常以 25°C、1 atm 為標準狀態，在標準狀態下求得之反應熱特以 ΔH^0 表示。

4. 熱化學方程式：

(1) 將反應熱之數值列入方程式中：例如

(2) 將反應熱之 ΔH 值與方程式併記：例如

5.

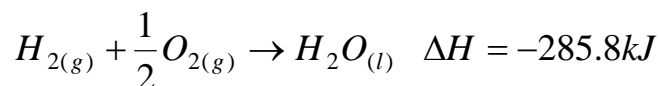
反應熱種類	定義(1atm, 25°C)	性質	實例
莫耳生成熱 (ΔH_f)	成分元素生成 1 莫耳化合物所吸收或放出之熱量	在標準狀態下，各元素之生成熱均為 0。(碳：石墨，硫：斜方硫，磷：白磷)	$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ $\Delta H = -241.6kJ$
莫耳燃燒熱 (ΔH_c)	1 莫耳物質完全燃燒所放出的熱量	燃燒熱必為放熱反應。 O_2, CO_2, H_2O 等不可燃物燃燒熱為 0	$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)}$ $\Delta H = -394kJ$
莫耳解離熱	1 莫耳氣態純質分解為氣態原子	解離能相當於鍵能，打斷鍵能必為	$CH_{4(g)} \rightarrow C_{(g)} + 4H_{(g)}$ $\Delta H = 1654.8kJ$

	所吸收的能量	吸熱	
莫耳分解熱	1 莫耳物質分解為其成分元素時的反應熱	同一化合物，莫耳生成熱與莫耳分解熱等值異號	$HgO_{(s)} \rightarrow Hg_{(l)} + \frac{1}{2}O_{2(g)}$ $\Delta H = 90.7kJ$
莫耳中和熱	水溶液中酸鹼中和產生 1 莫耳水所放出的熱量	必為放熱反應，放熱量：強酸-強鹼 > 強酸(鹼)-弱鹼 (酸) > 弱酸-弱鹼	$H^{+}_{(aq)} + OH^{-}_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$ $\Delta H = -56.0kJ$
莫耳溶解熱	1 莫耳物質溶於多量溶劑時所發生的能量變化		$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow$ $HCl_{(aq)} \quad \Delta H = -643kJ$

6. 反應熱的三種基本定律：

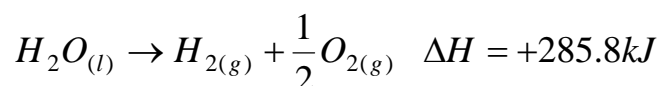
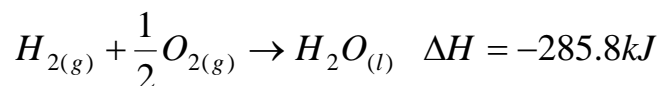
(1) 反應熱和反應物的莫耳數成正比：反應熱和反應物的莫耳數成比例，故熱

化學方程式× n 倍時， ΔH 值變為原來的 n 倍。例如：



(2) 反應以反方向進行時，反應熱大小不變，但放熱變成吸熱，吸熱變成放熱。

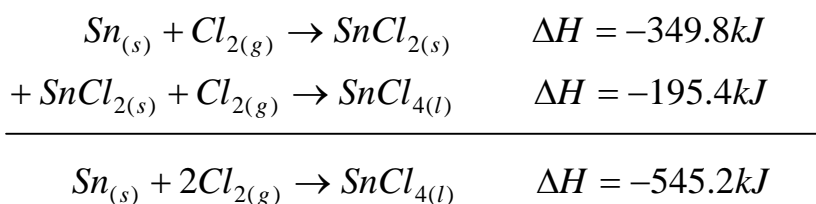
即反應方程式逆寫，則反應熱與原來等值異號。例如



(3) 反應熱有加成性：赫士(Hess)定律

- (a) 若一個反應能以兩個或多個其他反應之代數和表示，則反應熱為數個反應熱對代數和，即反應熱與變化所經之途徑無關，只與最初、最終物質狀態有關，稱為反應熱加成性定律。
- (b) 兩反應方程式相加， ΔH 應隨之相加；兩方程式相減， ΔH 應隨之相減。

例如

7. 反應熱 ΔH 之計算

- (1) 利用赫士定律時，可先將已知之反應方程式與欲預測之反應方程式比較各生成物與各反應之相關位置，再調整反應方程式之箭號。然後調整方程式係數，使其相加後即可得到反應方程式之反應熱。
- (2) 利用莫耳生成熱計算反應熱： $\Delta H = (\text{生成物莫耳生成熱總和}) - (\text{反應物莫耳生成熱總和})$
- (3) 利用莫耳燃燒熱計算反應熱： $\Delta H = (\text{反應物莫耳燃燒熱總和}) - (\text{生成物莫耳燃燒熱總和})$
- (4) 利用鍵能計算反應熱： $\Delta H = (\text{反應物鍵能總和}) - (\text{生成物鍵能總和})$

8. 化石燃料的燃燒熱

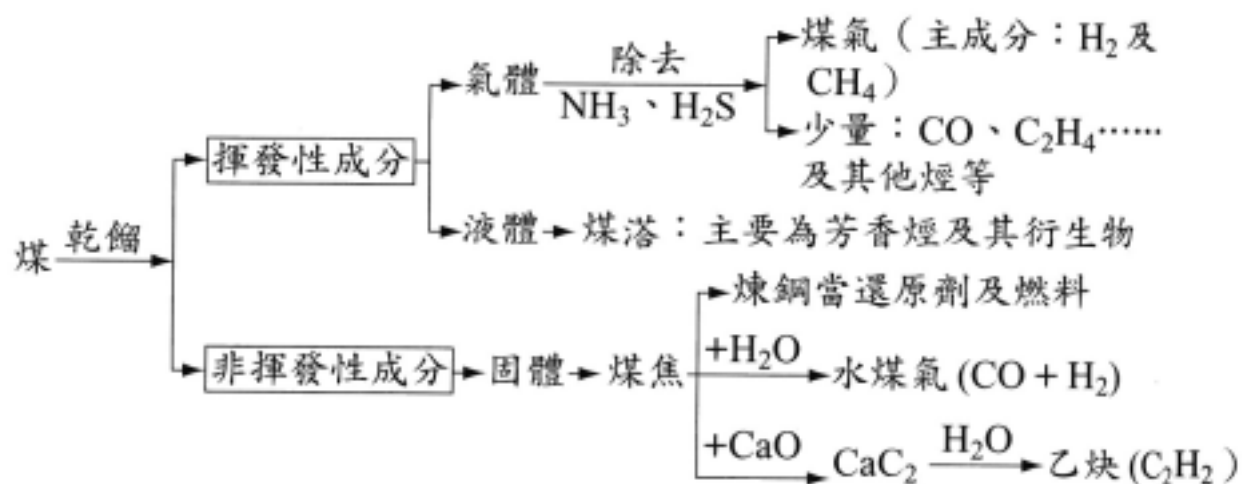
- (1) 煤：

- (a) 古代植物因地殼變動埋藏於地底下，經地熱與碳化作用形成的固態物

質，主要成分為碳及少量的氧、氫、硫及其他元素。

(b) 依碳化的程度不同，可分為無煙煤(含碳量 90~95%)、煙煤、褐煤及泥煤。

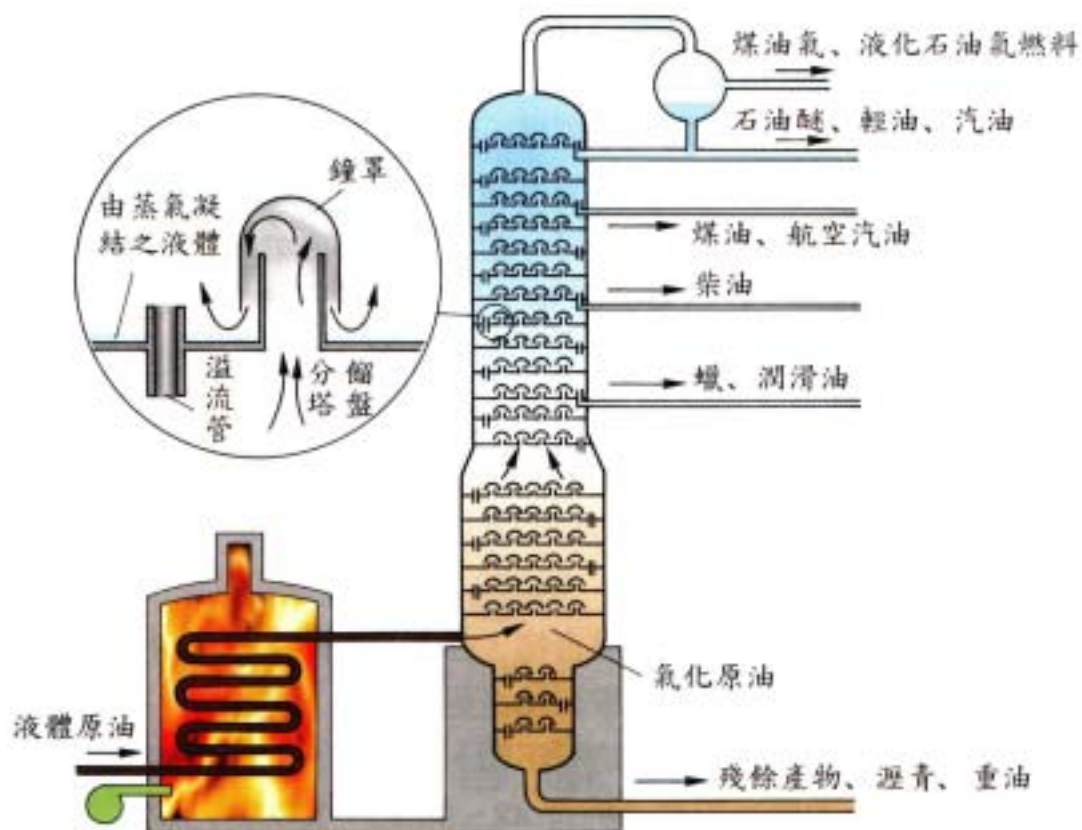
(c) 煤乾餾的產物：



(2) 石油：

(a) 幾百萬年前的有機物在高溫、高壓的地層下，經過分解及複雜的化學反應生成的。主要的成分是烷類。

(b) 原油可利用混合物沸點高低不同分餾出石油氣、石油醚、汽油、煤油、柴油、石蠟、瀝青。



(c) 液化石油氣(LPG)是石油分餾的產物，主要成分為丙烷和丁烷及其他沸點較低的烷類。

(d) 汽油是石油分餾產物中最重要，主要成分為己烷、庚烷和辛烷，但以分餾製得之汽油有限，工業上運用熱裂煉法或催化裂煉法，將分子量較大的烴類裂解成為含汽油成分的烴類，此法稱為裂煉法。

(e) 由石油所製造的石化基本原料，經特定製程，可製得中間原料，再進一步製成塑膠、橡膠、合成纖維、...等產品。

(3) 天然氣：

(a) 為低分子量的烷類混合物，主要為甲烷、乙烷及少量其他低級烷類。

(b) 天然氣無臭無毒，且發熱量大，是一種良好的氣體燃料。

(c) 天然氣裂解，甲烷可製造氫氣，其他低級烷類裂解得到乙烯、丙烯、混

合烴及裂解汽油等做為石化工業的原料。

(4) 常見化石燃料的燃燒熱：烷類含碳原子數愈多，其燃燒熱愈大。

化合物	化學式	反應方程式	燃燒熱(kJ/mol)
甲烷	CH_4	$CH_{4(g)} + 2O_2 \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$	-212.8
乙烷	C_2H_6	$C_{2H_{6(g)}} + \frac{7}{2}O_2 \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$	-372.3
丙烷	C_3H_8	$C_{3H_{8(g)}} + 5O_2 \rightarrow 3CO_{2(g)} + 4H_2O_{(l)}$	-530.6
正丁烷	C_4H_{10}	$C_{4H_{10(g)}} + \frac{13}{2}O_2 \rightarrow 4CO_{2(g)} + 5H_2O_{(l)}$	-688.9
正戊烷	C_5H_{12}	$C_{5H_{12(g)}} + 8O_2 \rightarrow 5CO_{2(g)} + 6H_2O_{(l)}$	-845.2
乙炔	C_2H_2	$C_{2H_{2(g)}} + \frac{5}{2}O_2 \rightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)}$	-310.6
苯	C_6H_6	$C_{6H_{6(g)}} + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 6CO_{2(g)} + 3H_2O_{(l)}$	-782.3
氫	H_2	$H_{2(g)} + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O_{(l)}$	-68.3

9. 無鉛汽油與含鉛汽油的比較：

(1) 爆震現象：汽車的內燃機燃燒時，先以活塞將汽油與空氣的混合物壓縮後，再以火星塞點火燃燒。如果燃燒不好產生積碳，將使活塞因受力不均勻而發生震動，使內燃機發生爆震(knocking)

(2) 辛烷值(Octane Number, O.N.)

(a) 辛烷值表示汽油抗震程度的指標，辛烷值愈高，其抗震程度愈佳。

(b) 異辛烷的震爆較小，將它的辛烷值定為 100，並定爆震嚴重的正庚烷的辛烷值為 0。物質的辛烷值可以超過 100 以上的，如甲苯的辛烷值為 118。

(c) 例如 95 汽油是指其辛烷值相當於 95% 體積異辛烷和 5% 體積正庚烷的混

合物之辛烷值。

(3) 含鉛汽油：在汽油中添加四乙基鉛 $[(C_2H_5)_4Pb]$ ，可提高辛烷值，但燃燒後的廢氣中含鉛量有害人體，嚴重影響腦神經。

(4) 無鉛汽油：改用甲基第三丁基醚、甲醇、乙醇、第三丁醇等添加物，既可以提高辛烷值又可避免鉛中毒。

4-3 化學電池

1. 化學電池是一種可以將化學能轉換成電能的裝置。常分為不可充電式電池和可充電式電池。

2. 不可充電式電池：因為放電為不可逆反應，無法以充電使其再生，又稱為一次電池或拋棄式電池。常見不可充電式電池有勒克朗舍乾電池、鹼性電池、水銀電池、氧化銀電池及鋰電池。

(1) 乾電池：鋅-碳電池(又稱勒克朗舍電池)，以碳棒為正(陰)極，以鋅殼為負(陽)極，以糊狀的氯化銨、氯化鋅與二氧化錳的混合物為電解質，電壓 1.5 伏特。

(2) 鹼性電池：以碳棒為正(陰)極，以鋅粉為負(陽)極，以氫氧化鉀的糊狀物為電解質，電壓 1.5 伏特。因陽極改用鋅粉，提高反應面積，因此放電電流增加且電壓穩定。

(3) 水銀電池：以鋅粉和汞製成的鋅汞齊為負(陽)極，以氧化汞為正(陰)極，以氫氧化鉀的電解液為電解質，電壓 1.35 伏特。缺點是易造成汞污染。

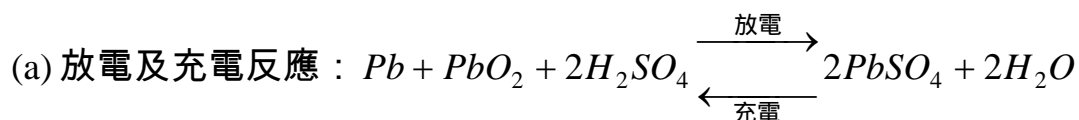
(4) 銀電池(又稱氧化銀電池)：以鋅殼為負(陽)極，以氧化銀為正(陰)極，以氫

氧化鉀的電解液為電解質，電壓 1.5 伏特。不含汞，不造成污染，有取代水銀電池的趨勢。

(5) 鋰電池：以金屬鋰為負(陽)極，以二氧化錳或四氟化碳或亞硫醯氯等為正(陰)極，採特殊非水溶液為電解質，電壓 3.0 伏特。

3. 可充電式電池：這類電池放電後可以利用充電的方式使電池再生，又稱為蓄電池或二次電池。常見的有鉛蓄電池、鎳-鎘電池、銀-鎘電池等。

(1) 鉛蓄電池：



(b) 以鉛為負(陽)極，以二氧化鉛為正(陰)極，以比重 1.2~1.3 的稀硫酸為電解液。

(c) 每個電池輸出電壓為 2 伏特，通常串聯 3~6 個以提供 6~12 伏特電壓。

(d) 鉛蓄電池反覆使用一段時間後，水分因熱而蒸發或因充電而損耗，因此鉛蓄電池須補充水分。

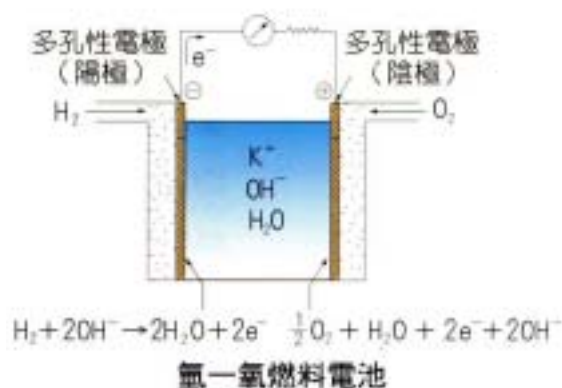
(e) 使用硫酸為溶液，會造成污染，影響人體健康。

(2) 鎳-鎘電池：

(a) 以鎘為負(陽)極，以鹼式氧化鎳 $[NiO(OH)]$ 為正(陰)極，以氫氧化鉀為電解液。

(b) 電壓為 1.2 伏特，壽命比鉛蓄電池長，但價格成本較高。如果在未完全發電前即行充電，會有記憶效果，而減少充電容量。

4. 燃料電池：



- (1) 以多孔性材質(如石墨)為電極，電極上覆蓋白金、鎳觸媒。
- (2) 以高濃度氫氧化鉀為水溶液，以氫、甲烷等燃料及氧反應，反應過程中產生之電子移動即可產生電流。
- (3) 優點是化學能直接轉換成電能，若再加上所產生的熱能作汽電共生，則效率遠高於火力發電，且產物是純水，無環境污染。

5. 廢棄電池的污染：

- (1) 鉛蓄電池：含鉛及硫酸，易造成鉛中毒及硫酸腐蝕現象。
- (2) 水銀電池：含汞會造成中樞神經系統受損。
- (3) 鎳-鎘電池：鎘會造成「痛痛病」。
- (4) 鉛蓄電池、鎳鎘電池及水銀電池依規定必須回收。

4-4 其他的能源

1. 光能(輻射能)：

- (1) 太陽光以電磁波的形式輻射到地球，包含紫外光、可見光、紅外光和微波、

無線電波等。

(2) 紫外光能量較高，可破壞分子化學鍵，

照射皮膚會造成皮膚變黑甚至產生皮膚

病變；可見光的能量激發物質中的電

子，使其產生人類眼睛可看到的顏色；紅外光的能量較低，但恰可提供分

子振動所需的能量，加熱物質，故稱為熱線；微波的能量比紅外光更低，

但提供的能量恰能使水分子旋轉摩擦而

加熱物質。

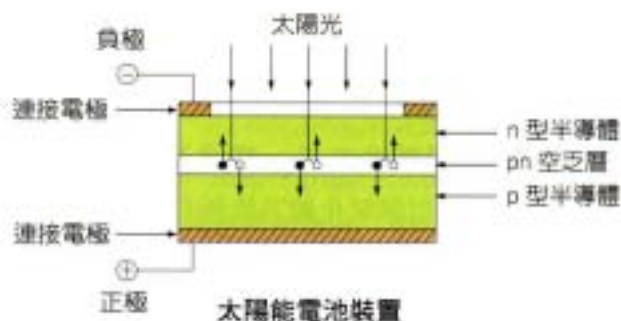
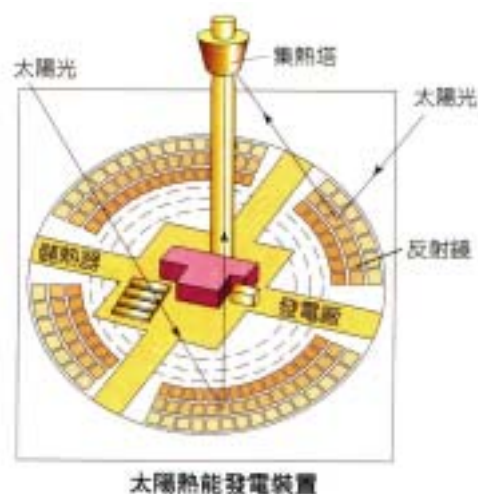
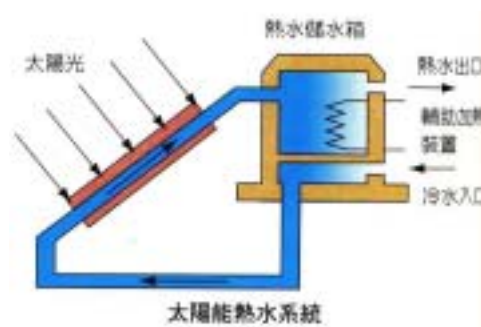
(3) 太陽內部進行核融合反應，每秒將四百

萬噸的氫變為能量，並將能量輻射到宇

宙中。太陽是地球一切能源的根源。

(4) 太陽能的利用：將陽光熱量聚集來發電

或利用太陽電池(光電池)將陽光直接轉變成電能，或是直接利用太陽熱能



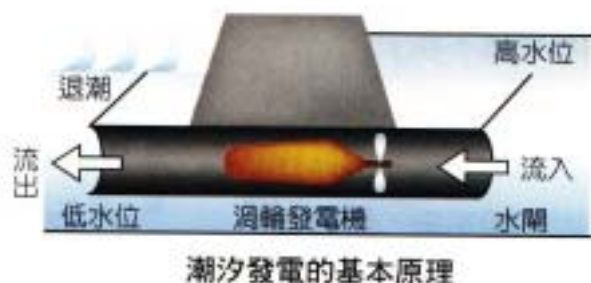
應用於溫室，或是太陽能熱水器等。

2. 地熱：利用地底岩漿的熱能加熱地下水即是溫泉，另外也可將高溫的水蒸氣

導出進行發電，如宜蘭縣的清水地熱發電廠、冰島、紐西蘭等地都利用地熱

來做為熱源。

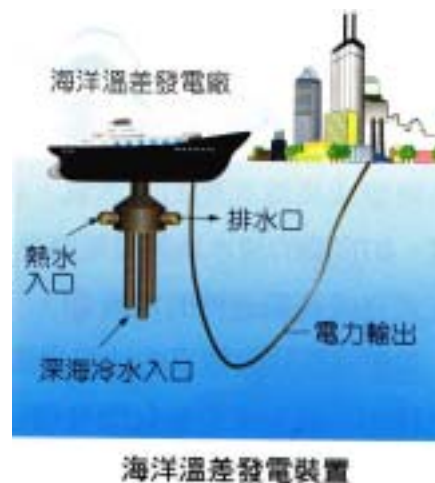
3. 潮汐發電：利用潮汐的週期性升降的落差來發電。目前已有法國、蘇俄、加拿大等發展潮汐發電廠，設置可逆式水輪機利用漲退潮的強大力量發電。



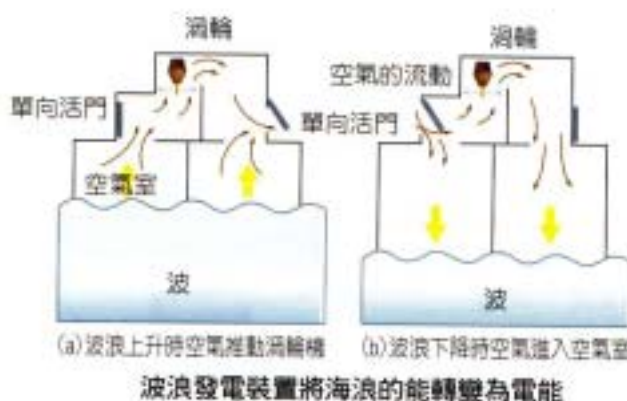
4. 海洋溫差發電：利用深海與海面之間大約 25°C

的溫差，海面溫暖的水經由抽水機抽入蒸發器，

蒸發器內是易於汽化的低沸點液體，將它變成氣體來推動發電機，再利用深海低溫的水將它冷卻為液體再循環使用。



5. 海洋波浪發電：海洋波浪上下運動所產生的壓力可推動空氣渦輪發電機來發電。



6. 海洋洋流發電：海洋洋流動能極大，利用洋流流動的動能推動發鮮機來發電，既無污染且取之不盡。如黑潮距離台灣相當近，可作為能源開發的新方向。
7. 生質能：指一切可經由培植生產再利用的動、植物能源。如農畜牧的廢水以及有機廢棄物利用生化作用產生沼氣(主要成分為甲烷)，可燃燒產生熱能或光能；垃圾能源是利用垃圾生成的氣體或液體，做為家庭暖氣或發電，如歐

洲城市利用垃圾發電，內湖垃圾焚化爐利用源設立溫水游泳池等。

8. 風能：以風車應用風力發電，例如澎湖七美的風力發電廠、台塑六輕的風力發電廠，據台塑運轉一年的評估，每度電的成本是火力發電的兩倍。台灣因地處季風地帶，夏季風量不足，是發電的最大限制。
9. 水力：利用河川、湖泊或水庫的位能差而發電，台灣水力發電因受地形限制、河川短促、雨量分配不均而影響發電。
10. 核能：核能是蘊藏於原子核內的能量，運用核能時，首先要進行核反應，核反應分為核分裂和核融合兩種。
 - (1) 核分裂是以中子撞擊 ^{235}U 的原子核，使原子核分裂成數個較輕元素原子核的反應。同時產生的多個中子會繼續地撞擊 ^{235}U ，產生鏈反應。
 - (2) 核融合是兩個或兩個以輕元素的原子核，氘 ^2H 和氚 ^3H 結合來成為一種新的元素的過程。目前已成功地將氘 ^2H 和氚 ^3H 融合生成氦 ^4He 和中子 ^1_0n 。
 - (3) 質能互換：核分裂和核融合時會有質量虧損，依愛因斯坦的質能互變公式
$$E = mc^2$$
，例如質量每減少 1 克，可生成約
$$E = (1 \times 10^{-3} \text{ kg}) \times (3 \times 10^8 \text{ m/sec})^2 = 9 \times 10^{13} \text{ J} = 9 \times 10^{10} \text{ kJ}$$
的能量。
 - (4) 核能的和平用途主要為核能發電，目前僅能以核分裂的能量來發電，至於擁有更大能量的核融合發電技術尚未商業化。
 - (5) 核反應器是將 ^{235}U 或 ^{239}Pu 以不發生爆炸的方式進行鏈反應的裝置。原子爐的種類可分為輕水反應器、重水反應器、氣體反應器和快滋生反應器。
 - (6) 可用於核能發電的核燃料有 ^{235}U 或 ^{239}Pu ， ^{235}U 僅佔天然鈾的千分之七，

剩下的 ^{238}U 吸收中子後成為 ^{239}Pu ，作為快滋生反應器的燃料。

(7) 台灣目前正在運轉的核能廠有三座：金山核一廠、國聖核二廠和馬鞍山核三廠，另有鹽寮核四廠正在興建中。

課後練習

4-1 能源簡介：

一. 單一選擇題

- 1、() 能源可以依照直接利用和非直接利用的性質，分成開放性的能源和封閉性的能源兩種，以下四種常見的能源，何者屬於開放性能源？(A) 水力位能。(B) 電能。(C) 光能。(D) 化學能。
- 2、() 能源中，能夠永久性或半永久性地被反覆利用的能源，比如說水力，稱作什麼能源？(A) 循環。(B) 非循環。(C) 封閉性。(D) 開放性。
- 3、() 核能是屬於封閉性的能源，請問目前的核能發電是將核燃料利用哪一種方法放出能量？(A) 核分裂。(B) 核熔合。(C) 兩者皆可。(D) 兩者皆非。
- 4、() 能源中，不能夠永久性或半永久性地被利用，而且使用後就消失，例如煤、天然氣、石油和核能，稱為什麼能源？(A) 循環。(B) 非循環。(C) 封閉性。(D) 開放性。
- 5、() 根據調查，在世界常用的能源當中，蘊藏量最大者是什麼？(A) 石油。(B) 煤。(C) 天然氣。(D) 液化石油氣。
- 6、() 液態燃料是在高壓下，讓煤和以下何種物質混合之後，經由催化劑的作用，成為類似石油的碳氫化合物？(A) 氫氣。(B) 甲烷。(C) 水。(D) 氧氣。
- 7、() 根據調查，在世界常用的能源當中，目前的使用量最大者是什麼？(A) 石油。(B) 煤。(C) 天然氣。(D) 核能。
- 8、() 世界化石能源的估計蘊藏量中，下列哪一地區石油的含量最高？(A) 拉丁美洲。(B) 中國。(C) 中東。(D) 美國。
- 9、() 在世界常用的能源當中，天然氣扮演著很重要的角色。請問天然氣的

主要成分是哪下列何種物質？(A)氫氣。(B)甲烷。(C)乙烷。(D)一氧化碳。

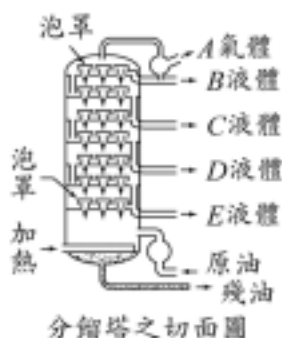
二. 填充題

- 10、煤大部分是用來作為火力發電的燃料，雖然價格便宜，但是卻會產生 _____ 或是 _____，在空氣中產生 _____。
- 11、煤、天然氣、石油和核能屬於非循環的能源，又叫做 _____ 性能源。
- 12、能源依直接或非直接利用性質分為 _____ 能源和 _____ 能源。
- 13、_____ 是在高壓下，讓煤和 _____ 混合後，由催化劑的作用，成為類似石油的碳氫化合物。
- 14、水煤氣由水和煤共熱得到，是 _____ 和 _____ 的混合氣體，具有毒性，現在用於工業用途。

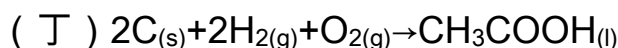
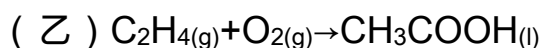
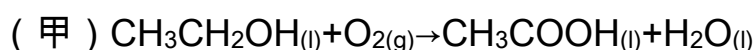
4-2 化石燃料的燃燒熱

一. 單一選擇題

- 1、() 在 1 大氣壓 300K 時，下列 1 升的氣體完全燃燒，何者放出之熱量最大？(A)甲烷。(B)乙炔。(C)丙烯。(D)三種氣體燃燒產生之熱量相同。
- 2、() 石油裡面以何種物質居多？(A)烷類。(B)烯類。(C)炔類。(D)芳香烴類。
- 3、() 水與煤在高溫下 (1500°C) 反應，可以得到水煤氣，其反應式為： $C_{(s)} + H_2O_{(g)} \rightarrow CO_{(g)} + H_{2(g)}$ 。回答下列何者是水煤氣？(A)從水中收集的氫氣。(B)從水中收集的一氧化碳。(C)氫氣與一氧化碳的混合氣。(D)一氧化碳與水蒸氣的混合氣。
- 4、() 下圖為石油的分餾塔圖，則下列敘述，何者正確？(A) 除 A 外，B、C、D、E 均為混合物 (B) 沸點： $A > B > C > D > E$ (C) 分子量： $A < B < C < D < E$ (D) 石油的主要成分為芳香烴，僅含少數的烷類



- 5、() 醋酸是重要的工業原料，可以用(甲)酒精氧化發酵(乙)乙烯氧化(丙)甲醇與一氧化碳反應等方法來製造，這些反應及醋酸的生成方程式(丁)分別表示如下：



上列各式中各種化合物的生成熱 (仟焦/莫耳) 分別是

$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}_{(l)}$ (-277.7) ; $\text{CH}_3\text{COOH}_{(l)}$ (-484.5) ; $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ (-285.8) ;

$\text{C}_2\text{H}_{4(g)}$ (+52.3) ; $\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$ (-237.8) ; $\text{CO}_{(g)}$ (-110.5) 。負值表示放熱，

正值表示吸熱。依此四個方程式，要獲得一莫耳醋酸，何者會釋放最多的熱量？(A) 甲式。(B) 乙式。(C) 丙式。(D) 丁式。

- 6、() 下列有關辛烷值的敘述，何者錯誤？(A) 正辛烷的辛烷值為 100。(B) 正庚烷的辛烷值為 0。(C) 汽油的辛烷值可藉著芳香烴的加入而超越 100。(D) 辛烷值表示石油的抗震度，辛烷值愈高的汽油愈能避免引擎震爆。
- 7、() 煉油工業從原油分出各種的成分，主要是利用油料何種物理性質的差異？(A) 顏色 (B) 沸點 (C) 熔點 (D) 密度
- 8、() 方程式 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ，這個式子告訴我們，在標準狀況下，1 莫耳的甲烷完全燃燒時，需要：(A) 2 克的氧。(B) 2 升的氧。(C) 224 升的空氣。(D) 22.4 升的氧。
- 9、() 液化石油氣是石油分餾的產物。請問液化石油氣的主要成分是什麼物質？(A) 氫氣和甲烷。(B) 甲烷和乙烷。(C) 乙烷和丙烷。(D) 丙烷和丁烷。
- 10、() 含結晶水醋酸鈉 ($\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) 熔融後，逐漸冷卻至室溫維

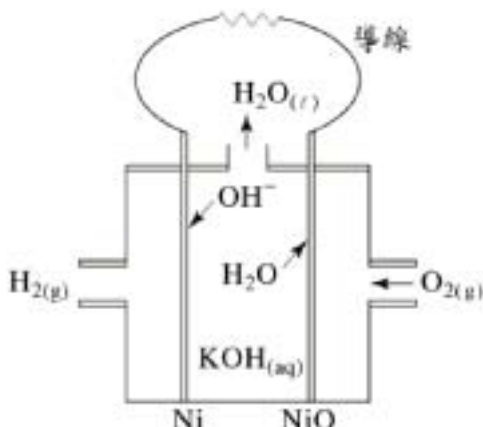
持在過冷(supercooled)的液態;結晶生成時該化合物所呈現的現象是：
(A)放熱。(B)吸熱。(C)顏色變深。(D)溫度不變。

4-3 化學電池

一. 單一選擇題

- 1、()鉛蓄電池使用何種物質作為電解質？(A)氯化鈉。(B)硫酸。(C)鹽酸。(D)氯化銨。
- 2、()每一個鉛蓄電池的電壓為若干伏特？(A)1.5 伏特。(B)2.0 伏特。(C)2.5 伏特。(D)3.0 伏特。
- 3、()乾電池中以鋅罐和碳棒分別當陰陽極，另糊狀的氯化銨、氯化鋅和二氧化錳當電解質，其中二氧化錳的另一功能是：(A)催化劑。(B)去極化劑。(C)還原劑。(D)氧化劑。
- 4、()鎳鎘電池是一可以反覆充電使用的二次電池，每個鎳鎘電池的電壓為若干伏特？(A)1.0 伏特。(B)1.2 伏特。(C)1.5 伏特。(D)2.0 伏特。
- 5、()在汽車使用之鉛酸電池可重複放電和充電，此種電池中陽極所進行的反應是：(A)鉛與硫酸反應。(B)氧化鉛與硫酸鉛互換。(C)氧化鉛被硫酸取代。(D)氧化鉛還原成鉛。
- 6、()水銀電池的陽極是何種金屬的汞齊？(A)鋅。(B)鋁。(C)鎂。(D)金。
- 7、()鉛硫酸電池在放電過程中：(A) PbO_2 之量增加。(B) Pb^{2+} 被氧化為 Pb^{4+} (C) SO_4^{2-} 同時向陰極及陽極移動。(D)水和硫酸濃度都減少。
- 8、()鎳鎘電池隨意丟棄，將會引起哪一種病症？(A)水俣病。(B)烏腳病。(C)精神病。(D)痛痛病。
- 9、()氫氧燃料電池是太空飛行的重要能量來源，圖中的燃料電池是以氫與氧為反應物，氫氣在鎳(Ni)極與 OH^- 反應，氧氣在氧化鎳(NiO)極與水反應，反應的淨產物是水，氫氧化鉀水溶液為電解液。根據化學電池的原理，下列有關此電池的敘述，何者正確？(A)氧氣是被 H_2O 還原，氫氣是被 OH^- 氧化 (B)氧氣在陽極被還原，氫氣在陰極被氧化 (C)電子在外電路的導線中，從氧化鎳極向鎳極移動 (D)電池放電時，氫

氧化鉀水溶液中的 pH 值會逐漸下降



- 10、() 燃料電池是經由氫氣和氧氣的結合，放出電能，以何種金屬作為觸媒？(A)鎳。(B)銀。(C)金。(D)鉑。

4-4 其他的能源

一. 單一選擇題

- () 光就是電磁波，請問以下哪一種電磁波可以使人的皮膚變黑？(A)紫外光。(B)可見光。(C)紅外光。(D)微波。
- () 紅外光、可見光、微波、紫外光四種光之中，波長最長的光是哪一種光？(A)紫外光。(B)可見光。(C)紅外光。(D)微波。
- () 反應 ${}_{90}^{232}\text{Th} \rightarrow {}_{88}^{228}\text{Ra}$ 中，釷原子核作下列哪一種衰變？(A) α 粒子。(B) 粒子。(C) γ 射線。(D) 中子。
- () 以下哪一種容器不能放在微波爐中加熱？(A)玻璃杯。(B)瓷碗。(C)紙杯。(D)鋁鍋。
- () 使用地球上的化石材料，可以說是利用古代的何種能量？(A)地熱。(B)風能。(C)太陽能。(D)電能。
- () 紅外光、可見光、微波、紫外光四種光之中，波長最短的光是哪一種光？(A)紫外光。(B)可見光。(C)紅外光。(D)微波。
- () 核能發電的原理是利用愛因斯坦的質能互換公式： $E = mc^2$ ，質量 1 克轉換成能量為 9×10^{13} 焦耳。我國核能電廠是利用慢中子撞擊 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 產生核分裂來產生能量，反應式為： ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{56}^{141}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$ ，核燃料可產生多少能量是由下列哪一種質量來計算？(A)燃料棒中 ${}_{92}^{235}\text{U}$ 的總質量。(B)反應後 ${}_{56}^{141}\text{Ba}$ 和 ${}_{36}^{92}\text{Kr}$ 之總質量。(C)反應後產生的慢中子質量。

(D)反應前後總質量的差值。

- 8、() 拉塞福在 1919 年以 α 粒子(${}^4_2\text{He}$)撞擊氮原子核(${}^{14}_7\text{N}$)，產生核反應。若該反應產生的兩種粒子，有一為氧原子核(${}^{17}_8\text{O}$)，則另一粒子為何？(A) 電子。(B) 中子。(C) 質子。(D) 粒子。(E) 鈹原子核(${}^9_4\text{Be}$)。
- 9、() 太陽能計算機以及人造衛星中的太陽能電池，可以使用以下哪一種電池？(A) 乾電池。(B) 光電池。(C) 水銀電池。(D) 鉛蓄電池。
- 10、() 太陽內部進行何種反應，放出能量？(A) 核分裂。(B) 核熔合。(C) 氧化還原。(D) 酸鹼中和。
- 11、() 一輻射鋼筋中，含甲、乙兩種不同的放射性物質，甲的放射性佔總放射性的 80%，乙則佔 20%，甲的半生期為一年，而乙的半生期為二年，甲乙衰變後之物質均無放射性，下列敘述何者正確？(A) 二年後剩餘的乙的放射性為原有乙的放射性的 $\frac{1}{4}$ 。(B) 二年後剩餘的甲之放射性佔剩餘總放射性的 40%。(C) 四年後剩餘總放射性為原來的 20%。(D) 四年後剩餘的甲的放射性與乙的放射性各佔剩餘總放射性的 50%。
- 12、() 可以激發分子中的電子，產生顏色的光是哪一種光？(A) 紫外光。(B) 可見光。(C) 紅外光。(D) 微波。
- 13、() 可以使水分子旋轉而變熱的光，是哪一種光？(A) 紫外光。(B) 可見光。(C) 紅外光。(D) 微波。
- 14、() 沼氣的最主要成分是什麼物質？(A) 甲烷。(B) 乙烯。(C) 氫氣。(D) 二氧化碳。
- 15、() 太陽光以下列何種形式傳送到地球？(A) 電磁波。(B) 動能。(C) 電能。(D) 化學能。

答案

4-1 能源簡介：

一. 單一選擇題

1、(C) 2、(A) 3、(A) 4、(B) 5、(B) 6、(A) 7、(A) 8、(C) 9、(B)

二. 填充題

10、氮的氧化物、二氧化硫、酸雨 11、封閉 12、開放性、封閉性 13、液態燃料、氫氣
14、一氧化碳、氫氣

4-2 化石燃料的燃燒熱

一. 單一選擇題

1、(C) 2、(A) 3、(C) 4、(C) 5、(B) 6、(A) 7、(B) 8、(C) 9、(D)

10、(A)

4-3 化學電池

一. 單一選擇題

1、(B) 2、(B) 3、(B) 4、(B) 5、(A) 6、(A) 7、(C) 8、(D) 9、(A)

10、(D)

4-4 其他的能源

一. 單一選擇題

1、(A) 2、(D) 3、(A) 4、(D) 5、(C) 6、(A) 7、(D) 8、(C) 9、(B)

10、(B) 11、(D) 12、(B) 13、(D) 14、(A) 15、(A)