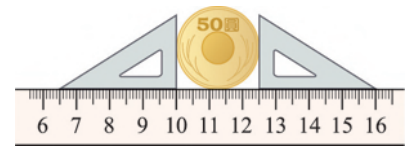


# 第1單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 2. 題：

【基本測量】

楚研以一根直尺及兩個直角三角板測量伍拾圓硬幣的直徑，測量方法如右圖所示。



- ( ) 1. 兩個三角板間的距離與硬幣的直徑相比之下如何？  
(A) 大 (B) 小  
(C) 相等 (D) 不一定
- ( ) 2. 下列四個測量值，哪個結果不合理？  
(A) 25.0 公厘 (B) 25.1 公厘  
(C) 2.55 公分 (D) 2.5 公分

# 第1單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~3.題：

【質量與重量】

「生活中常會看到質量和重量這兩個名詞，兩者雖然只有一字之差，但代表的意義是否可以相通？」楚研為了釐清這個問題，向自然老師請教，老師將質量和重量的定義、單位與測量方法等差異做對照，整理如右表給楚研參考。同時說道：同一個物體不管在何處，質量皆固定不變，但同一個物體在不同星球所受重力不同，其重量也不同，若物體不受重力作用，則重量為0。

差異	質量	重量
定義	物質的含量	物體所受的重力
單位	公克、公斤	公克重、公斤重
測量方法	1.天平 2.利用牛頓第二運動定律	1.彈簧秤 2.磅秤

- ( ) 1. 下列關於質量與重量的敘述，何者正確？  
(A) 質量與重量的單位相同 (B) 物體必定有質量，但未必有重量  
(C) 物體必定有重量，但未必有質量 (D) 物體在真空中的重量為零
- ( ) 2. 「弘曆體重 60 公斤 ( I )，參加模擬月球一日遊的活動，太空船從地球出發航向月球的過程中，弘曆覺得身體愈來愈輕，抵達月球表面後，站在磅秤測量，發現自己的質量只剩 10 公斤重 ( II )，而且輕輕一躍就可以飛很遠。」上述 \_\_\_\_\_ 中的描述是否正確？  
(A) I 和 II 皆正確 (B) I 正確，II 錯誤 (C) I 錯誤，II 正確 (D) I 和 II 皆錯誤
- ( ) 3. 已知物體在月球表面所受的重力為地球表面的六分之一，若陸喬在地球表面測得質量 60 公斤，則下列各項有關陸喬測得數值的推論，何者錯誤？  
(A) 在月球表面測得的質量為 60 公斤 (B) 在地球表面測得的重量為 60 公斤重  
(C) 在月球表面測得的重量為 10 公斤重 (D) 在地球表面的密度是在月球表面的 6 倍

## 第2單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~3.題：

【生活應用／安全教育議題／古代煉丹術】

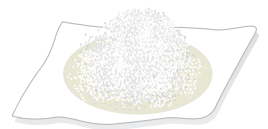
化學最早的起源與煉金術密不可分，煉金術在西方以冶煉出黃金為主要目標，而在東方則以煉出長生不老藥為主要的方向。

中國道家煉丹的範疇包含了內丹與外丹，內丹通常是透過靜坐、調整呼吸或運動來調理精氣神，而外丹則是利用一些特定的化學物質，將其以各種不同的組合並透過加熱使之反應，當反應完成時，某些特殊的結晶或是固體便會產生，道家稱之為「丹」。例如，當汞在空氣中加熱到溫度約 $350^{\circ}\text{C}$ 時會形成紅色的氧化汞，俗稱三仙丹，如右圖所示。



三仙丹

經由今人研究，古人經常使用的藥品如下：鉛、汞、石灰（ $\text{CaO}$ ）、芒硝（ $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ）、砒霜（ $\text{As}_2\text{O}_3$ ）、硃砂（ $\text{HgS}$ ）、雄黃（ $\text{As}_2\text{S}_3$ ）、雌黃（ $\text{As}_2\text{S}_3$ ）…等。上述藥品，以現代的科學觀點看，許多藥品都具有毒性，例如：砒霜、雄黃與雌黃都是砷化物，砷化物對肝腎有嚴重的毒害，特別是砒霜的毒性在短時間內就能致人於死，因此在中國古典小說水滸傳中，潘金蓮毒殺武大郎所用的就是砒霜。



砒霜

此外，雌黃在古代除了作為中藥材外，也可用來修改錯字，有如現代的修正液，因此有句成語「信口雌黃」有隱喻說話有如經過「雌黃」修正，胡說八道的意思。

- ( ) 1. 下列有關上文的敘述，何者正確？
- (A) 在古代西方的煉金術已經可以從銅礦冶煉出金
  - (B) 21世紀的化學家已經能將銅元素透過化學反應轉換為金元素
  - (C) 中國道家煉製外丹的過程，以今日的觀點視之，屬於物理變化
  - (D) 文中提到的石灰若加入水中飲用，會對食道造成嚴重的灼傷
- ( ) 2. 下列關於文中常用藥品的敘述，何者錯誤？
- (A) 文中提到古人經常使用的八種藥品中，有2種屬於元素
  - (B) 文中提到的三仙丹是由汞和氧氣在常溫常壓下反應製成
  - (C) 文中提到的石灰屬於鹼性物質
  - (D) 文中提到的石灰屬於電解質
- ( ) 3. 下列關於文中提到的雌黃（ $\text{As}_2\text{S}_3$ ）敘述，何者正確？
- (A) 雌黃可作為中藥材，多多服用，有益無害
  - (B) 現代人常用的修正液，主要成分就是雌黃
  - (C) 雌黃（ $\text{As}_2\text{S}_3$ ）化學式的中文名稱為三硫化二砷
  - (D) 因為雄黃和雌黃都是由硫元素和砷元素組成，因此兩者互為同分異構物

## 第2單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 2.題：

【空氣品質指標】

一般食品營養的濃度都以重量百分率濃度或體積百分率濃度來標示，但對於空氣或水中的汙染物只需微量就會對環境造成危害，此時就常以百萬分點濃度來表示，例如空氣品質指標或生化需氧量（簡寫為 BOD）等。右圖為中壢某日的空氣品質指標數值表。

中壢（一般站）.....（分鐘值）		
AQI		115
空氣品質指標	對敏感族群	不健康
O <sub>3</sub> (ppb)	8小時移動平均	73
臭氧	小時濃度	71
PM <sub>2.5</sub> (μg/m <sub>3</sub> )	移動平均	32
細懸浮微粒	小時濃度	30
CO (ppm)	8小時移動平均	0.31
一氧化碳	小時濃度	0.26
SO <sub>2</sub> (ppb)	小時濃度	2.8
二氧化硫		

- ( ) 1. 上圖中壢的空氣品質指標中，一氧化碳的每小時平均濃度為 0.26ppm，其所代表的意義，下列解釋何者最合理？
- (A) 最近一小時內平均 1,000,000mg 的空氣中含有 0.26mg 的一氧化碳  
(B) 最近一小時內平均 1kg 的空氣中含有 0.26mg 的一氧化碳  
(C) 最近一小時內平均 1,000,000mL 的空氣中含有 0.26mg 的一氧化碳  
(D) 最近一小時內平均 1,000,000mL 的空氣中含有 0.26mL 的一氧化碳
- ( ) 2. 生化需氧量（簡寫為 BOD），是指在一定溫度下，水中的微生物在五日内將水中有機物分解過程中，所需要的氧氣量，一般以 ppm 為單位。BOD 值愈大，表示水中的有機汙染物愈多。今取甲、乙兩條河川的水質進行檢驗，結果如下：
- 甲河川：取試樣 5.0mL，加蒸餾水稀釋成 100mL。稀釋後測得溶液的溶氧量為 8.2ppm，五日後再測為 2.1ppm。
- 乙河川：取試樣 5.0mL，加蒸餾水稀釋成 100mL。稀釋後測得溶液的溶氧量為 9.6ppm，五日後再測為 4.3ppm。
- 試問哪一條河川的有機物汙染情況較嚴重？
- (A) 甲河川 (B) 乙河川  
(C) 不能確定 (D) 甲、乙兩河川的有機物汙染情況相同

## 第3單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 3.題：

【生活應用／聲音的變化】

楚研和弘曆兩人熱愛生命，分別喜歡帶著吉他和直笛到處去旅行。今年夏天，兩人各自來到南極與撒哈拉沙漠，楚研看到極地冰山反射出耀眼的光芒，不禁彈起吉他來讚頌這奇麗的美景，而弘曆雖然身處酷熱的環境，但看到一望無際的沙丘，也吹起直笛來讚揚這壯闊的景色。



- ( ) 1. 關於上面短文描述的情境，何者正確？  
(A) 直笛發出聲音的頻率較吉他高 (B) 直笛發出聲音的波長較吉他長  
(C) 直笛發出聲音的波速較吉他快 (D) 直笛發出的聲音強度較吉他大
- ( ) 2. 已知在  $0^{\circ}\text{C}$ 、乾燥無風的空氣中，聲速約為 331 公尺／秒，氣溫每上升  $1^{\circ}\text{C}$ ，聲速約增加 0.6 公尺／秒。若弘曆所在的撒哈拉沙漠，其空氣溫度約  $50^{\circ}\text{C}$ ，也滿足乾燥無風的條件，則弘曆吹直笛所發出聲音的聲速約為多少公尺／秒？  
(A) 331 (B) 351 (C) 361 (D) 381
- ( ) 3. 承第 2.題，弘曆吹奏直笛後約 1 分鐘，天空忽然下起了大雨，弘曆為感嘆天降甘霖，改換口琴繼續吹奏，假設氣溫還是  $50^{\circ}\text{C}$ ，請問此時口琴在雨中吹奏出的聲速  $v_1$  與直笛在乾燥空氣中吹奏出的聲速  $v_2$ ，兩者的大小關係為何？  
(A)  $v_1 = v_2$  (B)  $v_1 > v_2$   
(C)  $v_1 < v_2$  (D) 由於使用的樂器不同，故不能確定何者吹出的聲速較快

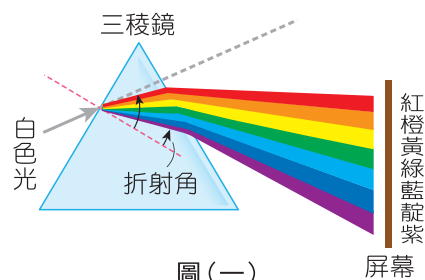
請閱讀下列敘述後，回答4.~6.題：

【科普閱讀／科技教育議題／鋁長笛實驗】

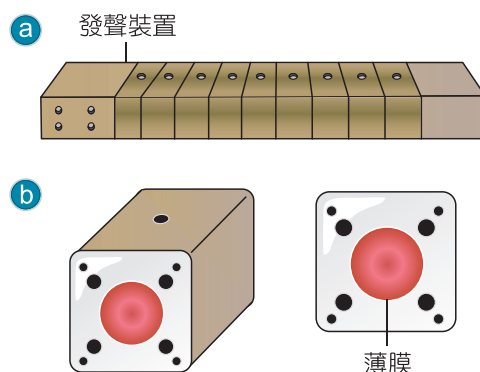
在牛頓的年代，對於日光是單色光（白光）還是複色光組成一直有爭議，牛頓透過讓日光通過三稜鏡得到答案，實驗裝置如圖(一)所示。不同顏色的光從物理的角度就是指不同頻率的光，不同頻率的光由一種介質行進至另一種介質時，行進方向會發生改變，因此當白光經過三稜鏡，便可以分離出各種不同頻率的光。

同樣是波動，科學家也想將聲波透過某些裝置將不同頻率的聲音分離出來，一直等到2016年，瑞士洛桑聯邦理工學院的科學家發明了一個裝置，該裝置類似長笛，稱為鋁長笛，如圖(二)a所示，以十個完全相同的方形鋁塊串接而成，每塊鋁塊的中間跟上方各有鑽孔，而鋁塊與鋁塊之間貼有薄膜，如圖(二)b所示。當聲波要透過薄膜傳遞時，不同頻率的聲波經過薄膜時會因為頻率不同而產生傳遞的時間差，因此頻率較高的聲波比較容易轉彎，頻率較低的聲波偏折的方向會小一點。

實驗發現：當從鋁長笛管口一端輸入了600~1400Hz的聲波時，頻率愈高的聲波會被導向較接近鋁塊的表面，最後從鋁塊的表面上方的鑽孔穿出；頻率愈低的聲波則因偏折的方向改變較小，最後會抵達鋁長笛的末端，此時不同頻率的聲波就被分離出來。



圖(一)



圖(二)

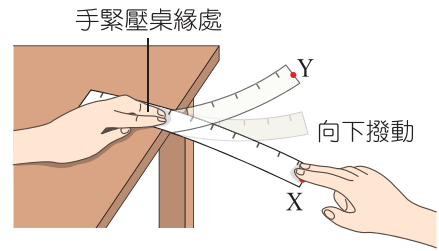
- ( ) 4. 下列關於圖(一)實驗的敘述，何者錯誤？
- (A) 實驗的結果證實了日光是複色光
  - (B) 日光從開始射進三稜鏡到離開三稜鏡的過程中，會經過兩次折射
  - (C) 由圖(一)可知，當紫光與紅光以相同入射角射入三稜鏡時，紫光比紅光較原本行進方向的偏折更大
  - (D) 圖(一)現象稱為光的散射
- ( ) 5. 下列關於圖(二)實驗與聲波與光波的比較，何者錯誤？
- (A) 由短文知：不同頻率的聲音可以透過圖二的裝置分離出來
  - (B) 由短文知：不同頻率的聲波經過薄膜時的速度不一樣
  - (C) 由短文知：不同頻率的聲波同時由圖(二)a鋁長笛的一端進入時，頻率愈低的聲波可到達鋁長笛的末端，而頻率愈高的聲波則愈早從鋁塊上方的鑽孔穿出
  - (D) 聲波與光波都能在真空中傳遞
- ( ) 6. 下列關於聲波與光波的敘述，何者正確？
- (A) 圖(一)和圖(二)的實驗移到月球進行，實驗結果都不變
  - (B) 光在空氣中的光速大於在水中的光速
  - (C) 聲音在空氣中的聲速大於在水中的聲速
  - (D) 紅光在三稜鏡的速度比紫光在三稜鏡的速度慢

## 第3單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~3.題：

【震動與聲波】

楚研欲研究振動體振動的運動量與所發出之聲波特性的關係，進行了如右圖的實驗：將直尺的一端放於桌上，左手緊壓桌緣處的尺，右手向下撥動尺的一端，聽到了直尺振動的聲音，同時記錄直尺由最低點 X 振動到最高點 Y 所花的時間為 0.5 秒，由最高點 Y 振動到最低點 X 的時間亦為 0.5 秒，X、Y 兩點的距離為 10 公分。



- ( ) 1. 下列關於直尺振動的敘述，何者錯誤？
- (A) 直尺振動的頻率為 1 赫      (B) 直尺末端由 X 運動至 Y 的平均速率為 0.2m/s  
(C) 直尺振動的振幅為 5 公分      (D) 直尺末端由 X 運動至 Y 再回 X 的平均速度為 0.2m/s
- ( ) 2. 下列關於直尺末端振動的運動量與所發出之聲波特性的關係，何者正確？
- (A) 聲波波速 = 直尺末端上下振動的平均速率 = 0.2m/s  
(B) 聲波的振幅 = 直尺末端上下振動的振幅 = 5 公分  
(C) 聲波的週期 = 直尺末端上下振動的週期 = 0.5 秒  
(D) 聲波的頻率 = 直尺末端上下振動的頻率 = 1 赫
- ( ) 3. 已知實驗環境為 15°C 且乾燥無風，下列關於直尺末端振動所發出聲波特性的敘述，何者錯誤？
- (A) 聲波的波速約為 340m/s      (B) 聲波的波長約為 340 公尺  
(C) 該聲波傳播到水中後波速會變快      (D) 該聲波傳播到水中後頻率會變大

## 第4單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 2. 題：

【科普閱讀／科技教育議題／宇宙探索】

人們對宇宙的探索，主要是靠觀察星光。因為真空中的光速是每秒三十萬公里，我們所觀察到的其實都是在稍早時間的天體的形象。除了光波外，來自外太空的輻射線還包括紫外線，以及由高速的帶電粒子所組成的宇宙射線等。對於較接近我們的太陽系中的星體，科學家們也曾發射一些偵測器，以作更近距離的觀察。

例如，美國航太總署所發射的精神號探測車，在 2004 年初降落於火星的古希柏（Gusev）隕石坑。這個隕石坑直徑約 200 公里；而地球上常見的隕石坑直徑則約為 20 公尺到 1 公里。火星是太陽系中的行星，其表面的大氣壓力及重力加速度大約分別是地球對應值的 0.006 和 0.4 倍。精神號的裝備類似於地質探勘機器人，主要是利用立體攝影機和紅外線攝影機拍攝火星的地形影像，再以無線電波傳回地球。

- ( ) 1. 上文提及的輻射線與光波中，哪一種不以光速傳播？  
(A) 可見光 (B) 宇宙射線 (C) 紫外線 (D) 紅外線
- ( ) 2. 當地球距離火星約為  $6 \times 10^7$  公里時，精神號探測車將火星表面影像利用無線電波傳回地球，則地球上的科學家須等待多久後才能收到訊號？  
(A) 2 分鐘 (B) 20 分鐘 (C) 2 秒 (D) 200 秒

## 第4單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~2.題：

【古代的鏡子】

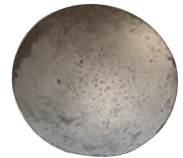
唐太宗的「貞觀之治」是歷史上難得的盛世，締造盛世的因素很多，其中之一是為君者要能廣開言路、虛心納諫，太宗朝中著名的諍臣魏徵死後，太宗曾說：「夫以銅為鏡，可以正衣冠；以古為鏡，可以知興替；以人為鏡，可以明得失。魏徵逝，朕亡一鏡矣。」，由此句可知，在唐朝就有使用「銅鏡」的記錄，銅鏡的功能就類似現代的鏡子，可協助整理儀容，如圖(一)。

近代的考證資料顯示，在晚商與西周就已有銅鏡的使用紀錄與證據，除了用來照面飾容的銅鏡外，還有一種可用來聚光取火的鏡子—「陽燧」，「陽燧」其實也是銅鏡的一種，都是以銅當鏡面，只不過照面飾容的銅鏡鏡面為平面，而陽燧的鏡面為曲面，如圖(二)。

►圖(一)



►圖(二)



- ( ) 1. 唐太宗曰：「夫以銅為鏡，可以正衣冠…」，試問此功能與光的哪一現象有關？  
(A) 光的直進性 (B) 光的反射 (C) 光的折射 (D) 光的色散
- ( ) 2. 文中照面飾容的銅鏡和聚光取火的陽燧，其鏡面形狀與功能分別相當於何種鏡子？  
(A) 凸面鏡、凸透鏡 (B) 平面鏡、凸面鏡  
(C) 平面鏡、凹面鏡 (D) 凹面鏡、凹透鏡

## 第5單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 3.題：

【走看世界／國際教育議題／安哥拉的生活】

安哥拉是非洲著名的鑽石產區，弘曆到安哥拉旅行，他發現三件有趣的事。

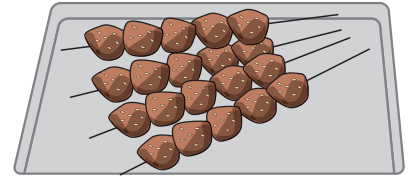
第一件事：當地白天日照強且炎熱大多數人的穿著都以白色為主要顏色，如圖(一)所示。

第二件事：當地人會先以金屬棒將羊肉串起來，再放入烤箱烤，如圖(二)所示。

第三件事：由於當地假鑽（人造玻璃）充斥，在進行鑽石買賣時，交易雙方都會用舌頭來舔鑽石，以區別真鑽或假鑽。



圖(一)



圖(二)

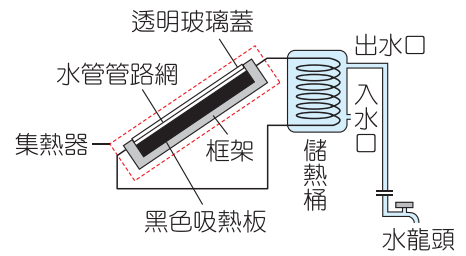
- ( ) 1. 下列關於衣服為白色的物理性質，何者錯誤？
- (A) 白色衣服不易吸收輻射熱 (B) 白色衣服不易放出輻射熱  
(C) 可見光照在白色衣服上幾乎全部反射 (D) 白色衣服的比熱較其他顏色的衣服大
- ( ) 2. 請問以金屬棒串起羊肉烤的可能原因，下列敘述何者最合理？
- (A) 金屬棒的導熱效果佳，可以讓羊肉更快烤熟 (B) 金屬棒的比熱比羊肉大，可以讓羊肉更快烤熟  
(C) 金屬棒易與羊肉產生化學反應，使羊肉更加美味 (D) 金屬棒具有殺菌效果
- ( ) 3. 請問舔鑽石可區分真鑽或假鑽的可能原因，下列敘述何者最合理？
- (A) 真鑽與假鑽的味道不同 (B) 真鑽與假鑽的密度不同  
(C) 真鑽與假鑽遇熱的膨脹能力不同 (D) 真鑽與假鑽的導熱速率不同

## 第5單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 2.題：

### 【太陽能熱水器】

在日照充足的地方，有些房子的屋頂裝置有太陽能熱水器，右圖所示為其側視圖。其主要構造有集熱器（圖中以虛線框起來的部分）和儲熱桶兩部分。陽光穿過集熱器的透明玻璃蓋，射至黑色的金屬吸熱板。吸熱板吸收了太陽輻射熱能，經由板上水管管路內的水，將熱傳輸至儲熱桶，加熱桶內的水。儲熱桶的熱水出水口，有水管接至屋內的水龍頭，打開水龍頭就可以用桶內的熱水。



- ( ) 1. 下列何者為吸熱板使用黑色的最主要原因？
- (A) 吸熱板骯髒時，黑色比較看不出來 (B) 使用黑色吸熱板，可吸收較多的輻射熱能  
(C) 使用黑色吸熱板，可傳導較多的輻射熱能 (D) 使用黑色吸熱板，使水管內的水較易對流
- ( ) 2. 下列有關集熱器的敘述，何者正確？
- (A) 集熱器傾斜放置是為了使水管內的水較易傳導熱量  
(B) 在臺灣地區，集熱器面朝正北方時，集熱效果最好  
(C) 集熱器的框架應使用金屬材料，降低熱量傳導的損失  
(D) 使用玻璃蓋，可使集熱器內產生溫室效應，增加集熱效果

## 第6單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 2.題

【費曼認為最偉大的概念~原子】

被譽為 20 世紀最聰明的理論物理學家之一的理察·費曼曾提過一個問題：「如果人類文明即將毀滅，所有科學知識都將消失，只有一個概念能傳承給活下來的人，那個概念是什麼？」費曼認為，這個概念就是「原子」。

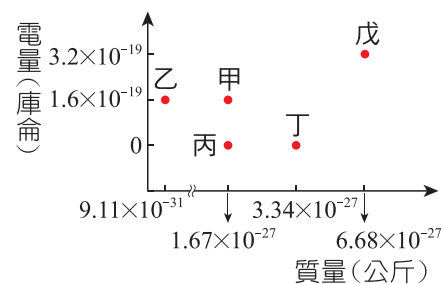
- ( ) 1. 1803 年道耳頓發表了原子說，下列哪一項不是道耳頓原子說的要點？
- (A) 任何物質皆由原子組成，原子由電子和原子核組成
  - (B) 相同元素的原子，質量與性質相同；不同元素的原子，質量與性質不同
  - (C) 不同元素的原子可以特定的整數比結合成化合物
  - (D) 化學反應是原子的重新排列結合，形成另一種新的物質；化學反應前後，原子不會消失，也不會產生新的原子
- ( ) 2. 以現代觀點來看原子和分子，何者敘述正確？
- (A) 所有元素的原子核，其核內必定有質子和中子
  - (B) 「分子」一定至少由兩顆原子組成
  - (C) 氯化鈉晶體是由氯化鈉分子排列而成
  - (D) 相同元素的原子，原子序必定相同，但質量數可以不同

## 第6單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~2.題：

【粒子】

目前科學家在原子及比原子更小的尺度內，已發現數百種粒子，其中電子、質子、中子、氦原子、 $\alpha$  粒子（氦原子核）是大家比較熟悉的，今以這五種粒子對其電量與質量關係作圖，如右圖所示。（氦原子：氦原子的同位素，比氦原子多了1顆中子）



- ( ) 1. 下列相關敘述，何者正確？
- (A) 質子的質量略大於中子一點點
  - (B) 氦原子與氦原子為同素異形體
  - (C) 氦原子的元素符號可寫為  ${}^2_1\text{H}$
  - (D) 氦原子的元素符號可寫為  ${}^4_2\text{He}$
- ( ) 2. 上圖中五種粒子的配對，何者錯誤？
- (A) 甲粒子為質子
  - (B) 乙粒子為電子
  - (C) 戊粒子為  $\alpha$  粒子
  - (D) 丙粒子為氦原子

## 第7單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 2.題：

【科普閱讀／閱讀素養議題／原子量的標準】

現行原子量的比較標準是將 1 個  $^{12}\text{C}$  原子的質量定為 12，而其他元素的原子量則是與  $^{12}\text{C}$  比較而得，故元素的原子量是相對原子量。現行部分原子之原子量如右表所示。

元素	$^{12}\text{C}$	$^{16}\text{O}$	$^1\text{H}$
原子量	12	16	1

科學家將 12 克的  $^{12}\text{C}$  原子所含的原子數目定義為 1 莫耳，後來經實驗推算 1 莫耳  $^{12}\text{C}$  原子約為  $6 \times 10^{23}$  顆，為了紀念亞佛加厥的貢獻，就將  $6 \times 10^{23}$  這個數字稱為亞佛加厥數。

( ) 1. 今若重新訂定原子量的比較標準，將 1 個  $^{12}\text{C}$  原子的質量改定為 24，如右表所示，則下列敘述何者錯誤？

元素	$^{12}\text{C}$	$^{16}\text{O}$	$^1\text{H}$
原子量	24	x	y

- (A) 新標準中， $^{16}\text{O}$  之原子量為 32
- (B) 新標準中， $^1\text{H}$  之原子量為 2
- (C) 新標準中， $\text{CO}_2$  之分子量為 88
- (D) 改變原子量比較標準的數值，並不會影響分子量的數值

( ) 2. 今若重新訂定亞佛加厥數為  $3 \times 10^{23}$ ，稱之為新標準，如右表所示，則下列敘述何者錯誤？

原標準	新標準
1 莫耳 = $6 \times 10^{23}$	1 莫耳 = $3 \times 10^{23}$

- (A) 按照原子量與亞佛加厥數的原標準，1 莫耳的  $^{16}\text{O}$  重 16 克
- (B) 按照原子量與亞佛加厥數的原標準，1 莫耳的  $\text{CO}_2$  重 44 克
- (C) 按照原子量的原標準與亞佛加厥數的新標準，1 莫耳的  $^{16}\text{O}$  重 8 克
- (D) 按照原子量的原標準與亞佛加厥數的新標準，1 莫耳的  $\text{CO}_2$  重 28 克

## 第7單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~3.題：

【水手的壞血病】

十六、十七世紀的大航海時代，長途航行的水手常有壞血病的問題，壞血病的病徵是肌肉痠痛、傷口不易癒合、牙齦浮腫出血，以前的醫生認為病因是因為「血不好」，所以把這種病稱為「壞血病」，醫學進步後發現，人體組織外圍都有「膠原蛋白」連結成堅韌的「結締組織」，可緩衝外界撞擊，若膠原蛋白結構鬆散，肢體稍微碰撞就容易造成血管破裂而瘀青，牙齦也易浮腫出血，而膠原蛋白要連結成穩固的結締組織，必須靠維他命 C（化學式 $C_6H_8O_6$ ）催化相關反應，所以維他命 C 又被稱為「抗壞血酸」。

維他命 C 最被強調的功用是抗氧化，人體進行許多氧化還原反應來產生能量，在反應的同時常會產生許多自由基，自由基是氧化能力很強的原子、分子或離子，它會強力奪取其他粒子的電子，改變其他粒子性質。蛋白質被氧化會失去彈性，導致皮膚產生皺紋，DNA 被氧化則可能致癌。維他命 C 比起蛋白質和 DNA，更容易和自由基結合，因此可使自由基無暇攻擊其他分子，而有「抗氧化」的作用。

服用維他命 C 時要注意避免同時食用蟹、蝦等甲殼類食物，這是因為有研究顯示，甲殼類食物因富含濃度較高的五氧化二砷（ $As_2O_5$ ），而五氧化二砷食入體內，對人體無毒害作用，但是在服用維他命 C 後，五氧化二砷會與維他命 C 進行化學反應，使得原來無毒的五氧化二砷，轉變為三氧化二砷（ $As_2O_3$ ），也就是俗稱的砒霜。

此外，魚類含有微量銅元素，如果同時食用富含維他命 C 的食物，例如柳橙、奇異果等，則會影響銅的吸收，若人體長期缺銅（注意：銅元素亦不可過多，過多會導致銅中毒），則可能會導致冠心病。



▲蔬果中富含維他命 C 可防止壞血病

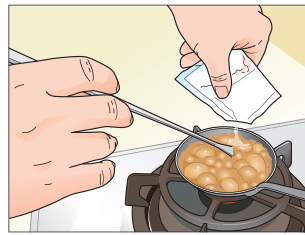
- ( ) 1. 下列關於維他命 C 的敘述，何者錯誤？  
〔補充〕
- (A) 維他命 C 可催化膠原蛋白連結成結締組織的相關反應
  - (B) 維他命 C 因具有「抗氧化」的功用，故可作為氧化劑
  - (C) 維他命 C 屬於有機物
  - (D) 維他命 C 分子式為  $C_6H_8O_6$ ，表示 C、H、O 原子個數比為 C : H : O = 3 : 4 : 3
- ( ) 2. 化學反應常見有氧化還原、沉澱、酸鹼中和等類型，下列哪些反應類型與「維他命 C 和自由基結合反應」相同？
- (A) 硫酸鉀水溶液與氯化鋇水溶液混合，生成白色硫酸鋇沉澱
  - (B) 蘋果在空氣中放久，變成褐色
  - (C) 以檸檬酸去除熱水瓶中的鍋垢
  - (D) 藍色含水硫酸銅晶體，加熱後變為無色硫酸銅晶體
- ( ) 3. 下列關於上述短文提到的資訊，何者正確？
- (A) 五氧化二砷有毒，而三氧化二砷無毒
  - (B) 喜歡吃蟹、蝦等甲殼類食物，為了健康著想，永遠不要吃奇異果
  - (C) 文中提到：「五氧化二砷會與維他命 C 進行化學反應，轉變為三氧化二砷」，此反應中五氧化二砷進行還原反應
  - (D) 承(C)，此反應中維他命 C 進行還原反應

## 第8單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 3.題：

【民俗文化／多元文化教育議題／臺南椪糖】

弘曆帶美國朋友 Helen 到臺南吃小吃，首站到臺南安平老街吃「椪糖」，他們看到老師傅將蔗糖水加熱至膏狀時，會加入少許白色粉末，過不久膏狀糖就整個膨脹起來，如圖(一)所示。



圖(一)



圖(二)

吃完椪糖後兩人前往臺南安北路喝豆漿

，Helen 說跟豆花的味道有點像，弘曆答說豆漿加入某種可食用的鹽類後，就會凝固成豆花。

吃飽喝足後，兩人在路上逛街，Helen 注意到街上每隔一段距離就有人在賣一種綠色顆粒狀的食物，如圖(二)，弘曆答說這是檳榔又稱臺灣口香糖，但不建議 Helen 試吃。

- ( ) 1. 下列關於椪糖的敘述，何者錯誤？  
(A) 作為材料的蔗糖是非電解質 (B) 加入的白色粉末是蘇打 (C) 白色粉末加熱會分解出碳酸鈉、水與二氧化碳，其中二氧化碳使糖膨脹 (D) 白色粉末為弱電解質，易溶於水呈弱鹼性
- ( ) 2. 試問豆漿中應是加入下列哪一種鹽類才能製成豆花？  
(A) 氯化鈉 (B) 碳酸鈣 (C) 硫酸鈣 (D) 氧化鈣
- ( ) 3. 請問下列關於檳榔的敘述，何者錯誤？  
(A) 檳榔的添加物常以石灰為原料再佐以其他香料製成 (B) 添加的石灰會使口腔形成高鹼性的環境 (C) 石灰容易吸收空氣中的水氣，可作為乾燥劑原料 (D) 可用燒鹼取代石灰作為檳榔的添加物

## 第8單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 2.題：

【生活中的酸鹼鹽】

楚研學校到竹南四方牧場進行戶外教學，早上帶隊的老師帶領大家認識各種昆蟲與植物時，忽然有同學大喊一聲，原來是被螞蟻叮咬，引起皮膚局部的紅腫、麻癢、疼痛的症狀，由於沒有攜帶急救箱，老師第一時間建議可先用自己的唾液塗抹在患處，結果塗抹之後，果然有比較消腫，後來護理師趕到，拿出○○塗抹，一段時間後，果然就消腫了。

下午老師帶領學生到牧場外的農田「控窯」，發現有農夫在放火燃燒稻草，燃燒後的稻草灰燼再均勻地撒在土壤上，老師說燃燒的稻草灰燼中含有碳酸鉀 ( $K_2CO_3$ )、碳酸鈉 ( $K_2CO_3$ ) 和碳酸鈣 ( $CaCO_3$ ) 等鹼性物質，看到這個現象，老師請大家想想稻草灰燼為何要撒在土壤上。

- ( ) 1. 文中提到有同學被螞蟻叮咬一事，下列關於此事的敘述，何者正確？
- (A) 螞蟻能分泌乙酸，乙酸會引起皮膚局部的紅腫、麻癢、疼痛等症狀
  - (B) 塗抹唾液可以緩解紅腫，是因為唾液屬於鹼性，可以與螞蟻分泌的物質中和
  - (C) 文中的○○指的是甲醇
  - (D) 螞蟻分泌的物質屬於純物質
- ( ) 2. 文中提到農夫將稻草灰燼撒在土壤一事，下列關於此事的敘述，何者正確？
- (A) 受酸雨影響的土壤 pH 值會上升而不適合耕種
  - (B) 稻草灰燼中含有的鹼性物質，可以中和土壤的酸性，使土壤適合耕作
  - (C) 稻草灰燼撒在受酸雨污染的土壤，可使土壤的 pH 值下降
  - (D) 稻草灰燼中含有的碳酸鉀，是清潔劑中常見的成分，故也被稱為洗滌鹼

## 第8單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~3.題：

【殺蟲劑的比較】

新型冠狀病毒疫情已經被聯合國稱為「第二次世界大戰後最大的危機」，而且因為極易傳染，疫情持續擴散到全世界，為了避免病毒擴散，其中最引起大家熱烈討論的就是各種消毒水的殺菌效果了。

常用的殺菌劑有酒精、次氯酸水及次氯酸鈉水溶液。濃度 75% 的酒精（乙醇水溶液）（如圖(一)）對於一般細菌雖有殺菌效果，但價格較其他消毒水貴，通常用在小範圍的殺菌（例如：手掌、電梯按鈕、觸控螢幕…等）。



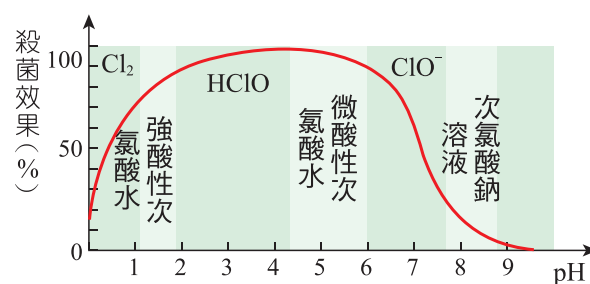
圖(一)

圖(二)

家庭常用的漂白水（次氯酸鈉水溶液）（如圖(二)）是一種強而有效的消毒劑，能使微生物的蛋白質變質，有效殺滅細菌、真菌及病毒，且價錢較酒精便宜，功效快速，但因為漂白水對黏膜、皮膚及呼吸道具刺激性，使用時須特別小心。馬桶或水管不通時，常用稀鹽酸來疏通水管，此時須注意不得將稀鹽酸和漂白水（次氯酸鈉水溶液）混合使用，因為兩者混合會產生如下反應，



相對於次氯酸鈉水溶液，刺激性較弱且仍有殺菌力的次氯酸水，由於價格相對便宜，成為許多需大範圍消毒場所（例如：學校、醫院、軍營…等）的第一選擇。



圖(三)

- ( ) 1. 下列哪一種方法可製作出濃度 75% 的酒精？  
(A) 75 公克的水混合 25 公克的乙醇 (B) 75 公克的乙醇混合 25 公克的水  
(C) 75 毫升的乙醇混合 25 毫升的水 (D) 75 莫耳的乙醇混合 25 莫耳的水
- ( ) 2. 文中提到次氯酸鈉水溶液與稀鹽酸不可混合使用，最有可能的原因為何？  
(A) 兩者混合產生的氯化鈉會阻塞水管 (B) 兩者混合產生的氯氣具有毒性，對人體會造成傷害 (C) 兩者混合產生的水會稀釋次氯酸鈉水溶液與稀鹽酸的濃度，影響殺菌與疏通水管的效果 (D) 兩者混合會從環境吸收大量的熱能，使溫度下降
- ( ) 3. 下列關於乙醇、次氯酸鈉和次氯酸的敘述，何者錯誤？  
(A) 乙醇為非電解質，而次氯酸鈉和次氯酸則都屬於電解質 (B) 乙醇為有機物，而次氯酸鈉和次氯酸則都屬於無機物 (C) 乙醇水溶液為中性，而次氯酸鈉水溶液和次氯酸水溶液則都為酸性 (D) 乙醇可以作為燃料，次氯酸鈉和次氯酸則無法作為燃料

## 第9單元

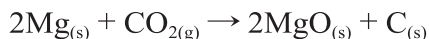
請閱讀下列敘述後，回答1.~3.題：

【科普閱讀／閱讀素養議題／燃燒一定需要氧氣？】

鐵釘在空氣中放置一段時間會生鏽（如圖(一)），而木材會在火焰中劇烈燃燒（如圖(二)），這些都是物質與氧氣反應的化學變化，稱為氧化反應。

化學家常以金屬在空氣中燃燒的難易程度，代表其對氧的活性大小。燃燒愈激烈，表示該金屬愈容易與氧作用，對氧的活性愈大，例如由實驗得知，鈉很容易起火燃燒，而鎂加熱至燃燒的時間比鈉長，至於銅則不易燃燒，在加熱過程中僅於表面生成一層黑色的氧化銅，並不會放出劇烈的強光或熱。

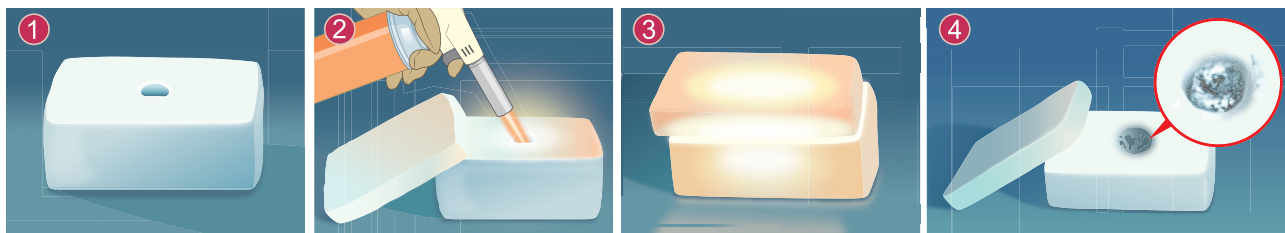
除了空氣中的氧氣能使物質氧化，物質也可以從其他氧化物獲得氧原子，例如金屬鎂與二氧化碳反應，其反應過程如圖(三)所示，而反應式如下，



生鏽：緩慢的氧化作用  
圖(一)



燃燒：劇烈的氧化作用  
圖(二)



1 乾冰中央挖一個圓形孔洞，置入鎂帶及鎂粉

2 點燃鎂帶後蓋上乾冰

3 鎂在二氧化碳中燃燒，釋放出光能與熱能

4 反應完成

圖(三)

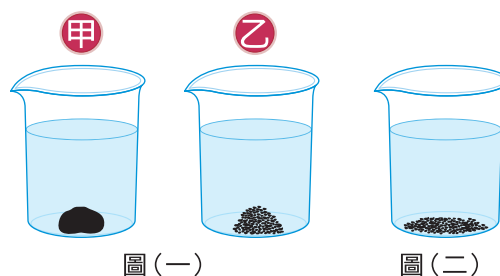
- ( ) 1. 下列關於上文中圖(一)、圖(二)和圖(三)等三個反應的敘述，何者正確？
- (A) 三個反應都只有進行氧化反應，並沒有進行還原反應
  - (B) 三個反應都是燃燒反應
  - (C) 只有圖(一)和圖(二)的反應屬於氧化還原反應
  - (D) 只有圖(二)和圖(三)的反應屬於燃燒反應
- ( ) 2. 下列關於圖(三)反應的敘述，何者錯誤？〔補充〕
- (A) 圖(三)①中除了置入鎂帶外還放置鎂粉，是因為鎂粉與二氧化碳的接觸面積更大，可以增快反應速率
  - (B) 圖(三)②點燃鎂帶後蓋上乾冰是為了阻斷氧氣
  - (C) 反應式中的鎂與氧結合變成白色的氧化鎂，所以鎂是進行氧化反應
  - (D) 反應式中的二氧化碳失去氧變成黑色的碳，所以二氧化碳作為還原劑
- ( ) 3. 下列有關文章的敘述，何者正確？
- (A) 圖(一)、圖(二)和圖(三)的反應都是可逆反應
  - (B) 鈉原子和鈉離子都是同一種元素，因此兩者放入水中都可以與水產生激烈的化學反應
  - (C) 燃燒反應必定是放熱反應
  - (D) 鈉燃燒後產生的氧化物溶於水呈酸性

## 第9單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~2.題：

【動態平衡的證據】

弘曆欲研究影響物質溶解度的因素，進行了以下實驗：定溫下，在兩杯各盛有 100mL 水的燒杯中，分別加入不同質量的某物質，攪拌使其充分溶解並靜置一段時間後結果如圖(一)所示，再經過一段時間，發現乙杯的沉澱物形狀改變，如圖(二)所示，且甲、乙兩溶液的溫度皆維持 25°C。



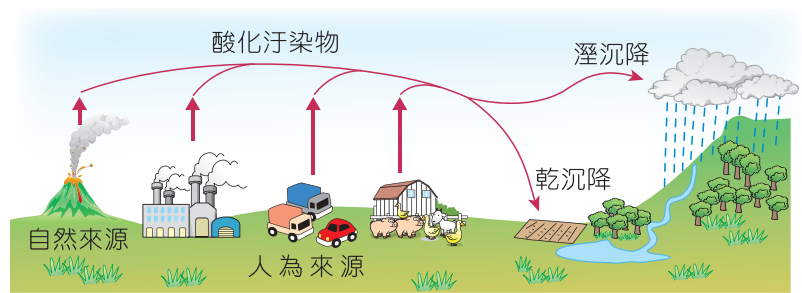
- ( ) 1. 下列關於上述實驗現象的敘述，何者錯誤？
- (A) 圖(一)中的甲溶液無法判斷是否達到飽和，但乙溶液必為飽和溶液
  - (B) 乙溶液中溶質溶於水的速率與溶質析出的速率相同
  - (C) 升高溫度，乙溶液杯底中剩餘的固體一定能繼續溶解
  - (D) 乙溶液沉澱物形狀發生改變，可說明乙溶液達溶解平衡，且溶解平衡是一種動態平衡
- ( ) 2. 若接著將甲、乙兩溶液的溫度提高 10°C，發現甲溶液開始出現沉澱物，乙溶液除了沉澱物的形狀改變外，沉澱量也增加了。下列關於上述實驗現象的敘述，何者錯誤？
- (A) 升溫後一開始，甲、乙兩溶液中溶質析出的速率 > 溶質溶於水的速率
  - (B) 升溫後一段時間，當甲、乙兩溶液的沉澱物量維持不變，表示甲、乙兩溶液皆達到新的溶解平衡
  - (C) 當甲、乙兩溶液的溫度皆為 35°C，且皆達到新的溶解平衡時，此時兩杯水溶液的濃度相同
  - (D) 本實驗中的溶質溶於水的反應屬於吸熱反應

# 第10單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~3.題：

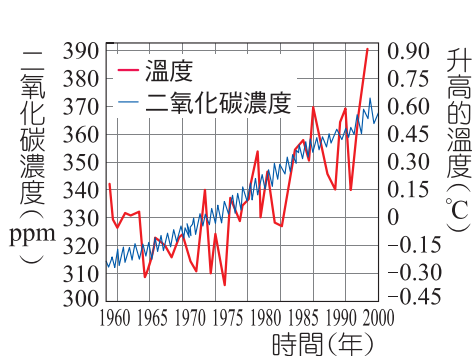
【生活應用／環境教育議題／不可不知的二氧化碳】

「酸性沉降」可分為「溼沉降」與「乾沉降」兩大類，前者指的是所有氣狀污染物或粒狀污染物，隨著雨、雪、霧或電等降水形態而落到地面者，後者則是指在不下雨的日子，從空中降下落塵所帶的酸性物質，如圖(一)所示。自然界的大

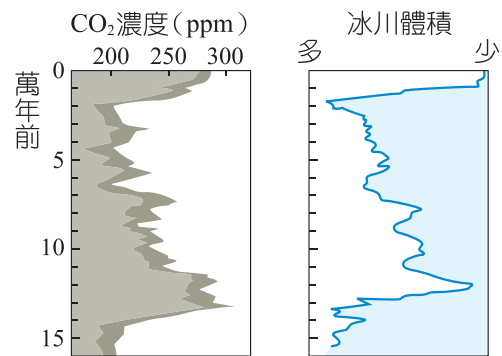


圖(一)

氣中含有少量的二氧化碳，當二氧化碳溶解於雨中並達到平衡後，雨水的pH值約為5.6。二氧化碳除了是雨水酸化的來源外，也是影響溫室效應最重要的氣體。圖(二)為全球二氧化碳濃度與地表氣溫的趨勢圖，圖(三)為十六萬年來大氣中二氧化碳濃度與冰川體積的變化圖。



圖(二)



圖(三)

在自然界中，除了二氧化碳外，還存在其他致酸的物質，例如，火山爆發所噴出的硫化氫或是海洋所釋放出的二甲基硫，高空閃電所導致之氮氧化物等，這些物質均會使雨水進一步酸化，使得酸鹼值降至5.0左右，目前環保署定義pH值小於5.0的雨水為「酸雨」，即當雨水的pH值小於5.0時，就代表雨水受到人為酸性污染物的影響。

大部分化石燃料含硫，燃燒時會產生○氧化物的氣體，這些○氧化物遇到雲滴或水滴，就有可能溶於水產生亞○酸和○酸。汽機車引擎和工廠燃燒的高溫，也會使空氣中的氮和氧反應，產生氮氧化物，而加劇雨水的酸化。

- ( ) 1. 下列有關文章的敘述，何者錯誤？  
(A) 「酸雨」屬於「酸性沉降」中的「溼沉降」 (B) 若無人為污染，自然界的雨水應為中性 (C) 文中的○指的是「硫」 (D) 人為排放的  $\text{CO}_2$ 、 $\text{SO}_2$  等酸性氣體會加劇雨水的酸化
- ( ) 2. 下列關於酸雨造成的危害與防治的敘述，何者錯誤？  
(A) 酸雨會腐蝕大理岩雕像，此現象屬於酸鹼反應，其反應式可寫為  $\text{CaCO}_{3(s)} + 2\text{H}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Ca}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{CO}_{2(g)}$  (B) 酸雨對部分以元素態金屬為材質的雕像進行腐蝕時會產生氫氣 (C) 酸雨會提高河川或湖泊的pH值，影響到水中生物的生存或繁殖 (D) 在汽、機車的廢氣排放系統中，加強觸媒轉化器是防治酸雨重要的方法
- ( ) 3. 下列有關圖(二)、圖(三)與化石燃料相關的敘述，何者錯誤？  
(A) 化石燃料為古代動、植物長時埋藏於地表下，經地底高溫、高壓及細菌作用後形成  
(B) 圖(二)顯示二氧化碳濃度增加時地表溫度也隨之增加  
(C) 圖(三)顯示全球冰川體積和大氣的二氧化碳濃度的變化形式極為相似  
(D) 目前利用太陽能、水力、風力等再生能源來發電的比例已經超過化石燃料

## 第 10 單元

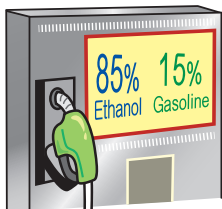
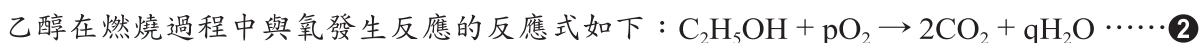
請閱讀下列敘述後，回答 1.~3.題：

【酒精的用途】

考古學家發現：大約在 9000 年前的新石器時代人類已經會用糧食和水果釀酒，古代釀酒的過程以化學術語說明就是「酒精發酵」—微生物通過發酵產出酒精的過程。例如，透過酵母菌以及其它微生物，可將葡萄糖轉化成能量、乙醇和二氧化碳，其反應過程的反應式如下：



酒精除了可以飲用外，也可作為燃料，稱為乙醇燃料（Ethanol fuel，又稱生質酒精），常作為添加劑加入汽油（Gasoline）中製成混合燃料，如圖(一)。



圖(一)：混合燃料



圖(二)：95% 的酒精



圖(三)：75% 的酒精



圖(四)：工業酒精

此外酒精也可用來殺菌，其原理是因為酒精能夠吸收細菌蛋白的水分，使其脫水變性凝固，從而達到殺滅細菌的目的。如果使用高濃度酒精（如圖(二)），對細菌蛋白脫水過於迅速，使細菌表面蛋白質先變性凝固，形成了一層堅固的包膜，酒精反而不能很好地滲入細菌內部，以致降低其殺菌能力。75% 的酒精（俗稱醫用酒精，如圖(三)）與細菌的滲透壓相近，可以在細菌表面蛋白未變性前逐漸不斷地向菌體內部滲入，使細菌所有蛋白脫水、變性凝固，最終殺死細菌，若酒精濃度低於 75% 時，由於滲透性降低，也會影響殺菌能力。

工業酒精是純度相當高的乙醇（ $CH_3CH_2OH$ ），是一種重要的工業溶劑。為避免不肖商人將便宜的工業酒精用來當做食用酒精販售，造成政府稅收的損失，因此大部分的工業酒精會混入不易移除的甲醇（ $CH_3OH$ ，俗稱木精）或其他有毒物質，使其變為無法食用，這種酒精又稱為變性酒精，如圖(四)。甲醇與乙醇的物理與化學性質非常類似，無法用一般的蒸餾法將它們分離，這也是為什麼工業酒精選擇加入甲醇的原因。

甲醇進入體內抵達肝臟後，會被一種叫做酒精去氫酶的酵素氧化變為甲醛，進而氧化為甲酸，這兩種產物都不易經由正常的代謝排出體外，且極易破壞視網膜；甲酸還會大幅降低血液之酸鹼值。只要喝了數毫升的甲醇就可能導致失明，喝入數十毫升則可能致命。

- ( ) 1. 文中反應式①、②平衡後的係數，下列何者錯誤？  
(A)  $x = 2$  (B)  $y = 2$  (C)  $p = 3$  (D)  $q = 2$
- ( ) 2. 下列關於文中所提供資訊的敘述，何者正確？  
(A) 酒精去氫酶的受質為甲酸  
(B) 使用混合燃料作為汽車燃料會較使用純汽油作為燃料來得環保  
(C) 95% 酒精的殺菌效果比 75% 酒精來得好  
(D) 工業酒精呈現粉紅色，是因為工業酒精中含有甲醇，而甲醇的顏色為粉紅色
- ( ) 3. 下列有關甲醇與乙醇性質的敘述，何者正確？  
(A) 甲醇與乙醇相差一個碳，所以具有非常不同的物理與化學性質  
(B) 甲醇與乙醇的沸點差異頗大，所以可以用一般的蒸餾法將它們分離  
(C) 變性酒精中的乙醇分子的化學特性被改變，所以不可以食用  
(D) 甲醇和乙醇都可與氧氣進行燃燒反應，反應產生二氧化碳和水

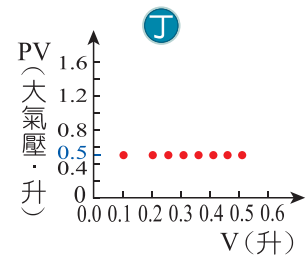
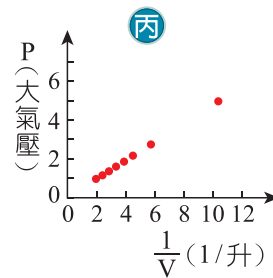
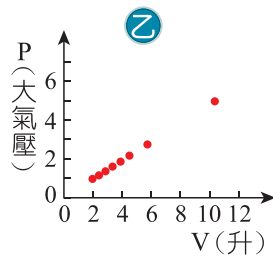
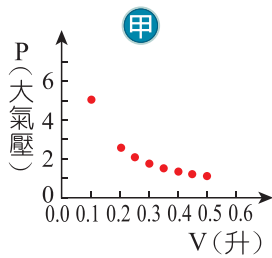
# 第11單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~2.題：

【概念統整／壓力與體積的關係】

在  $25^{\circ}\text{C}$ 、1 大氣壓下，取 0.5 公升氫氣，在溫度不變與密閉的可伸縮空間中，測得該氫氣的壓力 (P) 與體積 (V) 的變化如下表所示，並有四位學生根據其數據以不同方式作出下列甲~丁圖。

P (大氣壓)	1.00	1.11	1.25	1.43	1.67	1.99	2.50	5.00
V (升)	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20	0.10



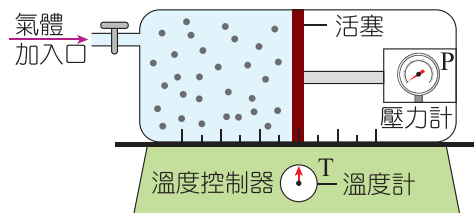
- ( ) 1. 甲圖至丁圖中，哪一圖不符合實驗數據的作圖？  
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁
- ( ) 2. 若要預測壓力為 0.5 大氣壓時氫氣的體積，使用哪一個圖最合適？  
 (A) 甲 (B) 乙 (C) 丙 (D) 丁

## 第 11 單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 2.題：

【壓力的變化】

已知定量的氣體，其體積、溫度與壓力的關係，可以用數學式來描述。為了找出不同變因之間的數學關係，睦喬組裝一套如右圖的設備來測量氣體的溫度、體積及壓力。氣體分子可由左側加入裝置，中間的活塞可左右移動，且與器壁無摩擦力，並可由活塞左右的移動，測出氣體體積。壓力計可記錄氣體壓力，容器下面設有溫度控制器，可控制並測量氣體的溫度。今加入定量的氮氣，測量其溫度、體積和壓力的變化，得到的數據列於下表。



代號 \ 狀態	莫耳數 (mole)	壓力 (atm)	體積 (L)	溫度 (°C)
甲	a	1	30	0
乙	2a	2	60	273
丙	a	3	10	0
丁	a	4	15	273
戊	2a	5	12	0
己	2a	6	V	273

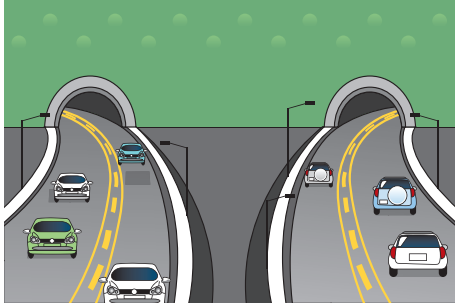
- ( ) 1. 若欲知定溫下，定量氣體在密閉容器內，其體積和壓力的關係，應對比哪些實驗數據？  
(A) 甲、丁 (B) 乙、戊 (C) 甲、丙 (D) 乙、丁
- ( ) 2. 由表中提供的數據可推測出己實驗的 V 的體積為多少公升？  
(A) 5 (B) 10 (C) 20 (D) 30

## 第12單元

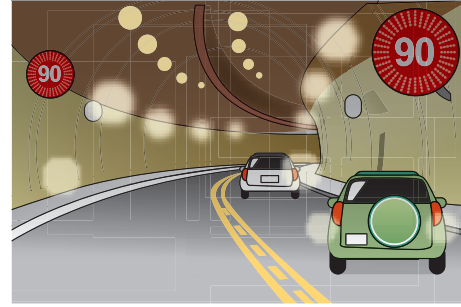
請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 3.題：

【生活應用／戶外教育議題／雪山隧道】

雪山隧道是臺灣工程史上一項傲人的成就，隧道全長 12.9 公里，貫穿了雪山山脈，如圖(一)所示，耗時 17 年，在國際工程界都不看好的情形下，經歷許多困難，經工程人員努力與犧牲才能完工，也為臺灣贏得全世界的尊敬。完工通車後大幅縮短了往來臺北與宜蘭的時間。雪山隧道雖然是屬於國道五號高速公路，但是基於安全上的理由，在雪山隧道內車輛行駛的最高速限為 90 公里／時，車距則必須保持 50 公尺以上，如圖(二)所示。



圖(一)



圖(二)

- ( ) 1. 下列何者是圖(二)道路速限標誌所表示的意義？
- (A) 車子的平均速度最高為 90 公里／時，超過即算超速違規
  - (B) 車子的平均速率最高為 90 公里／時，超過即算超速違規
  - (C) 車子的平均速率最低為 90 公里／時，過低可能引車子追撞
  - (D) 車子儀表板顯示的車速最高為 90 公里／時，超過即算超速違規
- ( ) 2. 如圖(一)所示，雪山隧道內往宜蘭或往臺北方向的隧道內均有兩個車道，若假設在隧道內車輛行駛的速度保持約 72 公里／時，車距則均維持 50 公尺，則往宜蘭方向每小時的最大車流量約為多少輛？（車身長度可忽略不計）
- (A) 500 (B) 1400 (C) 2900 (D) 5800
- ( ) 3. 承第 2.題，在兩個方向的車流量都達最大時，若假設平均每輛車連駕駛有兩人乘坐，試估計在同一時刻中最多約會有多少人同時在往宜蘭及往臺北方向的隧道內？
- (A) 180 (B) 380 (C) 1100 (D) 2000

## 第 12 單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~3.題：

【超速怎麼抓？】

107 年 7 月 1 日起，於新北市 萬里區 萬里隧道，開始實施全國第一套區間平均速率科技執法（又稱「區間測速法」）。平均速率科技執法是在隧道進、出口處設置偵測設備，記錄車輛進出的時間（如右圖所示），就可計算通過隧道的時間及通行速率，目前隧道內速限為 50 公里。」，比較該方法啟用前、後一年做比較，違規超速件數大幅下降 95%，交通事故也下降 79%。

萬里隧道全長約 1.1 公里，進、出口為彎道，而隧道中間路段平直，在過去，民眾常在隧道中間路段加速，導致過彎時來不及減速而肇事。現行「測速照相机」是利用雷達波偵測車輛在特定範圍內移動距離與時間差來計算車速，由於偵測距離與時間差非常短，計算出來的速率接近瞬時速率；此種執法設備的缺點在所能監控速率的範圍相當有限，且部分駕駛發現測速照相机時常會驟然減速，而容易引起事故。區間測速是由車輛通過偵測點時會辨識車牌號碼並記錄系統時間，以固定兩點間之距離及通行時間換算所得區間平均速率為科學證據，該方法兩點間的距離遠較雷達測速範圍更長且固定，系統不確定度影響程度甚低，精確度大幅提高。反觀現行測速雷達發射的電磁波頻率波長是否正確穩定，對測速精確度影響甚大，故需每年實施檢驗。



【註：由於維修成本過高，109 年 6 月 30 日區間平均速率已暫停使用】

- ( ) 1. 107 年 7 月 1 日起，新北市交通大隊在萬里隧道實施哪一種區間科技執法？  
(A) 平均速率 (B) 平均速度 (C) 平均加速度 (D) 位移大小
- ( ) 2. 假設甲、乙、丙、丁四臺車通過萬里隧道的時間分別為 75 秒、78 秒、82 秒、91 秒，若按照「區間測速法」，則哪些車子會超速違規？  
(A) 甲、乙、丙、丁 (B) 甲、乙、丙  
(C) 甲、乙 (D) 甲
- ( ) 3. 下列關於文中提到的「測速照相机」與「區間測速法」的敘述，何者正確？  
(A) 「測速照相机」發出的雷達波屬於超聲波  
(B) 「區間測速法」中兩固定點間的距離，指的是兩點間的位移大小  
(C) 「區間測速法」的穩定度與精確度都較「測速照相机」高  
(D) 「測速照相机」的偵測距離較「區間測速法」長

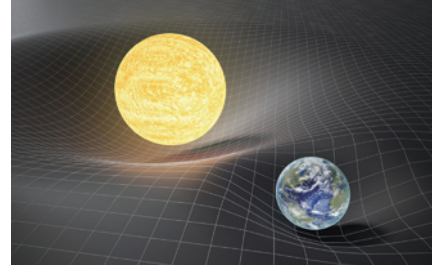
## 第13單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~2.題：

【科學知識／閱讀素養教育議題／重力是什麼？】

1687年牛頓利用重力定律和牛頓運動三大定律，建立了系統化的力學體系，成功地解釋了天體運行的規律、彗星軌跡、潮汐現象、自由落體…等問題，雖然牛頓的力學體系看似完美但仍留下一些不能解釋或預測錯誤的問題，例如：牛頓的重力理論預言在重力作用下光線的偏折只有實際觀測結果的一半。

1915年愛因斯坦發表廣義相對論：「重力反映了物體的慣性在彎曲時空中的表現，物體的質量愈大，對時空的扭曲程度就愈明顯，如右圖所示」。這個嶄新的看法與牛頓對重力的看法截然不同，而到目前為止的所有實驗和觀測證據都與廣義相對論的預測相吻合。



- ( ) 1. 看完上述短文，試找出下列錯誤的敘述？
- (A) 牛頓的重力理論可以解釋所有的天體現象
  - (B) 按照牛頓的力學體系，兩質點間彼此間的重力遵守牛頓第三運動定律
  - (C) 按照牛頓的重力理論，兩物放在真空中與放在水中彼此吸引對方的重力相同
  - (D) 根據廣義相對論，不同質量的物體對時空的扭曲程度也不同
- ( ) 2. 下列關於牛頓與愛因斯坦對重力看法，何者敘述錯誤？
- (A) 牛頓認為質量與質量之間必存在互相吸引的萬有引力（重力）
  - (B) 愛因斯坦認為質量愈大的物體對時空的扭曲程度會愈明顯
  - (C) 牛頓認為光線並不會受到重力作用而偏折
  - (D) 迄今尚無實驗可推翻愛因斯坦的廣義相對論

## 第 13 單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 3.題：

【戰鬥機的動力源】

戰鬥機在起飛時，必須加速到一定速率以上才能成功，這速率稱為最低起飛速率  $v_m$ 。最低起飛速率與戰鬥機的載重量、氣候等因素有關，基本上載重量愈大的戰鬥機，所需的起飛速率愈大。柏淵、展榕、品宏和永偉都是航空社的社員，在某日看到了刊載於軍事雜誌臺灣中科院自主研發經國號戰機的基本資料，如下表，經國號戰機的發動機採用渦輪噴射式引擎，其原理是從外部環境吸入大量空氣，燃燒產生高溫高壓的噴射氣體，下圖為示意圖。

資料來源：維基百科

正常起飛重量（含駕駛員及燃油重）	9072 公斤重
最大起飛重量（滿載武器及燃油）	12500 公斤重
發動機最大推力	84000 牛頓
最低起飛速率（正常氣候條件下）	360 公里 / 時



四人看了資料後，分別發表如下的看法。（設地表重力加速度  $g = 10\text{m/s}^2$ ）

柏淵：「發動機最大推力小於最大起飛重量，故戰鬥機滿載武器及燃油時無法起飛。」

展榕：「滿載武器時重量較重，需較長跑道以增加加速的時間。」

品宏：「當戰鬥機引擎將氣體向後排出時，排出的氣體同時對戰鬥機施加反向的推力。」

永偉：「在正常起飛重量起飛時，以最大推力加速，加速度小於  $10\text{m/s}^2$ 。」

- ( ) 1. 文中四人發表的看法，何人的看法錯誤？  
(A) 柏淵 (B) 展榕 (C) 品宏 (D) 永偉
- ( ) 2. 渦輪噴射式引擎（發動機）能提供推力的原理與下列哪一個定律有關？  
(A) 慣性定律 (B) 牛頓第二運動定律 (C) 牛頓第三運動定律 (D) 能量守恆定律
- ( ) 3. 臺灣國道 1 號設有供緊急起降的戰備跑道。漢光演習的重點之一為經國號在戰備跑道上以最大起飛重量與發動機的最大推力輸出，在跑道上加速滑行 1250m 後以最低起飛速率起飛。假設經國號在滑行中作等加速度運動，則所受阻力為多少 N？  
(A) 18000 (B) 34000 (C) 53000 (D) 62000

## 第14單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~2.題：

【國際事件／防災教育議題／認識輻射塵】

2011年3月11日日本東北發生大地震，造成福島核電廠事故，也引起大眾對核能安全的重視，其中「輻射塵」對環境與生態的影響既久且廣，以下短文為「輻射塵」的簡介：

原子彈爆炸或核電意外時，核分裂產生許多分裂產物大量散逸，叫做輻射塵。輻射塵中含有許多放射性物質，剛逸出時就易偵測到的是揮發性強的碘131、銫137等。

銫137會放射 $\beta$ 、 $\gamma$ 射線，易溶於水，量多時會破壞細胞，達一定量時會破壞生殖細胞。而碘131會被甲狀腺吸收，造成甲狀腺的傷害。預防輻射而服用碘片（主成分為碘化鉀），是使甲狀腺先吸收足夠且無害的碘127，可使有害的碘131侵入時，吸收量達到最小。

- ( ) 1. 以下關於「輻射塵」的敘述，何者錯誤？
- (A) 核分裂產生許多分裂產物大量散逸，叫做輻射塵
  - (B) 輻射塵中含有許多放射性物質，如碘131、銫137等
  - (C) 銫137會放射 $\beta$ 、 $\gamma$ 射線，吸收達一定量時會破壞細胞
  - (D) 輻射塵為氣態分子，不易溶於水，因此福島核電廠事故對海洋生態不會造成影響
- ( ) 2. 下列關於「碘片」與其預防碘131機制的敘述，何者錯誤？
- (A) 自然界存在的碘127沒有放射性，但人工核裂變產物碘131有放射性
  - (B) 「碘片」主要成分：碘化鉀的碘是碘127
  - (C) 人體甲狀腺可以分辨吸收的是碘131還是碘127
  - (D) 服用碘片是使甲狀腺先吸收足夠的碘127

# 第 14 單元

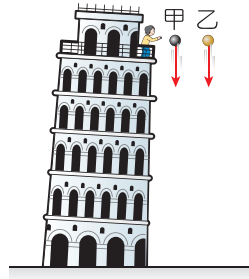
請閱讀下列敘述後，回答 1.~3.題：

【智者伽利略】

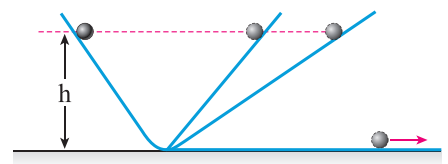
約在西元前 300 年，亞里斯多德提出自由落體的理論：「落體的速度與其重量成正比；換言之，不同重量的物體從相同高度落下，較重的物體落下的速度較快，因此會較快著地。」此理論一直到 1585 年，才被伽利略利用數學推理的方法駁斥，其推理如下：

- ① 一個重物與一個輕物縛在一起，讓它們一起落下，按亞里斯多德的理論，重物下落快，輕物下落慢，重物受輕物牽制，它們一起下落的速度必定介於它們各自下落時的速度之間。
- ② 兩物縛在一起的重量比單獨的一個重物還重，按亞里斯多德的理論，它們縛在一起下落的速度比它們任何單獨一個下落的速度都快。

上述①②都是按照亞里斯多德的自由落體理論推理出來，但卻得到自相矛盾的結果，這反應了亞里斯多德的理論有重大問題。另外，據說在 1590 年伽利略曾在比薩斜塔上把兩個不同重量的鐵球同時落下，以兩球同時著地的事實來駁斥亞里斯多德的自由落體理論，如圖(一)。



圖(一)



圖(二)

此外亞里斯多德依據生活中的觀察，推論水平面上運動的物體，必須持續受力，才能維持它的運動狀態，若不持續受力，物體最後終將靜止。如果以生活經驗為依據，亞里斯多德的推論看似十分合乎經驗法則。但伽利略以著名的雙斜面思想實驗，如圖(二)，推論出物體具有維持原來運動狀態的特性，稱為「慣性」，來挑戰亞里斯多德的推論。

- ( ) 1. 下列關於亞里斯多德、伽利略與牛頓對圖(一)中兩球自由落體的運動描述，何者正確？
- (A) 亞里斯多德認為圖(一)中較輕的球會先著地
  - (B) 伽利略以「數學邏輯與實驗並重」的方式說明圖(一)中的兩球會同時著地
  - (C) 牛頓認為圖(一)中兩球會同時著地是因為兩球受到相同的重力
  - (D) 圖(一)的實驗目的是用來闡述慣性定律
- ( ) 2. 下列關於亞里斯多德、伽利略與牛頓對圖(二)中小球在不同斜面的運動描述，何者正確？
- (A) 亞里斯多德認為小球由高處滑行至平面後，可一直持續運動下去，不會停歇
  - (B) 伽利略是以實驗的方法觀察到小球在平面上可以持續運動下去，不會停歇
  - (C) 牛頓可用「力學能守恆」的觀念來解釋為何小球會到達另一端相同高度處
  - (D) 圖(二)的實驗主要是驗證牛頓第二運動定律
- ( ) 3. 若在圖(一)與圖(二)中，必須考慮阻力或摩擦力對物體的作用，下列敘述何者錯誤？
- (A) 圖(一)中落下的小球會遵守能量守恆
  - (B) 圖(一)中小球落下的過程中，力學能會減少，而減少的力學能轉換成熱能
  - (C) 圖(二)中小球可能可爬上右側的斜面，但卻無法爬到跟左側一樣的高度
  - (D) 圖(二)中摩擦力對小球做正功

## 第15單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~ 2.題：

【科學新知／環境教育議題／蜜蜂傳播花粉】

傳粉指的是被子植物的雄性配子，即花粉，從花藥被傳到雌蕊的柱頭，使雌性配子受精的過程。超過 80% 的開花植物靠蜜蜂、蝴蝶、果蝠等生物傳播花粉。

根據英國《每日電訊報》報導，蜜蜂身上的軟毛會產生靜電，進而吸附許多微小粒子，因此能協助傳播花粉。蜜蜂利用靜電吸引花粉而黏貼在蜜蜂的腿上，當蜜蜂飛到另一朵花時，花粉便會從蜜蜂身上掉落到花的柱頭上，而使花受精，達到傳播花粉的作用，如上圖所示。



- ( ) 1. 花粉受蜜蜂的靜電力吸引而黏貼在蜜蜂的腿上，下列有關花粉的推論何者正確？
- (A) 因受靜電力作用而吸引，花粉與蜜蜂必帶異性電
  - (B) 蜜蜂靠與花粉摩擦起電吸引花粉
  - (C) 花粉受蜜蜂的靜電感應而吸引，故花粉可以是不帶電的絕緣體
  - (D) 花粉受蜜蜂的靜電感應而吸引，故花粉必為不帶電的導體
- ( ) 2. 文中提到：「花粉會從蜜蜂身上掉落到花的柱頭上，而使花受精」，其原因為何？
- (A) 蜜蜂用力抖動身體使花粉掉落到花的柱頭上
  - (B) 因為花朵的柱頭接地，使蜜蜂身上靜電消失，花粉上的靜電感應也跟著消失而掉落
  - (C) 因為花朵的柱頭與蜜蜂身上的花粉帶異性電，因此花粉受柱頭的電力吸引而落下
  - (D) 因為花朵的柱頭接地，使花粉上的電荷傳導到地面，原本的靜電引力消失而掉落

## 第 15 單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~2.題：

【電鰻點亮聖誕燈】

弘曆看到電視新聞報導電鰻發電產生 800V 的電壓點亮聖誕燈的新聞，如右圖所示。對於這種電力十足，媲美發電機的生物，弘曆上網得到以下有關電鰻的資訊：「電鰻是一種能短暫放電的淡水魚類。體型粗圓而長，以捕食小魚為生。」

科學家研究發現：「電鰻是利用一種稱為電板的生物細胞來產生電流，測量發現每個電板細胞產生的電壓約為 0.2V，電鰻的電板細胞約有 100 排，每排由 6000 個電板細胞串接而成，而每一排均沿著身體水平排列。整個電鰻的身體好像一個由許多小電池所組成的電池組，電池組的兩極位於電鰻的頭尾，與環繞在電鰻周圍的水域連接成電路。」



- ( ) 1. 電鰻在頭尾所提供的總電壓約為多少伏特？  
(A) 0.2 (B) 20 (C) 1200 (D) 120000
- ( ) 2. 電鰻可產生強大電流電暈其他生物，但卻不會傷害到自己，其理由可能為下列何者？  
(A) 電鰻本身的電阻很大，故通過電鰻的電流比被擊昏的生物要少  
(B) 通過電鰻的電流與被擊昏的生物相同，但是電鰻承受電流的能力遠大於其他生物  
(C) 電鰻的表皮為絕緣體，故電流不會通過電鰻  
(D) 電鰻本身約 100 排並聯的電板細胞，因此通過電鰻的電流被分散了

## 第16單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~2.題：

【生活情境／閱讀素養教育議題／除霧鏡的原理】

冬天洗熱水澡時水蒸氣常凝結在鏡子上造成鏡面霧濛濛一片（稱為「霧層」），因此許多家庭都會安裝「除霧鏡」，如右圖所示。

「除霧鏡」的原理是在鏡子背面安裝電熱片，當電流通過電熱片時，使鏡面溫度升高至  $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，使霧氣快速蒸發，因此無法在鏡面形成霧層，而使鏡子一直保持清晰明亮。



- ( ) 1. 文中提到：「冬天洗熱水澡時水蒸氣常凝結在鏡子上造成鏡面霧濛濛一片（稱為「霧層」）」，下列關於「        」內的相關敘述，何者錯誤？
- (A) 水蒸氣凝結在鏡子是物理變化
  - (B) 承(A)，此變化為放熱反應
  - (C) 鏡面上的霧層是液態水組成
  - (D) 鏡面上的霧層會使光線射到鏡面時不再遵守反射定律，因而造成鏡面朦朧無法使用
- ( ) 2. 文中提到：「除霧鏡」的原理是在鏡子背面安裝電熱片，當電流通過電熱片時，使鏡面溫度升高至  $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，使霧氣快速蒸發」，下列關於「        」內的相關敘述，何者正確？
- (A) 通過電熱片的電流必須是直流電才可使電熱片生熱
  - (B) 上圖中插頭插的是直流電源
  - (C) 上圖中插頭插的電源電壓應為 220 伏特
  - (D) 「除霧鏡」的原理是利用電流的熱效應

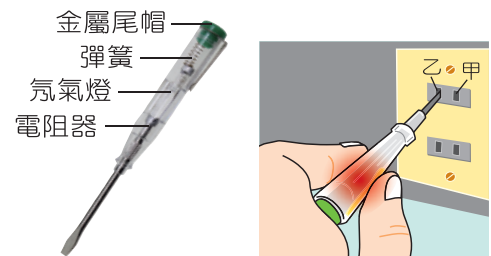
## 第 16 單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~3.題：

【驗電起子】

水電師傅常利用低壓驗電器，俗稱「驗電起子」的小型一字型螺絲起子，「驗電起子」主要由金屬製的一字型螺絲刀頭、電阻器、氖氣燈、彈簧、末端的金屬尾帽（連接金屬夾片）、透明不導電的塑膠製筆管組成，如圖(一)所示。

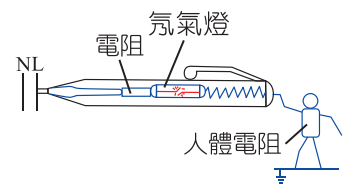
要檢查家裡插座是否可通電，可將驗電起子一字型螺絲刀頭插入插座孔中，手指輕觸起子末端的金屬尾帽或是手壓金屬夾片，此時人體與大地之間形成電壓，若迴路形成通路便可使氖氣燈發亮，如圖(二)所示。



圖(一)

圖(二)

- ( ) 1. 下列關於驗電起子的敘述，何者錯誤？
- (A) 氖氣燈亮起表示通電 (B) 氖氣為惰性氣體，在週期表屬於第 18 族元素 (C) 一字型螺絲刀頭若改由不導電的塑膠製成，驗電起子仍可正常發揮功用 (D) 驗電起子所能量測的電壓有一定的範圍
- ( ) 2. 已知迴路形成通路便可使驗電起子的氖氣燈發亮，通電的通路示意圖如右圖所示，下列關於右圖的敘述，何者正確？
- (A) 沒有電流通過人體電阻  
(B) 驗電起子內電阻兩端的電壓與人體所承受的電壓相同  
(C) 通過驗電起子內電阻的電流與通過人體電阻的電流大小相同  
(D) 驗電起子內的電阻與人體電阻在電路中屬於並聯的關係
- ( ) 3. 鴻錦將驗電起子插入圖(二)的插孔甲時，氖氣燈並不會亮，但改插入插孔乙時，氖氣燈就亮了。請問發生上述情形的原因為何？
- (A) 插孔甲接的是接地線 (B) 插孔甲故障了  
(C) 插孔乙接的是活線 (D) 插孔乙接的是中性線



## 第17單元

請閱讀下列敘述後，回答1.~2.題：

【生活時事／閱讀素養教育議題／人類活動會影響地磁？】

「特斯拉 (T)」是磁場強度的單位，地球磁場在地表的強度約在 25~62 微特斯拉 ( $\mu\text{T}$ )，人類活動是否會影響地磁的變化，一直是很受矚目的問題。位於陽明山國家公園的地磁觀測站是為了監測大屯火山群活動，但長期在元旦清晨 1 點 30 分到 4 點 30 分這段時間記錄到明顯的擾動訊號，干擾幅度約為 3~5 奈特斯拉 (nT)，令人百思不得其解，後來在國內兩位地球物理專家—顏宏元教授與陳界宏副教授的研究下，發現地磁觀測站長期受到擾動是臺北捷運系統的供電和回流電流不平衡造成的洩漏電流所引起。

研究團隊發現臺北捷運系統營運期間有電流洩漏至地下，非尖峰時段經由軌道洩漏電流大約為 300 安培。由於洩漏電流的強度與驅動列車電流的強度成正比，因此在尖峰時段，驅動列車的電流較非尖峰時段多好幾倍，因此洩漏電流的強度也較非尖峰時段多好幾倍，而每年臺北跨年夜是驅動列車的電流最強的超級尖峰時段，因此洩漏電流也在此時段最大，連帶造成陽明山國家公園的地磁觀測站有明顯的擾動訊號。

【參考資料取自 2017 年 1 月份《科學月刊》】

- ( ) 1. 國內新聞針對研究團隊的發現，下了「跨年夜的臺北捷運影響了地球磁場」，讀完上述短文，你認為「        」的現象與下列哪種科學原理有關？  
(A) 電磁感應 (B) 感應起電 (C) 電流的磁效應 (D) 電流的熱效應
- ( ) 2. 根據短文，下列敘述何者錯誤？  
(A) 陽明山國家公園的地磁觀測站在跨年夜記錄到明顯的擾動訊號  
(B) 承(A)，此擾動的磁場強度約為地磁強度的萬分之一  
(C) 承(A)，此擾動訊號與臺北捷運系統的洩漏電流有關  
(D) 承(A)，此擾動訊號是因為跨年夜時眾多人群使用手機，太多手機發出電磁波所造成

## 第 17 單元

請閱讀下列敘述後，回答 1.~3.題：

【磁振造影技術】

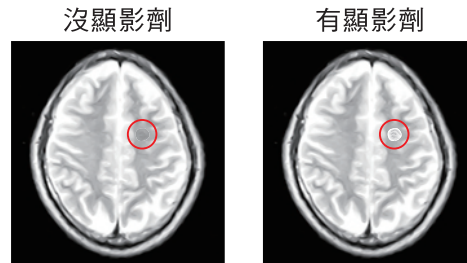
1946 年，費利克斯·布洛赫和愛德華·珀塞爾發現，將具有奇數個質子或奇數個中子的原子核置於磁場中，再施加以特定頻率的電磁波，就會發生原子核吸收電磁能量的現象，此現象稱為「核磁共振（簡稱 NMR，或稱作磁振造影）」，兩人也因此發現獲得 1952 年度諾貝爾物理獎。

醫學家發現水分子中的氫原子 ( ${}^1\text{H}$ ) 可產生核磁共振現象，人體內含有非常豐富的水，不同組織所含水量也各不相同，核磁共振成像技術可通過識別水分子中氫原子信號的分布來推測水分子在人體內的分布，進而探測人體內部結構。在這一理論基礎上，1969 年，達馬迪安通過測核磁共振的弛豫時間成功地將小鼠的癌細胞與正常組織細胞區分開來，至此醫學上開始利用核磁共振作癌症的初步診斷。

圖(一)為醫療院所常見的 NMR 儀器，病患在檢查前應先將身上的鐵磁性物質卸下，若體內有安裝鐵磁性的金屬材料也應事先告知醫師，例如裝了心律調節器的患者由於磁場會干擾其運作故不適合作 NMR。病患在作 NMR 之前會先注射顯影劑，當顯影劑注入身體後，身體組織在影像上看起來會比沒有使用顯影劑時更清楚，如圖(二)所示。



圖(一)



圖(二)

- ( ) 1. 根據 1946 年費利克斯·布洛赫和愛德華·珀塞爾的發現，下列哪個原子沒有核磁共振 (NMR) 的現象？  
(A)  ${}^1\text{H}$  (B)  ${}^{13}\text{C}$  (C)  ${}^{16}\text{O}$  (D)  ${}^{14}\text{N}$
- ( ) 2. 文中提到病患在進入圖(一)的儀器作檢查前，應先將身上的鐵磁性物質卸下，若體內有安裝鐵磁性的金屬材料也應事先告知醫師。請問這樣作的目的是什麼？  
(A) 鐵磁性物質會釋放輻射線，干擾儀器運作  
(B) 鐵磁性物質會引發靜電，干擾儀器運作  
(C) 鐵磁性物質會產生電流灼傷人體  
(D) 鐵磁性物質可能會受儀器中的磁場作用而產生位移或失去原有功能，因而造成傷害
- ( ) 3. 文中提到用於 NMR 的顯影劑內含有釷 ( ${}^{157}\text{Gd}$ ) 成分，含釷顯影劑會改變附近水分子的磁性，從而改變組織的訊號強度。下列關於釷 ( ${}^{157}\text{Gd}$ ) 的敘述，何者錯誤？  
(A) 釷為金屬元素 (B) 原子核內有 64 個質子  
(C) 原子核內有 93 個中子 (D) 原子中有 157 個電子