

2021 年第十八屆國際國中科學奧林匹亞競賽 --選擇題測驗試題(上)

國立臺灣師範大學 科學教育中心

一般資訊

- Avogadro' s constant $N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Electronic charge $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
- Molar gas constant $R = 8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$
- Molar gas constant $R = 0.0821 \frac{\text{L atm}}{\text{mol K}}$
- Molar gas constant $R = 1.982 \frac{\text{cal}}{\text{mol K}}$
- Planck' s constant $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
- Speed of light (in vacuum) $c = 2.998 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- 1 atomic mass unit $1u = 931.5 \frac{\text{MeV}}{c^2}$
- Specific heat of water $= 4.2 \frac{\text{Kj}}{(\text{kg})(\text{K})}$
- 1 Dalton $= 1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$
- $1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$
- $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ Nm}^{-2} = 1 \text{ atm}$
- $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$
- Acceleration due to gravity $g = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- 1 Litre $= 10^3 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$
- Density of water $= 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Mechanical equivalent of heat $= 4.186 \frac{\text{J}}{\text{cal}}$
- 1 atmosphere $= 101325 \text{ Pa}$
- Refractive index of water $= 1.33$
- $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$

IUPAC Periodic Table of the Elements

1 H hydrogen 1.008 [1.0078, 1.0082]																	18 He helium 4.0026																		
3 Li lithium 6.94 [6.938, 6.997]		4 Be beryllium 9.0122	Key: atomic number Symbol name conventional atomic weight standard atomic weight											5 B boron 10.81 [10.806, 10.821]	6 C carbon 12.011 [12.009, 12.012]	7 N nitrogen 14.007 [14.006, 14.008]	8 O oxygen 15.999 [15.999, 16.000]	9 F fluorine 18.998	10 Ne neon 20.180																
11 Na sodium 22.990		12 Mg magnesium 24.305 [24.304, 24.307]	13 Al aluminium 26.982	14 Si silicon 28.086 [28.084, 28.088]	15 P phosphorus 30.974	16 S sulfur 32.06 [32.059, 32.076]	17 Cl chlorine 35.45 [35.446, 35.457]	18 Ar argon 39.948	19 K potassium 39.098	20 Ca calcium 40.078(4)	21 Sc scandium 44.956	22 Ti titanium 47.867	23 V vanadium 50.942	24 Cr chromium 51.996	25 Mn manganese 54.938	26 Fe iron 55.845(2)	27 Co cobalt 58.933	28 Ni nickel 58.693	29 Cu copper 63.546(3)	30 Zn zinc 65.38(2)	31 Ga gallium 69.723	32 Ge germanium 72.630(8)	33 As arsenic 74.922	34 Se selenium 78.971(8)	35 Br bromine 79.904 [79.901, 79.907]	36 Kr krypton 83.798(2)									
37 Rb rubidium 85.468	38 Sr strontium 87.62	39 Y yttrium 88.906	40 Zr zirconium 91.224(2)	41 Nb niobium 92.906	42 Mo molybdenum 95.95	43 Tc technetium 98	44 Ru ruthenium 101.07(2)	45 Rh rhodium 102.91	46 Pd palladium 106.42	47 Ag silver 107.87	48 Cd cadmium 112.41	49 In indium 114.82	50 Sn tin 118.71	51 Sb antimony 121.76	52 Te tellurium 127.60(3)	53 I iodine 126.90	54 Xe xenon 131.29	55 Cs caesium 132.91	56 Ba barium 137.33	57-71 lanthanoids	72 Hf hafnium 178.49(2)	73 Ta tantalum 180.95	74 W tungsten 183.84	75 Re rhenium 186.21	76 Os osmium 190.23(3)	77 Ir iridium 192.22	78 Pt platinum 195.08	79 Au gold 196.97	80 Hg mercury 200.59	81 Tl thallium 204.38 [204.38, 204.39]	82 Pb lead 207.2	83 Bi bismuth 208.98	84 Po polonium 209	85 At astatine 210	86 Rn radon 222
87 Fr francium 223	88 Ra radium 226	89-103 actinoids	104 Rf rutherfordium 261	105 Db dubnium 262	106 Sg seaborgium 263	107 Bh bohrium 264	108 Hs hassium 265	109 Mt meitnerium 266	110 Ds darmstadtium 267	111 Rg roentgenium 268	112 Cn copernicium 269	113 Nh nihonium 270	114 Fl flerovium 271	115 Mc moscovium 272	116 Lv livermorium 273	117 Ts tennessine 274	118 Og oganesson 277																		



57 La lanthanum 138.91	58 Ce cerium 140.12	59 Pr praseodymium 140.91	60 Nd neodymium 144.24	61 Pm promethium 145	62 Sm samarium 150.36(2)	63 Eu europium 151.96	64 Gd gadolinium 157.25(3)	65 Tb terbium 158.93	66 Dy dysprosium 162.50	67 Ho holmium 164.93	68 Er erbium 167.26	69 Tm thulium 168.93	70 Yb ytterbium 173.05	71 Lu lutetium 174.97
89 Ac actinium 227	90 Th thorium 232.04	91 Pa protactinium 231.04	92 U uranium 238.03	93 Np neptunium 237	94 Pu plutonium 244	95 Am americium 243	96 Cm curium 247	97 Bk berkelium 247	98 Cf californium 251	99 Es einsteinium 252	100 Fm fermium 257	101 Md mendelevium 258	102 No nobelium 259	103 Lr lawrencium 260

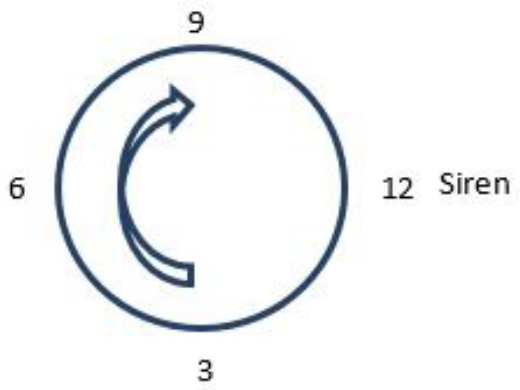
選擇題 MCQ (30 Points)

Q1:

(1.0pt)

在旋轉木馬前面（外面），警笛(siren) 以恆定頻率響起。如果旋轉木馬以順時針方向旋轉，警笛位置如圖所示。

以下是坐在旋轉木馬上的人觀察到的較高頻率、較低頻率和原始頻率的一些條件。



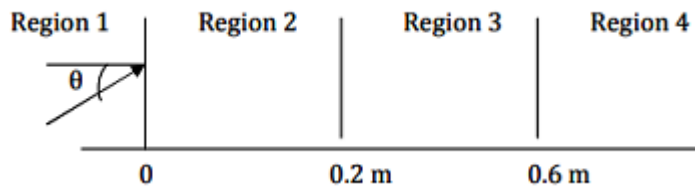
從以下四個選項中選擇正確的說法。

1. 在12點鐘和6點鐘位置聽到原始音高。
 2. 在9點鐘和3點鐘位置聽到原始音高。
 3. 在3點鐘位置聽到較高的音調，在9點鐘位置聽到較低的音調。
 4. 在9點鐘位置聽到較高的音調，在3點鐘位置聽到較低的音調。
- a. 1,4
 - b. 2,3
 - c. 1,3
 - d. 2,4

Q.2.

(1.0pt)

一束光束從垂直方向無限延伸的區域1 傳播到垂直方向無限延伸的區域4 (如圖所示)。區域1、2、3、4 的折射率分別為1.62、1.60、1.55 和1.50。若光束恰好未射入區域4，則入射角 θ 的正弦值 $\sin \theta$ 為何？



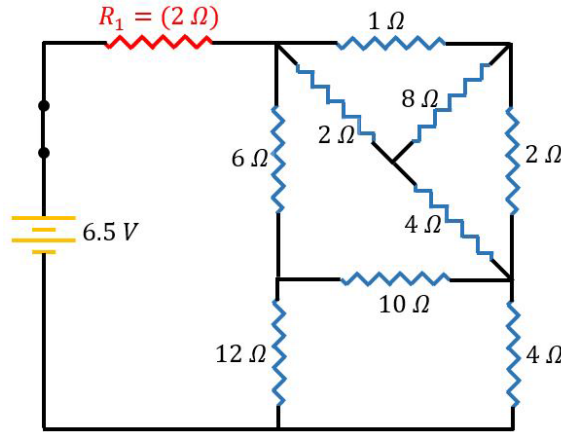
(a) 區域Region 1 (b) 區域Region 2 (c) 區域Region 3 (d) 區域Region 4

- a. $\frac{1.50}{1.55}$
- b. $\frac{1.50}{1.62}$
- c. $\frac{1.60}{1.62}$
- d. $\frac{1.55}{1.60}$

Q.3.

(1.0pt)

在下面的電路中，通過電阻 $R_1 (=2 \Omega)$ 的電流為 I ，則 I 為多少安培？



- a. 0.5 A
- b. 1.0 A
- c. 1.8 A
- d. 2.0 A

Q.4.

(1.0pt)

電熱水壺的加熱器是由一根長度為 L 、直徑為 d 的金屬絲製成。連接到固定電壓源時，使 0.5 kg 的水溫度升高 40 K 需時 4 分鐘。若此加熱器被新加熱器代替，該新加熱器是由與原加熱器相同材料的兩根金屬絲組成，每根金屬絲的長度為 L 、直徑為 $2d$ 。下列有關加熱等量的水、造成相同溫差所需時間的敘述，何者正確？(整個系統是隔熱的)

- a. 若兩根金屬絲串聯，則需時 4 分鐘
- b. 若兩根金屬絲並聯，則需時 2 分鐘
- c. 若兩根金屬絲串聯，則需時 1 分鐘
- d. 若兩根金屬絲並聯，則需時 0.5 分鐘

Q.5.

(1.0pt)

在齋戒月時，考慮質量為 200 kg 的砲彈從哈利法塔前的大砲以與水平線成 60 度的角度以 100 公里/小時的速度射出。若砲彈發射時的初始動能為 K ，則在拋射過程中，砲彈在最大高度處的動能為何？

- a. K
- b. $K/2$
- c. $K/4$
- d. $K/3$

Q.6.

(1.0pt)

一光線的偏向角接近等邊玻璃稜鏡P 的最小偏向角。現附加與P 相同的玻璃稜鏡Q 和R，三者彼此靠近，如圖所示。如果從P 出射的光線進入Q 並繼續前進，進入到R，則此光線從R射出時



- a. 偏向角變大
- b. 和僅有P 時的偏向角相同
- c. 完全內反射
- d. 沒有偏向角

Q.7.

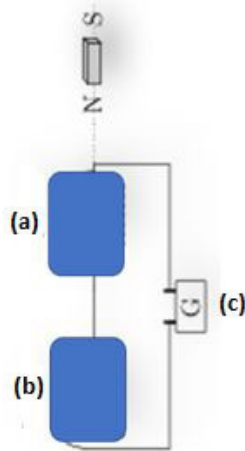
(1.0pt)

當兩個力學波在空間一個小區域相遇時，兩個波就會發生疊加，稱為波的干涉。下列敘述何者錯誤？

- a. 可以將它們各自的位移相加來得到兩個波的合成位移。
- b. 離開該區域的波攜帶的能量比發生疊加前的能量少。
- c. 各個波的頻率在疊加後不會改變。
- d. 離開該區域後，兩波的特徵與疊加前相同。

Q.8.**(1.0pt)**

馬先生在物理實驗室裡做實驗，他將兩個線圈(線圈A 和線圈B) 串連到一個檢流計，然後將棒狀磁鐵從線圈中掉下，如圖所示。當磁鐵通過線圈A 時指針不動，當磁鐵通過線圈B 時則觀察到一個大的偏折。兩個線圈的形狀、尺寸和材料和繞的線圈數完全一樣，磁鐵掉下通過任何一個線圈時的速度也幾乎一樣。他做了以下幾個結論：



(a) 線圈Coil A (b) 線圈Coil B (c) 檢流計Galvanometer

- (A) 通過線圈A 的淨磁通量是零。
- (B) 當棒狀磁鐵通過線圈A，在線圈A 和線圈B 中的感應電動勢方向恰好相反。
- (C) 如果棒狀磁鐵的磁極方向相反，通過線圈A 時檢流計上會有偏折。
- (D) 線圈A 上的繞線方式與線圈B 的不一樣。

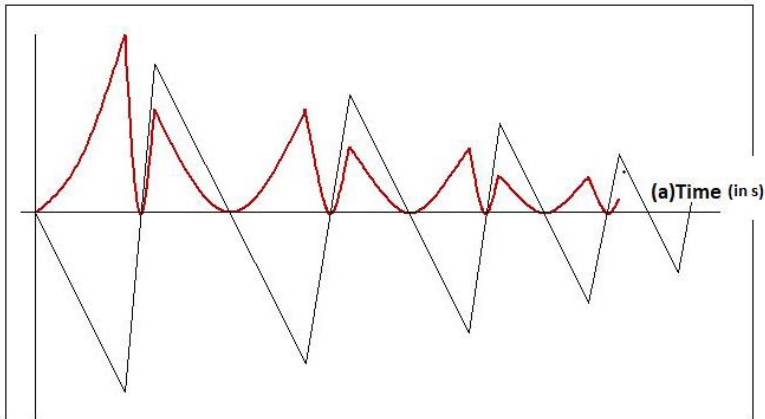
上面的敘述何者正確？

- a. A
- b. B
- c. C
- d. D

Q.9.

(1.0pt)

一個標準的乒乓球從大理石地板上方1 公尺處掉下來，乒乓球在停止前彈跳了好幾次，在每次的彈跳後乒乓球的高度較前次高度降低了20%。范小姐觀察了這個現象，並且畫下了兩個物理量對時間圖，如下圖所示。請指出這兩個對應到縱軸上物理量是什麼？(空氣阻力可忽略)



(a) 時間Time (單位秒 in seconds)

- a. 高度與速度
- b. 速度與動能
- c. 位能與動能
- d. 速度與位能

Q.10.

(1.0pt)

在太陽系中水星是移動最快的行星，其平均的繞日軌道速度是47 km/s，地球則以比較慢的平均繞日軌道速度30 km/s 運行。水星的繞日半徑是多少天文單位。提示：一個天文單位非常相近於地球的軌道半徑。

- a. 0.25
- b. 0.40
- c. 0.50
- d. 0.70

Q.11.**(1.0pt)**

利用鹼滴定來決定酸混合液的組成。教師以4 毫升的4M HCl、4 毫升的18M H₂SO₄ 和未知體積的4M HNO₃，然後加入蒸餾水配製成3 升的酸混合物溶液。教師欲以碳酸鈉水溶液(Na₂CO₃·10H₂O) 做為鹼來進行滴定，並將2g 的碳酸鈉(Na₂CO₃·10H₂O) 溶解於水中，然後加入蒸餾水稀釋至100 毫升。在滴定後，教師觀察到15 毫升的酸混合液需要使用7.5 毫升的碳酸鈉溶液才能完全中和。試問：酸混合液中硝酸根離子的質量（以克計）為：

- a. 0.12g
- b. 3.1g
- c. 0.31g
- d. 1.2g

Q.12.**(1.0pt)**

阿聯酋擁有大量的石灰石儲量，特別是在阿聯酋東部和北部地區。傑貝爾哈菲特山（Jabal Hafet）是哈傑爾山脈（Hajar）的一部分，主要由第三紀沉積岩石灰石構成。石灰石的主要組成方解石，而方解石的化學組成方碳酸鈣，大量用於建築材料。



- a. 26.31g
- b. 13.15g
- c. 6.31g
- d. 13.69g

Q.13.

(1.0pt)

太空梭的助推器以過氯酸銨(NH_4ClO_4) 和鋁粉混合物做為固體燃料。點燃該混合物時，其產物是分別為：固體氧化鋁、氯化氫氣體、水和氫氣。使用以下數據並找出在298K 反應時鋁的標準莫耳熱焓變化值。

$$\Delta_f^0 H \text{ of } NH_4ClO_4(s) = -295.3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f^0 H \text{ of } Al_2O_3(s) = -1675.7 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f^0 H \text{ of } HCl(g) = -92.3 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f^0 H \text{ of } H_2O(l) = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

注：以上數值為標準莫耳熱焓

- a. -976.9 kJ
- b. -973.3 kJ
- c. -862.5 kJ
- d. -813.2 kJ

Q.14.

(1.0pt)

未知質量的高錳酸鉀固體以過量的過氧化氫反應，二氧化錳 (MnO_2) 為其中一種產物，並在STP 下生成168L 的氧氣。試問：高錳酸鉀的質量(kg) 為何？STP 時氣體的莫耳體積為22.4 L/mol

- a. 3.16 kg
- b. 0.158 kg
- c. 0.790 kg
- d. 7.90 kg

Q.15.

(1.0pt)

X 光繞射結果顯示鹼土金屬具有面心立方(FCC) 的結構，其單位晶胞長度均為0.197 nm。若此金屬的密度為 1.55 g cm^{-3} ，取40 g 金屬中含有的原子數為：(提示：每個FCC 單位晶胞含有4 個金屬原子)

- a. 3.37×10^{24}
- b. 6.74×10^{24}
- c. 1.35×10^{25}
- d. 2.70×10^{25}

Q.16.**(1.0pt)**

下表中的圖代表電導滴定。從圖中選擇適當的選項以匹配滴定中的每個項目。滴定中的所有項目均指水溶液。(提示：電導取決於自由離子的數量以及離子的性質。忽略稀釋效應)

圖形和圖表規格：

X = 從滴定管中加入的溶液體積；Y = 電導

- (i) 乙酸與氨(在滴定管中)
- (ii) 硝酸銀與氯化鉀(在滴定管中)
- (iii) 硝酸與氨(在滴定管中)
- (iv) 硫酸鎂與氫氧化鋇(在滴定管中)

	P	Q	R	S
圖形				
滴定				
	(i)	(ii)	(iii)	(iv)

- a. (i) → (R), (ii) → (S), (iii) → (Q), (iv) → (P)
- b. (i) → (R), (ii) → (S), (iii) → (P), (iv) → (Q)
- c. (i) → (P), (ii) → (S), (iii) → (R), (iv) → (Q)
- d. (i) → (S), (ii) → (Q), (iii) → (R), (iv) → (P)

Q.17.**(1.0pt)**

當將1 克金屬（原子量89）丟入稀硫酸中時，會放出大量氣體。收集所有氣體並乾燥以去除水分，測知該氣體在STP（273 K，1 個大氣壓）下佔據了378 cm³ 的體積。使用1A 的電流將所得溶液在鉑電極之間電解15 分鐘。

[STP 下的莫耳體積為22.4L/mol]

對上述整個過程，以下說明：

- (1) 金屬硫酸鹽是 MSO_4
- (2) 在陽極放出氧氣。
- (3) 收集的氣體為氫氣。
- (4) 在陽極產生二氧化硫。
- (5) 金屬硫酸鹽是 $M_2(SO_4)_3$
- (6) 電解回收的金屬百分比約為 26-28%。

選擇正確的選項：

- a. 只有選項 1、3、4 是正確的
- b. 只有選項 2、3、5、6 是正確的
- c. 只有選項 3、4、5 是正確的
- d. 只有選項 1、2、3、6 是正確的

Q.18.

(1.0pt)

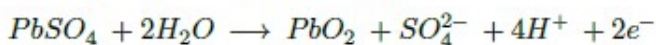
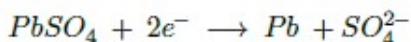
離子交換樹脂用於軟化水。它們含有與“硬”離子交換的鈉離子，例如 Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 。樹脂不是 100% 有效的，即樹脂中存在的所有鈉離子不會立即交換，可能需要將溶液反覆通過交換管柱才能達到完全效率。

市售離子交換樹脂的平均實驗式為 $C_8H_7SO_3Na$ 。（平均實驗式量 = 206）。一個 100 cm^3 含有溶液 0.3 mol L^{-1} 的 Mg^{2+} 僅通過 20 克離子交換樹脂管柱一次。如果樹脂的交換效率只有 25%，在通過管柱後得到的溶液中， Mg^{2+} 和 Na^+ 的摩耳濃度分別為多少？

- a. 0.13M 和 0.26M
- b. 0.26M 和 0.17M
- c. 0.18M 和 0.24M
- d. 0.21M 和 0.14M

Q.19.

鉛蓄電池充電過程中涉及的電極反應有：



在某鉛蓄電池中含有 2 L 硫酸水溶液，已知電解液的密度為 1.14 g/mL (20% H_2SO_4 by mass)。使用 1.67 A 的平均電流充電，直到密度升至 1.28 g/mL (36.9% H_2SO_4 by mass)。

充電過程的持續時間是多少？假設在充電過程中酸溶液的體積保持不變。

- a. 80 小時
- b. 100 小時
- c. 160 小時
- d. 188 小時

Q.20.**(1.0pt)**

排列分子 H_2O , H_2S , BF_3 和 NH_3 ，按照它們偶極矩增加的順序。

- a. $BF_3 < NH_3 < H_2S < H_2O$
- b. $H_2S < NH_3 < BF_3 < H_2O$
- c. $BF_3 < H_2S < H_2O < NH_3$
- d. $BF_3 < H_2S < NH_3 < H_2O$

Q.21.**(1.0pt)**

某生態學家在一個隔離的小島上發現一個小水體，在其中觀察到不同的生物，他將這些生物依照下表中的描述歸類為不同的營養階層。

營養階層	營養階層名稱	發現的生物	描述
第一營養階層	生產者	植物性浮游生物	植物性浮游生物為自營生物，生產自己所需的有機養分。
第二營養階層	一級消費者	動物性浮游生物	動物性浮游生物為草食性生物，它們攝食植物性浮游生物為能量來源。
第三營養階層	二級消費者	小型食浮游生物魚類	這些小型魚類為初級肉食性動物，它們攝食動物性浮游生物作為能量來源。

為了研究這些生物間的交互作用，此生態學家在此水體中引進肉食性魚類族群(只吃其他的小型魚類)，下列有關此外來種引進之後長期結果的敘述，何者正確？

- a. 自營生物的生物量會增加
- b. 自營生物以及草食性生物的生物量都會減少
- c. 草食性生物的生物量會增加
- d. 草食性生物的生物量會減少，自營生物的生物量會增加

【待續】