

2014 年第十一屆國際國中科學奧林匹亞競賽

--選擇題

國立臺灣師範大學 科學教育中心

Aconcagua 山是南半球海拔最高山，屬於安地斯山脈形成之前沿，在阿根廷中西部之門多薩省，也是美洲的最高山，兩座主山峰，一座海拔(海平面以上高度) 6962 公尺，另一座南方主山峰為海拔 6930 公尺，山腰有許多冰川，重要的有東北方冰川又稱為波蘭冰川，以及東方的英格蘭冰川。

挑戰攀登此山吸引了全世界的登山愛好者。



圖 1

1. 考量人體的深層組織，平均溫度大約為 37°C ，根據一日中不同時間，體能運動，環境溫度或者特定的代謝過程，有輕微的變動。不同的神經回饋機制可以調節體溫，部份調節機制如下：

- | |
|----------------|
| 1. 增加肌肉張力所引發顫抖 |
| 2. 水分從皮膚及黏膜的蒸發 |

- | |
|---------------------------|
| 3. 提高基礎代謝率以及血液中的甲狀腺素水平的提升 |
| 4. 急促吸氣及周邊血管擴張 |
| 5. 周邊血管收縮 |

當位於 Aconcagua 山峰的登山者體溫急劇下降時，維持體溫的補償機制為：

- (A) 1, 2 與 4
(B) 2, 3 與 4
(C) 1, 3 與 5
(D) 2, 3 與 5

2. 皮膚是內外的環境間、以及影響體溫的能量交換介面。人體和環境間的這些能量交換是輻射、傳導、以及對流等機制的結果。在低溫環境 (例如 Aconcagua 峰頂)下，若沒有衣服隔熱，人體因對流導致的能量損失會正比於下列何者？

- (A) 身體的表面積、以及身體跟環境間的溫差
(B) 體溫的四次方
(C) 只取決於身體跟環境間的溫差
(D) 身高以及身體跟環境間的溫差

3. 水平面的大氣壓力稱作常態壓力。在這狀態下，氧氣(O_2)的濃度是 $20.9\%v/v$ ，

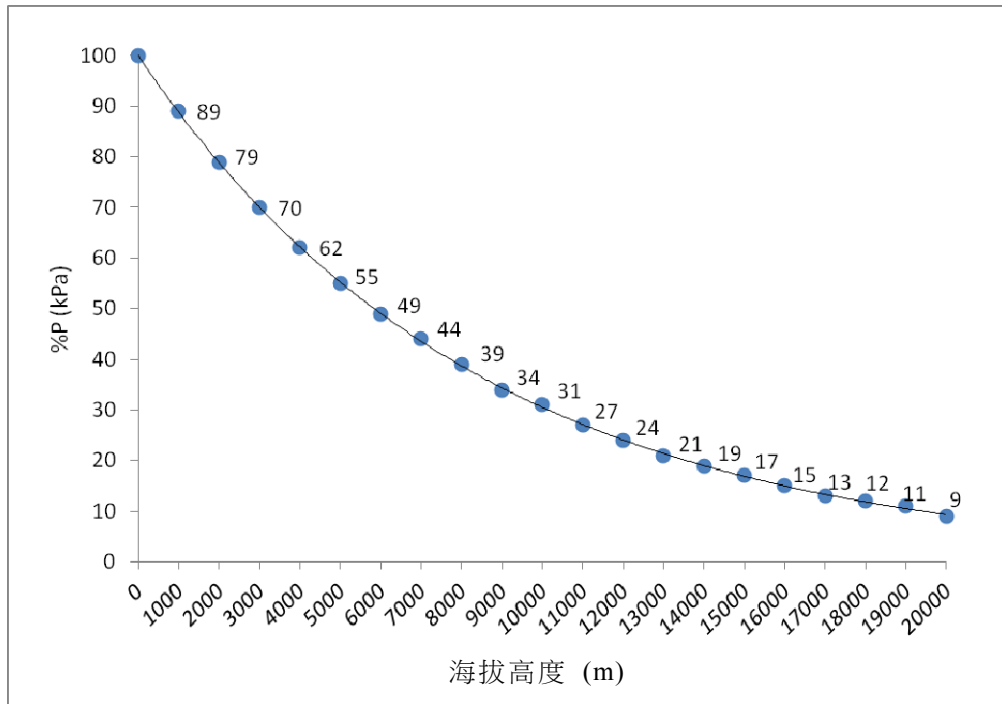


圖 2 氣壓的百分比改變跟高度的關係

因而氧的分壓(P_{O_2})是 21.2 kPa。對人體而言，這濃度足以使血液中的血紅素飽和。當人們攀登 Aconcagua 山時，氣壓會降低，但 O_2 和其他氣體所占的比例保持不變。圖 2 所示的是氣壓的百分比改變跟高度的關係。

已知 Aconcagua 峰的最大高度是海拔 6962 m (可視為 7 000 m)，在峰頂的 p_{O_2} 將是：

- (A) 44.00 kPa
 (B) 9.33 kPa
 (C) 21.00 kPa
 (D) 0.44 kPa
4. 圖 2 的曲線是下列哪種函數的圖：
- (A) 二次函數
 (B) 指數函數
 (C) 線性函數
 (D) 三角函數
5. 圖 2 的曲線在座標為(3000m; 70 %) 處的切線的斜率是：
- (A) 零
 (B) 正數
 (C) 負數
 (D) 不定值
6. 某一登山者正參與攀登 Aconcagua 山的探險訓練，他為去到一個高海拔區域先行適應，以避免因為氣壓降低導致氧氣分壓(p_{O_2})下降所引起的劇烈高山症。前述適應機制之一是：
- (A) 靜脈的化學受器刺激所導致的肺部過度換氣
 (B) 紅血球數量的提升

- (C) 減少對肌肉的氧氣供應
- (D) 提高微血管面積使氧氣的擴散降低

7. 圖 3 為呼吸空氣或純氧時，動脈中血氧飽和度及高度的關係。根據該圖，攀登 Aconcagua 山至海 4,500 公尺，呼吸空氣，使血紅素的氧氣飽和度約為：

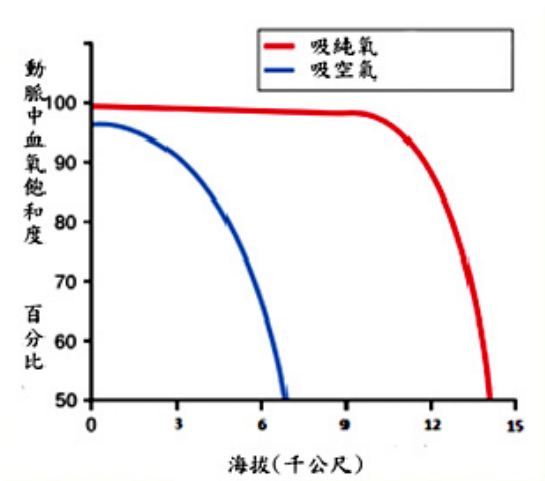


圖 3

- (A) 100%
 - (B) 92%
 - (C) 82%
 - (D) 72%
8. 細胞外液及細胞內液間化學組成的差異，對細胞的存活十分重要。兩者間的成分幾乎完全相同，但濃度卻有極大的差異。以考慮細胞外液及細胞內液的學組成、運輸機制、以及與調控內部環境的器官為前提下，選出下列何者為不正確的敘述
- (A) 血漿與其他細胞外液間，有著相似的離子組成，但蛋白質的含量不同
 - (B) 鈣離子幾乎完全存在於細胞外液

中，然而它對肌肉極為重要

- (C) 與細胞內液相比，細胞外液的氯離子(Cl⁻)、鉀離子(K⁺)及(HCO₃⁻)的濃度較高
- (D) 代謝產物最主要靠肺臟及腎臟排出

9. 假設一個雙原子的分子分解過程 $Y_2(g) \leftrightarrow 2Y(g)$ 是一個吸熱反應 圖 4-1 是分解的平衡狀態之示意圖，圖 4-2 是加入改變後的平衡狀態之示意圖。



圖 4-1

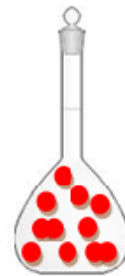


圖 4-2

可導致圖 4-2 平衡態的改變為：

- (A) 加入 Y 原子
- (B) 降低溫度
- (C) 減少體積
- (D) 增加溫度

當聲波經歷反射並回到聲源處，就發生回音這聲學現象。對人而言，要能聽到回聲，必須克服聽覺暫留的干擾。聽覺暫留是人腦能分辨兩個相鄰聲音訊號的最小時間差。對於單純的音波(例如單字)，聽覺暫留等於 70 ms。

10. 圖 5 中的登山者朝峽谷的山壁 B 方向呼喚“救命!”。若在這高度的空氣中的聲速是 344 ms^{-1} ，要使登山者聽到他

自己的回聲，他跟山壁間的最少距離是：

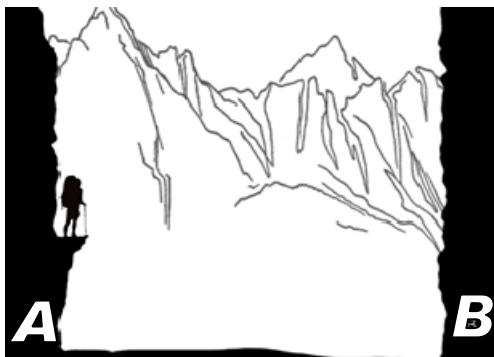


圖 5

- (A) 24.1 m
- (B) 12.0 m
- (C) 241 m
- (D) 4.9 m

11. 波動能量透過垂直於傳播方向的每單位面積的平均速率稱作它的強度。因而若波動向各方向等量傳播，在相距 r 處的強度 I 即是 $I=P/(4\pi r^2)$ 。

已知山壁 A 和山壁 B 之間的距離是 r 。跟登山者所聽到的第一回聲的強度(I_0)相比，他所聽到的第二回聲的強度是：(忽略在山壁 B 反射時的能量損失，以及任何干涉效應)

- (A) $I_0/4$
- (B) $I_0/2$
- (C) I_0
- (D) $2I_0$

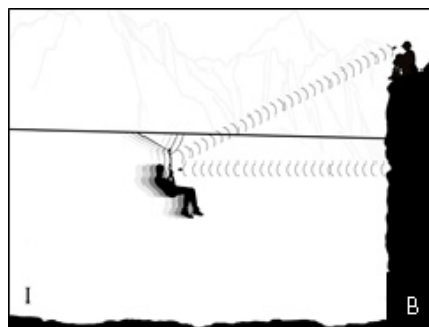
12. 登山者找到一條登山繩（聯接峽谷兩端的緊纜繩），並決定自行爬越。在他以固定速率沿垂直於山壁 B 爬越時，他持續地吹著他的求救哨。下列各圖只

是相關狀況的示意圖。

考慮到杜普勒效應，並忽略山壁 A 的效應，選擇下列的正確選項：

登山者所聽到來自山壁 B 的聲波頻率：

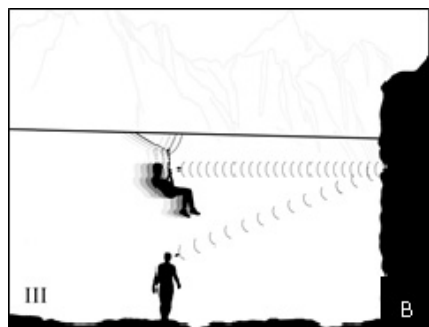
- (A) 跟靜坐在山壁 B 的人所聽到的運動求救哨的頻率相同



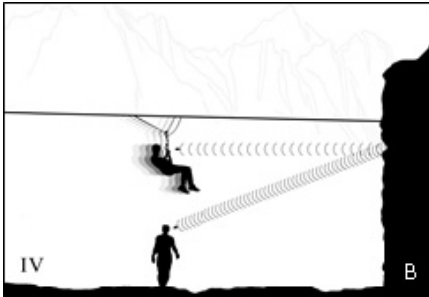
- (B) 跟靜止站立並與登山者跟山壁 B 等距的人所聽到的、從山壁 B 反射的聲波頻率相同



- (C) 大於靜止站立並與登山者跟山壁 B 等距的人所聽到的、從山壁 B 反射的聲波頻率



- (D) 低於靜止站立並與登山者跟山壁 B 等距的人所聽到的、從山壁 B 反射的聲波頻率



13. 成年人的血紅素(Hb-A) 含有四條多肽鏈，兩條 α 鏈各含 141 個胺基酸，兩條 β 鏈各含 146 個胺基酸。
多肽鏈的胺基酸序列屬於：
- (A) 紅血球的四級構造
(B) 紅血球的三級構造
(C) 紅血球的一級構造
(D) 紅血球的二級構造
14. 正常 β 鏈蛋白質有可能發生突變，產生異常的血紅素，形成不可溶的多聚體，它們會沈澱而造成鐮刀狀的紅血球(圖 7)。



- (A) 50%異型合子及 50%隱性同型合子
(B) 50%異型合子及 50%顯性同型合子
(C) 25%顯性同型合子，25%隱性同型合子，50%異型合子
(D) 25% 顯性同型合子，50% 隱性同型合子，25% 異型合子

15. 某人為同型合子並罹患鐮刀型貧血症。根據變異的血紅素及形狀異常的紅血球，可推論出下列何者？
- (A) 氧氣往組織的輸送被刪除
(B) 因異常的紅血球阻塞血管，導致血流量減少
(C) 氧氣的運輸不受影響
(D) 由於血紅素 HbS 的沉積導致血管中的血流量減少
16. 紅血球沉澱造成血管的阻塞，減少了組織的正常養分，小動脈的截面積，可被縮減至正常值的 1/5。
當小動脈的截面積減少，該處的血液流速將：
- (A) 高於週遭的、截面積較大的小動脈的流速
(B) 等於週遭的、截面積較大的小動脈的流速
(C) 低於週遭的、截面積較大的小動脈的流速
(D) 不會變化。
17. 血紅素係由四個吡咯與一個 Fe^{2+} 結合而成，鐵是一個過渡金屬原子序 26 原子量 56，上述鐵離子具有：
- (A) 26 個質子, 26 個電子, 30 個中子

- (B) 26 個質子, 24 個電子, 30 個中子
 (C) 26 個質子, 24 個電子, 24 個中子
 (D) 26 個質子, 26 個電子, 32 個中子

18. 依據下表所列氧化還原配對的化學物質之標準還原電位：

化學物種	標準還原電位：E° (V)
Fe ²⁺ / Fe	-0.44
Cu ²⁺ / Cu	+0.34
Zn ²⁺ / Zn	-0.76
Ag ⁺ / Ag	+0.80

在標準條件下，將這些物質配對成一個電化學電池：

- (A) 當與其他所有元素 (Cu_(s), Zn_(s), Ag_(s)) 配對，Fe²⁺_(aq) 會被還原
 (B) 當 Fe²⁺_(aq) 與 Ag_(s) 及 Cu_(s) 配對時是作為氧化劑，且當 Fe_(s) 與 Zn²⁺_(aq) 配對時是作為還原劑
 (C) Fe_(s) 可被 Ag⁺_(aq)、Cu²⁺_(aq) 氧化，且 Fe²⁺_(aq) 可被 Zn_(s) 還原
 (D) Fe_(s) 可被 Zn²⁺_(aq) 氧化
19. 門多薩植物 *Atriplex lampa* 是一種被子植物，有不完全(單一性別)花。這些花在不同的植株上，所以，在這種情況下，此植物的型態是：
- (A) 雌雄同株，花有雄蕊與心皮一起
 (B) 雌雄同株，花有雄蕊的花與有心皮的花
 (C) 雌雄異株，花有雄蕊的花與有心皮的花
 (D) 雌雄異株，花有雄蕊與心皮一起

20. 滲透作用修改細胞的形狀，如果 *Atriplex lampa* 葉片放置在對此植物為高鹽濃度的介質中，此溶液是一種：

- (A) 低張溶液，使水向細胞外移動，葉片枯萎
 (B) 高張溶液，使水向細胞外移動，葉片枯萎
 (C) 張溶液，使水向細胞內移動，提高細胞膨壓
 (D) 低張溶液，使水向細胞內移動，提高細胞膨壓

21. 關於薄透鏡成像，下列哪個敘述是正確的？

- (A) 對於發散透鏡，若物體從很遠處趨近焦點，所成鏡像是較遠的倒立實像
 (B) 對於會聚透鏡，若物體從很遠處趨近焦點，所成鏡像是較遠的直立實像
 (C) 對於發散透鏡，若物體從透鏡中心趨近焦點，所成鏡像是較小的直立實像
 (D) 對於會聚透鏡，若物體從透鏡中心趨近焦點，所成鏡像是較大的直立虛像

22. 動物具有不同的構造以維持鹽分和水平的平衡，及排除代謝廢物。棲息環境影響了一物種的排泄器官及排泄物的種類。

下表中的 A 欄為動物界中不同的類別，B 欄為不同的排泄構造，針對 A 欄的數字及 B 欄的字母進行配對。

A 欄		B 欄	
1	哺乳類(脊椎動物)	A	無排泄器官
2	腹足類(軟體動物)	B	腎臟
3	六足蟲(節肢動物)	C	馬氏管
4	海星類(棘皮動物)	D	腎管

- (A) 1-A; 2-B; 3-C; 4-D
 (B) 1-B; 2-D; 3-C; 4-A
 (C) 1-B; 2-A; 3-D; 4-C
 (D) 1-C; 2-B; 3-D; 4-A

23. 化學元素 A 的原子序為 11，元素 B 的原子序為 17，在基態時其電子組態為：

- (A) A: $1s^2 2s^2 3s^3 3p^4$ B: $1s^2 2s^2 3s^2 2p^6 3p^6$
 (B) A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ B: $1s^2 2s^2 3s^2 3p^5$
 (C) A: $1s^2 2s^2 3s^3 3p^4$ B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$
 (D) A: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ B: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

24. 如果一理想氣體的壓力減半且絕對溫度加倍，則此氣體體積：

- (A) 將增為原來的四倍
 (B) 將變為原來的四分之一
 (C) 將保持不變
 (D) 將增為原來的兩倍

25. 1.0 莫耳的二氧化碳與 1.0 莫耳的水在 25°C 下置於一密閉容器內，保持溫度不變，將容器內一半的水用虹吸管抽走，則剩下密閉容器內水中溶解的 CO_2 濃度：

- (A) 將會下降，因為容器中的水容易揮發
 (B) 將會下降，因為 CO_2 氣體的體積與壓力都會增加
 (C) 將會下降，因為較少量的水降低了

CO_2 的溶解度

(D) 將會下降，因為其氣壓下降導致其溶解度下降

26. 一個黃棕色的結晶物在試管中劇烈加熱到 280°C ，一種無色液體凝結在試管口，晶體漸漸失去黃色而轉變為暗綠色粉末，每克黃棕色晶體可生成 0.39g 無色液體與 0.61g 暗綠色粉末，由不同來源所得到的此種晶體都具有相同的重量關係。

這些觀察與以下哪個假設相符，此黃棕色結晶物是：

- (A) 一種溶液
 (B) 一種不均勻的混合物
 (C) 一種水合鹽
 (D) 一種元素

27. 水是一個具有異常物理性質的化合物，其特性可使生命存在。下列何者可用以解釋這些特：

- (A) 水分子彼此間可以氫鍵作用
 (B) 水分子在氫-氧之間製造離子鍵，使其他化合物具有溶解度並形成溶液
 (C) 水分子間只有倫敦作用力
 (D) 水分子彼此間只有很弱的作用力，這是它們容易游離的理由

28. 考慮桌面上作二維運動的粒子的實驗。粒子沿四條不同路徑、以固定速率從 P_1 點跑到 P_2 點 (圖 8)，但它從 P_1 跑到 P_2 的時間對四條路徑都是相同的。

假設作實驗的物理學家測量粒子在每條軌跡的 X 點的動能。求在 X 點處動能最小的路徑。

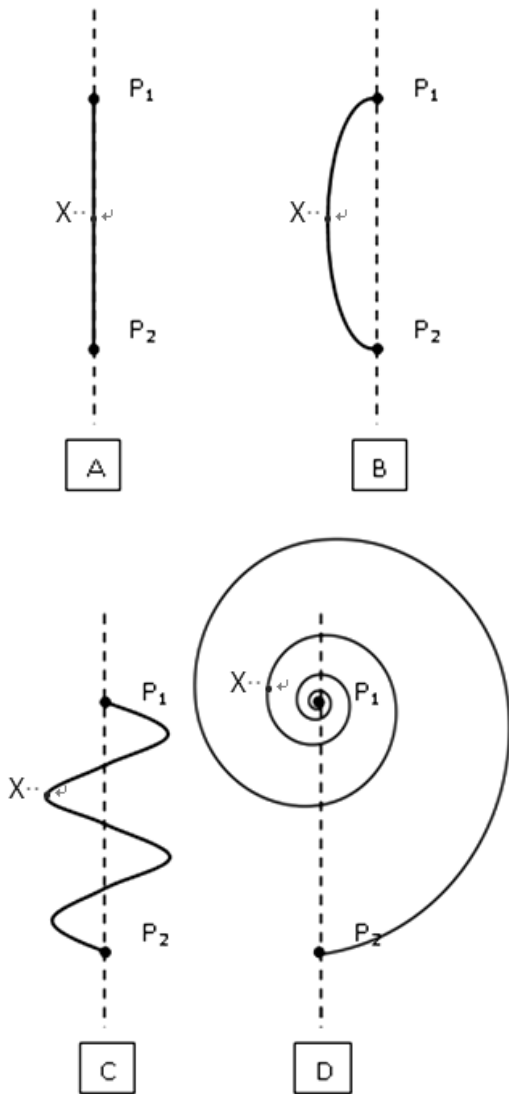


圖 8

- (A) A
- (B) B
- (C) C
- (D) D

29. 平流層中的臭氧來自於氧分子受到太陽輻射照射。在 25°C 與 1 bar 壓力的條件下，大氣層中的臭氧體積覆蓋於地球表面相當於一層 3 mm 的厚度。它的存在對維持地球上的生命極為重要。

臭氧是：

- (A) 氧的同位素
- (B) 氧的離子
- (C) 氧的同素異形體
- (D) 氧的異構物

30. 考慮圖 9 所示的電路。若立方體每邊的電阻是 R ，則 a 點和 h 點之間的電阻是：

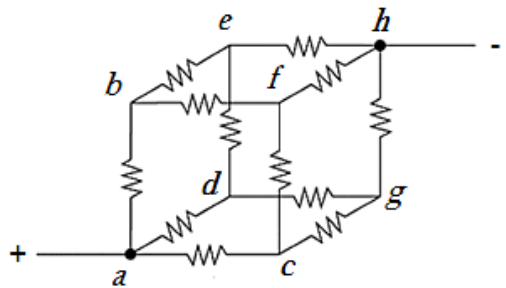


圖 9

- (A) $12R$
- (B) $(5/6)R$
- (C) R
- (D) $(3/2)R$