

# 2016 年第十三屆國際國中科學奧林匹亞競賽

## --選擇題試題

國立臺灣師範大學 科學教育中心

時間：3 小時

分數：30 分

- 粉筆的成分是碳酸鈣  $\text{CaCO}_3$ ，此非水溶性化合物是由氫鈣液加入碳酸鈉溶液所得。請問需多少毫升(mL) 0.25 M 氯化鈣才能與 50mL 0.15M 的  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  溶液完全反應？
  - 10
  - 15
  - 30
  - 60
- 沸石是一種多孔性的物質常用來當作催化劑，以下關於催化劑的敘述哪些正確：
  - 催化劑提高反應平衡常數。
  - 催化劑降低反應活能。
  - 催化劑不參與反應過程。
  - 催化劑使反應速率變快。
  - (1) 與 (2)
  - (2) 與 (4)
  - (3) 與 (4)
  - (1) 與 (4)
- 一電子由 K ( $n=1$ ) 殼層軌域上升至 M ( $n=3$ ) 殼層軌域，與此現象有關的正確描述為：
  - 電子吸收的能量等於 M 軌域能量減去 K 軌域能量。
  - 電子吸收的能量等於 K 軌域能量減去 M 軌域能量。
  - 電子放出的能量等於 M 軌域能量減去 K 軌域能量。
  - 電子放出的能量等於 K 軌域能量減去 M 軌域能量。
- 生質酒精( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )可作為替代能源是根據下列燃燒反應：
$$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} + \text{Energy}$$
如果 13.8 g 的生質酒精與 19.2 g 的  $\text{O}_2$  燃燒，在標準狀態(STP)下，釋放到空氣裡的  $\text{CO}_2$  體積為…(C=12, O=16, H=1)
  - 8.96 L
  - 13.4 L
  - 17.9 L
  - 6.72 L
- 某一指示劑 HIn 的酸解離常數  $K_a=1$

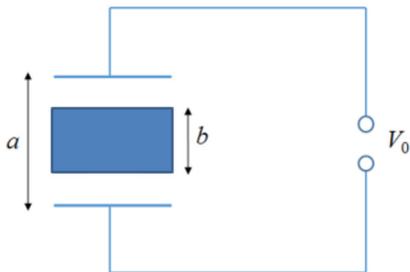
- $\times 10^{-5}$ ，若水溶液含未解離指示劑(HIn)為黃色，水溶液含解離態  $\text{In}^-$  為綠色，請問當  $\text{pH}=3.0$  時，此指示劑的溶液應呈何顏色？
- A. 黃  
B. 綠  
C. 淺黃  
D. 淺綠
6. 自  ${}_{19}\text{K}^+$ ,  ${}_{18}\text{Ar}$  與  ${}_{17}\text{Cl}^-$  各移除一個電子所需的能量，請由小到大排序：
- A.  $\text{K}^+ < \text{Ar} < \text{Cl}^-$   
B.  $\text{Ar} < \text{Cl}^- < \text{K}^+$   
C.  $\text{Cl}^- < \text{K}^+ < \text{Ar}$   
D.  $\text{Cl}^- < \text{Ar} < \text{K}^+$
7. 有一 0.244g 的雙質子酸樣品需用 40.0mL 0.100 M 的 KOH 才能將其完全中和，此酸的分子量為…
- A. 244 g/mol  
B. 122 g/mol  
C. 61 g/mol  
D. 488 g/mol
8. 一種有效的麻醉劑 cyclopropane 含有碳與氫兩種元素，其組成比例為 1.0g 的氫及 6.0g 的碳，如果一個 cyclopropane 的樣品含有 30g 氫，則此樣品含有多少克(g)的碳？
- A. 5  
B. 54  
C. 180  
D. 864
9. 酸雨現象為當今主要的環境議題之一，雨水在未被汙染的大氣中原本應該為…
- A. 中性  
B. 弱鹼性  
C. 弱酸性  
D. 強酸
10. 試問  $5.0 \times 10^{-8}$  M HCl 的水溶液，pH 等於…
- A. 6.3  
B. 6.8  
C. 7.3  
D. 7.8
11. 地震時若搖晃造成土地液化，重物會沈入地裏。液化時沙粒互相滑動的摩擦力很小。可用土地樣品的空率  $e$  來預測沙地液化的可能性，
- $$e = \frac{V_{voids}}{V_{grains}}$$
- 上式中， $V_{voids}$  是樣品中沙粒的總體積，而  $V_{grains}$  是沙粒間空區的總體積。若空率的  $e$  臨界值超過 0.65，地震時就可能發生液化。若沙粒的最初組成主要是二氧化矽( $\text{SiO}_2$ )，其密度  $\rho_{\text{SiO}_2} = 2.6 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ，求在發生液化的臨界值時的沙密度  $\rho_{\text{sand}}$  為何？
- A.  $1.58 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

- B.  $1.69 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$   
 C.  $2.43 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$   
 D.  $4.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$

12. 印尼是位於赤道的亞洲國家。假設你躺在近赤道的海邊透過平靜的海面看夕陽。當你發現日頂消失時，按下碼錶開始計時，接著立刻起立，使眼升高高度  $H=1.70 \text{ m}$ ，當再一次看到日頂消失時，按停碼錶。若間隔的時間  $\Delta t=11.1 \text{ s}$ ，並假設地球是圓的，根據你的觀察，估計地球的半徑  $r$  為何？

- A.  $4.83 \times 10^6 \text{ m}$   
 B.  $5.30 \times 10^6 \text{ m}$   
 C.  $6.61 \times 10^6 \text{ m}$   
 D.  $7.20 \times 10^6 \text{ m}$

13. 考慮如下圖，由中間一塊長度  $b$  的可移動之穩固金屬塊構成的兩串聯電容。

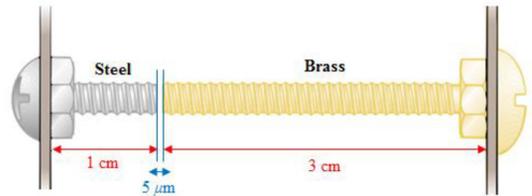


電容由中間可移動的穩固金屬塊構成

每一電容板的面積為  $A$ 。若兩外板間電位差保持固定常數  $V_0$ ，求當移除中間金屬塊時，電容中儲存能量的變化為何？

- A.  $\frac{\epsilon_0 A V_0}{2(a-b)} \left(\frac{a}{b}\right)$   
 B.  $\frac{\epsilon_0 A V_0}{2(a-b)} \left(\frac{b}{a}\right)^2$   
 C.  $\frac{\epsilon_0 A V_0^2}{2(a-b)^2} \left(\frac{b}{a}\right)^2$   
 D.  $\frac{\epsilon_0 A V_0^2}{2(a-b)} \left(\frac{b}{a}\right)$

14. 一設計不良的電子元件有二螺絲在內部幾乎相碰，其結構尺度如下圖：



由兩個不同結構構成的電子元件

鋼和黃銅處於不同電位下若兩者相碰，將造成短路而損傷元件。若最初在  $27.0^\circ\text{C}$  時，兩螺絲相隔  $5.00 \mu\text{m}$ ，求在何溫度時，兩螺絲會接觸？

鋼和黃銅的熱膨脹係數依序分別為  $11.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$  和  $19.0 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 。

- A.  $34.4^\circ\text{C}$   
 B.  $36.6^\circ\text{C}$   
 C.  $42.9^\circ\text{C}$   
 D.  $46.2^\circ\text{C}$

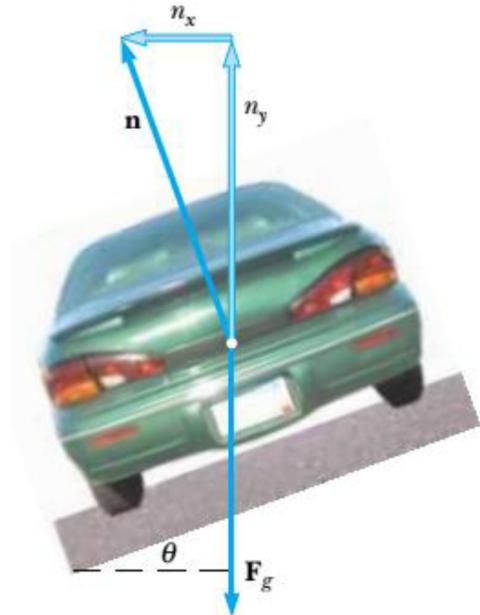
15. 下圖顯示的海中浮冰，因大部分的冰在水面下而極其危險。



當可見的冰還有一段距離時，隱藏在水面下仍能損害船隻。若海密度  $1030 \text{ kg/m}^3$ ，冰山密度  $917 \text{ kg/m}^3$ ，估計冰山在水面下的分率。

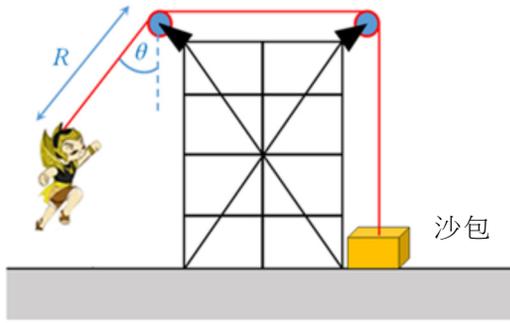
- A. 0.352
- B. 0.756
- C. 0.781
- D. 0.890

16. 土木工程師欲為公路設計彎曲盤道。車子在此路上不需依賴摩擦力，也不打滑。換句話說，只要車子在預設的速度下行駛，即使道路覆冰，也能通過彎道。如此的盤道通常傾斜彎曲，也就是如下圖的向彎內傾斜  $\theta$  角。假設預的速度是  $13.4 \text{ m/s}$  且彎道的圓半徑是  $50.0\text{m}$ 。求彎道傾斜角  $\theta$  為何？(重力加速度為  $9.80\text{m/s}^2$ )
- A.  $13.5^\circ$
  - B.  $17.9^\circ$
  - C.  $20.1^\circ$
  - D.  $28.3^\circ$



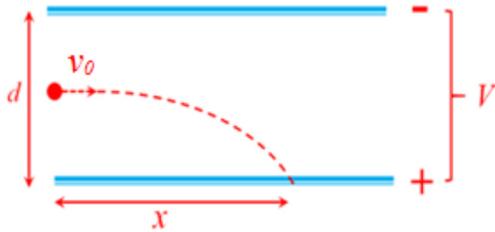
公路彎曲盤道設計示意圖

17. 你欲設計一裝置去支撐質量  $65 \text{ kg}$  的演員在表演時飛下舞台。你將演員以輕鋼纜將身上繫帶穿過兩個無摩擦的滑輪與  $130\text{-kg}$  的沙包相連如下圖。在繫帶和最靠近的滑輪間，你需要  $3.0 \text{ m}$  的纜線使滑輪能隱於幕後。此裝置要成功運作，當演員由舞台盪下地板時，沙包不可舉離地面。演員的纜線起初與鉛垂線夾角  $\theta$ 。求不使沙包舉離地面的最大  $\theta$  角為何？(可將演員視為質點)
- A.  $30^\circ$
  - B.  $40^\circ$
  - C.  $60^\circ$
  - D.  $90^\circ$



支撐演員在表演時飛下舞台的裝置示意圖

18. 兩片距離  $d$  的水平平行大金屬板，兩板間保持電位差  $V$ ，其中下板是正電位如下圖。

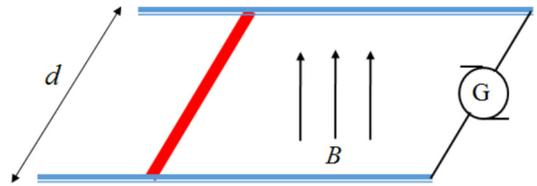


在兩板電場作用下電子束運動示意圖

一束電子 (帶電量  $-e$ , 質量  $m$ ) 以速度  $v_0$  由兩板中間水平射入, 之後撞上正電板。求水平射程  $x$  為何?

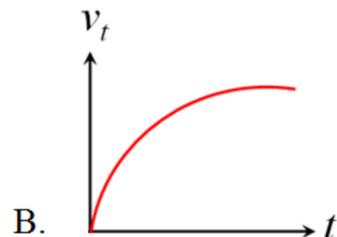
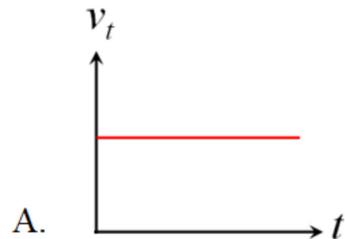
- A.  $\frac{v_0^2 dm}{2eV}$   
 B.  $\frac{v_0 eV}{2dm}$   
 C.  $v_0 d \sqrt{\frac{m}{eV}}$   
 D.  $v_0^2 d \sqrt{\frac{eV}{m}}$

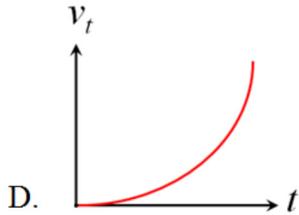
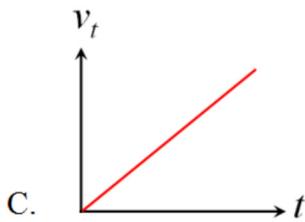
19. 質量  $m$  的金屬線在間距  $d$  的二條無摩擦軌道上滑動如下圖。此裝置放在垂直均勻磁場  $B$  中。



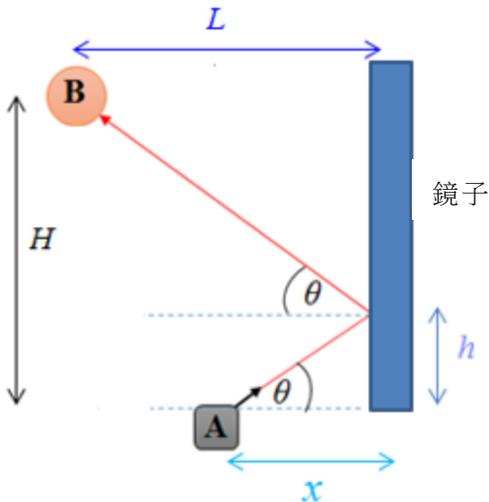
均勻磁場中金屬線在二條無摩擦軌道上滑動示意圖

電流產生器  $G$  產生沿一軌道經金屬線再由另一軌道流回的固定不變的電流  $I$ 。設一開始  $t=0$  時, 金屬線靜止。下列何圖為正確的速度  $v_t$  對時間  $t$  的函數圖?





20. 如下圖為一位於點 **A** 的光源入射後經鏡面反射的光路。  
位於點 **B** 的物體是反射光的瞄準靶。  
若點 **B** 到鏡面的水平距離為 2.20 m，  
**A** 與 **B** 間( $H$ )和 **A** 與反射點間( $h$ )的垂直距離依序分別為 1.68 m 和 0.430 m。  
求光源( $A$ )與鏡面間的水平距離( $x$ )。



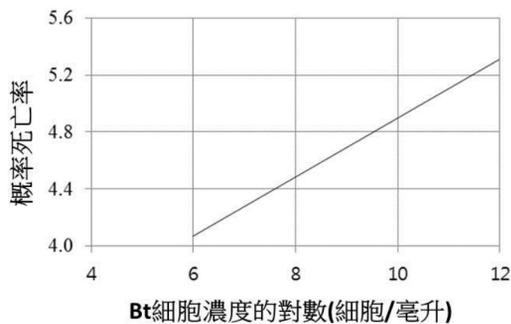
從點 **A** 到點 **B** 的光路示意圖

- A. 0.381m  
B. 0.757m  
C. 1.04 m  
D. 1.42 m

21. 雌蠶蛾利用在空氣中釋出化學訊號以吸引雄蟲，一隻數百公尺外的雄蟲可以利用其化學接受器偵測到這些化學物質，再飛向這些化學物質的起源處。化學接受器可以對化學刺激產生反應，他是像梳子狀的觸角，一個觸角的觸鬚備有數百個接受細胞以偵測異性的吸引。對雄蛾找到雌蛾的能力所提出的正確假說是：雄蛾觸角上的化學偵測器----
- A. 是專一的以偵測雌蛾在特定距離內所釋出的化學分子，雄蛾被雌蛾釋出的特殊化學分子引導以找到雌蛾。
- B. 是非專一地偵測雌蛾在特定距離內所釋出的化學分子。
- C. 可以偵測到空氣中所有的化學分子，但是雄蛾是靠機運找到雌蛾的。
- D. 可以偵測到空氣中所有的化學分子包括雌蛾所釋出用以吸引雄蛾的特定化學分子。
22. 對分離的枯草桿菌(*Bacillus thuringiensis Bt*) ORG1，以概率分析來檢定其對斜紋夜蛾三齡幼蟲的致病性。大家熟知的百分之五十致死濃度(LC<sub>50</sub>)是

指使斜紋夜蛾(*Spodoptera litura*)幼蟲百分之五十死亡(死亡機率=5)的細菌細胞濃度。對 *Bt* ORG1 概率分析, 分離使用回歸線斜率  $Y=2.8279+0.2069X$  (如下圖), 結果 24 小時的百分之五十致死濃度 ( $LC_{50}$ ) =  $3.15 \times 10^{10}$  cell/mL。今有檢測另一種分離一樣可使這種斜紋夜蛾幼蟲致病的枯草桿菌 *Bt* ORG2, 獲得概率回歸線的斜率為 0.5245, 且 24 小時的百分之五十致死濃度 ( $LC_{50}$ ) =  $2.15 \times 10^{10}$  cell/mL。根據此致死概率的回歸線、斜率以及百分之五十致死濃度 ( $LC_{50}$ ) 數值, 何者的致病性較強?

圖概率回歸線,  $Y=2.8279+0.2069X$ , 枯草桿菌分離液 ORG 1 對斜紋夜蛾 3 齡幼蟲致病的生物分析

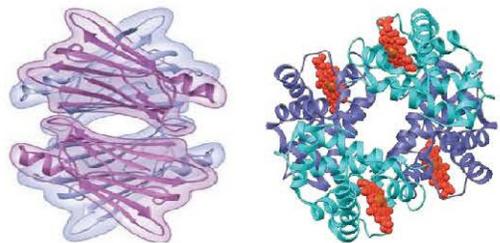


- Bt* ORG1 分離液
- Bt* ORG2 分離液
- Bt* ORG1 的致病性如同 *Bt* ORG2
- 枯草桿菌不管是 ORG1 分離液或 ORG2 分離液都沒有致病性

23. 下列有關原核生物的敘述, 何者是錯

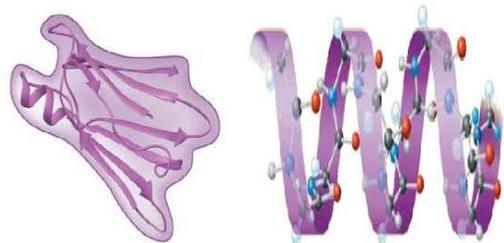
誤的? 它有……

- 擬核, 細胞中 DNA 所在的區域(不被膜所包覆)
  - 菌毛, 某些原核生物表面的附著構造
  - 質膜, 包覆著細胞質
  - 中心體, 細胞中微管的啟始處, 包含了一對中心粒
24. 血紅蛋白為紅血球中可與氧結合的蛋白質, 也是由四個次單元所構成的球蛋白。四個次單元為四個多肽, 其中兩個為  $\alpha$  次單元, 兩個為  $\beta$  次單元。 $\alpha$  及  $\beta$  次單元均為具  $\alpha$ -螺旋的二級構造。每一個次單元均包含一個稱為血紅素的非多肽組成分, 它可藉由鐵離子與氧結合, 下列何者為血紅蛋白的構造圖?



A

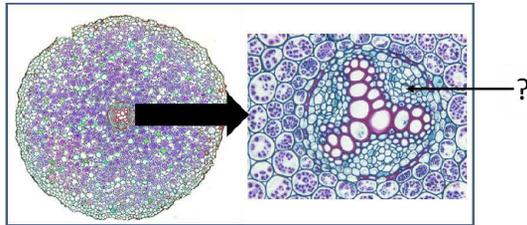
B



C

D

25. 下圖為毛茛的根橫切面圖，此圖顯示出幼根的初生組織，此根的橫切面表示根組織的基本型式。此根組織圖中問號所指的名稱為何？



毛茛的根橫切面圖

- A. 韌皮部  
B. 皮層  
C. 木質部  
D. 內皮層
26. 瘧疾是由瘧原蟲所起的疾病。瘧原蟲以蚊子為媒介進行傳播。有一種瘧蚊與兩種不同種類的猴子X與Y生活在森林中，X猴子對瘧原蟲免疫，但Y猴子不免疫。在此森林中，這種瘧蚊又是某種鳥的一種食物來源。假如這種鳥突然間被獵人獵殺殆盡，下列敘述，何者是立即可觀察到的結果？
- A. 升高X猴子的死亡率  
B. 升高Y猴子的死亡率  
C. 升高此種瘧蚊的死亡率  
D. X猴子及Y猴子的死亡率都不升高
27. 在印尼東爪哇地區勃魯溫國家公園中某些刺槐樹，中空樹幹中棲息著會螫人的螞蟻，他們會攻擊任何會觸碰到該樹的生物，而刺槐樹提供了這些

螞蟻所需的養分，此種生物間交互作用的例子稱為

- A. 互利共生  
B. 寄生  
C. 競爭排除作用  
D. 物種間競爭

28. 人類血球細胞的表面具有許多種類的抗原，其中一類的抗原被命名為MN類，將其注射至兔子體內可誘發抗體的產生。MN類的等位基因，通常被命名為M和N，為共顯性。當基因型為NN時，只會產生抗原N，而異型合子的基因型為M和N，則會同時產生兩種抗原。參閱下列所提供的數據：

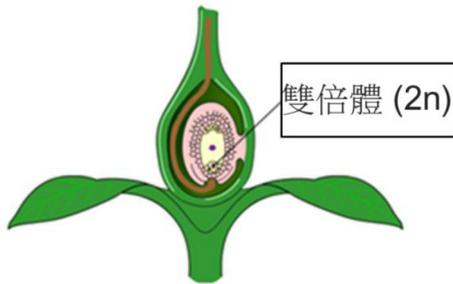
基因型	觀察結果
MM	320
MN	480
NN	200
總數	1000

則M等位基因的頻率為何？

- A. 0.44  
B. 0.56  
C. 0.32  
D. 0.16

29. 植物與動物的有性生殖，均包含由兩個配子細胞，結合形成單一個合子細胞。配子包括卵和精子，卵受精後形成合子，具有雙套染色體，合子會進

一步發育成----(提示：下圖為受精卵示意圖)



- A. 胚胎
  - B. 胚乳
  - C. 心皮
  - D. 胚珠
30. 光合作用包含兩個步驟，每一步驟都有複雜的過程。此兩個步驟是被熟知的：(i)需光反應是光合作用的第一個

階段，利用葉綠素吸收太陽的光能，以及(ii)卡爾文循環回第二階段，可以在黑暗中進行。下列有關光合作用的敘述，何者**錯誤**？

- A. 是需光反應與卡爾文循環的結合，在葉綠體中，需光反應在類囊體(thylakoid)膜上進行，卡爾文循環則發生在基質
- B. 需光反應可產生ATP，利用化學滲透作用，使ADP與磷酸根結合獲得能量，此過程稱為光合磷酸化作用
- C. 需光反應利用光能產生ATP及NADPH，可於卡爾文循環中提供化學能
- D. 卡爾文循環中由有機分子釋出CO<sub>2</sub>，以轉化為糖