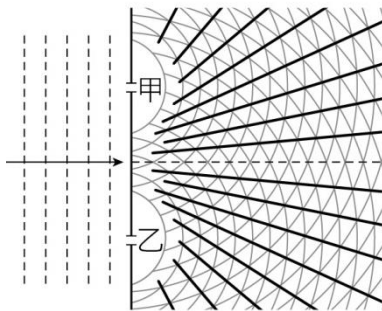


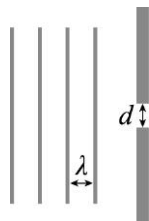
一、單選題(18 小題，每題 4 分，共 72 分)

1. ( ) 在水波槽實驗中，當水波由深 1 cm 的淺水區入射至深 2 cm 的深水區時，在淺水區與深水區的交界處發生折射現象。假設水深與水波的振幅都比波長小得多，以致水波的波速平方與水深成正比，則下列敘述何者正確？  
 (A)若入射角為  $53^\circ$ ，則折射角為  $30^\circ$  (B)若入射角為  $45^\circ$ ，則折射角為  $60^\circ$   
 (C)若入射角為  $30^\circ$ ，則折射角為  $53^\circ$  (D)若入射角為  $60^\circ$ ，則折射角為  $45^\circ$   
 (E)若入射角為  $30^\circ$ ，則折射角為  $45^\circ$

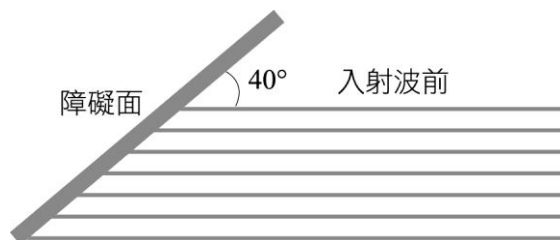
2. ( ) 在一均勻水面上，一直線波前經過甲、乙兩小缺口後，會產生半圓波形，如圖所示。此現象需用哪一種理論或定律來解釋比較合理？



- (A)水波折射定律 (B)重疊原理 (C)惠更斯原理  
 (D)水波直線前進 (E)水波反射定律
3. ( ) 在「水波繞射」實驗中，讓波長  $\lambda$  的直線水波通過一個寬度為  $d$  的孔隙，下列哪個選項的條件，繞射現象最不明顯？

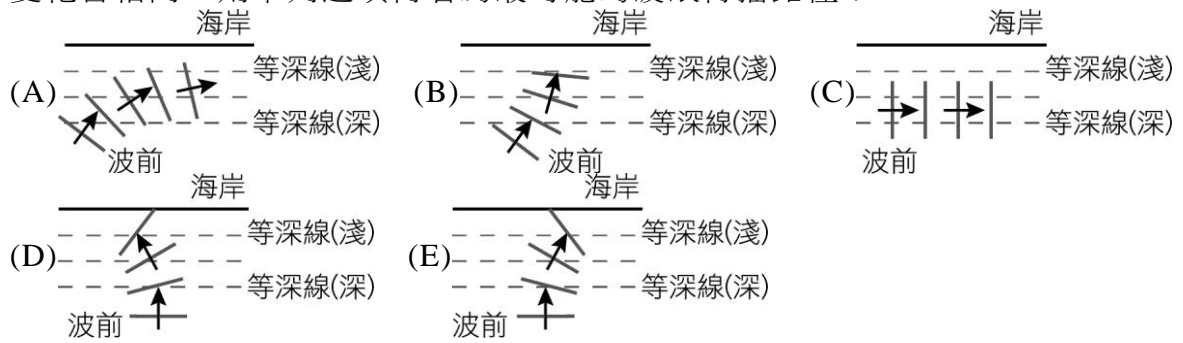


- (A)  $\frac{\lambda}{d} = 0.0001$  (B)  $\frac{\lambda}{d} = 0.001$  (C)  $\frac{\lambda}{d} = 0.01$  (D)  $\frac{\lambda}{d} = 0.1$  (E)  $\frac{\lambda}{d} = 1$
4. ( ) 如圖所示，當直線水波遇到障礙面時，發生反射現象。關於此現象的描述，下列何者正確？

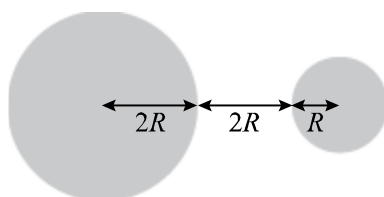


- (A)反射波的波長變長 (B)反射波的波速變慢 (C)入射角為  $50^\circ$   
 (D)反射波前和障礙面的夾角為  $50^\circ$  (E)反射角為  $40^\circ$

5. ( ) 水深愈深，波浪的行進速度愈快，然而受海底地形起伏影響，當波浪向海岸傳播時，往往會因速度變慢而產生偏折的現象。圖中虛線為等深線，愈靠近海岸水深愈淺。灰色實線為海浪的波前，箭頭代表波浪的行進方向，假設海底地形變化皆相同，則下列選項何者為最可能的波浪傳播路徑？



6. ( ) 水波發生折射的原因為何？ (A)水波的頻率發生改變 (B)水波的波速發生改變 (C)水波的振幅發生改變 (D)水波的能量發生改變 (E)以上皆是
7. ( ) 下列有關「磁力線」的敘述，何者正確？ (A)磁力線密度較大處，磁場也較強 (B)當兩磁極非常靠近時，磁力線有機會相交 (C)磁鐵外部的磁力線由 S 極出發到 N 極 (D)磁力線為非封閉的曲線 (E)磁鐵內部沒有磁力線
8. ( ) 水波槽內有兩個相距為  $d = \frac{3}{2}\lambda$  的同相點波源，同時發出波長同為  $\lambda$  且相同振幅的水波。則下列敘述何者正確？ (A)共有 4 條腹線 (B)共有 4 條節線 (C)中央線為腹線，任何時刻在中央線上的質點振動位移不可能為零 (D)節線上任一點均為波峰與波谷重疊之處 (E)水波槽底下的白紙上，顯示出腹線為亮線，節線為暗線
9. ( ) 一輛小摩托車與大卡車相向對撞，摩托車全毀。若只考慮量值但不考慮方向，則下列有關碰撞時力與加速度的敘述何者正確？ (A)摩托車受力量值較小，加速度量值也較小 (B)摩托車受力量值較大，加速度量值也較大 (C)二車受力量值相等，加速度也量值相等 (D)二車受力量值相等，但摩托車的加速度量值較小 (E)二車受力量值相等，但摩托車的加速度量值較大
10. ( ) 在水平桌面上，以一水平力 8 牛頓推動 2 公斤之物體時，可產生量值為 2.0 公尺/秒<sup>2</sup>之加速度，若改用 12 牛頓之力推同一物體，則其加速度量值為多少公尺/秒<sup>2</sup>？ (A)5.0 (B)4.5 (C)4.0 (D)6.0 (E)3.5
11. ( ) 密度相同且質量皆均勻分布的大、小兩個實心球，半徑分別為  $2R$  及  $R$ 。已知半徑為  $r$  的球，其體積為  $\frac{4}{3}\pi r^3$ ，若小球的質量為  $m$ ，當兩球以如圖所示的位置擺放時，兩球間的重力為何？

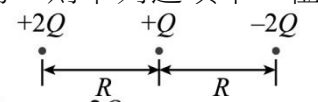
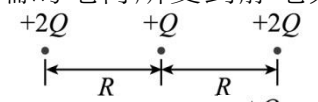


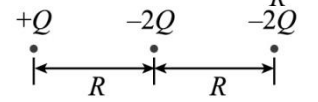
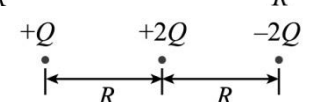
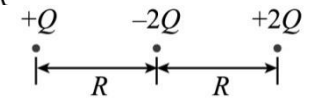
- (A)  $\frac{8Gm^2}{25R^2}$  (B)  $\frac{Gm^2}{25R^2}$  (C)  $\frac{Gm^2}{R^2}$  (D)  $\frac{16Gm^2}{25R^2}$  (E)  $\frac{8Gm^2}{R^2}$

12. ( ) 由分子的觀點來看物質的三態變化，下列敘述何者**錯誤**？ (A)在特殊的壓力條件下，冰也可以昇華直接變為水蒸氣 (B)溫度的高低在微觀上代表分子運動的劇烈程度 (C)氣體物質液化的過程中，分子與分子間的距離會增長 (D)鐵塊受到高溫後，也可以變為氣態 (E)固態物質中分子之間有特定的晶格結構

13. ( ) 在大型原子核內，中子數通常大於質子數，其主要原因是下列哪一項？ (A)增加弱核力來抵抗質子間的庫倫斥力 (B)利用質子和中子間的庫倫引力來抵抗質子間的庫倫斥力 (C)增加重力來抵抗質子間的斥力 (D)增加強核力來抵抗質子間的庫倫斥力 (E)只要質量愈大，原子核就愈穩定

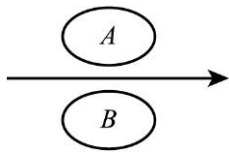
14. ( ) 三個點電荷排列成一直線，若  $Q$  為電量( $Q > 0$ )， $R$  為點電荷間的距離，且所有電荷皆固定不動，則下列選項中，位於左端的電荷所受到靜電力的合力量值何者最大？

(A)  (B) 

(C)  (D)  (E) 

15. ( ) 冷次定律是下列哪一項的必然結果？ (A)能量守恆 (B)電荷守恆 (C)質量守恆 (D)力學能守恆 (E)質能守恆

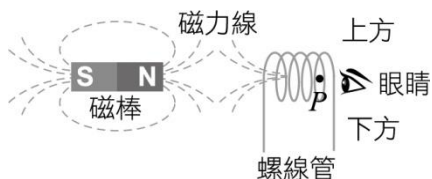
16. ( ) 如圖所示，在水平桌面上的長直導線兩側放置  $A$ 、 $B$  兩個固定的圓形線圈。當長直導線之電流逐漸減小時，則由正上方俯視兩線圈上感應電流之方向為何？



(A)  $A$  順時針、 $B$  逆時針 (B)  $A$  逆時針、 $B$  順時針 (C) 皆順時針  
(D) 皆逆時針 (E)  $A$ 、 $B$  皆不會產生感應電流

17. ( ) 下列有關「電磁波」的相關敘述，何者正確？ (A)微波爐中使用的微波，其頻率比  $X$  射線還高 (B) $\alpha$  射線是一種高能量的電磁波 (C)我們曬太陽時會覺得熱，主要是陽光中紫外線的作用 (D)電磁波需要介質才能傳播 (E)紅外線與  $\gamma$  射線在真空中傳播的速率相同

18. ( ) 有一固定不動的磁棒及螺線管，磁棒的長軸通過垂直置放之螺線管的圓心  $P$  點，當螺線管通以電流時，空間中的磁力線分布如圖中的虛線。若在圖中  $P$  點右方觀察，則下列關於電流與磁場的敘述，何者正確？

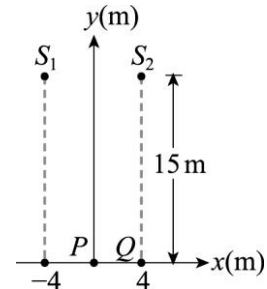


(A)螺線管上電流為零 (B)  $P$  點的磁場方向為向上 (C)  $P$  點的磁場方向為向下  
(D)螺線管上電流方向為順時針方向 (E)螺線管上電流方向為逆時針方向

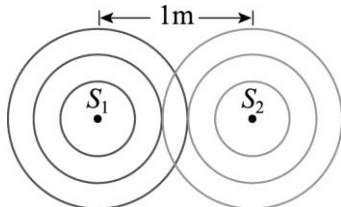
## 二、多選題(7 小題，每題 4 分，共 28 分)

19. ( ) 兩同相點波源  $S_1$  和  $S_2$  相距 24 cm，一起發出頻率 25 Hz、波速 2 m/s 的水波，則兩波干涉後，下列敘述哪些正確？(應選 2 項) (A) 在  $\overline{S_1S_2}$  連線上，離波源  $S_1$  最近的節點，與  $S_1$  相距 1 cm (B) 第 2 節線上的點到兩波源的波程差為 12 cm (C) 波源  $S_1$  處為腹點、 $S_2$  處為節點 (D) 在  $\overline{S_1S_2}$  連線上，相鄰節點間的距離為 2 cm (E) 在  $\overline{S_1S_2}$  連線之間，總共可觀察到 6 條節線

20. ( ) 如圖所示，將兩臺喇叭分別置於  $y=15\text{ m}$ ， $x=\pm 4\text{ m}$  處，同時發出頻率同為 170 Hz 的單頻聲波，如圖所示。圖中的  $P$  點位於原點  $(0,0)$ ， $Q$  點位於  $(4\text{ m},0)$ ，由於聲波的干涉，觀測者在  $x$  軸不同位置上可聽到音量有大小起伏的變化。若當時聲速為 340 m/s，則下列敘述哪些正確？(應選 2 項)



- (A) 沿  $x$  軸由  $P$  點到  $Q$  點之間還有 2 處音量最小 (B) 聲波的波長為 2 m  
 (C)  $Q$  點距兩波源的波程差為 1 m (D)  $Q$  點位於第一腹線上  
 (E) 由原點沿  $+x$  軸走，相鄰兩個聲音最小聲處間的距離皆為半個波長
21. ( ) 如圖為水波槽中相距 1 m 的兩點波源  $S_1$  及  $S_2$ ，同步以相同振幅每分鐘 300 次的頻率產生水波，且已知此時水的波速為 1 m/s。下列敘述哪些正確？(應選 2 項)



- (A)  $S_1$  及  $S_2$  恰位於第 5 節線上 (B) 共有 10 條節線 (C) 共有 10 條腹線  
 (D) 干涉條紋產生的節線或腹線，皆屬數學上的雙曲線  
 (E) 節線的數目取決於波動產生的波長及兩點波源間的距離
22. ( ) 下列關於慣性的敘述，哪些正確？(應選 2 項) (A) 牛頓第一運動定律說明外力可以改變物體的慣性大小 (B) 物體的運動狀態改變時，物體一定受外力作用 (C) 物體的運動速度愈大，則慣性愈大 (D) 同一物體在靜止狀態與運動中的慣性大小不同 (E) 物體的質量愈大，慣性愈大
23. ( ) 下列關於水的三態變化的敘述，哪些正確？(應選 2 項) (A) 溫度愈高，分子的動能就愈大，將液態水加熱到達沸點時，水分子的動能足以克服彼此間的吸引力，因此四散飛離，變成快速運動的氣體分子 (B) 當液態水的溫度低於凝固點時，水分子因彼此間的作用力，形成特定的晶格結構，水凝固成冰 (C) 原子與原子之間的作用力主要為重力 (D) 影響三態變化的主要因素是溫度，和壓力無關 (E) 在氣態水中，水分子以較快的速度運動，彼此間的距離大，造成密度大幅增加

24. ( ) 下列有關原子結構的敘述，哪些正確？（應選 2 項） (A)蓋爾曼利用高速電子撞擊質子，發現質子的內部是由點狀結構的夸克所組成 (B)拉塞福以  $\alpha$  射線的散射實驗證實金原子核存在 (C)查兌克發現原子核中尚有一不帶電的粒子（中子）存在 (D)電子、質子與中子均由 3 個夸克所組成 (E)湯姆森利用陰極射線測出電子的電量
25. ( ) 拉塞福以  $\alpha$  粒子撞擊金箔，發現偶爾會有大角度的散射，因而提出電子繞原子核運行的假設，正如行星繞行太陽。下列關於拉塞福實驗與其原子模型的敘述，哪些正確？（應選 2 項） (A)  $\alpha$  粒子與原子的電子間沒有靜電力 (B)  $\alpha$  粒子與原子核間的靜電力為吸引力 (C)原子中的電子若損失能量，可使電子更接近原子核 (D)  $\alpha$  粒子偶爾會有大角度的散射，主要是因為與多個電子發生碰撞 (E)  $\alpha$  粒子偶爾會有大角度的散射，主要是因為原子的正電荷集中於極小的原子核

### 三、加分題(5 小題，每題 4 分，共 20 分)

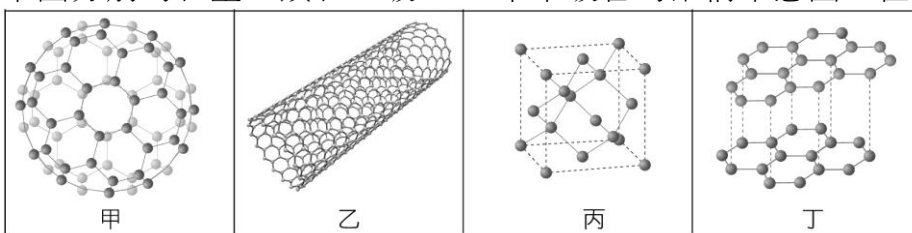
26. ( ) 有關於「同位素」的敘述，下列哪些正確？（應選 2 項） (A)同位素之物理性質相同 (B)同位素之中子數不同 (C)同位素之原子序相同，質量數不同 (D)同位素之化學性質不同 (E)若元素符號記為  ${}^A_ZX$ ，則同位素的 A 值相同、Z 值不同
27. ( ) 關於「 $\beta$  衰變」的敘述，下列哪些正確？（應選 2 項） (A)  $\beta$  射線為光波的一種 (B)  $\beta$  射線的本質為電子流 (C)原子核發生  $\beta$  衰變後，原子序減 1 (D)原子核發生  $\beta$  衰變後，質量數不變 (E)  $\beta$  衰變是因原子核內的中子衰變為質子、電子和微中子

#### 【碳原子】

小明在科學月刊上閱讀到有關石墨、鑽石、碳 60、奈米碳管的簡介：

- ①石墨中的每個碳原子都以共價鍵與另外三個碳原子相接，形成六角形的結構，此結構在平面上延伸，層層鬆散地疊堆在一起，可以毫無困難地脫開，因此它柔軟光滑
- ②鑽石中碳原子以四面體的方式架構起來，每個碳原子都與另外 4 個相鄰的碳原子形成共價鍵，形成了堅固嚴密的三維結構，所以硬度非常大
- ③碳 60 是由 20 個六邊形及 12 個五邊形交錯構成的封閉中空球體，一般通稱為碳 60。科學家發現碳 60 不會被人類的胃酸腐蝕，也不會被免疫系統當作異物而遭吞噬，加上它顆粒的體積比一般生物體的細胞小，故容易穿透細胞膜
- ④奈米碳管可視為由石墨層捲曲起來的中空構造，直徑在幾奈米至幾十奈米之間，長度可達數微米，是目前人工合成最細的管子，彈性很好，受力後會彎曲，但外力除去後又可以恢復原來的形狀；它的韌性也很高，受到很大的力也不會斷裂。

下圖分別為石墨、鑽石、碳 60、奈米碳管的結構示意圖，但是圖表的文字部分遭撕毀。



28. ( ) 根據文章的敘述，下列敘述哪些正確？（應選 3 項） (A)當相同元素以不同的結構組成時物理特性差異極大 (B)乙圖可當作切割器，為目前自然界中硬度最

大的物質，堪稱「硬度之王」 (C)甲圖被製成各式抗體藥物的載具，其中空的構造可以攜帶藥物，做為「超小型膠囊」 (D)石墨與鑽石其實都是由碳原子組成 (E)丁圖具有十分優良的力學性能，可以做為通往月球電梯的繩索，使人類未來可能搭電梯上太空

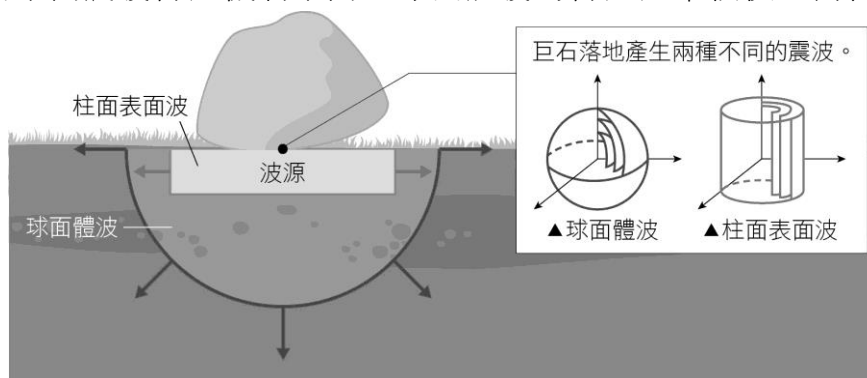
### 【弱核力】

科學家在發現  $\beta$  衰變後，卻一直為衰變過程無法滿足能量守恆而苦惱，有一部分能量憑空消失不見，卻無法解釋。1931 年物理學家包立提出一個嶄新的理論：原子核內有一「東西」在衰變時帶著多餘的能量、跟隨著電子被釋放出來！從電量不滅定律看來，此一「東西」應不帶電，因此他稱之為「中子」；從能量不滅定律計算，此一「東西」應比電子輕得多（現在已經有證據證明其具有質量）！後來費米把它稱為「微中子」，並提出從中子到質子的衰變過程，是由於自然界中某種新的力引起的。而這個力要比電磁力弱  $10^{11}$  倍，比重力要強得多，且作用距離非常短，接近零。這個力就是現在科學家公認的四種基本交互作用中的「弱核力」。根據上面短文，試回答下列問題：

29. ( ) 下列關於發現弱核力的科學史及弱核力性質的敘述，哪些正確？（應選 2 項）
- (A)微中子不帶電，且不具質量 (B)  $\beta$  衰變的過程中，微中子帶走部分能量  
(C)包立所提出的「中子」就是後來科學家所發現，質量和質子相近的中子 (D)  
弱核力是現在科學家公認的四種基本交互作用之一 (E)基本交互作用中強度最弱者為弱核力

### 【巨石敲響的大地脈動】

在 1996 年夏天，美國優勝美地國家公園有巨石墜地，質量超過 8 萬噸，從 500 公尺高處落下，震波連遠在 200 公里外都可以記錄到。如圖所示，分析巨石落地產生的震波，可以粗略分成兩類：一類是以球形波往地底傳播的體波（body wave）；另一類則是地表受到擾動所產生的表面波，以淺層的柱面波沿著地表外傳。雖然都在相同的介質傳遞，但由於不同震波傳遞機制不同，球面體波的傳遞速率較快，而柱面表面波則傳遞得比較慢。



另外，假設震波能量在傳播時守恆，由於波前面積逐漸擴張，其強度會隨之減小。球面體波向外傳遞時，其波前面積與傳播距離平方成正比，因此在遠方偵測到的強度與距撞擊點距離平方成反比。而柱面表面波向外傳遞時，其波前面積與傳播距離成正比，故遠方偵測到的強度與距撞擊點距離成反比。藉由分析不同震波傳遞速度與強度的差異，即可從儀器偵測到的數據，精準地逆推巨石落地的地點與時刻呢！

30. ( ) 巨石撞擊地面後，轉換成兩種震波的能量大約相等，那遠方觀測站所測得的震波，何者強度較大？
- (A)球面體波，因為其傳遞速度較快，可以精準到達測量儀器  
(B)球面體波，因為其波前面積大，影響區域廣泛  
(C)柱面表面波，因為其傳遞速度較慢，故產生的影響不容易逸散  
(D)柱面表面波，因為其波前面積小，能量較為集中  
(E)兩者強度相同。