

104 年度物理科學科能力測驗試卷

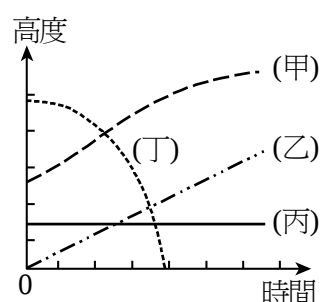
第壹部分（占 26 分）

一、單選題（占 10 分）

說明：第1題至第5題，每題均計分，每題有n個選項，其中只有一個是正確或最適當的選項，請畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題答對者，得2分；答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算。

- () 1. 下列何者為能量的單位？ (A)公斤·公尺 (B)公斤·公尺/秒² (C)公斤·公尺²/秒² (D)公斤·公尺/秒 (E)公斤·公尺²/秒。

- () 2. 某生靜坐在樹幹筆直的果樹下，觀測以下(I)至(IV)四者的高度隨時間變化的情況：(I)樹幹上的凹洞；(II)從樹下沿樹幹等速向上爬行的松鼠；(III)樹上落下的果實；(IV)從樹上起飛且愈飛愈高的小鳥。該生將各運動簡化為質點運動，並以質點距地面的高度為縱坐標，時間為橫坐標，繪製高度對時間的關係圖，如圖所示。關於圖線(甲)至(丁)與(I)至(IV)四者的高度隨時間變化的對應關係，下列選項何者最可能？



情境 \ 圖線	甲	乙	丙	丁
(A)	I	II	III	IV
(B)	II	I	IV	III
(C)	IV	III	I	II
(D)	III	IV	II	I
(E)	IV	II	I	III

- () 3. 已知空氣中的光速 $c = 3.0 \times 10^8$ 公尺/秒。若某一 3G 手機採用通訊頻率 1.9×10^9 赫，則此手機發出的電磁波，在空氣中的波長約為多少公尺？ (A)1.6 (B)1.0 (C)0.33 (D)0.16 (E)0.10。
- () 4. 有一南北走向且平行水平地面的空中電纜線，原本沒有電流通過。某生將小羅盤平放在此電纜線正下方的地面上，當電纜線內通有由南向北的大電流時，小羅盤磁針 N 極的指向將如何偏轉？ (A)由北向西偏轉 (B)由北向東偏轉 (C)由南向西偏轉 (D)由南向東偏轉 (E)磁針仍靜止不動。
- () 5. 下列是四個高中生針對宇宙演化概念的敘述，哪幾個學生正確？(甲)宇宙中大多數的恆星，是在大霹靂時一起誕生；(乙)宇宙微波背景輻射比星光還古老；(丙)宇宙誕生後，既不膨脹也不收縮；(丁)若哈伯定律中的哈伯常數愈大，則表示宇宙膨脹愈快。 (A)僅有甲、乙、丙 (B)僅有甲、丙 (C)僅有甲、丁 (D)僅有乙、丁 (E)僅有丁。

二、多選題（占 8 分）

說明：第6題至第9題，每題均計分。每題有n個選項，其中至少有一個是正確的選項，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。各題之選項獨立判定，所有選項均答對者，得2分；答錯k個選項者，得該題 $\frac{n-2k}{n}$ 的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

- () 6. 下列選項中的示意圖，顯示在靜止狀態下，電荷、金屬球、磁鐵之間的交互作用力，圖中各箭號的指向與長度，分別代表受力的方向與量值。若(A)(B)(E)三選項中，兩箭號的

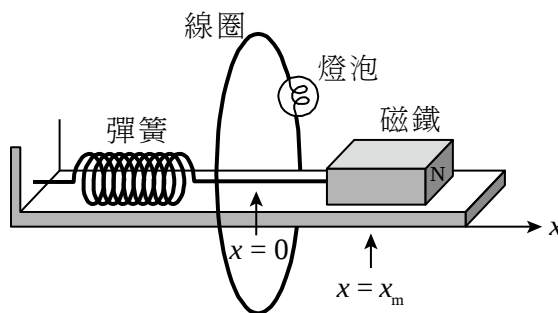
長度相等，則哪些圖正確？（應選 2 項）
 (A)帶正電點電荷 $\oplus \rightarrow$ $\leftarrow \bigcirc$ 電中性金屬球
 (B)帶正電點電荷 $\oplus \rightarrow$ $\leftarrow \oplus$ 帶正電點電荷
 (C)帶正電點電荷 $\oplus \rightarrow$ $\leftarrow \ominus$ 帶負電點電荷
 (D)磁鐵 $\boxed{N \ S} \rightarrow$ $\leftarrow \boxed{N \ S}$ 磁鐵
 (E)磁鐵 $\boxed{N \ S} \rightarrow$ $\leftarrow \boxed{N \ S}$ 磁鐵。

- () 7. 一觀察者觀測比較波源靜止與高速運動時所發出之電磁波的頻率變化，藉以推測波源與觀察者之間的相對運動。已知不同電磁波的頻率由高而低的關係為：紫外線 > 紫光 > 紅光 > 紅外線 > 微波 > 無線電波。考慮電磁波的都卜勒效應，下列推測哪些正確？（應選 2 項）

選項	已知波源靜止時發出的電磁波	波源運動時觀察到的電磁波頻率變化	推測波源與觀察者的相對運動
(A)	微波	往紅外線區偏移	接近
(B)	微波	往無線電波區偏移	接近
(C)	紫光	往紫外線區偏移	遠離
(D)	紫光	往紅外線區偏移	遠離
(E)	紅光	頻率不變	接近

- () 8. 下列選項所陳述的事實或現象，哪些與「光電效應」有關？（應選 2 項）
 (A)此效應可用愛因斯坦提出的理論解釋
 (B)利用靜電感應分離電荷
 (C)可驗證光的波粒二象性
 (D)雷雨中的閃電現象
 (E)蝙蝠捕捉昆蟲。

- () 9. 如圖所示，一個 N 極向右的磁鐵置於水平桌面上與彈簧相連。在彈簧為自然長度時，磁鐵的中心位於坐標 $x=0$ 處，且此處的鉛垂截面上放著一個固定的圓形導體線圈。磁鐵進出線圈時，因電磁感應而出現的電流，會使線圈上的燈泡產生亮暗之變化。如果彈簧從伸長 x_m 的位置，由靜止狀態釋放，開始來回振動，則下列敘述哪些正確？（應選 2 項）



- (A)磁鐵接近線圈時，線圈對磁鐵會產生吸引力
 (B)磁鐵接近線圈時，線圈對磁鐵會產生排斥力
 (C)磁鐵離開線圈時，線圈對磁鐵會產生排斥力
 (D)不論磁鐵離開或接近線圈時，線圈對磁鐵的作用力皆為零
 (E)即使桌面無摩擦並忽略空氣阻力，磁鐵振動的幅度仍會持續減小。

三、綜合題（占 8 分）

說明：第10題至第13題，每題2分，每題均計分，請將正確選項畫記在答案卡之「選擇題答案區」。

單選題答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算，多選題每題有 n 個選項，答錯 k 個選項者，得該題 $\frac{n-2k}{n}$ 的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。

10～13 為題組

海洋占地球表面積約 71%，是生命的搖籃。海水儲量約為 1.3×10^{10} 億噸，占地球總水量 97%，不僅是寶貴的水資源，也蘊藏著豐富的生物、礦物與能源。已知海水中含有鈾與氘，倘能妥善利用並解決其後續的相關問題，對解決能源問題會有相當大的助益。科學家用聲納探測海洋地形與魚群位置、用溫鹽儀探測海水的溫度與鹽度等。有些國家也正積極進行深層海水利用、海水淡化、潮汐發電、海洋養殖……。

一開始，地球的生物形成後，就在海洋中逐漸發展。海洋環境萬分多樣，扮演保留生物發展的成果，及促其持續演化的場所或棲地的角色。最原始的多樣性形成是由單細胞的細菌和古菌所組成。接著是細胞核的生成，形成真核生物體，於是開啟了真核生物域的大演化。以動物界為例，由最簡單的組織構成多細胞海綿，再逐步形成具有器官及器官系統的複雜生物體。生物體集結成族群，更進而與棲地相依，整合成為生態系。

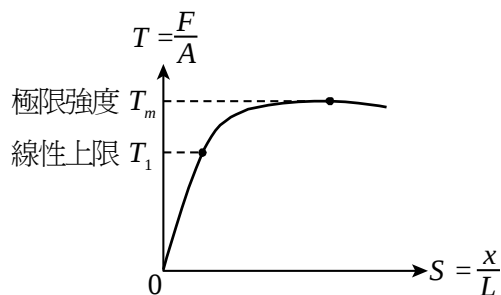
- () 10. 臺灣電力公司曾考慮在臺東沿海抽取六、七百公尺深的海水，做為溫差發電、製造海洋深層水和養殖之用，和表面海水相比，六、七百公尺深海水有哪些性質？（應選 3 項）
(A)水溫較低 (B)鹽類中氯化鈉比例大幅增加 (C)氧含量較高 (D)葉綠素濃度較低 (E)海水密度較大。
- () 11. 海上靜止的船隻，發出聲波以偵測魚群位置，經過 50 毫秒測得聲波的回聲訊號，且發現回聲的頻率下降。若當時海中聲波速率為 1520 公尺/秒，則下列何者為該魚群在反射聲波時，其相對於船隻的距離與運動狀態？ (A)相距 38 公尺，接近中 (B)相距 76 公尺，接近中 (C)相距 38 公尺，遠離中 (D)相距 76 公尺，遠離中 (E)相距 76 公尺，相對靜止。
- () 12. 下列有關文中提及「鈾與氘」的敘述，哪些正確？（應選 2 項） (A)臺灣核能發電是利用鈾-235 進行核融合反應 (B)核反應遵守質能守恆定律，符合愛因斯坦提出的質能互換關係式 (C)氫(^1_1H)、氘(^2_1H)、氚(^3_1H)三元素稱為同素異形體 (D)氘(^2_1H)具有 1 個電子、2 個中子 (E)氘與氧形成重水(D_2O)，化學性質與水相似。
- () 13. 下列有關地球生物演化的次序，哪些正確？（應選 2 項） (A)先發生在海洋，然後到陸地 (B)先生成域，再生成界，最後形成物種 (C)先有原核的細菌及古菌，然後才有真核生物體 (D)生物體先有器官系統以容納各器官及組織 (E)原始細胞生成細胞核後，再演化為細菌及古菌等生物體。

第貳部分（占 14 分）

說明：第 14 題至第 20 題，每題 2 分。單選題答錯、未作答或畫記多於一個選項者，該題以零分計算；多選題每題有 n 個選項，答錯 k 個選項者，得該題 $\frac{n-2k}{n}$ 的分數；但得分低於零分或所有選項均未作答者，該題以零分計算。此部分得分超過 14 分以上，以滿分 14 分計。

14~16 為題組

一些常見的繩索在拉力作用的情況下，與彈簧類似。當達成靜力平衡時，其伸長量 x 會隨著拉力的量值 F 而改變。若以 L 與 A 分別代表繩索未受拉力時的長度與橫截面積，並令繩索單位長度的伸長量 $\frac{x}{L} = S$ 、單位面積所受的拉力 $\frac{F}{A} = T$ ，則 T 對 S 的曲線大致如圖所示。當 T 不超過線性上限 T_1 時，因 L 與 A 為定值，故拉力 F 與伸長量 x 成正比，即 $F = kx$ ，式中 k 為彈性常數。當繩索受到拉力而未斷裂時， T 的最大值稱為極限強度，以 T_m 表示。表中的彈性常數 k 是各類繩索在相同粗細與長度下測得的相對值，而 k_0 則為尼龍繩的彈性常數；至於 T_m 則僅與材質有關，而與繩索的粗細與長度無關；在表中 MPa 代表 10^6 牛頓/公尺²。試依據上述文字與相關圖表，回答第 14~16 題。



繩索名稱	彈性常數 k	極限強度 T_m (MPa)
尼龍繩	k_0	620
棉繩	$2k_0$	230
蜘蛛絲	$3k_0$	1000
鋼索	$52k_0$	1330
碳纖維繩	$77k_0$	3430

- () 14. 依據表中的資料，如果繩索的粗細與長度都相同，則使用下列何種繩索，可懸吊的物體重量最大？ (A)棉繩 (B)尼龍繩 (C)碳纖維繩 (D)鋼索 (E)蜘蛛絲。
- () 15. 登山者在攀岩時常靠一端釘牢在岩壁的登山繩來支撐體重，但萬一不慎失足滑落，在將繩子拉直並繼續下降到最低點的過程中，失足者就會像高空彈跳者一樣，受到繩子向上的拉力而減速。減速過程的時間愈短，繩子對失足者的拉力會愈大，人也就更容易受傷。假設由同一高處失足滑落，且所使用的繩索長短與粗細均相同，受力亦未超過線性上限，則登山者選用下列何種繩索，最可能可以減輕上述傷害？ (A)棉繩 (B)尼龍繩 (C)碳纖維繩 (D)鋼索 (E)蜘蛛絲。
- () 16. 假設電影中的蜘蛛人使用表中的蜘蛛絲，希望能支撐 5000 牛頓的張力而不斷裂，則該蜘蛛絲的最小截面積約為多少公尺²？ (A) 2×10^{-3} (B) 2×10^{-4} (C) 5×10^{-4} (D) 2×10^{-5} (E) 5×10^{-6} 。

17~18 為題組

射向地球的高能宇宙射線會與大氣作用，因而產生許多極高速的縹子撞擊地表。縹子為帶電粒子，其電量與電子相同，質量約為電子的 200 倍。縹子在高速通過物質時，會使其路徑周遭物質的原子游離而造成縹子的動能損失 ΔE ，已知 ΔE 與縹子前進的路徑長及所通過物質的密度均成正比。假設高能縹子在水中前進 1.0 公尺，約損失 200 MeV 的動能，其中 MeV 代表百萬電子伏特，相當於 1.6×10^{-13} 焦耳，而水的密度為 1000 公斤/公尺³。試依據上述資料，回答第 17~18 題。

- () 17. 假設地表大氣密度為 1.2 公斤/公尺³，則高能的縹子在地表大氣中前進 1.0 公里，損失動能大約多少百萬電子伏特？ (A)0.24 (B)2.4 (C)24 (D)240 (E)2400。

- ()18. 利用高速帶電粒子在人體中行經腫瘤時所損失的動能，可以殺除癌細胞。假設某高速帶電粒子在人體中行經癌細胞與正常細胞時，每單位路徑長的動能損失分別為高速帶電粒子在水中前進時的 300 倍與 3 倍。若欲利用加速器射出此高速帶電粒子，以治療人體皮下 10 公分處、厚度約 1.0 毫米的惡性腫瘤，則此帶電粒子的動能至少大約多少百萬電子伏特？
(A)0.12 (B)1.2 (C)12 (D)120 (E)1200。
- ()19. 一質量為 60 公斤的成人駕駛質量 920 公斤的汽車，在筆直的高速公路上以時速 108 公里（30 公尺/秒）等速度行駛，車上載著質量 20 公斤的小孩，兩人皆繫住安全帶。途中不慎正向追撞總質量為 2000 公斤、時速為 54 公里（15 公尺/秒）的卡車，碰撞後兩車糾結在一起，但駕駛人與小孩仍繫在座位上。假設碰撞時間為 0.2 秒且所有阻力的影響均可忽略不計，則在碰撞期間，安全帶對小孩的平均作用力大約多少牛頓？
(A)3000 (B)2500 (C)2000 (D)1500 (E)1000。
- ()20. 核分裂時所產生的中子動能很大，但動能較低的慢中子（也稱為熱中子）較容易誘發核分裂。因此在核子反應爐中置入中子緩速劑，使高速中子與緩速劑中的原子發生一維彈性碰撞，造成能量轉移而得以減速，俾能產生連鎖反應。依以上所述，下列何者較適合當作中子緩速劑？
(A)水中的氫原子 (B)鉛塊中的鉛原子 (C)硫化鎢中的鎢原子
(D)氧化鐵中的鐵原子 (E)鈦合金中的鈦原子。

答案與解析

答案

第壹部分

一、單選題

1.C 2.E 3.D 4.A 5.D

二、多選題

6.AE 7.AD 8.AC 9.BE

三、綜合題

10.ADE 11.C 12.BE 13.AC

第貳部分

14.C 15.B 16.E 17.D 18.D 19.E 20.A

解析

第壹部分

1. $W = \vec{F} \cdot \vec{s} = m \vec{a} \cdot \vec{s} \Rightarrow$ 故能量的單位可以表示成 $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$ 。

2. (I) 樹幹上的凹洞：為靜止狀態，高度不會隨時間改變，故為(丙)。

(II) 從樹下沿樹幹等速向上爬行的松鼠：等速運動時，高度－時間函數為過原點斜直線，故為(乙)。

(III) 樹上落下的果實：為自由落體，則 $h = h_0 - \frac{1}{2}gt^2$ ，此為開口朝下的拋物線，故為(丁)。

(IV) 從樹上起飛且愈飛愈高的小鳥，隨時間上升的高度是隨機的，故為(甲)。

3. 由 $v = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$ ，故 $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.0 \times 10^8}{1.9 \times 10^9} = 0.16(\text{m})$ 。

4. 未通電時，受地磁影響磁針 N 極指向北，通以向北的電流，應用安培右手定則，拇指指向北方，可知導線下方的磁場偏西，故磁針 N 極由北向西偏轉。

5. (甲)(乙)宇宙是在大霹靂後形成的，一開始只有基本粒子、反粒子和光子，後來才有物質和星系的形成，故宇宙背景輻射比星光還早。(丙)(丁)由哈伯定律 $v = H_0 d$ ，可知目前宇宙在膨脹中，星系與觀察者之間的距離 d 相同之下， H_0 的值愈大，則 v 愈大，代表宇宙的膨脹速度愈快。故以上推論正確的為乙、丁。

6. 由牛頓第三運動定律可知作用力與反作用力必等大且反向，故本題由(A)(B)(E)三選項去考慮即可，其中(B)選項，兩正電荷間應為斥力而非吸引力，故答案為(A)(E)。

7. (A)(C)根據都卜勒效應，若是光源和觀察者相對靠近，則觀察者會觀察到電磁波頻率上升的現象，稱為藍移，(A)(C)為頻率上升，故兩者為相對靠近。

(B)(D)光源和觀察者相對遠離，則觀察者會觀察到電磁波頻率下降的現象，稱為紅移，(B)(D)為頻率下降，故兩者為相對遠離。

(E)頻率若無改變，則兩者間無相對運動。

8. 光電效應必須由愛因斯坦提出的光子論才能完美解釋，驗證光除了波動性外亦具有粒子的性質。(本題(C)選項寫波粒二象性不太妥當，其中光的波動性須由光的干涉或繞射來證明。)

9. 當通過線圈的磁場發生改變，線圈上會產生應電流，而應電流產生的磁場會抵制通過線圈上磁場的變動。故當磁鐵靠近線圈時會產生排斥的磁力，而磁鐵遠離時會產生吸引的磁力，就算忽略空氣阻力無摩擦，磁鐵振動幅度仍會持續減小，損失的力學能主要變成燈泡的光能和熱能。

10. (A)海水溫度隨深度而降低。

- (B)海水中各種鹽類的比例不隨海水鹽度不同而改變，維持相同比例。
 (C)表層海水因接觸空氣及波浪翻攪，且光合作用可產生氧氣，故含氧量較大。
 (D)深層海水因陽光無法到達，植物（例如藻類）無法行光合作用，故葉綠素偏低。
 (E)水深愈深，海水密度愈大。

11. 回聲為聲音的反射，故魚群與船隻的距離為 $x = \frac{vt}{2} = \frac{1520 \times 50 \times 10^{-3}}{2} = 38 \text{ (m)}$

由都卜勒效應可知，頻率下降，故魚群相對遠離中。

12. (A)利用鈾-235 進行核分裂反應。
 (B)所有的核反應都遵守質能守恆定律，符合 $E=mc^2$ 的公式。
 (C) ${}_1^1\text{H}$ 、 ${}_1^2\text{H}$ 、 ${}_1^3\text{H}$ 三元素有相同的質子數，不同的中子數，三者的關係為同位素。
 (D)氦原子(${}_2^4\text{He}$)有 1 個質子、1 個電子、1 個中子。
 (E)同位素有相同的化學性質，故 D_2O 的化學性質與 H_2O 相似。
 註：同位素的化學性質雖相同，但物理性質（熔點、沸點、密度等）卻不同。
13. (B)先形成物種。
 (D)先簡單而複雜。層次為細胞→組織→器官→器官系統（植物無）→個體。
 (E)細胞核形成於原核生物出現之後。

第貳部分

14. 極限強度 T_m 可代表單位截面積下，繩索不斷裂所能承受的最大外力。粗細一樣的繩索， T_m 愈大，代表可以懸吊物體的重量愈大，由題表可知，碳纖維繩的 T_m 最大，故可懸吊的重量最大。
 15. 繩子拉直下降到最低點的過程中，登山者所受力為向下的重力與向上的彈性力之合力，彈性常數最小的尼龍繩所需的時間最久，登山者所受繩子的平均拉力會最小。

16. 由題幹的定義得知

$$\frac{F}{A} = T_m, \text{ 故 } A = \frac{F}{T_m} = \frac{5000}{1000 \times 10^6} = 5 \times 10^{-6} \text{ (m}^2\text{)}。$$

17. 由題幹可知繃子損失的能量正比於路徑長與物質密度的乘積，則

$$\frac{\Delta E}{200} = \frac{10^3 \times 1.2}{1 \times 1000} \Rightarrow \Delta E = 240 \text{ (MeV)}。$$

18. 由單位路徑長的動能損失比可得

$$\frac{\frac{\Delta E_{\text{繃}}}{10^{-3}}}{\frac{\Delta E_{\text{水}}}{1}} = 300, \Delta E_{\text{水}} = 200 \text{ (MeV)}, \text{ 故 } \Delta E_{\text{繃}} = 60 \text{ (MeV)}$$

$$\frac{\frac{\Delta E_{\text{正常}}}{0.1}}{\frac{\Delta E_{\text{水}}}{1}} = 3, \Delta E_{\text{水}} = 200 \text{ (MeV)}, \text{ 故 } \Delta E_{\text{正常}} = 60 \text{ (MeV)} \Rightarrow \Delta E_{\text{繃}} + \Delta E_{\text{正常}} = 120 \text{ (MeV)}。$$

19. 了解追撞為同方向運動，由動量守恆得知

$$P = (60 + 920 + 20) \times 30 + 2000 \times 15$$

$$= (60 + 920 + 20 + 2000) \times v, \text{ 則碰撞後的末速 } v = 20 \text{ (m/s)}$$

$$\text{小孩所受的平均作用力，由牛頓第二運動定律 } F = m \times \frac{v - v_0}{t} = 20 \times \frac{(20 - 30)}{0.2} = -1000 \text{ (N)}。$$

20. 在一維的彈性碰撞中，運動中的物體碰撞靜止的物體時，質量愈相近的，則運動中的物體減少的動能愈多，故(A)水中的氫原子是質量與中子最相近的，最能讓中子有效的減速。