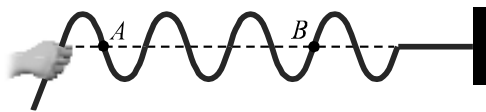


一、單選題(20 小題，每題 3 分，共 60 分)

- () 某天文學家觀測到某星系的光譜都呈現紅移現象，則此星系是如何運動？ (A) 有時候接近，有時候遠離 (B) 靜止不動 (C) 無常規可循 (D) 向我們接近 (E) 離我們遠去
- () 小明將甲、乙兩物體接觸後，發現熱量由甲物體傳導至乙物體。則他可以確定甲物體一定具有下列何種性質？ (A) 較高的熱量 (B) 較大的比熱 (C) 較大質量 (D) 較大的體積 (E) 較高的溫度
- () 下列(甲)至(丁)與光有關的敘述，哪些正確？(甲)日光中帶有隨時間變化的電場；(乙) X 光中帶有隨時間變化的磁場；(丙)微波爐可產生比可見光之波長還長的電磁波；(丁) β 射線是一種短波長的電磁波。 (A) 只有(丙)(丁) (B) 只有(丙) (C) 只有(甲)(乙) (D) 只有(甲)(乙)(丙) (E) (甲)(乙)(丙)(丁)
- () 如圖，手握繩上下振動產生波動，已知圖中 A、B 兩點的距離為 20 公分，手的振動週期為 0.8 秒，有關此繩波各問題的對應答案，下列哪一個選項完全正確？

	波的種類	波速 (cm/s)	A 點振動方向	B 點振動方向	能量由 A 至 B 費時 (s)
(A)	橫波	10.0	向上	向上	3
(B)	橫波	12.5	向上	向下	2.5
(C)	橫波	10.0	向上	向下	2
(D)	縱波	12.5	向下	向下	2
(E)	橫波	10.0	向下	向上	2.5



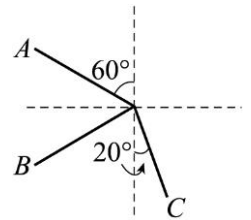
阿海將窗戶打開 50 公分寬，以波長 600 奈米的雷射光筆往窗戶外照射，發現雷射光不會射到隔壁班的同學。他再以 680 赫茲（設當時溫度為 15°C）的音源發出聲音，發現隔壁班同學卻可以聽到聲音。則：

- () 聲波繞過窗戶傳至隔壁，此稱為波的哪種現象？ (A) 折射 (B) 干涉 (C) 反射 (D) 繞射。 (E) 直進
- () 聲波能繞過窗口傳到其他房間去，但光波卻不能，這是因為 (A) 只有縱波才有這種性質 (B) 聲速比光速慢，才能容易見到上述現象 (C) 只有力學波才有這種性質 (D) 光只能直進而聲波可以轉彎 (E) 聲波的波長較接近窗口的尺度

7. () 有一艘尋寶船欲使準直的探照燈光投射在海底的沈船上，已知海水的折射率為 1.33、空氣的折射率為 1.00，由沈船的上方看到沈船的位置 A ，對比起沈船實際的位置 B ，有何差異？主要是空氣與水的交界面哪一個光學現象所導致？
 (A) A 的位置會比 B 的位置來得深，因為折射的關係 (B) A 的位置會比 B 的位置來得淺，因為折射的關係 (C) A 的位置會比 B 的位置來得淺，因為反射的關係 (D) A 的位置會比 B 的位置來得深，因為反射的關係 (E) A 的位置與 B 的位置一致，因為光線直進的關係

8. () 下列甲至戊的物理現象，哪些會同時發生在聲波與光波上？
 甲：折射 乙：干涉 丙：繞射 丁：反射 戊：都卜勒效應
 (A) 只有甲乙丙丁 (B) 只有丁戊 (C) 只有甲丁戊 (D) 只有甲丁 (E) 甲乙丙丁戊

9. () 有一束光通過界面時，在界面上發生反射與折射現象，如圖所示，則下列敘述何者正確？
 (A) 入射角為 60° (B) 界面方向為圖中的水平虛線 (C) 圖中 B 為折射光線 (D) 折射角為 20° (E) 折射角為 70°



10. () 下列何者為惠更斯原理的主要內容？ (A) 兩波相遇時，其位移可以互相疊加 (B) 所有的波最終都是圓形波 (C) 波前上的每一點可視為新的點波源，並由此產生新的子波 (D) 波可以傳遞能量 (E) 波行進時，介質不隨波前進
11. () 芬蘭聖誕老人村是傳說中聖誕老人的故鄉。當村中的雪花正以等速下落時（不融化），有關雪花的敘述，下列何者正確？ (A) 力學能不守恆，但動能守恆 (B) 力學能守恆，動能不守恆 (C) 力學能不守恆，動能亦不守恆 (D) 力學能守恆，動能亦守恆 (E) 重力位能和動能的總和為定值
12. () 貓擁有強大的跳躍能力，約可跳身長 5 倍的高度，原因是貓會利用全身進行跳躍，且其靈活的關節與骨骼結構，有利於力量的傳導。在電影《貓的報恩》中，胖胖和男爵兩隻貓垂直跳離地面可達的高度分別為 125 公分和 180 公分，試問兩隻貓跳離地面的初速比值為若干？ (A) $\frac{4}{5}$ (B) $\frac{5}{6}$ (C) $\frac{1}{2}$ (D) $\frac{2}{3}$ (E) $\frac{3}{4}$

2017 年世界棒球經典賽（WBC）為國際職業棒球的重要賽事，由 16 個國家參賽。臺灣參加的第一輪預賽在韓國的首爾舉行。某場比賽中，旅美投手江少慶將質量 200 公克的棒球以 108 公里/時的速度投出。若棒球動能的增加量皆來自投手對球作功，依據上述資料，試回答下列問題：

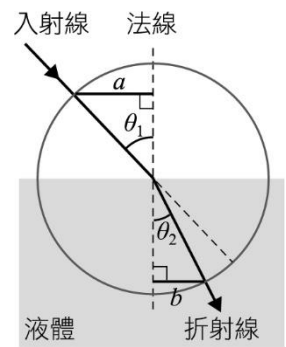
13. () 棒球與投手分離的瞬間，其動能為多少焦耳？ (A) 240 (B) 120 (C) 90 (D) 300 (E) 180
14. () 已知投手對球施定力 F ，並使球在施力方向上產生 120 公分的位移，則 F 為多少牛頓？ (A) 50 (B) 100 (C) 75 (D) 150 (E) 200
15. () 下列有關焦耳「熱功當量實驗」的敘述，何者**錯誤**？ (A) 該實驗係將重錘的力學能轉換成熱能 (B) 須測得水溫的變化量 (C) 該實驗係利用化學能轉換為熱能 (D) 重錘必須緩慢的下降 (E) 熱功當量是指熱量與對應的功之比值

16. () 一瀑布高為 210 公尺，假設水落至瀑布底時，損失的位能有 60% 變成為熱能完全被水吸收，則瀑布底及頂點的水溫相差若干°C？ ($g=10$ 公尺/秒²) (A)0.4 (B)0.3 (C)0.5 (D)0.8 (E)1.0
17. () 下面有關各種形態的能量相互轉換的敘述中，哪一項是**錯誤**的？ (A)飛機噴射引擎將電能轉換成力學能 (B)光合作用將光能轉換成化學能 (C)水力發電機將力學能轉換成電能 (D)家庭瓦斯爐將化學能轉換成熱能 (E)太陽能電池將光能轉換成電能
18. () 自然界中能量的總和雖然是不變的，可是在能量的轉換過程中，難免有一些變成散亂而無法利用的能量，這種能量是屬於下列的哪一種？ (A)電能 (B)熱能 (C)光能 (D)重力位能 (E)磁能
19. () 若某一核反應方程式為 ${}_0^1n + {}_{92}^{235}\text{U} \rightarrow {}_{38}^{90}\text{Sr} + {}_{54}^{136}\text{Xe} + kA$ ，則 A 與 k 各為？ (A)A 是中子， $k = 10$ (B)A 是質子， $k = 10$ (C)A 是質子， $k = 9$ (D)A 是電子， $k = 10$ (E)A 是中子， $k = 9$
20. () 核電廠以鈾 235 為燃料，以慢中子促使其分裂，利用這分裂反應所釋出的能量來發電，有關反應事件的敘述，何項**錯誤**？ (A)原子經過核分裂反應，反應前後的原子種類改變了 (B)有的反應生成物，帶有很強的輻射性 (C)比起煤或石油來，核燃料只以很少的質量就可以產生很大的能量 (D)這種反應生成物的放射性，經過低溫冷凍處理即可清除

二、多選題(10 小題，每題 4 分，共 40 分，錯一個選項扣 1.6 分)

21. () 光由一介質垂直界面進入另一介質時，一定不會改變的是(應選 2 項) (A)速度的大小 (B)進行的方向 (C)波長 (D)頻率 (E)振幅
22. () 下列哪些為馬克士威在電磁學上的貢獻？(應選 3 項) (A)發現變動電場也會和電流一樣產生磁場 (B)導出電磁波在真空中的速率等於光速 (C)發現電流會產生磁場 (D)統整電磁學的各项重大發現，完成馬克士威電磁學方程式 (E)發現當通過封閉線圈的磁場變動時，線圈會產生應電流
23. () 在雷雨天收聽廣播節目時，一道強烈閃電劃破天際，收音機隨之發出一陣雜訊，說明劇烈放電可產生電磁波。下列關於電磁波性質的敘述，哪些正確？(應選 2 項) (A)電磁波不需要介質即可傳播 (B)電磁波的電場振盪方向與傳播方向相互垂直 (C)電磁波的磁場振盪方向與傳播方向相互平行 (D)電磁波的介質振動方向與傳播方向相互垂直 (E)電磁波的介質振動方向與傳播方向相互平行
24. () 下列有關「微粒說」和「波動說」的解釋，哪些正確？(應選 3 項) (A)「波動說」無法解釋光的直進、反射與折射的現象 (B)「微粒說」預測光在介質中之速率要比在真空中快 (C)馬克士威以方程式進一步支持光的「微粒說」 (D)「微粒說」可以解釋光的直進、反射與折射的現象 (E)「微粒說」無法解釋光的干涉和繞射現象

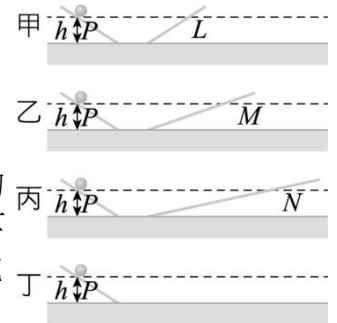
25. () 當一光束由空氣斜向射入某液體中，其光徑如圖所示。圖中 a 、 b 分別為入射線、折射线與輔助圓的交點到法線的距離。下列敘述哪些正確？（應選 2 項）



- (A) 由圖可知，光在空氣中的速率必大於光在此液體中的速率
 (B) 增大圖中的入射角 θ_1 ，則折射角 θ_2 將變小
 (C) 圖中入射角 θ_1 和折射角 θ_2 的量值符合 $\theta_1 + \theta_2 = 90^\circ$ 的關係
 (D) 增加入射角 θ_1 時，圖中 a 、 b 的長度也隨之增加，但 a 和 b 的比值維持不變
 (E) 若圖中 $a = 8.0$ 公分、 $b = 6.0$ 公分，則光在該液體的折射率 $n = 1.2$

26. () 關於都卜勒效應的敘述，下列哪些正確？（應選 3 項） (A) 當聲源以等速接近靜止的觀察者時，觀察者接收到的波長不變 (B) 當觀察者以等速接近靜止的波源時，觀察者接收到的波長不變 (C) 當觀察者與波源以相同速率等速向右運動時，觀察者接收到的頻率不變 (D) 當觀察者以等速接近靜止的聲源時，觀察者接收到的波速變快 (E) 當觀察者以等速接近靜止的聲源時，觀察者接收到的波長變短

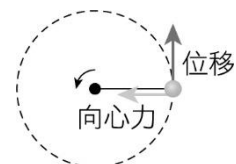
16 世紀伽利略設計了一個光滑沒有阻力的斜坡道實驗，如圖所示。左邊的坡道斜度是固定的，但是右邊坡道的斜度與長度不同，甲為最陡坡道，丁為一假想情境，沒有任何坡度且可水平的展延到無窮遠處。將一小球分別在甲、乙、丙、丁四個坡道由高度為 h 的 P 點靜止放下，實驗發現，在甲、乙、丙三個坡道，球最後都可以到達高度相同的 L 、 M 、 N 三個點，且與球的質量無關。



27. () 根據上文，下列敘述哪些正確？（應選 2 項） (A) 在坡道底部，較重的球比較輕的球滑動速度較快 (B) 在坡道底部，較輕的球比較重的球滑動速度較快 (C) 不同質量的球所受的重力都相同 (D) 球經由丁坡道滑下後會維持等速度前進，不會停下來 (E) 利用丁坡道的想像實驗可推論出動者恆動的說法

28. () 上文所描述的運動過程中，下列哪些物理量不會隨時間發生改變？（應選 2 項） (A) 甲坡道上球的重力位能 (B) 乙坡道上球的動能 (C) 丙坡道上球的力學能 (D) 丁坡道上球的重力位能 (E) 丁坡道上球的力學能

29. () 下列選項中，做功恆為零者有哪些？（應選 3 項）



- (A) 單擺擺動時，擺線張力對擺錘所作的功 (B) 物體作等速圓周運動時（如圖），向心力對物體所作的功 (C) 人跳高時，重力對人所作的功 (D) 單擺擺動時，重力對擺錘所作的功 (E) 滑雪時，地面正向力對滑雪者所作的功

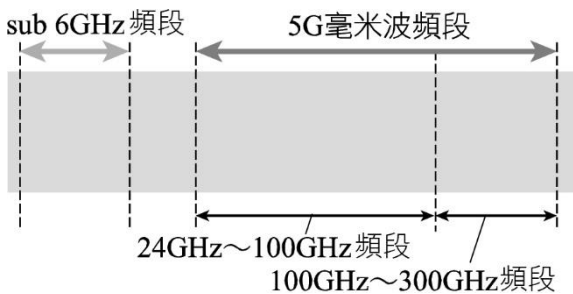
30. () 下列關於溫度及能量的敘述，哪些正確？（應選 2 項） (A) 理想氣體的溫度愈高，氣體分子的平均動能愈大 (B) 溫度的 SI 制單位為攝氏溫標 (C) $0^\circ\text{C} = -273.15\text{K}$ (D) 物體溫度升高，則內能必增大 (E) 物體內能增大，則溫度必升高

三、加分題(5 小題，每題 4 分，共 20 分，如前兩大題無完全正確，最多加至 99 分)

閱讀下列引文，回答第 31-32 題：【迎接 5G 資訊新世代】

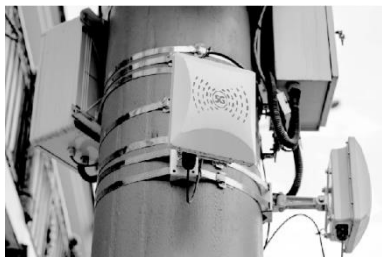
臺灣自 1989 年開放第一代行動通訊(1G)以來，這四十年間行動通訊蓬勃發展，尤其進入數位時代後，技術上有大幅的創新與變革。初期僅能通話與傳訊的 1G，在邁入 5G 時代的今日，行動通訊功能已涵蓋食衣住行育樂，上網、4K 影片串流、VR 直播、自駕車、甚至是遠距手術的 5G 技術都不是問題，大大改變了人們的生活及產業模式。

5G 將提供更大頻寬與低延遲的更快上傳與下載速度，因為要增加頻寬（頻帶）勢必得提高傳輸電磁波的頻率，但這也會造成訊號傳輸的困難度，所以科學家在傳輸頻率上利用兩種主要頻段來克服障礙：一為 sub 6GHz 頻段，使用的頻率為 6GHz 以下，另一種為傳輸頻率在 24GHz~100 GHz，又稱為「毫米波」頻段。（毫米波頻段沒有太過精確的定義，通常將 30GHz~300GHz 頻段的電磁波稱為毫米波，它位於微波與遠紅外線相交疊的波長範圍，也有人將頻率範圍在 20GHz~300GHz 之間的電磁波都稱為毫米波。）高頻率的毫米波雖然提供較大頻寬、較好傳輸的直進與穿透性，但相對也面臨衰退快、傳輸距離短的窘境。理論上，當電磁波穿透障礙物時，其深度與電磁波頻率開根號成反比。所以為防止傳輸時容易受周邊介質干擾，以致傳輸距離有限，建置更多的基地臺將是推動 5G 不可避免的重要課題，但面臨都市空間取得的問題，體積小的微基地臺也孕育而生。



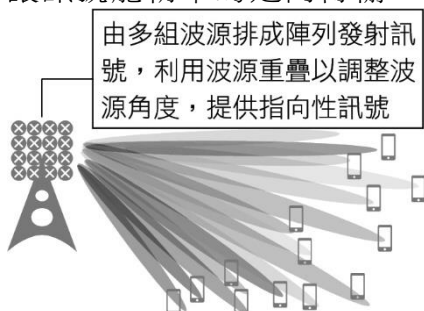
▲5G 的傳輸頻段

根據電磁波原理 $c = f\lambda$ ，頻率愈高，波長愈短，而天線（為 1/4 波長的長度）就能愈細小，當天線達到毫米級尺寸，可將天線置入手機及微型發射基地臺，透過多根天線發送、多根天線接收，使得資料傳輸的速度變得更快。



▲在電線桿上的微型發射基地臺

電磁波的傳輸會向空間任何角度傳遞訊號而使得能量散失，為了讓電磁波集中傳輸，利用「天線陣列」定向發送和接收訊號的技術，並以訊號疊加方式加強訊號振幅，讓訊號能精準的定向傳輸，增加傳送距離。

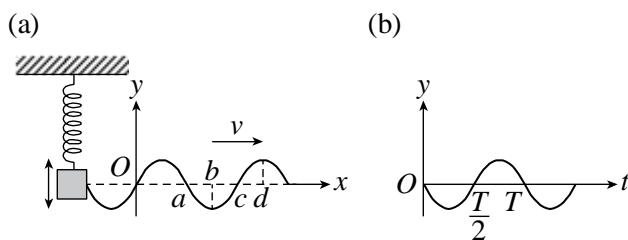


▲天線陣列

31. () 根據引文說明，下列敘述何者正確？ (A)5G 通訊，是指利用 5GHz 的電磁波傳輸訊號 (B)跨入 5G 新世代，將擁有更高速的傳輸速率，原因為使用速度較快的電磁波 (C)5G 所使用的 24GHz「毫米波」頻段的光子能量，較 sub 6GHz 還小 (D)sub 6GHz 頻段相較於 24GHz 以上的「毫米波」頻段，更適合用於長距離傳輸 (E)毫米波波長小於可見光

32. () 根據引文所述，透過「天線陣列」能讓電磁波形成波束集中傳遞，而產生精準的指向性傳輸、延長傳送距離、減少訊號干擾。試推論是利用電磁波的何種特性？ (A)反射 (B)折射 (C)干涉 (D)繞射 (E)色散

33. () 如圖(a)所示，將一細繩連接至鉛直震盪的彈簧下端物體上，繩子產生一向右沿 x 軸正向傳播的橫波，圖中 a 、 b 、 c 、 d 為介質中沿波傳播方向上四個質點的平衡位置。假設(a)圖為某瞬間的波形，之後，經過 $\frac{3}{4}$ 週期後開始計時，試問(b)圖所呈現為何處質點的振動圖像？

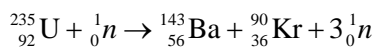


(A) a (B) b (C) c (D) d (E)以上皆非

34. () 將一球由地面以動能 K 斜向拋出，當小球達最大高度 h 時，其動能為 $\frac{1}{2}K$ 。若小球質量為 m ，則當小球高度達 $\frac{1}{2}h$ ，其速度量值為何？ (A) $\sqrt{\frac{K}{2m}}$ (B) $\sqrt{\frac{K}{m}}$

(C) $\sqrt{\frac{3K}{2m}}$ (D) $\sqrt{2mK}$ (E) $\sqrt{\frac{2K}{m}}$

35. () 愛因斯坦提出質能互換定律，減少的質量可產生大量的能量。若某核分裂反應為



則 1 莫耳的鈾和 1 莫耳的中子反應後可產生多少焦耳的能量？（ ${}_{92}^{235}\text{U} = 235.0$ 公克/莫耳， ${}_{56}^{143}\text{Ba} = 142.9$ 公克/莫耳， ${}_{36}^{90}\text{Kr} = 89.9$ 公克/莫耳， ${}_0^1n = 1.0$ 公克/莫耳，光速 c 約為 3×10^8 公尺/秒） (A) 3.6×10^{11} (B) 2.4×10^{13} (C) 2.4×10^{11} (D) 1.8×10^{13} (E) 1.8×10^{11}