中四物理練習卷：波、聲音與光學

中四　物理　｜　時限：60 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 22 題

甲部　波的性質與波速

答案須用完整句子；計算題須列出公式、代入數值及單位。

1. 定義波長與頻率，並寫出波速、頻率與波長的關聯。
答案：波長是相鄰兩個同相點（例如兩個相鄰波峰）之間的距離，單位為 m。頻率是每秒經過某一定點的完整波數，單位為 Hz。波在一個週期內前進一個波長，故 $v = f\lambda$。（3 分：波長 1 分；頻率 1 分；關聯式 1 分）

2. 某水波的頻率為 4.0 Hz，波長為 1.5 m。求波速及週期。
答案：波速 $v = f\lambda = 4.0 \times 1.5 = 6.0$ m/s。週期 $T = 1 / f = 1 / 4.0 = 0.25$ s。（3 分：波速 2 分；週期 1 分）

3. 同一介質中，若頻率增至 8.0 Hz，波長變為多少？試解釋。
答案：同一介質中波速由介質性質決定，保持 6.0 m/s。$\lambda = v / f = 6.0 / 8.0 = 0.75$ m。頻率加倍，波長減半，故波速不變。（3 分：波速不變 1 分；計算 1 分；解釋 1 分）

4. 該波在 3.0 s 內向前傳播多遠？並比較橫波與縱波的振動方向。
答案：傳播距離 $= v\,t = 6.0 \times 3.0 = 18$ m。橫波的振動方向垂直於傳播方向，例如繩上的波；縱波的振動方向平行於傳播方向，例如空氣中的聲波。（3 分：距離 1 分；橫波 1 分；縱波 1 分）

5. 有學生說「波把介質一併向前搬運」。試評論這說法。
答案：這說法不正確。波傳遞的是能量與振動狀態；介質質點只在原來位置附近往復振動，不會隨波向前移動。例如浮在水面的浮標只上下振動而不隨波前進。（3 分：指出錯誤 1 分；能量傳遞 1 分；質點原地振動 1 分）

乙部　示波器量度頻率與波長

示波器時基指每格代表的時間；計算須顯示週期與頻率的關聯。

6. 示波器時基設為 2.0 ms/格，一個完整波形佔 4.0 格。求該訊號的週期與頻率。
答案：週期 $T = 2.0 \times 4.0 = 8.0$ ms $= 8.0 \times 10^{-3}$ s。頻率 $f = 1 / T = 1 / 0.0080 = 125$ Hz。（4 分：週期 2 分；頻率 2 分）

7. 該訊號為空氣中的聲波，聲速 340 m/s。求波長；若頻率加倍，波長變為多少？
答案：波長 $\lambda = v / f = 340 / 125 = 2.72$ m。頻率加倍後 $\lambda = 340 / 250 = 1.36$ m，即波長減半，因為聲速主要由介質決定。（5 分：波長 3 分；新波長 1 分；解釋 1 分）

8. 若時基改為 1.0 ms/格，而波形仍佔 4.0 格，頻率變為多少？為甚麼？
答案：$T = 1.0 \times 4.0 = 4.0$ ms，$f = 1 / 0.0040 = 250$ Hz。訊號本身沒有改變，改變的是示波器的時間比例：同一波形在較短時基下佔同一格數，代表量得的時間減半、頻率加倍。（4 分：週期 1 分；頻率 1 分；解釋 2 分）

9. 另一訊號在 2.0 ms/格下佔 5.0 格。求頻率，並提出減少量度誤差的方法。

答案：T = 2.0 × 5.0 = 10.0 ms，f = 1 / 0.0100 = 100 Hz。方法：調節時基使波形佔較多格（例如 5 格以上）以增大刻度比例；量度多個週期的總時間再取平均；重複量度並確保波形穩定（觸發同步）。（5 分：頻率 2 分；多格 1 分；多週期平均 1 分；重複量度 1 分）

丙部　聲音、回聲與聲速

回聲題須清楚說明聲音走過的路程是距離的兩倍。

10. 船向海底發出聲脈衝，0.80 s 後收到回聲。水中聲速為 1500 m/s，求該處水深。

答案：聲音由船到海底再返回，共走了 2 倍水深：2 d = v t = 1500 × 0.80 = 1200 m，故 d = 600 m。（5 分：來回 2d 概念 2 分；計算 2 分；單位 1 分）

11. 人向 102 m 外的牆拍手，0.60 s 後聽到回聲。求空氣中的聲速；並解釋為何在月球上不能聽到回聲。

答案：聲速 v = 2 d / t = (2 × 102) / 0.60 = 340 m/s。聲音是縱波，必須靠介質傳遞振動；月球表面幾乎沒有大氣，沒有介質把聲音傳回，故不能聽到回聲。（5 分：計算 3 分；需要介質 1 分；月球無大氣 1 分）

12. 說明聲速在固體、液體與氣體中的一般大小次序，並舉一項日常應用。

答案：一般次序為固體最大、液體次之、氣體最小，因為粒子間距越小、粒子越容易迅速傳遞振動。日常應用：把耳朵貼在路軌上可較早察覺遠處列車，因為聲音在鋼中比在空氣中傳得快；醫學上用超聲波掃描身體。（5 分：次序 2 分；原因 2 分；例子 1 分）

丁部　反射、折射與全內反射

角度一律由法線量度；折射率取 1.50。

13. 光由空氣射入玻璃，入射角為 45°。玻璃折射率為 1.50，求折射角。

答案：由 n = sin i / sin r，sin r = sin 45° / 1.50 = 0.7071 / 1.50 = 0.4714，故 r = 28.1°（約 28°）。光進入較密介質，折射線向法線靠攏。（5 分：公式 2 分；代入 1 分；結果 2 分）

14. 求光在此玻璃中的速度，並解釋為何頻率不變而波長改變。

答案：v = c / n = (3.00 ×10^8) / 1.50 = 2.00 ×10^8 m/s。頻率由光源決定，光跨越界面時每秒到達的波數不變；波速減小，由 v = fλ 可知波長變短。（5 分：速度 2 分；頻率不變 2 分；波長變短 1 分）

15. 求此玻璃與空氣界面的臨界角，並寫出全內反射發生的兩個條件。

答案：sin c = 1 / n = 1 / 1.50 = 0.6667，c = 41.8°。條件：一是光由光密介質（玻璃）射向光疏介質（空氣）；二是入射角大於臨界角 41.8°。（5 分：臨界角 3 分；兩個條件 2 分）

16. 舉出一項全內反射的應用，並解釋光纖為何能長距離傳送訊號。

答案：應用例子：光纖通訊、內窺鏡、潛望鏡的棱鏡。光在光纖核心內以接近軸向的角度行進，射到核心與包層界面時入射角大於臨界角，故連續發生全內反射，幾乎沒有光能逸出，訊號衰減很小，可長距離傳送。（5 分：應用 2 分；全內反射解釋 2 分；低損耗 1 分）

戊部　凸透鏡成像

使用 1/f = 1/u + 1/v；實像像距取正，虛像像距取負。

17. 凸透鏡焦距 10.0 cm，物距 30.0 cm。求像距與放大率，並描述像的性質。
答案：1 / v = 1 / f - 1 / u = 1/10.0 - 1/30.0 = 2/30.0，故 v = 15.0 cm。放大率 m = v / u = 15.0 / 30.0 = 0.50。像是實像、倒立、縮小，位於透鏡另一側 15.0 cm 處。（6 分：公式 1 分；像距 2 分；放大率 2 分；性質 1 分）

18. 物體高 4.0 cm，求像高。若物距改為 5.0 cm，求像距、放大率及像的性質。
答案：像高 = 4.0 × 0.50 = 2.0 cm。物距 5.0 cm 時，1 / v = 1/10.0 - 1/5.0 = -1/10.0，v = -10.0 cm，即虛像位於物體同側 10.0 cm。放大率 = 10.0 / 5.0 = 2.0，像高 = 4.0 × 2.0 = 8.0 cm，像為虛像、正立、放大，這就是放大鏡的原理。（6 分：像高 1 分；像距 2 分；放大率 1 分；性質 2 分）

19. 說明實像與虛像的分別，以及如何用光屏分辨兩者。
答案：實像由實際光線相交形成，光線真正通過像的位置；虛像由光線的反向延長線相交而成，實際光線並沒有在該處相交。把光屏放在像的位置：能在屏上清晰成像的是實像；屏上甚麼也接不到、只能透過透鏡看到的是虛像。（5 分：實像定義 2 分；虛像定義 2 分；光屏分辨 1 分）

己部　實驗設計與誤差分析

須指出誤差的來源，並提出可實行的改善方法。

20. 漣漪槽實驗中，10 個波於 2.5 s 內經過某一點，而 5 個相鄰波峰相距 6.0 m。求頻率、波長及波速。
答案：頻率 f = 10 / 2.5 = 4.0 Hz。5 個波峰之間只有 4 個波長，故 λ = 6.0 / 4 = 1.5 m。波速 v = fλ = 4.0 × 1.5 = 6.0 m/s。（5 分：頻率 2 分；波長 2 分；波速 1 分）

21. 若學生誤把「5 個波峰相距 6.0 m」當作 5 個波長，波速會偏高還是偏低？試量化影響。
答案：波長會被算成 6.0 / 5 = 1.2 m，波速算成 4.0 × 1.2 = 4.8 m/s，比真值 6.0 m/s 偏低 20%。原因是相鄰波峰之間才是一個波長，段數總比波峰數少一，屬系統誤差。（5 分：錯波長 1 分；錯波速 1 分；偏低判斷 1 分；原因 2 分）

22. 提出兩項減低上述誤差的方法，並說明超聲波測距的原理。
答案：方法一：量度多個波長（例如 10 個）的總距離再除以段數，減低單次讀數的百分誤差；方法二：用頻閃光源或攝錄後逐格量度波峰位置，並重複量度取平均。超聲波測距：儀器發出短超聲脈衝並量度回聲時間 t，距離 = v t / 2，v 為當時空氣中的聲速。（5 分：兩個方法 2 分；測距原理 3 分）

TutorZone 中四物理練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。