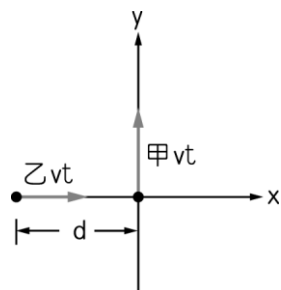


【測驗題一】

甲車自原點 O 向北行駛，乙車自甲車的西方距離 d 處向東行駛，兩車同時以速率 v 開始運動，則在此行駛過程中，兩車之最近距離為何？（7 分）

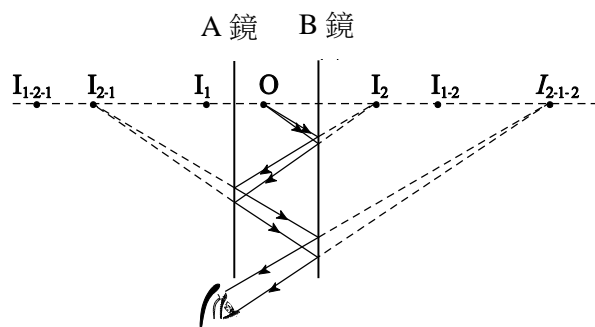
作答區（要有計算過程，才有分數）



【測驗題二】

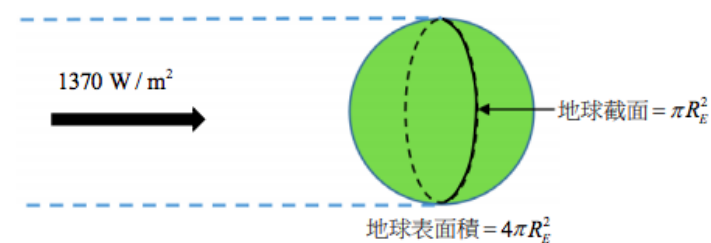
當物體置於兩平行鏡間時能產生無限多個像，並都落在經物體而垂直於鏡面之直線上，其原因是光線能在兩鏡中多次反射所造成，如圖所示。若兩鏡面相距 100 公分，且物體在 A 鏡前 20 公分處，請依據反射定律，歸納推導出在 B 鏡中，第 n 個像與 B 鏡的距離為何？（7 分）

作答區（要有計算過程，才有分數）



【測驗題三】

地球表面的溫度是受到太陽照射的影響，已知太陽光照射到地球時，每單位面積的平均功率為 1370 W/m^2 ；圖一是太陽照射地球的示意圖， R_E 為地球半徑約等於 $6.371 \times 10^6 \text{ m}$ 。



圖一

若地球表面平均溫度為 T_E ，假設地球的輻射可以表示為：

$$I(T_E) = \sigma T_E^4 \quad S = 5.670 \times 10^{-8} \text{ (W/m}^2\text{K}^4\text{)} \quad (1)$$

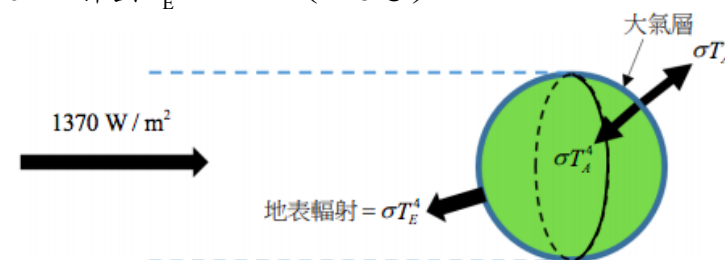
其中 $I(T_E)$ 為地球表面每單位面積輻射的平均功率 (W/m^2)。

當太陽輻射中有 30% 的被地球大氣層反射，且不考慮大氣層吸收太陽能輻射的狀況下，可利用 (1) 式預估地球的溫度 T_E 。

地球接收到的總功率 $1370 \times 0.7 \times \rho R_E^2$ (地球截面積)

地球輻射出的總功率 $\sigma T_E^4 \times 4\rho R_E^2$ (地球表面積)

得 $T_E^4 = 4.23 \times 10^9$ ，解出 $T_E = 255 \text{ K}$ (-18°C)



圖二

根據上述，若近地表約 10 公里厚的大氣層會反射 30% 的太陽輻射，且不考慮大氣層吸收太陽能輻射。假設具有平均溫度 T_A 的大氣層也會以 (1) 式的方式向外太空和地表輻射能量，且地表輻射完全被大氣層吸收，分別考慮大氣與地表的能量收支平衡的情況下，如圖 2 所示之簡單模型，則此模型的地表平均溫度 T_E ，則 T_E^4 為多少 (K^4)？（8 分）

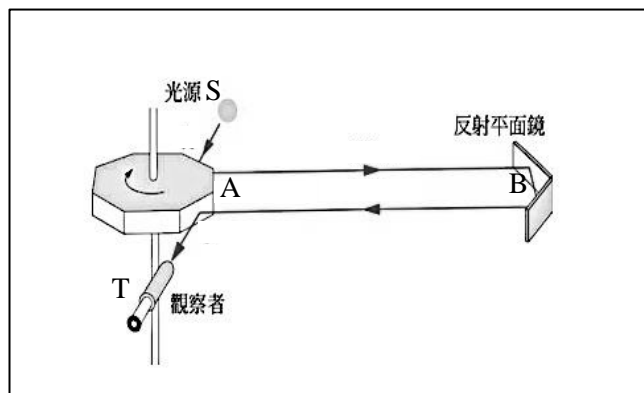
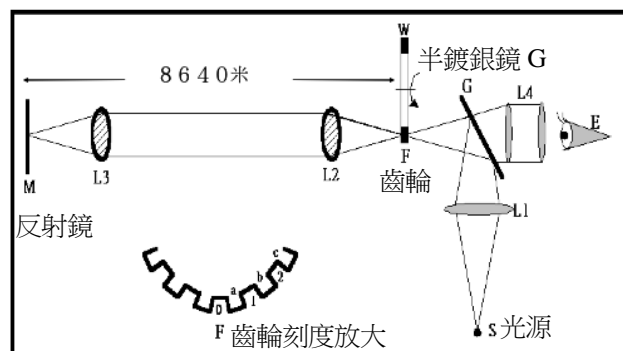
作答區（要有計算過程，才有分數）

【測驗題四】

從17世紀開始，就有很多科學家在尋找測量光速的方法，並做了大量實驗。第一個想出測光速方法是科學家伽利略。1607年，他從光走直線的特性中受到啟發，做了這樣一個實驗：他自己站在一個山頂上，請一個助理站在遠處的山頂上，兩人均配備有一個可自由開關的燈。伽利略會打開他的燈，他的助理一看到伽利略的燈光也會立即開燈。只要知道兩個燈的距離，伽利略即可測定兩道亮光之間所經過的時間，用以算出光速。可是在實驗中，這兩個人的動作銜接時間太長，因此測量出來的數據並不準確，再加上光速又快，所以實驗以失敗而告終。但他這次的失敗，卻揭開人們對光速測量的研究。

1849 年，法國人菲左第一次在地面上設計實驗裝置來測定光速。他的方法原理與伽利略的相類似。實驗裝置如圖，一開始還沒讓齒輪旋轉的時候，光源 S 經過透鏡 L1 再到半鍍銀鏡 G。經過 G 反射到齒輪，再經過 L2、L3 到反射鏡 M 又反射回齒輪，然後回到 G 折射到觀察者 E，觀察者就會看到光。接著他讓齒輪從速度為 0 到高速旋轉，在光從 F 傳到 M 再傳回來的時候，如果光剛好被齒輪的齒給擋住，那觀察者就看不見光。若光來回的時間恰好可以通過齒輪的縫，那麼觀察者就能看見光。因此根據轉速以及齒輪的齒數，即可換算光來回的時間，計算出光速。

1879 年邁克生改進菲左齒輪法以及傅科的旋轉鏡法，發明了旋轉稜鏡法測得更精確的光速。右圖即是邁克生用旋轉八面鏡測光速的實驗示意圖，圖中 S 為光源，T 是望遠鏡，與面鏡 B 構成了反射系統。八面鏡與反射鏡的距離為 $\overline{AB} = L$ ，且光在反射鏡內轉折所行距離遠小於 \overline{AB} 的距離。現使八面鏡順時針轉動起來，緩緩增大其轉速 f ，當轉動頻率達到某特定轉速 f_0 時，恰能在望遠鏡中第一次看見發光點 S [提示：此時八面鏡正好轉了 $1/8$ 圈]，因此邁克爾遜得到光傳播的時間，如此測量出光速 c 。



請依照上列敘述，回答以下問題：

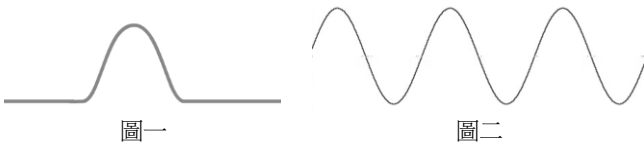
- (1) 根據文章，由八面鏡與反射鏡的距離為 L ，當八面鏡達到轉速 f_0 時，邁克生在望遠鏡中看見發光點，如此光速 c 的大小應表示為何？
(答案須以 L 及 f_0 表示。) (8 分)
- (2) 若 L 為 25 公里，光速 c 為 3×10^8 公尺/秒，則八面鏡轉速 f_0 應為若干 (轉/秒)？ (8 分)

作答區 (要有計算過程，才有分數)

【測驗題五】

波或波動是擾動或物理信息在空間上傳播的一種物理現象，擾動的形式任意，傳遞路徑上的其他介質也作同一形式振動。波是能量傳播的一種形式，從介質中一點傳播到另一點，而介質無任何永久性位移的移動。最常見的波有機械波和電磁波，根據傳播方向與介質振動方向又可分為縱波（介質的振動方向與傳播方向相同，比如空氣中的聲波、地震波中的P波等）和橫波（介質的振動方向與傳播方向垂直。如：電磁波、地震波中的S波等）。波根據振動源的次數可以分為

脈波：脈波的波源只對介質作一短暫的擾動。波通過介質時，介質中的質點在短暫振動後，隨即靜止於原位置。如圖一。



週期波：週期波的波源對介質作連續有規律的振動。如圖二。

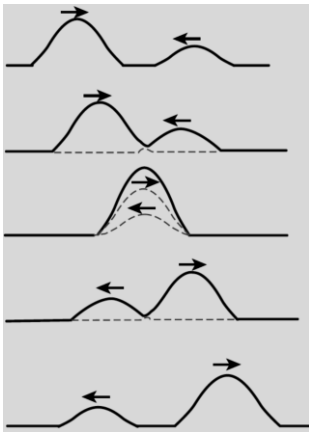
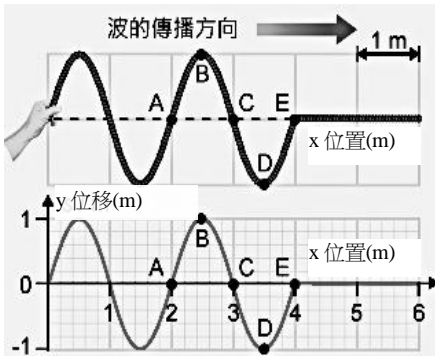
為了方便分析各種波的運動，我們會畫出質點位移—距離關係線圖（y-x 圖），表示紀錄了某一時刻橫波上各位置的質點之位移，也就是一般所說的波形圖。

如圖三中的繩上橫波。在位移—距離關係線圖中，橫軸為橫波上各質點的位置 x 。縱軸為質點相對於平衡位置的垂直位移 y 。如取向上為正，當質點在平衡位置之上，位移為正，位移—距離曲線便在橫軸之上。

當任意兩個波（A、B）在同一介質中相遇時，其合成之波形會由『A、B 兩波的波形疊加而成』；

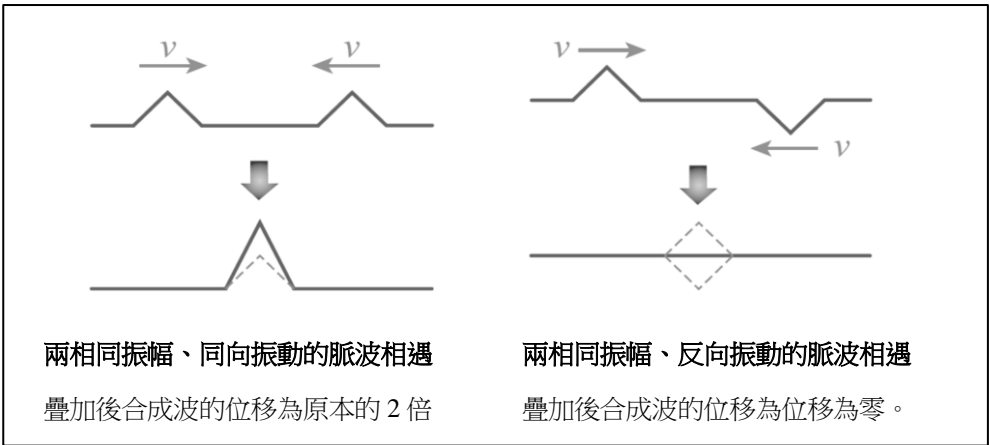
即兩波重疊時，合成波中介質的位移是原本兩個波在此位置位移的向量和， $\vec{y}_{\text{合成}} = \vec{y}_A + \vec{y}_B$ ；此種加法稱為波的疊加原理。

A、B 兩波相遇後又分開，其波形、波速等性質皆與原先未相遇前相同，此現象稱為波的獨立性。如圖四



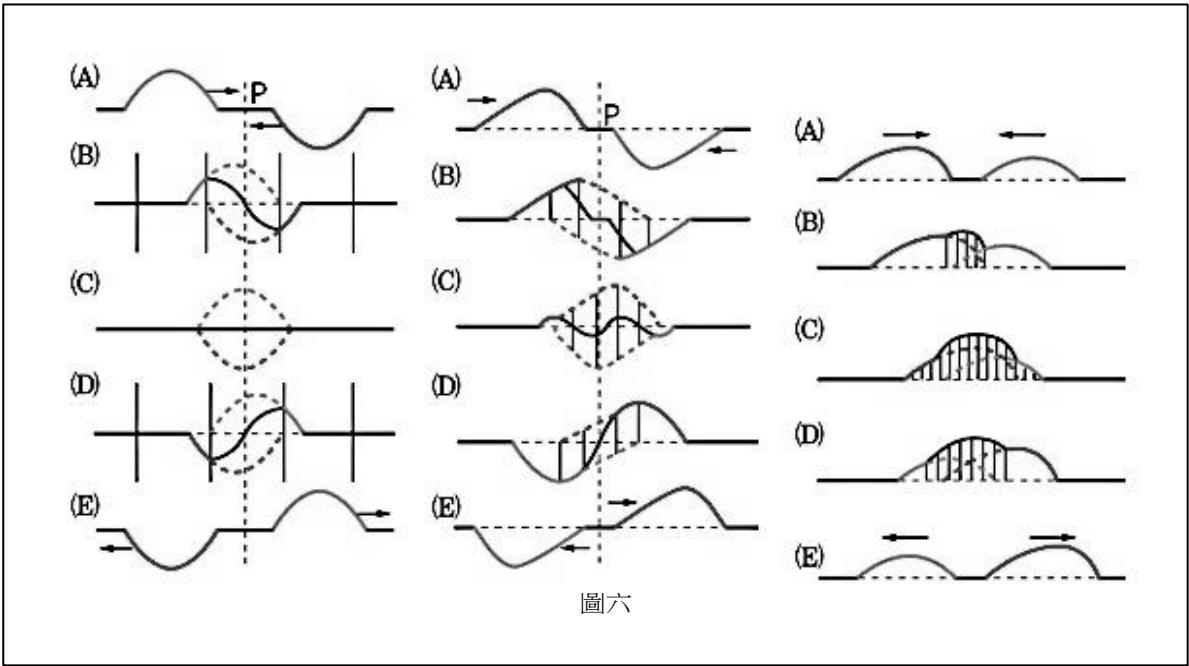
圖四

有關於波的疊加性，以下圖五、圖六為說明範例：



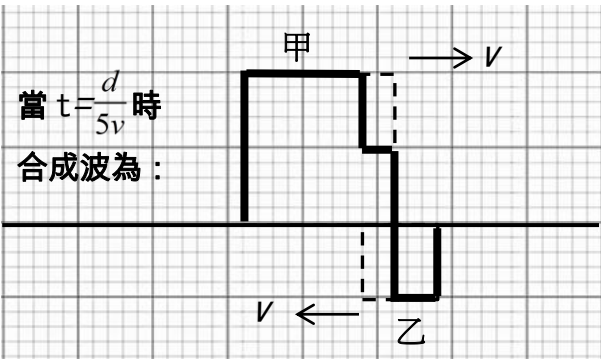
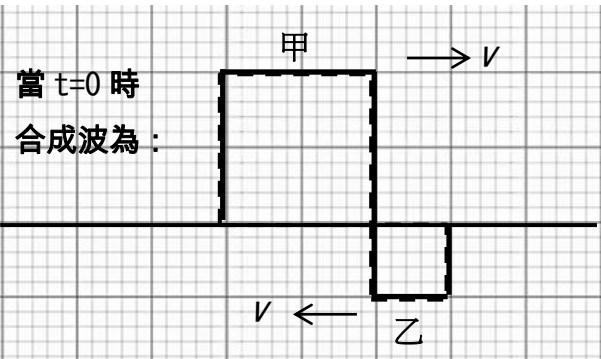
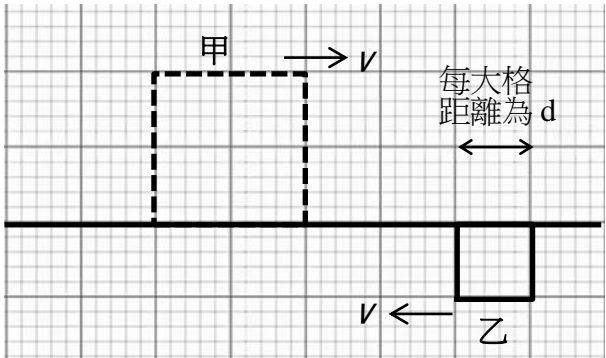
圖五

圖六中，時間序列由上到下，由(A)～(E)，說明了三種不同狀況，兩相向脈波的疊加。

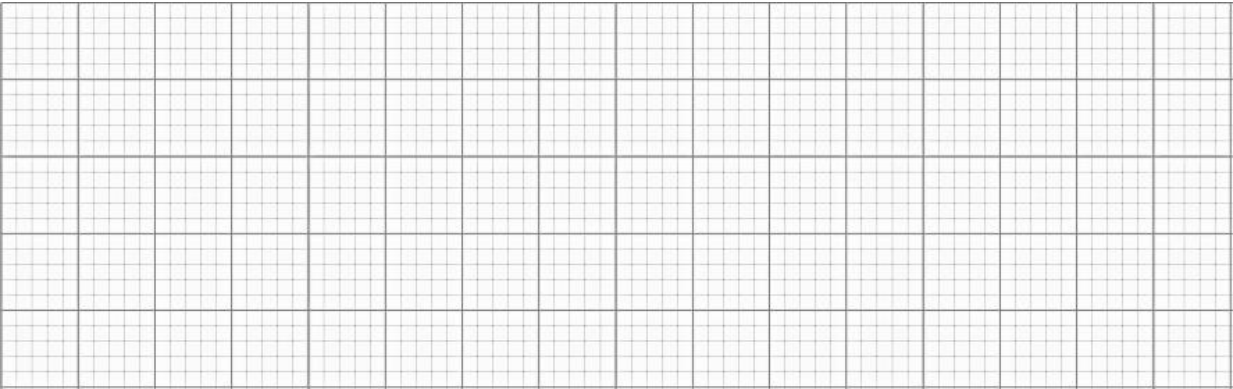


圖六

現有甲、乙兩脈波（下圖說明以虛線表示）相向以速率 v 傳播，若左下圖中為時刻 $t=0$ 時，根據上述說明，試畫出 $t=0\sim\frac{2d}{v}$ 期間，所有可能出現的合成波（下圖說明以實線表示）的波形為何？並寫出該波形出現的時間範圍。（12 分）



作答區



作答區

