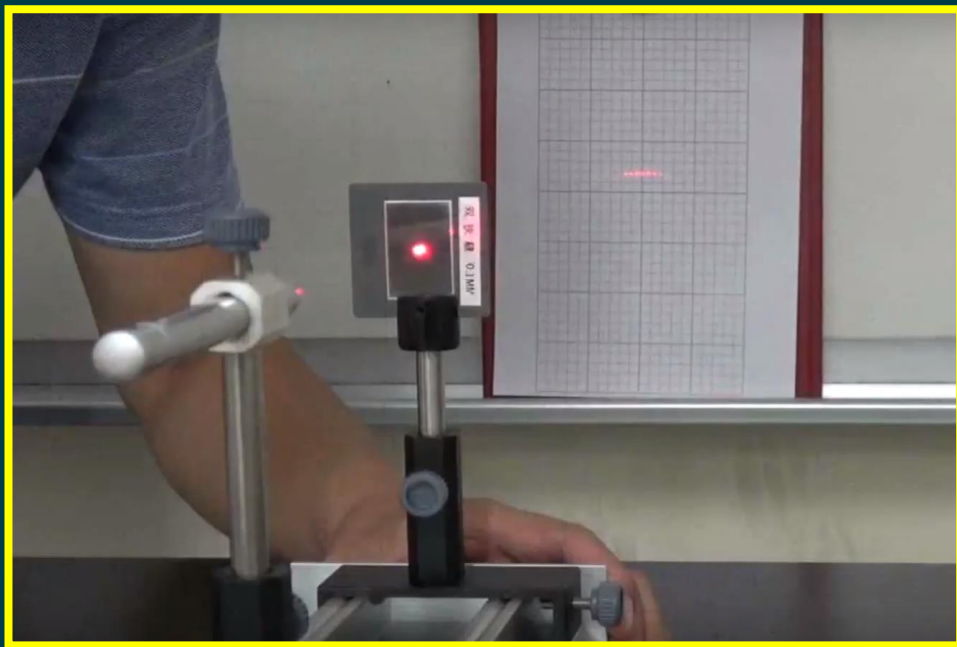


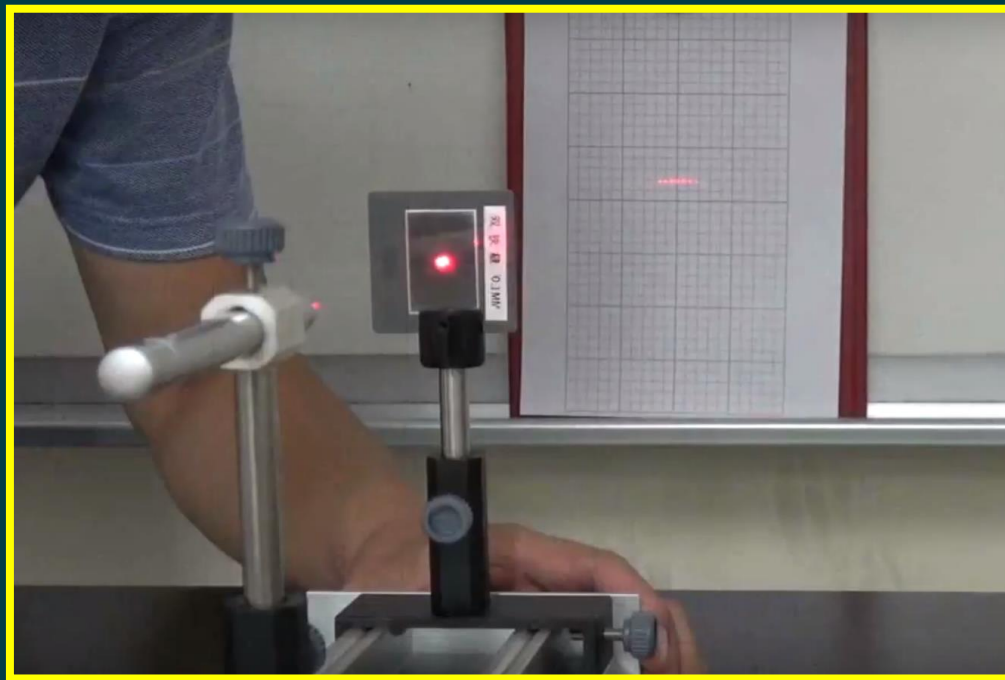
光的雙狹縫干涉與單擺探究 素養導向教學與命題

國教院測驗與評量研究中心研究教師
臺北市立大理高中
林春煌老師

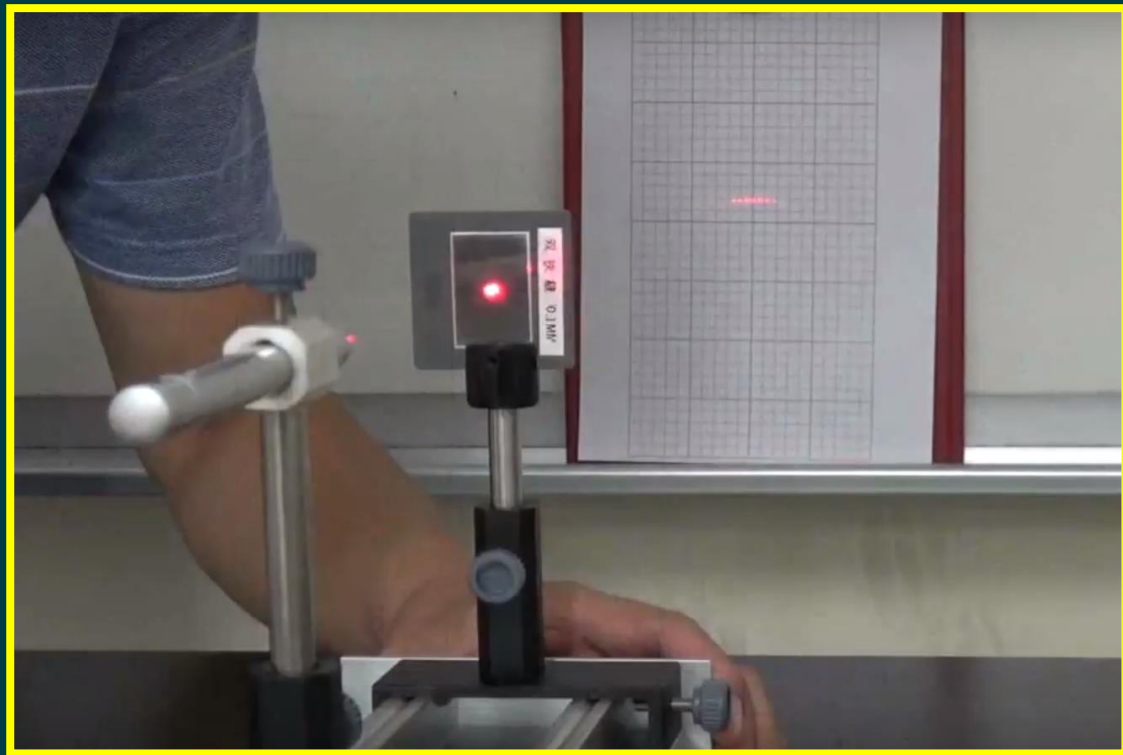
觀看雙狹縫干涉影片後，回答問題1：
你看到哪些器材？發生什麼現象？或有趣的事？



跟你的同組伙伴分享上面的答案,每一組寫出2件重要的事物(寫在A5紙上)



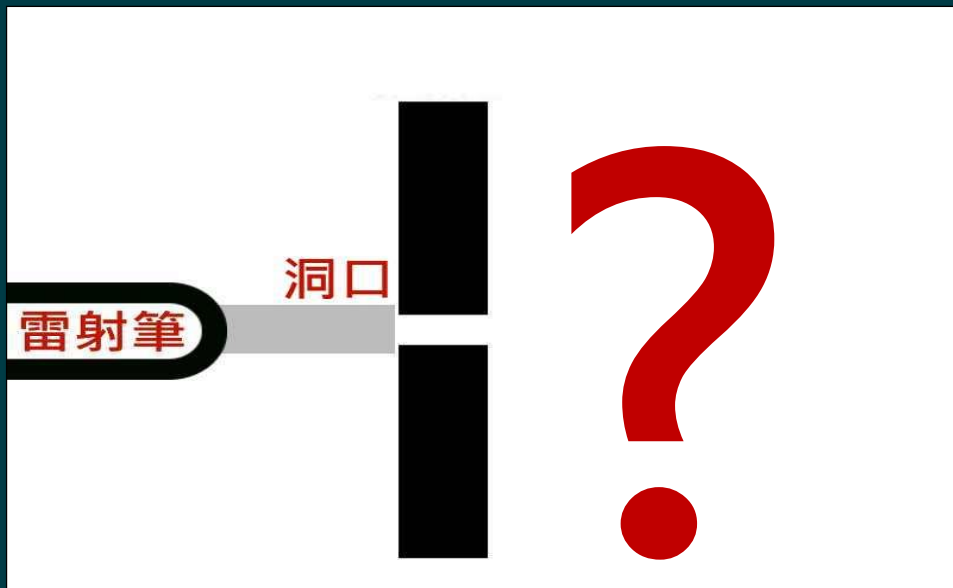
拿雷射光與狹縫片實作雙狹縫干涉實驗，觀察干涉條紋，寫出你想問的問題(每人一個):



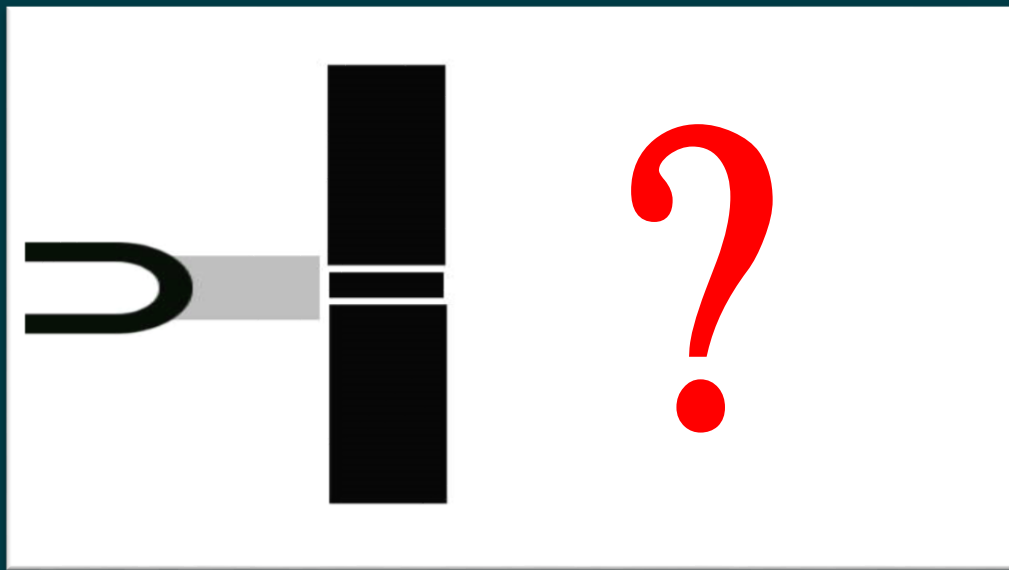
問題2-猜猜看:

當光通過洞口時發生了什麼事？

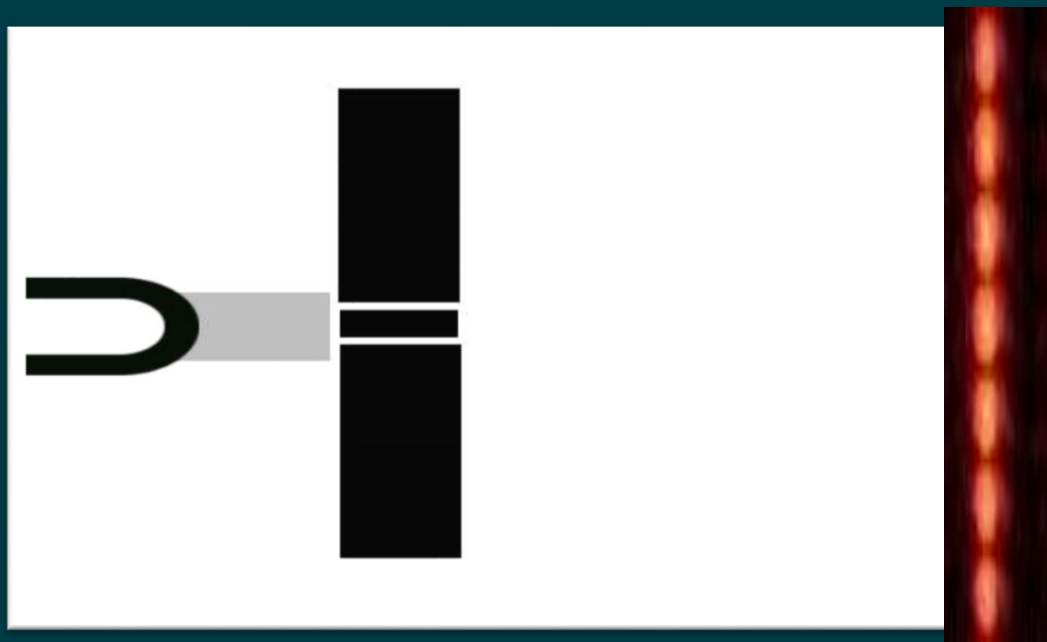
(洞口可大可小，每個人至少畫出2種，如果還有更多想法請在空白處，畫完再跟同組伙伴分享)



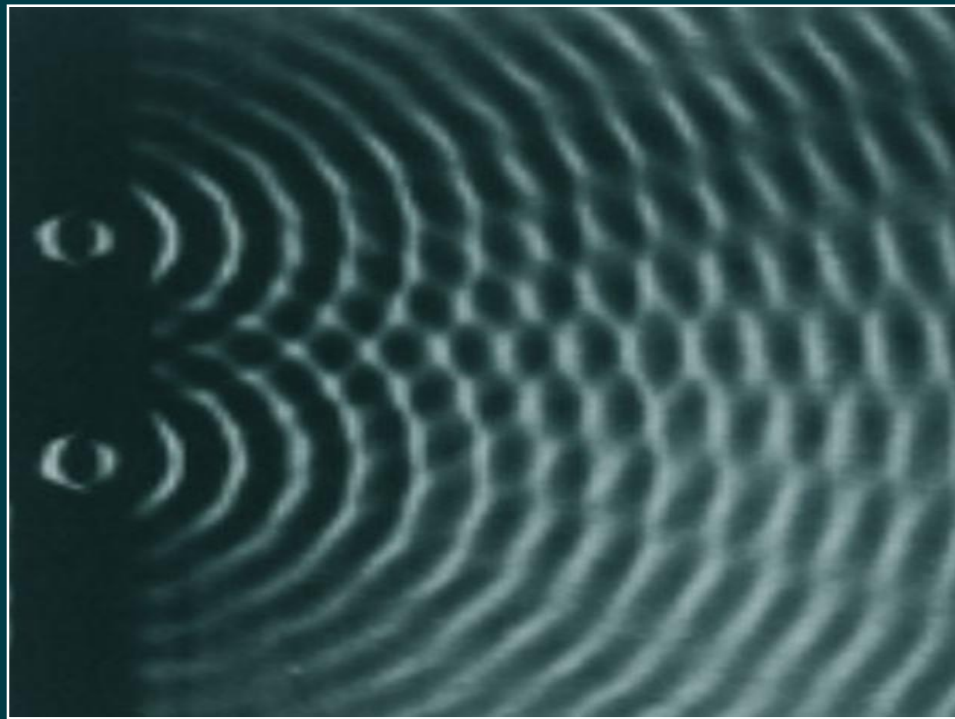
問題3-使用這些模型，試著預測光通過兩個狹縫時，可能發生的現象，並推論有無可能發生雙狹縫干涉的條紋



問題4-你預測的結果和影片的實驗結果相同嗎？若相同，請以你的模型，說明影片的實驗結果；若不相同，請修正你的模型，並進一步修正。(口頭問)

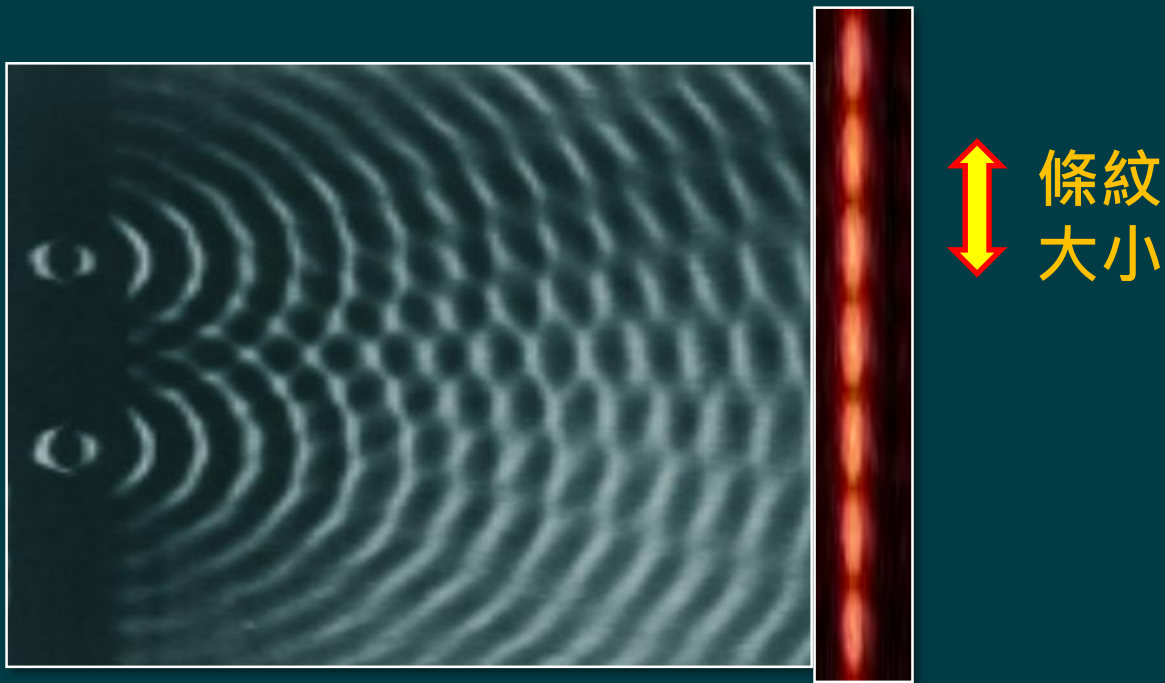


問題5-根據水波的模型，你認為會有哪些因素會影響條紋大小(寬度)嗎？寫下你的假設(口頭問)



條紋
大小

問題6.如果你要確認各種因素對條紋大小的影響，你可以如何設計實驗呢？(口頭問)



問題7.由同心圓模擬水波的假想實驗，你可以推論出光的波長(或狹縫至屏幕距離、狹縫間隔)和條紋大小有何種關係呢？



問題8.由上一題的各個實驗結果，整理出最後的結論

光的
波長

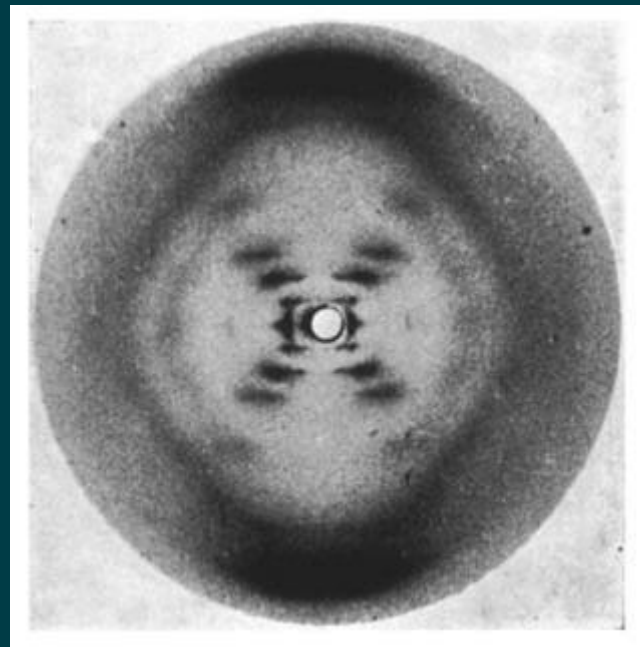
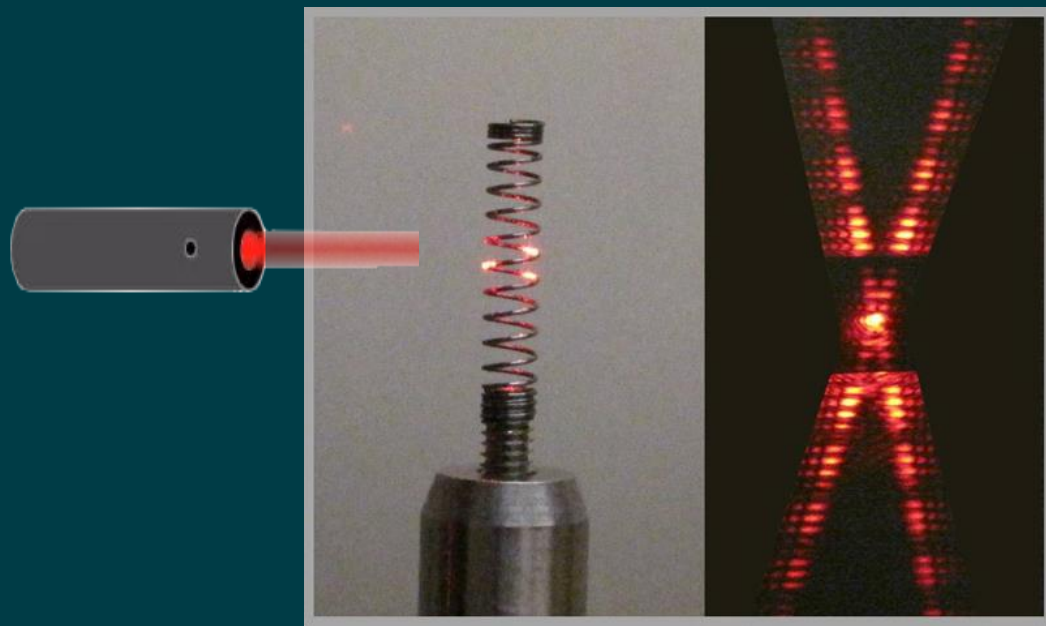
屏幕
距離

狹縫
間隔

干涉條紋
越寬



問題9：當雷射光射到細螺紋時，會出現X字體的圖形，由你的實驗結果，你可以推論出當螺紋變密時，光的條紋大小會由如何變化呢？



<https://www.aps.org/meetings/march/vpr/2010/imagegallery/franklin.cfm>

- 1.由單狹縫想像，提出假設模型
- 2.利用假設模型，去預測雙狹縫實驗結果。
- 3.解釋推論 直線分岔與氣體模型 無法解釋X
- 4.兩種模型可以解釋部分現象

繩波 - 解釋單點亮暗 水波-眾多個亮暗紋 水波-主 繩波 - 輔

- 5.利用水波模型去**探討影響條紋的因素**

(1)應變變因：條紋大小(兩亮紋中心點的距離)

(2)操縱變因：波長、至屏幕距離、狹縫間隔

- 6. **推論**：波長長、屏幕距離大、狹縫間隔小→ 條紋寬
- 7. **預測與應用**：解釋DNA繞射

請問剛才的過程总共問
了什麼問題？

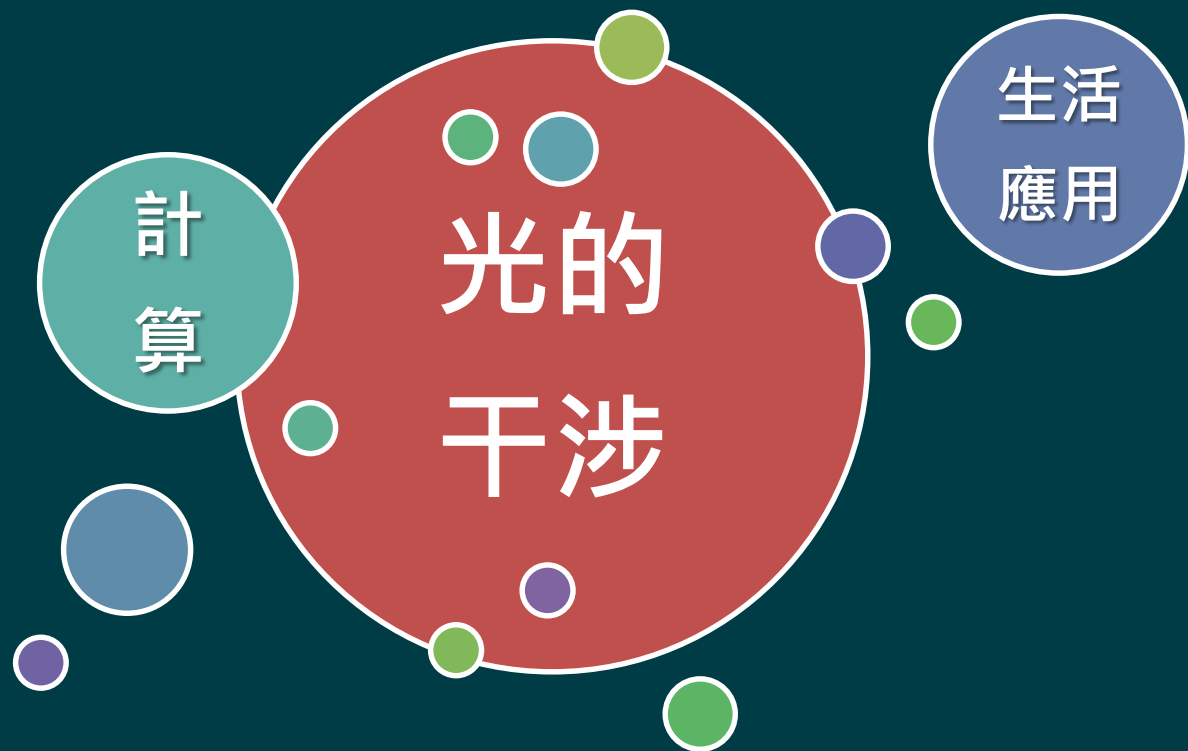
練習：

找出一個問題

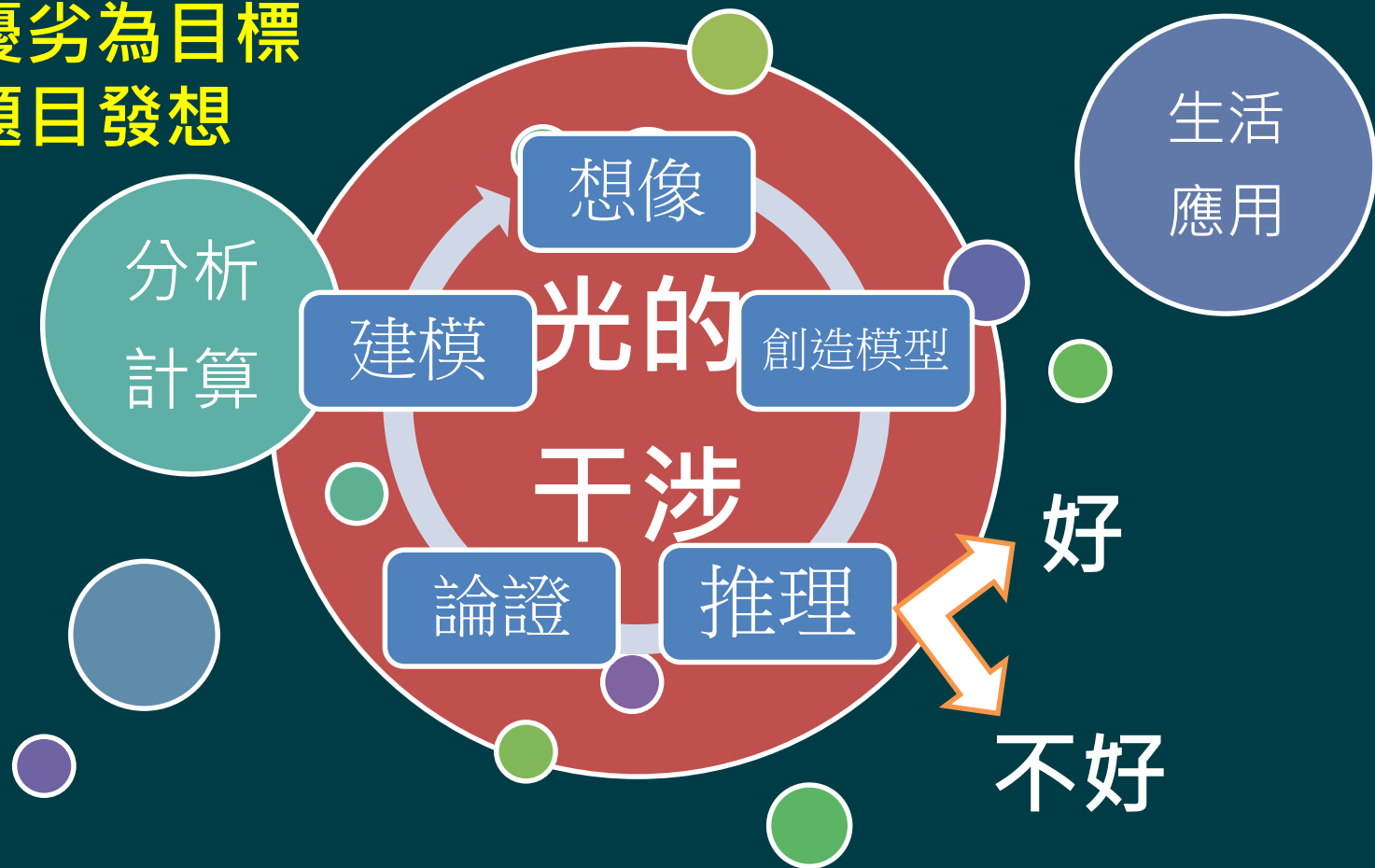
參考學習表現練習命題

寫在A4紙上

以評鑑學生優劣為目標-題目發想



以學習過程學生
表現優劣為目標
的題目發想



以學生表現為本的素養導向評量

由單狹縫想像，
提出假設模型

優:粒子.波.繩波三種模型

良:粒子.波

待加強:粒子

假設模型，去預測雙狹縫實驗結果

優:推理過程與結果符合科學原理

良:推理過程與結果部份符合科學原理

待加強:推理過程與結果均不符合科學原理

兩種模型可以解釋部分現象

優:使用兩種模型分別解釋部份現象

良:使用一種模型解釋部份現象

待加強:無法使用模型解釋現象

以評鑑學生優劣為目標的
題目發想

V.S.

以評鑑學生學習過程
表現優劣為目的

光的
干涉

計算

生活
應用

想像

建模

光的
干涉

創造模型

論證

推理

素養題觀摩

問題1:以A5紙寫出你看到哪些器材?發生什麼現象或有趣的事?寫一個重要的、一個特別的

拿雷射光與狹縫片實作雙狹縫干涉實驗，觀察干涉條紋，寫出你想問的問題

1.熱身用問題

2.探究問題可以再進行探究與實作

問題2:由實驗影片中，你可以試著想像光通過洞口後，發生了什麼事嗎？請畫出光通過洞口後，可能的樣態(2種以上)。

轉化的問題: 請畫出光通過洞口後，可能的樣態，並應用你學過的**科學理論**說明

(評分標準):

畫出圖形且說明合理(1分)

沒有回答或說明不合理(0分)

學習表現

想像創造:
提出各種
假設想法

問題1

請畫出光通過洞口後可能的樣態，
並應用你學過的科學理論說明。



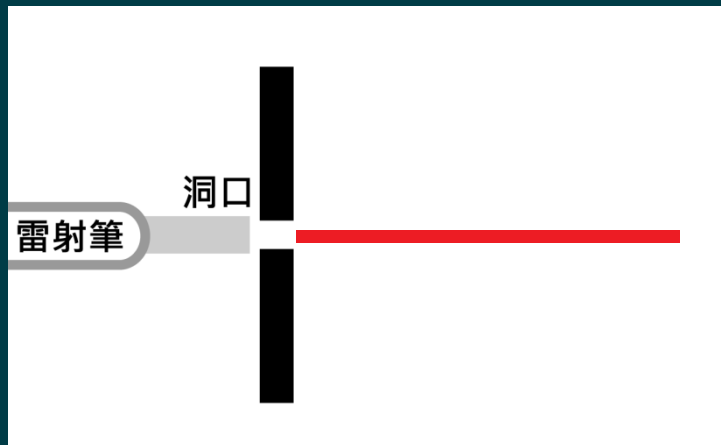
學習表現

想像創造

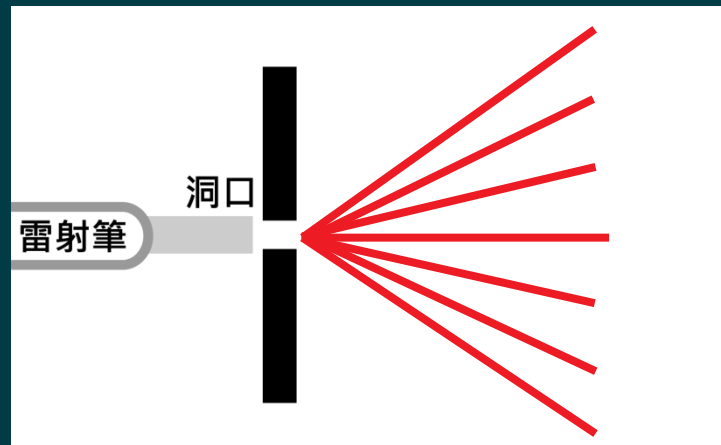
提出各種
假設想法

評分標準：
畫出圖形，並以合理的
科學理論說明

常見的答案有下列這些-1

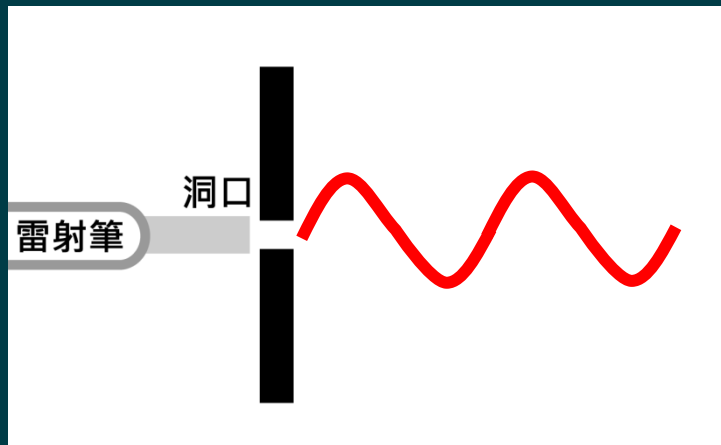


光像粒子一樣**直線前進**

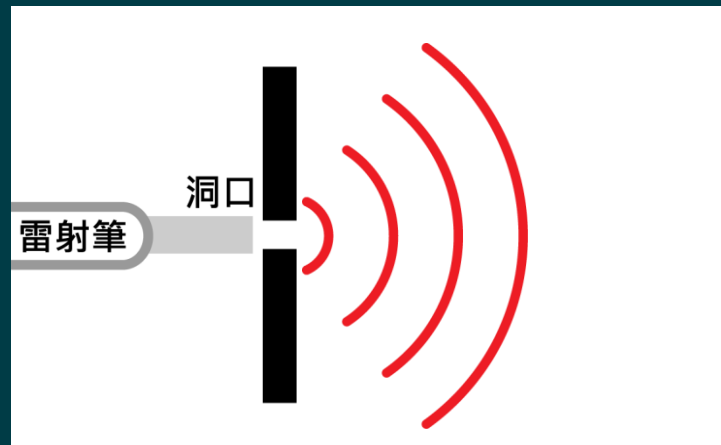


狹縫極小時發生單狹縫**繞射**

常見的答案有下列這些-2

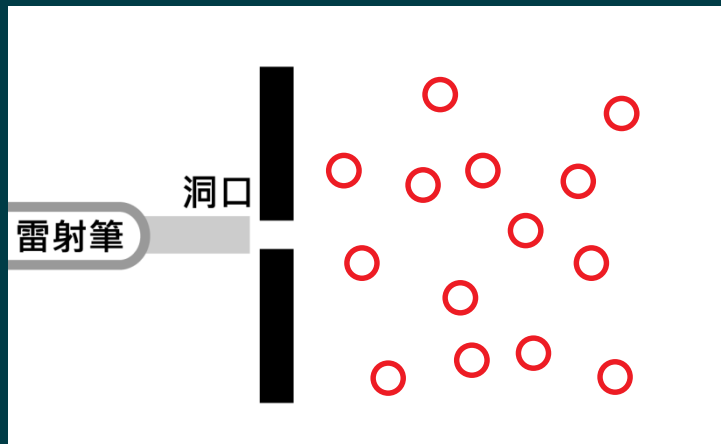


光像繩波一樣傳遞
具有波峰與波谷



通過狹縫後
成為新的點波源向四周發散

常見的答案有下列這些-3



光像氣體一樣的微粒通過狹縫後會四處運動

評分標準：

畫出圖形，並以合理的科學理論說明2分

畫出圖形，說明不符合科學理論1分

未作答0分

問題2

學習表現

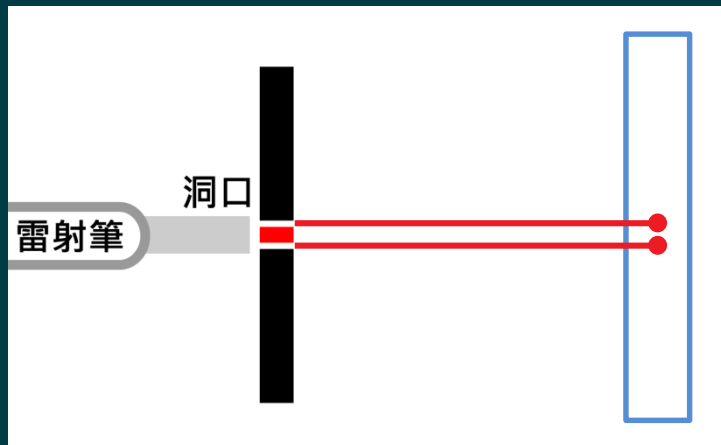
建立模型

根據你的模型，說明光通過雙狹縫之後，
在屏幕上可能的現象。

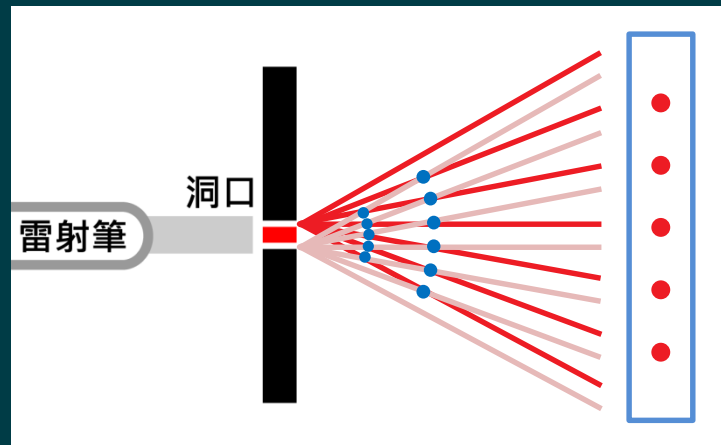


作答要求：
繪圖並說明屏幕上發生的
現象

解析2-1

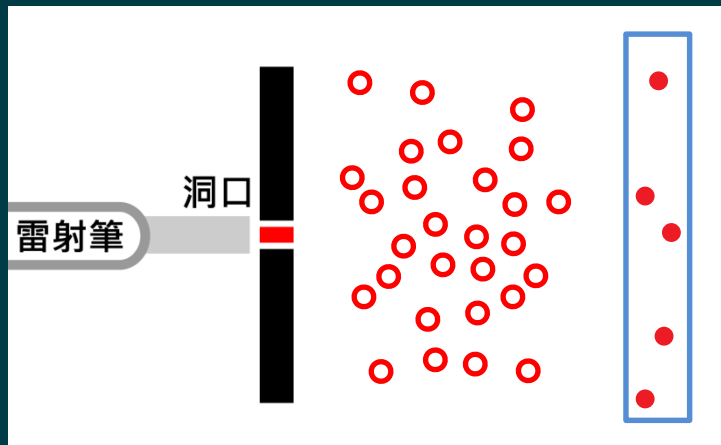


1. 粒子模型
兩個亮點



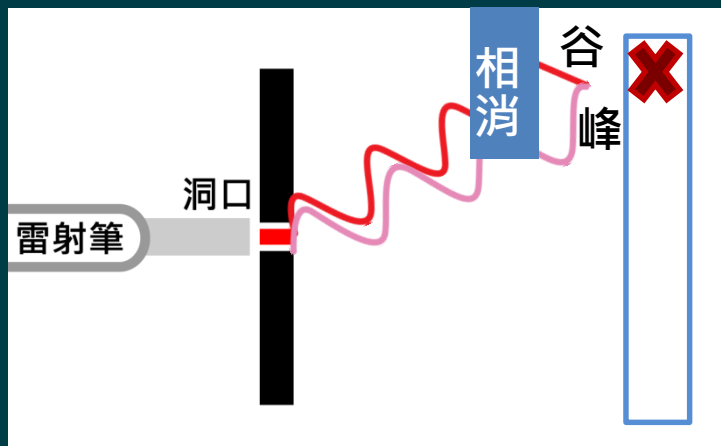
2. 光束分岔模型
多個亮點

解析2-2



3.氣體微粒模型
會紊亂地出現亮點

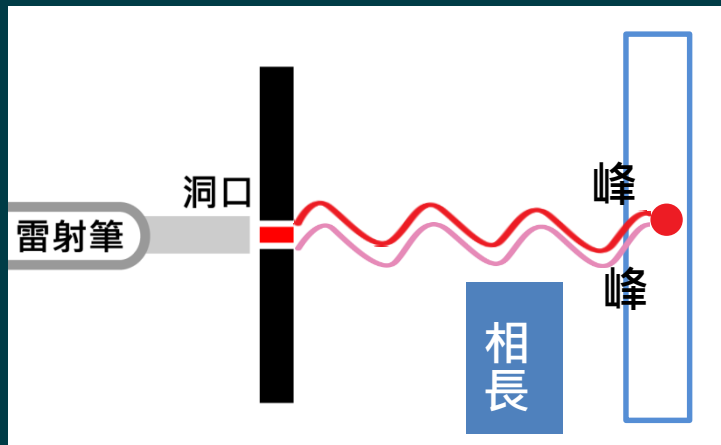
解析2-3



4. 繩波模型

某些地方出現暗紋

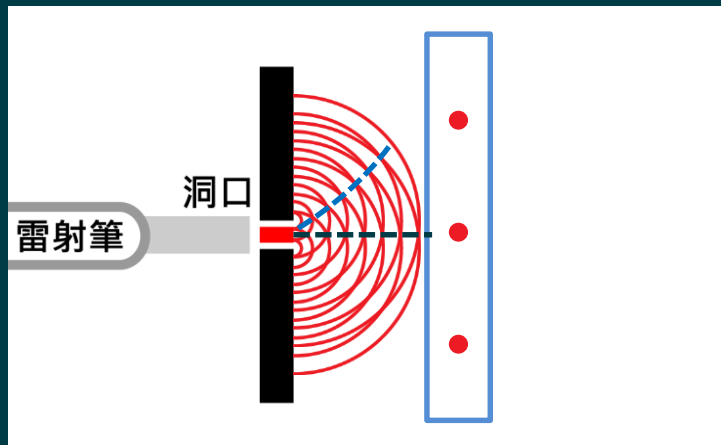
解析2-4



4. 繩波模型

某些地方出現亮紋

解析2-5



5.水波模型

某些地方出現亮紋

評分標準：

繪圖合理且推論合理

2分

繪圖合理但推論不合理

1分

未作答0分

問題3:由上述討論所提出來的1~2種模型，試著預測光通過兩個狹縫時，可能發生何種情況。

轉化的問題:根據你的模型，說明光通過雙狹縫之後，在屏幕上可能的現象

(評分標準):

畫出圖形且推理合理(1分)

沒有畫出圖形或推理不合理(0分)

學習表現

建立模型

問題3

下列何者現象出現會造成為光的干涉暗紋？

- (A) 波峰+波峰
- (B) 波峰+波谷
- (C) 波谷+波谷
- (D) 以上皆非

學習內容

答:B

問題4:你預測的結果和影片的實驗結果相同嗎？
若相同，請以你的模型，說明影片的實驗結果；
若不相同，請修正你的模型，並進一步修正。

轉化的問題4-1:請使用繩波模型解釋雙狹縫干涉的亮，暗紋發生的原因：

發生亮紋是因為：

波峰 + 波峰，波谷 + 波谷

發生暗紋是因為：波峰 + 波谷相抵消

學習表現

建立模型

問題4:你預測的結果和影片的實驗結果相同嗎？
若相同，請以你的模型，說明影片的實驗結果；
若不相同，請修正你的模型，並進一步修正。

轉化的問題4-2:應用水波模型可以解釋雙狹縫干涉的那些現象？

學習表現

參考答案

建立模型

- 1.光發生亮暗間隔，水波也有類似情形
- 2.間隔小範圍內有等間隔

問題4:你預測的結果和影片的實驗結果相同嗎？若相同，請以你的模型，說明影片的實驗結果；若不相同，請修正你的模型，並進一步修正。

轉化的問題4-3:若以水波或繩波模型來解釋雙狹縫干涉的部分現象，下列敘述何者較合理？

- (A) 繩波模型比較適合解釋影響亮暗紋大小的因素
- (B) 水波模型將雙狹縫干涉視為兩個水波的干涉，兩邊疊加之後，波峰為亮紋，波谷為暗紋
- (C) 繩波適合解釋某個點為什麼是亮或暗紋，水波適合解釋影響亮暗紋大小的原因

學習表現

推理論證？

問題4

應用水波模型可以解釋雙狹縫干涉的那些現象？

學習表現

參考答案：

建立模型

- 1.光發生亮暗間隔，水波也有類似間隔情形。
- 2.小範圍內有等間隔條紋。

參考答案

可回答(1分)：a.光發生亮暗間隔，水波也有類似間隔情形
b.小範圍內有亮暗紋等間隔的現象

無法回答(0分)

問題5

有關以水波與繩波模型分別來解釋雙狹縫干涉部分現象，以下何者敘述較為合理？

- (a) 繩波模型比較適合解釋影響條紋大小的因素。
- (b) 水波模型將雙狹縫干涉視為兩個水波的干涉，兩邊疊加之後，波峰為亮紋，波谷為暗紋。
- (c) 繩波適合解釋某個點為什麼是亮或暗紋，水波適合解釋影響亮暗紋大小的原因。

答:C

學習表現

建立模型

瞭解模型
有其局限性

養成應用科學思考與探究的習慣
瞭解科學知識
是人們理解現象的一種解釋，
但不是唯一的解釋。

問題6:如果你要確認各種因素對條紋大小的影響，你可以如何設計實驗呢？

轉化的問題6-1:小明設計並進行了這個以下這個光學實驗，請問他想要探討的是什麼關係？

實驗次數	光的波長	狹縫間距	屏幕距離	亮紋寬度
1	650nm	1mm	5m	3.3mm
2	650nm	1mm	4m	2.4mm
3	650nm	1mm	3m	2.0mm
4	650nm	1mm	2m	1.1mm
5	650nm	1mm	1m	0.7mm

學習表現

計劃與執行

問題6

小明設計了這個以下這個光學實驗，請問他想要探討的是什麼關係？

學習表現

計畫與執行

實驗次數	光的波長	狹縫距離	屏幕距離	亮紋寬度
1	650nm	1mm	5m	3.3mm
2	650nm	1mm	4m	2.4mm
3	650nm	1mm	3m	2.0mm
4	650nm	1mm	2m	1.1mm
5	650nm	1mm	1m	0.7mm

問題7

根據此數據作圖並推論結果

學習表現

討論與傳達

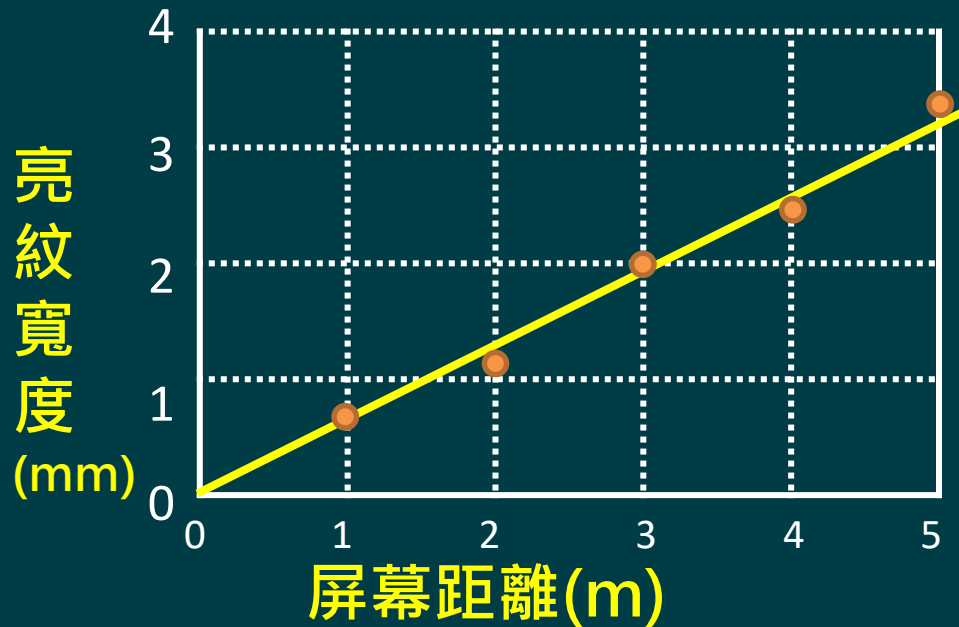
實驗次數	光的波長	狹縫距離	屏幕距離	亮紋寬度
1	650nm	1mm	5m	3.3mm
2	650nm	1mm	4m	2.4mm
3	650nm	1mm	3m	2.0mm
4	650nm	1mm	2m	1.1mm
5	650nm	1mm	1m	0.7mm

問題7-解析-1

學習表現

討論與傳達

根據此數據作圖並推論結果



評分標準

繪圖正確且橫軸為操縱變因
(屏幕距離)2分

繪圖不完全正確或繪圖正確
但橫軸錯置1分

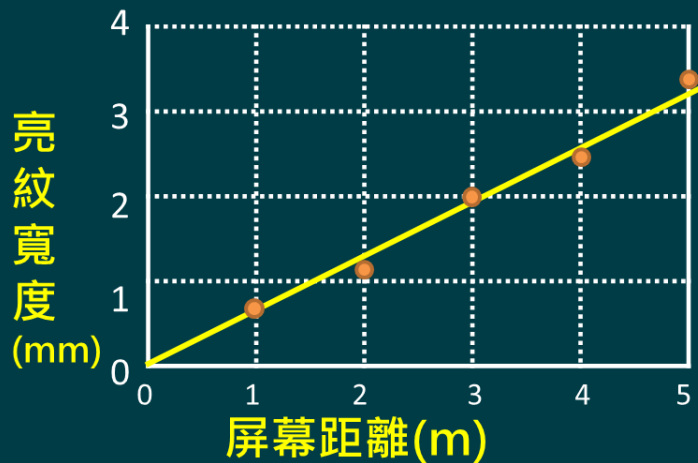
繪圖不正確0分

問題7-2解析

根據此數據作圖並推論結果

學習表現

討論與傳達



評分標準

回答正比且說明中包含5點關係可能為一直線且此直線通過原點(3分)

回答正比但只說明一直線，未說明通過原點(2分)

回答正比但說明不合理(1分)

未回答正比(0分)

屏幕距離與亮紋寬度圖形接近過原點的一直線，二者關係可能是正比

問題8

小明設計了這個以下這個光學實驗，請問他想要探討的是那些因素的關係？

學習表現

計畫與執行

實驗次數	光的波長	狹縫距離	屏幕距離	亮紋寬度
1	500nm	0.5mm	4m	4.5mm
2	500nm	1mm	4m	2.4mm
3	500nm	2mm	4m	1.0mm
4	500nm	4mm	4m	0.6mm

問題9

討論與傳達

根據此數據作圖並推論結果

實驗次數	1	2	3	4
狹縫距離(mm)	0.5	1	2	4
亮紋寬度(mm)	4.5	2.4	1.0	0.6

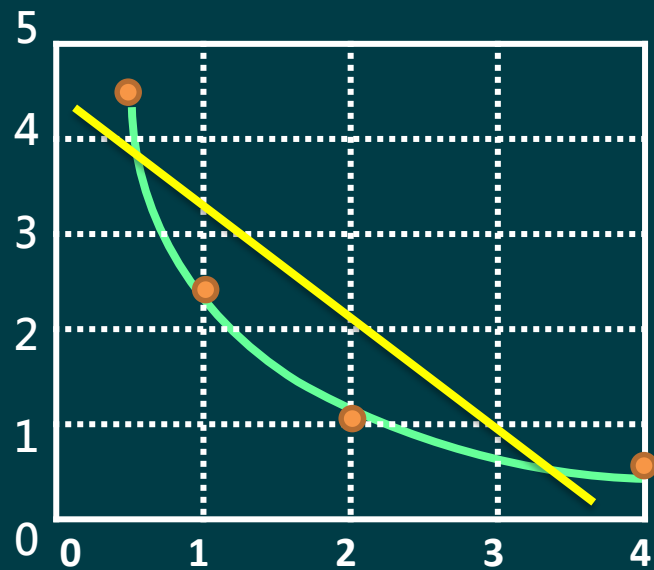
評分標準

繪圖正確(可畫直線或曲線)2分

繪圖不完全正確1分

繪圖不完全正確且或縱橫軸錯置0分

亮紋寬度
(mm)



狹縫間距(nm)

問題9-繪圖

討論與傳達

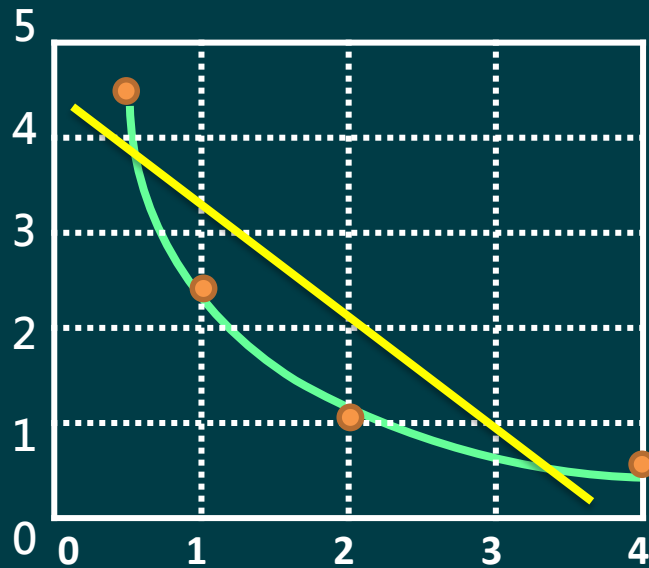
根據此數據作圖並推論結果

實驗次數	1	2	3	4
狹縫距離(mm)	0.5	1	2	4
亮紋寬度(mm)	4.5	2.4	1.0	0.6

亮紋寬度
(mm)

圖形可能是反比關係，還需進一步以數據判斷，才能確定。

將狹縫距離與亮紋寬度相乘都是2.0-2.4之間，故狹縫距離與亮紋寬度可能成反比



狹縫間距(nm)

問題9-推論

討論與傳達

評分標準

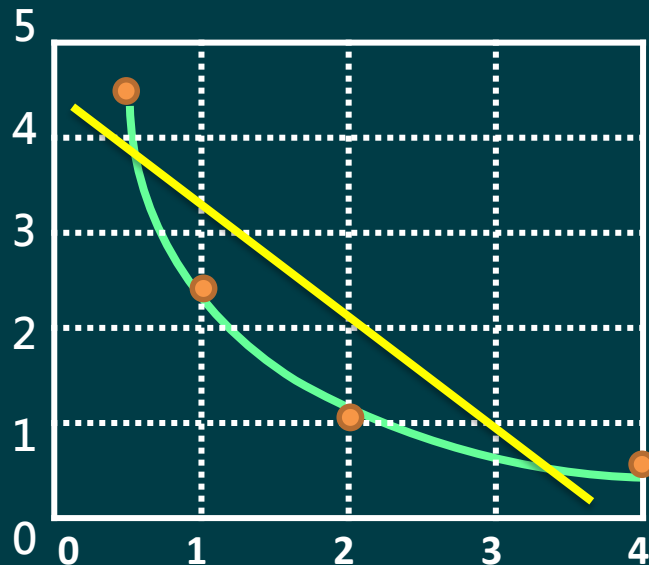
回答反比，且說明關係是狹縫間距越大亮紋寬度越小，且相乘為定值(3分)

回答反比，說明關係是曲線，未將兩者因素相乘(2分)

回答反比但說明不合理(1分)

未回答反比(0分)

亮紋寬度
(mm)



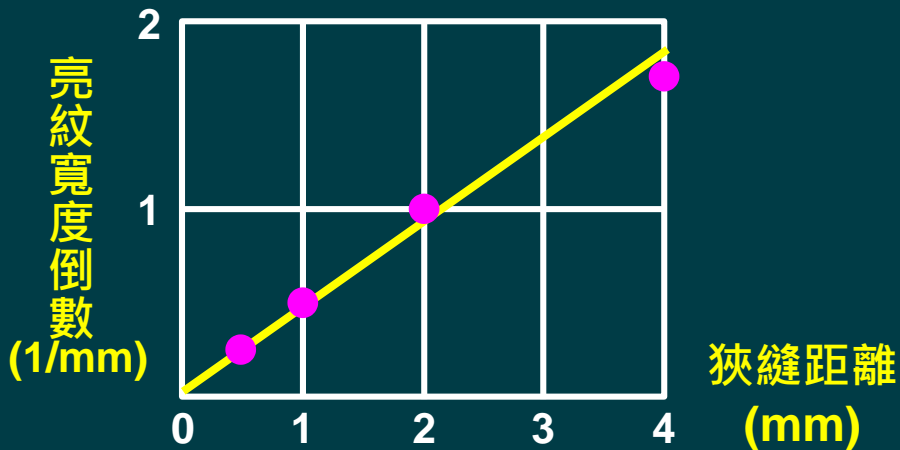
狹縫間距(nm)

問題9-另一作圖

根據此數據作圖並推論結果

討論與傳達

實驗次數	1	2	3	4
狹縫距離(mm)	0.5	1	2	4
亮紋寬度(mm)	4.0	2.0	1.0	0.5



狹縫距離與亮紋寬度的倒數圖形為過原點直線，二者關係是正比，故狹縫距離與亮紋寬度成反比

問題10

小明做完實驗之後得到以下訊息：

實驗1:波長越長，亮紋寬度越寬

實驗2:狹縫距離越遠，亮紋寬度越窄

實驗3:屏幕距離越近，亮紋寬度越窄

學習表現

分析與發現

根據這些訊息請挑選下列器材與地點，作出亮紋寬度最寬的實驗結果

(A)紅光雷射 (B)綠光雷射 (C)藍光雷射 (D)白熾燈泡

(E)1mm間距雙狹縫 (F)2mm間距雙狹縫

(G)3mm寬單狹縫 (H)教室 (I)電影院

答:A.E.I

問題11

小明做完實驗之後得到以下訊息：

實驗1:波長越長，亮紋寬度越寬

實驗2:狹縫距離越遠，亮紋寬度越窄

實驗3:屏幕距離越近，亮紋寬度越窄

根據以上訊息，作了以下的推論

亮紋寬度=波長×"屏幕距離" / "狹縫距離"

此推論是否正確？為什麼？

學習表現

分析與發現

問題11

小明做完實驗之後得到以下訊息：

實驗1:波長越長，亮紋寬度越寬

實驗2:狹縫距離越遠，亮紋寬度越窄

實驗3:屏幕距離越近，亮紋寬度越窄

根據以上訊息，作了以下的推論

亮紋寬度=波長×"屏幕距離"
/"狹縫距離"

此推論是否正確？為什麼？

答案:不正確

從相關性推論到正反比，可能以下的問題:

(1)次數可能不是一次，舉例來說:波長與亮紋寬度有可能是2次或1.5次的關係

(2)係數也許不是1，可能有常數要乘或要加

(3)可能還有別的因素影響