

111年

命題精進方向
與研究測試進程說明

物理科



報告人:國立臺灣師範大學物理學系 蔡志申教授
107.11.6

大綱

- ➡ 試題研發計畫
 - 情境題與基本題之比較
 - 研發成果
- ➡ 小型研究用測試結果



情境題與基本題之比較

情境題 vs 非情境題

某科學家在一顆恆星的周遭發現5個天體，經由數據估計出這些天體的物理性質如下表所示，5個天體的運動方式皆為圓形軌道，顯示其中只有3個天體為該恆星的行星。則下表中那兩個不可能是該恆星的行星？天體間彼此的引力可以忽略。

星體編號	速率 (公里/秒)	星體質量的相對值	軌道半徑 (AU)
I	25.0	3.0	5.0
II	9.50	2.2	10
III	6.00	90	23
IV	4.00	17	35
V	3.40	15	80

(A) I和II (B) IV和V (C) I和V (D) I和IV (E) IV和II

兩衛星質量為 $m_{甲}$ 與 $m_{乙}$ ，分別以軌道半徑 $R_{甲}$ 、 $R_{乙}$ 繞同一行星作等速率圓周運動。已知 $R_{甲}/R_{乙} = 4$ ，且 $m_{甲}/m_{乙} = 2$ ，則兩衛星繞行星公轉速率的比值 $v_{甲}/v_{乙}$ 為何？

(A) $\sqrt{2}$ (B) 2 (C) 1 (D) $1/2$ (E) $1/\sqrt{2}$

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

試題研發成果

- 生活情境結合探究與實作
- 學術情境結合探究與實作
- 生活情境結合探究與實作
- 跨學科跨領域

探究與實作

評量面向	評量內容	自然科學領綱* 探究學習內容
1. Why	1-1 為什麼這樣設計實驗(實作)？ 1-2 為什麼實驗(實作)可以/或不可以得出這樣的結論？	◎發現問題 <ul style="list-style-type: none"> ◆觀察現象 ◆蒐集資料 ◆形成與訂定問題 ◆提出可驗證的觀點
2. What	2-1 實驗(實作)的控制變因是什麼？ 2-2 實驗(實作)中的實驗組/對照組為何？ 2-3 實驗(實作)操作的程序是什麼？	◎規劃與研究 <ul style="list-style-type: none"> ◆尋找變因或條件 ◆擬定研究計畫 ◆蒐集資料數據
3. How	3-1 如何依據實驗(實作)數據/或結果推論出結論？ 3-2 如何補足實驗(實作)環節/或改錯/或完成實驗(實作)步驟？ 3-3 如何改進實驗(實作)的整體設計？	◎論證與建模 <ul style="list-style-type: none"> ◆分析資料與呈現證據 ◆解釋與推理 ◆提出結論或解決方案 ◆建立模型
4. Evaluation	4-1 證明實驗(實作)設計與問題/或假說的關係。 4-2 評估探究設計：包括實驗(實作)的適當性/或有無缺漏/或能否推論出結論等。	◎表達與分享 <ul style="list-style-type: none"> ◆表達與溝通 ◆合作與討論 ◆評價與省思



生活情境結合探究與實作

例一

- 日常生活情境：肉品切面之金屬光澤
- 探究與實作情境：資料整理與分析

研發成果(生活情境)

小明的家人在市場買了真空包裝的肉，回家打開切成肉片，發現切面泛著淡淡的偏綠色的金屬幽光，有些地方還看到彩虹色的金屬色澤，如圖一所示，心想是不是肉被金屬汙染了呢？



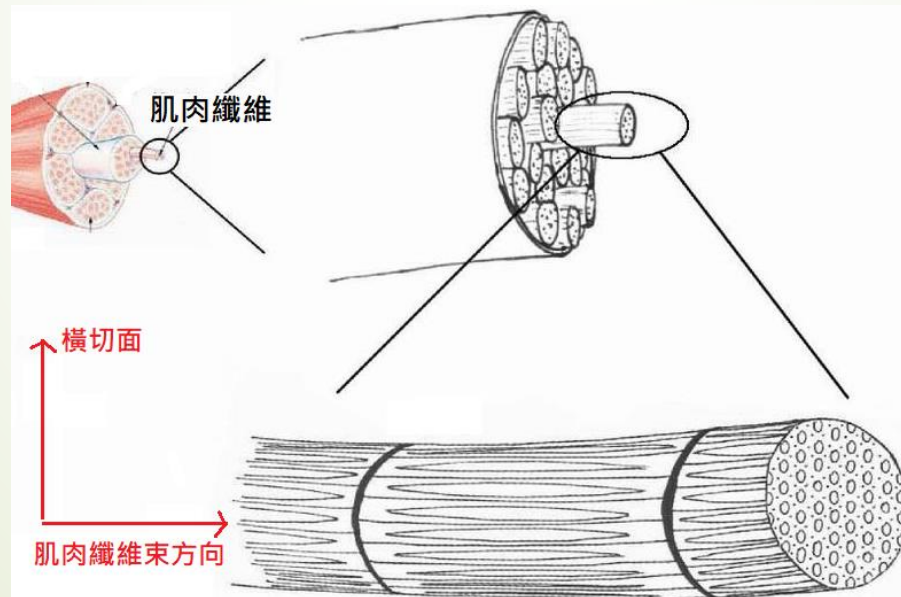
圖一

修改自2018-03-06 自由時報即時新聞

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

研發成果(生活情境)

於是小明上農委會的「農業知識入口網站」詢問，駐站專家表示，無論新鮮的肉或煮熟的肉，經過鋒利的刀具切割後，在切面上有時可見彩虹光澤，主要是因為切面上有肌肉纖維所致，如圖二所示，是很正常的物理現象，這種現象在孔雀羽毛和魚的鱗片皆可見。



圖二

圖片修改自wikimedia commons

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

研發成果(生活情境)

小明於探究與實作課程中與她的同學小儒及阿平提出「肌肉切割後會產生金屬光澤」，他們想要重現這個現象，於是利用甲、乙、丙三種不同刀子，先用同等力道切割紙張的張數判斷刀子鋒利程度，再以不同角度方式切肉，並把有無金屬光澤的結果記錄於表一：

表一

	甲	乙	丙
以同等力道切割紙張劃破張數	12張	6張	1張
切割方向與肌肉纖維平行	無	無	無
切割方向與肌肉纖維夾45度	有	無	無
切割方向與肌肉纖維垂直	有	有	無

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

研發成果(生活情境,選擇題)

1.
依據「農業知識入口網站」駐站專家的說法，下列哪一種物理現象最適合用來說明肉的切面有彩虹色的金屬色澤？

(A)光的干涉

(B)光的漫射

(C)光的色散

(D)光的反射

(E)光的折射

研發成果(生活情境,混合題)

2.
刀子的鋒利程度與切割角度是否會影響金屬光澤的重現？根據表一中的實驗結果加以說明。

		理由 (根據表一加以說明)
刀子鋒利程度	<input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否	
切割角度	<input type="radio"/> 是 <input type="radio"/> 否	

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

研發成果(生活情境,混合題)

3.
這三位同學向沈老師報告他們實驗的結果，老師提醒學生：「切割肉品產生金屬光澤與光的波動性有關，其成因與光由光源同時出發，經由不同位置肌肉纖維反射後，每道光走的距離不同有關。」請根據上述老師的提示，並從光波形的角度，說明為何切割肉品會產生金屬光澤。

1-2為什麼實驗(實作)可以/或不可以得出這樣的結論？

2-1 實驗(實作)的控制變因是什麼？

3-1如何依據實驗(實作)數據/或結果推論出結論？

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。



學術情境結合探究與實作

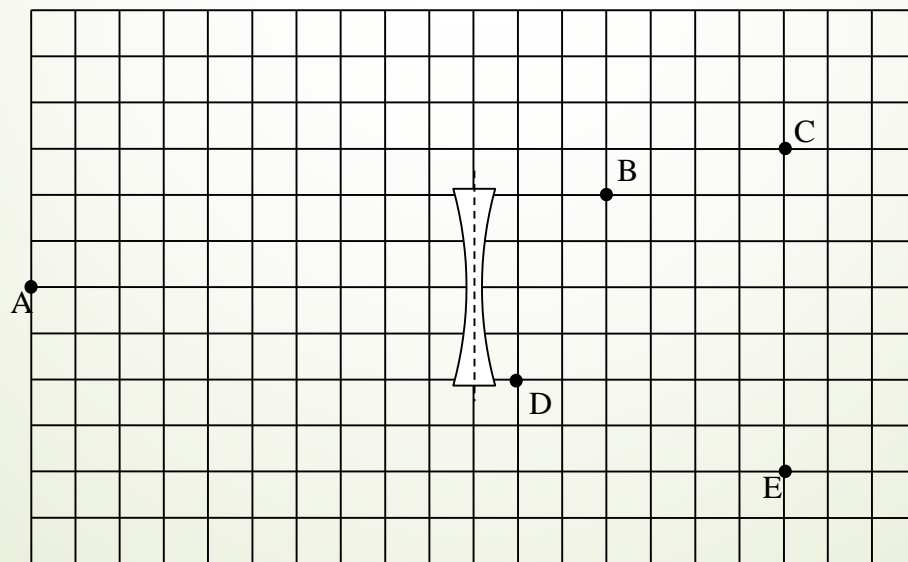
例二

—學術探究情境：凹透鏡成像

—探究與實作情境：發現問題、論證與建模

研發成果(學術情境)

在「薄透鏡成像的實驗」中，小雨利用視線插針法找出薄凹透鏡的焦點。小雨將方格紙平舖固定在保利綸板上，將凹透鏡垂直嵌入保利綸細槽中，使薄透鏡的主軸與紙面平行。在主軸上插一根大頭針於A點，然後從主軸的(1)側，此時取第二針大頭針B任意插在主軸附近，以單眼透過薄凹透鏡觀察大頭針，待影像重疊後插上第三根大頭針C。目的為定出(2)光線。應用同法，在主軸另一側，定出另一條折射光線DE。下圖為實驗中的方格紙，試回答下列問題。(假設方格紙每格寬度為1cm)



研發成果(學術情境,混合題)

1. 試填入表格內容。

(1)	(2)
<input type="radio"/> 左 <input checked="" type="radio"/> 右	<input checked="" type="radio"/> 折射 <input type="radio"/> 反射

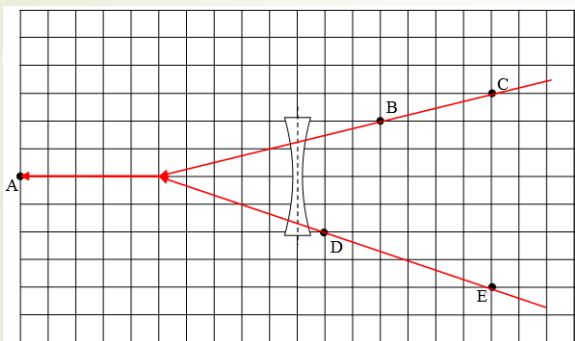
本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

研發成果(學術情境,選擇題)

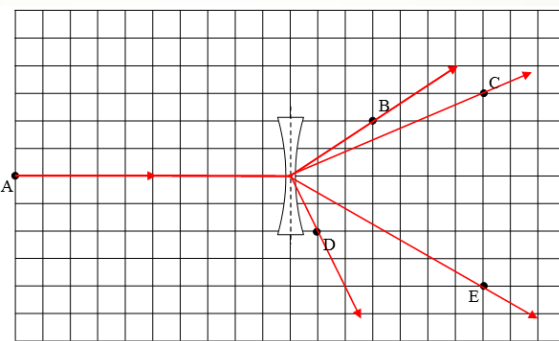
2.光線由A出發經過透鏡到達透鏡右方，則下列哪一個圖形是實驗步驟中正確的光線前進方向？

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

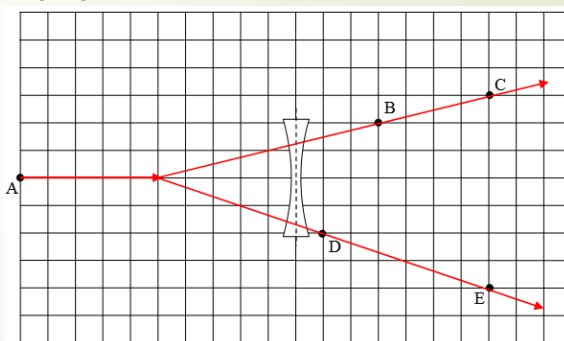
(A)



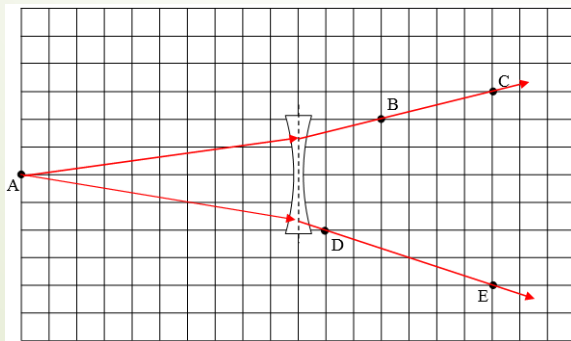
(B)



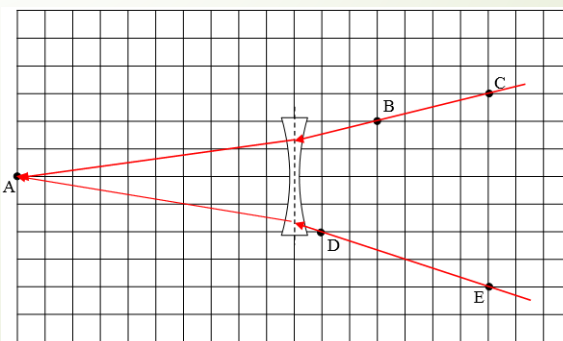
(C)



(D)



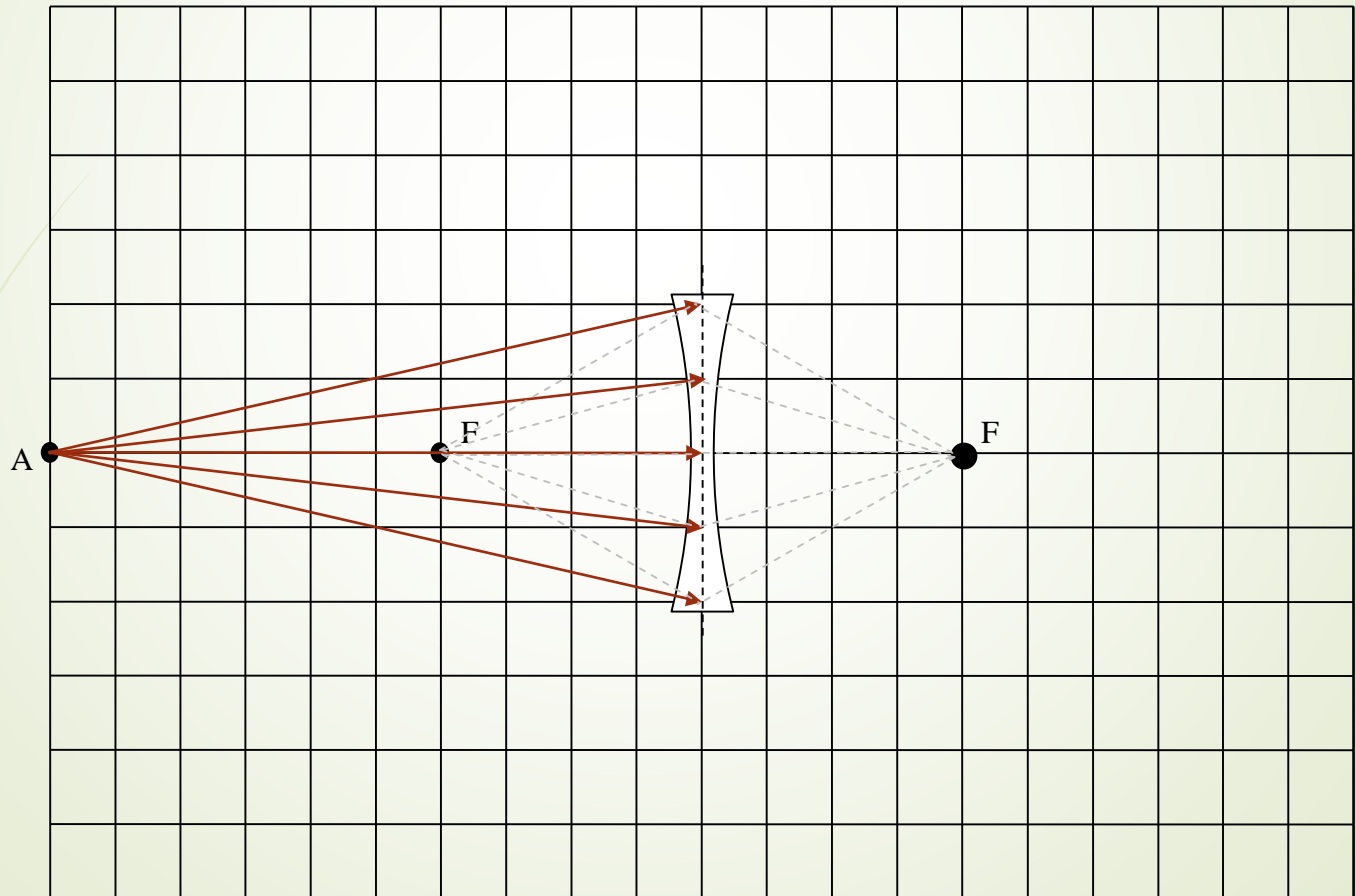
(E)



研發成果(學術情境,非選題)

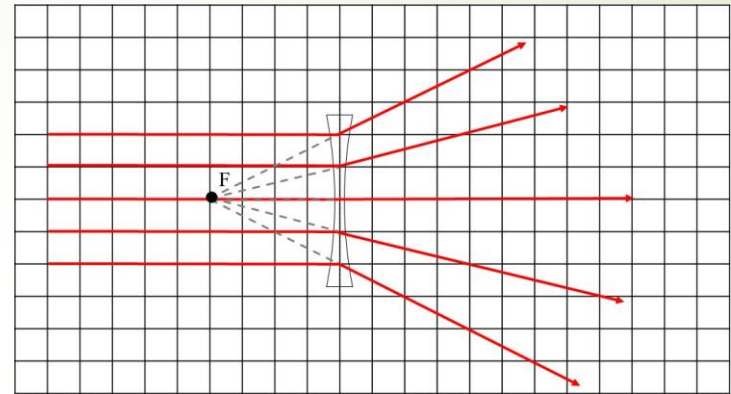
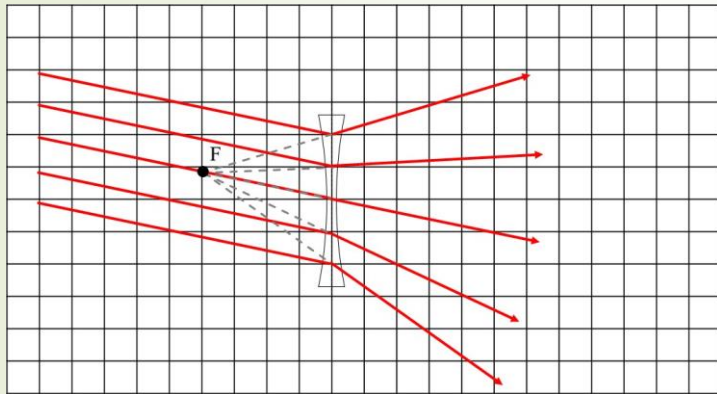
本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

3.在作答區作圖根據圖形所提供之焦點F，繪製通過凹透鏡折射後光線路徑。



研發成果(探究與實作+學術情境)

小明於課程結束後，利用自己的近視眼鏡之鏡片，以LED光束進行下列實作。



隔日於課間活動中，與老師進行結果**探究**，小明說：「根據實驗結果我要推翻僅1個焦點的理論。」老師便說道：「光軸就是一條垂直穿過理想透鏡中心的光線，與光軸平行光線射入凹透鏡，光線會由一個點發散出光線，所以你的實驗並沒有錯誤，只是提前學習到『焦平面的概念』。」老師便提問小明：「根據你的實驗結果回答『焦平面的概念』是_____ (填入焦點或焦距)相同，並利用『焦平面的概念』將下圖修改穿過透鏡後之路徑。」

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

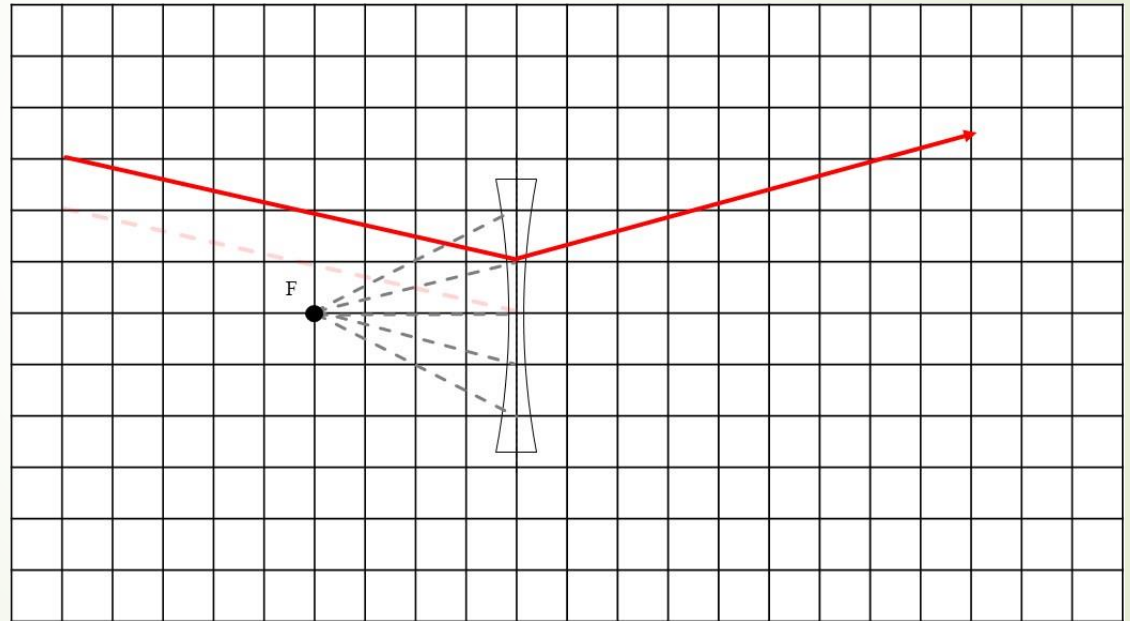
老師便提問學生：「根據你的實驗結果回答『焦平面的概念』是(1)_____ (填入焦點或焦距)相同並(2)利用『焦平面的概念』將下圖修改穿過透鏡後之光線路徑。」

(1)

○焦點

●焦距

(2)



1-1 為什麼這樣設計實驗(實作)？

1-2 為什麼實驗(實作)可以/或不可以得出這樣的結論？

2-1 實驗(實作)的控制變因是什麼？

2-2 實驗(實作)中的實驗組/對照組為何？

2-3 實驗(實作)操作的程序是什麼？

3-1 如何依據實驗(實作)數據/或結果推論出結論？

3-2 如何補足實驗(實作)環節/或改錯/或完成實驗(實作)步驟？

3-3 如何改進實驗(實作)的整體設計？

4-1 證明實驗(實作)設計與問題/或假說的關係。

4-2 評估探究設計：包括實驗(實作)的適當性/或有無缺漏/或能否推論出結論等。



生活情境結合探究與實作

例三

—日常生活情境：伸縮桿

—與力學結合進行生活情境之探究

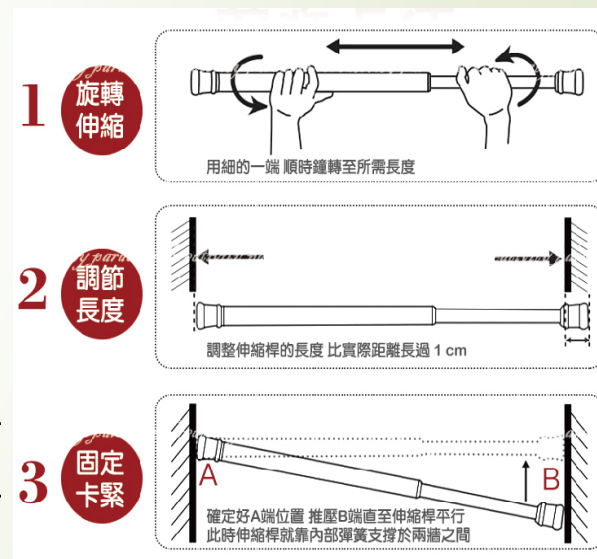
研發成果(生活情境)

如圖一所示，伸縮桿是常見的生活用品，可應用於浴簾，門簾或曬衣桿。



圖一

我們可以根據伸縮桿架設位置的寬度，調整伸縮桿的長度，使其可以順利撐起重物而不會掉落，圖二則是廠商所提供的安裝方式流程圖。



圖二

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

研發成果(生活情境,選擇題)

如圖示伸縮桿可應用於浴簾，門簾或曬衣桿。根據廠商所提供的安裝方式流程圖，回答下列問題：

1.

若連同桿重及吊掛物總重為10 kgw而能保持平衡，在牆面無凹陷且桿不彎曲的情況下，下列敘述何者正確？

- (A) 桿重必小於1 kgw
- (B) 內部彈簧恢復力必大於10 kgw
- (C) 桿面與牆面之摩擦係數必大於1
- (D) 彈簧力常數與摩擦係數的乘積至少為5 kgw/cm
- (E) 安裝時須施力必大於10 kgw

2.

若希望能吊掛更重的物體，下列方法何者確定無效？

- (A) 把牆面清乾淨
- (B) 選購彈簧力常數較大的桿子
- (C) 選購的桿子其彈簧可壓縮更大
- (D) 選購桿面花紋可增大摩擦的桿子
- (E) 安裝時須調整伸縮桿比實際距離長多些

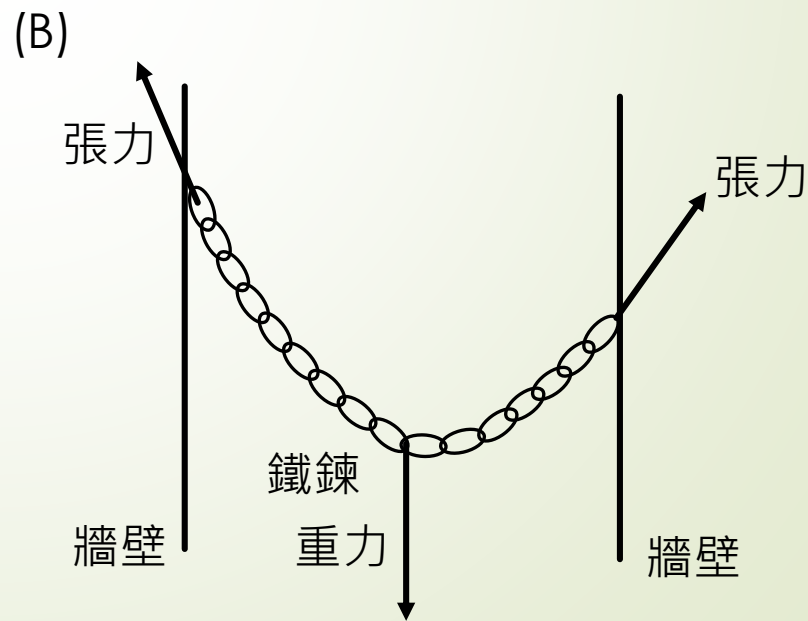
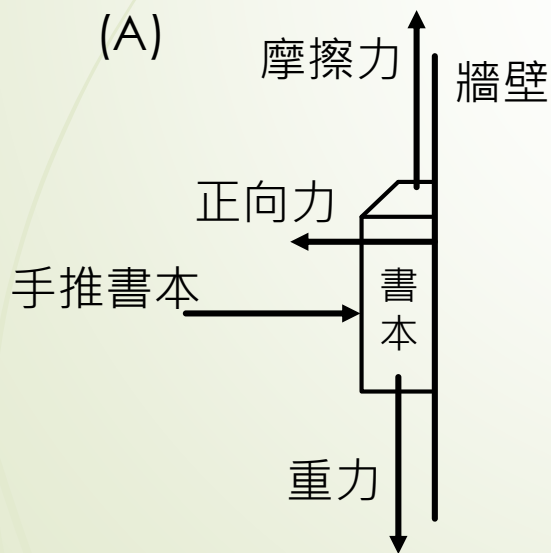
本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

研發成果(生活情境,混合題)

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

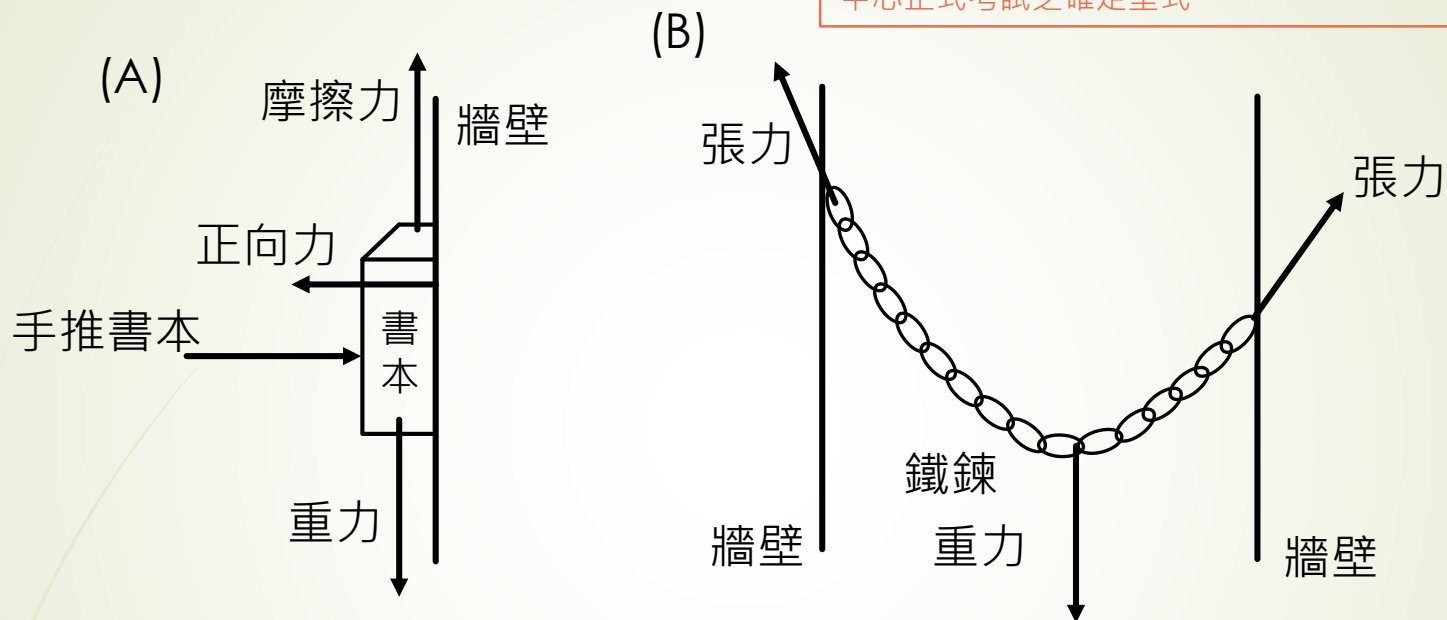
如圖示可應用於浴簾，門簾或曬衣桿的伸縮桿。其原理為桿內置有強力彈簧，壓縮後撐開頂住牆面而固定。若連同桿重及吊掛物總重為10 kg而能保持平衡，在牆面無凹陷且桿不彎曲的情況下：

3. 下列(A)、(B)兩種情況皆達到靜力平衡，選出與上述伸縮桿最類似的受力方式，並且畫出伸縮桿受力圖。



研發成果(生活情境,混合題)

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。



選項	力圖(伸縮桿)
A	

研發成果(生活情境,非選題)

4. 若希望能吊掛更重的物體，你會用什麼方法？

桿子彈力常數 (填大或小)	
桿子的彈簧壓縮量 (填更長或更短)	
安裝時調整桿子長度比實際牆面距離 (填更長或更短)	

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

研發成果(生活情境,非選題)

5. 小明想利用掛重物的方式計算伸縮桿之彈力常數，將伸縮桿掛於間距0.9公尺之牆壁間，假設接觸面摩擦係數為0.8，記錄伸縮桿長度與其耐重程度於下表，試完成下表及推論彈力常數為何？

(1)

總長(公尺)	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0
耐重(公斤重)	12.1	9.8	8.9	6.2	4.0	_____

(2) 彈力常數為多少 kgw/m ?

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。



跨學科跨領域

例四

—文學讀本中的物理

—根據文本內容進行推論

研發成果(跨學科、跨領域 混合題)

以下出自北宋沈括《夢溪筆談》，請根據文本內容回答1.~3.題。

內侍李舜舉家曾為暴雷所震。其堂之西室，雷火自窗間出，赫然出檐，人以為堂屋已焚，皆出避之。及雷止，其舍宛然，牆壁窗紙皆黔。」

有一木格，其中雜貯諸器，其漆器銀釦者，銀悉鎔流在地，漆器曾不焦灼。有一寶刀，極堅鋼，就刀室中鎔為汁，而室亦儼然。

人必謂火當先焚草木，然後流金石，今乃金石皆鑠，而草木無一毀者，非人情所測也。

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

研發成果(跨學科、跨領域 混合題)

1.

文本內容：

內侍李舜舉家曾為暴雷所震。其堂之西室，雷火自窗間出，赫然出檐，人以為堂屋已焚，皆出避之。及雷止，其舍宛然，墻壁窗紙皆黔。」

語譯：

李舜舉家曾經被巨大的雷電擊中。有雷火從房子的西邊房間窗戶冒出，然後竄出房簷之上，人們都害怕得跑出去躲避。暴雷停止後，房子卻保持完好，只是牆壁和窗紙都變黑了。

試問李舜舉家中被閃電擊中穿過，下列有關閃電的敘述何者正確？

- (A) 雷電自天而降，如同水往低處流一般，故閃電擊中李家的房子，有可能是因為附近的房子都比李家的高
- (B) 閃電擊中李家後，由西室的窗戶出而不從其他方向出來，純粹是機率問題。
- (C) 閃電由屋簷出來，可能是因為屋簷突出，有針尖效應
- (D) 牆壁窗紙變成黑色，是因為書桌上的墨汁噴出
- (E) 房屋沒有被焚毀是因為屋內沒有火源

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。

研發成果(跨學科、跨領域 混合題)

2.

文本內容：

有一木格，其中雜貯諸器，其漆器銀釦者，銀悉鎔流在地，漆器曾不焦灼。有一寶刀，極堅鋼，就刀室中鎔為汁，而室亦儼然。

語譯：

屋裏有一個存放著各種器物的木架，架上有用銀裝飾的漆器，銀飾都熔化，但漆器本身卻沒有被烤焦。有一口剛硬的寶刀，在刀鞘裏被熔化為鐵汁，而刀鞘仍然完好無損。

雷電常是一個大電流，若這一把被雷電燒熔的寶刀為純鐵所製，質量為2.36 公斤，兩端間電阻約為 3.20×10^{-4} 歐姆，電流通過前寶刀為 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，鐵的材料特性列表如下，假設雷電加熱這一把寶刀的時間為1.0秒，且忽略純鐵寶刀以外的熱散失，試估算通過寶刀的平均電流約為多少安培？

- (A) 83
(C) 8300
(E) 830000

- (B) 830
(D) 83000

比熱	$0.4494\text{ J/g}\cdot^{\circ}\text{C}$
熔點	$1538\text{ }^{\circ}\text{C}$
熔化熱	247.3 J/g

研發成果(跨學科、跨領域 混合題)

3.

文本內容：

人必謂火當先焚草木，然後流金石，今乃金石皆鑠，而草木無一毀者，非人情所測也。

語譯：

當閃電打中了一個房子，其內堅硬的刀器熔解了，反而平常容易著火的漆器卻沒有燒焦，與一般火焰先使草木燒著然後才開始燒熔金屬恰好相反。

根據文本選出具有類似原理的選項，並解釋其原因。

選項	原因
<input type="radio"/> 日光燈通電後發光 <input checked="" type="radio"/> 保險絲過熱熔斷 <input type="radio"/> 熱熔膠槍通電使熱熔膠條融化 <input type="radio"/> 火爐上金屬鍋比木製把手的溫度高	

本試題為研究測試專用，仍需經評估與調整，尚非為大考中心正式考試之確定型式。



小型研究用測試結果

小型研究用測試結果

<學生問卷>

學生對象：明星學校為主

人數：近300位

問卷回饋：

1. 作答時間仍有調整空間
2. 試題難度仍需調整
3. 作答卷方式新穎，但與以往作答卷方式不同。

<教師問卷>

對象：明星學校為主

問卷回饋：

1. 題目新穎，但文字有待琢磨。
2. 符合12年國教課綱精神，合乎素養試題。
3. 依照新課綱調整教學模式，融入探究與實作之思維。

未來方向

未來方向

一、

公告範例試題

二、

公告考試說明與參考試卷



感謝聆聽