

國立臺南第一高級中學 109 學年度
學術性向資優鑑定 【數理類】複選第二階段物理實作評量試題

作答是一項「**平衡的藝術**」：內容完整才能拿高分，但太詳細可能寫不完

第一大題：實驗設計問題，總計 30 分

2020 年第 33 屆國際青年物理學家競賽(IYPT, The International Young Physicists' Tournament)的第 2 題題目如下：

02 Inconspicuous Bottle

Put a lit candle behind a bottle. If you blow on the bottle from the opposite side, the candle may go out, as if the bottle was not there at all. Explain the phenomenon.

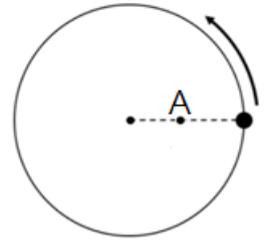
觀看引導影片後，請依該現象撰寫科學研究計畫，完成以下問題（以中文作答）：

- 1.寫下你的研究題目(3 分)
- 2.條列你的實驗目的(3 分)
- 3.列出預計實驗器材(4 分)
- 4.繪製預計實驗流程圖(4 分)
- 5.簡述可能的相關原理(6 分)
- 6.規畫實驗一、二、三...，需描述每個子實驗標題、目的與相關描述(10 分)

第二大題：理論計算與問答問題，共 5 題，每題 14 分總計 70 分

請使用「文字、數學式或圖形」適切回答問題

1.水平面上有一圓盤其邊緣放置一質點，圓盤和質點一起繞中心旋轉，如右方俯視圖，當圓盤旋轉速度超過某臨界值時，質點就會脫離圓盤。質點與圓盤中心之間有一觀察點 A，A 亦隨圓盤一起繞中心旋轉。



(1)當質點和圓盤一起旋轉而不脫離，圓盤給予質點的摩擦力是動摩擦力還是靜摩擦力？簡述你的理由(4 分)

(2)當質點和圓盤一起旋轉而不脫離，問圓盤給予質點的摩擦力的方向？簡述你的理由(4 分)

(3)加速旋轉恰使質點從右圖位置脫離，分別畫出靜止觀察者與觀察點 A 所見質點脫離後一小段時間的運動軌跡？(6 分)

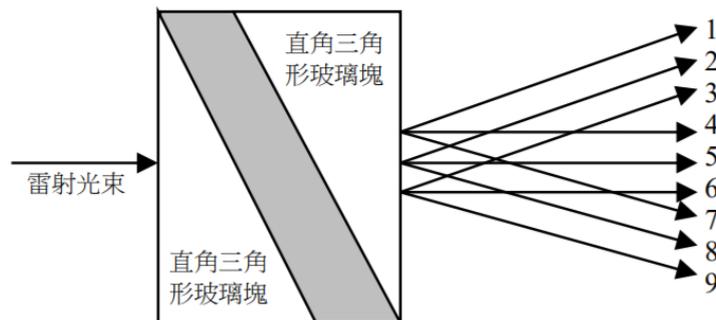
2.在地表以相同初速（初動能 K_0 ）相同拋角，分別向右與向左斜向拋出等質量甲、乙兩小球。忽略空氣阻力而僅受重力下，已知甲拋出至落地共飛行 T 秒，其最大離地高度為 H 而水平飛行總距離為 R 。在起拋點左邊離地高 $3H/4$ 處有一極大的水平鋼板，乙拋出上升飛行至離地 $3H/4$ 處恰與鋼板彈性碰撞(即碰撞前後力學能守恆)而向下折返。

(1)畫出甲球的「動能 K 隨離地高度 h 變化圖」與「動能 K 隨時間 t 變化圖」(6 分)

(2)估算乙球拋出至落地的飛行時間？簡述你的理由(4 分)

(3)設小球與起拋點的瞬時水平距離 x ，畫出甲球的「動能 K 隨水平距離 x 變化圖」(4 分)

3.兩塊完全相同的直角三角形玻璃塊，將其中一塊倒置，使其斜面互相平行，且兩平行斜面間的灰色區域填入某種均勻透明介質，如下圖。以一道雷射光束由左方垂直入射，若不考慮一般的反射光線：

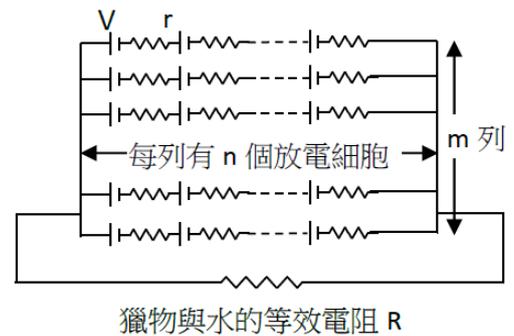


(1)右方編號 1-9 號光線，哪些是可能的折射光線？簡述你的理由(5 分)

(2)若以兩塊壓克力塊置換玻璃塊而其他條件不變，簡述可能發生的影響？(4 分)

(3)若雷射光束仍由左方垂直入射，三塊區域的幾何形狀不變並保持是透光材料，請設計你的條件使光束無法射穿整個系統？簡述你的原理(5 分)

4. 電鰻體內的特化細胞就像小型電池，當神經信號激勵時特化細胞能產生電壓與電流；當許多細胞堆疊層層，就像許多串接的電池，讓電鰻對外輸出電流進行獵食。電鰻獵食時的示意電路如右圖，其中每個放電細胞產生電壓為 v ，每個放電細胞的等效電阻為 r ，每一列串聯線路均含有 n 個放電細胞，全部共有 m 列層狀線路並聯在一起。放電時獵物與周遭水的等效電阻為 R ：



(1) 說明你使用的原理並列式計算，求出右圖電鰻輸出的總電流？(8分)

(2) 在相同環境下欲使電鰻輸出總電流變大增強獵食效果：

(甲) 增加每個特化細胞產生的電壓 v

(乙) 降低每個特化細胞的等效電阻 r

甲與乙哪一種方式的效果較顯著？簡述你的理由(6分)

5. 一上端為 S 極的圓柱型磁鐵棒在時間 $t=0$ 時，自高處由靜止開始自由下落，此時磁鐵 N 極高度為 H ，如右圖，落下中途有一固定線圈串接電阻 R 與檢流計 G 。已知線圈每單位長度的纏繞圈數為 n ，忽略線圈與檢流計電阻，忽略空氣阻力：

(1) 當磁鐵落下通過線圈，畫出你認為的檢流計電流 i 隨時間 t 關係圖？(4分)

(2) 增加磁鐵起始落下高度 H ，其他條件不變，則(1)的檢流計電流 i 隨時間 t 關係圖會如何變化？簡述你的理由(5分)

(3) 不改變線圈鉛直總長但增加線圈每單位長度的纏繞圈數 n ，其他條件不變，則(1)的檢流計電流 i 隨時間 t 關係圖會如何變化？簡述你的理由(5分)

