

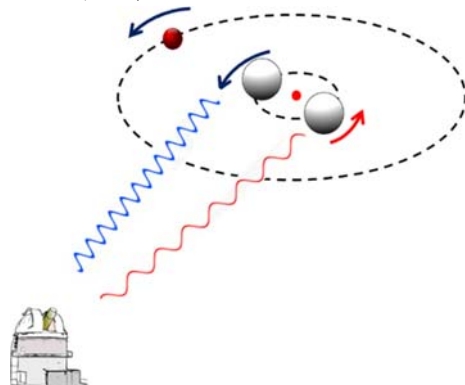
108學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽 第7區複賽物理科筆試

說明：(1) 請先核對答案卷上之編號和你的編號是否一致。

(2) 本試題卷共四題，請依題號在答案卷上指定位置作答，試題卷需與答案卷一併繳回。

【第一題】

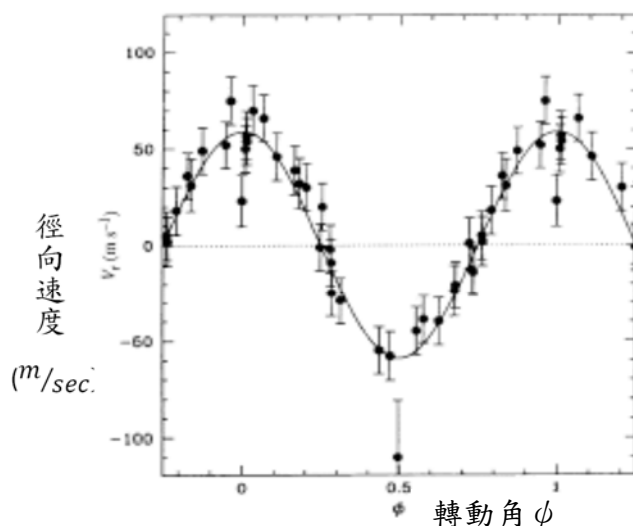
今年諾貝爾物理獎其中兩位得主的工作是以觀測恆星的徑向速度(恆星相對於地球的速度)的變化發現繞著該恆星的行星，此速度變化可從都卜勒效應造成恆星譜線上的變化檢測出來。



(圖取自: 物理雙月刊: 尋找系外行星的方法(2017))

假設一恆星系統中只有一顆質量 m 的行星及一顆質量 M 的恆星，彼此以原軌道對此系統的質心互繞，恆星和行星間距為 d ，試求：

- (a) 行星與恆星互繞的週期？(重力常數為 G ，以 G, m, M, d 表示)
- (b) 如圖所示在視線方向恆星相對觀測者的速度差為？(以 G, m, M, d 表示)
- (c) 圖示為一觀測所得之恆星速度在不同位置的實驗結果，試估算(以圖中的實線部分而非個別實驗數據點，縱軸為徑向速度[單位為 m/sec]，橫軸代表轉動角度，轉半圈是 $\phi = 0.5$)若測量該恆星對觀測者無相對徑向運動時所發射光譜波長為 λ ，則此次觀測所得



(圖片來源: Nature 378, 355(1995))

光譜的波長最大變化量(即最大紅移減最大藍移的波長)是多少？(以 λ 表示，光速以 $3 \times 10^8 m/sec$ 帶入；當物體運動速度遠小於光速時可忽略相對論修正)

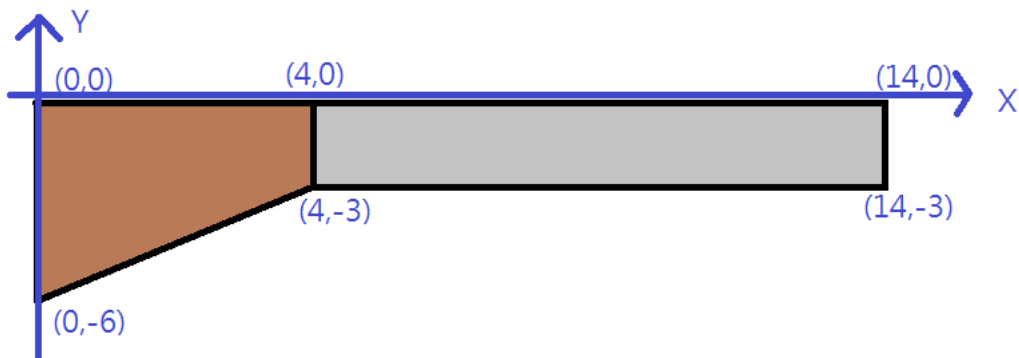
【第二題】

國慶中，拋槍(或甩槍)是個吸引眾人目光的表演之一，在轉槍時(如圖示)最容易讓槍轉動的方法是選擇槍的質心作為支撐點(你可以轉動你的筆試試是否如此)。底下讓我們來討論此一現象：



(圖片源自:<https://news.pchome.com.tw/living/ftv/20191006/index-15703538849084919009.html>)

- (a) 簡化槍的結構為兩顆質量 m_1 及 m_2 的小球(球半徑遠小於 L ，可視為質點)，兩小球由長度 L 質量可忽略的桿子連於桿子兩端，今於一水平面上(忽略重力的效果)以桿子的任一點作旋轉中心，請證明轉動中心選擇此系統的質心是最容易轉的。
- (b) 表演槍的結構如下圖，木柄部位的質量密度為 0.7 g/cm^3 ，槍管的質量密度為 7.8 g/cm^3 ，以槍托的一端為座標原點(各端點位置標於圖上，鉛直方向木柄或槍管厚度相同，此橫截面圖切於厚度一半的地方)，試求此槍的質心位於此平面座標何處？



【第三題】

一根質量不計、長度為 l 的輕桿子，其中一個端點 A 連接著質量為 m 、電荷為 q 的小球，另一個端點 B 被釘於牆上使得桿子與小球可繞著 B 點旋轉，另有一電荷同為 q 的物體被固定在端點 B 的正上方 l 處牆面上。一開始端點 A 靜置於端點 B 正下方，在對輕桿子施予一微小的擾動後，輕桿子在垂直牆面上做角度很小的擺動，求此擺動的週期(庫倫常數為 k ，重力加速度為 g)。

【第四題】

兩導體球半徑各為 r 與 $4r$ ，相距一段很遠的距離。第一次實驗，兩球先各放入電荷 Q ，然後以細導線連接，測得導線上最大電流是 I_0 。第二次實驗，大球先放入電荷 Q ，小球是電中性，然後以細導線連接，此次測得導線上最大電流為多少？