

優質教育基金 計劃編號：2007/0471
發展新高中物理科選修單元「天文學和太空科學」學與教資源
探究研習一報告：研究地月距離的變化

A. 目的

1. 透過拍攝月球照片計算地球和月球之間的距離
2. 找出地月距離和時間之關係

B. 儀器

1. 5 吋折射式望遠鏡
2. Microtech TG2 地平式腳架
3. Canon EOS40D 單鏡反光相機

C. 研習方法

探究 1：月球直徑隨時間的變化 (短期)

1. 由 2009 年 10 月 25 日至 11 月 5 日其間每晚拍攝月球照片一張。
2. 月球的仰角會影響地月距離，所以要確保月球仰角不變。
3. 由於每天的月出時間大約比前一天遲一小時，所以每日要比前一天遲一小時拍攝。

探究 2：月球直徑隨時間的變化 (長期)

1. 由於天氣問題導致無法長期連續拍攝，為了獲得連續性的數據，需以網上軟件 Virtual Moon Atlas 收集每晚的地月距離的資料。
2. 記錄一年內每天的地月距離。
3. 最後把數據繪畫成圖表，從而找出其趨勢。

D. 分析、結果和討論

探究 1：月球直徑隨時間的變化（短期）

分析方法

1. 首先用 Photoshop 找出月球直徑，單位為像素。

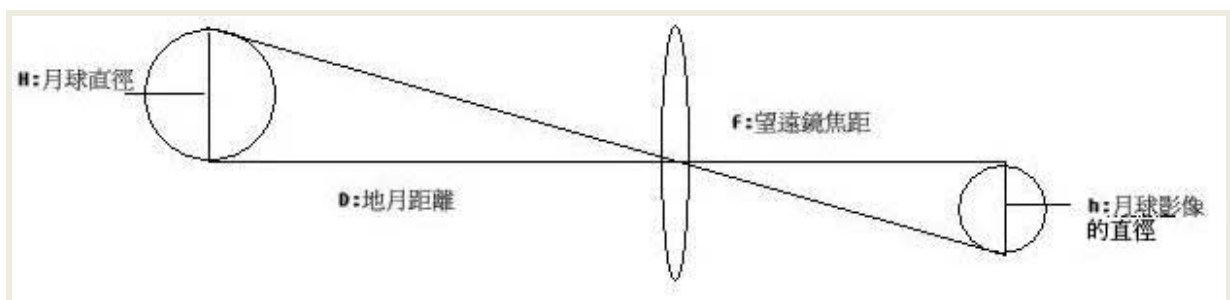


2. 將這單位轉為米。

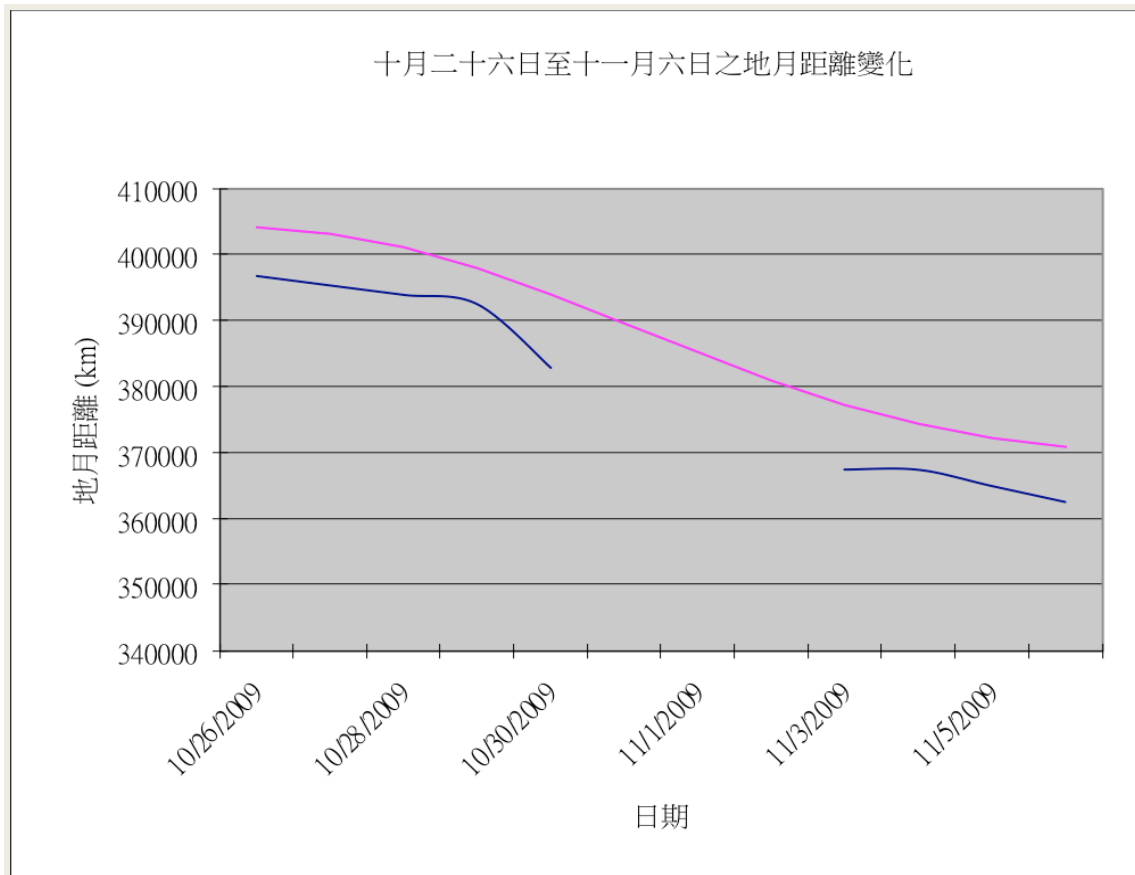
運用互聯網或相機的說明書，找出相機感光元件的像素和尺寸。Canon EOS 40D 的像素和尺寸分別是 3888 x 2592px 和 22.2 x 14.8 mm。最後把月球的直徑轉為用米作單位。

3. 計算地月距離。方法如下：

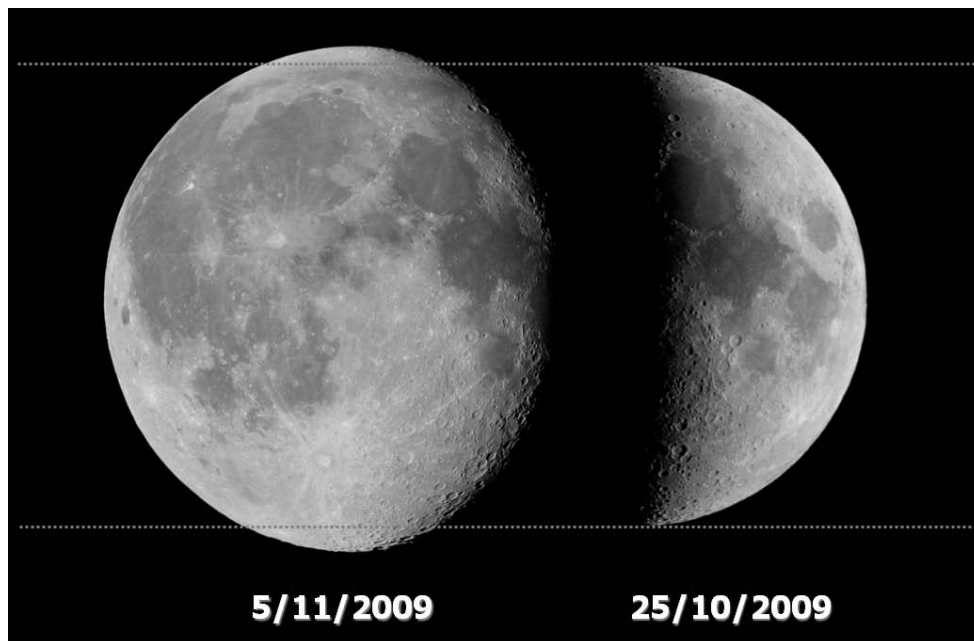
已知望遠鏡焦距 f ，月球直徑 H 和月球影像直徑 h ，利用簡單的比例計算地月距離 D ： $H/h=D/f$



實驗結果



從上圖可見，地月距離並不是恆定的。地球和月球有時較近，有時較遠。



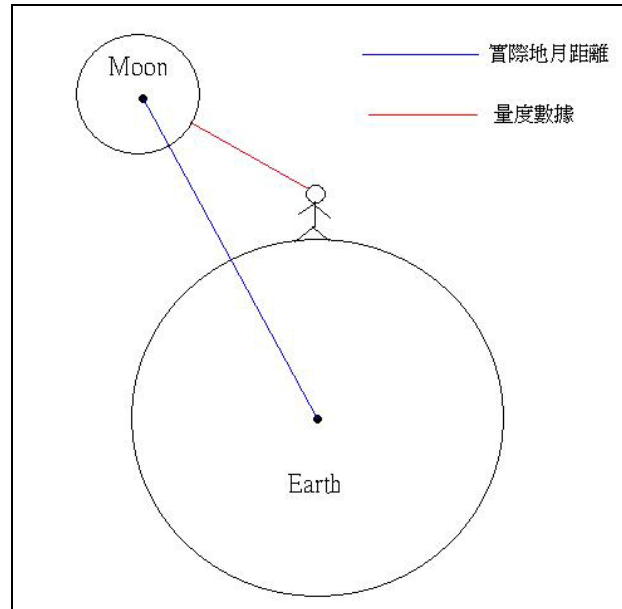
討論

根據開普勒第一定律，月球以橢圓形軌道環繞地球軌道，而不是圓形軌道，實驗結果合乎這定律。

實驗誤差

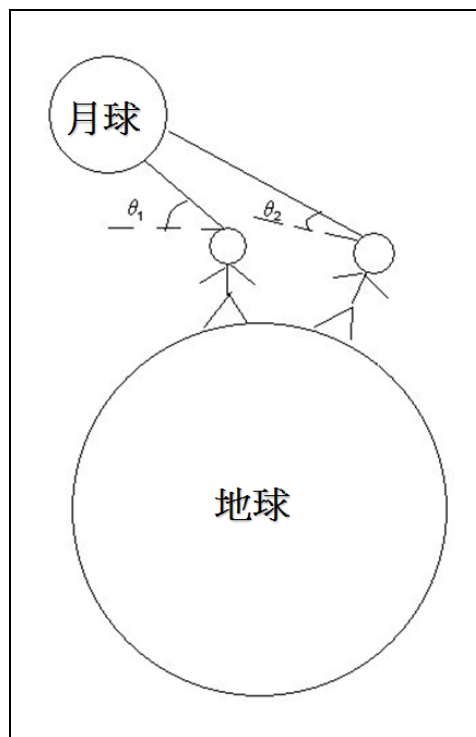
1. 使用 Photoshop 量度月球直徑時可能有 1-2 像素的誤差，百分誤差約為 0.1%。
2. Virtual Moon Atlas 得出的距離與測量距離的差別。

我們量度的距離是觀察者至月球表面的距離，但 Virtual Moon Atlas 計算所得出的距離則是由地球中心至月球中心的距離，兩數約相差約為一個地球半徑。



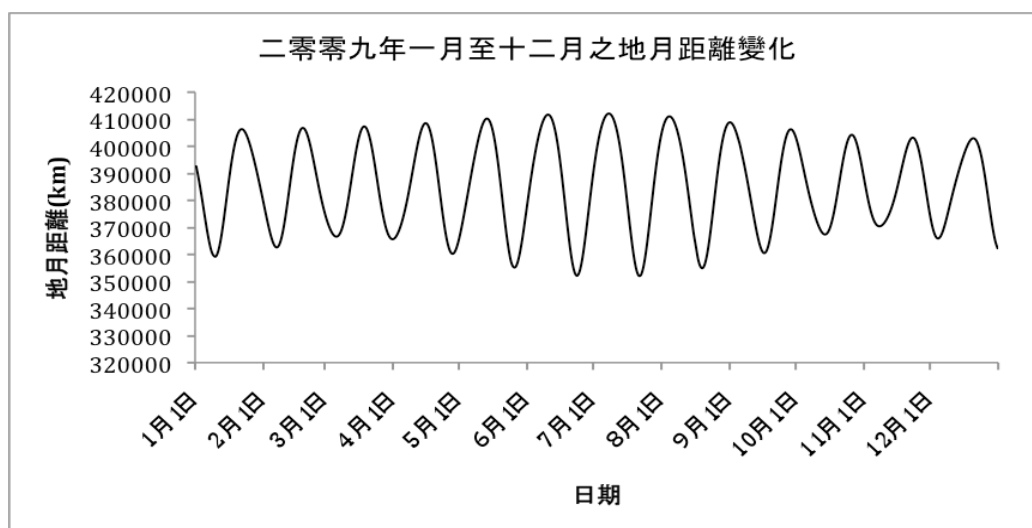
3. 月球仰角的影響。

如圖所示，月球的仰角會影響觀察者與地球間的距離。月球的仰角越大 (如 θ_1)，測量距離則越短。實驗所拍攝的相片，仰角不是絕對相同。



探究 2：月球直徑隨時間的變化（長期）

結果



討論

每兩個近地點的時間間距是 27.555 天，這稱為近點月。一年中約有 13.2 個近點月，故我們可從上圖中看到十三個近地點和十三個遠地點。

每次月球接近地球時，近地點距離並非每次相同，遠地點亦一樣。這是因為太陽，月球和地球間的相互運動的影響。

中秋節的月亮並不一定是最大的，而且近地點並不一定出現於中秋節。計算指出，每隔十四個月才會發生一次近地點滿月。以 2010 年為例（詳見下表），中秋節為九月二十二日，並非該年之近地點，反而是遠地點之翌日，中秋節的月球其實會相對較小。

2010 年的近地點和遠地點的日期

近地點	遠地點
01 Jan	17 Jan
30 Jan	13 Feb
27 Feb	12 Mar
28 Mar	09 Apr
24 Apr	06 May
20 May	03 Jun
15 Jun	01 Jul
13 Jul	28 Jul
10 Aug	25 Aug
08 Sep	21 Sep
06 Oct	18 Oct
03 Nov	15 Nov
30 Nov	13 Dec
25 Dec	

2010 年的滿月日期

滿月日期
30 Jan
28 Feb
30 Mar
28 Apr
27 May
26 Jun
26 Jul
14 Aug
23 Sep (中秋節)
23 Oct
21 Nov
21 Dec

E. 總結

1. 地球和月球的距離是不定的，有時較近，有時較遠。
2. 月球在每個近地點與地球的距離並不一樣，遠地點距離亦不一樣，這是因為太陽、月球、地球間的相互影響。
3. 中秋節的月亮並不一定是最大的，而且近地點並不一定出現於中秋節。

F. 參考資料

<http://www.jgiesen.de/>

<http://www.fourmilab.ch/earthview>

Virtual Moon Atlas:

<http://sourceforge.net/projects/virtualmoon/files/1-%20virtualmoon/Version%204.0b/avlsetup35c.exe/download>