

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：李柏翰

課程領域：

物理 化學 生物 地球科學 科技領域
 其他 _____

教案題目：

我想逃離這個世界

授課時數：

高中地球科學課 2 節 (共 100 分鐘)

教案設計理念與動機：

面臨生活中的壓力與衝突時，可能觸發自我防衛機制中的否認作用，拒絕面對並且逃離不愉快的外在事實來保護自己，想著「要是能逃離這個世界就好了」，但都未曾想過其困難度及可行性。本次課程設計以物理和地球科學的觀點出發，帶著學生一起逃離這個世界，並探索旅途中各式的大氣、太空變化。課程從人們日常的妄想開始以引起學生的學習動機，並藉由教師的引導以飛機、火箭、人造衛星、宇宙探測船等可能離開地球的方法，進一步推導出第一及第二宇宙速度，再以正遠離太陽系的航海家一、二號為例介紹重力彈弓。學生理解逃離地球、太陽系的過程後，接著討論其過程中的環境變化與風險，以火箭發射升空為例，其沿途所經歷的大氣溫度變化、壓力變化、氣體組成變化、電漿濃度變化等，皆可能帶來不同的危害。於課程結束後，希望學生能勇於探討天馬行空的可能性，同時在了解其困難與風險後回歸現實，面對遇到的問題與挑戰。

教學目標：

1. 學生能運用圓周運動及能量守恆公式，以紙筆計算推導第一及第二宇宙速度。
(tr-Vc-1 能運用簡單的數理演算公式及單一的科學證據或理論，理解自然科學知識或理論及其因果關係，或提出他人論點的限制，進而提出不同的論點。)
(PKb-Va-3 行星與人造衛星的運動。)
2. 學生能以紙筆繪製速度與時間關係圖及人造物與目標星體相對位置圖，並以 50~100 字描述重力彈弓的物理機制。
(PKb-Vc-2 物體在重力場中運動的定性描述。)
3. 學生能推測從地面至太空中大氣環境的變化。
(Fa-IV-4 大氣可由溫度變化分層。)
4. 學生能歸納從地面至太空中可能遇到的風險，並擬定可能的應對策略。
(ah-IV-2 應用所學到的科學知識與科學探究方法，幫助自己做出最佳的決定。)

教育對象：

高一學生

課程設計 (方法與步驟)：

一、 學生起點行為：

1. 對於圓周運動以及能量守恆之物理意義有基本認識，並知道其相關公式。
2. 認識人造衛星及火箭的基本運作原理。
3. 了解大氣能以溫度進行垂直分層。

二、 第一節：

1. [5 min] 引起動機

詢問同學們最近是否正面臨壓力，無論是課業、家庭或生活上的各種疑難雜症。

預期回答：A. 有，面臨課業壓力。B. 還好，無特別感到壓力。

回應 A：那可能就會有想要暫時逃離世界的時候吧？

回應 B：老師倒是覺得壓力蠻大的，有時候甚至會想要逃離這個世界呢。

p. s. 教師於此同時應觀察學生是否面臨難以排解之問題或壓力，需要輔導室協助處理。

2. [15 min] 課程一 逃離世界(地球)的可能性

● 活動：

請學生在便條紙上寫下第一個想到的能夠離開地表的載具，完成後貼到白板上。

預期答案：1. 火箭 2. 飛機 3. 直升機 4. 人造衛星

學生進行黏貼的同時，教師可將便利貼進行分類，並統計個答案的數量。

● 討論：

- i. 飛機、直升機最終皆將降落回地面，且依靠空氣浮力的飛行原理導致其飛行高度有所限制。
- ii. 人造衛星藉由火箭發射進入繞行地球的軌道後，其飛行原理使其可以維持在固定的高度上。
- iii. 火箭可以暫時對抗地心引力，將人造衛星送入太空，但最終仍然會返回地表，並在過程中因與大氣摩擦而燃燒殆盡。

3. [15 min] 課程二 第一宇宙速度

提問：人造衛星進入軌道之後，能為維持一定高度的原因。

預期答案：A. 因為他繞著地球轉。 B. 繞著地球轉進行圓周運動。

回應 A：繞著地球轉作什麼運動？(圓周運動)

複習圓周運動的過程中產生的向心力與離心力，並以此概念推導第一宇宙速度：

$$G \frac{Mm}{R^2} = m \frac{v^2}{R}$$

$$v = \sqrt{\frac{GM}{R}} = 7.9 \text{ km/s}$$

4. [15 min] 課程三 第二宇宙速度

提問：若衛星速度超過第一宇宙速度將會如何？

預期回答：不知道。(此問題可能超過學生先備知識)

回應：給予選項進行思考

- 圓周運動半徑變大
- 從圓形軌道轉變為橢圓軌道
- 沿切線方向飛出

正確答案 b, c 皆有可能

複習能量守恆概念，若要脫離地球的重力圈 (即逃離地球)，相當於要給該物體一定的動能來抵消它的重力位能，恰好完全抵消時，即是逃離地球所需的速度。若此物體由靜止狀態從地表出發，此時逃離地球所需的最小速度變為第二宇宙速度，計算如下：

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GMm}{R} = 0$$

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR} = 11.2 \text{ km/s}$$

三、 第二節：

1. [3 min] 引起動機

複習上一節課第一與第二宇宙速度的結論及其含意。

提問：今天逃離地球重力場的速度稱為第二宇宙速度，那想要逃離太陽系的話會是第幾宇宙速度呢？

預期回答：A. 第三宇宙速度。

2. [22 min] 課程一 第三宇宙速度與重力彈弓

● 活動：

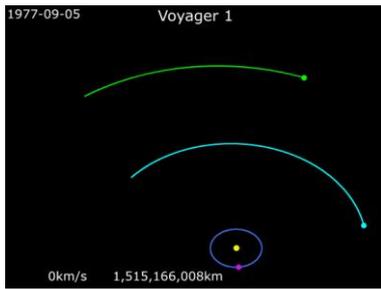
請同學利用第二宇宙速度公式推導逃離太陽重力場所所需的初始速度。

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 42.1 \text{ km/s}$$

因地球環繞太陽公轉，使物體於地球發射時就已具備 29.8 km/s 的初始速度，沿地球公轉方向發射時僅需再提供 16.7 km/s 的速度即可。實際上科學家常利用行星重力場以重力彈弓的方式，作為加速宇宙探測船的手法。

- 觀賞影片：

航海家一號經過木星和土星時，通過重力助推獲得了足以完全擺脫太陽重力的動能。



粉：航海家一號、黃：太陽、藍：地球、青：木星、綠：土星

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Animation_of_Voyager_1_trajectory.gif

- 活動：

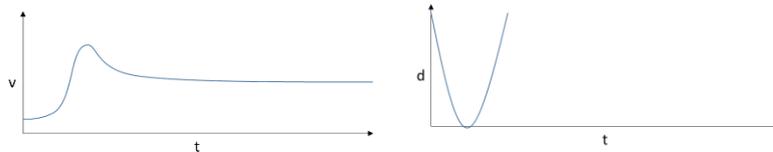
請同學寫下自己觀察到的航海家一號的軌道變化。

預期答案：1. 經過木星時飛行方向改變 2. 經過木(土)星時飛行速度增加 3. 沒有被太陽的引力拉回太陽系

- 活動：

請同學參考影片中航海家一號飛行速度的變化，繪製速度與時間關係圖以及與木星距離隨時間變化圖。

參考答案：



3. [20 min] 課程二 大氣層垂直分層

- 活動：

請同學分組討論：從地面出發開始逃離地球前往未知的宇宙時，會遇上哪些變化呢？

預期回答：

A. 溫度改變 B. 氣壓改變 C. 濕度改變 D. 大氣成分改變

- 討論：

複習大氣層溫度及氣壓隨高度的變化情形，並提問題原因。(此應為學生之先備知識)

- 活動：

請同學分組討論，利用網路搜尋找出一項太空環境的其他潛在危害，並分享一個目前針對該問題的解決辦法。

4. [5 min] 總結

期勉學生能勇於探討天馬行空的可能性，同時在了解其困難與風險後回歸現實，面對遇到的問題與挑戰。

學習評量內容

1. 運用圓周運動及能量守恆公式，計算推導第一及第二宇宙速度。
2. 繪製速度與時間關係圖及人造物與目標星體相對位置圖，並以 50~100 字描述重力彈弓的物理機制。
3. 圖解從地面至太空中大氣環境的變化。
4. 條列至少三項太空中可能遇到的風險，並針對其中之一擬定可能的應對策略。

參考資料：

1. 十二年國民基本教育課程綱要 - 【自然科學領域】課程領綱
2. <https://zh.wikipedia.org/wiki/宇宙速度>
3. <https://zh.wikipedia.org/wiki/重力助推>

註：

1. 教學教案總頁數以 8 頁為上限。
2. 除摘要外，其餘各項皆可以用文字、手繪圖形或心智圖呈現。
3. 沒按照本競賽官網提供「表單」格式投稿，不予錄取。
4. 建議格式如下：
 - 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
 - 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
 - 字體行距，以固定行高 20 點為原則
 - 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖