

2024年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱： 萊納斯稀土廠在鑷系元素精礦生產過程中所產生的放射性廢棄物對自然環境的影響
一、摘要
本文主要透過兩組實驗來針對萊納斯稀土廠在鑷系元素精礦生產過程中所產生的放射性污染物對自然環境的影響進行探究。研究表明，距離萊納斯稀土廠越近，所採集的樣本中的放射性元素濃度越高。
二、探究題目與動機
Ex.問題來源與動機（可用科學的方式來解釋）。 縱觀萊納斯在馬來西亞設廠的過程，是非常具有爭議性的，因為它被民眾所反對，卻仍然持續的在馬來西亞運作。近期，馬來西亞政府也正式與萊納斯續約至2026年3月（Kementerian Sains Teknoligi dan Inovasi, 2023）。依據常理，對於有爭議且有關於環境保護的議題，政府應該對萊納斯採取行動。然而，目前為止，萊納斯稀土廠只受到了條規管制，並沒有關閉。（Kementerian Sains Teknoligi dan Inovasi, 2023）。此外，LAMP 所在的位置位於居民區半徑約2 公里範圍內，引起了當地社區對長期可能產生的危險和放射性廢物造成的環境污染的擔憂（Evaluation of radiological risks due to natural radioactivity around Lynas Advanced Material Plant environment , Kuantan, Pahang, Malaysia , 2015）。這個現象就構成了本研究的研究動機，即探討萊納斯稀土廠在鑷系元素精礦生產過程中所產生的放射性污染物對自然環境的影響。
三、探究目的與假設
Ex. 針對觀察到的現象提出假設（不一定只有一項假設），並以現有資訊為基礎，運用邏輯思考推導出的假設。 本次研究的目的是為了探討萊納斯稀土廠在鑷系元素精礦生產過程中所產生的放射性污染物對自然環境的影響。
四、探究方法與驗證步驟

Ex.利用科學原理，透過觀察或進行實驗來蒐集新的訊息，以驗證假設成立。

筆者於2024年3月份親自蒞臨馬來西亞彭亨州關丹以進行土壤、水源及植物樣本的採集，並對這些樣本進行了下述實驗。



各採樣地點介紹：

1. 地點一：離萊納斯稀土廠最遠，稀土廠後方的一條小溪
2. 地點二：萊納斯稀土廠儲藏廢棄物區後方的一塊空地
3. 地點三：最靠近稀土廠，稀土廠排放廢水處



(圖一：地點1，圖二：地點2，

圖三：地點三)

實驗一、蓋革計數器測定 (Geiger counter) 實驗結果

一般上，樣本會含有不同的放射性元素，因而會釋放 α ， β 電離輻射粒子以及 γ 等高能電磁波。因此，我們利用蓋革計數器去檢測電離輻射粒子以及高能電磁波的存在，取得樣本的cps (蓋格管的每秒計數)，再將cps除上樣本質量，就可以找到單位質量放射性活度估計值。樣本中放射性元素濃度越高，則單位質量放射性活度估計值越高。因此單位質量放射性活度估計值可以理解成放射性元素濃度。

各地點/各地點的輻射量	地點一 (水)	地點二 (水)	地點三 (水)	地點三 (水) (有隔板)
蓋格管每秒計數 (cps)	0.11	0.14	0.21	0.13
單位質量放射性活度估計值 (Bq/kg)	2.25	4.44	5.25	2.79

表 (1) 萊納斯稀土廠周圍測量地點的水源輻射指數

各地點/各地點的輻射量	地點一 (±)	地點二 (±)	地點二 (±)	地點三 (±)
蓋格管每秒計數 (cps)	0.13	0.14	0.13	0.17
單位質量放射性活度估計 值 (Bq/kg)	3.04	6.83	10.56	10.93

表 (2) 萊納斯稀土廠周圍測量地點的土壤輻射指數

樣本	地點二 (過江藤樣本)	學校附近相似植物樣本
蓋格管每秒計數 (cps)	0.13	0.082
單位質量放射性活度估計 值 (Bq/kg)	24.39	15.32

表 (3) 地點2植物樣本與學校附近相似植物樣本的輻射量

根據上面三表，可做出以下總結：

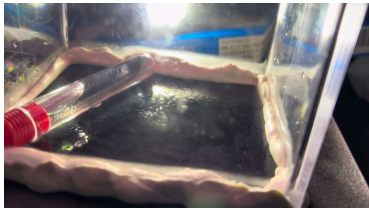

1. 地點三的土壤樣本在所有土壤樣本中放射性元素濃度最高；地點三的水源樣本在所有水源樣本中放射性元素濃度最高
2. 越靠近萊納斯稀土廠，樣本的放射性元素濃度越高
3. 過江藤植物樣本反映了萊納斯廢棄物儲藏區有放射性元素滲入土壤當中，使得職務在生長過程中會將放射性元素吸收。有造成生物放大作用的風險。

由於實驗一所得數據顯示地點3的水源樣本與地點2的植物樣本中的放射性元素濃度較高，因此我們針對這兩個樣本進行了進一步的實驗，即雲室實驗。

實驗二、雲室 (Cloud chamber) 實驗結果

筆者將實驗樣品置於一個密閉的透明盒子中，並將盒子置於乾冰之上，製成雲室裝置。放射性元素在裂變時會放出多種帶電粒子，當這些粒子經過雲室裝置內部時會使得裝置內的過飽和酒精蒸汽液化。因此，筆者可通過分析所產生液滴的軌跡及其軌跡

數量來判斷輻射種類及測量其計數。在這之中， α 粒子的軌跡尤其明顯且較為筆直，這是因為期待有更多的電荷，也屬於重粒子。

樣本	地點三（水源樣本）	地點二（過江藤樣本）
實驗過程圖		
裝置中過飽和酒精液化軌跡的情況	較為明顯，但仍舊不多	幾乎沒有，且無法判斷是否是背景輻射

表（4）樣本在實驗過程中所造成的過飽和酒精液化軌跡情況

根據上述實驗，我們可發現地點三水源樣本盒子中的液滴軌跡較為明顯，但仍然不多，筆者判斷這是因為其輻射計數本就不高；地點二過藤江樣本盒子中得液滴軌跡幾乎是沒有的，且筆者也無法判斷所觀察到的是否是背景輻射。

五、結論與生活應用

Ex.同樣的成果可以應用到生活哪些領域？

通過本次實驗，越靠近萊納斯稀土廠所採集到的樣本中的放射性元素濃度越高，而在這之中，距離萊納斯最近的地點所採集到的水源樣本的放射效應最高，這證明了萊納斯稀土廠的營運確實對其周遭環境造成了一定的影響，但筆者無法確定是否超過安全值。

參考資料

- Ahmad Taufek Abdul Rahman; Ahmad Termizi Ramli; Abd. Khalik Wood. (2004, June). Analysis of The Concentration of Natural Radionuclides in Rivers in Kota Tinggi District, Malaysia. *Journal Of Nuclear And Related Technologies*, 1(1), 34-45.
- Balaram V. (2019, July). Rare earth elements: A review of applications, occurrence, exploration, analysis, recycling, and environmental impact. *Geoscience Frontiers*, 10, 1285-1303.
- Consumers' Association of Penang. (2012, January 12). Hazards of low-level radiation.
- G Charalampides, K Vatalis, V Karayannis and A Baklavaridis. (2016). Environmental Defects And Economic Impact On Global Market Of Rare Earth Metals. *IOPscience*, 161(1), 4.
- Keith Bradsher. (2011, March 8). Mitsubishi Quietly Cleans Up Its Former Refinery. *The New York Times*, 4.

Kementerian Sains Teknologi dan inovasi.(2023,October 23).Status terkini lesen operasi LYNAS MALAYSIA SDN.BHD.

Lynas Corporation LTD (2022, April 4). Estimating Lynas' Economic Impact on the Local and Malaysian Economy. Planning & Economics Consultants.
lynas official website.

lynas(2018)Terms of Reference: Proposed Onsite Secure Landfill (Prescribed Premise) for the Storage of NUF Solids at the Existing LAMP Site located on PT 17212, Gebeng Industrial Estate, Kuantan, Pahang. (p.1)

Mei Wo Yii; Zal U'yun Wan Mahmood; Abdul Kadir Ishak; Mohd Abd Wahab Yusof; Faizal Azrin Abdul Razzalim. (2015, November 5). Natural radioactivity in surface soil and its radiation risk implications in the vicinity of Lynas Rare-Earth Plant at Gebeng, Kuantan. Nuclear Malaysia Technical Conference.(pp.3-10)

Monika Duchna and Iwona Cieřlik. (2022, October 17). Rare Earth Elements in New Advanced Engineering Applications. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.109248

Schüler D, Buchert M., Liu D-I R, Dittrich D-G S and Merz D.-I.C. (2011, January). Study on Rare Earths and Their Recycling. Öko-Institut eV Darmstadt (pp. 71).

SENG HOW KUANI, LIP HUAT SAWI, YOUSEF GHORBANI (2016) .A review of rare earth processing in MalaysiaUniversity Malaysia Terengganu International Annual Symposium on Sustainability Science and Management.(pp.106)

Siti Umi Kalthum Ab Wahab; Siti Hajar Shaibullah; Mohd Armi Abu Samah; Mohd Shukri Mohd Aris. (2016, January). An Assessment of Surface Water Quality and Heavy Metals Involving the Radioactive Elements in Sungai Tunggak and Sungai Balok, Gebeng, Kuantan, Pahang. International Journal of Applied Chemistry, 12(1), 146-151

Sneller, F.E.C.; Kalf, D.F.; Weltje, L.; Van Wezel, A.P. (2000, June). Maximum Permissible Concentrations and Negligible Concentrations for Rare Earth Elements (REEs). National Institute for Public Health and the Environment.

Statista Research Department. (2024, February 16). Distribution of Rare Earth Element Consumption Worldwide in 2021, By End Use.

Talia Ralph. (2012, November 25). Kuala Lumpur: 10,000 protest rare earth plant over health concerns. The World from PRX.

Wadeeah M. AL-Areqi; Amran Ab. Majid; Sukiman Sarmani. (Feb. 2014). Thorium, uranium and rare earth elements content in lanthanide concentrate (LC) and water leach purification (WLP) residue of Lynas advanced materials plant (LAMP).The Malaysian Journal of Analytical Sciences(pp.222)

Wytze van der Naald. (2014, August 29). A radioactive ruse: Environmental threats posed by the Lynas rare earth element processing facility in Malaysia. Greenpeace Southeast Asia (pp. 24-25).

W.M. Zal U'Yun.; Yii M.W.; Ashhar K. Mohd; Khairuddin M.K.; Kadir I. Abdul; Wahab Y. Mohd Abd. (2018, April 4). Assessment of Natural Radioactivity Level and Radiological Index in the Vicinity of Lynas Rare-earth Processing Plants.ASEAN Journal on Science and Technology for Development. (pp.68-76)

李健聪 (2012年2月)。绿色政改：反稀土厂运动与政治改革的思考 (第5页)。文运企业。