

把一大塊純鈉金屬丟進水裡（危險示範，請勿嘗試），是許多人對國高中實驗課的共同回憶，或至少在第一次戴上護目鏡、穿上實驗衣之前，都曾有過「作實驗就是要火花伴隨一聲巨響」的想像。但可能正因為這個實驗太經典了，沒有人在計畫炸掉實驗室之餘還有心思去想化學反應的細節。

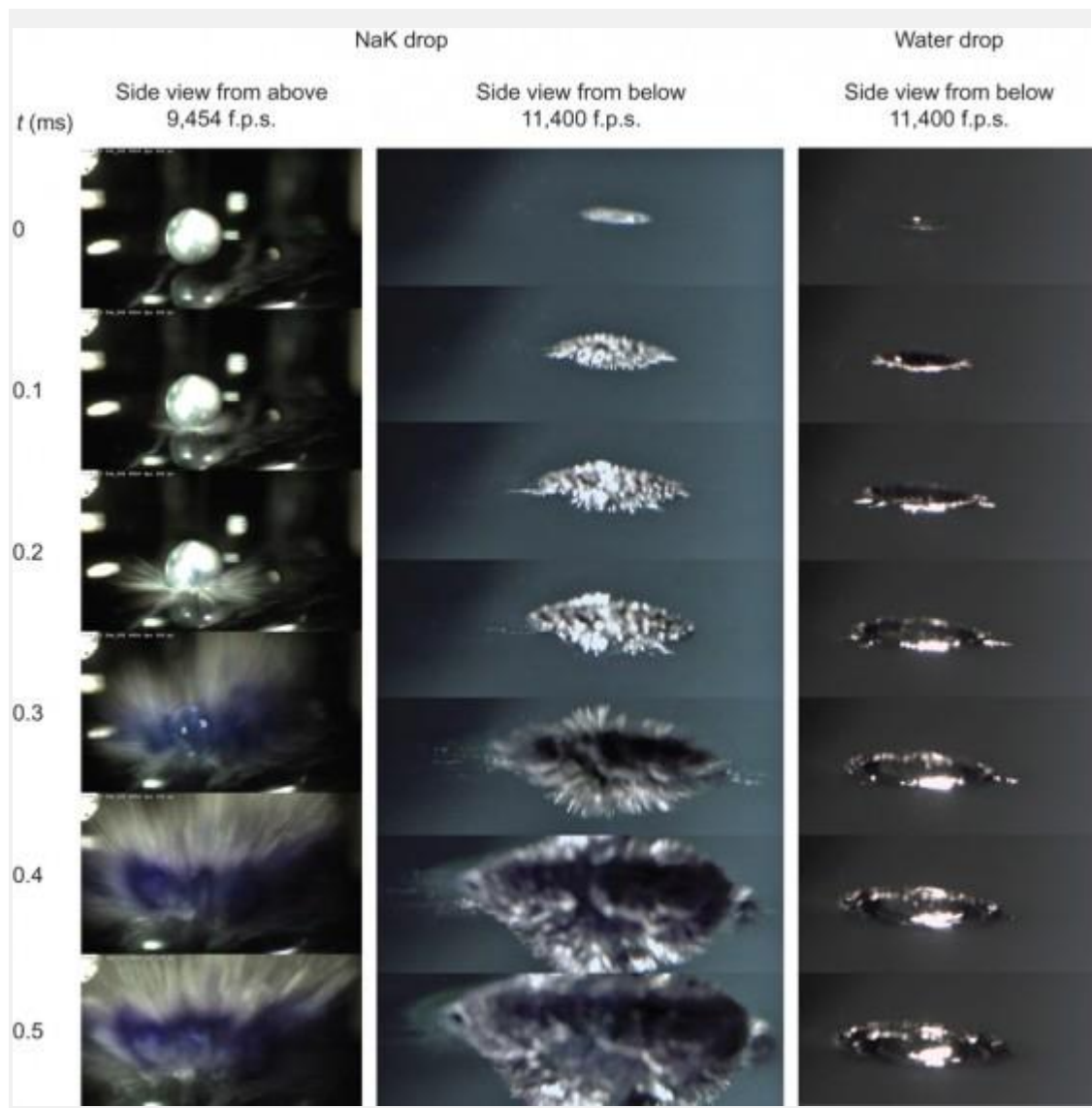
「鈉」身為「鹼金屬」一族，與同族的其他元素都以「容易起化學反應」著名，在常溫下為固態，硬度很低可以用刀子切開。因為鈉實在太容易反應掉了，平常很難看到純粹的鈉金屬，頂多每天吃到鹽巴中的氯化鈉。不過氯化鈉溶進水裡產生氯離子和鈉離子，跟金屬鈉不一樣，「[鹽奶](#)」會致命也不是因為吃下去會爆炸。

純粹的鈉金屬一碰到水就會劇烈爆開，讓我們放慢動作仔細看：一道電子流拋下鈉金屬，轉而與水交互作用，產生氫氣與其他物質，同時這個反應產生熱，高溫使鈉融化，又因為氫氣可燃，最後氫氣被點燃……先看到這裡，由布拉格捷克科學院（Academy of Sciences of the Czech Republic, ASCR）的化學家 Pavel Jungwirth 所領導的科學家們對這段描述不甚滿意。

「這個描述漏掉了一段。要產生爆炸，其中的化學物質必須混合得非常好，才能讓反應像滾雪球一樣越滾越大，而不是劈啪一聲就沒了。但是鈉金屬只有表面跟水接觸，只有外層的原子會反應，甚至反應出來的一層氫氣會在金屬表面分開鈉和水。這些都應該會讓反應慢下來，只會看到泡泡慢慢產生，而不是碰一聲大爆炸。」

要研究引爆細節，Jungwirth 和他的同事們首先必須「搞定」鈉與水的反應，否則每一次演示的結果都會不一樣，依據所用金屬塊體積或形狀的些微不同，有時候閃光一現，有時嘶嘶「熄火」。

他們改用液態的鈉鉀合金，這樣就能以固定的大小和形狀慢慢將金屬滴入水中。然後架好高速攝影機，準備以每秒幾千幅的頻率捕捉影像，最後穿好防護衣，往後站一步。



Philip Mason et al.

攝影機捕捉到前所未見的畫面：反應開始後的百萬分之一秒內，鈉金屬表面突出幾千條尖刺穿進水中（[Coulomb explosion](#)）。研究人員推論，這是因為金屬的電子「逃竄」到水中，使金屬瞬間帶著很強的正電，於是彼此排斥撕扯而分開，看上去就像許多細小的針向外爆射出去一樣。變形成針狀會增加金屬與水接觸的面積，產生更巨大的反應，研究人員也用電腦模擬再次確認，雖然限於電腦運算資源，模擬設定是用較少量的鈉。

鈉與水的化學反應屬於十九世紀的基本科學，這個主題在現代實在是不按牌理出牌。真要講應用性，可能有助於一些使用鈉金屬的工業去避免類似的爆炸，包含一些使用液態金屬作冷卻的核反應爐。問起

Jungwirth 作這個研究真正的動機是什麼？「應用是後面才想到的事，只是想要玩玩炸藥而已」。

參考資料：

- Science/AAAS | NEWS : [Why this popular chemistry experiment is a blast](#)
- nature : [Sodium's explosive secrets revealed](#)
- Mason, P. E., Uhlig, F., Vaněk, V., Buttersack, T., Bauerecker, S., & Jungwirth, P. (2015). Coulomb explosion during the early stages of the reaction of alkali metals with water. *Nature Chemistry*. [Link](#)