

Exfoliation of Transition Metal Dichalcogenides by Saponin in Water

摘要

在追求文明的進步下，人們大量的使用化石燃料，而百萬年才能形成的石化能源，人們卻在短短兩百年間就快揮霍殆盡，使所剩的能源已經寥寥無幾。近年來氣候的變遷十分的巨大，我們不得不尋求更環保、更有永續發展性的替代能源及能源儲存方法。其中，氫能源是一種潔淨的替代能源，氫氣燃燒後會產生水，因此燃燒氫氣不會對環境造成汙染。

本研究利用自萃取天然皂素成功的在純水中分散 WSe_2 、 $MoSe_2$ 、 WS_2 、 MoS_2 ，形成薄層結構並使其變成親水性，而皂素是由本實驗室用簡單的方法於無患子中萃取出來的天然表面活性劑。在分散過程中，表面活性劑會平放並吸附於隨機排列的二維材料奈米片上，所得的剝離片材通過表面活性劑來穩定，以克服導致重新堆疊的層之間內聚能，再通過片之間的靜電排斥來穩定分散體本身，分散出的材料進行初步的電化學測試具有優良的反應電位，比未分散的材料產氫效能提升。

結果與討論



圖1. 四種不同材料分散液之照片。

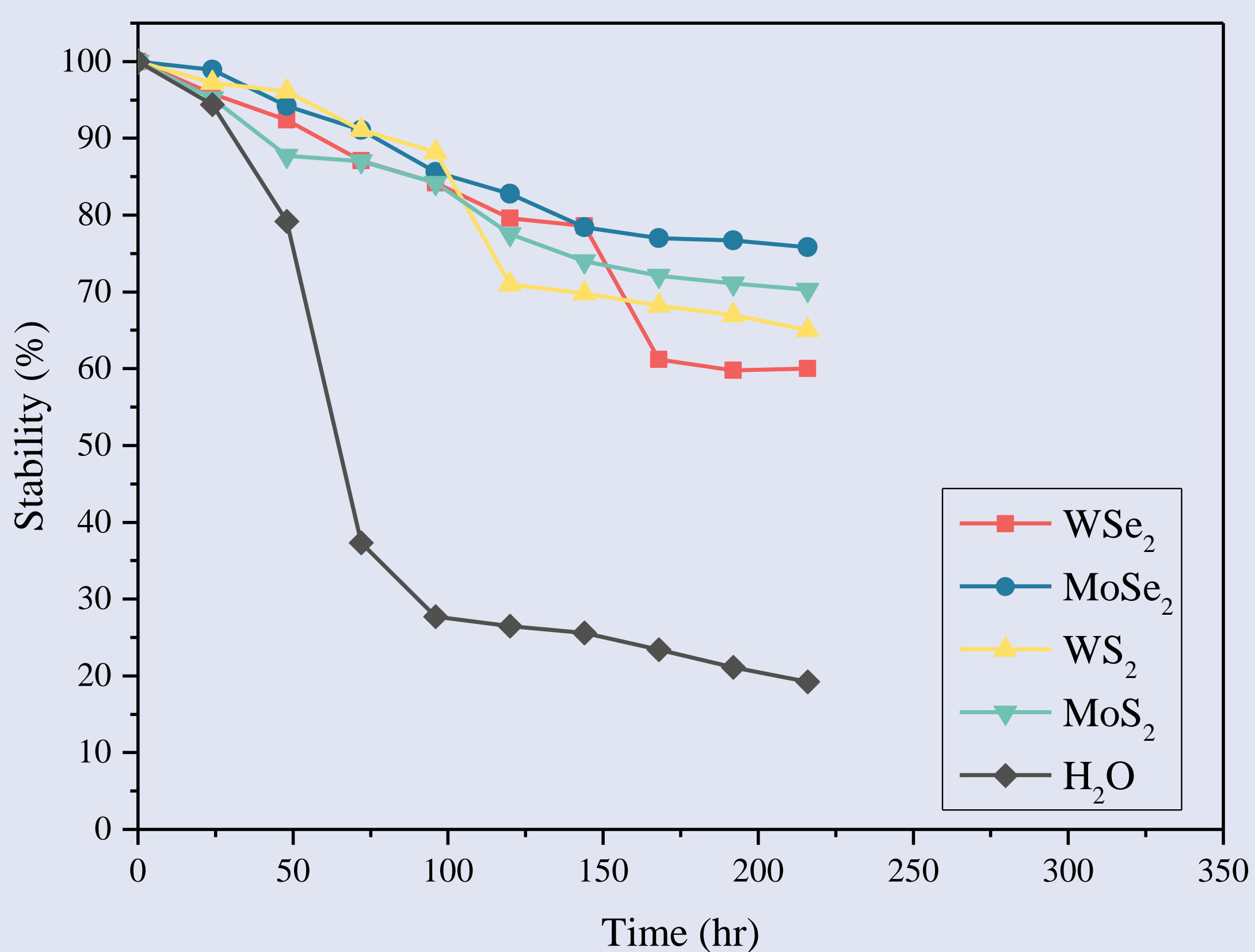


圖2. 四種不同材料分散液之穩定度。

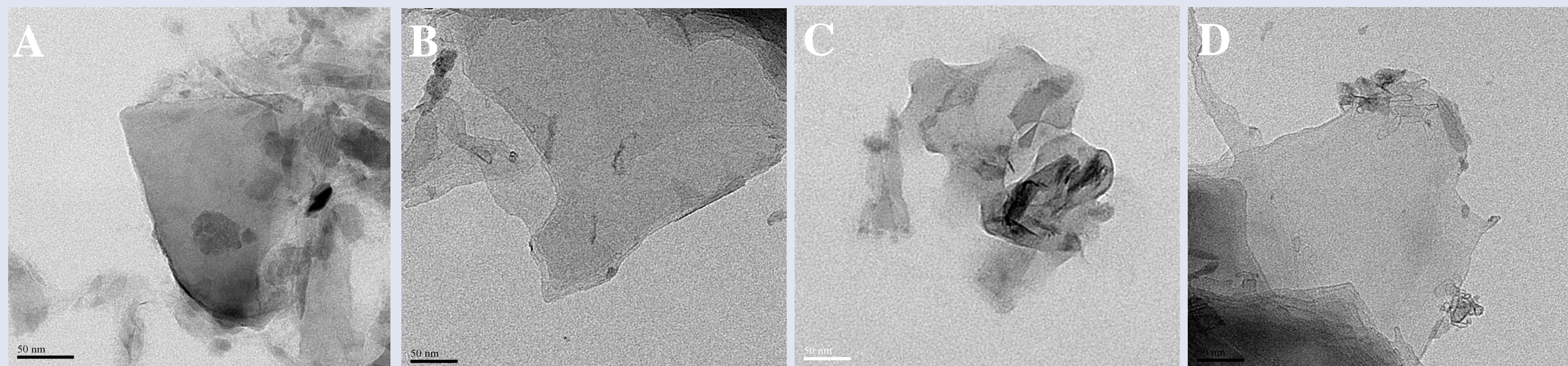


圖4. 四種不同材料分散液之 TEM 圖。

(A) WSe_2 分散液、(B) $MoSe_2$ 分散液、(C) WS_2 分散液、(D) MoS_2 分散液。

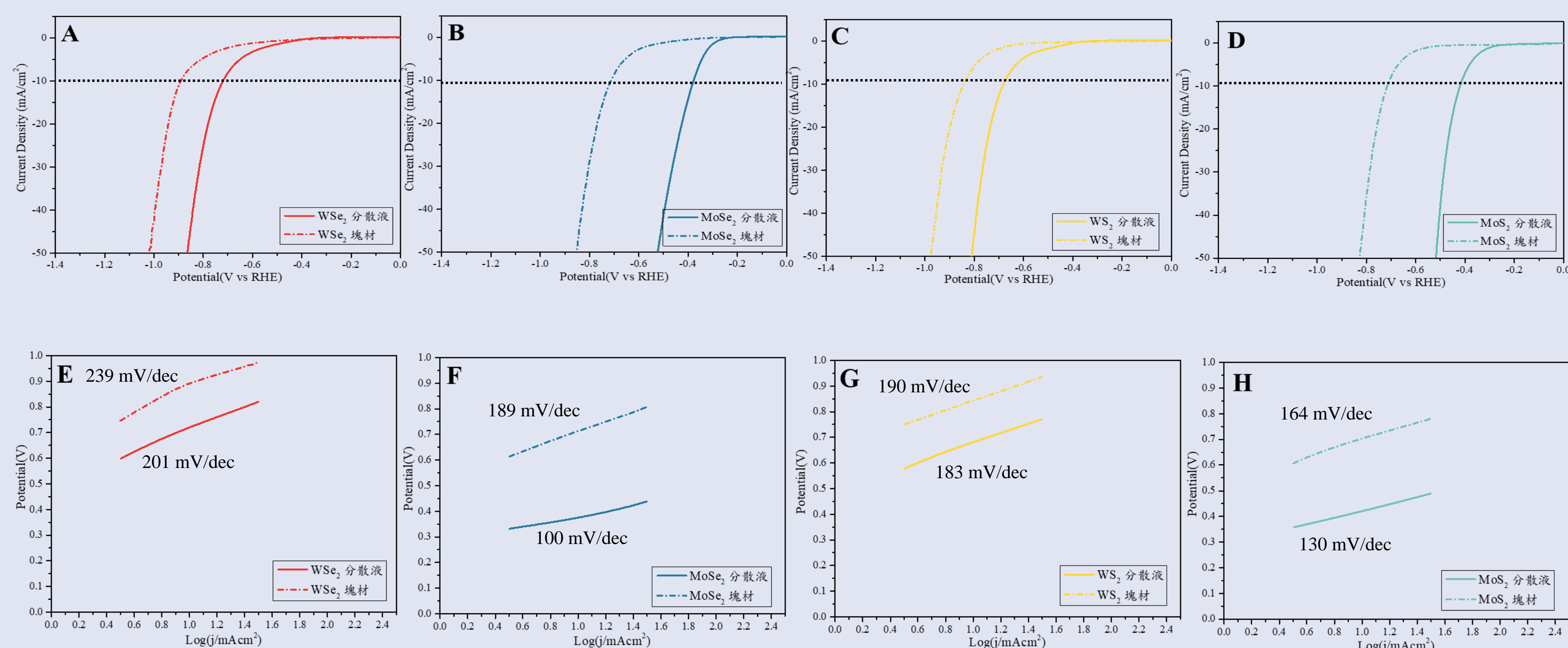


圖5. 以玻璃碳電極 (GCE) 為工作電極在 0.5 M H_2SO_4 中進行電化學測試。(A)-(D) 線性掃描伏安圖 (Linear Sweep Voltammetry, LSV) (E)-(H) 固定電流密度在 10 mA/cm^2 時的塔佛斜率。

表1. 析氫反應比較。

項目 \ 材料	WSe_2	$MoSe_2$	WS_2	MoS_2
塊材電位	-0.89 V	-0.78 V	-0.83 V	-0.71 V
分散液電位	-0.71 V	-0.38 V	-0.68 V	-0.42 V
電位改變量	0.18 V	0.40 V	0.15 V	0.29 V
塊材塔佛斜率	239 mV/dec	189 mV/dec	190 mV/dec	164 mV/dec
分散液塔佛斜率	201 mV/dec	100 mV/dec	183 mV/dec	130 mV/dec
塔佛改變量	38 mV/dec	89 mV/dec	7 mV/dec	34 mV/dec

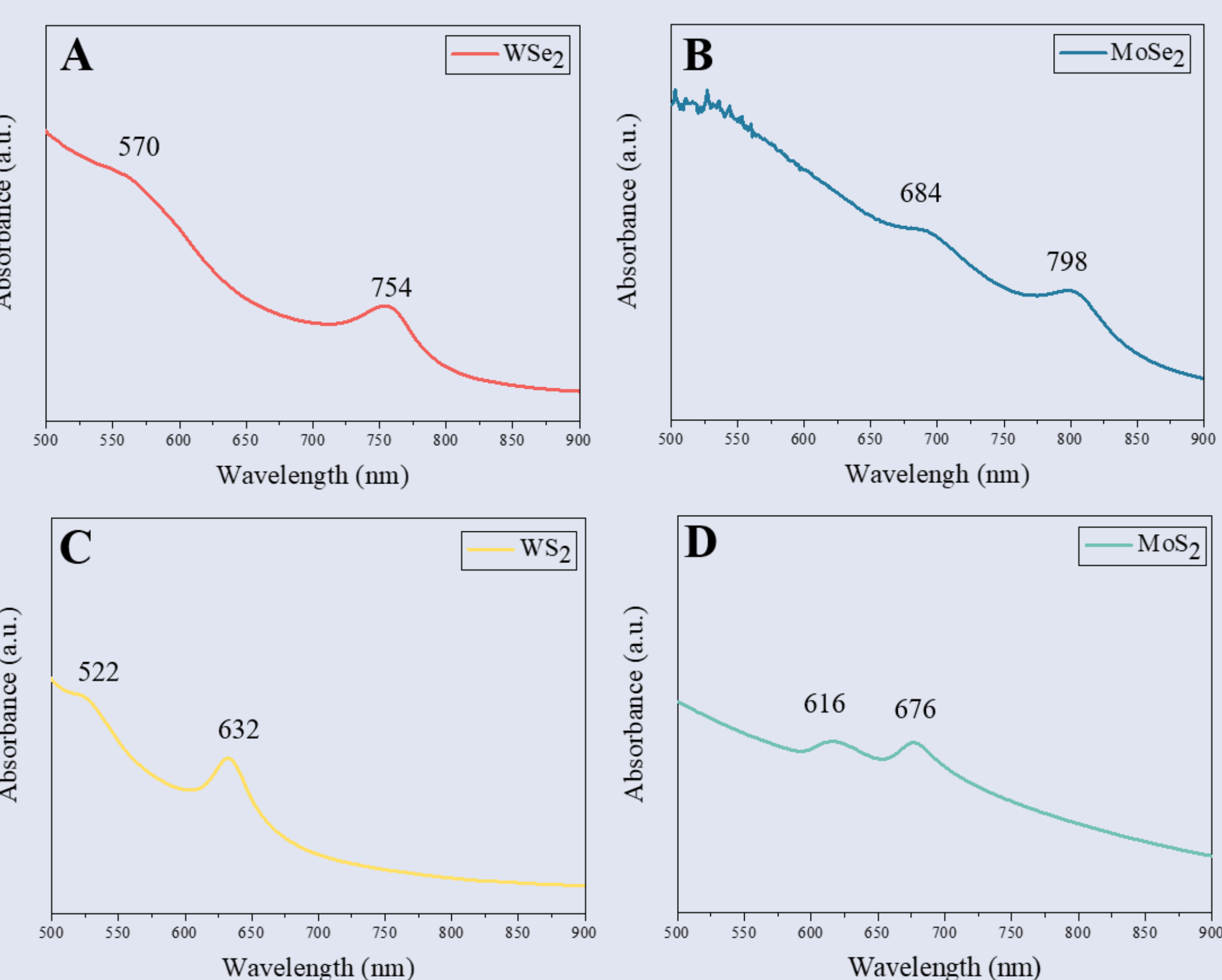


圖3. 四種不同材料分散液之 UV/Vis 光譜圖。(A) WSe_2 分散液、(B) $MoSe_2$ 分散液、(C) WS_2 分散液、(D) MoS_2 分散液。

結論

在本實驗已成功萃取天然皂素，再將其利用液相剝離方法在純水中製備出少數層之過渡金屬硫屬化物奈米片，並從TEM中得知其確實為薄層奈米片。且經過數天以後仍穩定懸浮於純水中。在電化學測試中，分散後的四種材料都有明顯的電位提前以及塔佛斜率降低，當定電流密度為 -10 mA/cm^2 時， $MoSe_2$ 的電位從 -0.78 V 提升至 -0.38 V ，約提前 0.4 V ，塔佛斜率也從 189 mV/dec 降至 100 mV/dec ，約降低 89 mV/dec ，為四種材料中提前最多，故能將其應用於環境、能源等更多廣泛的領域。