

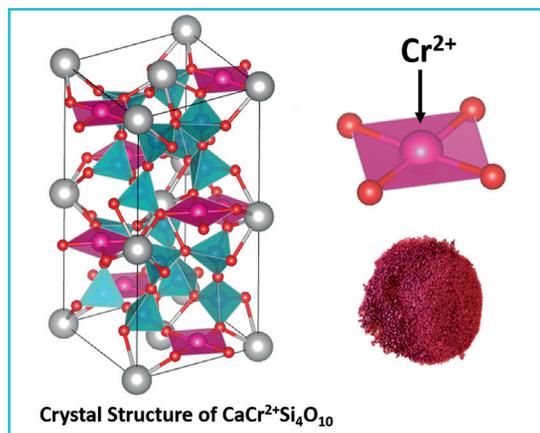
Advance pigment chemistry with moon-inspired reddish magentas

■ An Oregon State University researcher, Mas Subramanian, who made color history in 2009 with a vivid blue pigment has developed durable, reddish magentas inspired by lunar mineralogy and ancient Egyptian chemistry. The new pigments could be used as energy-efficient coatings for vehicles and buildings, are based on divalent chromium, Cr²⁺ and are the first to use it as a chromophore; chromophores are the parts of a molecule that determine color by reflecting some wavelengths of light while absorbing others.

“To date, no earth-based mineral has been reported to contain chromium in the divalent state as one of the components,” said Subramanian. “However, the analysis of lunar mineral samples collected from Apollo missions showed the occurrence of chromium in the divalent state”. Divalent chromium has the same number of unpaired electrons as trivalent manganese, the chromophore responsible for the intense color of YInMn blue, which Subramanian’s team discovered 15 years ago. The Shepherd Color Company licensed YInMn blue for use in a wide range of coatings and plastics, and it also inspired a new Crayola crayon color: Bluetiful. One of their samples turned out to be a brilliant blue, named YInMn blue after the component elements yttrium, indium and manganese.

In the new study, Subramanian, research associate Jun Li and graduate student Anjali Verma were inspired by the divalent copper that serves as a chromophore in Egyptian blue, which is the world’s first known synthetic pigment and dates to more than 5,000 years ago. The researchers replaced the divalent copper in Egyptian blue with divalent chromium, leading to

durable, reddish magenta pigments. To stabilize the divalent chromium on Earth, researchers maintained high temperatures, almost 2,500 degrees Fahrenheit, under high vacuum during the synthesis that started from chromium metal, chromium trioxide and other chemicals.



The magenta pigments developed by OSU researchers are thermally and chemically inert because of their high preparation temperature and remain unaltered structurally and optically upon exposure to acid and alkali, the authors note. In addition, unlike pigments that contain cobalt, the chromium-based magenta pigments are highly reflective of heat from the sun – meaning they have a cooling property that would lead to energy savings for cars and structures coated in them.

“Most pigments are discovered by chance”, Subramanian said. “The reason is because the origin of the color of a material depends not only on the chemical composition but also on the intricate arrangement of atoms in the crystal structure. So, someone has to make the material first in a laboratory, then study its crystal structure thoroughly to explain the color”.

Processi chimici avanzati dei pigmenti con i magenta rossastri ispirati alle mineralogie della luna

■ Un ricercatore della Oregon State University, Mas Subramanian, che nel 2009 ha lasciato un segno nella storia del colore con un pigmento blu acceso, ha messo a punto colori magenta rossastri durevoli che si ispirano alla mineralogia lunare e agli antichi processi chimici dell’epoca degli Egizi. I nuovi pigmenti che possono essere utilizzati come rivestimenti ad efficacia energetica per veicoli ed edifici sono a base di cromo bivalente Cr²⁺ e sono i primi ad utilizzarlo come cromoforo; i cromofori sono la parte della molecola che determina il colore riflettendo alcune

lunghezze d’onda della luce e assorbendone altre.

“Finora, non è mai stato riferito che i minerali della terra contengono cromo allo stato bivalente come componente”, ha affermato Subramanian. “Tuttavia, l’analisi dei campioni dei minerali lunari raccolti nella missione Apollo ha rilevato la presenza del cromo allo stato bivalente”. Il cromo bivalente ha lo stesso numero di elettroni spaiati come il manganese trivalente, il cromoforo responsabile del colore intenso del blu YInMn, che il team di Subramanian ha scoperto 15 anni fa.

La Shepherd Color Company ha introdotto il blu YInMn per una vasta serie di rivestimenti e plastiche e ha anche ispirato il nuovo colore del pastello Crayola: Bluetiful. Uno dei loro campioni è diventato un blu brillante, denominato blu YInMn dopo gli elementi ittrio, indio e manganese.

Nel nuovo studio, Subramanian, il ricercatore associato Jun Li e lo studente laureato Anjali Verma si sono ispirati al rame bivalente che serve da cromoforo nel blu egizio, il primo pigmento sintetico che è stato conosciuto e che ha un’età superiore ai 5.000 anni.

I ricercatori hanno sostituito il rame bivalente nel blu egizio con il cromo bivalente da cui sono derivati i pigmenti magenta rossastri e durevoli. Per stabilizzare il cromo bivalente sulla terra, i ricercatori hanno mantenuto temperature alte, pari a quasi 2.500 gradi Fahrenheit, sotto vuoto durante il processo di sintesi che ha preso avvio dal metallo cromato, triossido di cromo e altri prodotti chimici.

I pigmenti magenta sviluppati dai ricercatori OSU sono termicamente e chimicamente inerti per la loro alta temperatura di avvio ed essi mantengono inalterata la loro struttura e il loro aspetto quando esposti agli acidi e agli alcali, come osservato dagli autori.

Oltre a questo, diversamente dai pigmenti che contengono cobalto, i pigmenti magenta a base di cromo hanno un alto potere riflettente del calore del sole, e quindi hanno una proprietà refrigerante che potrebbe determinare risparmi energetici per le automobili e le strutture rivestite. “La maggior parte dei pigmenti viene scoperta per caso”, ha aggiunto Subramanian. “Il motivo di ciò sta nel fatto che l’origine del colore di un materiale dipende non soltanto dalla composizione chimica ma anche dalla complessa disposizione degli atomi nella struttura del cristallo. Quindi, si deve prima preparare il materiale in laboratorio, per poi studiarne in modo approfondito la struttura del cristallo per spiegarne il colore”.