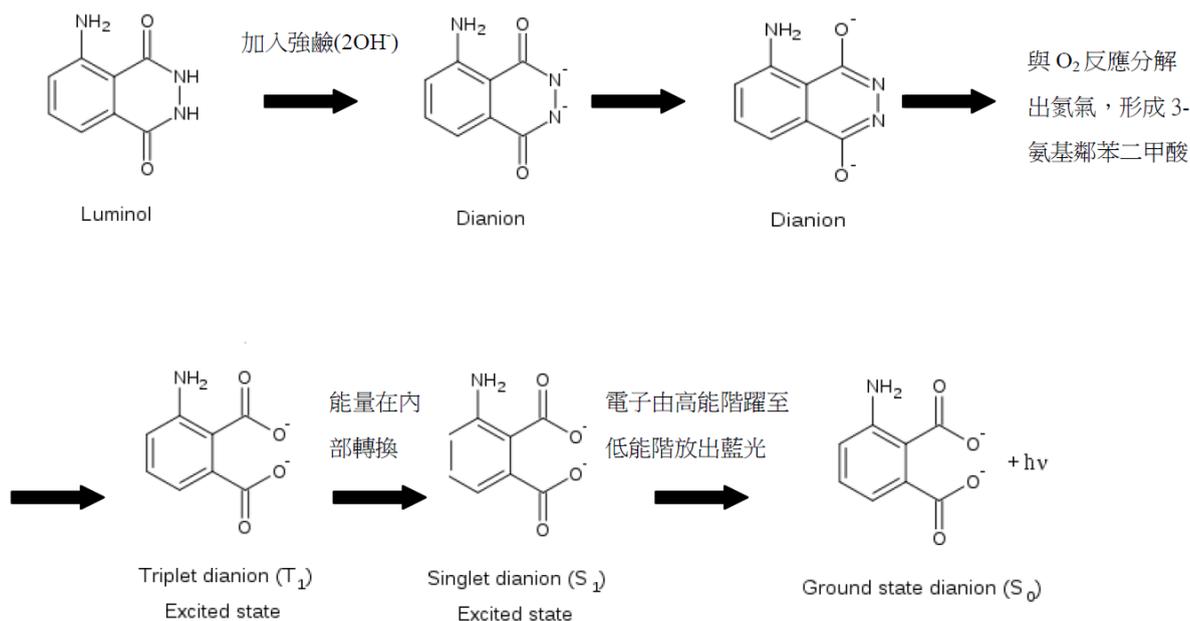


2022年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中(職)組 成果報告表單

題目名稱：犯罪鑑識科學---血液偵測
一、摘要： 實驗目的便是為了驗證《名偵探柯南》中魯米諾試劑之相關操作。首先，我們發現魯米諾試劑溫度越高雖然發光時間越持久，但卻較低溫時暗。並且同時確認擦抹後的血液與凝固血塊皆能與魯米諾反應。另外，發現漂白水亦會擾亂鑑識人員檢驗血跡，係因其亦會與魯米諾試劑反應，我們便成功找出了其抑制劑：碘化鉀。完成了一連串的實驗，希望未來能實際運用在犯罪現場中的檢測。
二、探究題目與動機 自小到快看「名偵探柯南」，發現不管是漫畫也好，電視改編也罷，鑑識人員與偵探們總是拿著一瓶名為「魯米諾試劑」的噴劑在案發現場檢驗。於是，心中的好奇不免由然而生，那瓶號稱可以檢驗血跡的「魯米諾試劑」，真的可以將案發現場被犯人擦掉的血跡神奇的還原出來嗎？往後的實驗我們便以此為基礎，測試直接將試劑噴在血液上與將血液擦拭乾淨後再噴試劑的差異。秉持著這個檢驗漫畫書中內容的好奇心與學習心態，我們購買了價格不斐的魯米諾試劑來做檢測，並且延伸出了許多以此為基礎的實驗，例如，漂白水也能與魯米諾試劑產生藍光，我們便想找出能阻斷其發光的物質，幫助警方不被嫌犯的伎倆所干擾，實驗如下所述。希冀結果能與漫畫書中相符，不讓支持柯南廿年的我們失望。
三、探究目的與假設 我們做此番探究實驗的目的是希望能——檢驗漫畫內容真實程度，並且若為真，希望能幫助警方更有效率的破解案發現場的血跡與被擦拭掉的血跡。 根據上述，我們有以下假設： (一)魯米諾溶液溫度越高，發光時間持續越久。 (二)血液乾涸與血塊皆能與魯米諾反應。 (三)漂白水會與魯米諾產生反應。 (四)找出對漂白水的抑制劑。
四、探究方法與驗證步驟 (一)魯米諾發光原理 使魯米諾發光的必要條件為：氧化劑。魯米諾與氫氧化物反應時會生成了一個雙負離子，以血液中鐵離子作為催化劑，催化過氧化氫，分解出氧氣。氧氣再氧化雙負離子形成不穩定的過氧化物，此過氧化物立即分解出氮氣，生成激發態的3-胺基鄰苯二甲酸。激發態回到基態，能量以光子形式放出，波長位於可見光譜的藍光部分(425nm)。



圖一魯米諾發光原理(李鈺璇, 2012)

(二) 實驗操作方式

1. 暗箱製作

由於魯米諾較適合在黑暗中發光，因此我們自製暗箱模擬黑暗情況，製作樣式如圖二。

實驗時保持六面板子全關，觀察其發光狀態時，從暗箱中的細縫觀察。



圖二：暗箱示意圖

2. 魯米諾試劑

調配試劑後，倒入噴罐中，每次實驗進行噴灑固定次數的魯米諾試劑，使其保持定量。

3. 實驗進行

將定量血液滴在錶玻璃(並置於自製暗箱內)，噴灑魯米諾，使其產生反應。

(三) 觀察

由於魯米諾不易取得且價格不斐，5g便要價逾2千元，因此我們想知道，含量最小值是多少時，發光效果與發光時間長度仍然良好，不會影響實驗的判別與操作。

調配比例(魯米諾含量:溶液體積):1:250、1:333、1:500、1:1000

觀察結果:

當魯米諾含量越多時，發光亮度更高，發光時間持續越長。

1:250、1:333、1:500發光效果良好，亮度與發光時間皆可持續30秒以上，但1:1000在產生反應後，高亮度持續5秒後即快速降低，且發光時間不超過30秒。因此最終我們選定以1:500的魯米諾試劑進行後續實驗。

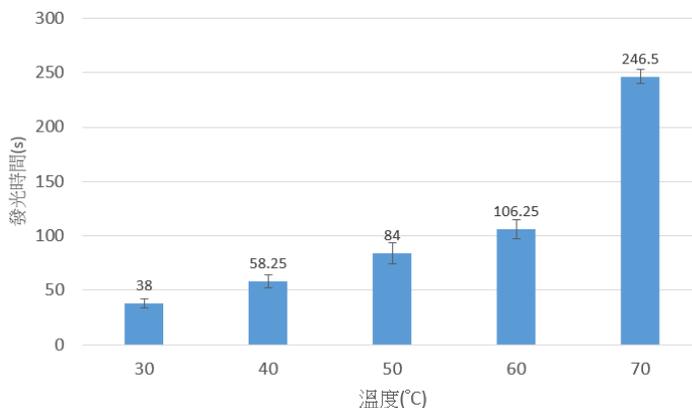
(四)研究魯米諾貯存溶液在何種溫度達到的發光效果最佳

探討:不同溫度的魯米諾,對發光時間長短的影響。

假設:魯米諾溶液溫度越高,發光時間持續越久。

*測量:由同一人進行觀察,當藍光完全消失時,時間停表。

實驗結果:如附圖



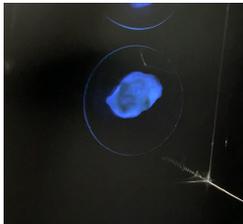
圖三:不同溫度對魯米諾發光時間的影響

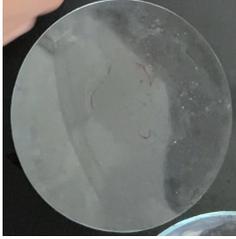
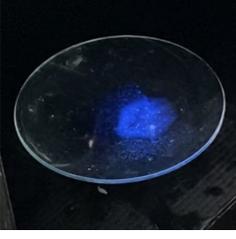
- 1.當魯米諾溫度越高時,發光時間會愈久,符合假設。
- 2.實驗過程中,我們觀察到,發光反應剛開始時,溫度較低的魯米諾溶液反而使血液發光亮度看起來較亮,相較溫度70°C的實驗組,發光時間雖然最久,反應最初的亮度卻最暗。

(五)不同的血液狀態之下和魯米諾產生發光反應與否

在犯罪現場,由於距離案發時間的不同,因此血液可能已經不是呈現液態流動的現象。因此我們想研究,在血液呈現不同的狀態之下(凝固、被擦抹),噴灑魯米諾後是否仍會產生發光反應。

實驗結果:

	反應前	反應後	反應結果	說明
流動狀態的血液 (對照組)	 圖四	 圖七	產生發光反應 亮度最大	此為對照組。

凝固狀的血液	 <p style="text-align: center;">圖五</p>	 <p style="text-align: center;">圖八</p>	產生發光反應 亮度最低	凝固後的血塊亮度極低，且發光時間極短，在反應後約10秒即消失。
被擦抹後的血液	 <p style="text-align: center;">圖六</p>	 <p style="text-align: center;">圖九</p>	產生發光反應 亮度次之	即使經過擦抹，肉眼已不見血液，鐵離子仍然能使魯米諾發光。

*被擦抹的血液：利用衛生紙將液態流動狀態的血液擦至肉眼不可見。

(六) 漂白水與魯米諾產生發光反應與否

經文獻查詢，發現漂白水加入魯米諾後，也會產生發光反應。對此我們想進行實際驗證。

探討：漂白水對魯米諾是否會產生發光反應與否

以1:100(漂白水:水)稀釋，我們發現發光亮度不明顯，發光時間也只持續約1秒；

因此我們改成使用1:10稀釋的漂白水，亮度明顯增加。

實驗結果：漂白水再經過噴灑魯米諾後，確實會產生發光反應。

漂白水反應原理：

市面上的氯系漂白水成分為次氯酸鈉，溶於水會解離成鈉離子 (Na^+) 與次氯酸根離子 (ClO^-)。 ClO^- 為強氧化劑，因此會與魯米諾溶液中的雙負離子反應進而產生發光現象。

漂白水與血液中鐵離子對發光反應的比較：

1. 漂白水明顯發光亮度較低，藍光也較不飽和，推測可能是因為漂白水相較血液更為水狀。
2. 發光時間長度為最明顯的差異，血液中鐵離子發光時間可達到分鐘，但漂白水(1:10)幾乎只有發光2秒，藍光很快就暗下來。
3. 在第一次噴灑魯米諾後，我們又進行第二次噴灑於同一受測物，我們發現：漂白水已無法再進行發光，然而，血液會再次發出藍光，只是發光時間較第一次短。

(七) 尋找抑制劑 抑制漂白水與魯米諾產生發光反應

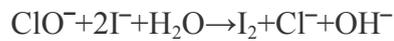
由實驗三可知，漂白水也會與魯米諾溶液產生發光。在犯罪現場，有時犯人為了湮滅證據，會將血液用漂白水進行沖洗，這樣一來，噴灑魯米諾可能就沒有實際的檢測效益。因此我們想

進一步去思考, 有何種化學藥品可作為抑制劑, 抑制漂白水對魯米諾產生反應。

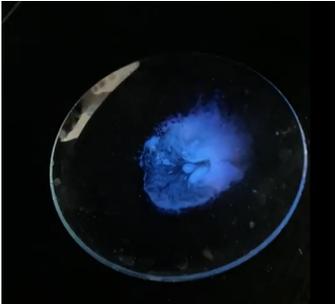
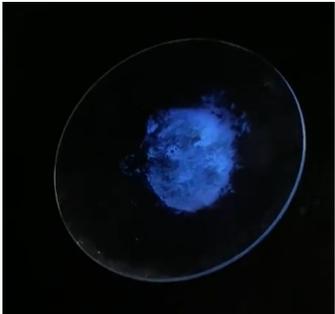
探討: 抑制劑的使用對魯米諾發光程度的影響

由於造成漂白水發光的原因是次氯酸根離子, 因此我們要找出能讓 ClO^- 還原為 Cl^- 的藥品。

我們發現碘離子能夠成功和其反應, 以碘化鉀作為本實驗之抑制劑, 反應方程式如下:



實驗結果:

	反應照片	反應結果	說明
漂白水	 <p>圖十</p>	沒有任何發光反應	如同原先預期, ClO^- 被還原為 Cl^- , 因此反應中無氧化劑可使魯米諾試劑產生發光反應。
血液(鐵離子)	 <p>圖十一</p>	產生發光反應	加入抑制劑並不會造成血液(鐵離子)對魯米諾產生發光反應, 且亮度較亮。
漂白水+血液(鐵離子)	 <p>圖十二</p>	產生發光反應	抑制劑成功阻止漂白水發出藍光, 因此產生發光反應的原因是由於血液(鐵離子)的存在。

五、結論與生活應用

- (一) 當魯米諾試劑溫度越高，發光時間愈長。
- (二) 在流動狀態、凝固狀、被擦抹後的血液都能產生發光反應。
- (三) 漂白水也會對魯米諾試劑產生發光反應。
- (四) 碘化鉀可做為抑制漂白水產生發光反應之抑制劑。

對於此魯米諾與血跡的實驗，不僅是為了驗證漫畫內容是否正確，更重要的是為了結合生活上的應用：

- (一) 若是可以將魯米諾事先加熱並放入保溫瓶中，有助於鑑識人員在案發現場更有效且完整的採檢證據或血跡。
- (二) 若是發現案發現場的發光情形不對勁，懷疑有漂白水影響檢測，便可利用對漂白水的抑制劑——碘化鉀來重新檢測。

未來展望：完成這個實驗，希望能實質幫助警方在案發現場採驗更加準確。在未來，希望我們能持續找出更多可以唾手可得的物質來幫助採檢，不再是難以取得的實驗材料，並且真的付諸實行，將其運用於現實生活中。

參考資料

維基百科，魯米諾。<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%B2%81%E7%B1%B3%E8%AF%BA>
李鈺璇、林佳儀、張嘉菱(2012)。鑑識科學與化學關聯性。小論文。
黃冠維、張原嘉(2018)。暗箱來找「茶」—利用自製暗箱偵測溶液的抗氧化能力。中華民國第58屆中小學科學展覽會。