

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 普高組 技高組 成果報告格式

題目名稱:鲁米诺反应

一、摘要

本研究透过鲁米诺与不同氧化物(干扰剂)反应的比较,探讨其发光原理。我们发现鲁米诺对血液中的铁离子极为敏感,即使经过清洗后,仍可能产生明显蓝光,这展示了其在刑侦界的应用潜力,但也同时发现鲁米诺可能与其他具有氧化或催化能力的物质产生发光反应。因此,在实际应用中鲁米诺反应应结合其他检测技术(如DNA检测)以提高准确率,避免误判。

二、探究題目與動機

在电视节目中常见警方利用一种化学药剂侦测现场隐藏的血迹——即使表面已清洗干净,仍能在黑暗中看到蓝光反应。我们对此产生兴趣并上网查找资料,发现这种药剂就是“鲁米诺”(方舟子,2007)。

早期,鲁米诺反应对在全球法医学界的应用广泛,因其检测便利和高敏感度,譬如1994年于美国发生的一宗辛普森杀妻案为例,警方在其住宅车道、门厅等处喷洒鲁米诺,发现微弱荧光反应,表明可能曾被清洗的血迹。此案存在着争论点:辩护方质疑鲁米诺的假阳性(如漂白剂、铜锈可能催化发光),证实了鲁米诺反应可能导致调查误判。

它为何能侦测出肉眼看不见的血迹?若血迹被清洁剂洗过,为何还能反应?这些问题成为我们展开本研究的起点。

三、探究目的與假設

研究目的:

通过实验探讨

1. 探讨鲁米诺与血液反应的原理及其干扰因素。
2. 分析清洁剂对鲁米诺反应的影响,验证是否能干扰其发光反应。

研究假设:

鲁米诺可以与血液产生发光反应。
鲁米诺反应不会被清洗剂干扰。

四、探究方法與驗證步驟

(一) 配制鲁米诺溶液

化学药品:

1. 鲁米诺粉末($C_8H_7N_3O_2$) 0.1g
2. 氢氧化钾(KOH) 0.75g
3. 蒸馏水 12.5ml
4. 过氧化氢(H_2O_2 , 5%浓度) 10ml

实验器材:

1. 烧杯x3
2. 滴管x2
3. 玻璃棒x2
4. 称量纸x2
5. 药匙x2
6. 量筒x2
7. 鱼血(甘榜鱼)
8. 干扰物质(洗碗液glo active, 洗衣液dynamo, 洗衣粉daia)

配制过程:鲁米诺储存溶液

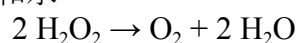
1. 将称量纸放置在电子称上, 分别称出鲁米诺粉末(0.1g)和氢氧化钾(0.75g)的重量
2. 测量蒸馏水的体积(12.5ml), 并倒入烧杯中
3. 将称好的鲁米诺和氢氧化钾倒入装有蒸馏水的烧杯中, 并用玻璃棒搅拌至溶解

配制过程:鲁米诺混合溶液

1. 先把过氧化氢倒入烧杯后才加入鲁米诺储存溶液(如果直接将过氧化氢倒入鲁米诺储存溶液, 则反应会提前发生, 导致溶液失效或发光效果减弱), 并搅拌均匀

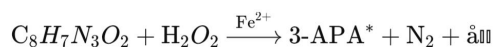
鲁米诺原理:

鲁米诺加双氧水, 其中双氧水在铁化合物(鱼血中的血红蛋白)催化下, 双氧水分解为氧气和水



鲁米诺与氢氧化物(OH⁻)反应时生成了一个双负离子(有两位反应性能, Dianion), 它可被过氧化氢分解出的氧气氧化, 产物为一个有机过氧化物。

但, 该过氧化物很不稳定, 它会分解出氮气, 生成激发态(具有比系统所能具有的最低能量要高的能量)的3-氨基邻苯二甲酸。激发态至基态转化中, 释放的能量以光子的形式存在, 波长位于可见光的蓝光部分。



(二)实验过程

1. 解剖鱼, 并取得鱼血。如图(一)



图(一)

2. 将鱼血滴于干净布面并晾干。如图(二)



图(二)

3. 将鲁米诺溶液喷洒于无血液的布表面, 观察是否发光。
4. 将鲁米诺溶液喷洒于滴了鱼血的布表面, 观察是否发光。

干扰物质介绍:

洗碗液(glo active)为清洁剂A

洗衣粉(daia)为清洁剂B

洗衣液(dynamo)为清洁剂C


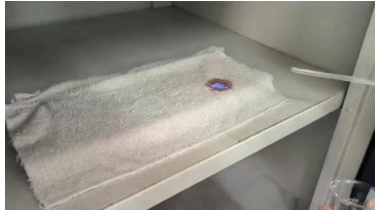
5. 用清洁剂**A**洗干净滴了鱼血的布, 再将鲁米诺溶液喷洒于样本表面, 观察是否发光。
6. 用清洁剂**B**洗干净滴了鱼血的布, 再将鲁米诺溶液喷洒于样本表面, 观察是否发光。
7. 用清洁剂**C**洗干净滴了鱼血的布, 再将鲁米诺溶液喷洒于样本表面, 观察是否发光。

五、結論與生活應用




结论:

通过本次实验, 得出一下结果

1. 鲁米诺能与动物的血液产生明显发光反应, 且高度敏感, 证实其在侦查中可用于初步广泛侦测血迹。

无血液	有血液
	
鲁米诺没有反应	鲁米诺产生反应, 发出蓝光

2. 清洁剂不一定能完全抑制鲁米诺反应, 部分仍可检测到血迹。

洗洁剂A洗净	洗洁剂B洗净	洗洁剂C洗净
		
鲁米诺产生反应, 发出蓝光	鲁米诺产生反应, 发出蓝光	鲁米诺产生反应, 发出蓝光 (肉眼看不见)

3. 但是, 鲁米诺反应虽高效, 但必须配合其他检测手段使用 (DNA), 避免误判。

生活应用:

1. 刑事侦查: 在法医学中持续应用于初步血迹检验, 尤其在案发现场快速判断是否有清洗过的血迹。

2. 生物医学: 检测细胞活动中的活性氧 (如过氧化氢) 或金属离子

3. 化学教育: 适合在课堂中演示化学发光现象, 激发学生对科学的兴趣。

4. 趣味实验:

神奇发光布: 利用鲁米诺喷洒在肉眼无法看到血迹的布料上, 在黑暗中出现蓝光, 营造「隐形信息」效果。

模拟侦探游戏: 设计一个模拟犯罪现场, 让同学扮演侦探, 用鲁米诺寻找“隐藏的线索”, 既刺激又具有教育意义。

化学魔术秀: 搭配紫外光或关灯后突然喷洒鲁米诺溶液, 制造惊艳的化学发光表演。

參考資料

References

Ersin karapazarlıoğlu. (2015). International Journal Of Recent Scientific Research.

RESEARCH ARTICLE THE APPLICATION OF LUMINOL FOR LATENT BLOOD IN CRIME SCENE, Vol. 6(Issue, 3), 2986–2989.

<https://sg.docs.wps.com/l/sIKPq9s-gAuyxx78G?v=v2>

方舟子. (2007). 血迹里的秘密. 中国青年报.

https://zqb.cyol.com/content/2007-01/17/content_1645011.htm

Ridamjeet kaur, & Nitika kashyap. (2021). International Journal Of Recent Scientific

Research. *Evaluation of Efficiency of Luminol Test on Different Substrates for Latent Blood Detection: A Review Study*, Vol. 8(Issue 10), 2349–1590.

<https://sg.docs.wps.com/l/sIEbq9s-gAsCxx78G?v=v2>