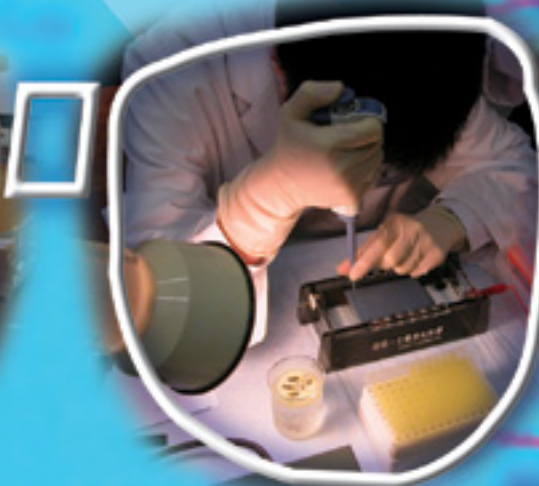


# 科學實驗室

## 安全

### 教學資源



# 目錄

	頁數
序言	
實驗室安全課	1
學習活動示例	
1 實驗室安全規則	4
2 保護眼睛	7
3 認識常用化學品	10
4 風險評估	12
5 發生實驗室意外時應如何應變?	16

## 序言

安全向來是科學實驗和探究的首要關注事項。為保持實驗室安全在良好的水平，學生應牢記認識和遵守安全守則是學習科學不可或缺的一環。為提高學生的實驗室安全意識，學校應在每學年初安排課節向每班學生講解實驗室安全須知，提醒他們實驗室安全的重要、一般安全守則和相關的安全措施。確立正確的安全意識和安全的工作習慣有助把實驗室意外減至最少。

本冊子就實驗室安全提出一些教學策略和學習活動示例，供理科教師在籌劃和教授實驗室安全課時使用。這些學習活動旨在讓學生積極參與，在實際的情境中主動思考和討論安全問題，而不僅是被動地接收知識，以最終達到在實驗室安全方面培養學生個人責任感的目標。本冊子所建議的教學活動便於使用，一般可在1至2個教節內完成。

除本冊子所建議的教學活動外，教師在教授實驗室安全課時還可利用隨附的互動學習資源套《科學探索的安全守則》。

本冊子承蒙下列人士協助設計和試教學習活動，並提供寶貴意見，謹此致謝：

張熾堂博士（香港城市大學）  
朱淑貞女士（香港真光中學）  
關繼祖博士（香港科技大學）  
李燦球先生（香港道教聯合會青松中學）  
梁家猷先生（退休人士）  
盧錦昌先生（中華基督教會基協中學）  
莫明偉先生（匯基書院）  
潘廣祥先生（聖公會曾肇添中學）

教育統籌局科學教育組  
2004年6月

## 實驗室安全課

為提高學生的安全意識，使學生掌握必要的實驗室安全知識，理科教師應在每學年初，至少安排一個課節向每班學生講解實驗室安全須知。

一般而言，實驗室安全課的目標是要讓學生：

- (i) 認識在缺乏知識或沒有教師指導的情況下進行科學實驗是十分危險的；
- (ii) 認識在實驗室工作時應採取適當的安全措施；
- (iii) 掌握正確使用各種實驗室安全設施和個人防護裝備的知識；
- (iv) 認識一些在實驗室常犯的錯誤；
- (v) 認識到須要制訂和遵守實驗室規則，從而養成對法規的正確觀念；
- (vi) 懂得在發生實驗室意外時應採取的行動；
- (vii) 認識實驗室的基本急救知識；
- (viii) 建立對自己和他人的責任感；
- (ix) 在實驗室工作時應顧及他人的安全；
- (x) 認識與同學合作、分擔責任，和參與分組活動的需要；
- (xi) 了解如何在安全並有秩序的情況下從實驗室疏散；
- (xii) 認識實驗室內各種安全設施和設備；
- (xiii) 認識各種危險警告標記的含意，以及在處理危險化學品時應採取的安全措施；及
- (xiv) 理解並運用科學實驗風險評估的概念。

教師可運用各種教學策略和活動達到上述目標。下頁所列的表格提供了一些教學建議，教師可根據學生的需要和程度，制訂合適的教學策略。

## 實驗室安全課教學策略建議

	教學重點	教學目標	策略	資源 / 教材	備註
1.	實驗室意外的成因和預防措施	(i) 及 (iv)	與學生討論一些曾發生的實驗室意外。要求學生建議安全措施，防範這些意外。	科學教育組網頁 ( <a href="http://cd.emb.gov.hk/sci">http://cd.emb.gov.hk/sci</a> ) 「安全專欄」中的意外個案或報章報導的意外事件、《科學實驗室安全手冊》(2002)第24.2節	可作為引言，以提高學生的警覺性
2.	實驗室安全措施和個人防護裝備	(ii)、(iii)、(viii) 及 (ix)	示範濃硫酸對布料所產生的腐蝕作用。與學生討論使用個人防護裝備的必要性。說明使用個人防護裝備的正確方法。	個人防護裝備，例如實驗袍、防護手套、安全眼鏡及安全擋板	
3.	一些在實驗室中常犯的錯誤	(iv)、(viii) 及 (ix)	以看圖問答題的形式要求學生找出常犯的錯誤。與學生討論有關答案。與學生討論如何糾正一些錯誤裝配的實驗裝置。	教育統籌局製作的看圖問答題（亦可於科學教育組網站下載）或參考書籍 展示危險實驗操作的照片或錄影帶	可以遊戲形式進行
4.	實驗室規則	(v)、(viii)、(ix)及(x)	鼓勵學生討論並總結意見。讓學生參與制訂學校的實驗室規則。要求學生設計標語、海報或網頁以說明各項實驗室安全規則。要求學生完成有關實驗室規則的測驗。將實驗室規則張貼於佈告板，並要求學生時刻遵守。	教育統籌局製作的有關實驗室基本規則的海報，作為討論的示例。 還可參閱《科學實驗室安全手冊》(2002)第4.1-3節。  有關安全測驗，可瀏覽 <a href="http://resources.emb.gov.hk/~ses">http://resources.emb.gov.hk/~ses</a>	
5.	對實驗室意外的應變	(vi)、(vii) 及 (ix)	與學生討論發生實驗室意外時應採取的行動。與學生討論實驗室的基本急救知識。	《科學實驗室安全手冊》(2002)有關「防火措施」及「有關實驗室的急救措施」的內容。學校實驗室安全常務委員會編訂的緊急應變計劃。	
6.	實驗室安全設備和一般安全措施	(iii)、(v) 及 (xii)	播放教育電視節目，並要求學生在觀看後總結實驗室安全措施。	有關實驗室安全的教育電視節目 ( <a href="http://www.etvonline.tv/etv/front/archive.jsp">http://www.etvonline.tv/etv/front/archive.jsp</a> )	

	教學重點	教學目標	策略	資源 / 教材	備註
7.	在校內推廣實驗室安全	(iii)、(iv)、(v)、(vi)、(viii)、(ix)及(xii)	要求學生分組進行在校內推廣實驗室安全的活動(例如撰寫文章、設計海報和標語等)。		
8.	中學科學實驗室的安全設施和設備	(xii)	要求學生憑記憶繪製實驗室平面圖,標明個人防護裝備(例如安全眼鏡)、滅火筒、滅火氈、沙桶、急救櫥、洗眼設備等的位置。	《科學實驗室安全手冊》(2002)第4.4、4.5及23.4節	可作為家課
9.	疏散演習	(vi)及(xi)	學生在實驗室內進行疏散演習。	學校實驗室安全常務委員會編訂的緊急應變計劃	可在班內進行小規模疏散演習
10.	危險警告標記	(xiii)	要求學生指出危險警告標記所代表的危險性質。 可要求低年級學生找出危險警告標記的定義。 與學生討論處理不同性質危險化學品的安全措施。	危險警告標記貼紙(可於科學教育組網頁下載)和教育統籌局印製的海報印有安全標記及其定義的紙牌	
11.	風險評估	(xiv)	講解風險評估的概念。向學生派發風險評估表、列明詳情的實驗和安全參考資料。要求學生進行分組討論和建議安全措施,並填寫風險評估表。	《科學實驗室安全手冊》(2002)第3節及附錄IV、Student Safety Sheets and Hazcards (CLEAPSS)、國際化學品安全卡( <a href="http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc">http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc</a> )、物料安全資料表等	可作為家課,完成後在課堂進行討論。

註：有關第1至6、8、10及11項教學重點的互動學習教材，可參閱《科學探索的安全守則》資源套（唯讀光碟或網址：<http://resources.emb.gov.hk/~ses>）。

# 實驗室安全規則

## 教師指引

### 目標

完成活動後，學生應認識到須要

- 制訂和遵守實驗室規則
- 建立對自己和他人的負責感
- 在實驗室工作時採取適當的安全措施

### 引言

在每學年初教導學生遵守實驗室安全規則有助培養學生的責任感，使他們認識到在實驗室遵守規則的重要性。

### 步驟

1. 與學生討論為甚麼在實驗室工作時必須遵守安全規則。
2. 將學生分成 4 至 5 人一組進行討論，並寫下他們認為在實驗室必須遵守的規則。
3. 讓學生匯報討論結果（可使用投影機或實物投影機輔助）。
4. 總結在實驗室必須遵守的安全規則，並講解危險行為的後果。
5. 要求學生簽署一份「安全合約」，使他們認識到自己在實驗室安全方面應承擔的責任。可加入合約內沒有提及但由學生建議的規則。
6. 在佈告板張貼安全規則，並要求學生時刻遵守。

### 備註

- 安全合約只需包含與學生有關的若干重點即可，而應避免羅列冗長的安全規則。教師在制訂安全合約時，可參閱參考網站所載的安全規則。
- 安全合約應保存在學生的實驗作業簿或家課簿內，以提醒他們遵守安全規則。此外，教師亦可要求學生簽署一份集體安全合約，然後將合約張貼在實驗室的佈告板上，再向學生派發實驗室安全規則的副本。
- 為進一步鼓勵學生表達他們對安全規則的理解，每個學生都可就一條指定的實驗室規則製作簡單的網頁。製成的網頁可上載網站，供全班同學分享。有關網站例子，可參閱  
[http://www.mindspring.com/~mfallonsp/safety\\_rules/index.html](http://www.mindspring.com/~mfallonsp/safety_rules/index.html)。
- 高年級學生可能已熟知實驗室安全規則，教師可安排實驗室安全測驗或分組討論意外個案代替步驟 2 - 5。

## 參考資料

1. Anne B. Davidson (1999), Contracting for Safety, *The Science Teachers*, Sept, pp 36-39
2. [http://www.tenet.edu/teks/science/stacks/safety/safety\\_manual.html](http://www.tenet.edu/teks/science/stacks/safety/safety_manual.html)
3. <http://teachers.sduhsd.k12.ca.us/esmith/laboratory.htm>
4. <http://www.flinnsci.com/homepage/safe/contract.html>
5. [http://www.mindspring.com/~mfallonsp/safety\\_rules/index.html](http://www.mindspring.com/~mfallonsp/safety_rules/index.html)
6. [http://www.chem.vt.edu/RVGS/ACT/lab/safety\\_rules.html](http://www.chem.vt.edu/RVGS/ACT/lab/safety_rules.html)
7. [http://www.education-world.com/a\\_tsl/archives/02-1/lesson028.shtml](http://www.education-world.com/a_tsl/archives/02-1/lesson028.shtml)



## 實驗室安全規則

### 學生工作紙

我承諾：

1. 在實驗室內時刻以負責任的態度行事。
2. 除非有教師在場，否則不會擅自進入實驗室，或在實驗室做實驗。
3. 不在實驗室追逐或嬉戲。
4. 不在實驗室飲食。
5. 在實驗室？起長髮。
6. 在實驗室內時刻戴上安全眼鏡，並在有需要時穿著保護衣物。
7. 在開始做實驗前細閱並思考實驗的每個步驟。
8. 必須嚴格遵從教師的指示，不擅自進行任何未經教師同意的實驗。
9. 確保進行中的實驗必須有人在旁監察。
10. 以安全和正確的方法處理所有實驗設備和化學品。
11. 加倍小心地處理高溫或尖銳物件。
12. 在使用化學品時避免用手觸摸眼、鼻和口部，並在完成實驗後洗手。
13. 保持實驗的地方整潔衛生。
14. 未經教師許可，不移取實驗室內的任何化學品或設備。
15. 如遇意外、氣體洩漏、設備故障或危險行為，立即向教師報告。

我已細閱並明白上述各項安全規則。我同意遵守這些規則和教師的其他書面或口頭指示，以保障我本人及同學和教師的安全。

---

學生姓名及簽署

---

班級

---

日期

# 保護眼睛

## 教師指引

### 目標

完成活動後，學生應認識

- 在實驗室戴上安全眼鏡的重要性
- 如何處理涉及化學品濺入眼睛的意外

### 引言

保護眼睛是實驗室最重要的安全措施之一。眼睛由蛋白質構成。如果化學品與蛋白質發生不可逆轉的反應，化學品濺入眼睛便會造成嚴重的後果。學生在本實驗中將探究酸和鹼對蛋白內的蛋白質所產生的作用，以模擬涉及化學品濺入眼睛的意外。



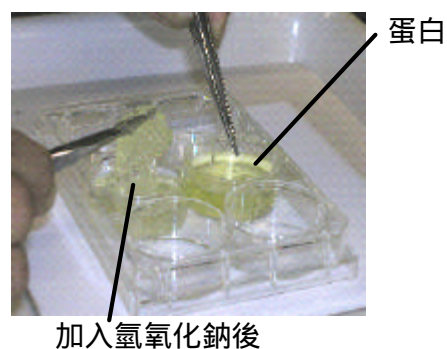
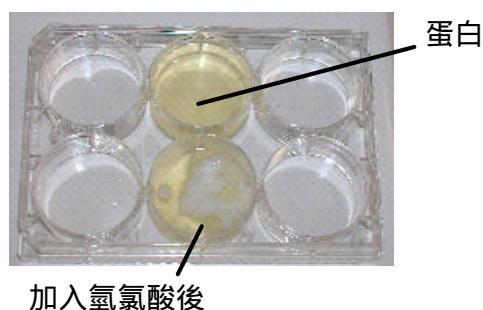
EYE PROTECTION  
MUST BE WORN  
必須戴上安全眼鏡

### 步驟

1. 示範戴上及處理安全眼鏡的正確方法。
2. 示範濃硫酸對布料所產生的腐蝕作用。
3. 討論如何處理涉及化學品濺入眼睛的意外，並示範如何使用洗眼設備。
4. 將學生分成 2 至 3 人一組，探究酸和鹼對蛋白內的蛋白質所產生的作用。
5. 與學生討論使用個人防護裝備的必要性。

### 備註

- 酸和鹼都可改變蛋白質（例如蛋白）的性質。酸或鹼的濃度越高，反應的速度也越快。蛋白在加入氫氯酸（即使是已稀釋的溶液）後會轉為乳白色。蛋白在加入氫氧化鈉溶液後只變得黏滯，反應變化沒有這麼明顯。然而，鹼與濃度相若的酸相比，對眼睛造成的創傷更大。鹼能夠迅速損害眼部，甚至對角膜造成永久性的破壞。



- 另外，教師亦可將盛有蛋白的培養皿（或井孔穴板）放在投影機或實物投影機上，示範上述的模擬實驗。

- 保護眼睛和其他所有的個人防護措施一樣，都屬於第二重保護措施；採取一系列步驟，以適當的措施減低風險才是更有效的做法。舉例來說，如果用0.4 M 氫氧化鈉溶液（刺激性）已能夠有效地得出實驗結果，便不應使用1 M 氫氧化鈉溶液（腐蝕性），應使用最低濃度的溶液。
- 教師應在開始進行每節實驗課前提醒學生在整個實驗過程都應注意保護眼睛，在實驗過程中亦應不時重複提醒學生。此外，教師和實驗室技術員應以身作則，為學生樹立良好榜樣。
- 為求有效實行，配戴安全眼鏡應視為進入實驗室工作的先決條件，而不僅是進行個別實驗的要求，即學生在進入實驗室做任何實驗時便應該戴上安全眼鏡。
- 學生應緊記只要在眼部可能受傷的情況下，例如進行涉及加熱化學品的實驗、處理酸、鹼和其他腐蝕性化學品、在加壓的情況下使用玻璃儀器、進行可能會引致劇烈或放熱反應的實驗、清洗實驗室器具等，就必須戴上安全眼鏡。
- 學生從教師實驗檯領取試劑或清洗玻璃器具時亦可能會發生意外。學生可能會忍不住除下安全眼鏡，以便看得更清楚。有些意外的傷者則因為用沾有化學品的手揉眼而受傷。所以從開始實驗前到所有人都已完成相關的實驗並清理物品後的整個過程都必須戴上安全眼鏡。

## 答案

1. 將 2 M 氫氯酸加入蛋白後發生甚麼變化？  
蛋白轉為白色。
2. 加入碳酸氫鈉溶液是否能夠逆轉此反應？  
這是不可逆轉的反應。加入碳酸氫鈉不會逆轉這種反應。
3. 將 6 M 氫氯酸加入蛋白後發生甚麼變化？  
蛋白迅速轉為白色。
4. 將 2 M 氫氧化鈉溶液加入蛋白後發生甚麼變化？  
蛋白變得黏滯。
5. 你對實驗室內應否戴上安全眼鏡有何意見？  
從開始實驗前到所有人都已完成相關的實驗並清理物品後的整個過程都必須戴上安全眼鏡。

## 參考資料

- CLEAPSS (1998), Eye and face protection, CLEAPSS
- [http://www.collegedale.com/PDF/s01w\\_theeyeshaveit.pdf](http://www.collegedale.com/PDF/s01w_theeyeshaveit.pdf)

# 保護眼睛

## 學生工作紙

### 引言

眼睛是由蛋白質構成。在本實驗中你將探究酸和鹼對蛋白內的蛋白質產生的化學作用，以模擬涉及化學品濺入眼睛的意外。

### 器具及化學品

安全眼鏡	1 M 碳酸氫鈉溶液
多孔井穴板(每個孔的體積約為 2 cm <sup>3</sup> )	2 M 氫氯酸(刺激性)
膠滴管	6 M 氫氯酸(刺激性)
白瓷磚	2 M 氫氧化鈉溶液(腐蝕性)
鑷子	
蛋白	

### 安全措施

確保實驗室內空氣流通。不要把盛有液體的膠滴管指向自己或他人。

### 步驟

1. 將 1-2 cm<sup>3</sup> 的蛋白加入孔板的孔內。
2. 將 2-3 滴 2 M 氫氯酸加入蛋白。
3. 觀察蛋白發生了甚麼變化。
4. 加入碳酸氫鈉溶液，觀察是否能夠逆轉這種反應。
5. 用 6 M 氫氯酸和 2 M 氫氧化鈉溶液重複步驟 1-3。



EYE PROTECTION  
MUST BE WORN  
必須戴上安全眼鏡

### 問題

1. 將 2 M 氫氯酸加入蛋白後發生甚麼變化?

---

2. 加入碳酸氫鈉溶液是否能夠逆轉此反應?

---

3. 將 6 M 氫氯酸加入蛋白後發生甚麼變化?

---

4. 將 2 M 氫氧化鈉溶液加入蛋白後發生甚麼變化?

---

5. 你對實驗室內應否戴上安全眼鏡有何意見?

---

# 認識常用化學品

## 教師指引

### 目標

完成活動後，學生應能夠搜尋並理解互聯網上有關常用化學品的安全資料。

### 引言

懂得如何搜尋和理解有關化學品的安全資料是在實驗室安全地進行各種實驗的關鍵。本活動旨在協助學生搜尋和理解有關化學品的基本安全資料。

### 步驟

1. 向學生派發一份有關化學品的安全資料（例如物料安全資料表）。向學生簡介安全資料是如何編排。
2. 向學生講解如何在互聯網上從可靠的資料來源搜尋有關化學品的安全資料。為節省學生重新輸入常用網址的時間，教師可將這些超連結存於電腦檔案中，然後放在內聯網以便學生使用。
3. 要求學生搜尋一些實驗常用化學品（例如氫氧化鈉、硫酸、氫氯酸）的化學式、安全標記、危險情況、安全措施和棄置方法。
4. 要求學生在派發的工作紙上記錄搜尋結果和資料來源。
5. 與同學討論搜尋結果。

### 備註

- 本活動可在多媒體學習中心或電腦室內進行，每 2 名學生共用一部電腦。本活動亦可作為學生的家課。
- 物料安全資料表提供了化學品的危險性質、處理程序、急救措施和緊急應變程序等有關化學品的重要資料，供實驗室使用者參考。物料安全資料表一般可向化學品供應商索取或在互聯網上找到。
- 物料安全資料表最初是供健康及安全的專業人員使用，所以學生可能無法理解物料安全資料表內的所有資料。教師可使用 Student Safety Sheets (CLEAPSS)、國際化學品安全卡（國際勞工組織）和 Laboratory Chemical Safety Summaries (Howard Hughes Medical Institute)等較簡單的安全資料。
- 數名學生可搜尋有關相同化學品的安全資料，完成後便可以互相比較搜尋結果。搜尋資料的化學品數量不宜過多，以節省課堂討論的時間。

### 參考資料

- <http://bluebonnet.bio.swt.edu/Safety/MSDS%20SG.html>
- CLEAPSS (2003), Hazcards 1995 Edition (updated 2003), CLEAPSS

# 認識常用化學品

## 學生工作紙

### 引言

懂得如何搜尋和理解有關化學品的安全資料是在實驗室安全地進行各種實驗的關鍵，尤其是在計劃和設計科學探究活動時。本活動旨在協助學生搜尋和理解有關化學品的基本安全資料。

### 步驟

化學品名稱：\_\_\_\_\_

1. 從以下網址搜尋有關化學品的安全資料：

- [http://www.cityu.edu.hk/flc/msds\\_2\\_1.pdf](http://www.cityu.edu.hk/flc/msds_2_1.pdf)
- <http://www.ilpi.com/msds/#Government>
- <http://msdssearch.com>
- <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc/>
- <http://www.hhmi.org/research/labsafe/overview.html>

在能夠找到化學品安全資料的網址前畫上「✓」。

2. 化學品的化學式和安全標記：

\_\_\_\_\_

3. 簡單描述此化學品的危害。

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. 在處理此化學品時應採取哪些安全措施？

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. 如果有少量上述化學品濺到你的手上，應怎麼辦？

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. 使用此化學品後應如何妥善地處置殘餘物？

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# 風險評估 - 三思而後行

## 教師指引

### 目標

完成活動後，學生應

- 認識在計劃科學探究活動時安全的重要性
- 能夠理解並運用風險評估的概念
- 能夠鑑定危害，並採取安全措施減低風險

### 引言

在進行一切實驗活動時，應以安全為首要考慮因素，以減低對自己及他人構成的風險。風險評估是指有條理地鑑定實驗所涉及的危害；評估有關危害造成實際傷害的可能性及決定採用哪些控制風險的措施。在本活動中學生將積極參與，主動以有條理的方式思考實驗所涉及的危害和風險。

### 步驟

1. 解釋風險評估的重要性，尤其是在計劃科學探究活動時。
2. 向學生派發一份實驗步驟資料。
3. 要求學生思考實驗所涉及的風險（考慮所使用的化學品和設備及實驗步驟），以及如何把風險減至可接受的程度。提醒學生把科學實驗的風險減低的方法很多，使用個人防護裝備只是最後考慮使用的方法。
4. 要求學生填寫派發的風險評估表。可向學生提供不常見的化學品的危害。
5. 在進行實驗前與學生討論他們的風險評估。

### 備註

- 評估風險的部份可作為學生的家課，完成後在課堂上進行討論。學生可在互聯網上搜尋相關的安全資料，或參閱適當的參考資料。
- 風險評估適用於各種科學實驗。教師應選擇一個不太複雜的實驗，以便學生理解風險評估的概念。在學生完全掌握風險評估的基本步驟後，他們便能夠在自行計劃實驗時運用風險評估的概念。然而，教師必須在學生進行實驗前，檢查學生的風險評估。

- 實驗活動風險評估示例如下。

實驗：研習某些物質的氫鍵

1. 用量筒量度 5 cm<sup>3</sup> 乙醇，然後將乙醇加入大試管。量度液體的溫度。
2. 將 5 cm<sup>3</sup> 環己烷加入大試管內。
3. 將混合液體搖勻，並記錄最低的溫度。

風險評估例子：

所使用或生成的危險物質及具潛在危險的步驟或儀器	危害的性質	控制風險的方法及安全措施	資料來源
乙醇	易燃	緊蓋容器，並遠離火源	國際化學品安全卡
環己烷	易燃	把容器放置在室內空氣流通的地方，並遠離火源。把剩餘的環己烷倒入放在煙櫥內的廢物瓶中。	國際化學品安全卡
溫度計	如果處理不當，可能會弄破玻璃溫度計。	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 使用酒精或數碼溫度計。在量度這個溫度範圍內的溫度時避免使用水銀溫度計。</li> <li>• 在混合液體時小心處理溫度計。</li> <li>• 實驗後立即將溫度計放回盒內，然後放置在安全的地方。不要將溫度計放在量筒內，因為溫度計很容易倒下。</li> </ul>	教師以往的指示

#### 參考資料

Dorothy Warren (2001). Health, Safety and Risk. Royal Society of Chemistry  
 CLEAPSS (1997), Managing Risk Assessment in Science L196, CLEAPSS  
 CLEAPSS (2000), Student Safety Sheets, CLEAPSS  
 International Chemical Safety Cards (國際化學品安全卡)  
<http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/cis/products/icsc>



## 風險評估 - 三思而後行

### 學生工作紙

#### 引言

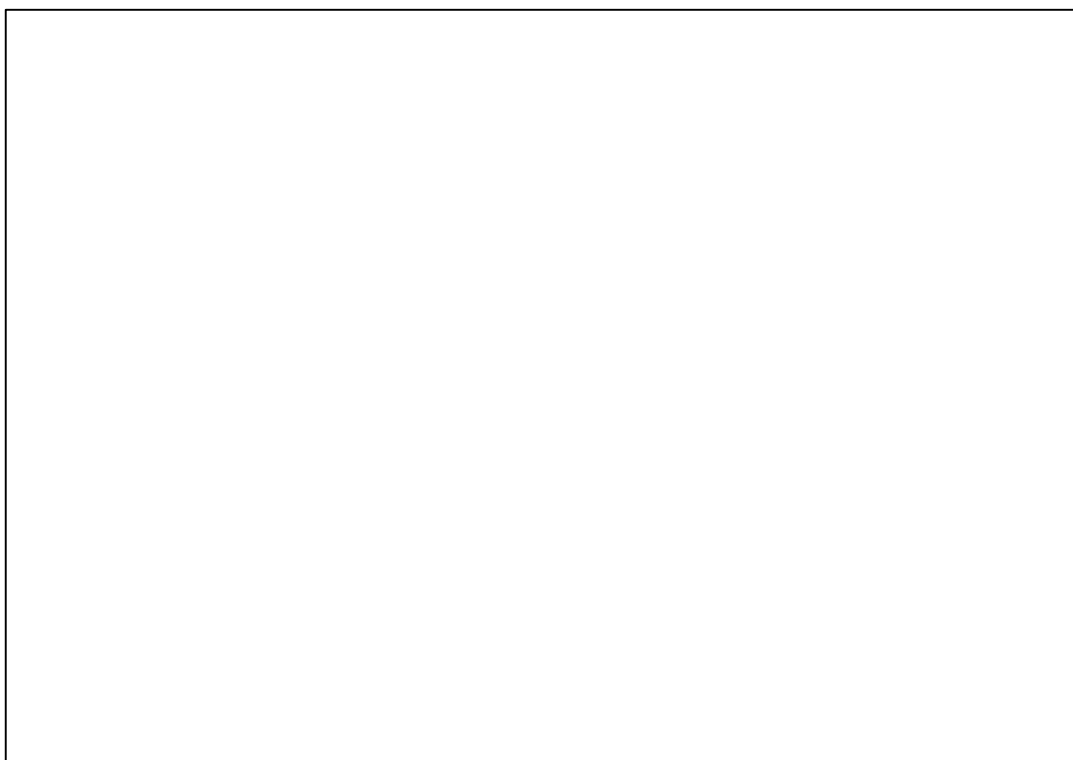
在進行一切實驗活動時，應以安全為首要考慮因素，以減低對自己及他人構成的風險。實驗者必須判斷實驗是否安全，尤其是在進行開放式科學探究活動前。風險評估是指有條理地鑑定實驗所涉及的危害；評估有關危害造成實際傷害的可能性及決定採用哪些控制風險的措施。風險評估應在計劃科學探究活動時進行，並在進行活動前檢查風險評估。

本活動旨在讓你了解科學實驗的風險評估步驟，即

1. 鑑定危害（物質、程序或設備）
2. 評估有關危害造成實際傷害的可能性（風險）
3. 決定採用甚麼控制措施，從而把風險減至可接受的程度
4. 找出如何處置在進行實驗後所產生的危險殘餘物

#### 步驟

1. 細閱下列的實驗步驟：



2. 找出實驗涉及的所有危害。搜尋相關的安全資料並填寫風險評估表。
3. 與組員討論你的風險評估。
4. 在進行實驗前讓教師檢查你的計劃。

## 風險評估表

實驗的名稱：			
所使用或生成的危險物質（如化學品、微生物等）及具潛在危險的步驟或儀器	危害的性質（如有毒、易燃或可能帶有病菌等）	控制風險的方法及安全措施（如採用危險性較低的化學品、減少物品用量、使用煙櫥或安全擋板、戴上防護手套或安全眼鏡等）	資料來源（如《科學實驗室安全手冊》、物料安全資料表、國際化學品安全卡或 Hazcards 等）
殘餘物的處置：			

學生姓名及簽署 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

教師姓名及簽署 \_\_\_\_\_ 日期 \_\_\_\_\_

# 發生實驗室意外時應如何應變？

## 教師指引

### 目標

完成活動後，學生應

- 懂得在發生實驗室意外時應採取的行動
- 認識實驗室意外的性質和成因及防止意外發生的基本安全措施

### 引言

意外確實會在實驗過程中發生。可幸的是絕大部份在中學科學實驗室發生的意外都屬於輕微意外，沒有造成嚴重的傷害。大部份意外都是由於學生不小心所引致，故只需要採取簡單的安全措施便能夠預防。所以在進行實驗時，學生應時刻保持警惕，注意實驗用品/步驟所涉及的危險和相應的安全措施，並隨時準備採取適當的意外應變措施，減少損傷。

本活動所提及的意外個案性質各有不同。教師可選擇相關的個案與學生討論，從這些意外汲取教訓，藉此提高學生的實驗室安全意識。

### 步驟

1. 準備兩宗意外個案。將學生分成 4 至 6 人一組。每組就一宗意外個案進行討論。
2. 給學生約五分鐘細閱意外個案，然後進行小組討論。
3. 就個別個案進行課堂討論前，可要求各小組簡單描述各自討論的個案。要求兩至三個小組回答問題一，其餘小組回答問題二。
4. 總結預防意外發生的必要措施。
5. 討論中學科學實驗室常見意外的成因和性質（表一）。

### 備註

- 學生應明白在發生意外時必須保持鎮定，並立即向教師或實驗室技術員報告所有實驗室意外。如情況緊急，應立即將傷者移到安全的地方，或針對意外成因採取適當的行動。
- 如時間許可，可討論更多的意外個案（包括報章報導的意外）。
- 有關預防科學實驗室常見意外的安全措施，可瀏覽 <http://cd.emb.gov.hk/sci/laboratory/cla/cla.html>。

每宗意外個案的討論重點如下：

### 化學品濺入眼睛

1. 如遇化學品濺入眼睛，應立即用流動的冷水或洗眼設備沖洗眼睛至少 10 分鐘。確保水從面部流過，而不會流入另一隻未受傷的眼。切勿嘗試用酸或鹼中和受傷眼部內的化學品。任何眼部受傷均應視為嚴重個案處理，傷者須即時送院治理，不得延誤。
2. 只要在眼部可能受傷的情況下，就必須戴上安全眼鏡。為更有效實行，配戴安全眼鏡應視為在進入實驗室工作的先決條件，而不僅是進行個別實驗的要求，即學生在進入實驗室做實驗時便應該戴上安全眼鏡。
3. 教師應提醒學生提起試劑瓶的正確方法，即緊握瓶身，而不是瓶蓋或滴管。應小心轉動並拉出試劑瓶的滴管（避免用力過度）。

### 中和

1. 應立即用流動的冷水或洗眼設備沖洗眼睛至少 10 分鐘（參閱上述個案）。
2. 學生不得擅自進行任何未經許可的實驗，或玩耍實驗室設備和化學品。實驗使用的化學品在用後應立即放回適當的位置。
3. 應嚴格控制供學生做實驗的用品。氫氧化鈉具腐蝕性，可對眼睛和皮膚構成嚴重傷害。應只提供稀氫氧化鈉溶液，而不是氫氧化鈉顆粒，以進行此實驗。

### 彈簧小車

1. 若有玻璃碎片等異物彈入眼睛，切勿試圖自行取出，應請傷者保持鎮定，並立即把他送院治理。
2. 在距離眼睛極近的位置觀察實屬不智。此外，在實驗進行前應確保柱塞經已壓回管中。在實驗進行中，若遇到柱塞彈出的情況，教師應指導學生用正確方法將柱塞壓回管中。
3. 並非所有的實驗都需要使用小車的柱塞。所以，另一可行方法是在實驗前將彈簧及柱塞除去，實驗後再行裝回。

### 未連接本生燈的氣掣

1. 用滅火氈或紡織物（例如濕布）悶熄衣物、頭髮或皮膚上的火。把灼傷部位放在流動緩慢的冷水下沖洗，以紓緩痛楚。為免燒著面部，應立即躺下在地上打滾，即「伏地打滾」。如果傷者在伏地打滾時能夠以滅火氈或紡織物包裹身體則更佳。
2. 教師應提醒學生注意不小心處理本生燈和氣掣的潛在危險。在實驗室時應紮起長髮。手臂或其他身體部分不應伸到點燃的本生燈上。
3. 應關緊所有不使用的氣掣，以防止學生誤開。適當的標籤有助學生識別正確的氣掣。

## 灼傷

1. 把受傷部位放在流動緩慢的冷水下沖洗，以紓緩痛楚。切勿用油膏或其他化學品塗於傷處。若傷勢嚴重，應立即把傷者送院治理。
2. 加熱後的物件在一段時間內仍維持高溫，應小心處理及避免用手接觸。
3. 進行此實驗的次序可重新編排，以免為使試管乾透而要求學生加熱試管。此實驗只需要使用 6 支試管，即 2 支試管用作測試溶解度和與稀氫氯酸的反應，4 支乾試管則用來加熱化學品。

## 被玻璃碎片割傷

1. 避免用手直接接觸傷口或血液，應戴上用後即棄的膠手套。用清潔的敷料覆蓋傷口，然後用直接壓法止血。如流血不止，應蓋上另一層敷料，然後用繃帶紮緊，但切勿移開原有的敷料。失血過多可引致休克，應即時把傷者送院救治。
2. 在可行的情況下，應由實驗室技術員將玻璃管穿過橡膠塞。如果由學生自行將玻璃管穿過橡膠塞，教師應先示範正確的方法。
3. 可使用木塞鑽孔器將玻璃管穿過橡膠塞，並用毛巾包裹手持的玻璃管。在裝配實驗儀器時，學生可能需要改變玻璃管的位置。教師應提示學生先用水或甘油將橡膠塞及玻璃管潤滑，再用毛巾或皮手套握著接近橡膠塞的玻璃管部分，然後調校玻璃管的位置。

## 氫氣爆炸

1. 教師、實驗室技術員和學生應保持鎮定。教師應評估情況，必要時應尋求協助。
2. 從未進行過或有潛在危險的實驗，必須於實驗課前預先排練，以策安全。
3. 應使用安全擋板。師生都應戴上安全眼鏡。
4. 產生氫氣的裝置應遠離實驗檯，並在點燃氫氣肥皂泡前應放在煙櫥內。
5. 可用較安全的微型實驗代替此實驗。

## 被老鼠咬傷

1. 避免用手直接接觸傷口或血液，應戴上用後即棄的膠手套。此外，被咬傷後應立即擠壓傷口放出少許血液。然後用肥皂及清水洗淨。如有需要可使用消毒劑。如傷者流血不止，應止血並用適當的敷料覆蓋傷口。學校須把傷者送院治理。所有老鼠應留在籠內待日後作檢驗。
2. 如情況許可，在殺死老鼠作實驗用途前應把牠們放置在學生不可進入的地方。教師應提醒學生在任何情況下都必須遵守實驗室內的警告標記。

## 劇烈反應

1. 為傷者進行處理割傷的急救。
2. 用鈉進行實驗會有潛在危險，故只應在足夠的安全措施下由教師示範。在示範鈉與水的反應時應注意下列各點：
  - 使用邊長小於 4 mm 的鈉顆粒。用濾紙擦走包裹鈉的石蠟油。
  - 切勿以任何方式收集正在反應的鈉所釋放的氣體。
  - 用透明的塑膠水槽盛載水。讓釋放的氣體消散，切勿掩蓋水槽，以免氣體積聚至危險水平。
  - 用安全擋板包圍水槽，以免化學品濺到學生。
  - 學生與實驗裝置應保持安全距離，避免簇擁在示範的實驗檯周圍。師生都應戴上安全眼鏡。

## 濃硫酸

1. 因為濃硫酸遇水會產生強烈的放熱反應，除非使用大量清水，否則不當地用水處理受傷部位可能使灼傷更為嚴重。在此情況下，為減輕遭化學品灼傷的嚴重程度，及防止具腐蝕性的濃硫酸流向其他部位，在用大量清水沖洗傷處前，應立即用乾布盡可能將學生傷處的濃硫酸吸乾。如果受傷面積較大，或有水，應立即把傷者送院治理。
2. 為保障他人安全，學生在實驗室時應加倍小心，切勿在實驗室內追逐。
3. 如果學生在實驗的每個部分只處理極少量的危險化學品，即使受傷，也可大大減低嚴重程度。如果化學反應只需使用少量濃硫酸，應將濃硫酸放在乾淨的滴瓶內分發。

## 鐵與硫的反應

1. 終止實驗，在安全並有秩序的情況下將學生從實驗室疏散。將傷者帶到空氣流通的地方休息，並為傷者保暖。如果傷者的呼吸功能受到影響（即使影響輕微），應立即送院治理。
2. 吸入二氧化硫會引致中毒。在進行涉及有害氣體的實驗時，應打開所有窗戶，適當地開動吊扇和排氣扇，以確保室內空氣流通，或在煙櫥內進行此類實驗。盡可能縮小實驗規模，即鐵粉和硫粉混合物的用量約為 2 g（質量按 7:4 的比例混合）。
3. 硫與鐵的反應可能放出大量熱能，宜使用硼硅玻璃試管（更耐熱）。加熱前將礦物纖維放在管口。以高溫加熱混合物，但反應開始後立即停止加熱（發光即代表開始反應）。礦物纖維可阻止硫的蒸氣逸出試管而燒著。

## 涉及苯酚的意外

1. 如果苯酚濺到皮膚或衣物上，應迅速移除沾污的衣物。以清水沖洗受傷部位至少 15 分鐘，並立即送院治療。
2. 皮膚沾及苯酚或吞食苯酚均會引致中毒。苯酚如沾及皮膚可引致皮膚灼傷，所以在處理苯酚時應戴上手套。在處理苯酚時宜戴上氯丁橡膠手套。學生在

實驗室處理有毒或腐蝕性化學品時，應嚴格遵守使用適當個人防護裝備的規則。可使用危險性較低的芳香苯酚，例如 4-羥基苯酸甲酯(methyl 4-hydroxybenzoate)研習苯酚的反應。

3. 切勿加熱閉塞的試管或任何封閉的裝置，以免氣壓過大構成危險。

#### 參考資料

- 教育統籌局 (2002 年) 《科學實驗室安全手冊》
- Department for Education and Employment (1996), *Safety in Science Education*, London: The Stationary Office
- [http://www.tenet.edu/teks/science/safety/facilitators\\_handbook.html](http://www.tenet.edu/teks/science/safety/facilitators_handbook.html)
- <http://www2.umdj.edu/eohssweb/aiha/accidents/topic.htm>
- CLEAPSS (2003), *Safer Chemical, Safer Reactions (L195)*, CLEAPSS
- CLEAPSS (2003), *Hazcards 1995 Edition (updated 2003)*, CLEAPSS

表一 中學科學實驗室常見的意外

意外類別	意外的性質 / 成因
割傷	被玻璃儀器（如試管或玻璃管）的碎片、工具（如解剖儀器、木塞鑽孔器或切刀）或尖銳邊緣輕微割傷。
灼傷或燙傷	在處理熱的物件（如三腳架、玻璃儀器、金屬棒/板、坩堝或燃燒匙）、熱的液體、本生燈的火焰或火柴時不小心而引致。
化學品接觸皮膚	在取用化學品、加熱化學液體，清洗附有殘餘化學品的儀器，開啟化學品容器或打破玻璃儀器時發生。最常見的危險化學品是濃硫酸、苯酚和氫氧化鈉。亦有學生故意把化學品倒在同學身上。
化學品溢瀉	在傾倒化學品時，瀉出少量化學品。打破汞溫度計或容器後漏出汞。學生不正確使用儀器，例如分液漏斗。
眼部意外	化學液體或固體濺在眼睛上，引致眼部輕微刺痛或不適。最常涉及的化學品是硫酸銅(II)、稀酸和稀鹼。學生大意地用沾有化學品的手揉擦眼部而引致不適。學生透過放大鏡觀察強光。
燃著物品	誤燃乙醇或乙酸乙酯等易燃液體。本生燈膠喉破裂或誤開並未連接本生燈的氣掣，導致氣體在膠喉裂口或氣掣出口處燃著。光學儀器把陽光聚焦而燒著窗簾。
吸入氣體引致不適	學生因吸入少量做實驗時產生的氣體（例如二氧化硫、氨或溴），或從氣掣漏出的煤氣而感到不適。
動物咬傷	學生及實驗室職員在進行有關實驗或預備解剖實驗時，不慎被老鼠輕微咬傷。
其他	這類意外的性質繁多。逾 90% 的個案只涉及打破玻璃器皿或損毀儀器。學生因碰跌在地上、碰到凳子、實驗檯、或櫃子而受傷。學生試嚐硫酸銅(II)等化學品。



## 意外個案 學生工作紙

### 化學品濺入眼睛

一班學生正在用稀碘液進行一項食物試驗。教師認為使用稀碘液的危險性不大，所以沒有要求學生戴上安全眼鏡。

一名學生欲取用滴瓶內的碘液，他沒有緊握瓶身，卻錯誤地握住瓶蓋。碘液瓶從瓶蓋鬆脫跌在實驗檯上。瓶內的碘液濺出，部分濺入了該名學生的眼睛。

#### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外？
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生？

### 中和

意外發生時，一班學生正在使用稀氫氧化鈉溶液和氫氯酸進行中和實驗。

在完成教師安排的所有實驗後，一名學生用針筒向盛有少量氫氧化鈉顆粒的燒杯中注入水。不幸地少量溶液從燒杯濺到另一名沒有戴上安全眼鏡的學生面部和眼睛。

#### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外？
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生？

### 彈簧小車

學生利用彈簧小車進行牛頓定律的實驗。

由於實驗中無需使用柱塞，他便試圖將柱塞壓回管中。學生將小車豎直放置桌上，然後用力按下柱塞，由於當時他的眼睛非常接近管口，一不小心，柱塞反彈，眼鏡便被撞碎了，而且眼鏡碎片濺入眼睛。



#### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外?
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生?

### 未連接本生燈的氣掣

在中學科學實驗室內，通常裝有雙頭氣掣。但並非所有的氣掣都接駁上本生燈。

一名學生為點燃本生燈，誤開了旁邊未連接本生燈的氣掣。從氣掣逸出的氣體一下子著火。幸好該名學生立即關閉氣掣，但她的手已被火輕微灼傷，頭髮也被烤焦。

#### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外?
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生?

## 灼傷

一班學生正在進行一項實驗，探究四種化學品的溶解度、與稀氫氯酸的反應和加熱的作用。實驗的第三部分需要使用乾透的試管，以加熱化學品。教師指示學生以加熱的方式使試管乾透，並示範了加熱試管的方法。

一名學生用本生燈加熱試管，把試管弄乾，然後把試管放置在試管架。不一會兒，她忘記試管的溫度仍十分高，便用右手拿取試管。試管的溫度很高，以致黏上該名學生的手。她立即搖手甩掉試管，然後把手放在流動的水下沖洗。她叫同學向教師報告這宗意外。教師將燙傷膏塗於該名學生的受傷部位，但沒有將她送院治理。下課後，該名學生痛得流下眼淚。

### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外？
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生？

## 被玻璃碎片割傷

一名學生正按照教師派發的實驗步驟進行一項實驗。

在裝配實驗儀器時，該學生需要將一支玻璃管穿過一個橡膠塞。他將玻璃管穿過橡膠塞時，玻璃管折斷並割傷了學生的手。實驗室技術員為該學生進行急救，並把他送院醫治。

### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外？
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生？

## 氫氣爆炸

一名教師正在示範一項測試氫氣的實驗。實驗的目的是點燃肥皂泡內的氫氣以試驗氫氣發出「卜」聲的特性。這項實驗是首次納入教案。

教師試圖在實驗檯墊，用盛載鋅粒和稀氫氯酸的反應瓶所產生的氫氣，製造肥皂泡。教師在幾次嘗試後都未能成功製造肥皂泡。為達到預期效果，她決定點燃木條，待肥皂泡形成後立即點燃肥皂泡。不幸的是點燃的木條離氫氣裝置太近。裝置內的易燃氫氣被點燃，並發生爆炸。



在示範時，學生都站立或坐在教師的實驗檯前。該名教師、實驗室技術員和數名學生被碎玻璃割傷。

### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外？
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生？

## 被老鼠咬傷

一間學校購買了 20 隻用來進行解剖實驗的老鼠。這些老鼠暫時放在生物實驗室角落的金屬籠內飼養。老鼠籠邊張貼了「請勿觸摸」字樣的警告。



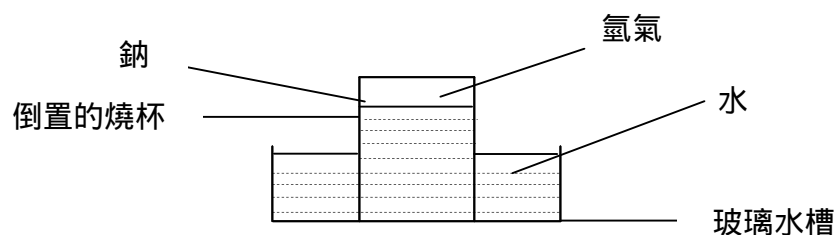
教師在課後與幾名學生在生物實驗室內教師實驗檯討論問題。一名學生對老鼠感到好奇，並試圖觸摸籠內的老鼠。一不小心，學生的手指被老鼠咬傷，傷口輕微流血。

### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外？
2. 師生應採取哪些安全措施防止意外發生？

## 劇烈反應

在示範實驗時，一名教師用下圖所示的裝置，將一小塊鈉放入倒置的燒杯中與水發生反應：



在產生氫氣後，鈉黏在燒杯內的底部，反應也停下來。該名教師試圖搖動燒杯，使杯中的鈉再次發生反應。過程中空氣意外地進入了充滿氫氣的燒杯內。最後便發生了爆炸，燒杯被炸成碎片。一名站在教師前面的學生被玻璃碎片割傷。

### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外？
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生？

## 濃硫酸

一班學生正要進行一項探究濃硫酸特性的實驗。實驗分為幾部分進行，過程中需要使用濃硫酸。

一名學生用試管取用濃硫酸，她一次便取用了足以進行整個實驗的濃硫酸。該名學生左手拿著試管，而試管的三分之一載滿濃硫酸。在她身後的另一名同學一不小心撞到她的左肘，試管內的濃硫酸便倒在她的左前臂和上臂。



該名學生立即用大量自來水沖洗左手，並向教師報告意外。這名學生的左前臂和上臂大面積遭化學品灼傷。

### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外？
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生？

### 鐵與硫的反應

一班學生正在進行一項探究元素及化合物的實驗。在實驗中需要用高溫將少量硫和鐵的混合物加熱，過程中會產生二氧化硫。

教師已指示學生使用少量化學品，而且只需要將混合物加熱約五分鐘即可。教師亦已開動吊扇，並打開實驗室的窗戶，但忘記開動排氣扇。



一部分學生明顯使用了過量的硫，而且加熱時間過長。有部分學生感到不適，並向教師報告了有關情況。

#### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外？
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生？

### 涉及苯酚的意外

一班學生正在研習苯酚的特性。在進行實驗前，教師已警告學生注意苯酚的毒性。苯酚瓶上也貼有適當的危險警告標籤，提醒學生注意安全。學生在處理苯酚時也使用了保護衣物、膠手套和安全眼鏡等個人防護裝備。

為測試苯酚在熱水中的可溶性，一名學生在熱水浴加熱一支密封的試管，試管內盛載了苯酚和水的混合物。由於試管內的氣壓上升，瓶蓋一下子噴出，由於學生的前臂沒有任何保護，前臂的皮膚被濺出的苯酚和水的混合物灼傷。

#### 問題

1. 你會採取哪些應變措施去處理這宗意外？
2. 師生應採取哪些安全措施防止這宗意外發生？