實驗室玻璃儀器

教材撰寫者：梁文傑教授、邱靜雯教授、林弘萍教授

中華民國 108 年 12 月

本著作係採用「創用 CC 姓名標示-非商業性-相同方式分享 4.0 國際授權條款」授權。
此授權方式的詳細說明。 https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

內　容

壹、玻璃儀器簡介
貳、玻璃儀器爆破危害
參、玻璃儀器防護方法
肆、玻璃儀器清潔與保養
伍、玻璃廢棄物處理

認識危害就不危險

壹、玻璃儀器簡介

一、玻璃儀器分類
(大專院校、國高中包括那些常見的玻璃儀器)

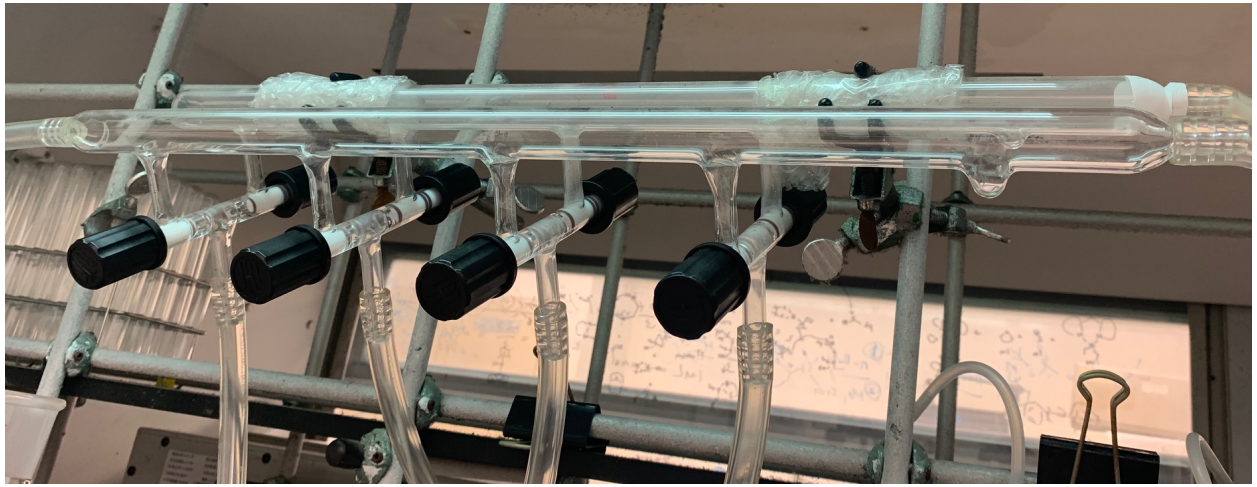
簡單玻璃器皿

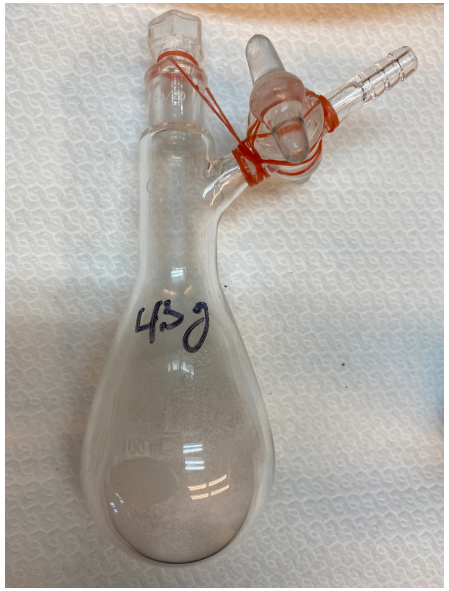
燒杯、圓底瓶、磨砂口瓶、培養皿、滴管、量筒…等

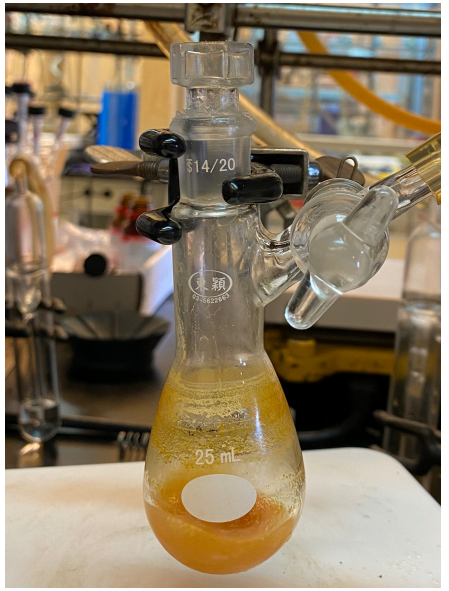
一、玻璃儀器分類
（大專院校常見的玻璃儀器)

較複雜玻璃裝置

由多個磨砂口瓶、冷凝管、轉接頭
所組裝而成的分餾與昇華裝置



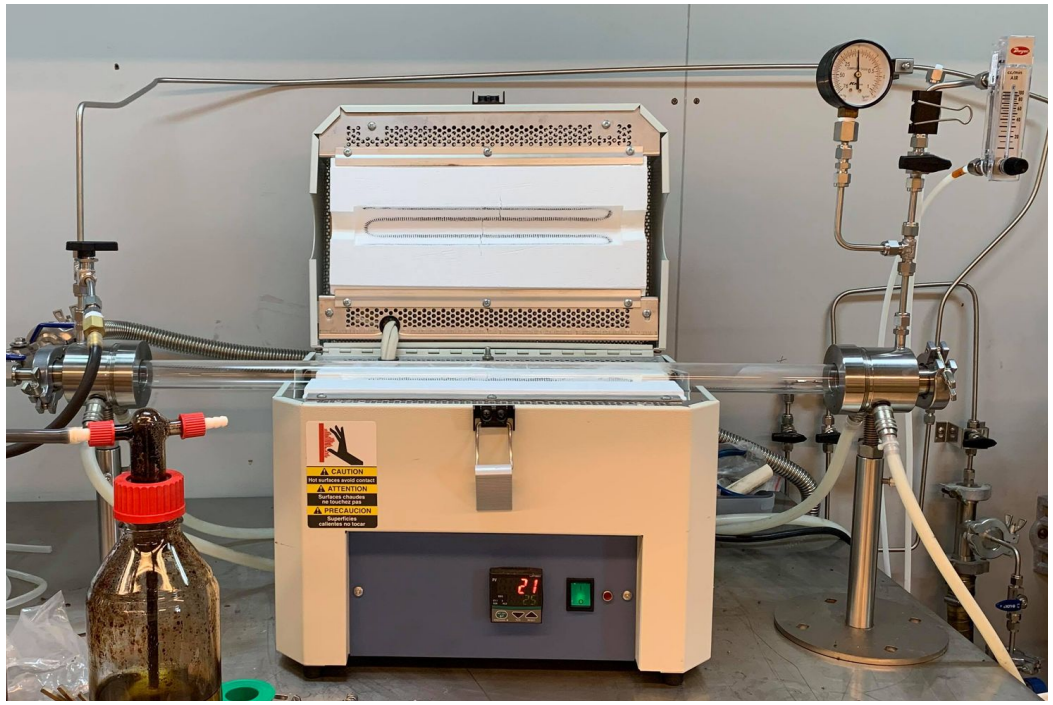




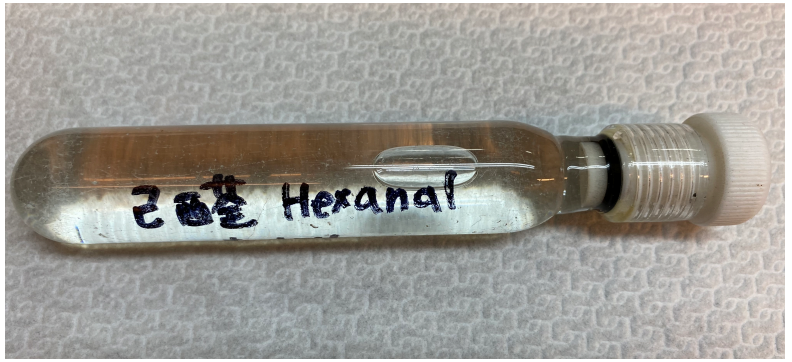
需隔絕空氣時所使用的合成器具 (Schlenk line 與Schlenk flask)

一、玻璃儀器分類
(大專院校、國高中包括那些常見的玻璃儀器)

需耐高熱或高壓之玻璃裝置



高溫管式爐(閉合與開啟時的照片)



高壓反應管

二、玻璃儀器材質

- 在化學實驗室中，常會有加熱、冷卻或混合化合物的需求，所以實驗室中所使用之玻璃器皿必須比一般玻璃擁有更高的硬度、耐熱度與耐化學腐蝕能力。相較於以二氧化矽(SiO_2)及氧化鈉(Na_2O)為主的鈉玻璃，加入氧化硼(B_2O_3)的硼矽酸鹽玻璃(borosilicate)的熱膨脹係數僅有$3.3x10^{-6}\ K^{-1}$，是原本的1/3，所以適合實驗室使用。石英玻璃是由純淨的天然石英如水晶或石英砂等熔化後練制而成。線膨脹系數是普通玻璃的1/10-1/20，擁有良好的抗熱震性與透光度，使用溫度可達1100–1200 ℃ 。

- 常見的實驗室玻璃(編號PYREX-7740與VYCOR-7913)的化學組成與物理特性：

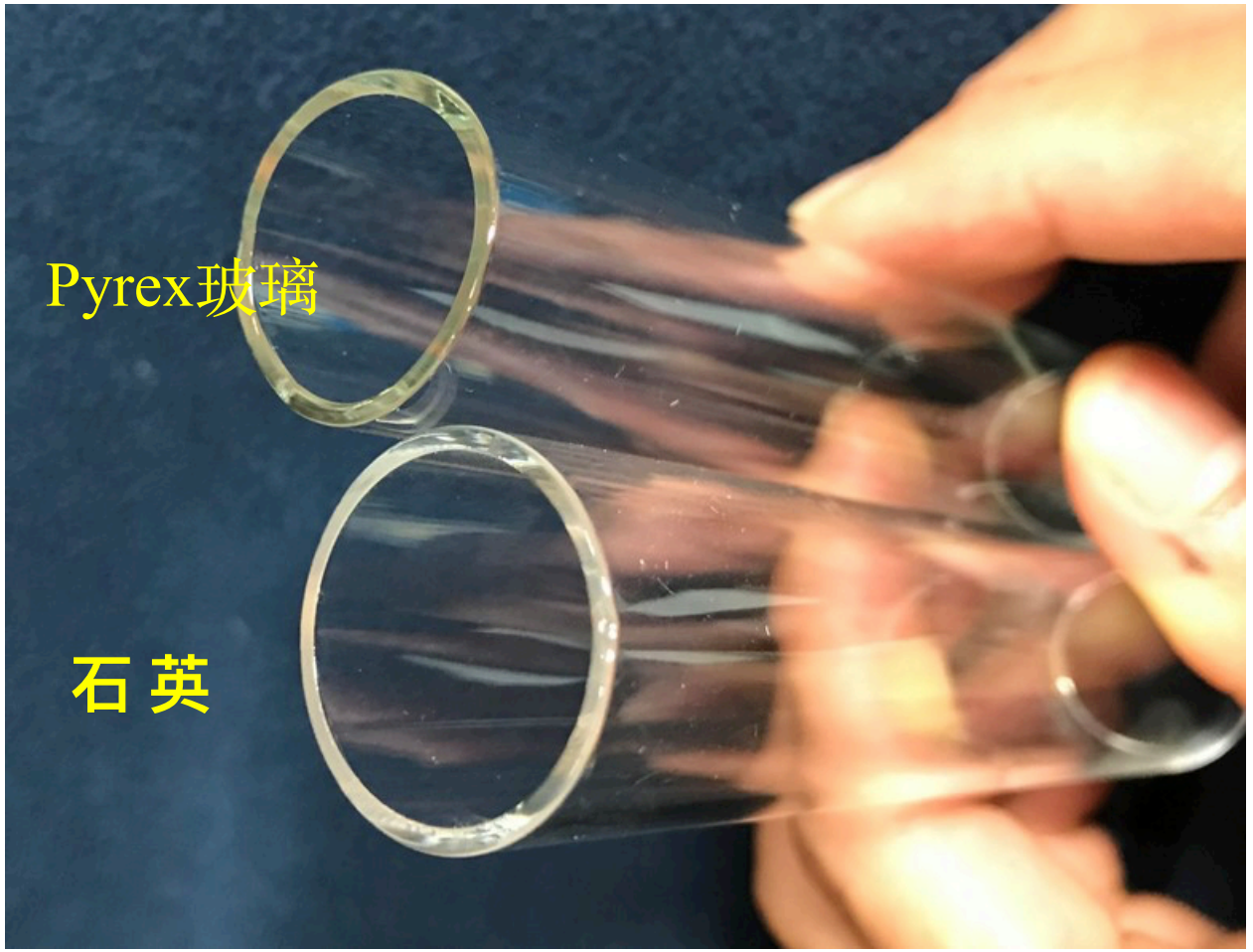
玻璃組成(%)	PYREX 7740	VYCOR 7913
SiO_2	80.6	96.4
B_2O_3	13.0	3.0
Na_2O	4.0	0
Al_2O_3	2.3	0.5
其他微量物	0.1	0.1

物理特性	PYREX 7740	VYCOR 7913
熱膨脹係數 (0 – 300 ℃)	3.25×10^{-6} (K^{-1})	7.5×10^{-7} (K^{-1})
退火點	560 ℃	1020 ℃
最小應變點	510 ℃	890 ℃
軟化點	821 ℃	1530 ℃

- VYCOR比PYREX耐熱，膨脹係數更低，適合化學分析或高溫管爐使用。
- VYCOR較耐鹼，PYREX較耐酸

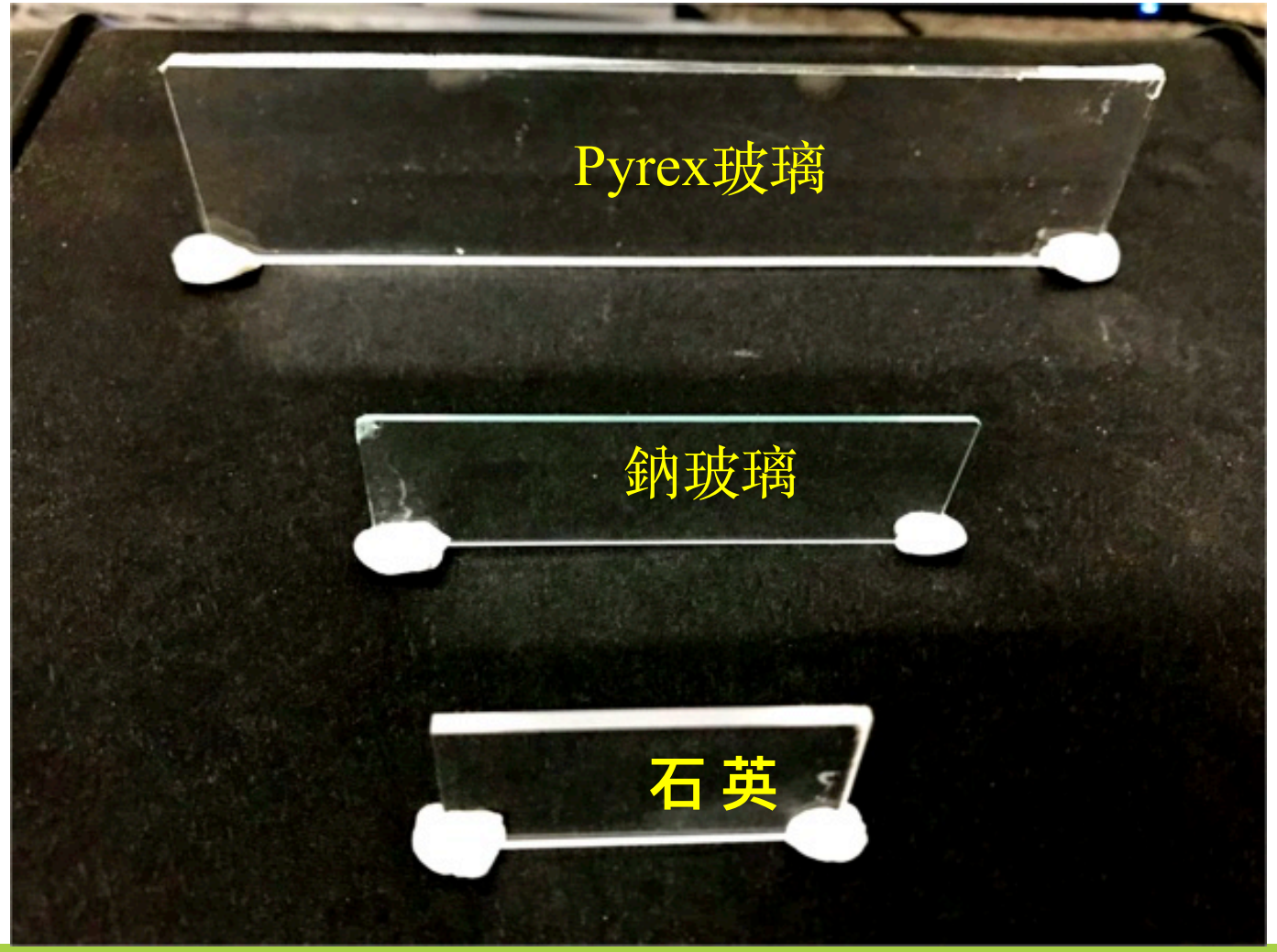
二、玻璃儀器材質

由玻璃器材的傾斜面顏色可分辨出玻璃的材質。



二、玻璃儀器材質

由玻璃器材的傾斜面顏色可分辨出玻璃的材質。



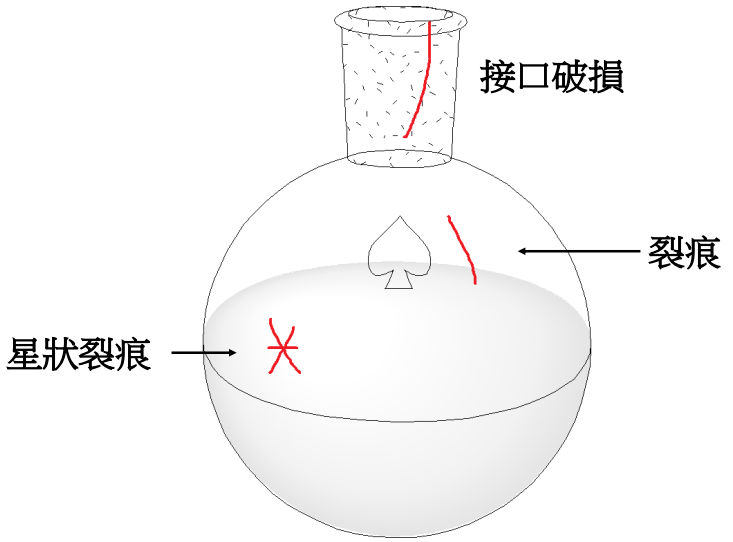
貳、玻璃儀器爆破危害

一、玻璃儀器使用前應注意事項

- 確定緊急洗眼器與安全淋浴站的位置與動線
- 檢查玻璃器皿是否有裂痕
- 是否有殘存化學物質
- 玻璃材質是否符合實驗需求(反應溫度、壓力、酸鹼性)

沒有清洗乾淨的反應瓶

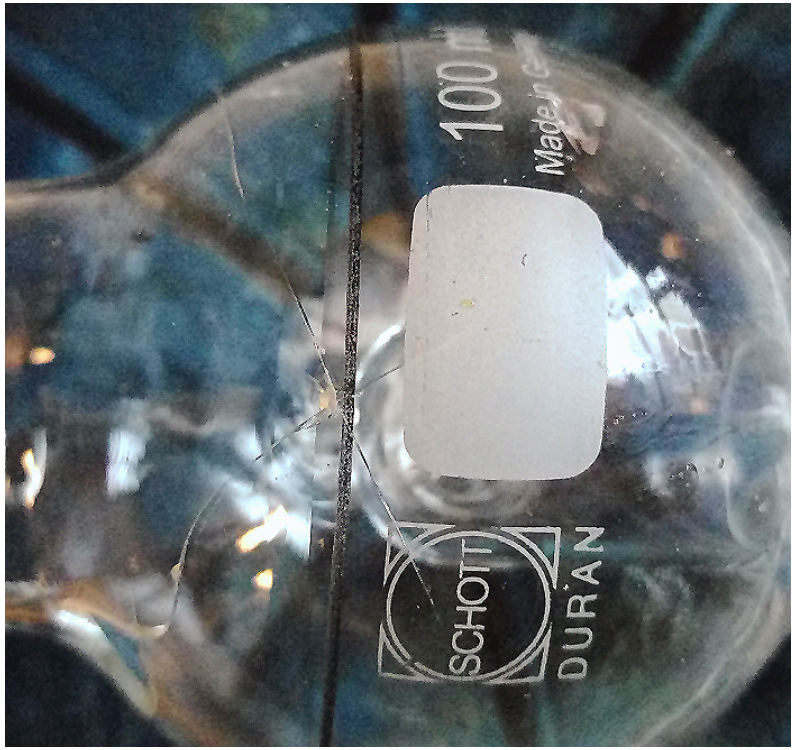
有裂痕的反應瓶



一、玻璃儀器使用前應注意事項

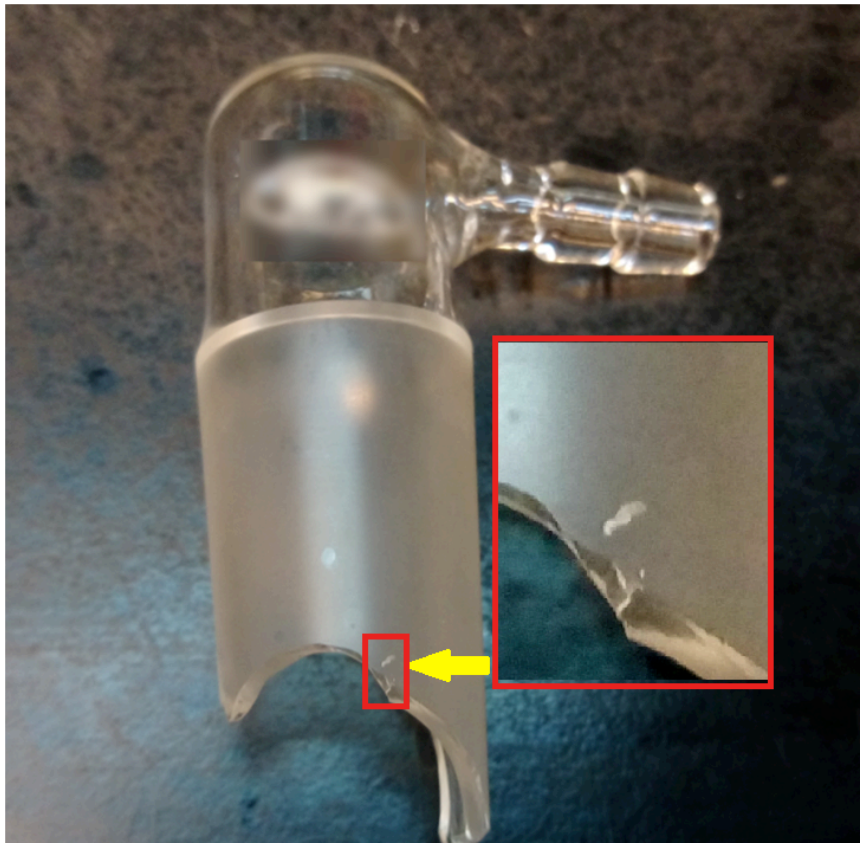
- 玻璃器皿不因裂痕生成立即而碎裂，裂痕有時不易被發現。
- 星狀裂痕可以是非常細微，需經仔細檢查才能發現。
- 任何裂痕存在，會使玻璃器皿脆弱，溫度變化、壓力變化、或有荷載重時，會突然破裂。

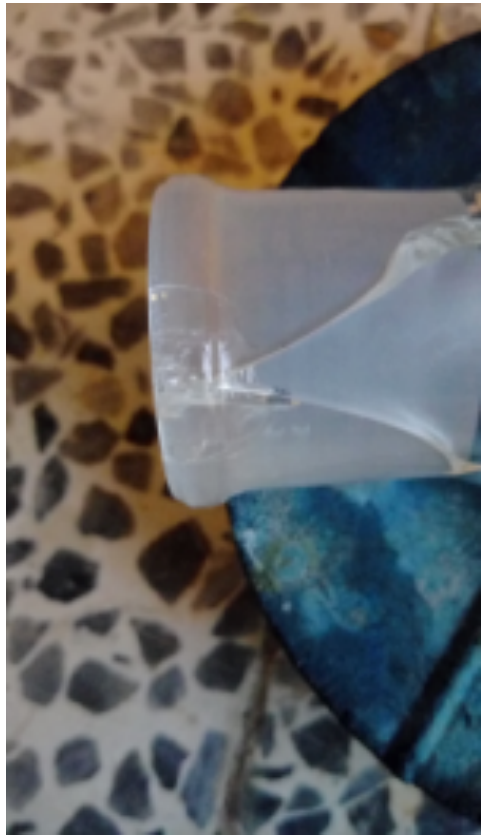
錐形瓶上的條狀裂痕清楚可見



星狀裂痕放大圖，有時會看到像牛眼狀的破損

一、玻璃儀器使用前應注意事項
（有明顯裂痕之玻璃儀器不可使用）



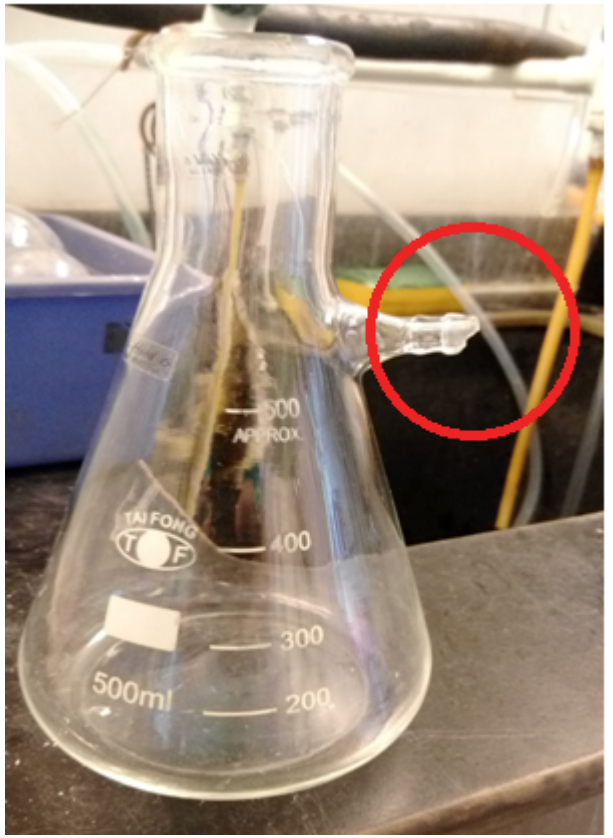


常見的接口破損裂痕清楚可見

接口往往是承擔應力之處。接口破損使接合強度降低，承受應力時容易破裂，裂痕會延伸至本體也可能破裂，非常危險。若有破損，應予報銷，不可繼續使用。

一、玻璃儀器使用前應注意事項

- 玻璃燒瓶或器具，經化學品腐蝕，或機械刮傷，會使瓶身弱化。若有破損，應予報銷，不可繼續使用。
- 減壓系統如減壓過濾設備，不可有裂痕或破損，否則應與報廢。



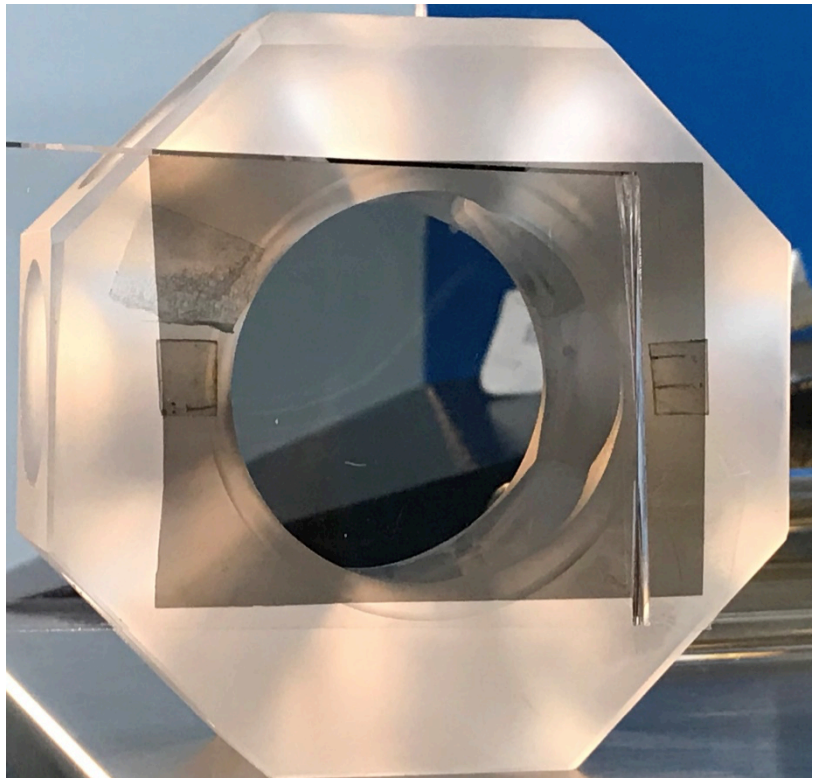
二、玻璃儀器使用中的注意事項
(如:溫度、膨脹係數、壓力等提醒條件與作法)

- 監控反應溫度、壓力、攪拌子力度，確保沒有過熱、壓力過大、攪拌力度過大打碎瓶子
- 注意在反應進行中是否有反應瓶破裂、化學品外洩
- 避免快速升溫、降溫，因為反應溶劑與玻璃的膨脹係數差異很大，快速變溫會導致接觸面應力過大而造成玻璃破裂
- 隨時佩戴安全眼鏡，以防止玻璃器皿破損造成眼睛傷害

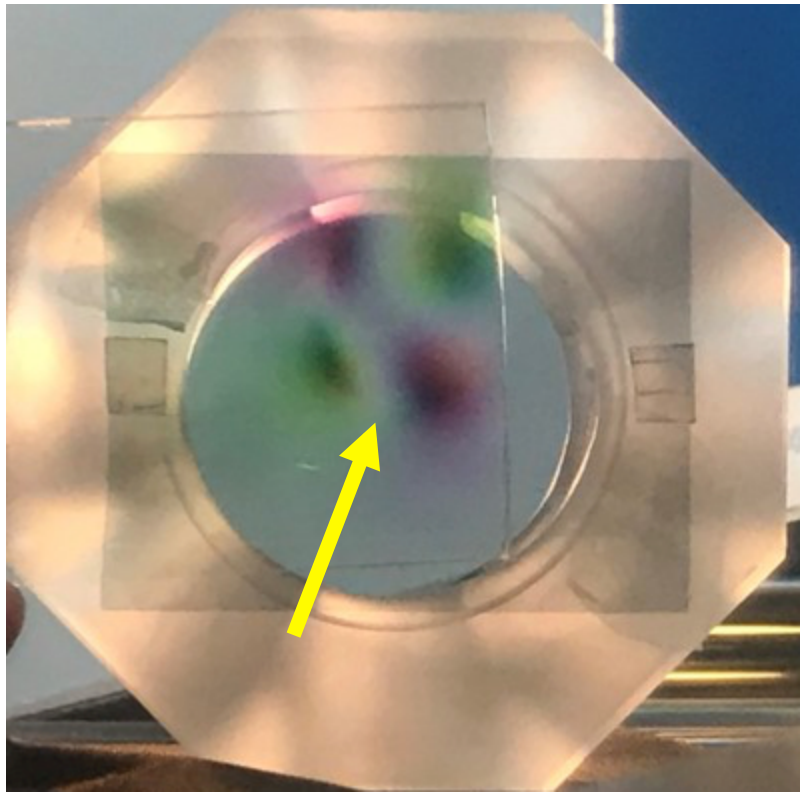
二、玻璃儀器使用中的注意事項

有應力存在的玻璃則易會因自發或輕微外力產生爆裂之情況

玻璃之應力可用兩片平行之偏光片進行觀察，有應力存在之區域即會因為光的偏折度差異產生雙折射現象。若無應力的區域則無此現象發生。



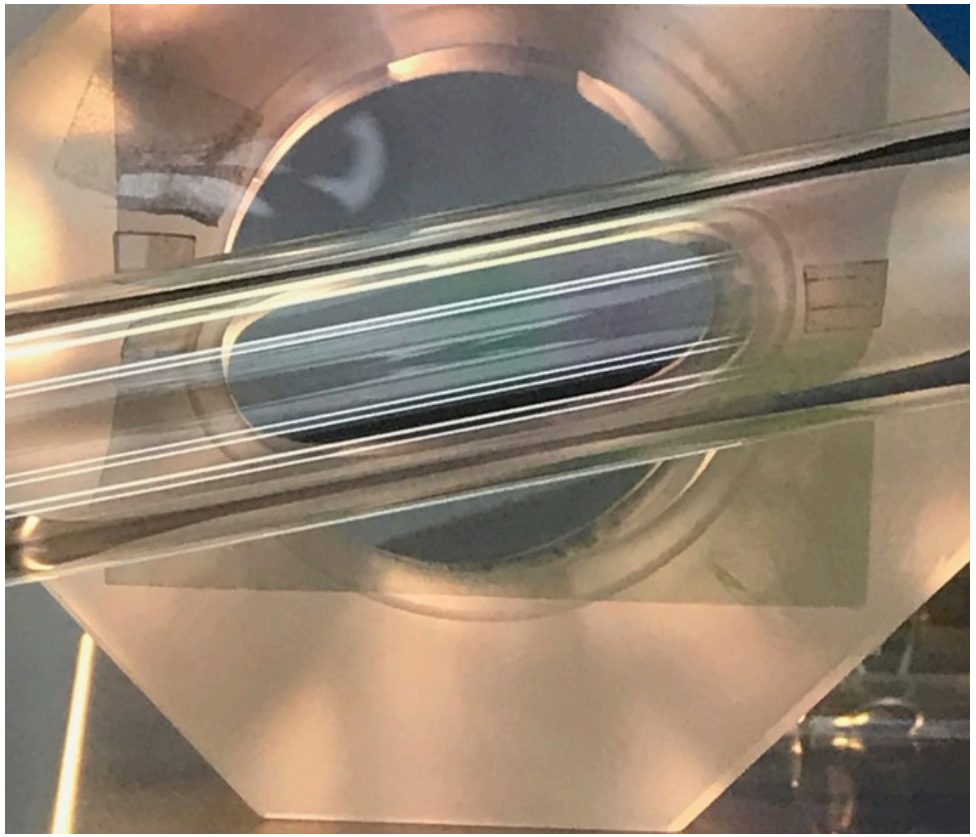
無應力存在的玻璃



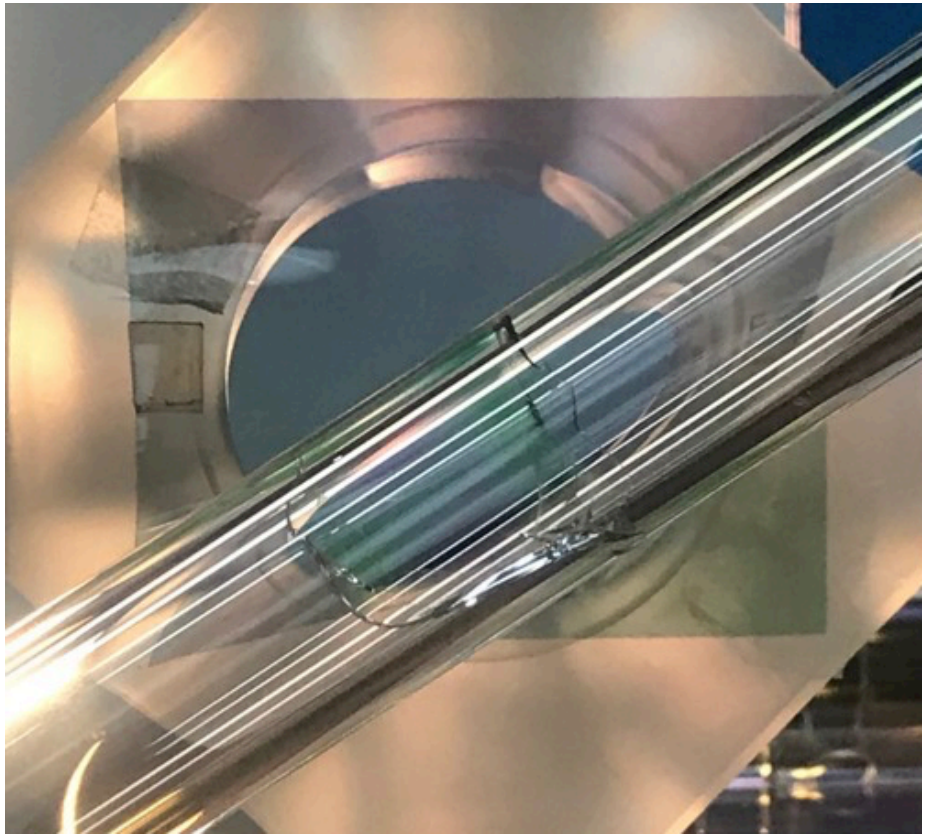
有應力存在的玻璃

二、玻璃儀器使用中的注意事項

有應力存在的玻璃則易會因自發或輕微外力產生爆裂之情況



有應力存在的玻璃管



自發性爆裂

三、玻璃儀器發生過的意外案例
(參考職安署意外原因分類：http://www.hlis.hlc.edu.tw/~k06/is/03/4.htm)

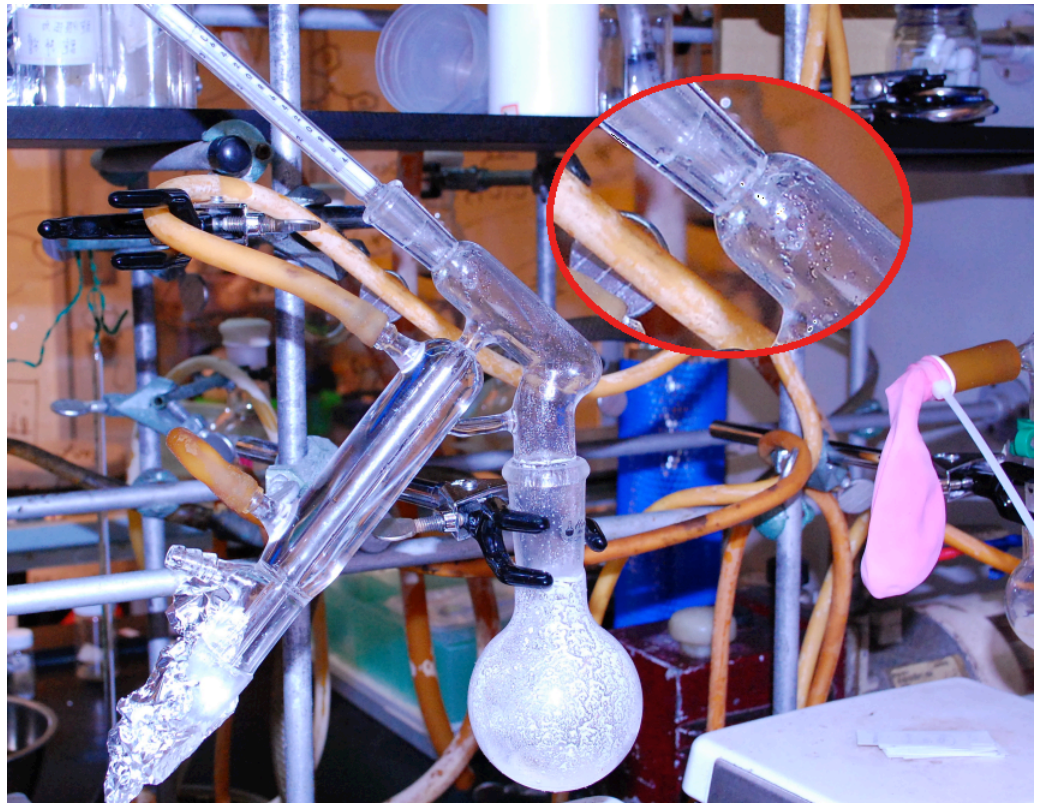
案例一：不恰當攪拌器導致爆裂

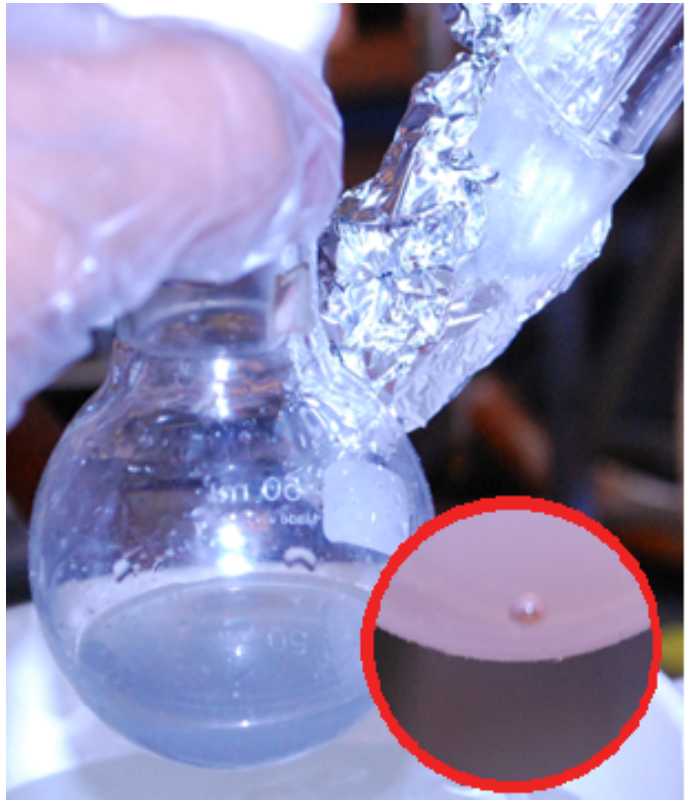
某博士後研究員進行塑膠粒子攪拌磨碎的實驗，將塑膠粒子與水盛裝於體積為200mL之玻璃研磨杯研磨，因摩擦生熱產生氣壓，欲將已冒煙中的玻璃杯放置於水槽待其降溫時該研磨杯於水槽中爆裂，右手前臂遭飛射出的碎玻璃劃傷，大量出血，隨後送醫院進行動脈縫合與微創手術。

- 非實驗用玻璃器具
- 加水研磨生熱產生水蒸氣壓
- 沒有洩壓裝置

三、玻璃儀器發生過的意外案例

案例二：水銀溫度計爆裂





學生在進行減壓蒸餾時，水銀溫度計突然爆裂，水銀漏進蒸餾器中，產生噴濺，部份水銀跑進收集瓶中，幸無水銀外洩。

三、玻璃儀器發生過的意外案例

案例三：觀測窗玻璃破裂

104年5月下午，學生於操作混凝土中性化試驗時，將混凝土試體放入混凝土試驗腔體後，封閉抽真空後通入二氧化碳(總壓< 2 atm) ，未注意到二氧化碳填充已超過設定壓力，致觀測窗玻璃破裂，割傷學生下顎及右手臂，立刻送往醫院縫合。

三、玻璃儀器發生過的意外案例

案例四：高低溫差熱脹冷縮產生壓力

108年 學生將化學單體儲存瓶置入液態氮中，因氣密閥與玻璃並未緊密接觸而使上方氣體擴散至儲存瓶內，回溫時未洩壓，單體儲存瓶壓力過大，導致瓶身破裂，學生左手及胸口有數處玻璃劃傷流血，左手與衣服有被有機溶劑或化學藥品濺濕，立刻送至醫院縫合。類似的案例也發生在 104年1月晚上，學生從事實驗時，玻璃瓶從低溫(77K)換至室溫時，由於操作速度過急，玻璃熱脹冷縮明顯、瞬間炸裂，碎片擦過右手指和左手上臂導致流血。

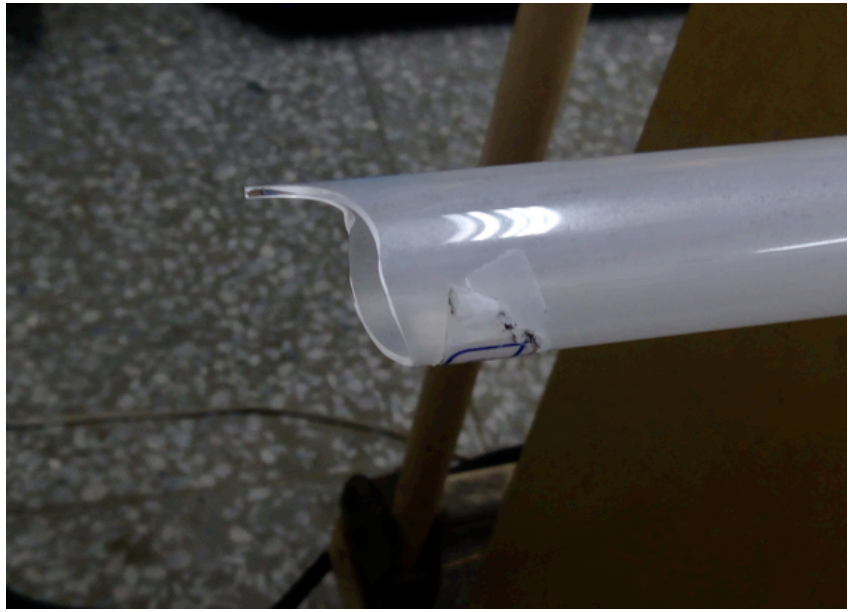
儲存瓶置入液態氮中冷卻示意圖

案例五：玻璃突然破裂

104年4月 下午學生進行實驗中，將燒杯進行秤重後，在移動過程燒杯整個底部斷裂，割傷左腳膝蓋，立刻叫救護車送醫急診縫合。又另有助教準備學生要看的寄生蟲瓶罐時，突然玻璃瓶罐爆破，左手被玻璃割傷。

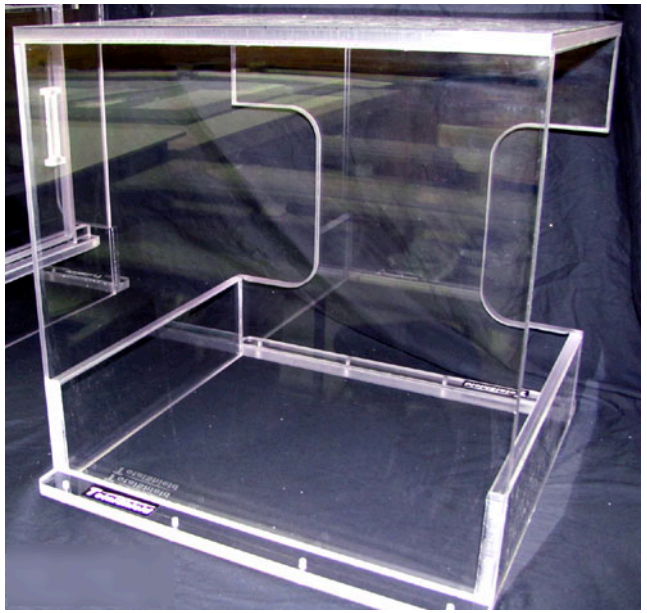
四、防災對策及建議事項

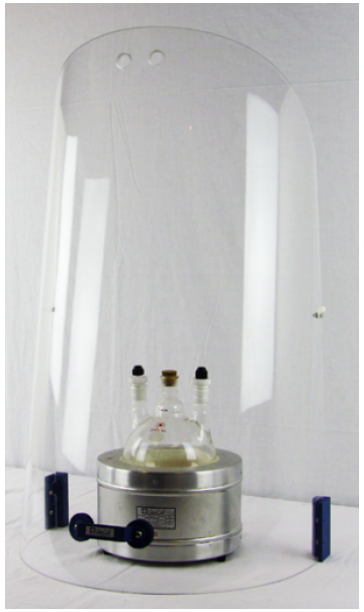
破碎斷裂的玻璃甚為尖銳，可以對人體造成嚴重的傷害，如長玻管，NMR管等容易破裂，割傷身體。旋轉栓塞需雙手操作，以免扭斷，斷裂的玻璃的器皿，需經修復使用或報銷。挑選恰當大小的玻璃器皿，大型的玻璃器皿可能因重量過重，操作時易生危險。使用冷凝管時，應特別注意管體的狀況，以免在反應進行中冷凝水進入反應器中引發意外。



四、防災對策及建議事項

使用玻璃器皿作反應時，常見的意外如壓力變化產生爆炸。飛濺的玻璃碎片與化學品往往造成傷害。反應進行時，應將玻璃櫃門拉下，若反應的潛在風險較高時，可增加強化壓克力防護罩（左圖），以降低風險。





https://www.totalshield.com/total-impact-blast-protection-solutions/explosive-blast-containment

http://www.safetyemporium.com/21501

https://www.labconco.com/category/special-application-fume-hoods

參、玻璃儀器防護方法

一、玻璃儀器防護作法(如：防護網、防爆膜、個人護目鏡等)

使用有內外壓差的玻璃系統時，應設置防護網（右圖），以降低器皿破裂時玻璃飛濺的傷害。左圖的迴旋濃縮器冷凝管並沒有防護網包覆。

二、磨砂接頭玻璃裝置防護作法(如：粘牢了怎麼辦?等)

注意：拆開卡住的磨砂接頭很容易造成玻璃破損及人員受傷，千萬不可使用蠻力，而且一定要清空反應瓶中的化學品。如為密閉容器，瓶中的已知化學品無法清空，建議報請專業廠商以廢棄化學品移除。

避免磨砂接頭卡住的方法

1. 塗抹足夠量的潤滑脂(grease)
2. 使用鐵氟龍製的薄膜套
3. 使用帶螺旋帽的磨砂接頭

二、磨砂接頭玻璃裝置防護作法(如：粘牢了怎麼辦?等)

注意：拆開卡住的磨砂接頭很容易造成玻璃破損及人員受傷，千萬不可使用蠻力，而且一定要清空反應瓶中的化學品。

磨砂接頭卡住時，可嘗試的方法

1. 使用適當溶劑或潤滑油，也許可溶解卡在縫隙中的殘餘物
2. 用超音波震盪器(Sonicator)將卡住接頭震開
3. 加熱外層玻璃使其膨脹
4. 使用特製拆除工具
5. 請玻璃廠商拆開

肆、玻璃儀器清潔與保養

一、清潔(如：25-30度水溫清潔劑浸泡30分鐘再用軟性刷子清洗)

選擇適當的刷子

搭配清潔劑
刷洗反應瓶

晾乾

分類收納

二、多孔燒結玻璃(Fritted Glassware)清潔

- 燒結玻璃為多孔性玻璃，其抗熱性與化學耐受性較PYREX差，所以不應受到過度溫度變化，或直接接觸火焰，並且也不適合在酸性或鹼性溶液中浸泡過久。
- 燒結玻璃器皿主要用於低壓過濾，使用後應即刻清洗

編號	孔隙(μm)
00	200-300
0	150-200
1	90-150
2	40-90
3	15-40
4	4-15

建議清洗方法

1. 用刷子或擦拭紙刮除所有殘存固體
2. 用可溶解殘餘物的適當溶劑搭配抽氣過濾系統潤洗，再用丙酮潤洗，最後用水潤洗
3. 將潤洗過的燒結玻璃器皿浸泡在適當的清洗液，如：硫酸＋Nochromix、硫酸＋過硫酸銨
4. 先用蒸餾水搭配抽氣過濾系統徹底潤洗，再用稀氫氧化銨潤洗，最後再用蒸餾水潤洗
5. 以丙酮潤洗移除大部分水
6. 晾乾、收納

伍、玻璃廢棄物處理

一、廢棄碎玻璃如何處置(說明及照片)

廢棄碎玻璃應先清理乾淨，收集在堅固而不易刺穿的載具中暫存，下圖的玻璃收集太滿，廢玻璃已突出桶外，實為不宜。

一、廢棄碎玻璃如何處置(說明及照片)

先將破裂的玻璃器皿集中於桶子中。一般建議用防刺穿材料的箱子收集後，直接以固態廢棄物移除。

如必需進行敲碎，使用較大的塑膠袋套上桶子(塑膠袋厚一點較佳)，避免在敲碎過程中玻璃碎片噴飛。

以木棒或鐵棒將玻璃器皿敲碎，飛濺出的玻璃細片，再倒回鐵桶中，集中處理。

謝謝 聆聽

本計劃經費由行政院環境保護署毒物及化學物質局贊助