## 酶催化脲水解

## 目標

用pH計跟隨酶催化脲水解的進度

## 課程連結

課題九　　反應速率

## 背景

植物需要含有氮、磷和鉀（NPK）的肥料。脲（H2NCONH2）含氮量高，但脲要經水解後植物才可吸收。脲水解的化學方程式如下。

H2NCONH2(aq) + H2O(l) → CO2(aq) + 2NH3(aq)

由於脲水解過程中生成的氨是鹼性的，反應混合物的pH值逐漸上升。

大豆含有可催化脲水解的「脲酶」。在298K時，使用脲酶催化脲水解，脲水解的速率常數將由3×10s上升到3×104s，即比例為1比1014。

在這個實驗中，用pH計量度反應混合物pH值的變化來跟隨脲水解的進度。

## 儀器和設備

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| * + 燒杯、100 cm3 | × 2 | * + 咖啡研磨機 | × 1 |
| * + 錐形瓶、100 cm3 | × 1 | * + 電子天平 (× 0.01g) | × 1 |
| * + 過濾漏斗、150 cm3 | × 1 | * + pH 計 (× 0.01) | × 1 |
| * + 玻璃滴管 | × 2 | * + 磁力攪拌器和磁棒 | × 1 |
| * + 刻度移液器、2 cm3 | × 1 |  |  |
| * + 量筒、25 cm3 | × 1 |
| * + 厚棉布、片 | × 2 |
| (或棉絨) |  |

## 化學品

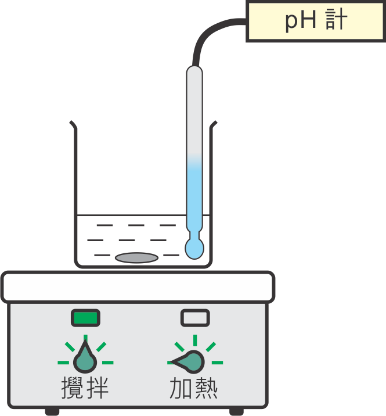
|  |  |
| --- | --- |
| * + 0.66 M脲溶液 | 20 cm3 |
| * + 大豆 | 2 g |
| * + 0.1 M NaOH(aq) | 10 cm3 |
| * + 0.1 M HCl(aq) | 10 cm3 |

## 安全措施

* 佩戴護目鏡和即棄式防護手套。
* 實驗使用的溶液是鹼性的，對皮膚和眼睛有害。如果與身體接觸，請用大量清水沖洗患處約5分鐘。
* 不要傾倒化學品到水槽棄置，使用提供的廢料容器。

## 步驟

1. 用咖啡研磨機或類似設備，把約2 g大豆研磨成粉末狀。
2. 在100 cm3錐形瓶中，把大豆粉末與約20 cm3 去離子水混合。充分漩動混合物並讓混合物靜置2小時。
3. 用厚棉布（或棉絨）過濾混合物。濾液可能仍是混濁的，如果需要，把濾液再次過濾。
4. 使用25 cm3量筒，量取約10 cm3濾液並加到潔淨的100 cm3燒杯中，然後加入10 cm3去離子水。
5. 透過滴入適量的0.1M HCl(aq) 或0.1M NaOH(aq)，把濾液的pH值調整至約6.5。
6. 小心地將pH計探頭的球管浸入濾液中，然後加入磁棒。



7. 將實驗裝置放在磁力攪拌器，然後啟動磁力攪拌器。

8. 使用刻度移液管將2.0 cm3 的0.66 M脲溶液加入濾液中。

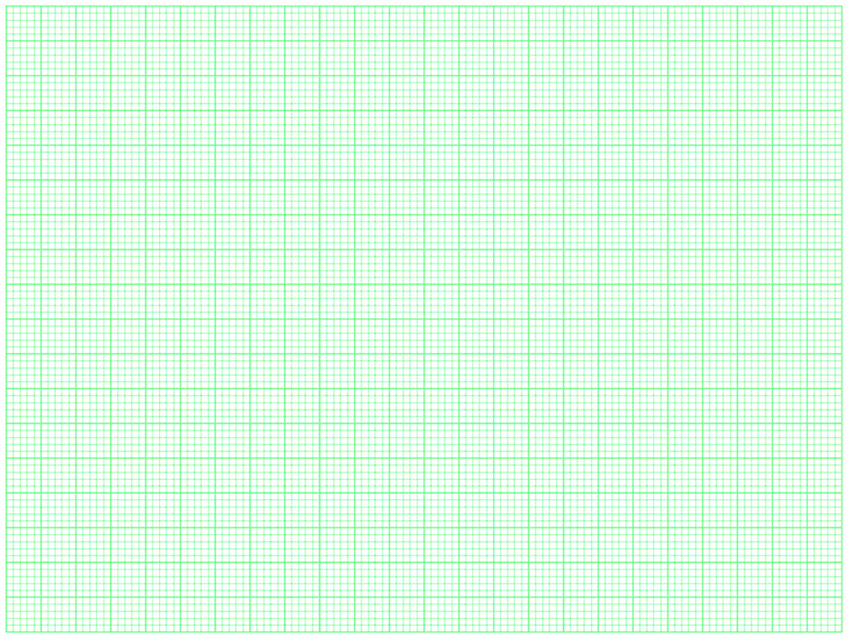
9. 立即啟動計時器，每20秒記錄pH計的讀數一次，持續約5分鐘（或直至pH計的讀數不再有明顯變化）。

數據分析和討論

1. 在下表中記錄 pH 計的讀數。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 時間 / s | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 |
| **pH** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 時間 / s | 220 | 240 | 260 | 280 | 300 |  |  |  |  |  |  |
| **pH** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1. 繪製一個合適的線圖，顯示脲水解的進度。



1. 描述從0秒至20秒pH 值隨時間的變化。

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |

1. 比較由0秒至20秒、由80秒至100秒和由200秒至220秒的pH值隨時間的變化。解釋你的答案。

|  |
| --- |
|  |
|  |
|  |

參考資料

https://edu.rsc.org/resources/fertilisers-and-sustainability-16-18-years/4014231.article

(擷取日期：9/2/2022)

鳴謝

1. 香港中文大學化學系
2. 聖公會曾肇添中學化學科