

酶催化脲水解

目標

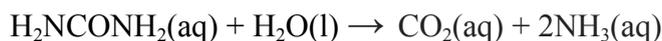
用pH計跟隨酶催化脲水解的進度

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(H_2NCONH_2)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。



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 $3 \times 10^{-10} \text{ s}^{-1}$ 上升到 $3 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$,即比例為1比 10^{14} 。

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 cm ³ | × 2 | • 咖啡研磨機 | × 1 |
| • 錐形瓶、100 cm ³ | × 1 | • 電子天平(× 0.01g) | × 1 |
| • 過濾漏斗、150 cm ³ | × 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 cm ³ | × 1 | | |
| • 量筒、25 cm ³ | × 1 | | |
| • 厚棉布、片
(或棉絨) | × 2 | | |

化學品

- | | |
|------------------|--------------------|
| • 0.66 M脲溶液 | 20 cm ³ |
| • 大豆 | 2 g |
| • 0.1 M NaOH(aq) | 10 cm ³ |
| • 0.1 M HCl(aq) | 10 cm ³ |

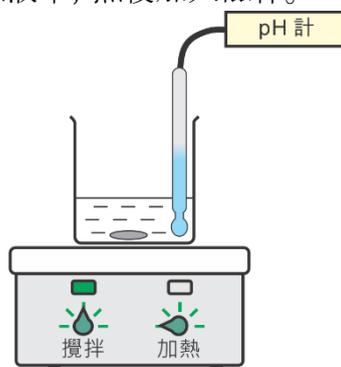


安全措施

- 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。



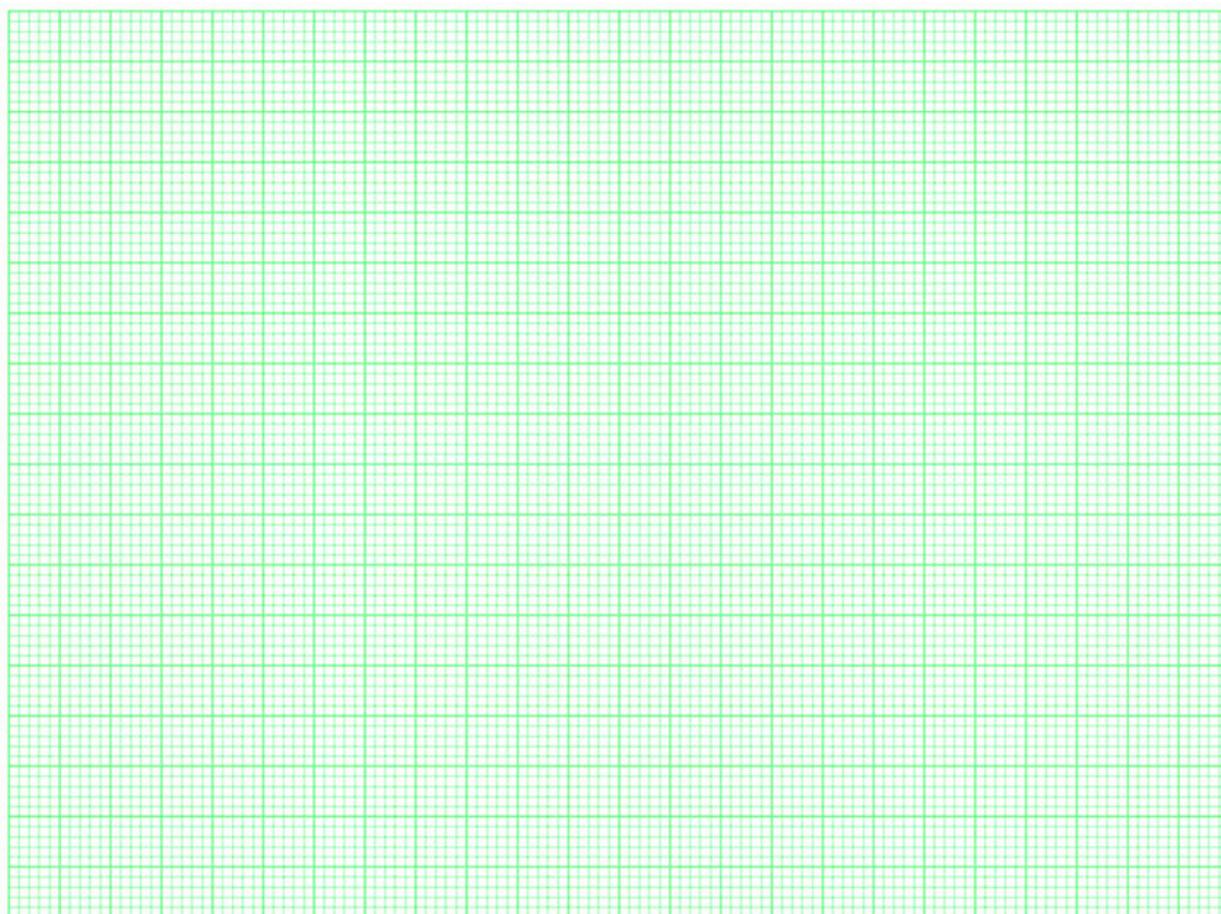
7. 將實驗裝置放在磁力攪拌器，然後啟動磁力攪拌器。
8. 使用刻度移液管將2.0 cm³的0.66 M脲溶液加入濾液中。
9. 立即啟動計時器，每20秒記錄pH計的讀數一次，持續約5分鐘(或直至pH計的讀數不再有明顯變化)。

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											

2. 繪製一個合適的線圖，顯示脲水解的進度。



3. 描述從0秒至20秒pH 值隨時間的變化。

4. 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