



GIẢI PHÁP THAY THẾ NƯỚC CÁT BẰNG NƯỚC THỦY CỤC TRONG THÍ NGHIỆM LẬP THANG MÀU ĐO PH CỦA DUNG DỊCH

A SOLUTION FOR REPLACING DISTILLED WATER WITH TAP WATER IN THE EXPERIMENT OF ESTABLISHING A COLOR SCALE FOR MEASURING THE PH OF SOLUTIONS

Mai Nguyệt Thu Hà*

Trường Đại học Y Dược Thành Phố Hồ Chí Minh

*Email: mnth1973@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.65934/mkusj.2026.02-e.1277>

Ngày nhận bài: 03/03/2026

Ngày phản biện: 19/03/2026

Ngày duyệt bài: 28/08/2026

TÓM TẮT

Bài báo này đề xuất một giải pháp thay thế việc sử dụng nước cất trong thí nghiệm xây dựng thang màu để đo pH của các dung dịch. Phương pháp này đặc biệt phù hợp với các phòng thí nghiệm không có điều kiện tiếp cận nước cất. Phương pháp được đề xuất là điều chỉnh pH của nước thủy cục về khoảng 6, tương đương với khoảng pH của nước cất trong điều kiện phòng thí nghiệm thông thường. Kết quả cho thấy thang màu pH thu được khi sử dụng nước thủy cục đã được điều chỉnh pH tương đồng với thang màu thu được khi sử dụng nước cất. Kiểm định McNemar cho thấy sự thay đổi có ý nghĩa thống kê giữa nước thủy cục trước và sau chỉnh pH ($\chi^2 = 20$, $p < 0,001$), chứng minh rằng việc điều chỉnh pH giúp nước thủy cục trở nên tương đồng với nước cất trong quan sát màu chỉ thị. Do đó, nước thủy cục sau khi điều chỉnh pH có thể được sử dụng như một giải pháp thay thế cho nước cất trong các thí nghiệm này.

Từ khóa: Methyl đỏ, nước cất, nước thủy cục, nước thủy cục đã điều chỉnh pH.

ABSTRACT

This paper proposes an alternative to the use of distilled water in constructing a color scale for pH measurement of solutions. This approach is particularly suitable for laboratories with limited access to distilled water. The proposed method involves adjusting the pH of tap water to approximately 6, which is comparable to the pH of distilled water under standard laboratory conditions. The results showed that the pH color scale obtained using pH-adjusted tap water was equivalent to that obtained using distilled water. McNemar's test indicated a statistically significant difference between tap water before and after pH adjustment ($\chi^2 = 20$, $p < 0,001$), demonstrating that pH adjustment makes tap water comparable to distilled water in terms of indicator color response. Therefore, pH-adjusted tap water can be used as an alternative to distilled water in such experiments.

Keywords: Methyl red, distilled water, tap water, pH-adjusted tap water

ĐẶT VẤN ĐỀ

Các chất chỉ thị pH (chỉ thị acid-base) là những hợp chất hữu cơ có khả năng thay đổi màu sắc theo giá trị pH của dung dịch. Sự thay đổi màu này xuất phát từ sự chuyển hóa giữa dạng acid và dạng base liên hợp của chất chỉ thị, trong đó mỗi dạng có màu sắc đặc trưng gắn liền với cấu trúc phân tử của chúng. Khi pH của môi trường thay đổi, cân bằng acid-base của chất chỉ thị bị dịch chuyển, dẫn đến sự biến đổi màu sắc có thể quan sát được (Hoài, Đ. V, 2022).

Trong thực tế, sự thay đổi màu của chất chỉ thị thường xảy ra trong một khoảng pH nhất định, tương ứng với sự chênh lệch nồng độ ion H^+

khoảng 10 lần (tương đương với một đơn vị pH). Phương pháp xác định pH bằng so màu dựa trên việc quan sát và so sánh màu sắc của chất chỉ thị trong các môi trường dung môi khác nhau.

Trong các thí nghiệm hóa học, nước cất thường được sử dụng làm dung môi pha chế do có độ tinh khiết cao và ít ảnh hưởng đến kết quả đo. Tuy nhiên, trong điều kiện thực tế, đặc biệt tại các phòng thí nghiệm giảng dạy ở khu vực có điều kiện cơ sở vật chất hạn chế, việc sử dụng nước cất gặp nhiều khó khăn. Do đó, việc khảo sát khả năng sử dụng nước thủy cục, sau khi được điều chỉnh pH phù hợp, làm dung môi thay thế trong thí nghiệm lập thang màu xác

định pH dung dịch là cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn.

Bảng màu một số chất chỉ thị khi dùng nước cất có khoảng pH chuyển màu như sau (Bảng 1) (Hoài, Đ. V, 2022; Dung, N. T, 2017; Sabnis, R. W, 2008).

Bảng 1. Bảng màu một số chất chỉ thị khi dùng nước cất

Chất chỉ thị	Màu dạng acid	Khoảng pH đổi màu	Màu dạng base
<i>Xanh Thymol</i>	Đỏ Vàng	1,2÷2,8 8,0÷9,6	Vàng Xanh
<i>Methyl da cam</i>	Da cam	3,1÷4,4	Vàng
<i>Methyl đỏ</i>	Đỏ	4,4÷6,2	Vàng
<i>Phenolphthalein</i>	Không màu	8,0÷10	Tím
<i>Alizarin vàng</i>	Vàng	10,1÷12	Vàng đậm
<i>Indigo Carmine</i>	Xanh	11,6÷13	Vàng

Trong các thí nghiệm xác định pH của dung dịch bằng phương pháp so màu, nước tinh khiết (nước cất) thường được sử dụng làm môi trường pha chế dung dịch do có độ ổn định và ít ảnh hưởng đến màu của các chất chỉ thị pH. Theo các tài liệu hướng dẫn thí nghiệm, nước cất được dùng để pha chế các dung dịch acid và base có nồng độ từ 0,1 M đến 0,00001 M, tương ứng với khoảng pH từ 1 đến 5 và từ 13 đến 9 (Hoài, Đ. V, 2022).

Thực nghiệm ban đầu cho thấy, khi sử dụng nước thủy cục làm môi trường pha chế, màu sắc của các chỉ thị như *Xanh Thymol*, *Methyl da cam*, *Phenolphthalein*, *Alizarin vàng* và *Indigo Carmine* vẫn phù hợp với thang màu chuẩn. Tuy nhiên, đối với chỉ thị *Methyl đỏ*, kết quả so màu thu được có sự khác biệt so với khi sử dụng nước cất. Điều này cho thấy pH ban đầu của nước thủy cục có thể ảnh hưởng đến kết quả so màu của một số chỉ thị pH.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm khảo sát khả năng sử dụng nước thủy cục, sau khi được điều chỉnh pH phù hợp, làm môi trường pha chế thay thế nước cất trong thí nghiệm lập thang màu xác định pH dung dịch, góp phần giảm bớt khó khăn trong việc chuẩn bị thí

nghiệm tại các phòng thí nghiệm có điều kiện hạn chế.

1. Nghiên cứu thực nghiệm

Vật liệu nghiên cứu

Nước thủy cục (nguồn cấp sinh hoạt tại phòng thí nghiệm), nước cất (phòng pha chế), dung dịch acid HCl 0,1N, dung dịch NaOH 0,1N; các chỉ thị màu pH gồm: *Xanh Thymol*, *Methyl da cam*, *Methyl đỏ*, *Phenolphthalein*, *Alizarin vàng*, *Indigo Carmine*; pH kế điện tử; ống nghiệm và giá đựng ống nghiệm, pipet bầu 10 ml, pipet vạch 10 ml, becher 250 ml, ống nhỏ giọt nhựa 3 ml, bình định mức 1000 ml, bình định mức 100 ml, quả bóp cao su.

Thiết kế thí nghiệm

Thí nghiệm được thiết kế nhằm so sánh khả năng sử dụng nước thủy cục đã điều chỉnh pH thay thế nước cất trong thí nghiệm lập thang màu đo pH dung dịch. Ba mẫu nước được sử dụng gồm: nước cất, nước thủy cục chưa điều chỉnh và nước thủy cục đã điều chỉnh pH.

Giá trị pH của các mẫu nước được đo bằng pH kế điện tử, mỗi phép đo được thực hiện lặp lại trong các ngày khác nhau nhằm đánh giá sự ổn định của pH theo thời gian. Điều kiện đo được giữ ổn định ở nhiệt độ phòng ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), pH kế điện tử được hiệu chuẩn trước khi thực hiện thí nghiệm

Quy trình hiệu chuẩn pH kế điện tử bao gồm:

- Hiệu chuẩn pH kế ở nhiệt độ phòng ($25 \pm 2^\circ\text{C}$).
- Rửa đầu điện cực bằng nước cất hoặc nước sạch, rồi thấm khô nhẹ bằng khăn giấy mềm.
- Bật pH kế.
- Nhúng đầu dò vào dung dịch chuẩn pH 6,86.
- Nhấn và giữ nút CAL cho đến khi pH kế vào chế độ hiệu chuẩn.
- Chờ giá trị ổn định, pH kế sẽ tự động lưu.

- Tiếp tục rửa đầu dò rồi lắp lại với dung dịch chuẩn pH 4,00 hoặc pH 9,18.

Chuẩn bị các mẫu nước thí nghiệm

Mẫu nước 1: Nước cất (M1)

Lấy 500 ml nước cất từ phòng pha chế, số lượng 20 mẫu nước được đo pH vào các ngày khác nhau. Kết quả đo pH dao động từ 5,87 đến 6,42. (Bảng 2).

Mẫu nước 2: Nước thủy cục chưa điều chỉnh pH (M2)

Lấy 500 ml nước thủy cục trực tiếp từ vòi nước phòng thí nghiệm, không qua xử lý hay pha chế, số lượng 20 mẫu nước được đo pH vào các ngày khác nhau, tương ứng với các ngày đo của mẫu nước cất. Giá trị pH dao động từ 7,49 đến 7,80 (Bảng 2).

Bảng 2. So sánh giá trị pH của nước cất và nước thủy cục trước khi điều chỉnh

Mẫu nước	pH M1 (X1)	pH M2 (X2)	X2- X1
1	6,42	7,49	1,07
2	6,20	7,52	1,32
3	6,36	7,56	1,20
4	6,29	7,70	1,41
5	6,15	7,62	1,47
6	6,23	7,53	1,30
7	6,20	7,50	1,30
8	6,15	7,49	1,34
9	6,21	7,51	1,30
10	6,30	7,50	1,20
11	6,10	7,50	1,40
12	6,12	7,55	1,43
13	5,87	7,57	1,70
14	6,00	7,54	1,54
15	6,04	7,70	1,66
16	6,09	7,59	1,50
17	5,99	7,58	1,59
18	5,94	7,80	1,86
19	6,01	7,72	1,71
20	5,90	7,60	1,70
TB	6,13	7,59	1,48
sd			0,17

SE			0,038
df			19
t			38,9
p			< 0,001

TB: trung bình

sd: độ lệch chuẩn

SE: sai số chuẩn

df: bậc tự do

t: giá trị thống kê t

p: p value

M1 (Nước cất); M2 (Nước thủy cục);

M3 (Nước thủy cục + HCl 0,1N)

Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa pH nước cất (pH < 7) và nước thủy cục.

pH nước thủy cục cao hơn rõ rệt (pH > 7).

Mẫu nước 3: Nước thủy cục đã điều chỉnh pH (M3)

Lấy 500 ml nước thủy cục từ vòi nước phòng thí nghiệm (sử dụng 20 mẫu nước thủy cục vào các ngày khác nhau). Tiến hành điều chỉnh pH bằng cách nhỏ từng giọt dung dịch HCl 0,1N vào 20 mẫu nước thủy cục vào các ngày khác nhau, khuấy đều và theo dõi sự thay đổi pH bằng pH kế điện tử.

Quá trình bổ sung acid được dừng lại khi pH của mẫu nước đạt giá trị xấp xỉ pH của nước cất trong phòng thí nghiệm, nằm trong khoảng 5,5-6,5 theo tiêu chuẩn TCVN 4581-89 (Bộ Y tế, 1989; Enviroliteracy Team, 2025; Biology Insights, 2026). Số lượng giọt HCl 0,1N cần thiết để đạt được giá trị pH này được ghi nhận bằng cách đếm trực tiếp số giọt HCl 0,1N: mỗi lần bóp nhẹ ống nhỏ giọt nhựa để tạo một giọt, đếm và ghi lại tổng số giọt đã nhỏ.

Trong thí nghiệm này, pH của nước thủy cục sau khi điều chỉnh đạt 5,94-6,05 khi bổ sung 44-48 giọt dung dịch HCl 0,1N (Bảng 3).

Bảng 3. So sánh giá trị pH của nước cất và nước thủy cục trước và sau khi điều chỉnh pH bằng HCl 0,1N

Thể tích (ml)	pH M2 (X2)	Số giọt HCl 0,1N cho vào	pH M3 (X3)	pH M1 (X1)	X1-X3	X2-X3
---------------	------------	--------------------------	------------	------------	-------	-------

500	7,49	44	6,04	6,42	0,38	1,45
500	7,52	45	6,01	6,20	0,19	1,51
500	7,56	45	6,04	6,36	0,32	1,52
500	7,70	48	6,02	6,29	0,27	1,68
500	7,62	47	5,99	6,15	0,16	1,63
500	7,53	45	6,02	6,23	0,21	1,51
500	7,50	45	6,02	6,20	0,18	1,48
500	7,49	44	6,03	6,15	0,12	1,46
500	7,51	45	5,99	6,21	0,22	1,52
500	7,50	45	5,94	6,30	0,36	1,56
500	7,50	45	6,00	6,10	0,10	1,50
500	7,55	45	6,05	6,12	0,07	1,50
500	7,57	45	6,05	5,87	-0,18	1,52
500	7,54	45	6,01	6,00	-0,01	1,53
500	7,70	48	6,04	6,04	0,00	1,66
500	7,59	46	6,04	6,09	0,05	1,55
500	7,58	46	5,96	5,99	0,03	1,62
500	7,80	48	6,04	5,94	-0,10	1,76
500	7,72	48	6,01	6,01	0,00	1,71
500	7,60	47	6,02	5,90	-0,12	1,58
TB	7,59		6,02	6,13	0,11	1,57
sd					0,13	0,08
SE					0,03	0,018
df					19	19
t					3,9	87,3
p					0,01	<0,001

Có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa pH nước thủy cục trước khi chỉnh pH ($\text{pH} > 7$) và nước thủy cục sau khi chỉnh pH ($\text{pH} < 7$), giá trị pH của nước cất và nước thủy cục sau khi điều chỉnh bằng HCl 0,1N đều nằm trong khoảng pH nước cất ($\text{pH} < 7$), nhưng vẫn có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Thực hiện thí nghiệm lập thang màu đo pH của dung dịch từ 20 mẫu nước cất, 20 mẫu nước thủy cục và 20 mẫu nước thủy cục đã chỉnh pH như sau:

M1 (Nước cất); M2 (Nước thủy cục);
M3 (Nước thủy cục + HCl 0,1N)

Bảng 4. Lập thang màu đo pH với dung dịch acid

Số TT	M1	M2	M3
Ống số; [HCl]	$1; 10^{-1} \text{ M}$	$1; 10^{-1} \text{ M}$	$1; 10^{-1} \text{ M}$
Ống số; [HCl]	$2; 10^{-2} \text{ M}$	$2; 10^{-2} \text{ M}$	$2; 10^{-2} \text{ M}$
Ống số; [HCl]	$3; 10^{-3} \text{ M}$	$3; 10^{-3} \text{ M}$	$3; 10^{-3} \text{ M}$
Ống số; [HCl]	$4; 10^{-4} \text{ M}$	$4; 10^{-4} \text{ M}$	$4; 10^{-4} \text{ M}$
Ống số; [HCl]	$5; 10^{-5} \text{ M}$	$5; 10^{-5} \text{ M}$	$5; 10^{-5} \text{ M}$

Bảng 5. Lập thang màu đo pH với dung dịch base

Số TT	M1	M2	M3
Ống số; [NaOH]	$1; 10^{-1} \text{ M}$	$1; 10^{-1} \text{ M}$	$1; 10^{-1} \text{ M}$
Ống số; [NaOH]	$2; 10^{-2} \text{ M}$	$2; 10^{-2} \text{ M}$	$2; 10^{-2} \text{ M}$
Ống số; [NaOH]	$3; 10^{-3} \text{ M}$	$3; 10^{-3} \text{ M}$	$3; 10^{-3} \text{ M}$
Ống số; [NaOH]	$4; 10^{-4} \text{ M}$	$4; 10^{-4} \text{ M}$	$4; 10^{-4} \text{ M}$
Ống số; [NaOH]	$5; 10^{-5} \text{ M}$	$5; 10^{-5} \text{ M}$	$5; 10^{-5} \text{ M}$

Bảng 6. Dùng chỉ thị màu Xanh Thymol, Methyl da cam, Methyl đỏ để quan sát biến đổi màu của chỉ thị trong 3 mẫu nước (thang màu đo pH với dung dịch acid)

Số TT	M1	M2	M3
Ống số; [HCl]	$1; 10^{-1} \text{ M}$	$1; 10^{-1} \text{ M}$	$1; 10^{-1} \text{ M}$
Ống số; [HCl]	$2; 10^{-2} \text{ M}$	$2; 10^{-2} \text{ M}$	$2; 10^{-2} \text{ M}$
Ống số; [HCl]	$3; 10^{-3} \text{ M}$	$3; 10^{-3} \text{ M}$	$3; 10^{-3} \text{ M}$
Ống số; [HCl]	$4; 10^{-4} \text{ M}$	$4; 10^{-4} \text{ M}$	$4; 10^{-4} \text{ M}$
Ống số; [HCl]	$5; 10^{-5} \text{ M}$	$5; 10^{-5} \text{ M}$	$5; 10^{-5} \text{ M}$

Bảng 7. Dùng chỉ thị màu *Phenolphthalein*; *Alizarin vàng*; *Indigo Carmine* để quan sát biến đổi màu của chỉ thị trong 3 mẫu nước (thang màu đo pH với dung dịch base)

Số TT	M1	M2	M3
Ống số; [NaOH]	1; 10^{-1} M	1; 10^{-1} M	1; 10^{-1} M
Ống số; [NaOH]	2; 10^{-2} M	2; 10^{-2} M	2; 10^{-2} M
Ống số; [NaOH]	3; 10^{-3} M	3; 10^{-3} M	3; 10^{-3} M
Ống số; [NaOH]	4; 10^{-4} M	4; 10^{-4} M	4; 10^{-4} M
Ống số; [NaOH]	5; 10^{-5} M	5; 10^{-5} M	5; 10^{-5} M

Mỗi ống nhỏ 2 giọt chỉ thị màu mỗi loại và quan sát màu sắc các ống, kết quả ghi nhận tại Bảng 8.

2. Phân tích kết quả màu sắc thể hiện qua hình ảnh thí nghiệm

Kết quả hiển thị màu ghi nhận như hình ảnh của bảng 8.

Bảng 8. Kết quả màu sắc thể hiện qua hình ảnh thí nghiệm

So sánh thang màu đo pH của dung dịch acid trong các ống nghiệm khi dùng nước cất, nước thủy cực và nước thủy cực đã chỉnh pH				
Ống 1	Ống 2	Ống 3	Ống 4	Ống 5
M1	M2	M3		
Mỗi ống có 5ml dung dịch HCl nồng độ như bảng 6 và 2 giọt chỉ thị Xanh Thymol				
Ống 1	Ống 2	Ống 3	Ống 4	Ống 5
M1	M2	M3		

Mỗi ống có 5ml dung dịch HCl nồng độ như bảng 6 và 2 giọt chỉ thị *Methyl da cam*

Nhận xét: Màu sắc dung dịch trong các ống nghiệm từ vị trí 1 đến 5 khi sử dụng nước cất là tương đồng với màu sắc quan sát được trong các ống nghiệm tương ứng khi sử dụng nước thủy cực và nước thủy cực đã được điều chỉnh pH. Kết quả thí nghiệm cho thấy chỉ thị *Xanh Thymol* và chỉ thị *Methyl da cam* có khoảng pH chuyển màu phù hợp và ổn định trong cả ba môi trường: nước cất, nước thủy cực và nước thủy cực đã điều chỉnh pH.

Ống 1	Ống 2	Ống 3	Ống 4	Ống 5
-------	-------	-------	-------	-------



M1 M2 M3

Mỗi ống có 5ml dung dịch HCl nồng độ như bảng 6 và 2 giọt chỉ thị *Methyl đỏ*

Nhận xét: Đối với chỉ thị *Methyl đỏ*, màu sắc dung dịch trong các ống nghiệm từ vị trí 1 đến 3 khi sử dụng nước thủy cực là tương đồng với màu sắc quan sát được trong các ống nghiệm tương ứng của môi trường nước cất và môi trường nước thủy cực đã được điều chỉnh pH bằng HCl (đều có màu đỏ). Tuy nhiên, tại các ống nghiệm 4 và 5, màu sắc dung dịch trong môi trường nước thủy cực có sự sai lệch so với hai môi trường còn lại.

Cụ thể, trong môi trường nước cất và môi trường nước thủy cực đã điều chỉnh pH, dung dịch tại ống nghiệm 4 có màu đỏ và tại ống nghiệm 5 có màu cam, trong khi đó ở môi trường nước thủy cực chưa điều chỉnh, cả hai ống nghiệm 4 và 5 đều có màu vàng. Điều này cho thấy khi sử dụng nước thủy cực chưa điều chỉnh, khoảng pH chuyển màu của chỉ thị *Methyl đỏ* không phù hợp với khoảng pH chuyển màu quan sát được khi sử dụng nước cất.

Khi pH của nước thủy cực được điều chỉnh về gần với pH của nước cất, khoảng pH chuyển màu của chỉ thị *Methyl đỏ* quan sát được trở nên tương đồng với kết quả thu được trong môi trường nước cất. Kết quả này cho thấy giá trị pH của dung môi có ảnh hưởng đáng kể đến khoảng pH chuyển màu của chỉ thị *Methyl đỏ* trong phương pháp xác định pH bằng so màu.

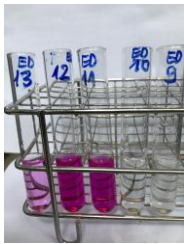
Điều kiện	Màu <i>Methyl đỏ</i> : ống 4 đỏ, ống 5 cam	Màu <i>Methyl đỏ</i> : ống 4 vàng, ống 5 vàng
-----------	--	---

M1	20	0
M2	0	20
M3	20	0

Kết quả cho thấy nước thủy cục chưa chỉnh pH cho phản ứng màu *Methyl đỏ* ống 4, ống 5 hoàn toàn khác so với nước cất (0% tương đồng). Sau khi điều chỉnh pH, nước thủy cục cho phản ứng màu *Methyl đỏ* ống 4, ống 5 hoàn toàn tương đồng với nước cất (100% tương đồng). Kiểm định McNemar (Tuấn, N. V, 2014). cho thấy sự thay đổi này có ý nghĩa thống kê ($\chi^2 = 20$, $p < 0,001$), chứng minh rằng việc điều chỉnh pH giúp nước thủy cục trở nên tương đồng với nước cất trong quan sát màu chỉ thị *Methyl đỏ*.

So sánh thang màu đo pH của dung dịch base trong các ống nghiệm khi dùng nước cất, nước thủy cục và nước thủy cục đã chỉnh pH

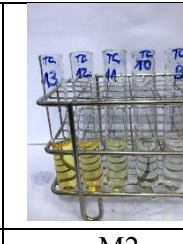
Ống 1	Ống 2	Ống 3	Ống 4	Ống 5
-------	-------	-------	-------	-------



M1	M2	M3
----	----	----

Mỗi ống có 5ml dung dịch NaOH nồng độ như bảng 7 và 2 giọt chỉ thị *Phenolphthalein*

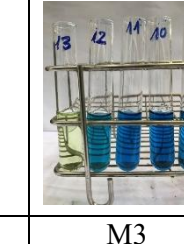
Ống 1	Ống 2	Ống 3	Ống 4	Ống 5
-------	-------	-------	-------	-------



M1	M2	M3
----	----	----

Mỗi ống có 5ml dung dịch NaOH nồng độ như bảng 7 và 2 giọt chỉ thị *Alizarin vàng*

Ống 1	Ống 2	Ống 3	Ống 4	Ống 5
-------	-------	-------	-------	-------



M1	M2	M3
----	----	----

Mỗi ống có 5ml dung dịch NaOH nồng độ như bảng 7 và 2 giọt chỉ thị *Indigo Carmine*

Nhận xét: Màu sắc dung dịch trong các ống nghiệm của thang màu base, từ vị trí 1 đến 5, khi sử dụng nước cất là tương đồng với màu sắc quan sát được trong các ống nghiệm tương ứng khi sử dụng nước thủy cục và nước thủy cục đã được điều chỉnh pH. Kết quả thí nghiệm cho thấy các chỉ thị *Phenolphthalein*, *Alizarin vàng* và *Indigo Carmine* có khoảng pH chuyển màu phù hợp và ổn định trong cả ba môi trường: nước cất, nước thủy cục và nước thủy cục đã điều chỉnh pH.

3. Phân tích kết quả đo pH dung dịch HCl pha bằng nước cất, nước thủy cục trước và sau khi chỉnh pH

Bảng 9. Kết quả đo pH dung dịch HCl pha bằng nước cất, nước thủy cục trước và sau khi chỉnh pH

Ống số; [HCl]	Kiểm tra pH dung dịch HCl theo thứ tự				
	1; 10 ⁻¹ M	2; 10 ⁻² M	3; 10 ⁻³ M	4; 10 ⁻⁴ M	5; 10 ⁻⁵ M
pH lý thuyết	1	2	3	4	5
M1	1,03	1,90	3,03	4,02	5,70
M2	1,08	2,04	3,35	7,27	7,41
M3	1,02	2,01	3,02	4,48	5,76

4. Thảo luận kết quả nghiên cứu

Theo lý thuyết, chỉ thị *Methyl đỏ* có màu đỏ trong môi trường có pH < 4,4 và có màu vàng trong môi trường có pH > 6,2; trong khoảng pH từ 4,4 đến 6,2, màu sắc của chỉ thị chuyển dần từ đỏ sang vàng (Bảng 1).

Khi sử dụng nước thủy cục để pha chế các dung dịch thí nghiệm, giá trị pH đo được lần lượt tại các ống nghiệm là: ống 1 (pH = 1,08), ống 2 (pH = 2,04), ống 3 (pH = 3,35), ống 4 (pH = 7,27) và ống 5 (pH = 7,41) (Bảng 9). Do pH tại các ống nghiệm 4 và 5 lớn hơn 6,2 nên dung dịch thu được có màu vàng, phù hợp với khoảng chuyển màu của chỉ thị *Methyl đỏ* theo lý thuyết.

Trong khi đó, khi sử dụng nước thủy cục đã được điều chỉnh pH bằng dung dịch HCl để pha chế, các giá trị pH đo được tương ứng là: ống 1 (pH = 1,02), ống 2 (pH = 2,01), ống 3 (pH = 3,02), ống 4 (pH = 4,48) và ống 5 (pH = 5,76) (Bảng 9). Với các giá trị pH này, đặc biệt

tại ống 4 và 5 nằm trong khoảng chuyển màu của chỉ thị theo lý thuyết ống 4 ($\text{pH} = 4$), và ống 5 ($\text{pH} = 5$), màu sắc dung dịch quan sát được phù hợp với thang màu chuẩn của *Methyl đỏ* (Bảng 1) (Hoài, Đ. V, 2022; Dung, N. T, 2017; Sabnis, R. W, 2008).

20 mẫu nước thủy cục được lấy trực tiếp từ vòi nước phòng thí nghiệm (500 ml), không qua xử lý, và được đo pH trong các ngày khác nhau. Kết quả thu được dao động từ 7,49 đến 7,80 phù hợp với quy chuẩn kỹ thuật về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt (Bộ Y tế, 2024, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, 1989; World Health Organization, 2017).

Giá trị pH của nước cất và nước thủy cục sau khi điều chỉnh bằng HCl 0,1N vẫn có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê. Tuy nhiên, pH nước thủy cục sau khi điều chỉnh bằng HCl 0,1N vẫn nằm trong khoảng pH cho phép của nước cất (5,5-6,5) (Bộ Y tế, 1989; Enviroliteracy Team, 2025; Biology Insights, 2026). Do đó nước thủy cục sau khi điều chỉnh bằng HCl 0,1N tạo điều kiện phản ứng tương tự nước cất, dẫn đến phản ứng màu quan sát được không có sự khác biệt.

Kết quả cũng cho thấy sau khi điều chỉnh pH, tỷ lệ phù hợp giữa nước cất và nước thủy cục tăng từ 0% lên 100%. Kiểm định McNemar cho thấy sự thay đổi này có ý nghĩa thống kê ($p < 0,01$), cho thấy sự cải thiện rõ rệt sau khi hiệu chỉnh pH. Điều này gợi ý rằng việc điều chỉnh pH có thể giúp nước thủy cục cho phản ứng màu tương đồng với nước cất, và có thể xem xét sử dụng thay thế trong thí nghiệm lập thang màu đo pH của dung dịch.

Từ các kết quả trên cho thấy sự khác biệt về màu sắc dung dịch trong thí nghiệm sử dụng nước cất và nước thủy cục chủ yếu xuất phát từ sự khác biệt về giá trị pH của môi trường dung môi. Khi pH của nước thủy cục được điều chỉnh về khoảng $\text{pH} \approx 6$, tương đương với khoảng pH của nước cất (5,5-6,5) (Bộ Y tế, 1989; Enviroliteracy Team, 2025; Biology Insights, 2026) sử dụng trong thí nghiệm, kết quả quan sát màu của chỉ thị *Methyl đỏ* trở nên tương đồng, đáp ứng yêu cầu của phương pháp xác định pH dung dịch bằng so màu.

KẾT LUẬN

Từ các kết quả nghiên cứu thu được, có thể nhận thấy rằng việc điều chỉnh pH của nước thủy cục về khoảng $\text{pH} \approx 6$, tương đương với khoảng pH của nước cất sử dụng trong thí nghiệm, cho phép có được kết quả quan sát màu của các chỉ thị pH phù hợp với thang màu chuẩn trong thí nghiệm lập thang màu xác định pH dung dịch.

Trong phạm vi nghiên cứu này, nước thủy cục sau khi được điều chỉnh pH cho thấy khả năng sử dụng thay thế nước cất trong một số thí nghiệm so màu pH cơ bản, đặc biệt trong điều kiện phòng thí nghiệm giảng dạy. Cách tiếp cận này góp phần giảm chi phí và công lao động trong việc chuẩn bị và vận chuyển nước cất, nhất là đối với các phòng thí nghiệm ở khu vực vùng sâu, vùng xa, nơi điều kiện cơ sở vật chất còn hạn chế.

Giới hạn nghiên cứu: nguồn nước thủy cục có thể thay đổi theo địa phương, thời điểm và thành phần ion hòa tan, vì vậy cần kiểm tra pH trước khi áp dụng.

Khuyến nghị: nước thủy cục sau khi chỉnh pH chỉ dùng trong phòng thí nghiệm để thay thế nước cất trong một số thí nghiệm so màu pH cơ bản phục vụ giảng dạy, không khái quát thay thế nước cất cho mọi phân tích hóa học yêu cầu độ tinh khiết cao.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Biology Insights. (2026). *Is distilled water acidic, alkaline, or neutral?* Truy cập ngày 15 tháng 4 năm 2026, từ <https://biologyinsights.com/is-distilled-water-acidic-alkaline-or-neutral/>
- Bộ Y tế. (1989). *Tiêu chuẩn nước cất TCVN 1989*. Truy cập ngày 7 tháng 2 năm 2025, từ <https://vietnamcleanroom.com/vi/post/tieu-chuan-nuoc-cat-1485.htm>
- Bộ Y tế. (2024). *Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước sạch sử dụng cho mục đích sinh hoạt* (QCVN 01-1:2024/BYT). Truy cập ngày 10 tháng 1 năm 2025, từ <https://scem.org.vn/vi/download/tieu-chuan/qcvn-01-1-2024-byt-quy-chuan-ky-thuat-quoc-gia-ve-chat-luong-nuoc-sach-su-dung-cho-muc-dich-sinh-hoat.html>
- Dung, N. T. (2017). *Hóa học phân tích: Phần III. Các phương pháp định lượng hóa học*. Nxb Giáo dục Việt Nam.

Enviroliteracy Team. (2025). *What makes distilled water acidic?* Truy cập ngày 12 tháng 4 năm 2026, từ <https://enviroliteracy.org/what-makes-distilled-water-acidic/>

Hoài, Đ. V. (2022). *Giáo trình giảng dạy đại học: Hóa học đại cương & hữu cơ*. Nxb Y học.

Sabnis, R. W. (2008). *Handbook of acid-base indicators*. CRC Press.

Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng. (1989). *Nước dùng để phân tích trong phòng thí*

nghiệm - Yêu cầu kỹ thuật và phương pháp thử (TCVN 4851:1989 / ISO 3696:1987). Nxb Tiêu chuẩn.

Tuấn, N. V. (2014). *Phân tích dữ liệu với R: Thống kê và ứng dụng*. Nxb Tổng hợp Thành phố Hồ Chí Minh.

World Health Organization. (2017). *Guidelines for drinking-water quality* (4th ed.). World Health Organization.