

TÊN CHUYÊN ĐỀ

Mét vụI kinh nghiÖm khi gi¶i lo¹i b¶i tËp t×m ®é ch¹nh
löch mÆt tho,ng trong hai nh,nh cña b×nh th¶ng nhau

A. ĐẶT VẤN ĐỀ:

Trong chương trình vật lý THCS. Vấn đề áp suất chất lỏng là một trong những vấn đề quan trọng của chương trình; trong vấn đề áp suất chất lỏng, phần kiến thức về bình thông nhau là một phần cơ bản và quan trọng; đó là một chuyên đề trong chương trình giảng dạy nâng cao hay bồi dưỡng học sinh giỏi bậc học THCS. Theo tôi chuyên đề về bình thông nhau là một chuyên đề hay và khó. Những bài tập về bình thông nhau luôn là một số công cụ tốt để rèn luyện trí thông minh, tư duy sáng tạo và khả năng liên hệ thực tế. Vì vậy, dạng bài tập về bình thông nhau luôn được các cuộc thi học sinh giỏi cấp huyện, cấp tỉnh, cấp quốc gia và các kỳ thi tuyển vào các trường chuyên THPT quan tâm.

Loại bài tập về bình thông nhau lại được ít đề cập trong sách giáo khoa lớp 8 nên vốn kiến thức hiểu biết của các em học sinh còn rất hạn chế. Vì vậy nên các em rất ngại giải loại bài tập này; thường tỏ ra lúng túng, mắc sai lầm và thậm chí không giải được bài tập.

B. GIẢI QUYẾT VẤN ĐỀ:

1. Hệ thống những kiến thức cơ bản có liên quan đến dạng bài tập:

1/ áp suất: áp suất là độ lớn của áp lực lên một đơn vị diện tích bị ép.

Công thức tính áp suất: $p = \frac{F}{S}$

Trong đó: F: Là áp lực (N)

S: Diện tích bị ép (m^2)

p: áp suất (N/m^2 hoặc pa)

2/ áp suất do cột chất lỏng gây ra tại một điểm cách mặt chất lỏng một đoạn h: $p = d.h = 10D.h$

Với h: Khoảng cách từ điểm tính áp suất đến mặt chất lỏng (m)

d, D: Trọng lượng riêng (N/m^3), khối lượng riêng (kg/m^3)

p : áp suất do cột chất lỏng gây ra (N/m^2)

3/ áp suất tại một điểm trong lòng chất lỏng: $p = p_o + d.h$

Với: p_o : áp suất khí quyển (N/m^2)

$d.h$: áp suất do cột chất lỏng gây ra

p : áp suất tại điểm cần tính.

4/ Các điểm trong lòng chất lỏng trên cùng mặt phẳng nằm ngang có áp suất bằng nhau.

5/ Bình thông nhau:

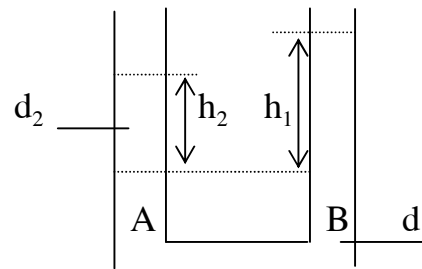
+ Bình thông nhau chứa cùng một chất lỏng đứng yên, mực chất lỏng ở hai nhánh luôn bằng nhau.

+ Bình thông nhau chứa nhiều chất lỏng khác nhau đứng yên, mực mặt thoáng không bằng nhau nhưng các điểm trên cùng một mặt phẳng nằm ngang có áp suất bằng nhau (Hình vẽ)

Ta có $p_A = p_o + d_2 \cdot h_2$

$p_B = p_o + d_1 \cdot h_1$

Và $p_A = p_B$



2. Những ứng dụng và những hiện tượng vật lý trong thực tế về nguyên tắc bình thông nhau:

2.1- ứng dụng của nguyên tắc bình thông nhau trong thực tế:

- Máy dùng chất lỏng
- Hệ thống dẫn nước máy trong thành phố, thị xã.
- Mạng lưới thủy nông.
- ống đo mực chất lỏng trong bình kín.
- Vòi phun nước.
- ống lấy thăng bằng trong xây dựng.
-

2.2- Một số hiện tượng vật lý liên quan đến dạng bài tập:

- Khi trộn 2 chất lỏng không hoà lẫn vào nhau thì chất lỏng nào có trọng lượng riêng nhỏ hơn thì ở phía trên, còn chất lỏng nào có trọng lượng riêng lớn hơn thì ở phía dưới.

- Khi ép xuống trên hai mặt chất lỏng của hai nhánh trong bình thông hai lực khác nhau thì hai mặt thoáng của hai nhánh sẽ chênh lệch nhau.

3. Giải một số bài tập mẫu:

Trong khuôn khổ bài viết này, tôi muốn đưa ra một số ví dụ thể hiện hệ thống bài tập và hướng dẫn học sinh giải tìm độ chênh lệch mực chất lỏng trong hai nhánh của bình thông nhau.

3.1- Ví dụ 1: Một bình thông nhau hình chữ U chứa một chất lỏng có trọng lượng riêng d_0 .

a) Người ta đổ vào nhánh trái một chất lỏng khác có trọng lượng riêng $d > d_0$ với chiều cao h . Tìm độ chênh lệch giữa hai mực chất lỏng trong hai nhánh (các chất lỏng không hoà lẫn vào nhau).

b) Để mực chất lỏng trong hai nhánh bằng nhau, người ta đổ vào nhánh phải một chất lỏng khác có trọng lượng riêng d' . Tìm độ cao của cột chất lỏng này. Giải tất cả các trường hợp và rút ra kết luận.

Giải:

a) áp suất tại hai điểm A và B bằng nhau

(do cùng độ cao) với:

$$p_A = p_0 + d.h \quad (p_0 \text{ là áp suất khí quyển})$$

$$p_B = p_0 + d_0.h_2$$

$$\text{Từ đó: } p_0 + d.h = p_0 + d_0.h_2$$

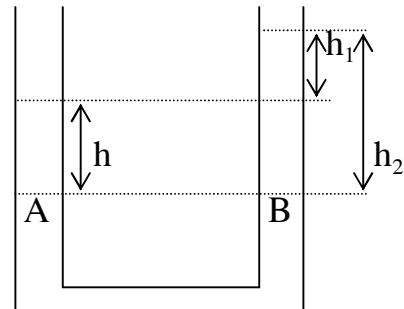
$$\text{Hay: } d.h = d_0.h_2$$

Gọi h_1 là độ chênh lệch giữa hai mực chất

lỏng trong hai nhánh, ta có: $h_1 + h = h_2$

Thay vào phương trình trên ta được: $d.h = d_0 (h_1 + h) = d_0.h_1 + d_0.h$

$$\text{Suy ra: } h_1 = \frac{d - d_0}{d_0} . h$$



b) +) Trường hợp $d' < d_0$:

Hoàn toàn tương tự như trên, do $p_A = p_B$

$$\text{Nên } d \cdot h + d_0 \cdot h_0 = d' \cdot h'$$

Mặt khác: $h + h_0 = h'$, suy ra $h_0 = h' - h$

Thay vào ta được: $d \cdot h + d_0(h' - h) = d' \cdot h'$

$$\text{Từ đó: } h' = \frac{d - d_0}{d' - d_0} \cdot h$$

Do $d > d_0$ và $d' < d_0$ nên $h' < 0$, bài toán không cho kết quả. Vậy d' phải lớn hơn d_0 , lúc đó

$$h' = \frac{d - d_0}{d' - d_0} \cdot h$$

+) Trường hợp $d' > d$:

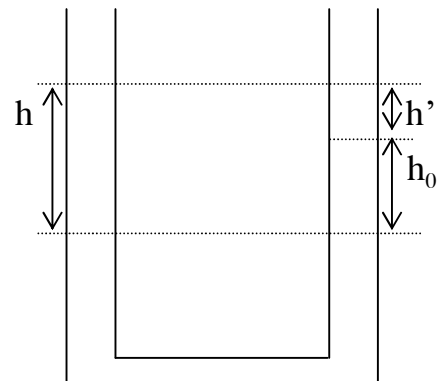
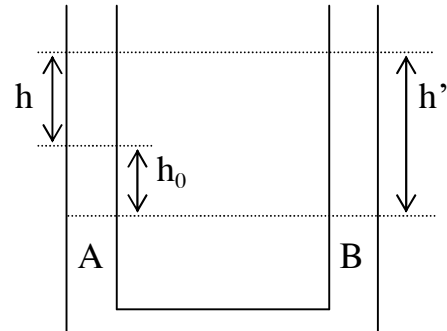
Tương tự ta có: $d \cdot h = d' \cdot h' + d_0 \cdot h_0$

Mặt khác: $h = h' + h_0$ suy ra $h_0 = h - h'$

Thay vào trên ta được:

$$d \cdot h = d' \cdot h' + d_0 \cdot (h - h')$$

Suy ra $h' = \frac{d - d_0}{d' - d_0} \cdot h > 0$ (nhận được)



Tóm lại:

+) Nếu $d' < d_0$: Bài toán không cho kết quả

+) Nếu $d_0 < d' < d$ hoặc $d' > d$: Bài toán cho kết quả: $h' = \frac{d - d_0}{d' - d_0} \cdot h$

Đặc biệt, nếu $d' = d$ lúc đó $h' = h$

Cần lưu ý rằng, p_0 không ảnh hưởng đến kết quả bài toán và để đơn giản có thể không cần tính thêm đại lượng này.

3.2- Ví dụ 2: Trong một ống chữ U có chứa thủy ngân. Người ta đổ một cột nước cao $h_1 = 0,8\text{m}$ vào nhánh phải, đổ một cột dầu cao $h_2 = 0,4\text{m}$ vào nhánh trái. Tính độ chênh lệch mức thủy ngân ở hai nhánh, cho trọng lượng riêng của nước, dầu và thủy ngân lần lượt là $d_1 = 10000 \text{ N/m}^3$, $d_2 = 8000 \text{ N/m}^3$ và $d_3 = 136000 \text{ N/m}^3$.

Giải:

Gọi độ chênh lệch mức thủy ngân ở hai nhánh

là h.

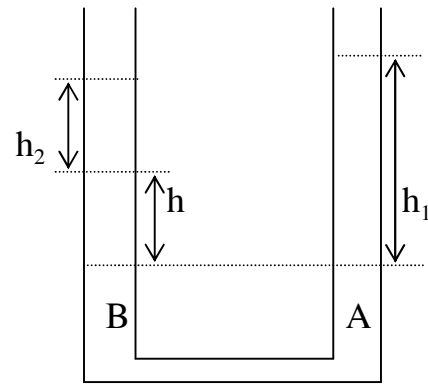
Ta có: $p_A = d_1 \cdot h_1$

$P_B = d_3 \cdot h + d_2 \cdot h_2$

Do $p_A = p_B$ nên $d_1 \cdot h_1 = d_3 \cdot h + d_2 \cdot h_2$

$\Leftrightarrow d_3 \cdot h = d_1 \cdot h_1 - d_2 \cdot h_2$

$\Leftrightarrow h = \frac{d_1 \cdot h_1 - d_2 \cdot h_2}{d_3}$

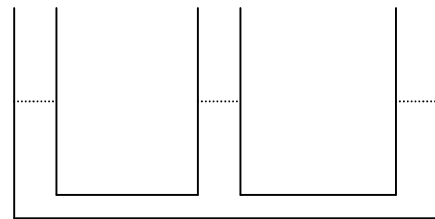


Thay số với: $d_1 = 10000 \text{ N/m}^3$, $d_2 = 8000 \text{ N/m}^3$, $d_3 = 136000 \text{ N/m}^3$, $h_1 = 0,8\text{m}$ và $h_2 = 0,4\text{m}$.

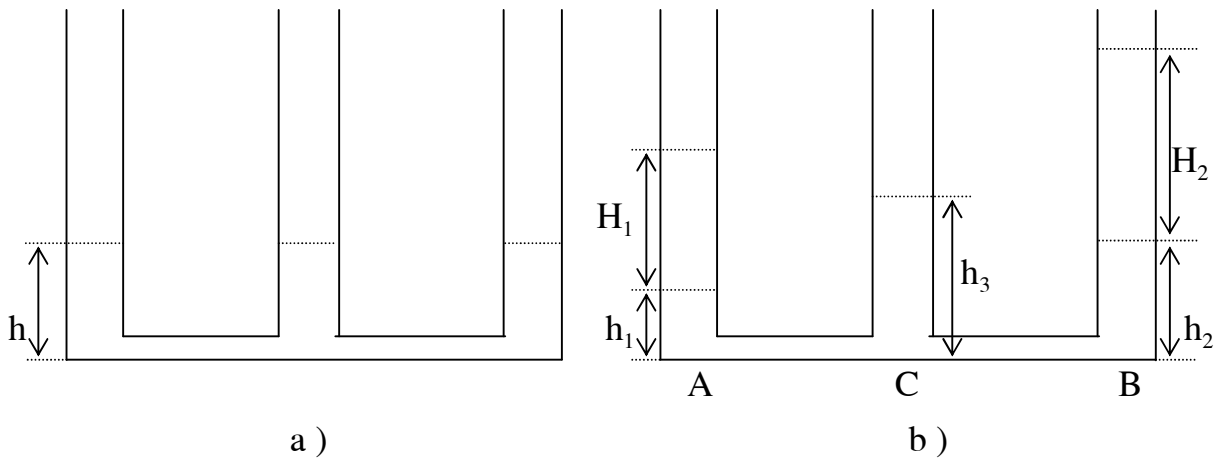
Ta có: $h = \frac{10000 \cdot 0,8 - 8000 \cdot 0,4}{136000} \approx 0,035\text{m}$

3.3- Ví dụ 3: Ba ống giống nhau và thông đáy chứa nước chưa đầy (hình vẽ bên).

Đổ vào ống bên trái một cột dầu cao $H_1 = 20\text{cm}$ và đổ vào ống bên phải một cột dầu cao $H_2 = 25\text{cm}$. Hỏi mực nước ở ống giữa sẽ dâng lên cao bao nhiêu? Cho biết trọng lượng riêng của nước $d_1 = 10000\text{N/m}^3$, của dầu $d_2 = 8000\text{N/m}^3$.



Giải: Ta có hình vẽ:



Từ hình vẽ, ta có: $p_A = h_1 \cdot d_1 + H_1 \cdot d_2$

$P_B = h_2 \cdot d_1 + H_2 \cdot d_2$

$$P_C = h_3 \cdot d_1$$

$$\text{Do } p_A = p_C \text{ nên } h_1 \cdot d_1 + H_1 \cdot d_2 = h_3 \cdot d_1 \quad (1)$$

$$\text{Và } p_B = p_C \text{ nên } h_2 \cdot d_1 + H_2 \cdot d_2 = h_3 \cdot d_1 \quad (2)$$

$$\text{Ta có } V_{\text{nước}} \text{ không đổi nên } h_1 + h_2 + h_3 = 3h \quad (3)$$

$$\text{Từ (1) suy ra } h_1 = h_3 - H_1 \cdot \frac{d_2}{d_1}$$

$$\text{Từ (2) suy ra } h_2 = h_3 - H_2 \cdot \frac{d_2}{d_1}$$

$$\text{Thay vào (3) ta có: } h_3 - H_1 \cdot \frac{d_2}{d_1} + h_3 - H_2 \cdot \frac{d_2}{d_1} + h_3 = 3 \cdot h$$

$$\Leftrightarrow 3 \cdot h_3 - 3 \cdot h = (H_1 + H_2) \cdot \frac{d_2}{d_1}$$

$$\text{Nước ở ống giữa sẽ dâng lên } h_3 - h = (H_1 + H_2) \cdot \frac{d_2}{3 \cdot d_1}$$

$$\text{Thay số với } H_1 = 20\text{cm} = 0,2\text{m}, H_2 = 25\text{cm} = 0,25\text{m}, d_1 = 10000 \text{ N/m}^3$$

và $d_2 = 8000 \text{ N/m}^3$ ta có:

$$h_3 - h = (0,2 + 0,25) \cdot \frac{8000}{3 \cdot 10000} = 0,12\text{m} = 12\text{cm}$$

3.4- Ví dụ 4: Hai xy lanh có tiết diện S_1 và S_2 , đáy thông với nhau và có chứa nước.

Trên mặt nước có đặt các pittông mỏng, khối

lượng khác nhau và do đó mặt nước ở hai

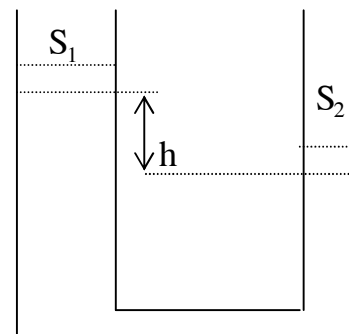
bên chênh nhau một đoạn h .

a. Tìm trọng lượng vật cần đặt lên pittông

lớn để mực nước ở hai bên ngang nhau.

b. Nếu vật đặt lên pittông nhỏ thì mực

nước ở hai bên chênh nhau một đoạn H bao nhiêu?



Giải:

a. Chọn điểm tính áp suất là điểm A ở mặt dưới của pittông nhỏ.

Khi không có vật nặng, ta có:

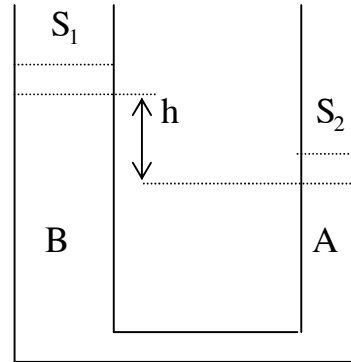
$$p_A = \frac{P_2}{S_2} \quad (P_2 \text{ là trọng lượng của pittông 2})$$

Và $p_B = p_1 + \frac{P_1}{S_1}$ (P_1 là trọng lượng của pittông 1)

(Với B là điểm trong xylanh S_1 và trên cùng mặt phẳng nằm ngang với điểm A)

$$\text{Do } p_A = p_B \text{ nên } \frac{P_2}{S_2} = p_1 + \frac{P_1}{S_1}$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{S_2} = d.h + \frac{P_1}{S_1} \quad (1)$$



(d là trọng lượng riêng của nước)

Khi có vật nặng P đặt lên pittông lớn thì mực nước hai bên ngang nhau nên:

$$\frac{P_2}{S_2} = \frac{P_1 + P}{S_1} = \frac{P_1}{S_1} + \frac{P}{S_1} \quad (2)$$

Từ (1) và (2) ta có: $d.h + \frac{P_1}{S_1} = \frac{P_1}{S_1} + \frac{P}{S_1} \Rightarrow d.h = \frac{P}{S_1} \Rightarrow P = d.h.S_1$

b. Tương tự, khi vật nặng ở trên pittông nhỏ , lúc đó:

$$\frac{P_2}{S_2} + \frac{P}{S_2} = \frac{P_1}{S_1} + d.H \quad (3)$$

Thay $P = d.h.S_1$ và $\frac{P_2}{S_2} = d.h + \frac{P_1}{S_1}$ vào (3) ta có:

$$d.h + \frac{P_1}{S_1} + \frac{d.h.S_1}{S_2} = \frac{P_1}{S_1} + d.H \Rightarrow d.h + \frac{d.h.S_1}{S_2} = d.H$$

$$\text{Suy ra } H = \left(1 + \frac{S_1}{S_2} \right).h$$

3.5- Ví dụ 5: Hai nhánh của một bình thông nhau đều có dạng hình trụ thẳng đứng. Bình chứa thủy ngân và nước. Mực nước ở hai nhánh là như nhau. Hỏi mực nước còn ngang nhau không nếu ta thả một mẫu gỗ vào nhánh này và rót một lượng nước cùng khối lượng như mẫu gỗ vào nhánh kia. Xét trường hợp tiết diện hai nhánh như nhau và trường hợp tiết diện hai nhánh khác nhau k lần.

Giải:

- Trước hết ta thấy rằng ban đầu mực nước hai nhánh ngang nhau thì chiều cao hai cột nước cũng như nhau

- Gọi V_{n1} và V_{n2} là các thể tích ban đầu,

thì cột nước cả hai nhánh đều có chiều cao:

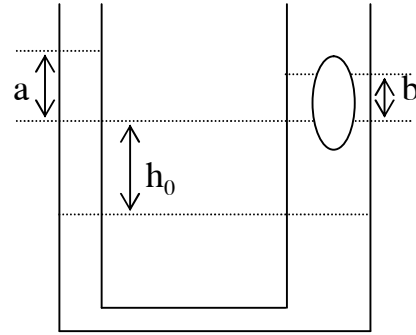
$$h_0 = \frac{V_{n1}}{S_1} = \frac{V_{n2}}{S_2} \quad (1)$$

Khi rót nước vào nhánh I, thể tích nước tăng

$$V_{CC1} = \frac{m}{D_n}$$

Do đó, cột nước mới là:

$$h_1 = \frac{V_{n1} + V_{CC1}}{S_1} = h_0 + \frac{V_{CC1}}{S_1}$$



Thả gỗ cùng khối lượng m vào nhánh II, thể tích nước bị chiếm chỗ, tùy theo tỷ khối của gỗ, ta phân biệt hai trường hợp:

1) Trường hợp I: $d_{gỗ} \leq d_n$, Khi đó khối gỗ nổi hoặc chìm lơ lửng chỉ trong nước hoặc cả trong nước lẫn trong thủy ngân, một phần trong không khí.

a. Trước hết ta xét trường hợp gỗ chỉ nằm trong nước.

Khi đó:

$$V_{CC2} = \frac{P_{gỗ}}{d_n} = \frac{m_{gỗ} \cdot 10}{D_n \cdot 10} = \frac{m}{D_n} = V_{CC1}$$

Độ cao của cột nước trong nhánh II:

$$h_2 = \frac{V_{n2} + V_{CC2}}{S_2} = h_0 + \frac{V_{CC1}}{S_2}$$

Nếu $S_2 = S_1$ thì $h_2 = h_1$. Mực nước ở hai nhánh vẫn ngang nhau.

Nếu $S_2 \neq S_1$ thì $h_2 \neq h_1$, mực nước ở hai nhánh không thể ngang nhau (do đó mức thủy ngân ở hai nhánh cũng không còn ngang nhau).

b. Nếu gỗ nằm một phần trong thủy ngân do lượng nước ở hai nhánh không đủ nhiều, thì V_{CC2} được phân thành hai phần V_{CCn} trong nước và V_{CC1} trong thủy ngân. Trong đó $V_{CCn} \leq V_{CC2}$.

Độ cao cột nước trong nhánh II: $h_2 = \frac{V_{n2} + V_{CCn}}{S_2} = h_0 + \frac{V_{CCn}}{S_2}$

Nếu $S_2 < S_1$ và thỏa mãn điều kiện $\frac{S_2}{S_1} = \frac{V_{CCn}}{V_{CC1}}$ tức là $\frac{V_{CCn}}{S_2} = \frac{V_{CC1}}{S_1}$ thì $h_2 = h_1$, mực nước

hai nhánh vẫn cao bằng nhau.

2) **Trường hợp 2:** $d_{g\ddot{o}} > d_n$; chắc chắn gỗ vừa ngập trong thủy ngân, trong nước và cả một phần trong không khí. Tương tự như trường hợp 1b, mực nước hai nhánh chỉ có thể bằng nhau nếu $S_2 < S_1$ và thoả mãn điều kiện $\frac{S_2}{S_1} = \frac{V_{CCn}}{V_{CC1}}$.

C. KẾT LUẬN:

Bài tập về bình thông nhau là loại bài tập hay, có nhiều dạng bài tập. Nhưng dạng bài tập tìm tìm độ chênh lệch mặt thoáng của hai nhánh là dạng được sử dụng nhiều, là một công cụ tốt để rèn nhiều kỹ năng vật lý

Trên đây là một vài kinh nghiệm của tôi khi giải loại bài tập tìm tìm độ chênh lệch mặt thoáng của hai nhánh trong bình thông nhau. Nhờ áp dụng kinh nghiệm này mà tôi đã giúp học sinh giải quyết được vướng mắc cơ bản và khá phổ biến của đa số học sinh trước những bài tập về bình thông nhau dạng này là cơ sở lí thuyết, bản chất vật lý, các hiện tượng thực tế liên quan đến áp suất chất lỏng và bình thông nhau và phương pháp giải chúng. Vì thế học sinh của tôi đã thực hiện giải được các bài tập dạng này một cách dễ dàng và nhẹ nhàng hơn. Các em thấy tự tin và hứng thú hơn trong các giờ luyện tập giải toán. Kiến thức về giải toán cũng như khả năng tư duy của học sinh do tôi phụ trách ngày càng được nâng cao.

Đây là loại bài tập hay; theo tôi các cấp chuyên môn cần có kế hoạch tổ chức các chuyên đề về phương pháp giải bài tập về áp suất chất lỏng nói chung và bình thông nhau nói riêng cho các giáo viên dạy vật lý ở trường THCS để giáo viên học hỏi thêm kinh nghiệm giảng dạy tốt hơn

Do thời gian giảng dạy tại trường THCS chưa nhiều, chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong sự góp ý của các bạn đồng nghiệp, của quý cấp chuyên môn để bản thân tham khảo không ngừng học tập nâng cao trình độ chuyên môn.

Xin chân thành cảm ơn!

