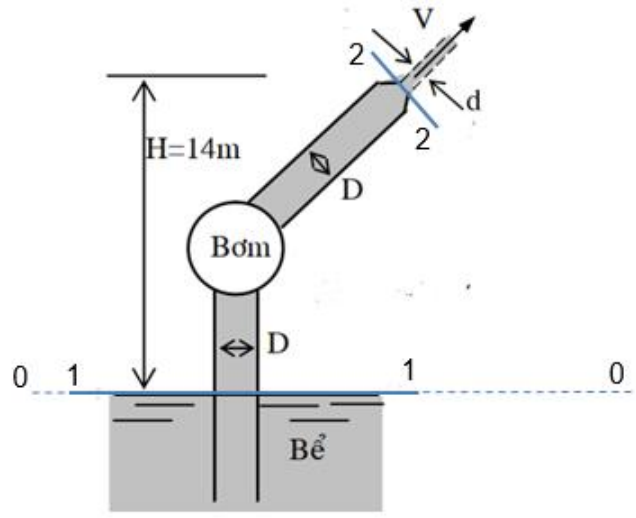


**CÂU 1:** (2 điểm)

| Ý   | Nội Dung  | Điểm     |
|-----|---|----------|
| 1.1 | <b>Khái niệm:</b> Xâm thực xảy ra khi áp suất tại cửa vào bánh công tác giảm xuống dưới áp suất hơi bão hòa của chất lỏng ở nhiệt độ làm việc. Khi đó, chất lỏng sôi cục bộ và hình thành các bọt hơi. Khi bọt hơi di chuyển vào vùng áp suất cao hơn, chúng vỡ đột ngột tạo ra áp suất cục bộ cực lớn (có thể lên đến hàng nghìn atm), gây ra các tác hại nghiêm trọng.  | 0,5 điểm |
| 1.2 | <b>Nguyên nhân:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chiều cao hút quá lớn vượt quá giới hạn cho phép;</li> <li>- Tốc độ dòng chảy trong ống hút quá cao;</li> <li>- Nhiệt độ chất lỏng bơm cao làm tăng áp suất hơi bão hòa;</li> <li>- Tổn thất thủy lực trên đường ống hút lớn (van, co, cút...);</li> <li>- Vận hành bơm ngoài vùng lưu lượng thiết kế.</li> </ul>  | 0,5 điểm |
| 1.3 | <b>Hậu quả:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiếng ồn lớn, rung động mạnh khi vận hành;</li> <li>- Xói mòn và rỉ bề mặt cánh bơm, thân bơm (do ăn mòn cơ học);</li> <li>- Lưu lượng và cột nước giảm đột ngột;</li> <li>- Hiệu suất bơm giảm rõ rệt;</li> <li>- Tuổi thọ máy bơm rút ngắn, hư hỏng kết cấu nếu kéo dài.</li> </ul>  | 0,5 điểm |
| 1.4 | <b>Biện pháp phòng ngừa:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Giảm chiều cao hút: lắp đặt bơm ở vị trí thấp hơn mực nước nguồn;</li> <li>- Tăng đường kính ống hút để giảm vận tốc dòng chảy;</li> <li>- Giảm thiểu các phụ kiện gây tổn thất cục bộ trên đường ống hút;</li> <li>- Chọn máy bơm có trị số NPSH (Net Positive Suction Head) phù hợp với điều kiện lắp đặt;</li> <li>- Không vận hành bơm ở lưu lượng quá nhỏ hoặc quá lớn so với điểm thiết kế;</li> <li>- Kiểm tra và bảo trì đường ống hút định kỳ để tránh rò rỉ không khí.</li> </ul> | 0,5 điểm |

**CÂU 2:** (4 điểm)

| Ý          | Nội Dung  | Điểm            |
|------------|---|-----------------|
| <b>2.1</b> | <b>Xác định lưu lượng và vận tốc nước chảy trong ống hút</b>  | <b>1,0 điểm</b> |
| 2.1.1      | Lưu lượng chảy trong ống hút<br>$Q = V \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 30 \cdot \frac{\pi 0,05^2}{4} = 0,059 (m^3 / s)$   | 0,5 điểm        |
| 2.1.2      | Vận tốc nước chảy trong ống hút là:<br>$V_{ong\ hut} = \frac{4Q}{\pi D_{ong\ hut}^2} = \frac{4 \cdot 0,059}{\pi 0,1^2} = 7,516 (m / s)$   | 0,5 điểm        |
| <b>2.2</b> | <b>Tính mất năng dọc đường và mất năng cục bộ trong đường ống hút và ống đẩy.</b>   | <b>1,0 điểm</b> |
| 2.2.1      | Mất năng dọc đường trên đường ống hút và ống đẩy của hệ thống bơm là:<br>$\sum h_d = h_{day} + h_{hut} = \lambda \frac{L_{ong\ day}}{D_{ong\ day}} \frac{V_{ong\ day}^2}{2g} + \lambda \frac{L_{ong\ hut}}{D_{ong\ hut}} \frac{V_{ong\ hut}^2}{2g} \quad (1)$ | 0,5 điểm        |

|            |   |               |
|------------|---|---------------|
|            | <p>Trong phương trình 1 vì <math>D_{ong\ day} = D_{ong\ hut} = 10\ cm = 0,1\ m \rightarrow</math><br/> <math>V_{ong\ day} = V_{ong\ hut} = 7,516\ (m/s)</math> thay vào phương trình (1) ta được:</p> $\sum h_d = h_{day} + h_{hut} = 0,03 \cdot \frac{5}{0,1} \cdot \frac{7,516^2}{2 \cdot 9,81} + 0,03 \cdot \frac{10}{0,1} \cdot \frac{7,516^2}{2 \cdot 9,81} = 12,957\ (m)$   |               |
| 2.2.2      | <p>Mất năng cục bộ trên đường ống hút và ống đẩy của hệ thống bơm là:</p> $\sum h_c = h_{c_1} + h_{c_2} = \xi_1 \frac{V_{ong\ hut}^2}{2g} + \xi_2 \frac{V_{ong\ day}^2}{2g} \quad (2)$ <p>Trong phương trình 2 ta có: <math>\xi_1 = 0,5; \xi_2 = 0,7</math> thay các giá trị vào phương trình 2 ta được:</p> $\sum h_c = h_{c_1} + h_{c_2} = (\xi_1 + \xi_2) \frac{V_{ong\ day}^2}{2g} = (0,5 + 0,7) \frac{7,516^2}{2 \cdot 9,81} = 3,455\ (m)$ | 0,5 điểm      |
| <b>2.3</b> | <b>Tính công suất của máy bơm</b>   | <b>2 điểm</b> |
| 2.3.1      |  <p style="text-align: center;">Hình vẽ</p>   | 0,5 điểm      |
| 2.3.2      | <p>B1: Chọn mặt cắt 1-1 và 2-2 vuông góc với dòng chảy như hình vẽ;<br/>         B2: Chọn mặt chuẩn 0-0 nằm ngang trùng với mặt cắt 1-1;<br/>         B3: Viết phương trình Bernoulli cho 2 mặt cắt 1-1 và 2-2 so với mặt chuẩn 0-0, ta được:</p> $Z_1 + \frac{p_{1du}}{\gamma} + \frac{V_{ong\ hut}^2}{2g} + H_{Bom} = Z_2 + \frac{p_{2du}}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} + \sum h_d + \sum h_c \quad (3)$  | 0,5 điểm      |
|            | <p>trong đó: <math>p_{1du} = p_{2du} = 0</math> vì 2 mặt cắt 1-1 và 2-2 có nước tiếp xúc với không khí; <math>Z_1 = 0; Z_2 = 14\ m; V_{ong\ hut} = 7,516\ (m/s); V = 30\ (m/s); \sum h_d = 12,957\ (m)</math> và <math>\sum h_c = 3,455\ (m)</math>, thay tất cả vào phương trình (3) ta được:</p> $0 + 0 + H_{Bom} = 14 + 0 + \frac{30^2}{2 \cdot 9,81} - \frac{7,516^2}{2 \cdot 9,81} + 12,957 + 3,455 \rightarrow H_{Bom} = 73,416\ (m)$     | 0,5 điểm      |
| 2.3.3      | <p>Tính công suất máy bơm:<br/>         Với Cột nước của máy bơm là <math>H_{Bom} = 73,416\ (m)</math> và lưu lượng cần bơm là <math>Q = 0,059\ (m^3/s)</math>, vậy công suất của máy bơm là:</p> $N = \frac{P_{hi}}{\eta} = \frac{\rho g Q H_{Bom}}{\eta} = \frac{1000 \times 9,81 \times 0,059 \times 73,416}{0,94} = 45204\ (W) = 45,204\ (kW)$  | 0,5 điểm      |

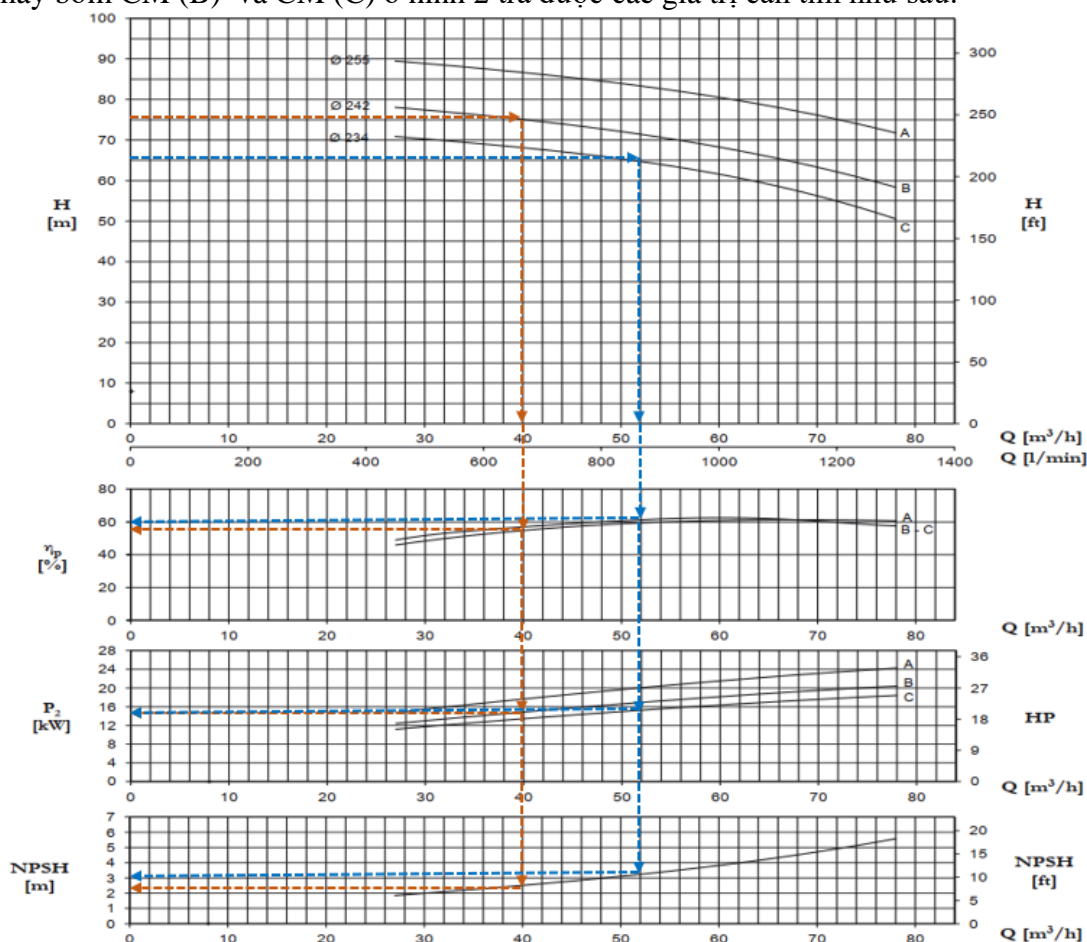
**CÂU 3:** (4 điểm)

| Ý     | Nội Dung   | Điểm                    |
|-------|--|-------------------------|
| 3.1   | <p><b>Giải thích các đường quan hệ trên biểu đồ. Các đường quan hệ đó biểu thị các tính năng gì?</b></p>   | <p><b>1,0 điểm</b></p>  |
|       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Q \sim H</math> cho biết mối quan hệ giữa lưu lượng máy bơm và cột nước máy bơm. Lưu lượng càng tăng thì <math>H</math> càng giảm.</li> <li>• <math>Q - P</math> cho biết mối quan hệ giữa lưu lượng máy bơm và công suất máy bơm. Công suất yêu cầu của bơm tăng khi lưu lượng tăng.</li> <li>• <math>\eta</math> cho biết hiệu suất của máy bơm. Đối với máy bơm CM (A, B, C) trên đường quan hệ <math>Q - H</math> có hiệu suất lớn nhất trong khoảng <math>\eta = 61\%</math>.</li> <li>• NPSH viết tắt của Net Positive Suction Head, là một yếu tố quan trọng trong việc hoạt động của bơm. NPSH đo lường áp suất tối thiểu cần thiết tại cửa hút của bơm để đảm bảo bơm hoạt động hiệu quả, tránh tình trạng xâm thực gây hỏng hóc bơm.</li> </ul> |                         |
| 3.2   | <p><b>Nếu cột nước cần là <math>H=80m</math>, máy bơm CM (A) sẽ bơm được lưu lượng bằng bao nhiêu? Hiệu suất, công suất và NPSH bơm bằng bao nhiêu? Khi cột nước bơm yêu cầu là <math>H_{yc}=180m</math> và lưu lượng <math>Q_{yc}=27 m^3/h</math> nhưng bắt buộc vẫn sử dụng máy bơm CM (A), cách xử lý của Anh (chị) như thế nào? Giải thích. (1,5 điểm)</b></p>   | <p><b>1,5 điểm</b></p>  |
| 3.2.1 | <p>Khi cột nước bơm <math>H=80m</math>, tra bảng hình 2 ta thu được: <b>Lưu lượng <math>Q= 60 (m^3/h)</math> với Hiệu suất <math>\eta=60\%</math>, Công suất bơm là: <math>P=20.5 (kW)</math> và <math>NPSH=4,0 m</math></b></p>   | <p><b>0,75 điểm</b></p> |
| 3.2.2 | <p>Từ hình 2, đối với bơm CM (A) ta thấy khi lưu lượng <math>Q_{yc}=27 m^3/h</math> thì cột nước bơm chỉ đạt yêu cầu là <math>H = 90 m</math> mà cột nước yêu cầu của bài toán là <math>H_{yc}=180 m</math> gấp đôi so với cột nước của bơm, vì vậy đề xuất lắp thêm 1 bơm nối tiếp cùng số hiệu để đạt được cột nước yêu cầu là <math>180 m</math> mà lưu lượng vẫn đảm bảo <math>Q_{yc}=27 m^3/h</math>.</p>   | <p><b>0,75 điểm</b></p> |
| 3.3   | <p><b>Nếu cột nước cần là <math>H_1=75m</math> đối với máy bơm CM (B) thì <math>Q_1, \eta_1, P_1, NPSH_1</math>, bằng bao nhiêu? Đối với máy bơm CM (C) nếu cột nước yêu cầu lần lượt là</b></p>   | <p><b>1,5 điểm</b></p>  |

**H<sub>2</sub>=65m thì Q<sub>2</sub>, η<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>, NPSH<sub>2</sub> bằng bao nhiêu?**

3.3.1 Từ yêu cầu cột nước cần là H<sub>1</sub>=75m đối với máy bơm CM (B) và cột nước yêu cầu lần lượt là H<sub>2</sub>=20m đối với máy bơm CM (C) sử dụng biểu đồ các đường đặc tính máy bơm CM (B) và CM (C) ở hình 2 tra được các giá trị cần tìm như sau:

1,5 điểm



|                       | Q(m <sup>3</sup> /h) | P(kW) | η(%) | NPSH |
|-----------------------|----------------------|-------|------|------|
| <b>Máy bơm CM (B)</b> |                      |       |      |      |
| H <sub>1</sub> =75(m) | 40                   | 15    | 55   | 2,2  |
| <b>Máy bơm CM (C)</b> |                      |       |      |      |
| H <sub>3</sub> =65(m) | 52                   | 15    | 60   | 3,0  |

Ngày 16 tháng 4 năm 2026

**BM HTKTN**

| <b>Chuẩn đầu ra của học phần</b>   | <b>Nội dung kiểm tra</b> |
|--|--------------------------|
| [G 1.2]: Có kiến thức chuyên môn trong lĩnh vực trạm bơm.  | Câu 1                    |
| [G 2.3]: Có khả năng tính toán được các thông số kỹ thuật của bơm, trạm bơm.                                 | Câu 2                    |
| [G 2.4]: Có khả năng phân tích, đánh giá, lập luận và lựa chọn được các thông số kỹ thuật của bơm, trạm bơm. | Câu 3                    |