

CHUYÊN ĐỀ: NHIỆT HỌC
VẬT LÝ 9**PHÁT TRIỂN TƯ DUY VẬT LÝ**
KHÁ - GIỎI - CHUYÊN

LÍ THUYẾT CỐT LÕI	PHƯƠNG PHÁP GIẢI	BÀI TẬP PHÂN DẠNG	HƯỚNG DẪN CHI TIẾT
Hệ thống hóa theo từng dạng	Quy trình - biện luận - kiểm tra	Bài tự luận từ cơ bản đến nâng cao	Định hướng tư duy và lưu ý sai lầm

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	4
DẠNG 1: CÂN BẰNG NHIỆT - XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ NHIỆT.....	5
1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU	5
1.1. Nhiệt lượng, nhiệt dung và nhiệt dung riêng	5
1.2. Phương trình cân bằng nhiệt	5
1.3. Bài toán xác định nhiệt dung, nhiệt dung riêng và thành phần vật	5
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	5
3. BÀI TẬP VẬN DỤNG	6
♦ PT Bài 1: Cân bằng nhiệt và tính khối lượng nhiên liệu	6
♦ PT Bài 2: Xác định thành phần hợp kim qua cân bằng nhiệt	8
♦ PT Bài 3: Khảo sát quá trình trao đổi nhiệt trong bồn tắm gia đình	9
♦ PT Bài 4: Kiểm định thiết bị nhiệt lượng kế trong phòng thí nghiệm	10
♦ PT Bài 5: Xác định nhiệt dung qua nhiều phép trao đổi nhiệt.....	12
DẠNG 2: CHUYỂN THỂ - BIỆN LUẬN TRẠNG THÁI CÂN BẰNG.....	14
1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU	14
1.1. Nhiệt lượng trong quá trình chuyển thể.....	14
1.2. Các mốc nhiệt độ cần biện luận đối với nước.....	14
1.3. Kỹ thuật xác định trạng thái cuối.....	14
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	14
3. BÀI TẬP VẬN DỤNG	15
♦ PT Bài 1: Sự chuyển thể của chất và cân bằng nhiệt phức tạp	15
♦ PT Bài 2: Chuyên đề nhiệt học: sự chuyển thể và cân bằng nhiệt.....	16
♦ PT Bài 3: Quá trình chuyển thể và biện luận trạng thái	18
♦ PT Bài 4: Quy trình rửa đông công nghiệp.....	20
♦ PT Bài 5: Ngưng tụ hơi nước và biện luận khi thả nước đá	22
♦ PT Bài 6: Biến thiên trạng thái và Bài toán hiệu suất nhiệt - điện.....	23
♦ PT Bài 7: Sự chuyển thể và cân bằng nhiệt.....	25
♦ PT Bài 8: Sự nóng chảy không hoàn toàn của hỗn hợp nhiều vật rắn	27
♦ PT Bài 9: Điều kiện để nước đá tan hết trong dầu hỏa	29
DẠNG 3: CÔNG SUẤT - HIỆU SUẤT - HAO PHÍ VÀ ĐỒ THỊ NHIỆT	32
1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU	32
1.1. Công suất nhiệt và hiệu suất	32
1.2. Nguồn điện và nhiên liệu.....	32
1.3. Hao phí nhiệt và trạng thái nhiệt ổn định	32
1.4. Khai thác đồ thị nhiệt	32
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	32
3. BÀI TẬP VẬN DỤNG	33
♦ PT Bài 1: Công suất nhiệt và sự truyền nhiệt ra môi trường.....	33

♦ PT Bài 2: Đồ thị nhiệt độ và sự chuyển thể của hợp kim.....	34
♦ PT Bài 3: Khảo sát quá trình truyền nhiệt trong thiết bị gia dụng.....	36
♦ PT Bài 4: Tối ưu hóa quy trình chuẩn bị nước nóng trong phòng thí nghiệm	38
♦ PT Bài 5: Khảo sát hao phí nhiệt của ấm điện.....	40
♦ PT Bài 6: Nhiệt lượng và công suất bếp điện.....	41
♦ PT Bài 7: Bay hơi nước và cân bằng công suất nhiệt	42
♦ PT Bài 8: Khai thác đồ thị nhiệt lượng - nhiệt độ của chất chuyển thể	44
DẠNG 4: TRAO ĐỔI NHIỆT NHIỀU GIAI ĐOẠN - TUẦN HOÀN	47
1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU	47
1.1. Tính kế thừa của trạng thái nhiệt.....	47
1.2. Mô hình truy hồi nhiệt độ	47
1.3. Phương pháp dùng nhiệt kế như một vật trung gian	47
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	47
3. BÀI TẬP VẬN DỤNG	47
♦ PT Bài 1: Phương trình cân bằng nhiệt và quy luật biến thiên nhiệt độ	47
♦ PT Bài 2: Phương pháp nhúng nhiệt kế và xác định nhiệt dung.....	49
♦ PT Bài 3: Trao đổi nhiệt tuần hoàn và quy luật biến thiên nhiệt độ	51
♦ PT Bài 4: Quy trình điều tiết nhiệt trong hệ thống bể chứa công nghiệp.....	52
♦ PT Bài 5: Khảo sát quá trình truyền nhiệt trong đun nấu sinh hoạt.....	54
♦ PT Bài 6: Thả liên tiếp các viên bi kim loại vào nước	56
♦ PT Bài 7: Pha trộn tuần tự bốn lượng nước có nhiệt độ cách đều	57
DẠNG 5: BÀI TOÁN NHIỆT HỌC TỔNG HỢP VÀ LIÊN MÔN.....	60
1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU	60
1.1. Bảo toàn năng lượng kết hợp bảo toàn khối lượng	60
1.2. Liên hệ hình học - khối lượng riêng - lực đẩy Archimedes.....	60
1.3. Kiểm soát tính nhất quán vật lý	60
2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI	60
3. BÀI TẬP VẬN DỤNG	60
♦ PT Bài 1: Cân bằng nhiệt và biến thiên nồng độ chất tan	60
♦ PT Bài 2: Bài tập tổng hợp: cơ học và nhiệt học	63
♦ PT Bài 3: Khảo sát nhiệt và lực đẩy trong chất lỏng đa tầng	65
♦ PT Bài 4: Cân bằng nhiệt và sự biến thiên thể tích hệ nước đá.....	66
♦ PT Bài 5: Công suất tỏa nhiệt của cơ thể và sự bay hơi mồ hôi.....	67

LỜI NÓI ĐẦU

Chuyên đề **Nhiệt học - Vật lý 9** được biên soạn dành cho học sinh khá, giỏi, học sinh ôn thi vào lớp 10 chuyên và bồi dưỡng học sinh giỏi. Tài liệu tập trung vào năng lực mô hình hóa quá trình trao đổi nhiệt, biện luận trạng thái chuyển thể và xử lý các bài toán nhiều giai đoạn.

Nội dung được tổ chức lại thành 5 dạng lớn theo bản chất phương pháp, thay vì sắp xếp các bài rời rạc. Trong mỗi dạng, học sinh được cung cấp hệ thống lí thuyết cốt lõi, công thức trọng tâm, quy trình giải, phần tóm tắt và các bài vận dụng có hướng dẫn chi tiết.

Các bài toán được lựa chọn theo hướng tăng dần mức độ tổng hợp: từ cân bằng nhiệt, chuyển thể, công suất - hiệu suất đến trao đổi nhiệt tuần hoàn và các bài liên môn kết hợp cơ học, hình học, lực đẩy Archimedes hoặc nồng độ dung dịch.

Khi sử dụng tài liệu, học sinh nên đọc phần lí thuyết và phương pháp của từng dạng trước, tự giải bài tập, sau đó mới đối chiếu phần định hướng và hướng dẫn chi tiết. Mục tiêu của chuyên đề là hình thành một quy trình tư duy ổn định, không chỉ ghi nhớ công thức.

Hệ thống phát hành: <https://physicsteam.vn>

DẠNG 1: CÂN BẰNG NHIỆT - XÁC ĐỊNH THÔNG SỐ NHIỆT**1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU****1.1. Nhiệt lượng, nhiệt dung và nhiệt dung riêng**

- Với một vật không chuyển thể, nhiệt lượng trao đổi phụ thuộc vào khối lượng, nhiệt dung riêng và độ biến thiên nhiệt độ.
- Nhiệt dung C của một vật là đại lượng cho biết nhiệt lượng cần thiết để làm nhiệt độ của vật tăng thêm 1 K (hay $1\text{ }^{\circ}\text{C}$). Khi biết C , có thể gộp cả vật chứa và chất bên trong thành một hệ có nhiệt dung tương đương.

$$Q = mc\Delta T$$

$$C = mc$$

$$Q = C\Delta T$$

1.2. Phương trình cân bằng nhiệt

- Trong hệ cách nhiệt, nhiệt lượng chỉ truyền từ vật có nhiệt độ cao sang vật có nhiệt độ thấp cho đến khi đạt nhiệt độ cân bằng.
- Có thể dùng quy ước dấu tổng quát hoặc tách riêng tổng nhiệt lượng tỏa ra và tổng nhiệt lượng thu vào. Với học sinh lớp 9, cách thứ hai thường trực quan hơn.

$$\Sigma Q = 0$$

$$Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}}$$

1.3. Bài toán xác định nhiệt dung, nhiệt dung riêng và thành phần vật

- Nếu một đại lượng của vật hoặc của nhiệt lượng kế chưa biết, hãy dùng một phép trao đổi nhiệt chuẩn để xác định nhiệt dung trước, sau đó mới xử lý giai đoạn tiếp theo.
- Với hợp kim nhiều thành phần, tổng nhiệt dung của mẫu bằng tổng nhiệt dung của từng thành phần. Từ đó lập thêm phương trình khối lượng để xác định tỉ lệ cấu tạo.

$$C_{\text{hệ}} = \Sigma(m_i c_i)$$

$$m = m_1 + m_2 + \dots$$

2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Bước 1: Chọn hệ khảo sát; liệt kê từng vật tham gia trao đổi nhiệt và nhiệt độ ban đầu.

Bước 2: Xác định vật tỏa nhiệt, vật thu nhiệt và nhiệt độ cân bằng.

Bước 3: Gộp các vật luôn biến thiên nhiệt độ như nhau bằng nhiệt dung tương đương để rút gọn phương trình.

Bước 4: Lập $Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}}$; giải ẩn và kiểm tra nhiệt độ cân bằng phải nằm trong miền vật lý cho phép.

Bước 5: Nếu bài có nhiều giai đoạn, kết quả của giai đoạn trước trở thành dữ kiện ban đầu của giai đoạn sau.

TÓM TẮT NHANH

- $C = mc$ giúp rút gọn mạnh các bài pha trộn và nhiệt lượng kế.
- Không được bỏ qua nhiệt dung của bình nếu đề không cho phép.
- Kiểm tra đơn vị kg , J , W và độ chênh lệch nhiệt độ trước khi thay số.

3. BÀI TẬP VẬN DỤNG

♦ PT | Bài 1: Cân bằng nhiệt và tính khối lượng nhiên liệu

Một bình nhiệt lượng kế bằng nhôm có khối lượng $m_1 = 420$ g đang chứa $m_2 = 880$ g nước ở nhiệt độ 20°C .

1. Rót thêm vào bình một lượng nước m_3 ở nhiệt độ 6°C . Khi cân bằng nhiệt, nhiệt độ nước trong bình là 10°C . Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường, hãy tính khối lượng m_3 .

2. Đem bình nước đã cân bằng nhiệt ở trên đi đun trên bếp dầu hỏa cho đến khi nước bắt đầu sôi (100°C). Biết nhiệt lượng bình và nước thu vào bằng 30% nhiệt lượng do dầu hỏa tỏa ra. Tính khối lượng dầu hỏa cần dùng.

3. Thực tế, khi đun từ 10°C đến khi sôi, do nhiệt lượng thất thoát ra môi trường tỉ lệ thuận với thời gian đun, thời gian đun thực tế bị kéo dài thêm 5 phút so với dự định. Nếu công suất bếp không đổi là 1 kW, hãy tính nhiệt lượng đã thất thoát ra môi trường trong quá trình đun.

4. Giả sử sau khi nước sôi, người ta tắt bếp và thả vào bình một khối nước đá ở 0°C . Sau khi cân bằng, trong bình vẫn còn lại 100 g nước đá chưa tan. Tính khối lượng nước đá ban đầu đã thả vào.

(Biết $c_{\text{nhôm}} = 880$ J/kg.K; $c_{\text{nước}} = 4200$ J/kg.K; $q_{\text{dầu}} = 44 \cdot 10^6$ J/kg; $\lambda_{\text{đá}} = 3,4 \cdot 10^5$ J/kg).

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

Tóm tắt các thông số ban đầu:

- Bình nhôm: $m_1 = 420$ g = 0,42 kg; $c_1 = 880$ J/kg.K.
- Nước trong bình: $m_2 = 880$ g = 0,88 kg; $c_2 = 4200$ J/kg.K.
- Nhiệt độ ban đầu: $t_1 = 20^\circ\text{C}$.

1. Tính khối lượng nước m_3 đổ thêm vào

Nhiệt độ nước đổ thêm là $t_2 = 6^\circ\text{C}$. Nhiệt độ khi cân bằng là $t = 10^\circ\text{C}$.

- Nhiệt lượng tỏa ra (từ bình nhôm và nước m_2):

$$Q_{\text{tỏa}} = (m_1 c_1 + m_2 c_2)(t_1 - t)$$

- Nhiệt lượng thu vào (từ lượng nước m_3):

$$Q_{\text{thu}} = m_3 c_2 (t - t_2)$$

Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt $Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}}$:

$$(0,42 \cdot 880 + 0,88 \cdot 4200)(20 - 10) = m_3 \cdot 4200 \cdot (10 - 6)$$

$$40\,656 = 16\,800 \cdot m_3 \Rightarrow m_3 \approx 2,42 \text{ kg}$$

2. Tính khối lượng dầu hỏa cần dùng

Sau khi cân bằng ở ý 1, tổng khối lượng nước trong bình là:

$$M = m_2 + m_3 = 0,88 + 2,42 = 3,3 \text{ kg.}$$

Hệ (bình + nước) đang ở 10°C , được đun đến 100°C .

Lưu ý: Đề bài ghi "nhiệt lượng thu vào bằng 30% nhiệt lượng dầu tỏa ra", ý này thường là hiệu suất $H = 30\% = 0,3$.

- Nhiệt lượng ích (cần thiết để đun sôi):

$$Q_{\text{ích}} = (m_1 c_1 + M c_2)(100 - 10)$$

$$Q_{\text{ích}} = (0,42 \cdot 880 + 3,3 \cdot 4200) \cdot 90 = (369,6 + 13860) \cdot 90 = 1.280.664 \text{ J}$$

- Nhiệt lượng toàn phần do dầu tỏa ra:

$$Q_{\text{tp}} = \frac{Q_{\text{ích}}}{H} = \frac{1.280.664}{0,3} = 4.268.880 \text{ J}$$

- Khối lượng dầu: $m_{\text{dầu}} = \frac{Q_{\text{tp}}}{q_{\text{dầu}}} = \frac{4.268.880}{44 \cdot 10^6} \approx 0,097 \text{ kg} \approx 97 \text{ g}$.

3. Tính nhiệt lượng thất thoát ra môi trường

Dữ kiện: Công suất bếp $P = 1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$. Thời gian đun thực tế kéo dài thêm $\Delta\tau = 5 \text{ phút} = 300 \text{ s}$.

Nhiệt lượng thất thoát tỉ lệ thuận với thời gian.

Phân tích:

Khi đun thực tế, toàn bộ nhiệt lượng mà bếp cung cấp trong thời gian "đôi ra" chính là để bù đắp cho phần nhiệt lượng đã thất thoát suốt quá trình đun.

$$Q_{\text{thất thoát}} = P \cdot \Delta\tau$$

$$Q_{\text{thất thoát}} = 1000 \cdot 300 = 300.000 \text{ J}.$$

4. Tính khối lượng nước đá ban đầu thả vào

Sau khi nước sôi (100°C), thả nước đá ở 0°C vào. Sau khi cân bằng còn sót lại

$m_{\text{dur}} = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$ nước đá chưa tan.

Vì đá chưa tan hết nên nhiệt độ cân bằng chắc chắn là $t_{cb} = 0^\circ\text{C}$.

- Nhiệt lượng tỏa ra (bình và nước hạ nhiệt từ 100°C xuống 0°C):

$$Q'_{\text{tỏa}} = (m_1 c_1 + M c_2)(100 - 0) = 14.229,6 \cdot 100 = 1.422.960 \text{ J}$$

- Nhiệt lượng thu vào (để làm tan một phần nước đá):

Gọi m_{tan} là khối lượng đá đã tan.

$$Q'_{\text{thu}} = m_{\text{tan}} \cdot \lambda = m_{\text{tan}} \cdot 3,4 \cdot 10^5$$

- Cân bằng nhiệt: $Q'_{\text{tỏa}} = Q'_{\text{thu}}$

$$1.422.960 = m_{\text{tan}} \cdot 340.000 \Rightarrow m_{\text{tan}} \approx 4,185 \text{ kg}$$

- Khối lượng nước đá ban đầu:

$$m_{\text{đá}} = m_{\text{tan}} + m_{\text{dur}} = 4,185 + 0,1 = 4,285 \text{ kg}$$

Tổng kết kết quả:

3. BÀI TẬP VẬN DỤNG

♦ PT | Bài 1: Sự chuyển thể của chất và cân bằng nhiệt phức tạp

Trong một phòng thí nghiệm vật lý, các học sinh thực hiện nghiên cứu về năng lượng cần thiết để thay đổi trạng thái của nước. Nhóm thí nghiệm sử dụng một thỏi nước đá có khối lượng $m_d = 400$ g lấy từ tủ đông đang ở nhiệt độ $t_1 = -10^\circ\text{C}$.

1. Tính nhiệt lượng cần cung cấp để thỏi nước đá trên biến thành hơi hoàn toàn ở nhiệt độ 100°C .
2. Thay vì đun nóng, người ta bỏ thỏi nước đá trên vào một xô bằng nhôm có khối lượng $m_3 = 100$ g đang chứa m kg nước ở nhiệt độ $t_3 = 20^\circ\text{C}$. Sau khi cân bằng nhiệt, trong xô vẫn còn sót lại một cục nước đá có khối lượng $\Delta m = 100$ g chưa tan. Hãy giải thích trạng thái nhiệt độ của hệ khi đó.
3. Dựa vào dữ kiện ở câu 2, hãy tính khối lượng nước m ban đầu trong xô.
4. Nếu muốn toàn bộ lượng nước đá trong xô tan hết và nhiệt độ hệ đạt đúng 0°C , cần phải rót thêm vào xô bao nhiêu nước ở 50°C ? Giả sử không có sự trao đổi nhiệt với môi trường.

Biết: $c_{\text{đá}} = 1800 \text{ J/kg.K}$; $c_{\text{nước}} = 4200 \text{ J/kg.K}$; $c_{\text{nhôm}} = 880 \text{ J/kg.K}$. Nhiệt nóng chảy của đá $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$; Nhiệt hóa hơi của nước $L = 2,3 \cdot 10^6 \text{ J/kg}$.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

1. Tính nhiệt lượng tổng cộng ($Q_{\text{tổng}}$): Quá trình gồm 4 giai đoạn:

- Đá tăng từ $-10^\circ\text{C} \rightarrow 0^\circ\text{C}$:

$$Q_1 = m_d \cdot c_d \cdot (0 - (-10)) = 0,4 \cdot 1800 \cdot 10 = 7.200 \text{ J.}$$

- Đá tan hoàn toàn ở 0°C :

$$Q_2 = m_d \cdot \lambda = 0,4 \cdot 3,4 \cdot 10^5 = 136.000 \text{ J.}$$

- Nước tăng từ $0^\circ\text{C} \rightarrow 100^\circ\text{C}$:

$$Q_3 = m_d \cdot c_n \cdot 100 = 0,4 \cdot 4200 \cdot 100 = 168.000 \text{ J.}$$

- Nước hóa hơi hoàn toàn ở 100°C :

$$Q_4 = m_d \cdot L = 0,4 \cdot 2,3 \cdot 10^6 = 920.000 \text{ J.}$$

$$Q_{\text{tổng}} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 1.231.200 \text{ J.}$$

2. Giải thích trạng thái:

- Vì sau khi cân bằng vẫn còn nước đá chưa tan, nên nhiệt độ cuối cùng của hệ bắt buộc phải là 0°C . Đây là nhiệt độ mà tại đó nước và nước đá có thể cùng tồn tại ở trạng thái cân bằng.

3. Tính khối lượng nước ban đầu (m):

- Nhiệt lượng hệ thu vào (Q_{thu}): Gồm nhiệt lượng để thỏi đá tăng lên 0°C và nhiệt lượng để một phần đá tan.

$$Q_{\text{thu}} = Q_1 + (m_d - \Delta m) \cdot \lambda.$$

$$Q_{thu} = 7.200 + (0,4 - 0,1) \cdot 3,4 \cdot 10^5 = 7.200 + 102.000 = 109.200 \text{ J.}$$

- Nhiệt lượng hệ tỏa ra ($Q_{tỏa}$): Nước và xô nhôm hạ nhiệt từ 20°C xuống 0°C .

$$Q_{tỏa} = (m \cdot c_n + m_3 \cdot c_3) \cdot (20 - 0) = (m \cdot 4200 + 0,1 \cdot 880) \cdot 20.$$

- Phương trình cân bằng:

$$Q_{thu} = Q_{tỏa} \Rightarrow 109.200 = (4200m + 88) \cdot 20.$$

$$5460 = 4200m + 88 \Rightarrow 4200m = 5372 \rightarrow m \approx 1,279 \text{ kg.}$$

4. Khối lượng nước thêm vào (m_x):

- Để tan hết 100 g đá còn lại ở 0°C , cần nhiệt lượng:

$$Q_{tan} = \Delta m \cdot \lambda = 0,1 \cdot 3,4 \cdot 10^5 = 34.000 \text{ J.}$$

- Nhiệt lượng này do m_x kg nước ở 50°C cung cấp khi hạ xuống 0°C .

$$m_x \cdot 4200 \cdot (50 - 0) = 34.000 \Rightarrow 210.000m_x = 34.000.$$

$$\rightarrow m_x \approx 0,162 \text{ kg} = 162 \text{ g.}$$

⚠ LƯU Ý CHO HỌC SINH

1. Kiểm tra điều kiện chuyển thể: Đây là bước quan trọng nhất. Nếu đề bài cho "còn sót lại đá", nhiệt độ hệ chắc chắn là 0°C . Nếu đá "tan hết hoàn toàn", nhiệt độ hệ có thể bằng hoặc lớn hơn 0°C .

2. Khối lượng thay đổi trong quá trình tan: Khi đá tan, khối lượng nước trong hệ sẽ tăng lên và khối lượng đá giảm đi. Tuy nhiên, trong phương trình cân bằng nhiệt, ta chỉ xét phần khối lượng thực tế đã tham gia vào quá trình trao đổi nhiệt (phần đá thực sự tan).

3. Vật chứa (Nhiệt lượng kế): Luôn ghi nhớ tính cả nhiệt lượng thu/tỏa của vật chứa (như xô nhôm, bình nhiệt lượng kế) trừ khi đề bài cho "bỏ qua nhiệt dung của bình".

4. Các giai đoạn liên tiếp: Đừng nhầm lẫn giữa nhiệt lượng để tăng nhiệt độ ($m \cdot c \cdot \Delta t$) và nhiệt lượng để chuyển thể ($m \cdot \lambda$ hoặc $m \cdot L$). Chuyển thể luôn xảy ra ở nhiệt độ cố định.

♦ PT | Bài 2: Chuyên đề nhiệt học: sự chuyển thể và cân bằng nhiệt

Trong một bình nhiệt lượng kế hình trụ thành mỏng, diện tích đáy $S = 100\text{cm}^2$ có chứa hỗn hợp nước và nước đá ở nhiệt độ $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Khối lượng nước trong bình gấp 10 lần khối lượng nước đá. Một thiết bị bằng thép được đốt nóng tới nhiệt độ $t_2 = 80^\circ\text{C}$ rồi nhúng ngập hoàn toàn trong hỗn hợp trên. Ngay sau khi nhúng, mực nước trong bình dâng cao thêm một đoạn $h = 3\text{cm}$. Khi trạng thái cân bằng nhiệt được thiết lập, nhiệt độ trong bình là $t = 5^\circ\text{C}$.

Cho biết: $c_{\text{nước}} = 4200\text{J/kg} \cdot \text{K}$; $c_{\text{thép}} = 500\text{J/kg} \cdot \text{K}$; $\lambda = 330.000\text{J/kg}$; $D_{\text{thép}} = 7700\text{kg/m}^3$.

Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với bình và môi trường.

Bước 5: Ở trạng thái ổn định, lập cân bằng theo công suất thay vì cân bằng theo một nhiệt lượng tổng cộng.

TÓM TẮT NHANH

- P không đổi $\Rightarrow Q \propto t$.
- Hiệu suất luôn gắn với nguồn cung cấp: $Q_{ích} = \eta Q_{t\text{oàn phần}}$.
- Đồ thị $T - t$: độ dốc chứa thông tin công suất; đoạn ngang chứa thông tin chuyển thể.

3. BÀI TẬP VẬN DỤNG

♦ PT | Bài 1: Công suất nhiệt và sự truyền nhiệt ra môi trường

Để duy trì nhiệt độ ổn định trong một phòng thí nghiệm vào mùa đông, người ta sử dụng một lò sưởi điện. Công suất truyền nhiệt giữa hai môi trường tỉ lệ thuận với hiệu nhiệt độ giữa chúng theo công thức $P = k \cdot \Delta t$, trong đó k là hệ số phụ thuộc vào điều kiện cách nhiệt.

1. Viết điều kiện để nhiệt độ trong phòng đạt trạng thái cân bằng ổn định (không đổi theo thời gian) theo công suất tỏa ra từ lò sưởi và công suất hao phí từ phòng ra ngoài trời.

2. Biết khi nhiệt độ ngoài trời là 5°C thì nhiệt độ trong phòng ổn định ở 20°C . Nếu nhiệt độ lò sưởi luôn không đổi ở 35°C , hãy xác định tỉ số giữa hệ số truyền nhiệt từ lò vào phòng (k_1) và từ phòng ra ngoài trời (k_2).

3. Khi nhiệt độ ngoài trời giảm xuống còn -5°C , nhiệt độ trong phòng sẽ ổn định ở mức bao nhiêu? Giả sử công suất lò sưởi và các hệ số truyền nhiệt không đổi.

4. Để nhiệt độ trong phòng vẫn duy trì ở mức 20°C khi nhiệt độ ngoài trời giảm xuống cực hạn là -10°C , các kỹ sư dự định thay thế lò sưởi cũ bằng một hệ thống sưởi mới. Hỏi nhiệt độ của hệ thống sưởi mới phải là bao nhiêu?

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

1. Điều kiện cân bằng nhiệt:

- Nhiệt độ phòng ổn định khi công suất nhiệt phòng thu vào từ lò sưởi (P_{thu}) bằng công suất nhiệt phòng tỏa ra môi trường ($P_{t\text{oa}}$).

- Phương trình: $P_{thu} = P_{t\text{oa}} \Leftrightarrow k_1(T_h - T_p) = k_2(T_p - T_{out})$.

2. Xác định tỉ số hệ số truyền nhiệt (k_1/k_2):

- Trạng thái 1: $T_{out1} = 5^\circ\text{C}$, $T_{p1} = 20^\circ\text{C}$, $T_h = 35^\circ\text{C}$.

- Thay vào phương trình: $k_1(35 - 20) = k_2(20 - 5)$.

$$15k_1 = 15k_2 \Rightarrow \frac{k_1}{k_2} = 1.$$

- Nhận xét: Hai hệ số truyền nhiệt bằng nhau ($k_1 = k_2 = k$).

3. Tính nhiệt độ phòng khi ngoài trời -5°C :

- Trạng thái 2: $T_{out2} = -5^\circ\text{C}$, T_{p2} là ẩn số.

- Vì $k_1 = k_2 = k$, phương trình cân bằng trở thành: $k(35 - T_{p2}) = k(T_{p2} - (-5))$.

$$35 - T_{p2} = T_{p2} + 5.$$

$$2T_{p2} = 30 \Rightarrow T_{p2} = 15^\circ\text{C}.$$

4. Tính nhiệt độ lò sưởi mới (T'_h):

- Mục tiêu: $T_p = 20^\circ\text{C}$ khi $T_{out} = -10^\circ\text{C}$.

- Phương trình cân bằng: $k(T'_h - 20) = k(20 - (-10))$.

$$T'_h - 20 = 30 \Rightarrow T'_h = 50^\circ\text{C}.$$

⚠ LƯU Ý CHO HỌC SINH

Phân biệt nhiệt lượng và công suất: bài toán xét trao đổi nhiệt diễn ra liên tục. Nhiệt độ “ổn định” nghĩa là trong mỗi đơn vị thời gian, năng lượng phòng nhận vào bằng năng lượng phòng truyền ra ngoài.

Hệ số tỉ lệ k : Trong các bài toán nâng cao, hệ số k đại diện cho khả năng dẫn nhiệt của vật liệu và diện tích tiếp xúc. Nếu đề bài cho "cải thiện lớp cách nhiệt", nghĩa là hệ số k_2 sẽ giảm đi.

Lập tỉ số để triệt tiêu ẩn: khi không biết k , hãy thiết lập phương trình ở các trạng thái khác nhau rồi lập tỉ số hoặc thay thế để khử đại lượng này.

Kiểm tra tính logic: Khi nhiệt độ bên ngoài càng lạnh, nhiệt độ trong phòng chắc chắn sẽ giảm (nếu công suất lò không đổi) hoặc lò phải nóng hơn (nếu muốn giữ nhiệt độ phòng không đổi). Kết quả $15^\circ\text{C} < 20^\circ\text{C}$ ở câu 3 và $50^\circ\text{C} > 35^\circ\text{C}$ ở câu 4 là hoàn toàn logic.

♦ PT | Bài 2: Đồ thị nhiệt độ và sự chuyển thể của hợp kim

Đề đúc một bức tượng nhỏ, một thợ thủ công nung nóng chảy một lượng hợp kim thiếc có khối lượng $m = 150\text{ g}$ trong một nồi nấu. Quá trình biến thiên nhiệt độ của hợp kim theo thời gian τ được ghi lại bằng đồ thị dưới đây (với P là công suất cung cấp từ lò và P_x là công suất tỏa nhiệt ra môi trường không đổi).

- Từ $\tau = 0$ đến $\tau = 40\text{ s}$: hợp kim đang nóng chảy ở nhiệt độ không đổi $t_1 = 238^\circ\text{C}$.

- Từ $\tau = 40$ đến $\tau = 50\text{ s}$: Nhiệt độ hợp kim tăng từ 238°C lên 248°C .

- Tại thời điểm $\tau = 50\text{ s}$, thợ thủ công tắt lò và nhấc khuôn ra ngoài.

- Từ $\tau = 50$ đến $\tau = 80\text{ s}$: Hợp kim nguội đi từ 248°C xuống lại 238°C .

DẠNG 4: TRAO ĐỔI NHIỆT NHIỀU GIAI ĐOẠN - TUẦN HOÀN**1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU****1.1. Tính kế thừa của trạng thái nhiệt**

- Trong quá trình pha trộn hoặc nhúng lặp lại, nhiệt độ cân bằng của bước trước chính là nhiệt độ ban đầu của bước sau.
- Đồng thời, nhiệt dung của hệ đã có sẵn có thể tăng dần do có thêm chất được rót vào; nếu quên cộng dồn nhiệt dung, kết quả sẽ sai.

1.2. Mô hình truy hồi nhiệt độ

- Khi cùng một thao tác lặp lại nhiều lần, có thể thiết lập hệ thức truy hồi cho nhiệt độ hoặc cho độ chênh nhiệt độ.
- Trong nhiều bài hai bình trao đổi tuần hoàn, độ chênh nhiệt độ sau mỗi chu kì giảm theo một hệ số không đổi và tiến dần về 0.

$$\Delta T_n = r^n \Delta T_0 (0 < r < 1)$$

1.3. Phương pháp dùng nhiệt kế như một vật trung gian

- Nhiệt kế có nhiệt dung hữu hạn nên bản thân nó làm thay đổi nhiệt độ của chất lỏng. Vì vậy số chỉ sau mỗi lần nhúng là một nhiệt độ cân bằng mới, không phải nhiệt độ ban đầu của bình.
- Đặt tỉ số nhiệt dung thay vì có tìm riêng từng nhiệt dung thường giúp triệt tiêu nhiều ẩn.

$$r = \frac{C_1}{C_2}$$

2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Bước 1: Lập bảng trạng thái sau từng thao tác: khối lượng - nhiệt dung - nhiệt độ.

Bước 2: Mỗi lần chỉ viết một phương trình cân bằng nhiệt cho đúng các vật thực sự tham gia ở bước đó.

Bước 3: Ưu tiên dùng hiệu nhiệt độ hoặc tỉ số nhiệt dung để giảm số ẩn.

Bước 4: Nếu quá trình lặp, tìm một đại lượng đơn giản có quy luật nhân (thường là độ chênh nhiệt độ).

Bước 5: Kiểm tra xu hướng: khi hai hệ trao đổi nhiệt lặp lại, nhiệt độ của chúng phải tiến gần nhau.

TÓM TẮT NHANH

- Trạng thái sau là dữ kiện đầu của bước kế tiếp.
- Nhiệt dung hệ thường được cộng dồn sau mỗi lần rót.
- Bài lặp nhiều lần nên tìm quy luật cho ΔT thay vì tính từng nhiệt độ riêng.

3. BÀI TẬP VẬN DỤNG**♦ PT | Bài 1: Phương trình cân bằng nhiệt và quy luật biến thiên nhiệt độ**

Một bình kim loại ban đầu không chứa gì, có nhiệt độ t_0 . Người ta múc nước nóng ở nhiệt độ không đổi t_n đổ vào bình để kiểm tra khả năng giữ nhiệt của bình. Bỏ qua sự tỏa nhiệt ra môi trường và nhiệt dung của chiếc ca.

1. Gọi q_b là nhiệt dung của bình, q_c là nhiệt dung của một ca nước nóng. Hãy viết phương trình cân bằng nhiệt cho lần đổ ca thứ nhất khi nhiệt độ bình tăng thêm $\Delta t_1 = 5^\circ\text{C}$.
2. Sau lần đổ thứ nhất, người ta đổ thêm ca thứ hai cùng loại thì thấy nhiệt độ của bình tăng thêm $\Delta t_2 = 3^\circ\text{C}$ nữa. Hãy xác định tỉ số giữa nhiệt dung của bình (q_b) và nhiệt dung của một ca nước (q_c).
3. Xác định hiệu nhiệt độ giữa nước nóng và nhiệt độ ban đầu của bình ($\Delta = t_n - t_0$).
4. Nếu ở lần đổ thứ ba, người ta không đổ 1 ca mà đổ cùng lúc 5 ca nước nóng như trên vào bình thì sau khi cân bằng nhiệt, nhiệt độ của bình sẽ tăng thêm bao nhiêu độ nữa?

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

1. Phương trình cân bằng nhiệt lần 1:

- Nhiệt lượng ca nước tỏa ra khi hạ từ t_n xuống nhiệt độ cân bằng ($t_0 + 5$):

$$Q_{t\text{oa}} = q_c[t_n - (t_0 + 5)] = q_c(t_n - t_0 - 5).$$

- Nhiệt lượng bình thu vào để tăng thêm 5°C : $Q_{thu} = q_b \cdot 5$.
- Phương trình: $q_c(t_n - t_0 - 5) = 5q_b$ (1).

2. Tính tỉ số q_b/q_c :

- Ở lần đổ thứ 2, hệ vật thu nhiệt gồm bình và 1 ca nước đã có sẵn (tổng nhiệt dung $q_b + q_c$) đang ở nhiệt độ $t_0 + 5$.
- Độ tăng nhiệt độ lần này là 3°C , nên nhiệt độ cân bằng mới là $t_0 + 5 + 3 = t_0 + 8$.
- Phương trình cân bằng nhiệt lần 2:

$$q_c[t_n - (t_0 + 8)] = (q_b + q_c) \cdot 3 \Leftrightarrow q_c(t_n - t_0 - 8) = 3q_b + 3q_c$$
 (2).

- Từ (1) rút ra: $q_c(t_n - t_0) = 5q_b + 5q_c$.
- Từ (2) rút ra: $q_c(t_n - t_0) = 3q_b + 11q_c$.
- Cân bằng hai biểu thức:

$$5q_b + 5q_c = 3q_b + 11q_c \Rightarrow 2q_b = 6q_c \Rightarrow \frac{q_b}{q_c} = 3.$$

3. Tính hiệu nhiệt độ ($\Delta = t_n - t_0$):

- Thay $q_b = 3q_c$ vào biểu thức $q_c(t_n - t_0) = 5q_b + 5q_c$:
- $q_c(t_n - t_0) = 5(3q_c) + 5q_c = 20q_c$.
- Suy ra: $t_n - t_0 = 20^\circ\text{C}$.

4. Độ tăng nhiệt độ khi đổ 5 ca cùng lúc:

- Sau lần đổ thứ hai, hệ đang ở nhiệt độ $t_0 + 8$. Tổng nhiệt dung hiện tại:

$$Q_{hệ} = q_b + 2q_c = 3q_c + 2q_c = 5q_c.$$

- Đổ thêm 5 ca nước nóng (nhiệt dung $5q_c$) ở nhiệt độ t_n . Gọi độ tăng nhiệt độ là x .

DẠNG 5: BÀI TOÁN NHIỆT HỌC TỔNG HỢP VÀ LIÊN MÔN**1. HỆ THỐNG LÝ THUYẾT CƠ BẢN VÀ CHUYÊN SÂU****1.1. Bảo toàn năng lượng kết hợp bảo toàn khối lượng**

- Một số bài nhiệt học đồng thời làm thay đổi khối lượng dung dịch, thể tích chất lỏng hoặc trạng thái nổi - chìm. Khi đó phương trình nhiệt phải đi cùng các điều kiện bảo toàn khác.
- Ví dụ, nước đá tan làm tăng khối lượng dung môi nhưng không làm thay đổi khối lượng chất tan; đây là mấu chốt trong bài toán nồng độ.

$$m_{\text{toàn hệ}} = \text{const}(\text{nếu hệ kín})$$

1.2. Liên hệ hình học - khối lượng riêng - lực đẩy Archimedes

- Khi bài có bình hình trụ, vật nổi/chìm hoặc mực chất lỏng thay đổi, cần xử lý phần hình học trước để biết đúng khối lượng chất lỏng thực sự tham gia trao đổi nhiệt.
- Lực đẩy Archimedes bằng trọng lượng phần chất lỏng bị chiếm chỗ. Điều kiện cân bằng cơ học có thể giúp xác định khối lượng hoặc thể tích của vật trước khi sang phần nhiệt.

$$F_A = \rho g V_{\text{chìm}}$$

$$m = \rho V$$

1.3. Kiểm soát tính nhất quán vật lý

- Trong bài tổng hợp, một kết quả đại số chỉ được chấp nhận khi đồng thời thỏa điều kiện nhiệt học, cơ học và hình học.
- Cần kiểm tra vật có tràn nước hay không, có tan hết hay không, mực chất lỏng có vượt thành bình hay không và nhiệt độ tìm được có phù hợp với trạng thái vật chất hay không.

2. PHƯƠNG PHÁP GIẢI

Bước 1: Tách bài toán thành các mô-đun: hình học/cơ học $\rightarrow$ khối lượng tham gia $\rightarrow$ nhiệt học $\rightarrow$ đại lượng phụ như nồng độ hay áp suất.

Bước 2: Giải các điều kiện ràng buộc trước để xác định đúng khối lượng và thể tích.

Bước 3: Sau đó mới viết phương trình cân bằng nhiệt hoặc phương trình chuyển thể.

Bước 4: Đối chiếu kết quả với hiện tượng thực tế: nổi/chìm, tràn/không tràn, tan hết/còn dư.

Bước 5: Ưu tiên sơ đồ và bảng biến thiên để tránh bỏ sót một thành phần năng lượng.

TÓM TẮT NHANH

- Bài liên môn thường sai ở khâu xác định khối lượng tham gia, không phải ở công thức $Q = mc\Delta T$.
- Luôn xử lý điều kiện hình học và cơ học trước khi lập phương trình nhiệt.
- Kết quả cuối phải thỏa đồng thời tất cả ràng buộc của bài toán.

3. BÀI TẬP VẬN DỤNG**♦ PT | Bài 1: Cân bằng nhiệt và biến thiên nồng độ chất tan**

Trong một thí nghiệm tìm hiểu về sự pha loãng dung dịch khi thay đổi nhiệt độ, người ta đổ vào ly một lượng dung dịch cà phê có khối lượng m_1 ở nhiệt độ $t_1 = 90^\circ\text{C}$ và thả vào đó một cục nước đá có khối lượng m_2 ở nhiệt độ $t_2 = 0^\circ\text{C}$.

1. Viết công thức tính nhiệt lượng dung dịch cà phê tỏa ra và nhiệt lượng nước đá thu vào để nóng chảy hoàn toàn và tăng nhiệt độ lên t_0 .

2. Khi nước đá tan hết, nhiệt độ cuối cùng của dung dịch là $t_0 = 50^\circ\text{C}$. Hãy giải thích tại sao nồng độ cà phê trong dung dịch lại giảm đi so với ban đầu?

3. Tính tỉ lệ khối lượng giữa nước đá và dung dịch cà phê (m_2/m_1) ban đầu.

4. Hỏi nồng độ cà phê trong dung dịch sau khi nước đá tan hết đã giảm bao nhiêu phần trăm so với nồng độ lúc đầu?

(Biết nhiệt dung riêng của dung dịch cà phê và nước là $c = 4,2 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$; nhiệt nóng chảy của nước đá là $\lambda = 330 \text{ kJ/kg}$. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với ly và môi trường).

ĐỊNH HƯỚNG TƯ DUY

Quá trình nhiệt: Khi thả đá vào cà phê nóng, có hai quá trình xảy ra song song:

Tỏa nhiệt: Dung dịch cà phê hạ nhiệt độ từ 90°C xuống 50°C .

Thu nhiệt: Nước đá thu nhiệt để tan chảy hoàn toàn (ở 0°C), sau đó lượng nước tan ra này tiếp tục thu nhiệt để tăng nhiệt độ từ 0°C lên 50°C .

Quá trình biến thiên nồng độ:

Nồng độ chất tan phụ thuộc vào khối lượng chất tan (cà phê nguyên chất) và khối lượng dung dịch.

Khi đá tan, nó trở thành nước và hòa vào dung dịch làm khối lượng dung dịch tăng lên, trong khi lượng cà phê không đổi $\rightarrow$ Pha loãng.

HƯỚNG DẪN GIẢI CHI TIẾT

1. Viết công thức tính nhiệt lượng

Nhiệt lượng dung dịch cà phê tỏa ra ($Q_{\text{tỏa}}$):

$$Q_{\text{tỏa}} = m_1 \cdot c \cdot (t_1 - t_0) \text{ (Với } t_1 = 90^\circ\text{C}, t_0 = 50^\circ\text{C)}$$

Nhiệt lượng nước đá thu vào (Q_{thu}):

Quá trình này gồm 2 giai đoạn:

Giai đoạn 1: Nóng chảy hoàn toàn: $Q_1 = m_2 \cdot \lambda$

Giai đoạn 2: Nước (từ đá) tăng nhiệt độ từ $t_2 = 0^\circ\text{C}$ lên $t_0 = 50^\circ\text{C}$: $Q_2 = m_2 \cdot c \cdot (t_0 - t_2)$

$$\Rightarrow Q_{\text{thu}} = m_2 \cdot \lambda + m_2 \cdot c \cdot (t_0 - t_2) = m_2(\lambda + c \cdot (t_0 - t_2))$$

2. Giải thích sự giảm nồng độ cà phê

- Nồng độ phần trăm của dung dịch được tính bằng công thức: $C\% = \frac{m_{\text{ct}}}{m_{\text{dd}}} \cdot 100\%$.

- Trong quá trình này, khối lượng chất tan cà phê (m_{ct}) không đổi.

- Tuy nhiên, khi nước đá tan hết, nó chuyển thành nước lỏng làm tăng khối lượng dung dịch (m_{dd} mới $m_1 + m_2$).

- Vì mẫu số tăng mà tử số giữ nguyên nên nồng độ của dung dịch cà phê sau cùng giảm đi so với ban đầu (hiện tượng pha loãng).

3. Tính tỉ lệ khối lượng m_2/m_1

Áp dụng phương trình cân bằng nhiệt: $Q_{\text{thu}} = Q_{\text{tỏa}}$

$$m_2[\lambda + c(t_0 - t_2)] = m_1 \cdot c(t_1 - t_0)$$

Thay các giá trị vào (lưu ý đổi $\lambda = 330 \text{ kJ/kg} = 330.000 \text{ J/kg}$ và $c = 4,2 \text{ kJ/kg.độ} = 4.200 \text{ J/kg.độ}$):

$$m_2[330.000 + 4.200(50 - 0)] = m_1 \cdot 4.200(90 - 50)$$

$$540.000 \cdot m_2 = 168.000 \cdot m_1.$$

$$m_2 = (168.000/540.000) \cdot m_1 = (14/45) \cdot m_1.$$

Tỉ lệ khối lượng là:

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{168.000}{540.000} = \frac{14}{45} \approx 0,311$$

4. Nồng độ cà phê giảm bao nhiêu phần trăm?

- Gọi m_{cf} là khối lượng cà phê nguyên chất.

- Nồng độ lúc đầu: $C_1 = \frac{m_{\text{cf}}}{m_1}$

- Nồng độ lúc sau: $C_2 = \frac{m_{\text{cf}}}{m_1 + m_2}$

- Tỉ số giữa nồng độ sau và nồng độ đầu:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} = \frac{1}{1 + \frac{m_2}{m_1}}$$

Thay tỉ số $\frac{m_2}{m_1} = \frac{14}{45}$ vào:

$$\frac{C_2}{C_1} = \frac{1}{1 + \frac{14}{45}} = \frac{1}{\frac{59}{45}} = \frac{45}{59} \approx 0,7627; \text{ tức là } 76,27\%$$

Phần trăm nồng độ đã giảm:

$$\Delta C\% = (1 - 0,7627) \cdot 100\% \approx 23,73\%$$

Tổng kết kết quả:

Công thức $Q_{\text{tỏa}}$ và Q_{thu} đã nêu ở mục 1.

Nồng độ giảm do khối lượng dung dịch tăng (có thêm nước đá tan vào).

Tỉ lệ $m_2/m_1 \approx 0,311$.

Nồng độ giảm khoảng 23,73% so với ban đầu.