TỔ CHỨC THE GIFTED BATTLEFIELD
DỰ ÁN CHICKEN MINDS

KỲ THI THỬ TUYỂN SINH LỚP 10 THPT CHUYÊN
NĂM HỌC 2026 – 2027

HƯỚNG DẪN CHẤM THI
Đề thi thử

Môn thi: **VẬT LÝ**
Thời gian làm bài: **150 phút** (không kể thời gian phát đề)
Ngày làm bài thi: **19/4/2026**
Hướng dẫn chấm thi gồm 14 trang

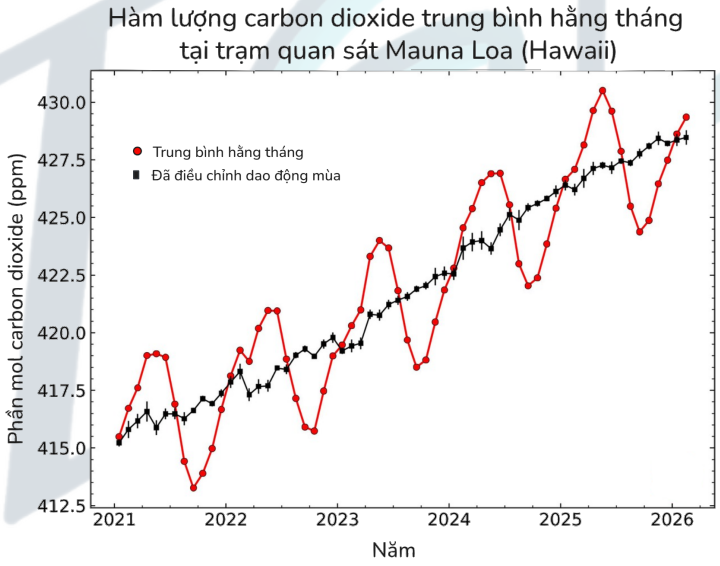
I. Hướng dẫn chung

1. Giám khảo chấm đúng theo Hướng dẫn chấm của Dự án Chicken Minds – Tổ chức The Gifted Battlefield.
2. Nếu thí sinh có cách trả lời khác đáp án nhưng đúng thì giám khảo vẫn chấm điểm theo biểu điểm của Hướng dẫn chấm thi.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

II. Đáp án và biểu điểm

Bài 1. (1,5 điểm)

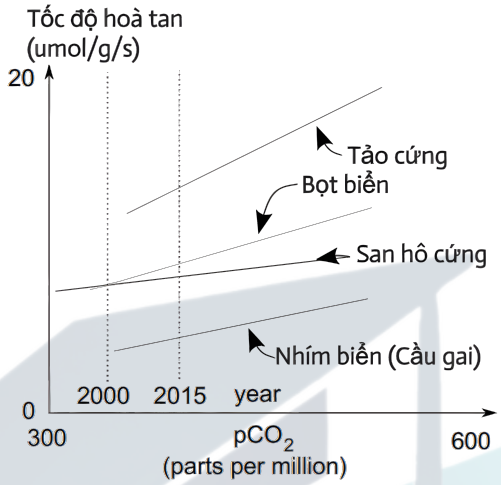
Các nhà khoa học quan trắc tại trạm Mauna Loa (Hawaii) đã nhận thấy rằng: Nồng độ khí CO_2 trong không khí không giữ nguyên mà có sự dao động lên xuống theo từng mùa trong năm. Đồng thời, một phần lớn lượng CO_2 này được hấp thụ vào đại dương, gây ra những biến đổi hóa học ảnh hưởng trực tiếp đến các rạn san hô.



Hình 1: Nồng độ CO_2 (ppm) khí quyển trung bình hằng tháng tại trạm quan sát Mauna Loa (Hawaii) 1/2021-2/2026.

1. Sự tăng lên của nồng độ CO_2 làm khung xương san hô (thành phần chủ yếu là $CaCO_3$) bị bào mòn. Viết phương trình phản ứng miêu tả sự bào mòn này.
2. Quan sát đồ thị nồng độ CO_2 tại trạm Mauna Loa, người ta ghi nhận được nồng độ CO_2 vào tháng 5/2025 đạt mốc bao nhiêu? Hãy tính khối lượng khí CO_2 có trong 1 m^3 không khí tại thời điểm đó.
Cho biết: ppm (parts per million) là phần triệu về số mol. Không khí được đo ở điều kiện chuẩn (25°C, 1 bar)

3. Một nghiên cứu được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của nồng độ CO_2 khí quyển đến mức độ hoà tan khung xương calcium carbonate của một số loài ở một vùng biển thuộc nước Anh. CO_2 được các sinh vật sản xuất tạo thành chất hữu cơ. Chất hữu cơ này được tiêu thụ bởi các loài trên để tạo khung xương. Khi các loài này chết đi, chúng có thể để lại bộ khung calcium carbonate và trở thành trầm tích. Dựa trên cơ sở hóa học ở ý **1** và đồ thị bên dưới, hãy cho biết mỗi nhận định dưới đây đúng hay sai. (Chú ý: Học sinh không cần giải thích).



(a) Tất cả các loài được khảo sát đều có khả năng hình thành bộ khung calcium carbonate trực tiếp thông qua quá trình quang hợp.

(b) Trong số các mẫu nghiên cứu, tảo cứng và bọt biển là những nhóm loài chịu ảnh hưởng ít nhất từ sự biến thiên nồng độ CO_2.

(c) Trong toàn bộ thời gian khảo sát, 2000 - 2015 là giai đoạn khung xương của san hô cứng bị hòa tan mạnh mẽ nhất.

(d) Sự phát triển mạnh mẽ của các loài này giúp biển sẽ dự trữ nhiều carbon hơn ở dạng trầm tích.

Câu	Hướng dẫn	Điểm
1.1	**Viết phương trình phản ứng miêu tả sự bào mòn này**	**0,25**
	$CaCO_3 + CO_2 + H_2O$ Trong đó $Ca(HCO_3)_2$ là một muối tan nên bộ khung $CaCO_3$ của san hô dần bị xói mòn.	0,25
1.2	**Người ta ghi nhận được nồng độ CO_2 vào tháng 5/2025 đạt mốc bao nhiêu? Hãy tính khối lượng khí CO_2 có trong 1 m^3 không khí tại thời điểm đó.**	**0,75**
	Ở tháng 5/2025 nồng độ CO_2 là 430.5 ppm.	0,25
	Trong $1m^3$ có $V_{CO_2} = 1000 \cdot 430.5 \cdot 10^{-6} = 0.4305$ (L) $m_{CO_2} = (0.4305/24.79) \cdot 44 = 0.76$ (g)	0.5
1.3	**Dựa trên cơ sở hóa học ở ý 1 và đồ thị bên dưới, hãy cho biết mỗi nhận định dưới đây đúng hay sai.**	**0,5**
	(a) Sai, (b) Sai (c) Sai (d) Đúng	0,125*4

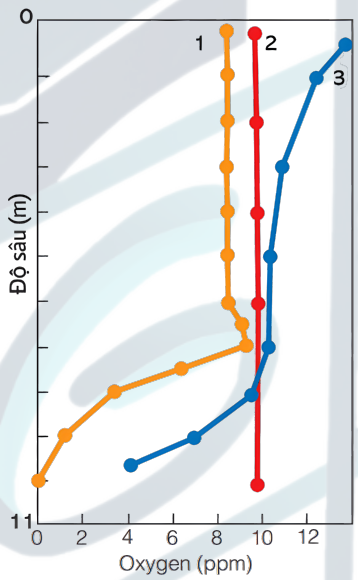
Bài 2. (1,5 điểm)

Bên cạnh đó, các yếu tố nhiệt độ cũng góp phần khiến các tầng nước bị xáo trộn dẫn đến thay đổi về dinh dưỡng. Xét ở mùa hè, nhiệt lượng mà Mặt trời chiếu lên 1m^2 của Trái Đất trong 1 ngày là $q = 43,2 \cdot 10^6(\text{J})$. Ta xét một hồ nước có dạng hình trụ tròn chứa đầy nước, bán kính $R = 5(\text{m})$ và chiều cao $h = 4(\text{m})$. Nước trong hồ có khối lượng riêng $d = 1000(\text{kg/m}^3)$ (coi như không đổi theo nhiệt độ), nhiệt dung riêng $c = 4200(\text{J/kg·K})$.

1. Coi như chỉ có phần mặt hồ hình tròn là nhận được toàn bộ nhiệt lượng từ bức xạ Mặt trời, còn các nguồn nhiệt khác (không khí, đất,...) là không đáng kể. Giả sử nhiệt độ nước trong hồ là đều ở mọi vị trí. Tính độ thay đổi nhiệt độ của hồ nước sau 1 ngày chiếu sáng.

2. Trên thực tế, nước trong hồ phân bố nhiệt độ không đồng đều giữa các lớp nước, mà lớp nước phía trên do nhận được bức xạ nhiệt trực tiếp nên sẽ nóng hơn, còn lớp nước sau sẽ lạnh hơn ở 4 độ C (tại 4 độ C, mật độ nước cao nhất nên sẽ lắng xuống đáy). Qua mùa thu, Mặt trời chiếu sáng ít đi nên nhiệt độ lớp nước phía trên sẽ cân bằng với lớp dưới, từ đó có sự xáo trộn nước và phân phối dinh dưỡng. Hãy giải thích sự xáo trộn này.

3. Một trong những yếu tố quan trọng nhất chịu chi phối của sự xáo trộn dòng nước trong các hồ là oxygen. Hình dưới đây thể hiện sự phân bố nồng độ oxygen theo độ sâu của một hồ vào ba mùa khác nhau: hè, thu và đông. Hãy ghép mỗi đường 1-3 với từng mùa trên và giải thích dựa trên cơ sở vật lý ở ý b).



Hình 2: Sự phân bố nồng độ oxygen theo độ sâu của một hồ vào ba mùa khác nhau

Câu	Hướng dẫn	Điểm
2.1	**Tính độ thay đổi nhiệt độ của hồ nước sau 1 ngày chiếu sáng.**	**0,75**
	Khối lượng nước trong hồ: $m = Vd = \pi R^2 hd = 100000\pi$ (kg). Nhiệt lượng mà Mặt trời chiếu vào hồ: $Q = qS = q\pi R^2 = 10,8 \cdot 10^8\pi$ (J).	0,25
	Từ phương trình cân bằng nhiệt, ta có: $$Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}}$$ $$\Longrightarrow mc\Delta T = qS$$ $$\Longrightarrow \Delta T = \frac{qS}{mc} = \frac{10,8 \cdot 10^8\pi}{100000\pi \cdot 4200} \approx 2,57^\circ\text{C}$$	0,5
2.2	**Hãy giải thích sự xáo trộn này.**	**0,25**

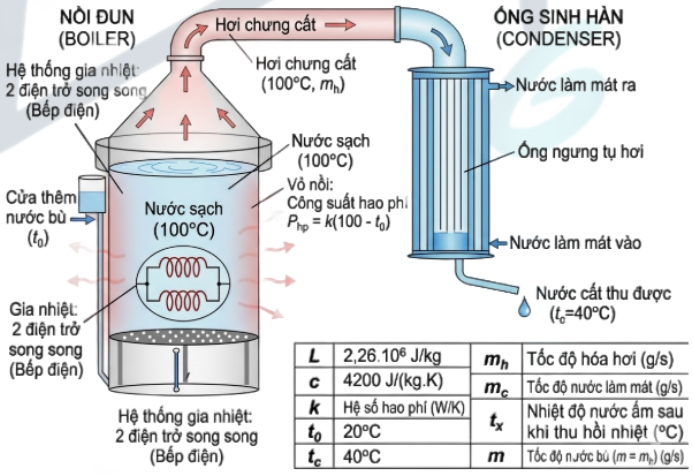
	Vào mùa hè, lớp nước bề mặt nhận bức xạ làm tăng nhiệt độ lớp nước nên mật độ nước ở lớp này thấp; trong khi lớp nước phía dưới lạnh hơn, mật độ cao hơn nên nặng hơn vì vậy sẽ lắng xuống đáy. Vào mùa thu, bức xạ nhiệt giảm dẫn đến nhiệt độ nước lớp bề mặt giảm dần và cân bằng với các lớp dưới, các tác động môi trường khác như gió làm xáo trộn các tầng nước này. Nói cách khác, dòng nước trong hồ chịu ảnh hưởng của **sự đối lưu** nên bị xáo trộn.	0,25
2.3	**Hãy ghép mỗi đường 1-3 với từng mùa trên và giải thích dựa trên cơ sở vật lý ở ý b).**	**0,5**
	Lưu ý: Các bạn trả lời đúng ý về mùa nhưng không giải thích sẽ được 1/2 số điểm. **1.** Đường 1: Mùa hè. Vì không xảy ra đối lưu nên oxygen sẽ chỉ ở tầng nước nông (khoảng hơn 8 ppm) còn tầng nước sâu vì 1) không được nhận oxygen và 2) sinh vật phân giải tiêu thụ ở dưới nên lượng oxygen thấp (giảm còn về 0 ppm). **2.** Đường 2: Mùa thu. Vì đối lưu diễn ra nên oxygen phân phối đều theo độ sâu (gần 10 ppm). **3.** Đường 3: Mùa đông. Nước nhiệt độ thấp có khả năng giữ oxygen tốt hơn nước nóng nên lượng oxygen nhìn chung lớn hơn mùa hè (ở cùng độ sâu). Bên cạnh đó, nước ở mùa đông tồn tại 2 vị trí có xảy ra sự giảm lượng oxygen vì 1) lớp băng hạn chế khuếch tán của oxygen (giảm về 12 ppm) và 2) ở tầng đáy cũng bị sinh vật phân giải tiêu thụ (giảm về 4 ppm)	0,5

Bài 3. (2,0 điểm)

Một cơ sở sản xuất nước cất sử dụng một hệ thống chưng cất liên tục gồm hai bộ phận chính:

- **Nồi đun:** Chứa nước luôn được giữ ở nhiệt độ sôi 100°C. Nồi được gia nhiệt bằng một bếp điện có 2 cuộn dây điện trở giống hệt nhau (có thể mắc nối tiếp hoặc song song vào nguồn điện U không đổi). Nồi đun không cách nhiệt hoàn toàn nên công suất tỏa nhiệt hao phí ra môi trường là $P_{hp} = k(100 - t_0)$, với k là hệ số hao phí, t_0 là nhiệt độ môi trường.
- **Ống sinh hàn:** Hơi nước từ nồi đun (ở 100°C) bay sang ống sinh hàn, ngưng tụ và xả ra ngoài thành nước cất ở nhiệt độ $t_c = 40$°C. Bao quanh ống sinh hàn là một dòng nước làm mát chảy liên tục. Ống sinh hàn được cách nhiệt lý tưởng với môi trường.

Biết nhiệt hóa hơi của nước ở 100°C là $L = 2,26 \cdot 10^6$ J/kg, nhiệt dung riêng của nước là $c = 4200$ J/(kg · K). Gọi m là khối lượng nước chảy qua hoặc hóa hơi trong 1 giây (tức là tốc độ dòng chảy, đơn vị: g/s hoặc kg/s). Gọi P_0 là công suất của 1 cuộn dây điện trở được mắc độc lập.



Hình 3: Sơ đồ hệ thống chưng kết có thu hồi nhiệt (mô hình dành cho ý 1)

1. Vào mùa hè, nhiệt độ môi trường là $t_0 = 20$°C. Nước cấp vào nồi đun được lấy trực tiếp từ vòi nước (cũng ở 20°C). Trong điều kiện lý tưởng, các thông số về công suất của 1 cuộn dây điện trở và hệ số hao

phí của máy lần lượt là $P_0 = 37300$ W (50 mã lực), $k = 67$ W/K. Giả sử 2 cuộn dây điện được mắc song song.

a. Có nhận xét gì về công suất của bếp khi 2 cuộn dây điện được mắc song song, so với trường hợp chỉ có 1 cuộn dây điện trở mắc độc lập.

b. Bằng cách lập phương trình bảo toàn năng lượng (ở đây, ta viết dưới dạng bảo toàn "công suất", tức công suất được cấp vào bằng công suất giải phóng), hãy tính lượng nước chảy qua và hóa hơi trong 1 giây m_0 (đơn vị g/s).

2. Để tính toán chi tiết, người ta thử nghiệm ở hai chế độ ổn định:

- **Chế độ 1:** Mắc 2 cuộn dây điện trở nối tiếp. Đo được tốc độ hóa hơi (lượng nước cất thu được trong 1 giây) là $m_1 = 5$ g/s.
- **Chế độ 2:** Mắc 2 cuộn dây điện trở song song. Đo được tốc độ hóa hơi là $m_2 = 26$ g/s.

Bằng cách lập hệ phương trình công suất, hãy tính công suất tiêu thụ điện P_0 của một cuộn dây điện trở (khi mắc độc lập vào nguồn U) và hệ số hao phí k (W/K).
(Lưu ý: Nước hóa hơi bao nhiêu thì hệ thống tự động bơm bù nước lạnh từ vòi vào nồi đun bấy nhiêu để giữ lượng nước trong nồi không đổi).

3. Để tiết kiệm điện, kỹ sư thiết kế lại đường ống: Nước lạnh từ vòi (ở 20°C) không bơm thẳng vào nồi đun nữa, mà được bơm đi qua vỏ làm mát của ống sinh hàn trước. Dòng nước làm mát này (có tốc độ chảy $m_c = 500$ g/s) sẽ hấp thụ nhiệt từ hơi nước ngưng tụ, nóng lên tới nhiệt độ t_x. Sau đó, một phần dòng nước ấm này được trích ra, bơm thẳng vào nồi đun để bù đắp cho lượng nước đã hóa hơi (phần nước ấm thừa còn lại được xả bỏ). Biết hệ thống đang chạy ở mùa hè ($t_0 = 20$°C) và bếp điện mắc 2 cuộn dây song song.

Hãy thiết lập hệ phương trình liên kết giữa nồi đun và ống sinh hàn. Từ đó tính tốc độ hóa hơi m_h (g/s) ở chế độ tiết kiệm này và nhiệt độ t_x của dòng nước làm mát khi chảy ra khỏi ống sinh hàn.

Câu	Hướng dẫn	Điểm
1	**a.** Khi được mắc độc lập thì điện trở của hệ là $R \Rightarrow$ Công suất là: $$P_0 = \frac{U^2}{R}.$$	**0,125**
	Khi mắc song song thì điện trở của hệ khi này là $\frac{R}{2}$: $$P = 2P_0.$$ Vậy công suất bây giờ gấp 2 lần công suất khi mắc độc lập.	**0,25**
	b. Công suất được cấp là $2P_0$. Công suất hao phí với môi trường: $$P_{\text{hp}} = k\Delta t = 80k.$$	**0,125**
	Công suất cho sự tăng nhiệt độ và chuyển thể của nước (nhiệt lượng dành cho sự hóa hơi trong 1s): $$P_{\text{hh}} = m_0 \cdot c\Delta t + L \cdot m_0.$$	**0,125**
	Theo phương trình bảo toàn năng lượng: $$2P_0 = k\Delta t + m_0 \cdot c\Delta t + L \cdot m_0.$$	**0,25**

	Từ đó suy ra: $$m_0 \approx 0,0267 \text{ (kg/s)}.$$	**0,125**
2	**Tính công suất P_0 và hệ số hao phí k** Đổi đơn vị: $m_1 = 5$ g/s $= 0,005$ kg/s; $m_2 = 26$ g/s $= 0,026$ kg/s. Áp dụng định luật bảo toàn năng lượng cho nồi đun: Công suất điện cấp vào = Công suất làm nóng nước từ 20°C lên 100°C + Công suất hóa hơi + Công suất hao phí ra môi trường. $$P_{\text{điện}} = m \cdot c(100-20) + m \cdot L + k(100-20).$$ $$\Leftrightarrow P_{\text{điện}} - 80k = m(80c + L).$$ $$\Rightarrow 80c + L = 80 \cdot 4200 + 2260000 = 2596000 \text{ (J/kg)}.$$ Lập hệ phương trình cho 2 chế độ: Chế độ 1 ($P_1 = 0,5P_0, m_1 = 0,005$ kg/s): $$0,5P_0 - 80k = 0,005 \cdot 2596000 = 12980. \quad (1)$$	**0,125**
	Chế độ 2 ($P_2 = 2P_0, m_2 = 0,026$ kg/s): $$2P_0 - 80k = 0,026 \cdot 2596000 = 67496. \quad (2)$$	**0,125**
	Giải hệ (1) và (2) ta được: $$P_0 = 36344 \text{ (W)}; \quad k = 64,9 \text{ (W/K)}.$$	**0,25**
3	Đổi đơn vị lưu lượng nước làm mát: $m_c = 500$ g/s $= 0,5$ kg/s. Công suất điện đang dùng (mắc song song): $P_2 = 2P_0 = 72688$ (W). Công suất hao phí (mùa hè 20°C): $P_{\text{hp}} = 80k = 80 \cdot 64,9 = 5192$ (W). Công suất truyền cho nước trong nồi đun: $P_{\text{ích}} = 72688 - 5192 = 67496$ (W). Phương trình nồi đun (nước cấp vào ở nhiệt độ t_x): $$67496 = m_h[c(100-t_x) + L].$$ $$\Leftrightarrow 67496 = m_h[4200(100-t_x) + 2260000].$$ $$\Leftrightarrow 67496 = m_h(2680000 - 4200t_x). \quad (3)$$ Phương trình ống sinh hàn: Nhiệt tỏa ra khi 1 kg hơi nước 100°C ngưng tụ thành nước cất 40°C là: $$Q_{\text{tỏa}} = L + c(100-40) = 2260000 + 4200 \cdot 60 = 2512000 \text{ (J/kg)}.$$ Nhiệt thu vào của dòng nước làm mát để tăng từ 20°C lên t_x: $$Q_{\text{thu}} = m_c \cdot c \cdot (t_x - 20) = 0,5 \cdot 4200(t_x - 20) = 2100(t_x - 20).$$	**0,5**

Bảo toàn nhiệt lượng ở ống sinh hàn ($Q_{\text{tỏa}} = Q_{\text{thu}}$):

$$m_h \cdot 2512000 = 2100(t_x - 20).$$

Biến đổi tương đương: $4200t_x = 84000 + 5024000m_h$. (4)
Thay (4) vào (3) ta được phương trình bậc 2:

$$67496 = m_h[2680000 - (84000 + 5024000m_h)].$$
$$\Leftrightarrow 5024000m_h^2 - 2596000m_h + 67496 = 0.$$

Giải phương trình bậc 2 trên, ta được 2 nghiệm:
Nghiệm 1: $m_h = 0,4893$ kg/s.
Nghiệm 2: $m_h = 0,02746$ kg/s.
Biện luận: Nếu $m_h = 0,4893$ kg/s, thay vào ống sinh hàn sẽ tính ra $t_x \approx 605°$C. Điều này vô lý vì nước làm mát nhận nhiệt từ hơi nước 100°C thì nhiệt độ cao nhất chỉ có thể tiệm cận 100°C.
Do đó, loại nghiệm 1, nhận nghiệm 2: $m_h = 0,02746$ kg/s $= 27,46$ g/s.
Tính nhiệt độ t_x ứng với $m_h = 0,02746$ kg/s:

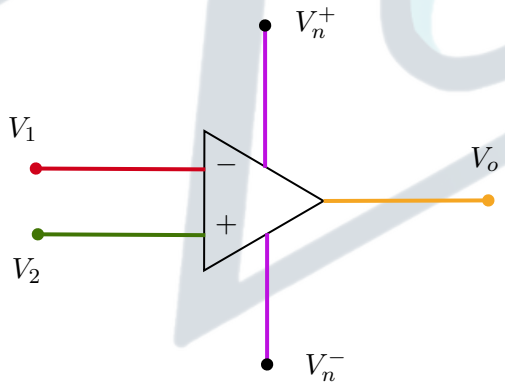
$$2100(t_x - 20) = 0,02746 \cdot 2512000 = 68979,5.$$
$$\Rightarrow t_x - 20 = 32,84 \Rightarrow t_x = 52,84°\text{C}.$$

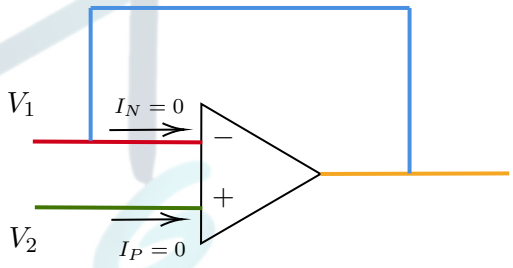
Vậy tốc độ hóa hơi là 27,46 g/s và nhiệt độ dòng nước ra là 52,84°C.

Bài 4. (2,0 điểm)

Hiện nay, để xử lí các tín hiệu điện yếu trong các mạch đo lường và điều khiển, người ta thường sử dụng Op-amp (Operational Amplifier) như hình 2.1, là một bộ khuếch đại điện áp có độ lợi rất lớn. Trước hết để giải bài toán về mạch Op-amp, ta cần một số kiến thức sau:

Kiến thức cơ bản về Op-amp:





$V_1 = V_2$

Chú thích:

- V_{n+} và V_{n-} là các điện áp nguồn, được cấp để Op-amp hoạt động. (Trong bài toán sau ta chưa cần quan tâm đến hai cực này nên sẽ không vẽ vào mạch).
- V_1, V_2 lần lượt được gọi là điện áp đầu vào đảo và điện áp đầu vào không đảo.
- V_O là điện áp đầu ra.

Op-amp được xét trong bài này là Op-amp lí tưởng và hoạt động ở chế độ tuyến tính. Để hoạt động được ở chế độ này thì cần nối một đoạn mạch giữa đầu ra và đầu vào đảo của Op-amp (như hình 2.1). Hiểu đơn giản với những điều kiện trên thì điện áp hai đầu vào bằng nhau: $V_1 = V_2$ và cường độ dòng điện đến các đầu vào

của Op-amp bằng 0.

Kiến thức về điện thế:

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

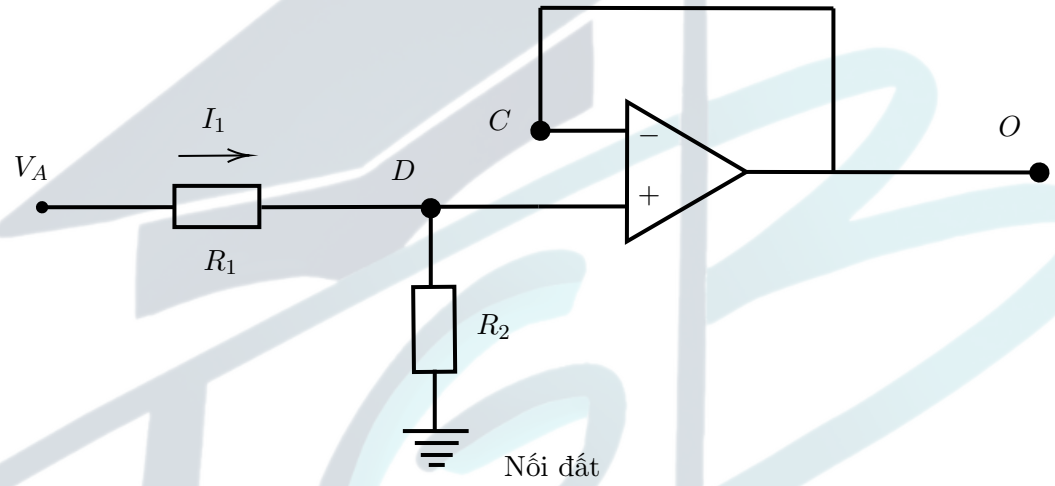
Chú thích:

- U_{AB} là hiệu điện thế giữa hai điểm A và B.
- V_A và V_B lần lượt là điện thế (điện áp) tại điểm A và điện thế (điện áp) tại điểm B.
- Điện thế tại điểm nối đất bằng 0.

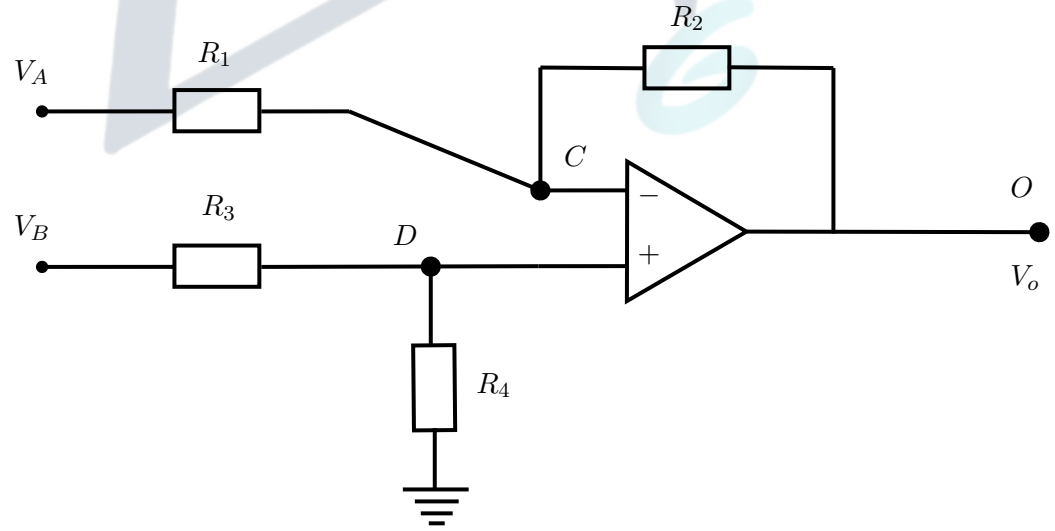
1. Cho mạch điện như hình 2.2, bỏ qua điện trở của dây dẫn. Biết $V_A = 20$ mV, $R_1 = 10$ kΩ, $R_2 = 20$ kΩ.

a. Có nhận xét gì về giá trị điện thế giữa V_D và V_C cũng như V_C và V_O.

b. Từ những nhận xét trên, tìm điện áp đầu ra V_O.



2. Một cấu hình thường gặp của Op-amp trong các hệ đo lường là mạch khuếch đại vi sai, trong đó điện áp đầu ra phụ thuộc vào hai điện áp đầu vào và cách mắc các điện trở trong mạch. Để minh họa nguyên lí hoạt động của cấu hình này, ta xét mạch điện ở hình 2.3. Bỏ qua điện trở của dây dẫn, các đại lượng $R_1, R_2, R_3, R_4, V_A, V_B$ đã biết.



Mục tiêu của ta là tìm điện áp đầu ra V_O. Để tìm được thì ta phải dẫn ra các liên hệ giữa các điện thế.

a. Tìm V_D theo V_B, R_3, và R_4. Tìm V_O theo V_C, V_A, R_1, và R_2. Dựa theo các liên hệ đó, tìm V_O theo các đại lượng đã biết.

b. Trên thực tế, ta có thể viết V_O theo hai hệ số tổng và hiệu của hai điện thế đầu vào. Vì vậy, ta có thể đặt $V_O = k_1(V_B - V_A) + k_2(V_B + V_A)$, với k_1 và k_2 là các hằng số theo các điện trở R_1, R_2, R_3, và R_4. Chứng minh rằng:

$$k_1 = \frac{1}{2}\left[\frac{R_4}{R_3+R_4}\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)+\frac{R_2}{R_1}\right]$$

$$k_2 = \frac{1}{2}\left[\frac{R_4}{R_3+R_4}\left(1+\frac{R_2}{R_1}\right)-\frac{R_2}{R_1}\right]$$

(Nếu không chứng minh được, có thể sử dụng k_1 và k_2 từ kết quả trên để thực hiện các phép tính ở dưới).

3. Bây giờ, ta đi khảo sát một trường hợp đặc biệt của mạch điện này bằng các giá trị điện trở khác nhau.

a. Cho $R_1 = 100\ \text{k}\Omega$, $R_2 = 1\ \Omega$, $R_3 = R_4 = 5\ \text{k}\Omega$, $V_B = 0,7\ \text{kV}$. Tính giá trị của k_1 và k_2. Có nhận xét gì về giá trị của k_1 và k_2 không.

b. Xét hai trường hợp của V_A: $V_A = 6\ \text{V}$ và $V_A = 6\ \text{kV}$. Tính V_O trong hai trường hợp. Có nhận xét gì về V_O của hai trường hợp không. Từ những nhận xét về k_1 và k_2, chứng minh rằng với $R_1 \gg R_2$ (R_1 rất lớn so với R_2) thì V_O gần như không phụ thuộc vào giá trị của V_A.

Câu	Hướng dẫn	Điểm
1	**a.** Do Op-amp lí tưởng và hoạt động ở chế độ tuyến tính nên: +) Không có dòng điện đến hai đầu vào. +) $V_D = V_C$	**0,25**
	Mà giữa C và O không có điện trở nên hiệu điện thế giữa C và O bằng $0 \Rightarrow V_C = V_O$.	**0,125**
	b. Ta có: +) $I_1 = \dfrac{U_{AD}}{R_1} = \dfrac{V_A - V_D}{R_1}$ (1)	**0,125**
	+) $I_1 = \dfrac{V_D - V_{\text{đất}}}{R_2} = \dfrac{V_D}{R_2}$ (Do $V_{\text{đất}} = 0$) (2)	**0,125**
	Từ (1) và (2) $\Rightarrow \dfrac{V_A - V_D}{R_1} = \dfrac{V_D}{R_2} \Rightarrow V_D = V_A \cdot \dfrac{R_2}{R_1+R_2}$ Mà $V_D = V_C = V_O$ nên: $V_O = V_A \cdot \dfrac{R_2}{R_1+R_2} \approx 13,33\ \text{mV}$ Vậy $V_O \approx 13,33\ \text{mV}$.	**0,125**
2	**a.** Do Op-amp lí tưởng và hoạt động ở chế độ tuyến tính nên: +) Không có dòng điện đến hai đầu vào; +) $V_D = V_C$ Ta có: +) $I_3 = \dfrac{U_{BD}}{R_3} = \dfrac{V_B - V_D}{R_3}$ (3) +) $I_3 = \dfrac{V_D - V_{\text{đất}}}{R_4} = \dfrac{V_D}{R_4}$ (4) +) $I_1 = \dfrac{U_{AC}}{R_1} = \dfrac{V_A - V_C}{R_1}$ (5) +) $I_1 = \dfrac{V_C - V_O}{R_2}$ (6) Từ (3) và (4) $\Rightarrow V_D = V_B \cdot \dfrac{R_4}{R_3+R_4}$ Từ (5) và (6) $\Rightarrow V_O = V_C\left(1+\dfrac{R_2}{R_1}\right) - V_A \cdot \dfrac{R_2}{R_1}$ Mà $V_C = V_D$ nên: $V_O = V_B \cdot \dfrac{R_4}{R_3+R_4}\left(1+\dfrac{R_2}{R_1}\right) - V_A \cdot \dfrac{R_2}{R_1}$ (7)	**0,5**

	b. Theo đề bài: $V_O = k_1(V_B - V_A) + k_2(V_B + V_A)$ (8) Từ (7) và (8) $\Rightarrow V_B \cdot \dfrac{R_4}{R_3+R_4}\left(1+\dfrac{R_2}{R_1}\right) - V_A \cdot \dfrac{R_2}{R_1} = k_1(V_B - V_A) + k_2(V_B + V_A)$ Đồng nhất những hệ số đứng trước V_A và V_B, ta được hệ phương trình: $\begin{cases} \dfrac{R_4}{R_3+R_4}\left(1+\dfrac{R_2}{R_1}\right) = k_1 + k_2 \\ -\dfrac{R_2}{R_1} = -k_1 + k_2 \end{cases}$ Giải hệ phương trình trên, ta thu được kết quả cần chứng minh: $k_1 = \dfrac{1}{2}\left[\dfrac{R_4}{R_3+R_4}\left(1+\dfrac{R_2}{R_1}\right) + \dfrac{R_2}{R_1}\right]$; $k_2 = \dfrac{1}{2}\left[\dfrac{R_4}{R_3+R_4}\left(1+\dfrac{R_2}{R_1}\right) - \dfrac{R_2}{R_1}\right]$	**0,25**
3	**a.** Thay số vào ta được $k_1 = 0,2500025; k_2 = 0,2499925$ $\Rightarrow k_1 \approx k_2$.	**0,125**
	b. Với $V_A = 6$ (V) $\Rightarrow V_O = 349,99656$ (V)	**0,125**
	Với $V_A = 6$ (kV) $\Rightarrow V_O = 350,0565$ (V) $\Rightarrow V_O$ xấp xỉ bằng nhau trong hai trường hợp.	**0,125**
	Do $R_2 \ll R_1 \Rightarrow \dfrac{R_2}{R_1}$ rất bé, có thể bỏ qua. $\Rightarrow k_1 \approx k_2 \approx 0,25 \Rightarrow V_O \approx 0,5V_B$ (gần như không phụ thuộc vào V_A).	**0,125**

Bài 5. (2,0 điểm)

1. Đồ thị "lạ lẫm"

Trong lúc rảnh rỗi, bạn Quân quyết định thực hiện một thí nghiệm để kiểm chứng định luật khúc xạ ánh sáng, gồm các công đoạn sau:

1/ Thiết lập một nguồn sáng điểm S và cho một tia sáng đi từ mặt nước ra ngoài không khí (hình 1a). Kí hiệu i và r lần lượt là góc tới và góc khúc xạ trong trường hợp này (đặt là TH1).

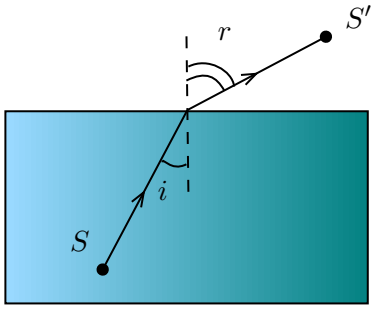
2/ Thay đổi góc i từ $0°$ đến $90°$, sau đó ghi lại các giá trị (i, r) tương ứng đối với TH1.

3/ Tương tự với TH1, nhưng đặt nguồn sáng S ở không khí, và chiếu tia sáng từ không khí vào nước (TH2). Lặp lại bước 2 cho TH2.

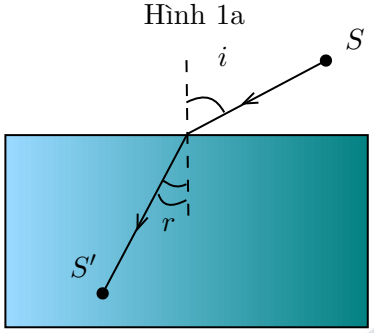
4/ Vẽ đồ thị cho cả hai trường hợp. Ta quy ước độ lớn của góc i và r như trên hình, với giá trị thay đổi từ $0°$ tới $180°$ theo chiều kim đồng hồ.

1. Các đồ thị $f(i)$ và $g(i)$ lần lượt là các trường hợp nào? Giải thích.

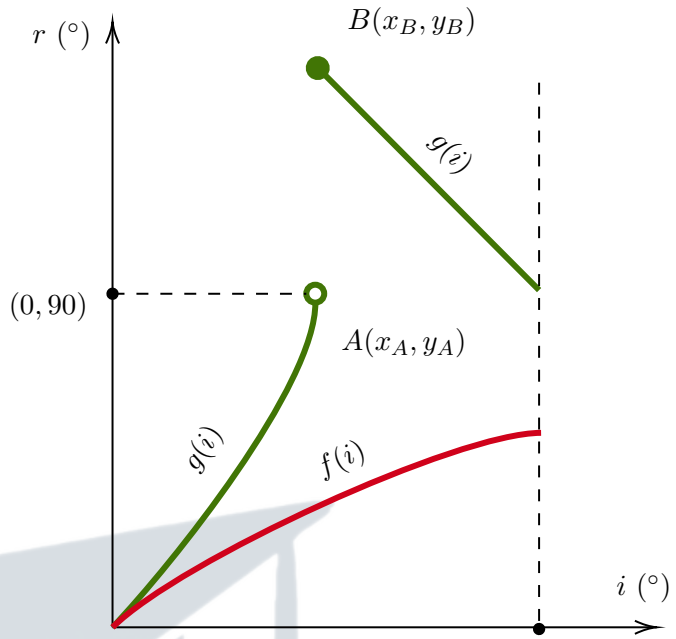
2. Ở đồ thị $g(i)$, ta thấy ở một góc i nào đó, giá trị góc r đột ngột "nhảy" sang đường được tô đậm. Giải thích tại sao lại có sự thay đổi đó. Xác định tọa độ các điểm "đảo" A và B từ đường cong sang đường thẳng của đồ thị $g(i)$.



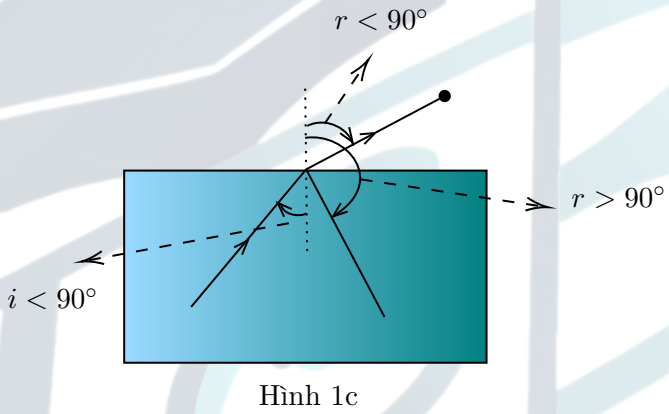
Hình 1a



Hình 1b



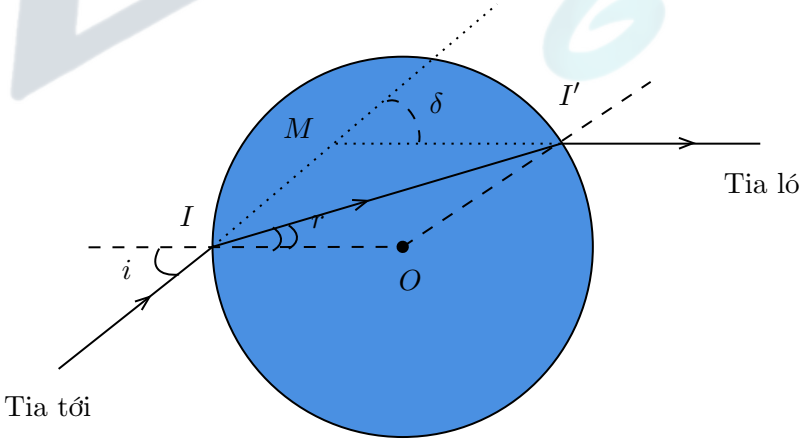
Hình 1d



Hình 1c

2. Hình trụ bằng nước

Lấy ý tưởng từ thí nghiệm này, bạn Trúc quyết định thực hiện một mô hình khác. Bạn đổ đầy một thau hình trụ tròn bằng nước (như hình), chiết suất n, lớp viền bên ngoài rất mỏng, trong suốt và có thể cho ánh sáng truyền qua mà không làm biến dạng đường truyền. Tia tới hợp với pháp tuyến nối từ tâm O của hình tròn một góc i. Gọi góc hợp giữa tia tới và tia ló là δ.



1. Tính δ theo i và r.

2. Cho i bằng $30°$. Tính giá trị của δ.

Câu	Hướng dẫn	Điểm
1a	**Các đồ thị màu $f(i)$ và $g(i)$ lần lượt là các trường hợp nào? Giải thích.**	**0,5**
	Dễ thấy rằng với TH2, tia sáng khi chiếu với mọi góc tới i từ 0 đến 90 độ sẽ có tia khúc xạ với góc khúc xạ r tương ứng (không có trường hợp góc tới hạn). Với TH1, sẽ có một góc tới hạn i_{gh} mà tại đó, theo định luật khúc xạ ánh sáng, $n \sin i_{gh} = 1$. Vì vậy nên đồ thị của TH1 sẽ không liên tục (có điểm đảo), còn đồ thị của TH2 sẽ liên tục với $0° < i < 90°$.	0,25
	Từ suy luận trên, đồ thị $g(i)$ là của TH1, còn đồ thị $f(i)$ là của TH2.	0,25
1b	**Giải thích tại sao lại có sự thay đổi đó. Xác định tọa độ các điểm "đảo" A và B từ đường cong sang đường thẳng của đồ thị $g(i)$.**	**0,5**
	Áp dụng định luật khúc xạ ánh sáng cho TH1, ta có $$n \sin i = \sin r.$$ Với $i = i_{gh}$ thì $\sin r = 1$. Khi này, tia sáng khi tới mặt nước sẽ bị **phản xạ toàn phần** và góc phản xạ sẽ nằm trong mặt phẳng nước, độ lớn bằng i_{gh}. Vậy, tại vị trí $i = i_{gh}$ thì r sẽ chuyển từ $90°$ sang $180° - i_{gh}$, Vậy, đồ thị sẽ có điểm "đảo".	0,25
	Từ lập luận và đồ thị, ta suy ra được $x_A = x_B = i_{gh}$, $y_A = 90°$ $y_B = 180° - i_{gh}$. Ta có $$n \sin i_{gh} = 1$$ $$\longrightarrow i_{gh} = \arcsin \frac{1}{n} = \arcsin \frac{3}{4} \approx 48,59°.$$ Vậy, điểm A có tọa độ $A(48,59; 90)$ còn điểm B có tọa độ $B(48,59; 131,41)$.	0,25
2a	**Tính δ theo i và r.**	**0,625**
	Góc khúc xạ của tia tới tại điểm tới I là $\angle I'OI = r$. Do $OI = OI'$ nên $\Delta I'OI$ là tam giác cân tại O. Vì thế nên $\angle II'O = \angle I'IO = r$. Ta có $\angle MII' = \angle MIO - \angle I'IO = i - r$. Tương tự, ta cũng có $\angle MII' = i - r$.	0,5
	Góc δ là góc ngoài của tam giác $\Delta MII'$, nên ta có $\delta = \angle MII' + \angle MI'I = 2(i - r)$.	0,125
2a	**Cho i bằng $30°$. Tính giá trị của δ.**	**0,375**
	Với $i = 30°$ thì có định luật khúc xạ ánh sáng: $$\sin i = n \sin r$$ $$\longrightarrow r = \arcsin \frac{\sin i}{n} = \arcsin \frac{1/2}{4/3} \approx 22,02°$$.	0,25
	Từ đó ta có $\delta = 2(i - r) \approx 15,96°$.	0,125

Bài 6. (1 điểm)

Nhiệt lượng kế là một thiết bị dùng để đo lượng nhiệt sinh ra hoặc hấp thụ trong một quá trình vật lý hoặc hóa học (như khi hòa tan chất, phản ứng hóa học, hay trao đổi nhiệt giữa các vật). Nhiệt lượng kế được cấu tạo từ:

- **Bình trong:** Thường làm bằng kim loại dẫn nhiệt tốt (nhôm hoặc đồng) để chứa nước và vật cần đo.
- **Vỏ cách nhiệt:** Lớp vỏ bên ngoài (nhựa hoặc xốp) giúp ngăn chặn sự trao đổi nhiệt với môi trường bên ngoài.
- **Nhiệt kế:** Dùng để đo sự thay đổi nhiệt độ của hệ thống.

- **Que khuấy:** Để đảm bảo nhiệt độ trong bình đồng đều tại mọi điểm.

Công dụng của nhiệt lượng kế là tránh sự trao đổi nhiệt của hệ với môi trường bên ngoài, giúp giảm thiểu sai số của các phép đo từ nhiệt kế. Trong câu hỏi sau đây, ta sẽ cùng nhau khảo sát về quá trình trao đổi nhiệt giữa các vật trong nhiệt lượng kế.

Cho các dụng cụ sau đây:

- 4 viên bi A, B, C, D được làm từ cùng một chất liệu với nhiệt dung riêng c_b chưa xác định với khối lượng lần lượt là m_A, m_B, m_C, m_D đôi một khác nhau.
- Nhiệt lượng kế.
- Cân điện tử.
- Ấm đun nước + bếp điện.
- Nhiệt kế.
- Lượng nước đủ để thực hiện thí nghiệm, có nhiệt dung riêng là $c_n = 4200\ \mathrm{J/(kg \cdot K)}$.

1. Trình bày tất cả các tổ hợp khối lượng có thể được tạo thành từ các viên bi riêng lẻ hoặc việc ghép các viên bi lại với nhau.

Trong nguyên tắc thí nghiệm, người ta thường thực hiện thí nghiệm nhiều lần với các tổ hợp khác nhau của một thiết lập thí nghiệm nhất định. Trong đó, những tổ hợp có sự thay đổi của một đại lượng vật lý trong khi những điều kiện khác được giữ nguyên, nhằm tăng độ chính xác của kết quả thực nghiệm. Chẳng hạn như việc thay đổi chiều dài dây treo của con lắc vật lý trong thí nghiệm đo gia tốc trọng trường.

2. Từ dữ kiện trên và các tổ hợp khối lượng đã được liệt kê ở ý 1, hãy thiết lập phương án đo nhiệt dung riêng c_b của vật liệu làm các viên bi trên từ các dụng cụ đã cho với độ chính xác cao. Nêu rõ các bước để tiến hành thí nghiệm, vật liệu cần dùng và viết các phương trình cần thiết. Chỉ xét đến sự trao đổi nhiệt giữa nước và các viên bi.

Câu	Hướng dẫn	Điểm
1	Các tổ hợp được tạo thành: +) A, B, C, D	**0,125**
	+) $A+B$, $A+C$, $A+D$, $B+C$, $B+D$, $C+D$	**0,125**
	+) $A+B+C$, $A+B+D$, $A+C+D$, $B+C+D$	**0,125**
	+) $A+B+C+D$	**0,125**
2	Các bước tiến hành: +) Dùng cân điện tử để cân khối lượng nước m_{n} cần sử dụng, khối lượng m_{b} của các tổ hợp các viên bi. +) Đun lượng nước đã sử dụng đến nhiệt độ t_1 thấp hơn nhiệt độ sôi của nước, đo nhiệt độ t_1. +) Cho lượng nước đã đun và (các) viên bi vào nhiệt lượng kế. Đo nhiệt độ của hệ khi đã cân bằng t_{cb}.	**0,25**
	+) Phương trình cân bằng nhiệt: $$m_n \cdot c_n \cdot (t_1 - t_{cb}) = m_b \cdot c_b \cdot (t_{cb} - t_0)$$ $$\Leftrightarrow c_b = \frac{m_n \cdot c_n \cdot (t_1 - t_{cb})}{m_b \cdot (t_{cb} - t_0)}$$	**0,125**

	+) Thực hiện thí nghiệm trên với 10 trong 15 tổ hợp khối lượng khác nhau đã liệt kê ở trên (có thể dùng số tổ hợp khác). Lấy giá trị trung bình của c_b trong các lần đo.	**0,125**

– HẾT –