

ĐỀ THI THỬ

Môn thi chuyên: **Khoa học tự nhiên (phân môn Hóa học)**

Thời gian làm bài: **150 phút** (không kể thời gian phát đề)

Ngày làm bài thi: **23/4/2025 – 05/5/2025**

Đề thi gồm 08 trang, 08 bài

Lưu ý:

- Các thể tích khí được đo ở điều kiện chuẩn (1 mol khí ở 1 bar, 25°C có thể tích 24,79 lít).
- Các đơn vị của các thông số hoặc đại lượng đã cho trong đề bài là các đơn vị cơ bản của hệ đo lường quốc tế (International System of Units).
- Nguyên tử khối của một số nguyên tố được cho trong bảng sau:

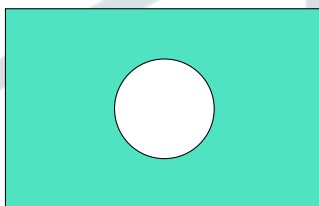
Nguyên tố	H	Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	P
Nguyên tử khối	1	7	9	11	12	14	16	19	23	24	27	31
Nguyên tố	S	Cl	K	Ca	V	Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	Br	Ba
Nguyên tử khối	32	35,5	39	40	51	52	55	56	64	65	80	137

- Thí sinh **KHÔNG** được sử dụng tài liệu, kể cả Bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học và Bảng tính tan.
- Giám thị **KHÔNG** giải thích gì thêm.

Phần I. Kiến thức chung (3,0 điểm)

Bài 1. (1,0 điểm)

- Một tấm kim loại mỏng, phẳng, đồng chất được đặt nằm trên một mặt phẳng rộng. Khoét một lỗ trống ở giữa tấm kim loại (**Hình 1**). Khi ta tăng nhiệt độ của tấm kim loại lên thì diện tích lỗ trống này sẽ thay đổi như thế nào?



Hình 1

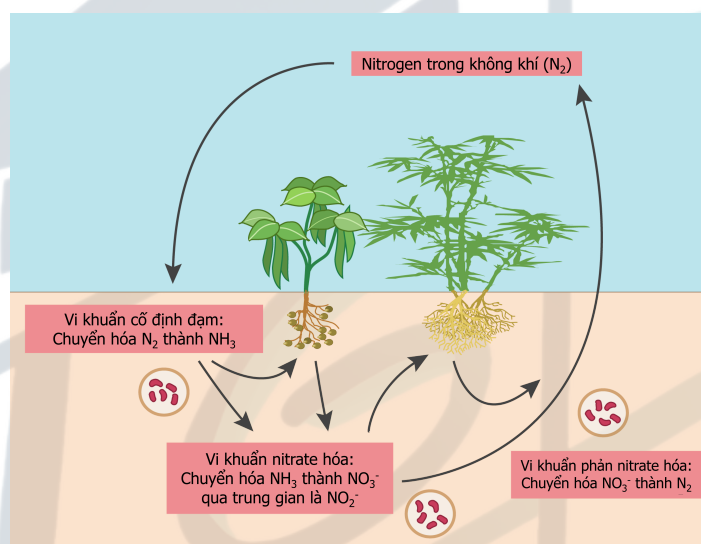
- Tại sao khi rót nước nóng vào ly thủy tinh dày thì ly có thể bị nứt, nhưng ly thủy tinh mỏng lại ít bị nứt hơn?
- Người ta muốn pha nước tắm với nhiệt độ phù hợp. Để có thể có được nhiệt độ nước mà mình mong muốn, người ta có thể làm theo 2 cách:
 - Cách 1: Đổ từ từ nước lạnh vào nước nóng.
 - Cách 2: Đổ từ từ nước nóng vào nước lạnh.
 - Cách nào nhiệt truyền ra môi trường ít hơn, vì sao?
 - Cách nào quá trình trao đổi nhiệt sẽ diễn ra nhanh hơn?

Bài 2. (1,0 điểm)

Urea [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] là loại phân đạm phổ biến, tồn tại ở dạng tinh thể màu trắng, dễ tan trong nước. Người ta sử dụng phân đạm chủ yếu cho việc bón thúc đẩy mạnh sinh trưởng và phát triển trong các giai đoạn quan trọng của cây. Cây trồng chuyển hóa đạm thành các amino acid, DNA, RNA và diệp lục tố.

Khi hòa tan phân urea vào đất, đã xảy ra hai quá trình: nitrate hóa và phản nitrate hóa (**Hình 2**). Nitrate hóa là quá trình oxy hóa ammonia (NH_3) thành nitrate (NO_3^-) để cây hấp thụ. Phản nitrate hóa là quá trình chuyển hóa nitrate (NO_3^-) còn lại trong đất thành khí nitrogen (N_2). Các quá trình xảy ra nhờ các vi khuẩn trong đất theo trình tự như sau:

- Urea hòa tan vào nước tạo ion ammonium (NH_4^+),
- Vi khuẩn *Nitrosomonas europaea* tiêu thụ ion ammonium để phân chia tế bào, sau cùng thải ra nitrite (NO_2^-),
- Vi khuẩn *Nitrobacter* oxy hóa nitrite (NO_2^-) thành nitrate (NO_3^-),
- Phản nitrate hóa: các vi khuẩn dị dưỡng như *Paracoccus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* khử nitrate về lại nitrogen dạng khí.

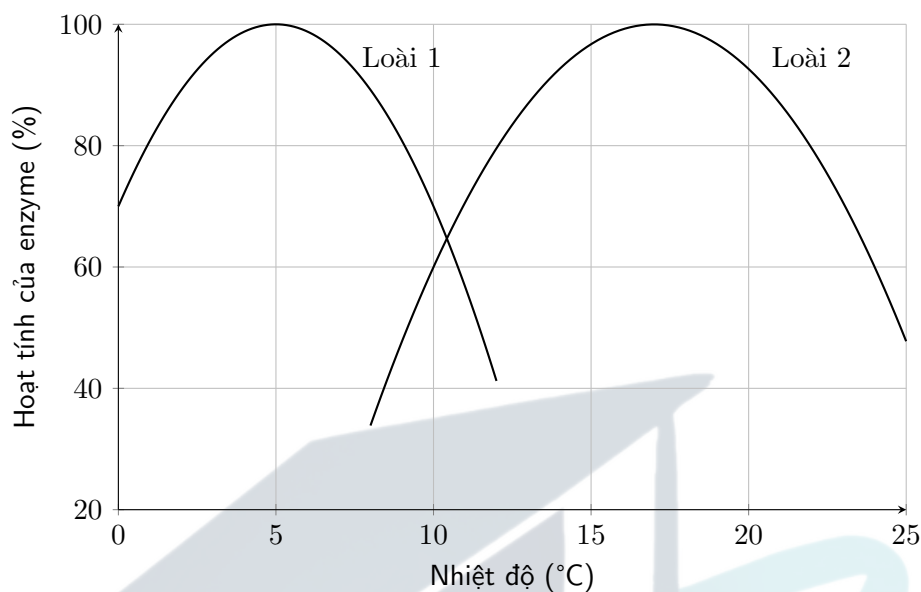


Hình 2. Chu trình cố định đạm của vi khuẩn trong đất

1. Tính hàm lượng nitrogen trong urea (kết quả làm tròn đến chữ số thập phân thứ nhất).
2. Vẽ công thức cấu tạo của urea. Dựa vào công thức cấu tạo, giải thích vì sao phân urea dễ hòa tan trong nước. Viết phương trình urea hòa tan trong nước.
3. Hãy cho biết (không cần giải thích) mỗi phát biểu **a)**, **b)**, **c)**, **d)** là **ĐÚNG** hay **SAI** và ghi kết quả vào bài làm:
 - a)** Trung hòa đất kiềm hoặc đất chua bằng cách bón phân urea vào đất.
 - b)** Vi khuẩn phản nitrate hóa có thể ứng dụng vào xử lý nước thải, giúp giảm tình trạng tảo nở hoa.
 - c)** Trong công nghiệp, urea được tổng hợp bằng cách cho khí CO_2 đi qua dung dịch ammonia ở áp suất cao. Để sản xuất ra 300 kg urea, cần lượng CO_2 tương đương đốt cháy 220 kg ethylene (giả sử hiệu suất toàn bộ chu trình là 100%).
 - d)** Qua quá trình nitrate hóa, nitrogen trong NH_3 ban đầu đã nhận thêm 8 electron.
4. Giả sử hiệu suất của cả chu trình cố định đạm là 80%. Tính thể tích khí N_2 thoát ra ở điều kiện tiêu chuẩn khi hòa tan 60 g phân urea vào đất (kết quả làm tròn đến chữ số thập phân thứ hai).

Bài 3. (1,0 điểm)

Hai loài cá trê cùng sinh sống trong các ao ở một làng. Kết quả nghiên cứu hoạt tính enzyme ở hai loài dưới tác động của nhiệt độ được trình bày ở **Hình 3**.



Hình 3

1. Loài nào có khả năng chịu lạnh tốt hơn? Giải thích.
2. Nếu nuôi chung hai loài với số lượng tương đương ở 12°C, loài 2 có khả năng bị loại bỏ nhanh do cạnh tranh loại trừ không? Giải thích.
3. Ở môi trường tự nhiên, tần suất bắt gặp hai loài cá này sống tách biệt hay cùng chung sống trong một khu vực ao là cao hơn? Giải thích.
4. Khí hậu ở ngôi làng này có nhiệt độ tăng nhanh hơn so với các vùng khác do tác động của biến đổi khí hậu. Trong một số thập niên tới, khu vực phân bố của loài 1 có thể sẽ thay đổi như thế nào?

Phần II. Phân môn Hóa học (7,0 điểm)

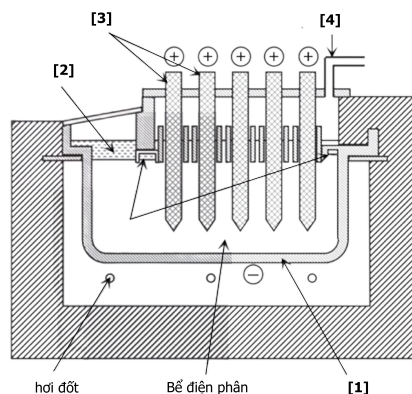
Bài 4. (1,75 điểm) – Sản xuất magnesium

Nhờ tính chất nhẹ, bền và phản ứng linh hoạt, magnesium được sử dụng rộng rãi trong sản xuất hợp kim, được phẩm và thậm chí là trong cơ thể con người. Thông qua câu hỏi này chúng ta sẽ khám phá về hai phương pháp điều chế magnesium phổ biến nhất.

Phương pháp đầu tiên sử dụng quặng dolomite có thành phần chính là $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ (xem **Hình 4**). Quặng được nung lên ở nhiệt độ cao thu được hỗn hợp rắn gồm **A** (chứa thành phần nguyên tố Mg) và **B**, kèm với khí **C (phản ứng 1)**. Sau đó hỗn hợp rắn được đem đi phản ứng với Si (tồn tại dưới dạng hợp kim với sắt) để thu được kim loại magnesium tinh khiết và chất **D (phản ứng 2)**. Biết rằng hàm lượng calcium trong **D** là 46,51%.

Phương pháp thứ hai, còn gọi là *quy trình Dow cho magnesium*, sử dụng nguồn Mg^{2+} từ muối biển. Quy trình bắt đầu với việc cho Ca(OH)_2 vào nước biển để thu được kết tủa **E (phản ứng 3)**, sau đó nó được lọc tách rồi trung hòa bằng HCl rồi được nung ở khoảng 700°C để thu được muối khan **F (phản ứng 4)**. Sau đó **F** được điện phân nóng chảy để thu được kim loại Mg và chất khí **G (phản ứng 5)**.

1. Xác định công thức các chất **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G**.



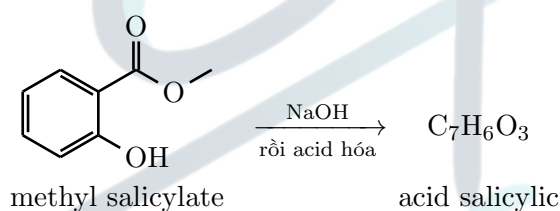
Hình 4. Lớp cắt dọc của một tế bào điện phân trong quy trình Dow

- Viết phương trình hóa học các phản ứng từ 1 đến 5.
- Khi thực hiện phản ứng 2, ta đồng thời nâng nhiệt độ để chưng cất và thu được sản phẩm tinh khiết. Cho biết việc chưng cất nên thực hiện ở áp suất cao hay thấp (trên hay dưới 1 bar)? Sản phẩm dễ bay hơi hơn là chất nào?
- Cho biết trong quá trình điện phân, sự khử diễn ra ở điện cực cathode và sự oxid hóa diễn ra ở điện cực anode. Gán các tên được cho như sau với các bộ phận [1], [2], [3], [4] trong Hình 4: ống thoát khí Cl_2 , điện cực cathode bằng thép, bể Mg, điện cực anode bằng carbon.

Bài 5. (1,25 điểm) – Aspirin

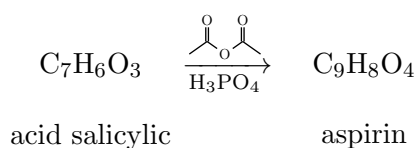
Acid acetylsalicylic, hay còn được biết đến với tên thương mại Aspirin, là một loại thuốc giảm đau và hạ sốt phổ biến trên toàn thế giới. Sau đây ta sẽ tìm hiểu phương pháp tổng hợp nó từ methyl salicylate, thành phần chính của tinh dầu lộc đề xanh (Wintergreen).

Ở bước đầu tiên, methyl salicylate được cho đun với dung dịch NaOH 6M trong 15 phút. H_2SO_4 sau đó được thêm vào để thu được acid salicylic.



Hình 5

- Đề xuất công thức cấu tạo của acid salicylic và viết phương trình phản ứng ở hình trên. Đề xuất sản phẩm thu được nếu không acid hóa.
- Bước tiếp theo là phản ứng acid salicylic với anhydride acetic để thu được aspirin.



Hình 6

- Đề xuất công thức cấu tạo của aspirin. Viết phương trình phản ứng.
- Từ 1,4 g acid salicylic điều chế được 1,44 g aspirin. Tính hiệu suất phản ứng.

3. Quy trình điều chế aspirin được tóm tắt sơ lược như sau:

Giai đoạn 1

- Bước 1:** Cân 1,4g acid salicylic và chuyển vào bình tam giác Erlenmeyer dung tích 125 mL sạch, khô.
- Bước 2:** Thêm 3,0 mL anhydride acetic cùng 5 giọt H_3PO_4 đậm đặc vào bình Erlenmeyer.
- Bước 3:** Đậy bình bằng nút cao su một lỗ có gắn ống nhựa dài 2 cm.
- Bước 4:** Đặt bình Erlenmeyer vào cốc becher dung tích 800 mL chứa 250 mL nước và đun nóng đến 85°C , duy trì nhiệt độ $85 - 90^\circ\text{C}$ trong 5 phút, tránh để sôi mạnh.

Giai đoạn 2

- Bước 5:** Ngừng đun nóng, ngay lập tức dùng pipet Pasteur nhỏ 2 mL nước khử ion qua ống nhựa.
- Bước 6:** Khi bình nguội đủ, dùng khăn lấy bình ra khỏi cốc, tháo nút cao su và thêm 20 mL nước khử ion.
- Bước 7:** Để bình ở nhiệt độ phòng đến khi xuất hiện tinh thể, sau đó thêm 10 mL nước khử ion, lắc nhẹ và đặt vào bể nước đá để làm lạnh hoàn toàn.
- Bước 8:** Sau khi làm lạnh, tách sản phẩm kết tinh bằng lọc hút.

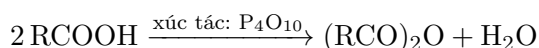
Giai đoạn 3

- Bước 9:** Rửa bình với 15 mL nước khử ion lạnh, đổ nước rửa lên kết tủa và tiếp tục lọc hút trong 10 phút.
- Bước 10:** Cân sản phẩm thô và chuyển vào cốc 50 mL sạch, khô.
- Bước 11:** Thêm 10 mL nước khử ion trên mỗi gram sản phẩm rắn.
- Bước 12:** Đun nóng, khuấy liên tục đến khi sản phẩm rắn hòa tan hoàn toàn.
- Bước 13:** Đặt cốc vào bể nước đá, làm lạnh đến khi tinh thể aspirin kết tinh hoàn toàn.
- Bước 14:** Tách sản phẩm kết tinh, tiếp tục lọc hút thêm 10 phút.
- Bước 15:** Chuyển chất rắn vào cốc 50 mL sạch, khô, sấy khô trong lò ở 80°C trong 1 giờ.
- Bước 16:** Sau khi để nguội, cân khối lượng sản phẩm cuối cùng để đánh giá hiệu suất tổng hợp.

- a. Hãy ghép tên phù hợp với các giai đoạn 1, 2, 3: “phản ứng ester hóa”, “kết tinh và lọc”, “tinh chế”.
- b. Dựa vào giai đoạn 3, cho biết sản phẩm thu được ở bước 8 có thể sử dụng ngay không? Giải thích.

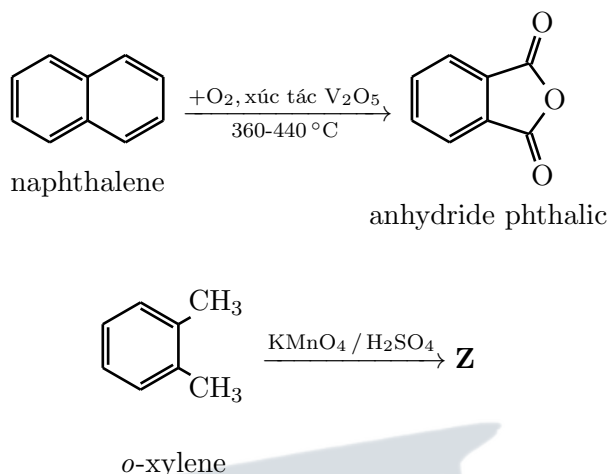
Bài 6. (1,0 điểm) – Anhydride acid

Anhydride acid là nhóm hợp chất hữu cơ được tạo thành khi tách nước phân tử carboxylic acid; hầu hết chúng là những chất “háo” nước, gây bong nặng, hoạt tính acid cao và thường được dùng trong tổng hợp hữu cơ. Phương trình tạo anhydride có thể được mô tả như sau:



1. Viết phương trình hóa học tạo thành anhydride acetic.

2. Khi đun nóng naphthalene với oxygen xúc tác V_2O_5 thì thu được anhydride phthalic. Oxid hóa *o*-xylene hoặc thủy phân anhydride phthalic đều thu được acid **Z**.



Hình 7

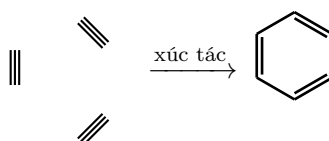
Cho biết khối lượng phân tử **Z** là 166, xác định acid **Z**. Viết phương trình phản ứng tạo thành acid phthalic từ anhydride phthalic.

3. Khi đun but-2-ene-1,4-diol với các tác nhân oxid hóa như H_2CrO_4 (hoặc CrO_3 trong H_2SO_4) thì thu được 2 hợp chất hữu cơ **N** và **M** có cùng khối lượng phân tử là 116. 1 mol **N** hay **M** đều tác dụng vừa đủ với 2 mol $NaHCO_3$. Cho **M** tác dụng với P_4O_{10} khan (anhydride hóa) thì thu được $C_4H_2O_3$, còn **N** thì không cho phản ứng này. Xác định **N** và **M**.
4. Ester bis(2-ethylhexyl) phthalate (“DEHP”) được sử dụng trong sản xuất các hợp chất polyvinyl chloride. DEHP được sản xuất trong công nghiệp bằng phản ứng giữa lượng dư 2-ethylhexanol và anhydride phthalic với sự có mặt của một acid chẳng hạn như acid sulfuric hay acid para-toluenesulfonic. Viết phương trình hóa học dưới dạng công thức khung phân tử (skeletal formula) và cho biết vai trò của acid.

Bài 7. (1,75 điểm) – Phản ứng trimer hóa

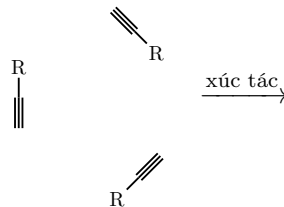
Acetylene là một phân tử có giá trị trong công nghiệp hóa học và có thể được tổng hợp bằng nhiều quy trình khác nhau. Phương pháp đầu tiên sử dụng calcium carbide, được tổng hợp từ vôi sống và than cốc (**phản ứng 1**), dùng để phản ứng với nước để tạo thành acetylene (**phản ứng 2**). Ngoài ra, nhiệt phân methane ở $1500^\circ C$ trong thời gian ngắn cũng thu được sản phẩm mong muốn (**phản ứng 3**). Một phương pháp khác tổng hợp trực tiếp acetylene từ carbon monoxide và khí hydrogen (**phản ứng 4**).

1. Viết phương trình hóa học các **phản ứng** từ **1** tới **4**.
2. Khi sử dụng một số xúc tác đặc biệt, acetylene có thể tam hợp (trimerization) để tạo thành vòng benzene.



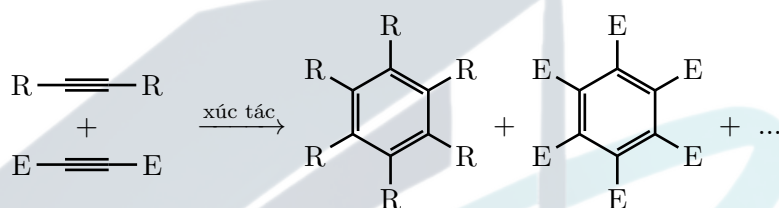
Hình 8

Ngoài acetylene đơn giản, các phân tử alkyne khác (như propyne,...) cũng tham gia phản ứng tương tự.



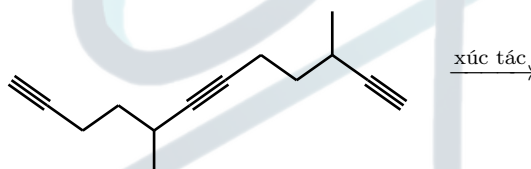
Hình 9

- Cho biết có tối đa bao nhiêu sản phẩm trimer có thể được tạo thành từ phản ứng ở **Hình 9** (không cần giải thích)?
 - Giả sử rằng nhóm **R** không ảnh hưởng tới định hướng của các phân tử (tức không xét tương tác không gian). Hãy cho biết sản phẩm trimer nào là sản phẩm chính?
3. Trong **Hình 10**, khi các kiểu phân tử khác nhau phản ứng đồng thời thì cũng có nhiều phân tử được tạo thành.



Hình 10

- Khi 2 loại phân tử phản ứng đồng thời, như trong **Hình 10**, sẽ có tối đa bao nhiêu sản phẩm trimer có thể được tạo thành, bao gồm cả 2 kiểu đã liệt kê trong hình?
 - Biết rằng trong phản ứng ở **Hình 10**, nếu sử dụng một xúc tác nhất định chứa iridium (Ir), thì có thể tổng hợp chọn lọc duy nhất một hợp chất. Khối lượng phân tử của hợp chất này là 370. Biết rằng nhóm R là CH_2OCH_3 và nhóm E là COOCH_3 , vẽ công thức phân tử sản phẩm này.
4. Phản ứng trimer có thể diễn ra nội phân tử với các triyne, như trong **Hình 11**:



Hình 11

Vẽ sản phẩm thu được từ phản ứng trên.

Bài 8. (1,25 điểm) – Nước cứng

Nước cứng là loại nước chứa nhiều ion khoáng, đặc biệt là calcium (Ca^{2+}) và magnesium (Mg^{2+}). Các ion này khiến nước khó tạo bọt với xà phòng và có thể gây cặn trong đường ống, thiết bị đun nước. Ngoài ra nó còn chứa các cation khác như HCO_3^- , Cl^- và SO_4^{2-} .

- Đề xuất phương pháp để nhận biết sự hiện diện của các ion Ca^{2+} hoặc Mg^{2+} trong nước cứng. Ngoài cách sử dụng hóa chất thì ta còn có thể sử dụng cách nào để nhận biết có cation Mg^{2+} và Ca^{2+} hiện diện trong âm nước không?
- Trong thực tế, nước cứng còn được chia làm hai loại là nước cứng tạm thời và nước cứng vĩnh cửu. Trong đó nước cứng tạm thời chứa $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ còn nước cứng vĩnh cửu chứa CaSO_4 , MgSO_4 , CaCl_2 , MgCl_2 . Đề xuất 1 phương pháp để xác định xem nước cứng đó thuộc loại nào và cho giải thích.

3. Một bạn học sinh muốn thử nhận biết xem lượng ion Ca^{2+} và Mg^{2+} có trong nước giếng nhà mình là bao nhiêu nên bạn đã sử dụng giấm ăn để làm thuốc thử. Đầu tiên bạn trích 50 mL dung dịch từ nước giếng, rồi đun nóng một lúc, thì bạn thấy có một lượng cặn trắng ở đáy nồi, lượng chất rắn này có khối lượng 2,1484 mg. Sau khi lọc lượng cặn rắn bạn cho tiếp một lượng giấm dư vào cặn rắn thì thấy có khoảng 1,104 mL khí không màu.

- a. Xác định khối lượng của các muối có trong 50 mL nước giếng. Kết quả làm tròn đến 2 chữ số thập phân.
- b. Nếu kiểm tra 150 mL nước giếng thì khối lượng của các muối Ca^{2+} và Mg^{2+} là bao nhiêu gram? Kết quả làm tròn đến 2 chữ số thập phân.

Xem như trong 50 mL nước giếng chỉ có $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ và trong cặn trắng không có oxide kim loại nào.

— HẾT —

Họ và tên thí sinh:	
Số báo danh:	Phòng thi: