

HƯỚNG DẪN CHẤM THI  
Đề thi thử

Môn thi chuyên: **Khoa học tự nhiên (phân môn Vật lí)**  
Thời gian làm bài: **150 phút** (không kể thời gian phát đề)  
Ngày làm bài thi: **19/4/2025**  
Hướng dẫn chấm thi gồm 17 trang

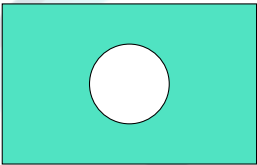
I. Hướng dẫn chung

- 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. (1,0 điểm)

- 1. 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

- 2. 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?
  - 3. 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.
- a. Cách nào nhiệt truyền ra môi trường ít hơn, vì sao?
- b. Cách nào quá trình trao đổi nhiệt sẽ diễn ra nhanh hơn?

Câu	Hướng dẫn	Điểm
1.1	<b>Khi ta tăng nhiệt độ của tấm kim loại lên thì diện tích lỗ trống này sẽ thay đổi như thế nào?</b>	<b>0,25</b>
	Vì tấm kim loại được đặt trên mặt phẳng rộng nên khi tăng nhiệt độ thì tấm kim loại sẽ tự do giãn nở vì nhiệt. Phần kim loại bao quanh lỗ trống cũng sẽ nở, dẫn tới diện tích lỗ trống tăng.	0,25

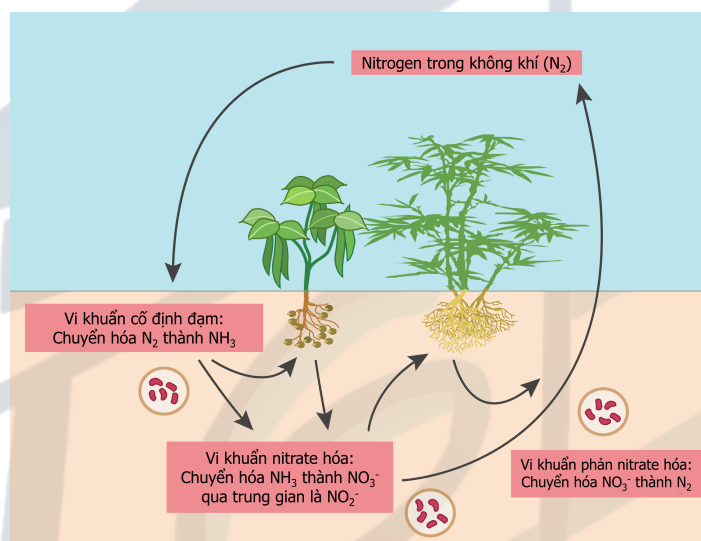
1.2	<b>Khi ta tăng nhiệt độ của tấm kim loại lên thì diện tích lỗ trống này sẽ thay đổi như thế nào?</b>		<b>0,25</b>
	Ở ly thủy tinh dày, khi rót nước nóng, lớp thủy tinh bên trong tiếp xúc với nhiệt và nở ra trước. Tuy nhiên, vì thủy tinh là chất dẫn nhiệt kém, nhiệt không kịp lan ra lớp ngoài. Sự chênh lệch giãn nở giữa lớp trong và lớp ngoài đó đã tạo ra ứng suất lớn làm thủy tinh có thể bị nứt vỡ.		0,125
	Còn đối với ly thủy tinh mỏng, nhiệt có thể truyền nhanh hơn ra bên ngoài mà không bị lớp thủy tinh khác cản trở. Sự giãn nở xảy ra đồng đều hơn, giảm ứng suất nhiệt nên ly ít bị nứt hơn.		0,125
1.3	a	<b>Cách nào nhiệt truyền ra môi trường ít hơn, vì sao?</b>	<b>0,25</b>
		Khi đổ nước lạnh sang nước nóng thì nhiệt độ của nước nóng ít truyền ra môi trường hơn do nước nóng ban đầu ở dưới nước lạnh, ít tiếp xúc với môi trường hơn. Ngược lại nếu đổ nước nóng qua nước lạnh, các phân tử nước nóng có động năng tiếp xúc với môi trường nhiều hơn do nằm ở trên.	0,25
	b	<b>Cách nào quá trình trao đổi nhiệt sẽ diễn ra nhanh hơn?</b>	<b>0,25</b>
		Ta có nước lạnh nặng hơn nước nóng vì khi nước nóng lên, các phân tử nước chuyển động nhanh hơn và giãn nở, làm giảm mật độ (khối lượng riêng) của nước. Ngược lại, nước lạnh có các phân tử chuyển động chậm hơn và nằm gần nhau hơn, khiến mật độ cao hơn. Vì thế, trộn theo cách 1 thì quá trình truyền nhiệt sẽ xảy ra nhanh hơn khi nước lạnh sẽ đi xuống còn nước nóng sẽ đi lên do sự chênh lệch về khối lượng riêng, tạo ra đối lưu khiến cho quá trình trao đổi nhiệt diễn ra nhanh hơn. Còn ở cách 2 thì sẽ truyền nhiệt bằng dẫn nhiệt mà nước có khả năng dẫn nhiệt kém ( $c = 4200 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$ ) nên quá trình trao đổi nhiệt này sẽ diễn ra lâu hơn.	0,25

## 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. Nitrate hóa là quá trình oxy hóa ammonia ( $\text{NH}_3$ ) thành nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) để cây hấp thụ. Phản nitrate hóa là quá trình chuyển hóa nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ) còn lại trong đất thành khí nitrogen ( $\text{N}_2$ ). Các quá trình xảy ra nhờ các vi khuẩn trong đất theo trình tự như sau:

- Urea hòa tan vào nước tạo ion ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ),
- Vi khuẩn *Nitrosomonas europaea* tiêu thụ ion ammonium để phân chia tế bào, sau cùng thải ra nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ),
- Vi khuẩn *Nitrobacter* oxy hóa nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) thành nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ),
- Phản nitrate hóa: các vi khuẩn dị dưỡng như *Paracoccus*, *Bacillus*, *Pseudomonas* khử nitrate về lại nitrogen dạng khí.



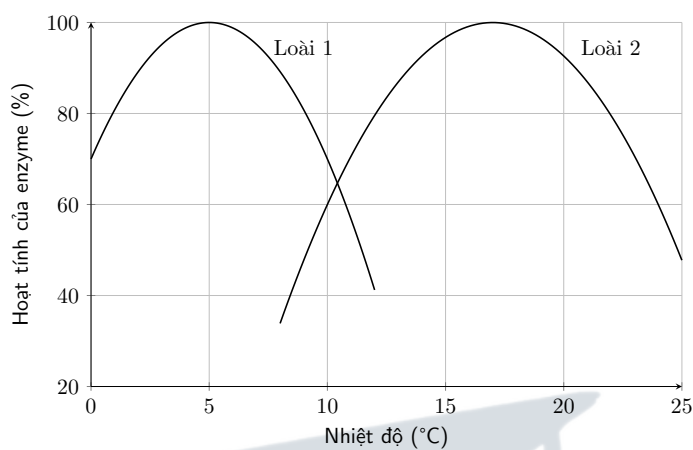
Hình 2. Chu trình cố định đạm của vi khuẩn trong đất

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  $\text{CO}_2$  đi qua dung dịch ammonia ở áp suất cao. Để sản xuất ra 300 kg urea, cần lượng  $\text{CO}_2$  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  $\text{NH}_3$  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  $\text{N}_2$  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).

Câu	Hướng dẫn	Điểm
2.1	<b>Tính hàm lượng nitrogen trong urea (kết quả làm tròn đến chữ số thập phân thứ nhất).</b>	<b>0,125</b>
	Hàm lượng nitrogen trong urea là $\%N = \frac{14 \times 2}{(14 + 2) \times 2 + 12 + 16} = 46,7\%.$	0,125
2.2	<b>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.</b>	<b>0,375</b>
	Công thức cấu tạo của urea: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}-\text{N}-\text{C}-\text{N}-\text{H} \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array}$	0,125
	Vì phân tử ure có liên kết N–H phân cực khiến cho nguyên tử N trong ure tạo được liên kết hydrogen với nguyên tử H trong nước và ngược lại, nguyên tử H trong ure tạo được liên kết hydrogen với nguyên tử O trong nước.	0,125
	Phương trình urea hòa tan trong nước: $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2.$	0,125
2.3	<b>Hãy cho biết (không cần giải thích) mỗi phát biểu a), b), c), d) là ĐÚNG hay SAI.</b>	<b>0,375</b>
	a) Sai – b) Đúng – c) Sai – d) Sai. Thí sinh trả lời đúng 4 ý: <b>0,375 điểm.</b> Thí sinh trả lời đúng 3 ý: <b>0,25 điểm.</b> Thí sinh trả lời đúng 2 ý: <b>0,125 điểm.</b> Thí sinh trả lời đúng ít hơn 2 ý: <b>không cho điểm.</b>	0,375
2.4	<b>Tính thể tích khí N<sub>2</sub> 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).</b>	<b>0,125</b>
	Bảo toàn nguyên tố nitrogen: $n_{\text{N}_2} \text{ lí thuyết} = n_{(\text{NH}_2)_2\text{CO}} = \frac{60}{60} = 1 \text{ (mol).}$ $n_{\text{N}_2} \text{ thực tế} = 1 \cdot 0,8 = 0,8 \text{ (mol).}$ $V_{\text{N}_2} = 0,8 \cdot 24,79 = 19,83 \text{ (L).}$	0,125

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

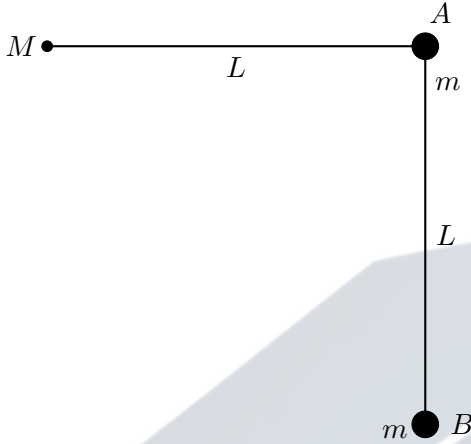
- 1. Loài nào có khả năng chịu lạnh tốt hơn? Giải thích.
- 2. Nếu nuôi chung hai loài với số lượng tương đương ở 12°C, loài 2 có khả năng bị loại bỏ nhanh do cạnh tranh loại trừ không? Giải thích.
- 3. Ở môi trường tự nhiên, tần suất bắt gặp hai loài cá này sống tách biệt hay cùng chung sống trong một 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?

Câu	Hướng dẫn	Điểm
3.1	<b>Loài nào có khả năng chịu lạnh tốt hơn? Giải thích.</b>	<b>0,25</b>
	Loài 1 chịu lạnh tốt hơn.	0,25
	Giải thích: Hoạt tính enzyme thể hiện hoạt động và sự thích nghi với môi trường sống của chúng. Loài 1 có khoảng nhiệt độ tối thích (hoạt tính enzyme cao) thấp hơn (khoảng 4°C – 5°C) so với loài 2 (khoảng 15°C – 17°C).	
3.2	<b>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.</b>	<b>0,25</b>
	Nếu nuôi chung hai loài với số lượng tương đương ở 12°C, loài 2 <b>không</b> có khả năng bị loại bỏ nhanh do cạnh tranh loại trừ.	0,25
	Giải thích: Hoạt tính enzyme của loài 2 cao hơn (khoảng 75%) so với loài 1 (khoảng 45%) nên loài 2 có thể sống sót tốt hơn.	
3.3	<b>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.</b>	<b>0,25</b>
	Tần số sống tách biệt cao hơn.	0,25
	Giải thích: Đường đồ thị thể hiện hoạt tính enzyme của hai loài tách biệt ít (trùng nhau nhiều), cho thấy sự trùng lặp ổ sinh thái thấp nên trong tự nhiên, chúng thường phân bố tách biệt.	
3.4	<b>Trong một số thập niên tới, khu vực phân bố của loài 1 có thể sẽ thay đổi như thế nào?</b>	<b>0,25</b>
	Loài 1 phân bố lên khu vực ao trong làng khác cao hơn. Khu phân bố hiện tại có nhiệt độ tăng nên loài 1 sẽ di chuyển lên vùng cao hơn.	0,25

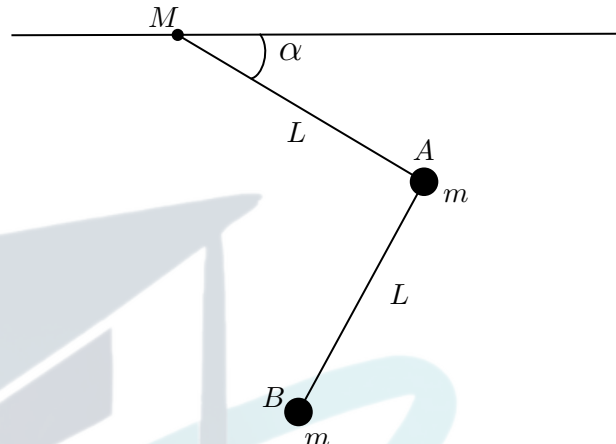
#### Bài 4. (1,5 điểm)

1. Một khung cứng nhẹ  $ABM$  được treo cố định vào bản lề cố định tại  $M$ . Các thanh thẳng của khung vuông góc với nhau và có cùng chiều dài  $MA = AB = L$  (Hình 4). Ở đầu  $A, B$  có gắn các vật nặng cùng khối lượng  $m$ . Giữ khung ở vị trí cho  $MA$  nằm ngang, rồi thả nhẹ khung (Hình 5). Biết rằng tại mọi thời điểm thì tốc độ của 2 vật  $A, B$  luôn thỏa mãn hệ thức

$$v_A = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot v_B.$$



Hình 4

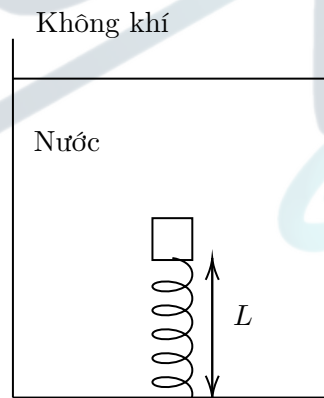


Hình 5

- Khi khung quay được một góc  $\alpha$  từ vị trí thả ra, tìm tốc độ  $v_B$ .
- Tìm tốc độ cực đại của quả cầu  $B$  trong quá trình chuyển động.

**Gợi ý:** Với bốn số thực  $a, b, x, y$  bất kì, ta luôn có bất đẳng thức  $(ax + by)^2 \leq (a^2 + b^2)(x^2 + y^2)$ . Dấu đẳng thức xảy ra khi và chỉ khi  $ay = bx$ .

2. Bạn Tú dự định đo độ cứng của một lò xo, vậy nên bạn thực hiện một thí nghiệm như Hình 6. Các dụng cụ bao gồm: một vật rắn, đặc, đồng chất, có trọng lượng riêng  $\rho$  chưa biết (bé hơn trọng lượng riêng nước), thể tích  $V$ ; một lò xo có độ cứng là  $k$  và độ dài tự nhiên  $l_0$ . Cho rằng thể tích vật và lò xo không đáng kể so với thể tích bể và thể tích nước. Biết trọng lượng riêng của nước là  $d_{H_2O}$ .



Hình 6

- Trước khi thực hành thí nghiệm, bạn Tú cho vật nổi lênh bênh trên mặt nước. Các phép đo cho thấy rằng chỉ có  $\frac{1}{5}$  thể tích vật chìm dưới nước. Tìm mối quan hệ giữa trọng lượng riêng của vật và trọng lượng riêng của nước.
- Tiến hành thí nghiệm như sau: vật được buộc vào một đầu lò xo, đầu còn lại lò xo được gắn chặt vào đáy bể nước. Lò xo và vật hợp thành một đường thẳng vuông góc đáy bể. Phép đo cho thấy lò xo giãn tới độ dài  $L$ .



- i. Viết biểu thức tính độ cứng  $k$  của lò xo.
- ii. Bạn Tú muốn sử dụng một chất lỏng khác có trọng lượng riêng  $d'$  thay cho nước. Biết rằng nếu lò xo bị kéo dãn một đoạn quá  $\Delta l_{\max}$  thì lò xo sẽ bị hỏng, hãy xác định điều kiện đối với  $d'$  để lò xo không bị hỏng trong lúc thí nghiệm.

**Gợi ý:** Trong giới hạn đàn hồi, độ lớn lực đàn hồi  $F_{dh}$  của lò xo tỉ lệ thuận với độ biến dạng của lò xo theo biểu thức  $F_{dh} = k \cdot |\Delta l|$ .

Câu		Hướng dẫn	Điểm
4.1	a	<b>Khi khung quay được một góc <math>\alpha</math> từ vị trí thả ra, tìm tốc độ <math>v_B</math>.</b>	<b>0,5</b>
		<p>Chọn mốc thế năng tại <math>O</math>. Tại thời điểm chưa thả khung, cơ năng của cả hệ là:</p> $E_{\text{ban đầu}} = K_A + U_A + K_B + U_B = 0 + 0 + 0 + 10 \cdot m \cdot (-L) = -10mL.$ <p>Tại thời điểm khung quay được góc <math>\alpha</math> từ vị trí thả, cơ năng của cả hệ là:</p> $E_\alpha = K_{A'} + U_{A'} + K_{B'} + U_{B'}$ $= \frac{1}{2}mv_A^2 + 10m \cdot (-L \sin \alpha) + \frac{1}{2}mv_B^2 + 10m \cdot (-L \sin \alpha - L \cos \alpha).$ <p>Vì cơ năng của hệ được bảo toàn ta có <math>E_{\text{ban đầu}} = E_\alpha</math>, hay</p> $-10mL = \frac{1}{2}mv_A^2 - 10mL \sin \alpha + \frac{1}{2}mv_B^2 - 10mL \cdot (\sin \alpha + \cos \alpha)$	0,25
	b	Với chú ý $v_A = \frac{\sqrt{2}}{2}v_B$ , ta tính được $v_B = \sqrt{\frac{4}{3} \cdot 10 \cdot L \cdot (2 \sin \alpha + \cos \alpha - 1)}$ .	0,25
		<b>Tìm tốc độ cực đại của quả cầu <math>B</math> trong quá trình chuyển động.</b>	<b>0,5</b>
		Để $v_B$ đạt cực đại thì $2 \sin \alpha + \cos \alpha - 1$ phải đạt cực đại. Chú ý rằng	0,25
		$2 \sin \alpha + \cos \alpha - 1 \leq \sqrt{(2^2 + 1^2)(\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)} - 1 = \sqrt{5} - 1.$	
4.2	a	Dấu đẳng thức xảy ra khi và chỉ khi $\sin \alpha = 2 \cos \alpha$ , hay $\tan \alpha = 2$ , kéo theo $\alpha = \tan^{-1} 2$ .	0,25
		Vậy $v_B$ đạt giá trị cực đại là $\sqrt{\frac{4}{3} \cdot 10 \cdot L \cdot (\sqrt{5} - 1)}$ tại $\alpha = \tan^{-1} 2$ .	
	b	<b>Tìm mối quan hệ giữa trọng lượng riêng của vật và trọng lượng riêng của nước.</b>	<b>0,125</b>
		<p>Do vật nổi lênh bênh, nên lực đẩy Archimedes cân bằng với trọng lực tác dụng lên vật:</p> $F_{\text{asm}} = P \Leftrightarrow d_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{V}{5} = V \cdot \rho \Rightarrow \rho = \frac{d_{\text{H}_2\text{O}}}{5}.$	0,125
	b	<b>Viết biểu thức tính độ cứng <math>k</math> của lò xo.</b>	<b>0,125</b>
		<p>Gọi độ lớn của lực đẩy Archimedes lúc này là <math>F'_{\text{asm}}</math>. Dễ dàng nhận thấy lực Archimedes cân bằng với trọng lực và lực đàn hồi đặt lên vật:</p> $F_{\text{lx}} + P = F'_{\text{asm}} \Leftrightarrow k(L - l_0) + \rho \cdot V = d_{\text{H}_2\text{O}} \cdot V$ $\Leftrightarrow k = \frac{V(d_{\text{H}_2\text{O}} - \rho)}{L - l_0}.$	0,125

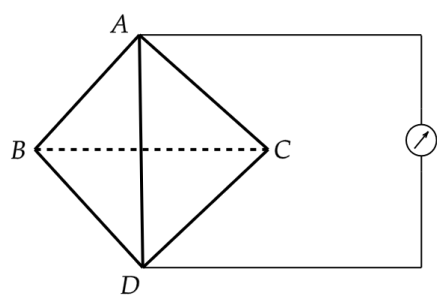
	Hãy xác định điều kiện đối với $d'$ để lò xo không bị hỏng trong lúc thí nghiệm.	0,25
	Lực đàn hồi tối đa mà lò xo có thể tác dụng được: $F_{\max} = k(l_{\max} - l_0)$ .	0,25
	Ta có $V(d' - \rho) \leq k(l_{\max} - l_0)$ , suy ra $d' \leq \frac{k(l_{\max} - l_0)}{V} + \rho$ .	





**Bài 5. (1,5 điểm)**

Cho một khung có hình tứ diện  $ABCD$  có đầu  $A$  và  $D$  được nối vào một Ohm kế như **Hình 7**. Cạnh  $BC$  của khung được làm bằng vật liệu không dẫn điện, các cạnh còn lại đều được làm bằng vật liệu có điện trở suất là  $\rho$ , và mỗi cạnh của khung dây có chiều dài  $l$ , tiết diện  $S$ .



**Hình 7**

- 1. Tính số chỉ của Ohm kế.
- 2. Một quán cà phê muốn lắp các dây đèn vào các khung dây để trang trí, lúc này các cạnh của khung dây được làm bằng vật liệu không dẫn điện. Do muốn các dây đèn nối lại thành một đường khép kín, người ta quyết định không lắp dây đèn vào các cạnh  $AD$  và  $BC$ , đồng thời lắp các loại dây đèn khác màu nhau trên mỗi cạnh. Biết khung dài 2 m và các dây dẫn được dùng để làm dây đèn có tiết diện  $S = 16\text{ mm}^2$ . Giá thành và thông số cho từng loại dây đèn được cho trong **Bảng 1** như sau:

**Bảng 1.** Bảng giá thành và điện trở suất của các loại dây màu

Màu dây	Giá thành (nghìn đồng/mét)	Điện trở suất ( $\Omega \cdot \text{m}$ )
Đỏ	10,200	$1,68 \cdot 10^{-8}$
Cam	11,000	$1,72 \cdot 10^{-8}$
Vàng	10,800	$1,70 \cdot 10^{-8}$
Lục	10,600	$1,64 \cdot 10^{-8}$
Lam	9,800	$1,68 \cdot 10^{-8}$
Chàm	10,200	$1,66 \cdot 10^{-8}$
Tím	10,000	$1,64 \cdot 10^{-8}$

Hãy xác định quán cần phải lắp những dây đèn có màu nào để:

- a. Tiết kiệm chi phí nhất; khi đó, tính điện trở khung dây.
- b. Điện trở khung dây là lớn nhất; khi đó, tính giá thành phải trả cho 1 khung dây.

Câu	Hướng dẫn	Điểm
5.1	<b>Tính số chỉ của Ohm kế.</b>	<b>0,75</b>
	Điện trở của một cạnh của khung: $R = \rho \frac{l}{S}$ .	0,25
	Do $BC$ được làm bằng vật liệu không dẫn điện nên mạch có thể được vẽ lại như sau: 	0,25

		<p>Khi đó, điện trở tương đương của mạch là</p> $\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{0,5R + 0,5R} \Rightarrow R_{td} = \frac{R}{2} = \rho \frac{l}{2S}.$	0,25
5.2	a	<b>Hãy xác định quán cần phải lắp những dây đèn màu nào để tiết kiệm chi phí nhất; khi đó, tính điện trở khung dây.</b>	<b>0,5</b>
		Do $AD$ và $BC$ không được nối dây đèn nên không có điện trở, khi đó mạch điện tương đương với bốn điện trở mắc song song nhau tương đương cho 4 dây đèn.	0,25
		Bốn dây đèn cần mắc để sử dụng ít chi phí nhất: Đỏ, Lam, Chàm, Tím.	0,125
		<p>Áp dụng công thức tính điện trở tương đương của đoạn mạch song song. Gọi <math>R_1</math> là điện trở tương đương của đoạn mạch lúc này, khi đó:</p> $\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_{đỏ}} + \frac{1}{R_{lam}} + \frac{1}{R_{chàm}} + \frac{1}{R_{tím}} \Rightarrow R_1 \approx 0,5261 \Omega.$	0,125
	b	<b>Hãy xác định quán cần phải lắp những dây đèn màu nào để điện trở khung dây là lớn nhất; khi đó, tính giá thành phải trả cho 1 khung dây.</b>	<b>0,25</b>
		Do mắc song song nên để điện trở khung dây lớn nhất thì các điện trở của dây dẫn cùng phải lớn nhất. Bốn dây đèn cần mắc là: Đỏ, Cam, Vàng, Lục.	0,125
		Giá thành: 85,200 nghìn đồng.	0,125

**Bài 6. (1,5 điểm)**

Dòng điện cảm ứng là hiện tượng xuất hiện khi số đường sức từ xuyên qua tiết diện của dây dẫn đó biến thiên (tăng hoặc giảm). Hiện tượng này đóng vai trò quan trọng trong nhiều ứng dụng hiện đại, đặc biệt là công nghệ tàu đệm từ, trong đó SC MAGLEV là một trong những hệ thống tiên tiến nhất.

SC MAGLEV (Superconducting Maglev) là loại tàu đệm từ siêu dẫn do Nhật Bản phát triển, sử dụng công nghệ nam châm siêu dẫn để di chuyển mà không cần tiếp xúc với đường ray. Tàu hoạt động dựa trên nguyên lý cảm ứng điện từ: khi dòng điện chạy qua nam châm điện trên mặt ray, từ trường được tạo ra sẽ tương tác với nam châm siêu dẫn được lắp đặt hai bên tàu. Lực điện từ sinh ra giúp nâng tàu gần như lơ lửng trên mặt ray và tạo lực đẩy giúp tàu di chuyển với tốc độ cao mà không gặp ma sát cơ học. Với công nghệ tiên tiến này, SC MAGLEV hiện là hệ thống tàu nhanh nhất thế giới, đạt kỷ lục tốc độ 603 km/h vào năm 2015. Vì không sử dụng bánh xe và loại bỏ ma sát với mặt đường ray nên tàu vận hành êm ái, giảm tiếng ồn đáng kể và nâng cao hiệu suất năng lượng. So với tàu hỏa truyền thống chạy bằng động cơ đốt trong, SC MAGLEV thân thiện với môi trường hơn do giảm phát thải khí nhà kính. Công nghệ tàu đệm từ này không chỉ giúp rút ngắn thời gian di chuyển mà còn mở ra hướng phát triển mới cho ngành giao thông vận tải trong tương lai.

1. Đọc đoạn thông tin trên và điền vào các chỗ trống trong đoạn văn sau:

Tàu đệm từ SC MAGLEV hoạt động dựa trên nguyên lý (1) ..., khi các nam châm điện ở (2) ... tàu và đường tàu tương tác với nhau sẽ tạo ra (3) ... giúp con tàu di chuyển về phía trên và lực nâng giúp con tàu (4) ... trên mặt ray. SC MAGLEV đạt tốc độ kỷ lục (5) ... và được ví như cải tiến mới trong ngành giao thông vận tải của thế giới.

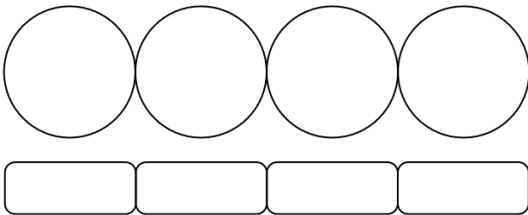
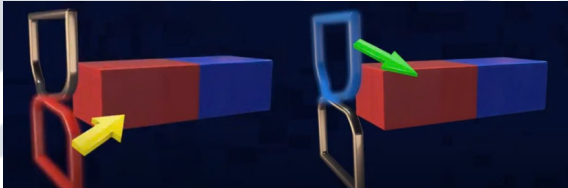
2. Hãy trả lời các câu hỏi sau và giải thích câu trả lời của mình: Để hoàn thành mô hình tàu đệm từ SC MAGLEV,

- a. Các nam châm được lắp đặt trên tàu và đường tàu được xếp theo thứ tự nào?
- b. Nam châm cần có hình dạng nào để tối ưu hóa việc tạo ra từ trường?
- c. Các nam châm của bộ phận nâng hạ có hình dạng gì khác so với nam châm của bộ phận đẩy không? Nếu có thì chúng được cấu tạo và sắp xếp như thế nào khi thực hiện nâng?  
Giả sử các nam châm của bộ phận nâng được đặt hai bên con tàu và xem chúng như một khối nam châm cố định với cực Bắc bên trái và cực Nam bên phải.

3. Trong tương lai, tàu đệm từ sẽ chính thức được đưa vào hoạt động với dự kiến có tốc độ 505 km/h nhằm phục vụ hành khách di chuyển từ Tokyo đến Nagoya trong thời gian khoảng 34 phút. Giả sử tàu chuyển động thẳng đều. Biết rằng tàu tiêu thụ năng lượng điện khoảng 360 000 J/km và chi phí sử dụng điện tại thời điểm tháng 03/2025 là 27 JPY (Yên Nhật) cho mỗi kWh.

- a. Tính chi phí vận hành một chuyến tàu đệm từ đi một chiều từ Tokyo đến Nagoya.
- b. So sánh chi phí cần bỏ ra để thực hiện một chuyến đi một chiều từ Tokyo đến Nagoya bằng tàu đệm từ và bằng máy bay với lượng tiêu thụ điện năng là 108 kWh.

Câu		Hướng dẫn	Điểm
6.1		<b>Đọc đoạn thông tin trên và điền vào các chỗ trống trong đoạn văn sau:</b>	<b>0,25</b>
		(1) – cảm ứng điện từ; (2) – hai bên; (3) lực đẩy; (4) – lơ lửng; (5) 603 km/h	0,25
6.2	a	<b>Các nam châm được lắp đặt trên tàu và đường tàu được xếp theo thứ tự nào?</b>	<b>0,25</b>
		Các nam châm trên tàu và đường tàu được sắp xếp xen kẽ nhau, vì hai nam châm có cực trái ngược nhau sẽ tạo ra lực đẩy giúp tàu chạy về phía trước.	0,25
	b	<b>Nam châm cần có hình dạng nào để tối ưu hóa việc tạo ra từ trường?</b>	<b>0,25</b>
		Nam châm điện được làm có dạng khung hình chữ nhật bo tròn (vấn cho điểm các thí sinh trả lời là khung hình vuông).	0,125

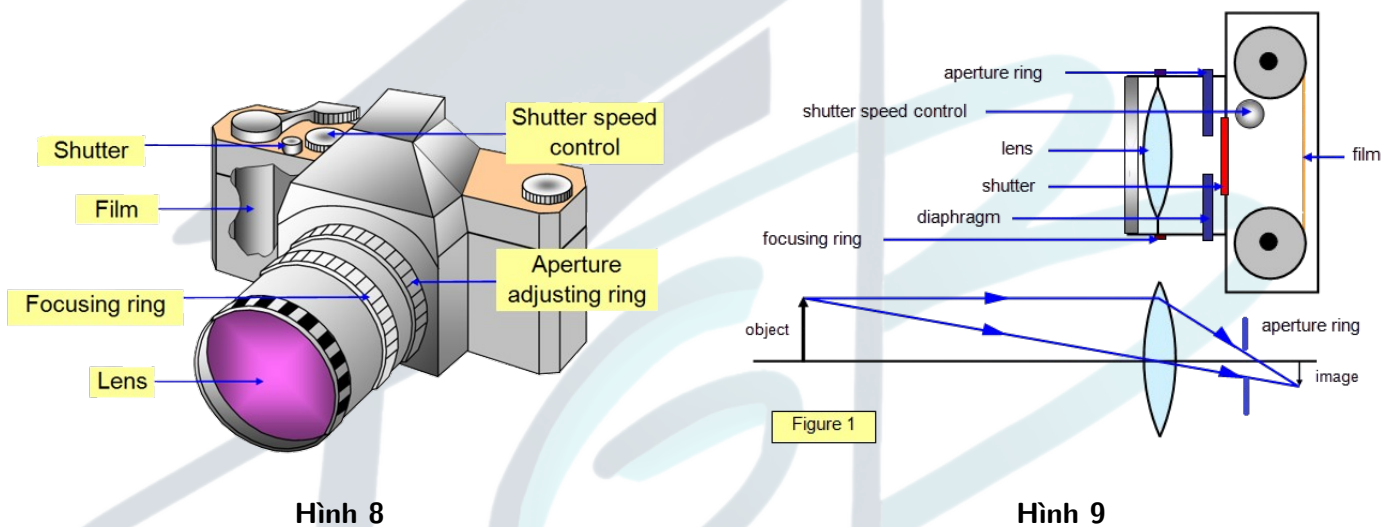
		<p>Giải thích: So với cuộn dây tròn, hình chữ nhật có thể bao phủ một diện tích tương tác dài và hẹp phù hợp hơn với hình dạng của đường ray và tàu từ đó lực từ được trải đều dọc theo thân tàu. Ngoài ra, việc bo góc tròn các khung hình chữ nhật sẽ giúp giảm điện trường tập trung ở các góc nhọn, hạn chế được việc gây ra phóng điện làm bong tróc lớp cách điện, dẫn đến mất an toàn trên đường tàu.</p> 	0,125
c	<p><b>Các nam châm của bộ phận nâng hạ có hình dạng gì khác so với nam châm của bộ phận đẩy không? Nếu có thì chúng được cấu tạo và sắp xếp như thế nào khi thực hiện nâng?</b></p>		0,25
	<p>Các nam châm của bộ phận nâng hạ được uốn cong tạo thành hai hình chữ nhật nhỏ như hình số 8 được đặt dọc theo đường tàu.</p>		0,125
	<p>Giải thích: Khi ấy, nam châm điện sẽ có cùng 2 cực trên một mặt phẳng và khi các nam châm của bộ phận nâng được đặt hai bên con tàu được xem như một khối nam châm cố định với cực Bắc bên trái và cực Nam bên phải thì nam châm số 8 đặt bên trái sẽ được điều chỉnh sao cho cực Nam phía trên và cực Bắc phía dưới tạo lực đẩy nâng tàu lên.</p> 		0,125
6.3	a	<p><b>Tính chi phí vận hành một chuyến tàu đệm từ đi một chiều từ Tokyo đến Nagoya.</b></p>	0,25
		<p>Đổi đơn vị: <math>360\,000\text{ J/km} = 0,1\text{ kWh/km}</math> và <math>34\text{ min} = \frac{17}{30}\text{ h}</math>.</p> <p>Quãng đường một chuyến tàu đệm từ đi một chiều từ Tokyo đến Nagoya là</p> $s = vt = 505 \cdot \frac{17}{30} = \frac{1717}{6}\text{ km.}$ <p>Điện năng tàu đệm từ tiêu thụ trong một chuyến đi là</p> $A = \frac{1717}{6} \cdot 0,1 = \frac{1717}{60}\text{ kWh.}$ <p>Chi phí vận hành một chuyến tàu đệm từ là</p> $\frac{1717}{60} \cdot 27 = 772,65\text{ JPY.}$	0,25
		<p>Chi phí cần bỏ ra để thực hiện một chuyến đi một chiều từ Tokyo đến Nagoya bằng máy bay là</p> $108 \cdot 27 = 2916\text{ JPY.}$ <p>Vậy việc sử dụng tàu SC MAGLEV tiết kiệm chi phí gần 4 lần so với việc sử dụng máy bay để di chuyển một đoạn đường gần như nhau.</p>	0,25

## Bài 7. (1,5 điểm)

Bạn An được giao nhiệm vụ quay phim tại một công viên. Một máy ảnh kĩ thuật số (**Hình 8**) có mô hình được phác thảo như **Hình 9**. Để đơn giản hóa, ta có thể coi máy ảnh kĩ thuật số chỉ được cấu tạo từ:

- Một **thấu kính hội tụ** (*lens*), với tiêu cự  $f$  (mm) có thể thay đổi được.
- Một **cảm biến camera** (*camera sensor*, hay *film*) để hứng ánh sáng, có khoảng cách đến thấu kính là  $L' = 5\text{ cm}$  không đổi. Tâm của cảm biến nằm trên trục chính của thấu kính. Chiều dài và chiều rộng của cảm biến đủ lớn để hứng ảnh.
- Một **vòng khẩu độ** (*aperture ring*), có thể hiểu là một lỗ nhỏ trên máy ảnh để ánh sáng đi qua, cách sensor một khoảng  $l = 2\text{ cm}$ . Các máy ảnh thông thường sẽ kí hiệu khẩu độ là  $f/n$  ( $n$  là hệ số tỉ lệ). Ví dụ: Một ống kính có tiêu cự  $f = 50\text{ mm}$ , khẩu độ được kí hiệu là  $f/2,8$  thì đường kính lỗ mở (khẩu)  $d = 50/2,8 \approx 17,9\text{ mm}$ . Trong trường hợp này, **khẩu độ của máy ảnh có thể thay đổi độc lập theo tiêu cự** (chẳng hạn, nếu để khẩu độ là  $50/2,8$ , ta vẫn có thể điều chỉnh  $f$  là một giá trị khác  $50\text{ mm}$ ).

Coi các điều kiện sáng ở công viên là lý tưởng để quay chụp.



Hình 8

Hình 9

1. Bạn Triết yêu cầu quay một cột bóng rổ cách bạn An  $5\text{ m}$  (chân cột nằm trên trục chính của thấu kính), với điều kiện phải quay rõ nét cây cột (**điều kiện I**). Khi đó, nếu **không di chuyển và bỏ qua ảnh hưởng do khẩu độ gây ra**, bạn nên điều chỉnh tiêu cự máy ảnh  $f$  (mm) là bao nhiêu để thỏa mãn điều kiện trên?
2. Bây giờ, ta tính đến ảnh hưởng của khẩu độ. Trên thực tế, kích thước của khẩu độ khá nhỏ nên đôi khi đứng quá gần vật thể sẽ khiến vật thể nằm ngoài khung hình. Để đơn giản, ta vẫn coi chân cột nằm trên trục chính thấu kính. Biết khẩu độ của máy ảnh có giá trị cực đại là  $f/n_{\max} = 70/4\text{ mm}$ , còn cực tiểu là  $f/n_{\min} = 30/8\text{ mm}$ .

Cho chiều cao của cột bóng rổ là  $3,05\text{ m}$ , vậy bạn An có thể chụp được toàn cảnh cột bóng rổ mà không bị mờ nếu đứng ở khoảng cách  $5\text{ m}$  không? Nếu không thì bạn phải di chuyển cách cột bóng rổ bao nhiêu mét và điều chỉnh tiêu cự như thế nào để thỏa mãn **điều kiện I**?

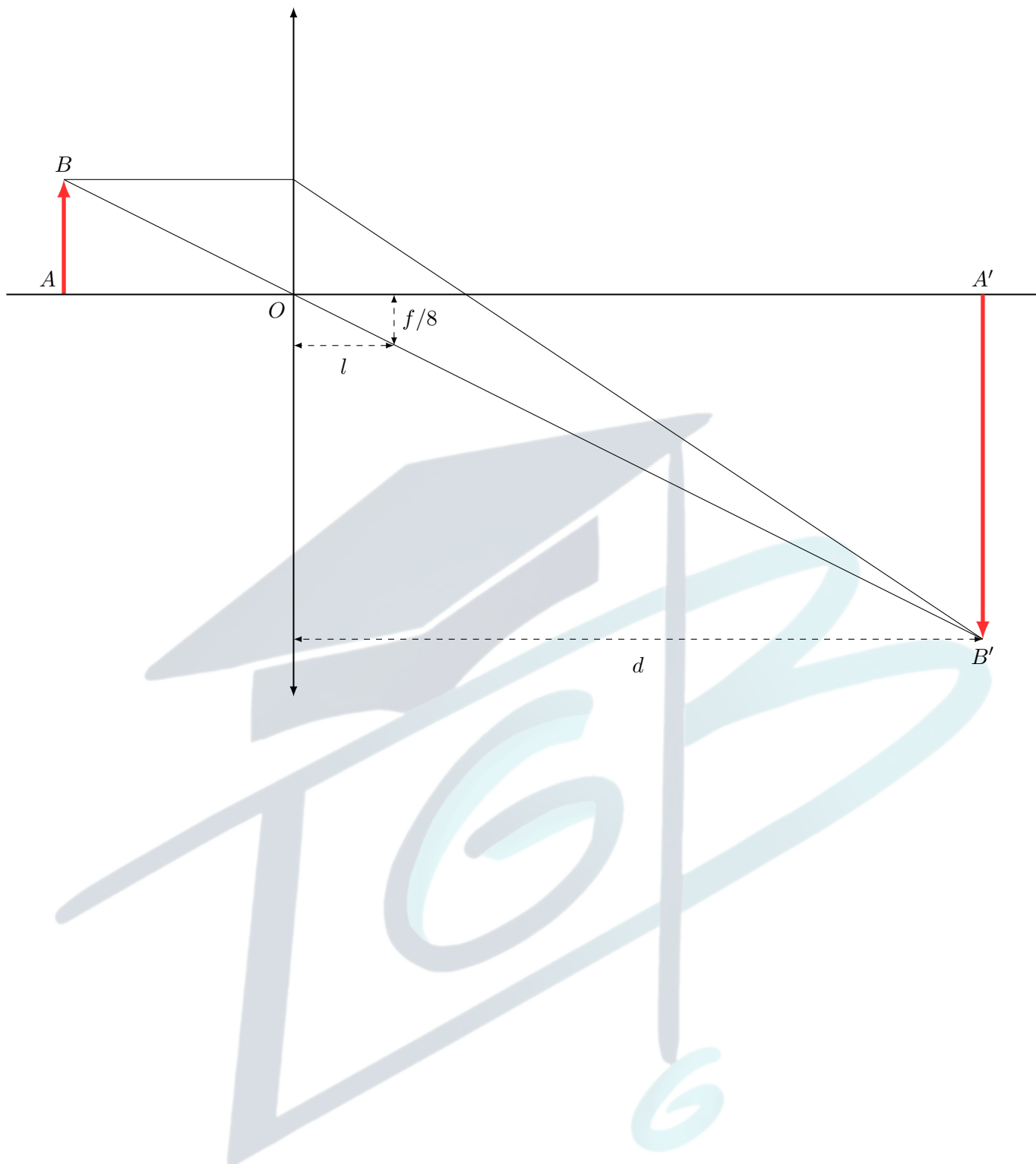
3. Ngoài điều kiện trên, bạn Triết còn yêu cầu bạn An thực hiện động tác Zoom và Dolly sao cho chiều cao cột bóng rổ lúc sau trên màn ảnh chỉ bằng một nửa chiều cao cột bóng rổ ban đầu (**điều kiện II**). Lúc thực hiện **điều kiện II** thì **điều kiện I** luôn được thỏa mãn.

- a. Tính khoảng cách di chuyển của bạn An.
- b. Tính tỉ số giữa hai tiêu cự thỏa mãn **điều kiện I** và **điều kiện II**.

Zoom là thao tác điều chỉnh tiêu cự sao cho ảnh trên sensor luôn rõ nét, còn Dolly là động tác di chuyển lại gần/ra xa (điều chỉnh khoảng cách giữa máy ảnh và vật thể) để có thể bắt nét của ảnh.



Câu	Hướng dẫn	Điểm
7.1	<b>Nếu không di chuyển và bỏ qua ảnh hưởng do khẩu độ gây ra, bạn nên điều chỉnh tiêu cự máy ảnh <math>f</math> (mm) là bao nhiêu để thỏa mãn điều kiện trên?</b>	<b>0,25</b>
	Ta có công thức thấu kính $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$ .	0,125
	Thay $d = 5$ m và $d' = L' = 5$ cm, ta được $f \approx 49,5$ mm.	0,125
7.2	<b>Bạn An có thể chụp được toàn cảnh cột bóng rổ mà không bị mờ nếu đứng ở khoảng cách 5 m không? Nếu không thì bạn phải di chuyển cách cột bóng rổ bao nhiêu mét và điều chỉnh tiêu cự như thế nào để thỏa mãn điều kiện I?</b>	<b>0,75</b>
	Để thỏa <b>điều kiện I</b> thì ảnh tạo ra phải là ảnh thật. Để có ảnh thật thì tia từ A đi quang tâm của thấu kính phải đi qua khẩu dưới của máy ảnh, đồng thời khẩu phải được mở to nhất. Vậy, khẩu lúc này có đường kính $f/n = f/n_{\max} = 70/4 = 17,5$ mm.	0,25
	Sử dụng tam giác đồng dạng, ta được phương trình: $\frac{f/2n}{L'} = \frac{AB}{d}$	0,25
	Thay số, ta được giá trị $d \approx 6,971$ m $> 5$ m. Vậy, không thể chụp được toàn cảnh cột bóng rổ mà không bị mờ nếu đứng ở khoảng cách 5 m.	
	Tại vị trí cách cột bóng rổ đoạn $d$ , ta có công thức thấu kính: $\frac{1}{d} + \frac{1}{d'} = \frac{1}{f}$ Thay $d = d_{\min} \approx 6,971$ m và $d' = 5$ mm, ta tính được $f \approx 49,64$ mm. Vậy, phải lùi xuống cách cột bóng rổ đoạn $d_{\min} = 6,971$ m và chỉnh tiêu cự thành $f \approx 49,64$ mm thì sẽ thấy được cột bóng rổ.	0,25
7.3	<b>a</b> <b>Tính khoảng cách di chuyển của bạn An.</b>	<b>0,375</b>
	Độ phóng đại của ảnh lúc này: $ k  = \frac{A'B'}{AB} = \frac{d'}{d} \approx 7,17 \cdot 10^{-3}$ Từ đó suy ra $A'B' \approx 21,88$ mm.	0,125
	Khi ảnh chỉ cao một nửa so với ban đầu thì độ phóng đại của ảnh bị giảm gấp đôi. Gọi $d_1$ và $d'_1$ lần lượt là khoảng cách từ vật đến thấu kính và từ thấu kính đến ảnh ( $d'_1 = d'$ ). Vậy độ phóng đại lúc sau là $k_1 = \frac{d'_1}{d_1} = \frac{k}{2} \Rightarrow d_1 = 2d \approx 13,942$ m. Vậy, khoảng cách mà bạn An di chuyển là $\Delta d = d_1 - d = d \approx 6,971$ m.	0,25
	<b>b</b> <b>Tính tỉ số giữa hai tiêu cự thỏa mãn điều kiện I và điều kiện II.</b>	<b>0,125</b>
	Sử dụng công thức thấu kính cho các số liệu này, ta thu được $f_1 \approx 50,18$ mm. Vậy tỉ số tiêu cự lúc này là $\frac{f_1}{f} = \frac{50,18}{49,64} \approx 1,0109$ .	0,125





**Bài 8. (1,0 điểm)**

Phù kế là dụng cụ dùng để đo khối lượng riêng của chất lỏng, thường được làm bằng thủy tinh, có hình trụ và một đầu có quả bóng chứa thủy ngân hay kim loại nặng để giữ nằm thẳng đứng. Thông thường có 2 loại phù kế: 1 loại đo chất lỏng có khối lượng riêng lớn hơn nước, đánh số trên thang đo giảm dần từ quả bóng thẳng bằng (**Hình 10**), và 1 loại đo chất lỏng có khối lượng riêng nhỏ hơn nước, đánh số trên thang đo tăng dần từ quả bóng thẳng bằng (**Hình 11**). Biết phù kế hoạt động dựa trên nguyên tắc của lực đẩy Archimedes và có thang đo giúp xác định khối lượng riêng chất lỏng.



Hình 10



Hình 11

- 1. Với dữ kiện trên, hãy nêu phương án thí nghiệm để đo khối lượng riêng của nước cất và nêu nguyên lý hoạt động của phù kế.
- 2. Giải thích cách đánh số trên thang đo của 2 loại phù kế đã đề cập.

Câu	Hướng dẫn	Điểm
8.1	<b>Với dữ kiện trên, hãy nêu phương án thí nghiệm để đo khối lượng riêng của nước cất và nêu nguyên lý hoạt động của phù kế.</b>	0,75
	<i>Phương án sử dụng:</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• Rót nước vào trong một bình đựng có chiều cao phù hợp với lượng nước.</li><li>• Thả nhẹ phù kế vào bình cho tiếp xúc với nước.</li><li>• Khi phù kế nổi lơ lửng trên mặt nước và ổn định, quan sát số trên thang đo, đó chính là khối lượng riêng của nước cất.</li></ul>	0,25

	<p><i>Nguyên lý hoạt động của phù kế:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Nguyên tắc hoạt động của phù kế dựa vào lực đẩy Archimedes:</li> </ul> $F_A = \rho_{\text{lỏng}} \cdot g \cdot V_{\text{chìm}}$ $= D_{\text{lỏng}} \cdot 10 \cdot V_{\text{chìm}}.$ <ul style="list-style-type: none"> <li>Phù kế nổi cân bằng trên mặt chất lỏng khi trọng lượng của nó cân bằng với lực đẩy Archimedes: <math>P_{\text{phù kế}} = F_A</math>.</li> <li>Vì khối lượng của phù kế là không đổi nên khi khối lượng riêng chất lỏng càng nhỏ, thể tích chiếm chỗ càng lớn và phù kế càng chìm sâu, giá trị trên thang đo tăng dần và ngược lại khi khối lượng riêng chất lỏng càng lớn.</li> </ul>	0,5
8.2	<b>Giải thích cách đánh số trên thang đo của 2 loại phù kế đã đề cập.</b>	0,25
	<p>Khi đo khối lượng riêng các chất lỏng nặng hơn nước, giá trị trên thang đo sẽ lớn dần theo chiều tăng giá trị khối lượng riêng. Theo nguyên tắc hoạt động của phù kế, khối lượng riêng chất lỏng càng lớn thì phù kế chìm càng nông. Vì vậy, việc đánh số trên thang đo giảm dần từ quả bóng thăng bằng đảm bảo việc quan sát được các giá trị khi đo. Điều này tương tự với phù kế đo khối lượng riêng các chất lỏng nhẹ hơn nước..</p>	0,25

– HẾT –