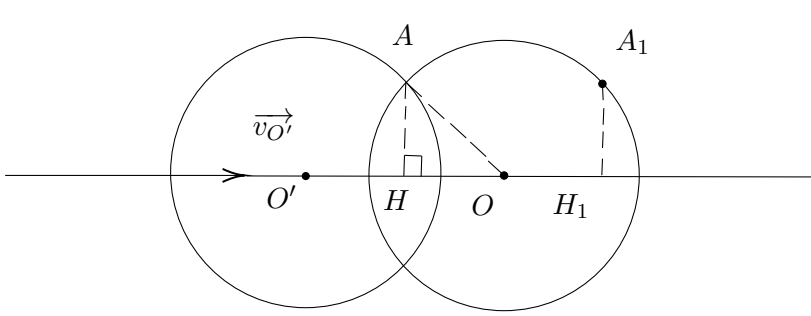
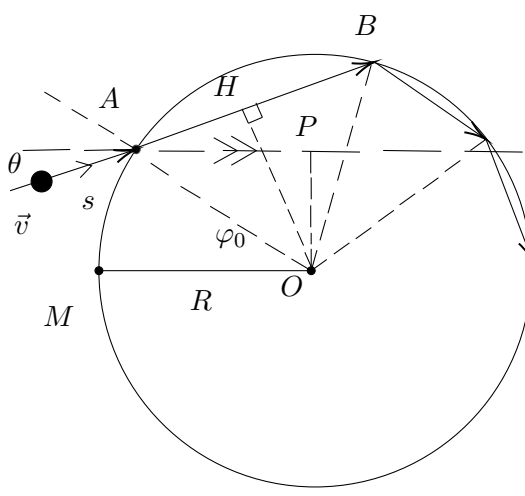


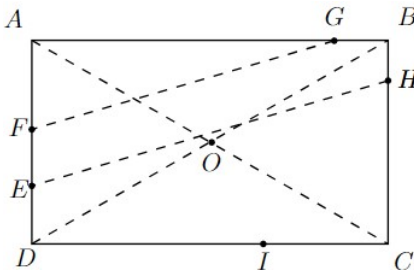
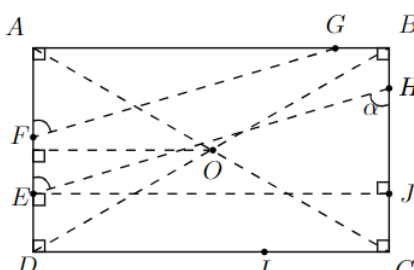
A. Hướng dẫn chung

1. Giám khảo chấm đúng theo Hướng dẫn chấm của Dự án The Gifted Battlefield – Ban Vật lý.
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.
3. Giám khảo không quy tròn điểm thành phần của từng câu, điểm của bài thi.

B. Đáp án và biểu điểm

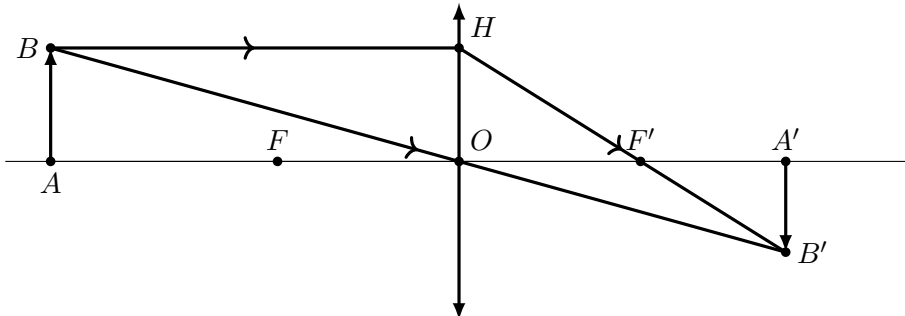
Câu	Ý	Hướng dẫn	Điểm
Câu 1	1 a	Sau khoảng thời gian bao lâu thì điểm A quay được một cung $\widehat{AA_1} = 120^\circ$ trên vòng tròn O ?	0.75
		 <p>Tại thời điểm ban đầu khoảng cách giữa hai tâm O và O' của hai vòng là:</p> $OO' = 2 \cdot OH = 2\sqrt{OA^2 - AH^2} = 2 \cdot 18 = 36 \text{ (cm)}$ <p>Nếu chọn O làm gốc tọa độ thì tọa độ của điểm H luôn bằng $1/2$ tọa độ của điểm O' (do điểm H luôn cách đều O và O'). Vận tốc của điểm H là:</p> $v_H = \frac{1}{2}v_{O'} = \frac{6}{2} = 3 \text{ (cm/s)}$	0.25
		<p>Tại thời điểm ban đầu, ta tính $\angle AOH$:</p> $\sin \angle AOH = \frac{AH}{AO} = \frac{6\sqrt{3}}{12\sqrt{3}} = \frac{1}{2} \Rightarrow \angle AOH = 30^\circ.$ <p>Gọi H_1 là hình chiếu của A_1 lên đường thẳng OO'. Ta có</p> $\angle A_1OH_1 = 180^\circ - \angle AOH - \angle AOA_1 = 30^\circ.$	0,5

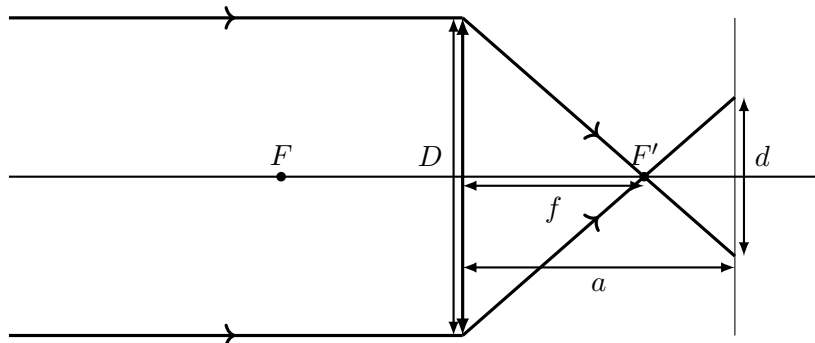
	<p>Lại có $OA = OA_1 \Rightarrow \triangle AOH = \triangle A_1OH_1$ (g - c - g) $\Rightarrow OH_1 = OH = 18$ cm.</p> $HH_1 = 2OH = 36 \text{ (cm)} \Rightarrow t = \frac{HH_1}{v_H} = \frac{36}{3} = 12 \text{ (s)}$ <p>Vậy sau 12 s thì điểm A quay được một cung $\widehat{AA_1} = 120^\circ$ trên vòng tròn O.</p>	
b	<p>Tính tốc độ trung bình của điểm A trên cung đường $\widehat{AA_1}$.</p> <p>Độ dài của cung $\widehat{AA_1}$ là $S = \frac{\pi R \cdot 120}{180} = \frac{2}{3} \cdot 12\sqrt{3}\pi$. Do đó vận tốc trung bình của điểm A trên cung đường đó là:</p> $\overline{v_A} = \frac{S}{t} = \frac{2 \cdot 12\sqrt{3}\pi}{3 \cdot 12} = \frac{2\pi}{\sqrt{3}} \text{ (cm/s)}$	0.25
2	<p>Tính t theo các thông số đã biết.</p>	1.5
	 <p>Đường thẳng x là đường thẳng song song với OM và đi qua điểm A. Kẻ $OP \perp x$ tại P. Đặt $\angle AOM = \varphi_0$. Ta có:</p> $\frac{s}{2\pi R} = \frac{\varphi_0}{360^\circ} \Rightarrow \varphi_0 = \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R} = \angle PAO = \angle AOM$	0.25
	<ul style="list-style-type: none"> • $\angle HAO = \angle PAO + \angle HAP = \theta + \varphi_0 = \theta + \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R}$ • $\angle AOB = 2\angle HOA = 2(90^\circ - \angle HAO) = 2\left(90^\circ - \theta - \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R}\right)$ • $AB = 2R \sin \angle AOH = 2R \sin\left(90^\circ - \theta - \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R}\right) = 2R \cos\left(\theta + \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R}\right)$ 	0.25
	<p>Cứ sau mỗi lần phản xạ, quả bóng đi được thêm quãng đường $l = AB$; tọa độ góc φ tăng lên một lượng bằng $\Delta\varphi = \angle AOB$. Gọi m là số lần cung đường AB mà quả bóng đã di chuyển. Để quả bóng quay trở lại điểm xuất phát:</p> $m \cdot \Delta\varphi = k \cdot 360^\circ \quad (m, k \in \mathbb{N})$	0.5

		<p>Với k và m là các số nguyên dương.</p> $\Rightarrow m \cdot \left(90 - \theta - \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R} \right) = 180^\circ k$ <p>Đặt $k \cdot 180^\circ = X$</p> <p>Để thời gian di chuyển là nhỏ nhất ($m = m_{min}$)</p> $\Rightarrow X = BCNN \left[180; \left(90 - \theta - \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R} \right) \right]$ $\Rightarrow m = \frac{X}{90 - \theta - \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R}}$ <p>Thời gian quả bóng đã di chuyển:</p> $t = \frac{S}{v} = \frac{m \cdot AB}{v} = \frac{2XR \cos \left(\theta + \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R} \right)}{v \left(90 - \theta - \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R} \right)}$ <p>Đặt $u = 90 - \theta - \frac{180^\circ \cdot s}{\pi R} \Rightarrow t = \frac{2XR \sin u}{uv}$</p>	0.5
Câu 2	a	<p>Biện luận sự ảnh hưởng của vị trí của I trên CD lên sự cân bằng của bàn</p> <p>Vị trí của I trên CD không ảnh hưởng đến sự cân bằng của bàn.</p> <p>Xét lực tác dụng lên ba điểm E, H, I: Do $c < d < \frac{b}{2}$ nên O sẽ luôn nằm trong $\triangle EHI$. Đồng thời, do lực nâng ngược chiều với trọng lực tác dụng lên bàn nên sẽ không tồn tại trục quay là đường thẳng đi qua hai điểm đặt lực bất kì (trong trường hợp này là hai trong ba điểm E, H, I) mà qua đó bàn sẽ bị lật.</p> <p>Vậy nên khi xét thêm lực tác dụng lên điểm F và G, vẫn không tồn tại trục quay là đường thẳng đi qua hai điểm đặt lực bất kì (trong trường hợp này là hai trong năm điểm E, H, I, F, G) mà qua đó bàn sẽ bị lật. Do đó, bàn sẽ luôn cân bằng bất kể vị trí của I.</p>	1
			1
	b	<p>Xác định độ lớn lực mà tay mỗi bạn tác dụng lên bàn, biết rằng các lực này có độ lớn bằng nhau và bằng F.</p>	0.5
			0.5

		Xét cân bằng lực trên bàn: $5F = P \Leftrightarrow F = \frac{P}{5} = \frac{10m}{5} = 2m \text{ (N)}$	
	c	Lấy điểm $J \in BC$ sao cho $EJ \parallel BC$. Đặt $\alpha = \angle AFG = \angle AEH = \angle EHJ$. Ta có độ dài các cạnh là: <ul style="list-style-type: none"> • $AF = b - 2d$ • $HJ = b - d - c$ • $AG = AF \cdot \tan \alpha = AF \cdot \frac{EJ}{HJ} = a \cdot \frac{b - 2d}{b - c - d}$ Xét cân bằng moment quanh trục quay là đường thẳng đi qua AD : $\sum M_F = M_P$ $\Leftrightarrow F \cdot AG + F \cdot AB + F \cdot DI = P \frac{AB}{2}$ $\Leftrightarrow \frac{P}{5} \cdot \left(a \cdot \frac{b - 2d}{b - d - c} + a + DI \right) = P \cdot \frac{a}{2}$ $\Leftrightarrow DI = \frac{2b - d - 3c}{2(b - d - c)}$	0.5
Câu 3	a	Xác định nhiệt độ cân bằng T' tại lần nhúng thứ N.	0.5
		Coi hệ như một lượng nước có khối lượng m ở nhiệt độ T trao đổi nhiệt với N quả cầu khối lượng M ở nhiệt độ T_0 . Khi này, tổng nhiệt lượng trao đổi sẽ bằng 0: $0 = mc(T' - T) + NMC(T' - T_0)$	0.25
		Nhiệt độ khi cân bằng: $T' = \frac{mcT + NMC T_0}{mc + NMC}$	0.25
	b	Xác nhiệt độ cân bằng T_N tại lần nhúng thứ N.	1
		Nhiệt độ cân bằng sau lần nhúng thứ 1, 2, 3 lần lượt là: <ul style="list-style-type: none"> • $T_1 = \frac{mcT + MCT_0}{mc + MC}$ • $T_2 = \left(\frac{mc}{mc + MC} \right)^2 T + \frac{MC}{mc + MC} T_0 \left(1 + \frac{mc}{mc + MC} \right)$ • $T_3 = \left(\frac{mc}{mc + MC} \right)^3 T + \frac{MC}{mc + MC} T_0 \left[1 + \frac{mc}{mc + MC} + \left(\frac{mc}{mc + MC} \right)^2 \right]$ 	0.25
		Biểu thức nhiệt độ sau lần nhúng thứ N : $T_N = \left(\frac{mc}{mc + MC} \right)^N T + \frac{MC}{mc + MC} T_0 \left[\sum_{k=0}^{N-1} \left(\frac{mc}{mc + MC} \right)^k \right]$	0.5

	<p>Xét dãy số (u_N) có số hạng đầu $u_1 = 1$ và hệ thức truy hồi $u_N = au_{n-1}$ với hệ số $a = \frac{mc}{mc + MC}$. Theo gợi ý, ta có tổng N số hạng đầu tiên của dãy là:</p> $S_N = \sum_{k=0}^N \left(\frac{mc}{mc + MC} \right)^k = \left[\frac{1 - \left(\frac{mc}{mc + MC} \right)^N}{1 - \frac{mc}{mc + MC}} \right]$ <p>Vậy nhiệt độ cân bằng sau cùng của hệ là:</p> $T_N = \left(\frac{mc}{mc + MC} \right)^N T + \frac{MC}{mc + MC} \left[\frac{1 - \left(\frac{mc}{mc + MC} \right)^N}{1 - \frac{mc}{mc + MC}} \right] T_0$	0.25
<p>Câu 4</p>	<p>a Giải thích sơ lược về cơ chế hoạt động của bộ relay này.</p>	0.5
	<p>Hệ thống điều chỉnh nhiệt là sự kết hợp giữa relay điện từ, điện trở nhiệt và biến trở. Các giá trị R_1, R_2, \dots được sử dụng để đảm bảo rằng bộ chỉnh nhiệt giữ được một nhiệt độ nhất định. Với phạm vi nhiệt độ cho trước, quy trình làm việc như sau:</p> <p>Khi nhiệt độ của bộ chỉnh nhiệt đạt và vượt ngưỡng nhiệt độ tối đa cho trước, giá trị điện trở nhiệt R_1 giảm nên cường độ dòng điện trong mạch chỉnh nhiệt tăng lên, relay điện từ sẽ kéo tiếp điểm, cắt mạch sưởi xoay chiều và hệ bắt đầu hạ nhiệt.</p> <p>Khi nhiệt độ của bộ chỉnh nhiệt thấp hơn nhiệt độ tối thiểu cho trước, giá trị điện trở nhiệt R_1 tăng, cường độ dòng điện mạch relay giảm, relay sẽ nhả tiếp điểm và mạch xoay chiều được nối lại. Do đó hệ lại được gia nhiệt.</p> <p>Quá trình này được lặp lại cho phép bộ chỉnh nhiệt giữ được nhiệt độ ở một khoảng nhất định.</p>	0.5
	<p>b Hãy cho biết bộ phận sưởi ấm của lò nên được mắc vào 2 đầu AB hay 2 đầu CD. Vì sao?</p>	0.5
	<p>Bộ phận sưởi của lò phải được nối với hai đầu A và B.</p> <p>Bằng cách này, khi nhiệt độ của hệ lớn hơn nhiệt độ tối đa cho trước, relay điện từ kéo phần tiếp điểm và quá trình gia nhiệt dừng lại, và nhiệt độ sẽ giảm xuống mức thấp hơn ngưỡng cực đại, từ đó kiểm soát được nhiệt độ.</p> <p>Nếu phần sưởi nối với 2 đầu còn lại, khi nhiệt độ vượt ngưỡng cực đại, giá trị R_1 giảm và relay điện từ được kích hoạt. Khi phần tiếp điểm bị kéo, bộ phận sưởi vẫn tiếp tục làm việc và nhiệt độ sẽ càng tăng và sự điều chỉnh nhiệt độ không được thực hiện.</p>	0.5
	<p>c Bằng phương pháp định lượng, hãy xác định khoảng giá trị của điện trở R_2 để bộ điều chỉnh nhiệt hoạt động trong khoảng từ 90°C – 150°C.</p>	0.5
	<p>Khi phần tiếp điểm bị kéo ra, cường độ dòng điện của relay là 30 mA. Khi đó điện trở toàn phần của mạch điều chỉnh là:</p> $R_{tp} = R_1 + R_2 = \frac{U}{I} = 200 (\Omega)$	0.5

	<p>Ở 90°C, theo đồ thị ta thấy giá trị điện trở của R_1 là $50\ \Omega$. Khi đó giá trị của biến trở:</p> $R_2 = 200 - 50 = 150\ (\Omega)$	0.25
	<p>Ở 150°C, theo đồ thị ta thấy giá trị điện trở của R_1 là $30\ \Omega$. Khi đó giá trị của biến trở:</p> $R_2 = 200 - 30 = 170\ (\Omega)$ <p>Do đó, cần chọn biến trở sao cho giá trị nằm trong khoảng từ $150 - 170\ \Omega$.</p>	0.25
Câu 5	a Hãy cho biết chùm tia sáng ấy sẽ hội tụ tại điểm đặc biệt nào?	0.25
	<p>Khi ta chiếu một chùm tia sáng song song với trục chính của vật kính từ vô cùng đến vật kính, chùm tia sáng ấy sẽ hội tụ tại tiêu điểm ảnh chính của thấu kính.</p>	0.25
b	Chứng minh công thức thấu kính hội tụ.	0.5
	<p>Xét một vật AB có độ cao h nằm cách tâm O một thấu kính hội tụ một khoảng $x > f$ (với f là tiêu cự của thấu kính). Vật AB qua thấu kính hội tụ cho ảnh $A'B'$ có độ cao h' và nằm cách tâm O một khoảng x' (hình vẽ).</p>  <p>Xét $\Delta A'B'F' \sim \Delta OHF'$, ta có:</p> $\frac{A'B'}{OH} = \frac{AF'}{OF'}$ <p>Mà $OH = AB$</p> $\Rightarrow \frac{A'B'}{AB} = \frac{OF'}{AF'} = \frac{x' - f}{f} = \frac{x'}{f} - 1 \quad (1)$ <p>Xét $\Delta OA'B' \sim \Delta OAB$, ta có:</p> $\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA} = \frac{x'}{x} \quad (2)$	0.25
c	Chứng minh rằng x phụ thuộc D, f và d theo biểu thức: $x = \frac{f}{2} \left(\frac{D}{d} + 1 \right)$.	0.75

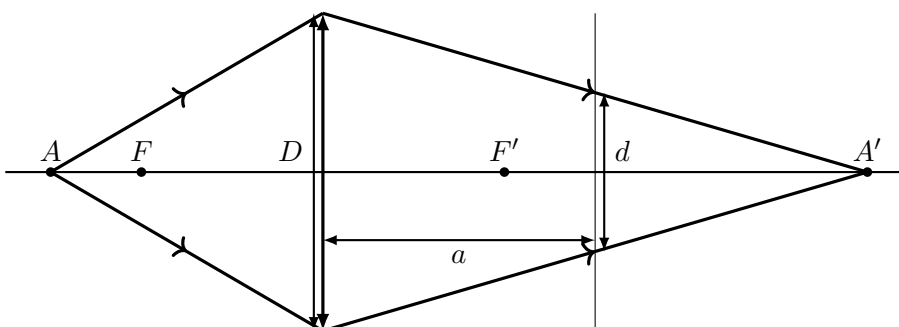


Gọi a là khoảng cách từ thấu kính tới màn ghi ảnh.

Xét chùm tia song song tới thấu kính với vùng sáng được giới hạn bởi hai rìa thấu kính cho hai tia ló đi qua tiêu điểm ảnh chính F' rồi tới màn ghi ảnh như hình vẽ. Máy ảnh chụp rõ nét chất điểm ở vô cùng nên ảnh hứng trên màn là một vùng sáng hình tròn có đường kính d . Áp dụng hệ quả định lý Thales, ta được:

$$\frac{D}{d} = \frac{f}{a - f} \Rightarrow a = \frac{D + d}{D} f$$

Xét một điểm sáng A nằm trên trục chính ở khoảng cách $x > f$ so với thấu kính, cho ảnh A' nằm trên trục chính ở khoảng cách $x' > f$ so với thấu kính. Ta biết, khi vật càng tiến lại gần thấu kính thì ảnh sẽ càng đi ra xa khỏi thấu kính. Để ta thu được ảnh rõ nét trên màn ghi ảnh thì ảnh S' phải nằm sau màn ghi ảnh như hình vẽ.



Áp dụng hệ quả định lý Thales, ta có:

$$\frac{d}{D} = \frac{x' - a}{x'} \Rightarrow x' = a \frac{D}{D - d}$$

Từ kết quả của a tìm được bên trên, ta có:

$$x' = \frac{D + d}{D - d} f$$

Áp dụng công thức thấu kính, ta có:

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{x'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{x} + \frac{D - d}{D + d} \cdot \frac{1}{f} = \frac{1}{f} \Leftrightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{f} \left(\frac{2d}{D + d} \right) \Leftrightarrow x = \frac{f}{2} \left(\frac{D}{d} + 1 \right).$$

d Tính gần đúng khẩu độ tỉ đối mới theo khẩu độ tỉ đối cũ.

	<p>Từ công thức được chứng minh ở trên, ta có:</p> $x_1 = \frac{f_1}{2} \left(\frac{D}{d_1} + 1 \right), x_2 = \frac{f_2}{2} \left(\frac{D}{d_2} + 1 \right)$ <p>Vì kích thước màn ảnh không đổi mà số lượng pixel giảm gấp 4 lần, để thấy mật độ pixel trên màn giảm một nửa tương đương với: $d_2 = 2d_1$. Thế f theo k và công thức trên vào hai phương trình:</p> $x_1 = \frac{D}{2k_1} \left(\frac{D}{d_1} + 1 \right), x_2 = \frac{D}{2k_2} \left(\frac{D}{2d_1} + 1 \right)$	0.25
	<p>Chia hai phương trình:</p> $\frac{x_1}{x_2} = 3 = \frac{k_2}{k_1} \frac{2D + 2d_1}{D + 2d_1} = \frac{2k_2}{k_1} \frac{1 + \frac{d_1}{D}}{1 + \frac{2d_1}{D}}$ <p>Vì $d \ll D$ nên ta coi hai đại lượng $\frac{d_1}{D}$ và $\frac{2d_1}{2D} \approx 0$. Từ đó, ta có:</p> $\frac{2k_2}{k_1} \approx 3 \Leftrightarrow k_2 \approx \frac{3}{2}k_1$	0.25