| SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO<br>THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH | KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI LỚP 12 CẤP THÀNH PHỐ<br>NĂM HỌC 2022 - 2023<br>MÔN: VẬT LÝ<br>Ngày thi: 07/3/2023<br>Thời gian làm bài: 120 phút (*Không kể thời gian phát đề*) |
|---|---|
| **ĐỀ CHÍNH THỨC**<br>*(Đề thi gồm 02 trang)* | |

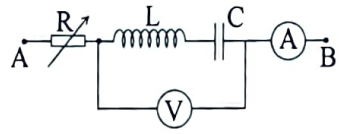
**Câu 1.** (4,0 điểm) Hai xe A và B xuất phát không vận tốc đầu cùng một lúc từ cùng một vị trí trên đường thẳng với các gia tốc không đổi lần lượt là 0,80 m/s$^2$ và 0,45 m/s$^2$. Kết quả xe A đến đích sớm hơn xe B một khoảng thời gian 5,0 s.

1. Tính độ chênh lệch vận tốc của hai xe khi cán vạch đích.
2. Tính khoảng cách giữa hai xe khi xe A cán đích.

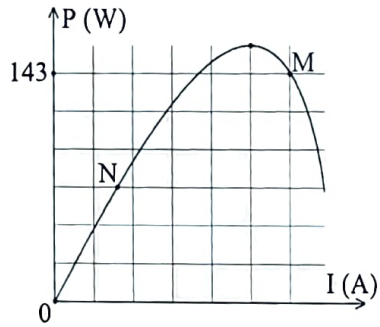
**Hình 1**

**Câu 2.** (3,0 điểm) Đặt điện áp xoay chiều giá trị hiệu dụng U = 200 V vào hai đầu đoạn mạch mắc nối tiếp gồm một biến trở R, một cuộn cảm thuần L và một tụ điện C như **Hình 2a**. Khi điều chỉnh R, người ta thu được đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của công suất trung bình P vào cường độ hiệu dụng I như **Hình 2b**. Bỏ qua điện trở các dây nối. Vôn kế V và ampe kế A là lý tưởng. Biết số chỉ vôn kế V ứng với điểm M trên đồ thị là 170 V.

1. Tính giá trị cực đại của công suất trung bình P.
2. Xác định số chỉ ampe kế A và vôn kế V ứng với điểm N trên đồ thị.

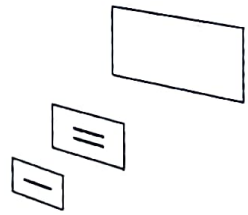



**Hình 2a**




**Hình 2b**

**Câu 3.** (3,0 điểm) Thực hiện giao thoa ánh sáng bằng hai khe Young. Chiếu vào khe hẹp S nằm ngang ánh sáng đơn sắc bước sóng 600 nm. Phía sau là hai khe Young song song cách nhau 0,4 mm và cách đều khe S. Một màn (E) hình chữ nhật song song với mặt phẳng hai khe, có mép trên và mép dưới nằm ngang và cách nhau 5,9 cm. Màn (E) có thể di chuyển theo hướng vuông góc với mặt phẳng các khe để hứng vân giao thoa (**Hình 3**).



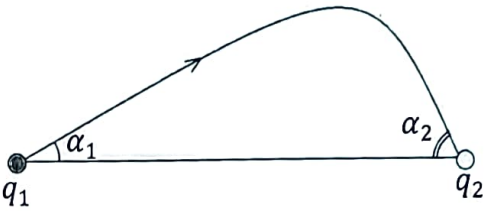
**Hình 3**

1. Lúc đầu để màn (E) cách mặt phẳng hai khe 1,0 m thì mép trên của màn cách vân sáng trung tâm 1,9 cm. Tính số vân sáng thu được trên màn (E).
2. Từ vị trí ban đầu, tịnh tiến màn (E) ra xa hai khe một đoạn nhỏ nhất bằng bao nhiêu để trên màn thu được 15 vân sáng?
3. Thay ánh sáng đơn sắc trên bằng ánh sáng đa sắc gồm vô số các bức xạ có bước sóng biến thiên liên tục từ 500 nm đến 720 nm. Hỏi phải đặt màn (E) cách mặt phẳng hai khe một đoạn gần nhất bằng bao nhiêu để tại mép trên của màn có 4 bức xạ cho vân sáng?

**Câu 4.** (3,0 điểm)

1. Trong mặt phẳng tọa độ vuông góc $Oxy$, hai điện tích điểm $q_1 = 3{,}5\ \mu C$ và $q_2 = -56\ \mu C$ đặt lần lượt tại $M(21, 21)$ và $N(69, 57)$. Các giá trị tọa độ tính theo đơn vị $cm$. Gọi $P(x_P, y_P)$ là điểm có cường độ điện trường tổng hợp do $q_1$ và $q_2$ gây ra bằng không. Xác định $x_P$ và $y_P$.

2. Một hệ gồm hai điện tích điểm $q_1$ và $q_2$ đặt gần nhau. Một đường sức xuất phát từ $q_1$ kết thúc tại $q_2$ hợp với đường nối hai điện tích lần lượt các góc $\alpha_1 = 30^o$ và $\alpha_2 = 60^o$ (**Hình 4**). Hãy xác định tỉ số $\frac{q_1}{q_2}$.




**Hình 4**

**Câu 5.** (4,0 điểm) Con lắc đơn gồm một sợi dây nhẹ, mảnh, không co giãn, đầu dưới gắn quả cầu nhỏ, đầu trên cố định tại điểm B. Con lắc dao động điều hòa tự do tại nơi có gia tốc trọng trường $\vec{g}$ với chu kỳ $T$ (**Hình 5**).

1. Nếu tích điện $q > 0$ cho quả cầu nhỏ và gắn tại B một điện tích điểm $q$. Không tính toán, hỏi chu kỳ dao động bé của con lắc bây giờ thay đổi ra sao so với lúc đầu? Giải thích?
2. Bỏ điện tích $q$ tại B rồi thiết lập một điện trường đều không đổi trong vùng không gian chứa con lắc, mà đường sức hợp với hướng của $\vec{g}$ một góc $\theta = 60^o$ thì khi cân bằng, dây treo lệch một góc $\alpha$ so với phương thẳng đứng và chu kỳ dao động bé của con lắc lúc này là $T' = \frac{T}{\sqrt[4]{7}}$. Xác định $\alpha$.

**Hình 5**

**Câu 6.** (3,0 điểm) Trong hệ trục tọa độ $Oxyz$, một quả tạ nhỏ khối lượng m = 3 $kg$ mất 2 $s$ khi di chuyển từ điểm A đến điểm B với $\overrightarrow{OA} = (x_A\vec{i} + y_A\vec{j} + z_A\vec{k})\ m$ và $\overrightarrow{OB} = (15\vec{i} - 7\vec{j} - 6\vec{k})\ m$ dưới tác dụng của trọng lực và lực $\vec{F} = (12\vec{i} - 3\vec{j} + 21\vec{k})\ N$. Biết vận tốc của quả tạ tại A và tại B lần lượt là $\vec{v}_A = (v_{Ax}\vec{i} + v_{Ay}\vec{j} + v_{Az}\vec{k})\ m/s$ và $\vec{v}_B = (12\vec{i} + \vec{j} - 4\vec{k})\ m/s$. Với $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ lần lượt là các vectơ đơn vị của các trục $\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{Oy}, \overrightarrow{Oz}$ và $\vec{k}$ hướng lên thẳng đứng. Lấy g = 10 $\frac{m}{s^2}$.

1. Xác định $v_{Ax}, v_{Ay}, v_{Az}$.
2. Cho biết: $\overrightarrow{AB} = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \vec{v}_A t$ với $\vec{a}$ là gia tốc của quả tạ. Xác định $x_A, y_A, z_A$.

**--- HẾT ---**

*(Cán bộ coi thi không giải thích gì thêm)*

Họ và tên thí sinh:.....Số báo danh:.....

**Câu 1.** (4,0 điểm)

1. Gọi $t_0$ là khoảng thời gian xe A đi đến đích, thời gian xe B đi đến đích là $(t_0 + \Delta t)$. Gọi $v_A$ và $v_B$ lần lượt là vận tốc xe A và xe B khi cán đích

Ta có: $v_A = a_A t_0$ ; $v_B = a_B(t_0 + \Delta t)$ .....(0,5 điểm)

$\Delta v = v_A - v_B = (a_A - a_B)t_0 - a_B\Delta t$ .....(0,5 điểm)

Vì cùng đoạn đường: $s = \frac{1}{2}a_A t_0^2 = \frac{1}{2}a_B(t_0 + \Delta t)^2 \rightarrow t_0 = \frac{\sqrt{a_B}}{\sqrt{a_A}-\sqrt{a_B}}\Delta t$.....(0,5 điểm) + (0,5 điểm)

Thay vào: $\Delta v = (a_A - a_B)t_0 - a_B\Delta t = \sqrt{a_A a_B}\Delta t = 3{,}0\ m/s$ .....(0,5 điểm) + (0,5 điểm)

2. Khoảng cách giữa hai xe khi xe A cán đích: $\Delta S = \frac{1}{2}a_A t_0^2 - \frac{1}{2}a_B t_0^2$ .....(0,5 điểm)

   Thay $t_0 = \frac{\sqrt{a_B}}{\sqrt{a_A}-\sqrt{a_B}}\Delta t = 15\ s$. Tính đúng $\Delta S = 39{,}375\ m$.....(0,5 điểm)

**Câu 2.** (3,0 điểm)

1. Để sử dụng các dữ kiện trên đồ thị.
   Rút ra hàm P theo I

$P = U.I.\sqrt{1 - \frac{(Z_L - Z_C)^2.I^2}{U^2}} =$.....(0,5 điểm)

Tại M, thay P = 143 W; U = 200 V; $U_V$ = 170 V. Tính được

$I = 1{,}3573\ A \rightarrow I_{Pmax} = (5/6) \times 1{,}3573\ A = 1{,}1311\ A$.....(0,5 điểm)

$\rightarrow |Z_L - Z_C| = 125{,}25\ \Omega \rightarrow P_{max} = \frac{200^2}{2\times125{,}25} = 159{,}7\ W$ .....(0,5 điểm) + (0,5 điểm)

2. Thay P = 143/2 W; U = 200 V; $|Z_L - Z_C| = 125{,}25\ \Omega$

$\rightarrow$ Tính được: $I = 0{,}36735\ A \rightarrow U_V \approx 46\ V$ .....(0,5 điểm) + (0,5 điểm)

**Câu 3.** (3,0 điểm)

1. Khoảng vân giao thoa: $i = \frac{\lambda D}{a} = 1{,}5\ mm$.....(0,5 điểm)

   Số vân sáng trên màn: $\frac{-19}{1{,}5} \le k \le \frac{40}{1{,}5} \rightarrow k = -12, \ldots, 26$. Có tất cả 39 vân sáng .....(0,5 điểm)

2. Để trên màn thu được 15 vân sáng, phải di chuyển màn ra xa hai khe một đoạn tối thiểu sao cho mép trên của màn là vân sáng bậc 5. .....(0,25 điểm)

   Khi đó khoảng vân là: $i' = \frac{19}{5} = 3{,}8\ mm$.....(0,25 điểm)

   Khoảng cách từ hai khe đến màn khi đó: $D' = \frac{3{,}8\times0{,}4}{0{,}6} = \frac{38}{15} \approx 2{,}53\ m$.....(0,25 điểm)

   Khoảng di chuyển tối thiểu của màn: $\Delta D = 2{,}53 - 1 = 1{,}53\ m$.....(0,25 điểm)

3. Gọi $k$ là bậc nhỏ nhất của 4 bức xạ. Các điều kiện là:

   $ki_{max} \ge (k+3)i_{min}$.....(0,25 điểm)

   $(k-1)i_{max} < (k+4)i_{min}$.....(0,25 điểm)

   Từ đó: $6{,}81 \le k < 12{,}36 \rightarrow k = 7; 8; 9; 10; 11; 12$.....(0,25 điểm)

   Màn gần nhất tương ứng với $k = 12$.

   Vì $12i_{max} > 16i_{min} \rightarrow$ Vị trí gần nhất: $\frac{16\lambda_{min}D}{a} = 19\ mm \rightarrow D = 0{,}95\ m$.....(0,25 điểm)

   Vậy phải đặt màn cách mặt phẳng hai khe một đoạn lớn hơn một chút so với giá trị 0,95 m.

**Câu 4.** (3,0 điểm)

1. Khoảng cách $MN = \sqrt{(69-21)^2 + (57-21)^2} = 60\ cm$ .....(0,5 điểm)
   Điểm P nằm trên đường thẳng qua MN, bên ngoài về phía M với PM thỏa
   $\frac{k|q_1|}{PM^2} = \frac{k|q_2|}{PN^2} \rightarrow \frac{PN}{PM} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} = 4$.....(0,5 điểm)
   Thay vào: $PM = \frac{80}{4} = 20\ cm$ .....(0,5 điểm)
   Tính được $x_P = 5\ cm;\ \ y_P = 9\ cm$ .....(0,5 điểm)
2. Góc khối (đối xứng) nhìn từ $q_1$ và $q_2$ được xác định bởi:
   $\Omega_1 = 2\pi(1 - cos\alpha_1)\ \ ;\ \ \Omega_2 = 2\pi(1 - cos\alpha_2)$.....(0,25 điểm)

Số đường sức xuất phát từ $q_1$ chứa trong góc khối $\Omega_1$ bằng số đường sức đến $q_2$ chứa trong góc khối $\Omega_2$.

Do đó $\frac{q_1}{q_2} = -\frac{\Omega_2}{\Omega_1} = -\frac{(1-cos\alpha_2)}{(1-cos\alpha_1)}$ .....(0,25 điểm)

Thay số: $\frac{q_1}{q_2} = -\frac{(1-cos60^o)}{(1-cos30^o)} = -(2+\sqrt{3}) \approx -3{,}73$ .....(0,5 điểm)

**Câu 5.** (4,0 điểm)

1. (Chu kỳ không đổi: .....(0,5 điểm)
   Vì lực tương tác giữa hai điện tích có giá đi qua trục quay B do đó không đóng góp vào moment ngoại lực đối với chuyển động quay của con lắc quanh B)..... (0,5 điểm)

2. Từ định lý hàm cos, ta có
   $(mg')^2 = (mg)^2 + F^2 + 2mgFcos\theta$.....(0,5 điểm)

Gọi $T$ và $T'$ lần lượt là chu kỳ dao động bé của con lắc khi chưa có thêm và đã có thêm ngoại lực $\vec{F}$.

$T' = \frac{T}{\sqrt[4]{1+\left(\frac{F}{mg}\right)^2 + 2\frac{F}{mg}cos\theta}}$.....(0,75 điểm)

Thay $\theta = 60^o$ và $T' = T/\sqrt[4]{7}$, tính được $\frac{mg}{F} = \frac{1}{2}$.....(0,5 điểm)

Thay vào, rút ra: $tan\alpha = \frac{sin\theta}{cos\theta + \frac{mg}{F}}$.....(0,75 điểm)

Tính được $\alpha = \arctan\left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right) \approx 41^o$ .....(0,5 điểm)

**Câu 6.** (3,0 điểm)

1. Áp dụng định luật II Newton: Gia tốc của quả tạ
   $\vec{a} = \frac{\vec{F}+m\vec{g}}{m} = \frac{\vec{F}}{m} + \vec{g} = \frac{1}{3}(12\vec{i} - 3\vec{j} + 21\vec{k}) - 10\vec{k} = (4\vec{i} - \vec{j} - 3\vec{k})m/s^2$.....(0,5 điểm)
   Vận tốc tại B và tại A liên hệ bởi:
   $\vec{v}_B = \vec{a}t + \vec{v}_A \rightarrow (12\vec{i} + \vec{j} - 4\vec{k}) = 2(4\vec{i} - \vec{j} - 3\vec{k}) + \vec{v}_A$.....(0,5 điểm)
   Từ đó: $\vec{v}_A = (4\vec{i} + 3\vec{j} + 2\vec{k})\ m/s$ .....(0,5 điểm)
   Hoặc ($v_{Ax} = 4\ m/s;\ v_{Ay} = 3\ m/s;\ v_{Az} = 2\ m/s$)
2. Độ dịch chuyển (độ dời):

$\overrightarrow{AB} = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \vec{v}_A t = \frac{1}{2}(4\vec{i} - \vec{j} - 3\vec{k})2^2 + (4\vec{i} + 3\vec{j} + 2\vec{k})2 = (16\vec{i} + 4\vec{j} - 2\vec{k})m$.....(0,5 điểm)

Mặt khác: $\overrightarrow{AB} = \vec{r}_B - \vec{r}_A \rightarrow \vec{r}_A = \vec{r}_B - \overrightarrow{AB} = (-\vec{i} - 11\vec{j} - 4\vec{k})m$ .....(0,5 điểm)

Vậy: $x_A = -1\ m;\ y_A = -11\ m;\ z_A = -4\ m$ .....(0,5 điểm)