KỲ THI CHỌN HỌC SINH GIỎI CÁC TRƯỜNG THPT CHUYÊN

**ĐỀ THI ĐỀ XUẤT**

**Đơn vị đề xuất:**

**THPT Chuyên Thái Bình**

KHU VỰC DUYÊN HẢI VÀ ĐỒNG BẰNG BẮC BỘ LẦN THỨ XIV

NĂM 2023

ĐỀ THI MÔN: VẬT LÍ - LỚP 11

Thời gian: 180 phút (Không kể thời gian giao đề)

**Bài 1** *(4 điểm)*

Một giọt kim loại lỏng có mật độ khối lượng đều và sức căng bề mặt không đổi σ, khiến nó tạo thành một hình cầu có bán kính R. Trong suốt bài toán này, có thể bỏ qua lực hấp dẫn. Một sợi dây dẫn mảnh được luồn vào trong giọt kim loại và nối với một nguồn điện tích điện từ từ cho giọt kim loại. Khi tới một giá trị tới hạn của điện tích, Q0, giọt kim loại bị tách làm đôi. Mỗi nửa lấy một nửa tổng điện tích của giọt (Q0/2) và một nửa khối lượng của giọt ban đầu. Một nửa bị đẩy ra xa so với nửa còn lại vẫn tiếp xúc với dây.

**1**. Để đơn giản, trước hết ta bỏ qua lực căng bề mặt, giả sử giọt kim loại phân tách ngay khi đạt tới điện tích tới hạn và trạng thái cuối cùng (sau khi giọt tách làm đôi và hai nửa được phân tách rõ ràng) có tổng năng lượng là gần bằng nhưng vẫn thấp hơn so với năng lượng tổng cộng của một giọt ban đầu. Tính giá trị của Q0 theo các đại lượng đã biết σ, R và ϵ0?

Đưa ra câu trả lời của bạn dưới dạng hằng số không thứ nguyên A nhân với tích lũy thừa của σ, R và độ điện thẩm chân không ϵ0, và đưa ra giá trị bằng số của A đến ba chữ số có nghĩa

**2**. Khi nguồn hiện tại thêm nhiều điện tích vào giọt, nó tiếp tục chia đôi nhiều lần. Điện tích qn của giọt bắn ra thứ n, tính theo Q­0, là bao nhiêu.

**3**. Trong giới hạn mà toàn bộ khối lượng ban đầu của giọt đã bị đẩy ra, tổng công do nguồn hiện tại thực hiện là bao nhiêu? Đưa ra câu trả lời của bạn dưới dạng hằng số không thứ nguyên B nhân với tích lũy thừa của σ, R và ϵ0, đồng thời đưa giá trị số của B thành ba chữ số có nghĩa.

**Bài 2** *(5 điểm)*

Hai thanh ray có điện trở không đáng kể đặt song song cách nhau *d* và được nối với nhau bằng một điện trở R. Mạch cũng chứa hai thanh kim loại có điện trở R1 = 2R và R2 = 3R có thể trượt dọc theo đường ray như trong hình 1 và luôn tiếp xúc điện với hai ray. Các thanh được kéo ra khỏi điện trở R về hai phía với tốc độ không đổi lần lượt là *v*1 = 2*v*0 và *v*2 = *v0*. Hệ đặt trong một từ trường đều cảm ứng từ vuông góc với mặt phẳng nằm ngang chứa hai ray và có độ lớn B.

R1

R2

2

1

R

*a*

Hình 1

**1.** Đoạn mạch R được giữ cố định.

**a)** Xác định cường độ dòng điện qua R? Chứng tỏ rằng hệ 2 thanh R1, R2 chuyển động ở trên tương đương một nguồn không đổi duy nhất có suất điện động E và điện trở trong r mắc với điện trở R?

**b)** Cho R = 5Ω; *v*0 = 2m/s; *d* =10,0 cm; B = 0,010T Xác định lực từ tác dụng lên R1, R2?

**2.** Đoạn mạch có R cũng là một thanh kim loại khối lượng m có thể trượt không ma sát dọc đường ray như R1 , R2 và được thả tự do vào một thời điểm nhất định

**a)** Tính vận tốc giới hạn *vf* của thanh R khi ổn định?

**b)** Lập phương trình vận tốc và phương trình chuyển động của thanh R?

**Bài 3** *(4,0 điểm)*



O1

O2

α

h

**1**. Cho một hệ thấu kính mỏng - thấu kính hội tụ tiêu cự *f*1 và thấu kính phân kỳ tiêu cự *f*2 (|*f*2| < *f*­1). Quang trục của chúng trùng nhau và khoảng cách giữa chúng bằng |*f*2|. (như hình vẽ). Có một tia sáng đi đến quang hệ từ phía thấu kính hội tụ dưới một góc α nhỏ lệch khỏi quang trục và cách trục này một khoảng cách h nhỏ. Hãy tính góc lệch β khỏi quang trục của tia ló đi ra từ hệ.



**2**. Một chùm sáng song song rọi lên mặt cong Σ phần cách chân không với môi trường có chiết suất n. (như hình bên)

**a)** Hãy tìm phương trình mô tả dạng của mặt dưới dạng mối liên hệ giữa các toạ độ *x* và *y* sao cho chùm khúc xạ hội tụ tại F các đỉnh của mặt một khoảng *f*.

**b)** Hãy xác định kích thước chùm sáng lớn nhất mà mặt cong có thể cho hội tụ tại F.

**Bài 4** *(5 điểm)*



4.a

Tam giác ***Reuleaux*** là một hình phẳng hai chiều và là giao của ba hình tròn cùng bán kính được vẽ sao cho tâm của mỗi hình nằm trùng với ranh giới của hai hình kia (phần tô xám trong sơ đồ hình 4.a). Người ta tạo ra một tam giác Reuleaux từ một tấm vật liệu đồng chất có mật độ đều, Cho biết mômen quán tính của tam giác đối với trục quay đối xứng và vuông góc với nó là: I = kmR2, Trong đó m là khối lượng tam giác, R là bán kính hình tròn (hay “bán kính tam giác”) và k là một hằng số.

**1**. Treo một tam giác Reulaux bởi một trục quay O nằm ngang đi qua một đỉnh của nó (hình 4.b). Kéo lệch tam giác khỏi vị trí cân bằng một góc *θ*0 (< 100) rồi thả cho chuyển động. Bỏ qua mọi ma sát. Chứng tỏ rằng tam giác dao động điều hòa và tìm chu kỳ dao động của nó?



O

4.b

**2.** Xét một "bánh xe" có dạng tam giác Reuleaux, mật độ đều, đủ dày để có thể đặt nó đứng trên mặt phẳng nằm ngang mà không bị đổ. Đặt “bánh xe” đứng trên một mặt bàn ngang (hình 4.c). Tìm chu kỳ dao động nhỏ của bánh xe? Biết “bánh xe” không trượt trên mặt phẳng ngang.



4.c

**Bài 5 : (2 điểm):**

Cho các dụng cụ sau:

+ Một quả cầu đồng chất.

+ Một thước Panme.

+ Một đồng hồ bấm giây.

+ Một gương cầu lõm chưa biết bán kính cong.

+ Biết gia tốc trọng trường g.

Hãy xây dựng phương án thí nghiệm xác định bán kính cong của gương cầu lõm nói trên.

a. Tìm chu kỳ dao động của cầu

b. Căn cứ vào chu kỳ dao động xác định bán kính cong của gương cầu

**HƯỚNG DẪN CHẤM**

**Bài 1 (4 đ)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1** | - Từ gợi ý của đề bài, ta tính Q0 theo:  - Nhận xét về đơn vị của các đại lượng:  Đơn vị của suất căng mặt ngoài σ là: ;  Đơn vị của độ thẩm điện ϵ0 là: hay:  Đơn vị của R: mét (*m*)  Đơn vị của Q0: cu-lông (C)  Như vậy ta có:  Sự đồng nhất về đơn vị đo cho:  Vậy: (1) | 1,0 |
|  | Để xác định A ta có:  Năng lượng mặt ngoài của giọt chất lỏng:  Năng lượng điện trường của giọt tại thời điểm có điện tích Q0 là:  Trong đó: C là điện dung của giọt,  (*học sinh không cần lập biểu thức tính năng lượng điện, năng lượng bề mặt và điện dung, chỉ cần nêu công thức như trên)*  Do đó tổng năng lượng của giọt là:  Khi giọt “phân đôi”, điện tích của mỗi giọt mới là  Do thể tích không đổi nên mỗi giọt mới có bán kính:  Vì thế, năng lượng của mỗi giọt bây giờ là:  Vì để đơn giản, ta đã coi giọt bị “phân đôi” ngay khi đạt tới tới hạn – nghĩa là bỏ qua tác động của lực căng bề mặt và xem tổng năng lượng của 2 giọt mới nhỏ gần bằng năng lượng giọt ban đầu, do đó:  Thay (1,2,3) vào (4) ta thu được:  (*Mô hình về sự không ổn định của giọt chất lỏng tích điện này là không hoàn toàn chỉnh xác và được chọn để làm cho vấn đề trở nên đơn giản. Trên thực tế, trạng thái cuối cùng có năng lượng thấp hơn là chưa đủ; lực tĩnh điện đẩy cần phải vượt quá lực căng bề mặt, nếu không thì bong bóng không thể chuyển sang trạng thái năng lượng thấp hơn này. Tính toán điều này đòi hỏi một phép tính khác, lần đầu tiên được thực hiện bởi Lord Rayleigh vào năm 1882, đưa ra “giới hạn Rayleigh” là A = 8π ≈ 25,1*) | 1,0 |
| **2** | Xét giọt kim loại trước lần “phân đôi” thứ *n*, ngĩa là sau (*n-1*) lần “phân đôi”  Thể tích và bán kính của giọt khi đó là:  Điện tích giới hạn cho lần “phân chia” thứ n là:  Sau mỗi lần “phân đôi”, điện tích và thể tích lại giảm đi một nửa, do đó sau n lần phân đôi thì:  - Điện tích của giọt là:  - Bán kính của giọt: | 1,0 |
| **3** | - Tổng công của nguồn đã thực hiện là:  Công W này bằng hiệu giữa năng lượng *Ef*của trạng thái cuối cùng, nơi có nhiều giọt nhỏ đã bị phân tán ra xa, và năng lượng *E*i = 4πσR2 của giọt ban đầu, không tích điện:  - Năng lượng cuối cùng bao gồm sức căng bề mặt và năng lượng tĩnh điện của tất cả các giọt nhỏ, có bán kính *R*n và điện tích *qn* được tính ở trên.  - Như vậy năng lượng cuối cùng của hệ là:  - Vậy: | 1,0 |

**Bài 2 (5đ)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **1**  **(2,5đ)** | 1.  R1  R2  2  1  *I*  *I*2  *I*1  R  *e*1  *e*2  Khi các thanh di chuyển, xuất hiện các suất điện động cảm ứng và các thanh đóng vai trò như các nguồn điện trong mạch với các suất điện động *e*1 và *e*2. Áp dụng định luật cảm ứng điện từ ta xác định được cực của các nguồn như hình vẽ và giá trị của các suất điện động là:  Giả thiết các dòng điện qua các vật dẫn như hình vẽ. | 0,25 |
| - Áp dụng định luật Kirchhoff cho các mạch vòng chứa R và các thanh R1, R2 ta có:  + Với mạch vòng chứa R1 ta có:  + Với mạch vòng chứa R2 ta có: | 0,25  0,25 |
| + Tại nút nối R và ray: (3)  Thay (1) và (2) vào ta có:  Thay số ta được: I = 145μA và hướng như hình vẽ giả thiết.  Từ (1,2,3) ta cũng có:  Trong đó:  Nguồn E có cực dương trùng với cực dương của e1. | 0,25  0,25  0,25 |
| b.  - Cường độ dòng điện qua thanh R1: , hướng như giả thiết.  Lực từ tác dụng lên R1 có độ lớn:  nằm ngang, hướng sang phải, ngược chiều ngoại lực làm thanh R1 di chuyển.  - Cường độ dòng điện qua thanh R2: , hướng như giả thiết.  Lực từ tác dụng lên R2:  nằm ngang, hướng sang trái, ngược chiều ngoại lực làm thanh R2 di chuyển. | 0,25  0,25  0,25  0,25 |
| 2 (2,5đ) | 2  a. Lực từ tác dụng lên thanh R khi nó được giữ cố định:  có hướng sang trái. Như vậy để giữ thanh R đứng yên thì phải tác dụng vào nó ngoại lực hướng sang phải. Nếu ngừng tác dụng ngoại lực để cho thanh R chuyển động tự do thì ta thấy:  + Lực từ tác dụng lên thanh sẽ truyền gia tốc làm nó bắt đầu tăng tốc sang trái. Khi đó cũng xuất hiện suất điện động cảm ứng trong nó, với *v* là vận tốc của thanh ở thời điểm khảo sát.  *i*  R  *E, r*  *e*  + Theo như câu 1a, hai thanh R1 và R2 tương đương với nguồn (E, r). như vậy hệ lúc này tương đương với mạch như hình vẽ. Ta có:  Vận tốc *v* của thanh tăng dần từ 0 và ta thấy *i* giảm dần, lực từ tác dụng lên thanh R là cũng giảm dần. Khi ổn định thì *i* = 0, lực từ triệt tiêu và thanh chuyển động thẳng đều với vận tốc *vf* và khi đó:  R1  R2  2  1  *i*  *i*2  *i*1  R  *e*1  *e*2  *e* | 0,25  0,25  0,25 |
| *(Có thể tính trực tiếp, không bằng cách sử dụng nguồn tương đương như sau:Cường độ dòng điện qua R, R1 và R2 lần lượt là i, i1 và i2, chiều dương của dòng điện như trên hình. Ta cũng có:+ Với mạch vòng chứa R1:*  *+ Với mạch vòng chứa R2:*  *+ Khi ổn định, thanh R chuyển động thẳng đều với vận tốc vf không đổi, cường độ dòng điện qua thanh là i = 0. Khi đó ta có:* |  |
| b. Phương trình vận tốc và phương trình chuyển động của thanh R:  Lấy gốc tọa độ tại vị trí ban đầu của thanh R, mốc thời gian là thời điểm thả thanh; trục Ox trùng hướng vectơ *v*1.  - Giả sử ở thời điểm *t*, thanh R ở vị trí có tọa độ *x*, có vận tốc *v*.  Lực từ tác dụng lên thanh có phương ngang, vuông góc với thanh:  Mặt khác, do các ray nằm ngang và không có ma sát nên:  Ta có từ phần 2a:  (*Tương tự như phần trên, kết quả này có thể nhận được theo cách tính trực tiếp với các mạch vòng (R1, R) và (R2, R) như trên thu được (3), (4), đồng thời với chú ý tại nút nối R với ray thì:* ).  Do đó:  Đặt:  Với điều kiện ban đầu: v(0) = 0 thì ta có , do đó:  O  t  *v*  + Đồ thị biểu diễn sự thay đổi của *v* theo thời gian như hình vẽ:  + Khi thì: | 0,25  0,25  0,25  0,25  0,25 |
| - Ta có:  Với điều kiện *x*(0) = 0 ta có: . Vậy: | 0,25  0,25 |

**Bài 3** (4 đ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Câu** | **Nội dung** | **Điểm** |
|  | Đường truyền của tia sáng đi qua quang hệ như hình vẽ  O1  O2  α  h  β  S  S1  S2  A  B  ta  S S1 S2  O1  02  d'1  d1  d2  d'2  có sơ đồ tạo ảnh  S là vật ảo của O1  Nên với nhỏ ta có và: | **0,25**  **0,25** |
|  | Do đó  là vật của O2  Ta có: (1) .  Vị trí của ảnh S2 là: .  Xét    ⟹  Suy ra:  Góc tia ló:  Ta được:  (2)  Thay (1) vào (2) ta được:  . | **0,25**  **0,25 đ**  **0,25**  **(0,25 đ)** |
| 1. (1,5đ) | Dùng hệ toạ độ đi qua trục đối xứng của mặt cong như hình vẽ. Tính đẳng thời của các đường truyền được thoả mãn khi quang trìnhcác tia từ mặt phẳng AO đến F bằng nhau:  X  A  (y)  Y  x  O  l2  M(x,y)  AM + n.MF = n.f(1)  Trong đó: AM = x và  Thay vào (1) ta đuợc:  đó chính là phương trình của mặt cắt của mặt cong với mặt phẳng toạ độ z = 0. Ta có thể biến đổi phương trình đó thành dạng dễ hình dung hơn, bằng cách chia cả hai vế cho lượng .  Khi đó:  Bằng cách thêm và bớt vào vế trái các số 1 và -1 ta có:  đặt , ta có:  đây là đường elíp có các bán trục a và b và có các tâm các gốc hệ toạ độ đã chon một khoảng b.  Kích thước lớn nhất của chùm sáng bằng 2a | **(0,25 đ)**  **(0,25 đ)**  **0,25**  **(0,25 đ)**  0,25  0,25 |

**Bài 4** (5 đ)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Câu** | **Nội dung** | **Điểm** |
| 1. (2đ) | - Do tính đối xứng nên khối tâm C của vật là tâm của tam giác đều có 3 đỉnh là 3 tâm hình tròn gốc (cũng là 3 “đỉnh” của “tam giác” Reulaux). Ở trạng thái cân bằng khi treo bằng trục quay O qua đỉnh tam giác thì C nằm trên đường thẳng đứng qua O. Xét góc lệch θ của OC (OC = r) so với phương thẳng đứng.  - Lực tác dụng lên tam giác bao gồm trọng lực và phản lực của trục quay. Gọi I(O) là mômen quán tính của tam giác đối với trục quay O; lần lượt là mômen của và đối với trục O. Phương trình ĐLH cho chuyển động quay của tam giác quanh trục O:  ⇒  Với dao động nhỏ thì: sin*θ* ≈ *θ* nên ta có:  Đặt: ta có:  Phương trình có nghiệm dạng: θ = θ0 cos(ωt + φ), với θ0 là biên độ góc, φ là hằng số xác định từ các điều kiện ban đầu. Như vậy với điều kiện góc lêch nhỏ thì tam giác dao động điều hòa với  tấn số góc: ; chu kỳ: | 0,25  0,25  0,25  0,25 |
| Thay:  Và áp dụng định lý Huyghen:  Ta được: | 0, 5  0, 5 |
| 2. (2,5đ) | Ở trạng thái cân bằng trên mặt phẳng nằm ngang (với bề dầy của vật đủ lớn để không bị đổ)  - Ta viết phương trình định luật II Newton cho vật theo phương x và y khi bị lệch góc nhỏ θ :  Với góc lệch θ nhỏ ta có:  ;    Do đó: | Hv:0,25  0,25  0,25  0,25 |
| - Phương trình chuyển động quay xét với trục qua khối tâm C:  Thay *N* và *Fx* vào ta có:  + Mặt khác ta có: | 0,25  0,25  0,25 |
| + Thay vào ta có:  ⇒ Tam giác dao động điều hòa với tần số góc ω:  + Chu kỳ dao động: | 0,25  0,25  0,25 |
| *Có thể tìm chu kỳ dao động theo phương pháp năng lượng:*  *+ Tọa độ khối tâm:*    *+ Vận tốc khối tâm:*    *+ Cơ năng (mốc thế năng tại mặt phẳng ngang):*  *+ Với trường hợp dao động nhỏ:*  *Bảo toàn cơ năng cho: E = const do đó E’ = 0* ⇒  *+Với cách tính r2 như trên ta có phương trình vi phân:*  ⇒ *Vật dao động điều hòa,…* |  |

**Bài 5 : *(2 điểm)***

a. ***(1,5 điểm)***

Thả nhẹ để quả cầu lăn không trượt trên mặt gương cầu lõm và dao động với li độ góc  bé.Chọn chiều dương trục tọa độ như hình vẽ. Phương trình chuyển động quay của quả cầu quanh tâm quay tức thời K

 (1) ..........................................................**(0,25 đ)**

Mô men quán tính của quả cầu đối với tâm quay tức thời K:

 (2) ......................................**(0,25 đ)**

Khối tâm G của quả cầu dao động quanh vị trí cân bằng

 (3) ............................................**(0,25 đ)**

Đạo hàm hai vế của (3) thu được gia tốc khối tâm của quả cầu :

 (4) ...................................................**(0,25 đ)**

Xét chuyển động lăn của quả cầu quanh khối tâm G, ta có

 (5) ...................................**(0,25 đ)**

Thay (2) và (5) vào (1) và rút gọn được :  (6)

Vậy quả cầu dao động điều hòa với chu kì

 (7) ....................................................**(0,25 đ)**

*- Tiến hành:*

Từ (7) rút được :  (8)

Dùng thước Panme đo , dùng đồng hồ đo , dựa vào công thức trên tính được theo bảng sau: ..........................................................................................................**(0,25 đ)**

*- Xử lý số liệu:*



Ghi kết quả : ...........................................................................**(0,25 đ)**