



Ngày thi: 12 tháng 8 năm 2022

Thời gian làm bài: 180 phút (không kể thời gian giao đề)

Đề thi gồm có 03 trang

ĐỀ CHÍNH THỨC

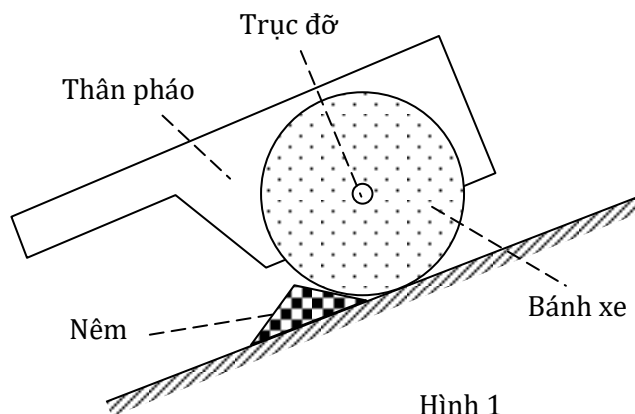
Họ và tên thí sinh:.....Số báo danh:.....

- Chú ý: Nhằm mô tả đầy đủ tình huống chúng ta xem xét nên đề bài có thể hơi dài. Nhưng để giải nó, em có thể dùng những kiến thức quen thuộc. Do đó, em hãy bình tĩnh đọc kĩ đề bài và từng bước giải quyết những bài toán này!
- Chúc các em thu được những kiến thức bổ ích và có dịp trải nghiệm thú vị tại Trại hè Hùng Vương 2022!

Bài 1 – Hò kéo pháo (3,5 điểm):

Quân đội và nhân dân Việt Nam đã tạo nên một Chiến thắng Điện Biên “lừng lẫy năm châu, chấn động địa cầu”. Để góp phần vào chiến công này, các chiến sĩ của chúng ta đã đổ bao nhiêu mồ hôi, công sức và xương máu. Nhớ ơn những công lao to lớn ấy, trong bài toán này chúng ta sẽ nhắc đến một trong những công việc rất vất vả mà các chiến sĩ đã từng làm, đó là kéo những khẩu pháo nặng lên những dốc núi cao. Tuy nhiên, để làm dễ cho bài toán, chúng ta sẽ giả thiết lí tưởng hoá một số yếu tố, không đủ mô tả hết những thực tế khó nhọc đã diễn ra.

Giả tưởng một khẩu pháo bao gồm hai bánh xe giống nhau có cùng bán kính R , cùng khối lượng m_1 , và phần còn lại, gọi chung là thân pháo, có khối lượng m_2 . Phần thân pháo có chứa một trục đỡ, trục đỡ này đóng vai trò làm trục quay chung của hai bánh. Ta giả thiết trọng tâm của phần thân pháo nằm tại trục đỡ. Khẩu pháo đang được di chuyển lên dốc. Mặt dốc được coi là một mặt phẳng nghiêng, cứng rắn và có góc nghiêng $\alpha = 20^\circ$ so với phương ngang.



Hình 1

- a) Khi dừng nghỉ, khẩu pháo được giữ cân bằng nhờ việc chèn hai bánh xe bằng một chiếc nêm. Chiếc nêm là một khúc gỗ hình lăng trụ mà mặt cắt ngang của nó có dạng một tam giác cân có góc ở đỉnh bằng 120° (hình 1). Trong lúc cân bằng, lực ma sát giữa bánh xe và chiếc nêm có thể bỏ qua nhưng giữa chiếc nêm và mặt dốc phải đủ lớn.
- +) Tính phản lực của chiếc nêm lên mỗi bánh xe.
 - +) Tìm điều kiện của hệ số ma sát giữa nêm và mặt dốc để nêm không bị trượt. Khối lượng của chiếc nêm có thể bỏ qua so với khối lượng khẩu pháo.
- b) Khi có hiệu lệnh “hò dô ta”, khẩu pháo được kéo giật lên nhờ một lực kéo F có giá đi qua trục đỡ, có phương song song với mặt dốc khiến cho cả khẩu pháo tiến lên dốc với gia tốc a . Hãy tính lực kéo F . Cho mômen quán tính của mỗi bánh xe so với trục đỡ là I . Coi rằng các bánh xe lăn không trượt trên mặt dốc, khi đó chúng quay không ma sát quanh trục đỡ, tuy nhiên cần chú ý rằng lực ma sát giữa bánh xe với mặt dốc thì không thể bỏ qua được.

Bài 2 – Thả bi rơi (4,0 điểm):

Trần nhà có độ cao $H = 4$ m so với sàn nhà. Một tấm ván AB phẳng, đặt cố định và nghiêng góc $\alpha = 45^\circ$ so với sàn nhà (đầu B nằm trên sàn nhà). Từ trần nhà, người ta thả rơi không vận tốc đầu một

viên bi nhỏ. Bi rơi tự do rồi va chạm với mặt tấm ván tại điểm nào đó, sau đó nảy ra và rơi xuống sàn. Kí hiệu C là điểm thả rơi bi, I là điểm bi chạm tấm ván, D là điểm bi chạm vào sàn nhà, h là độ cao của điểm I so với mặt sàn (Hình 2). Bỏ qua mọi ma sát và sức cản của không khí. Biết rằng sự nảy ra của bi trên mặt tấm ván giống như sự phản xạ tia sáng trên mặt gương phẳng, tốc độ của bi ngay trước và ngay sau va chạm bằng nhau. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$.

a) Khi $h = 0,8\text{m}$.

+) Hãy mô tả chuyển động của bi, vẽ quỹ đạo của nó và tìm thời gian chuyển động của bi từ C đến D.

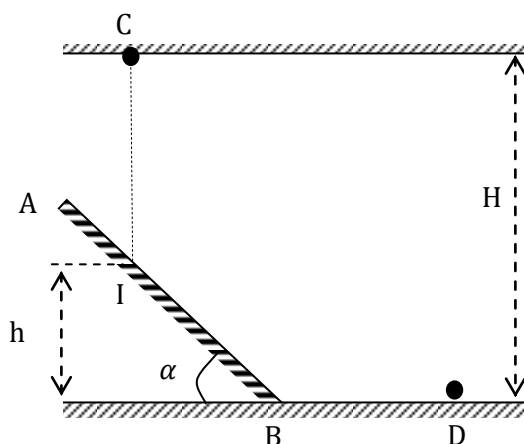
+) Tìm tốc độ của bi ngay trước khi chạm vào D.

b) Vị trí điểm C trên trần nhà được chọn sao cho trước khi rơi xuống sàn, bi chỉ va chạm với tấm ván một lần duy nhất.

+) Hãy tìm giới hạn của h.

+) Tìm h để thời gian chuyển động của bi từ C đến D là lớn nhất. Tính giá trị lớn nhất đó.

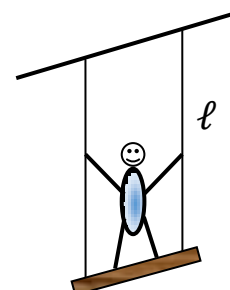
+) Với h có giá trị nào thì độ dài của BD là lớn nhất?



Hình 2

Bài 3 – Đánh đu (3,0 điểm):

Trong một lễ hội của người vùng cao, người ta tạo ra một chiếc xích đu gồm một khúc gỗ thẳng có khối lượng m_0 , được treo nằm ngang nhờ hai sợi cáp mảnh, nhẹ, cùng chiều dài ℓ . Đầu trên của hai sợi cáp được buộc vào một chiếc xà ngang cố định. Một người có khối lượng m đứng trên khúc gỗ và hai tay bám vào hai sợi cáp, trọng tâm của người cách khúc gỗ một đoạn h . Người ta đẩy cho xích đu dao động. Trong lúc dao động, hai sợi cáp, khúc gỗ và trọng tâm của người luôn nằm trên cùng một mặt phẳng và ở thời điểm t, mặt phẳng này hợp với phương thẳng đứng một góc α . Sẽ là đúng hơn nếu giải quyết bài toán này mà có chú ý đến ảnh hưởng của kích thước của người. Tuy nhiên, để tập trung phân tích một số hiệu ứng vật lý nhất định, ta sẽ đơn giản hoá bài toán bằng cách coi toàn bộ khối lượng của người tập trung tại trọng tâm của họ như một chất điểm. Bỏ qua mọi ma sát và sức cản của môi trường.



Hình 3

a) Xích đu dao động với biên độ góc α_0 . Hãy tính vận tốc góc cực đại của khúc gỗ và lực cực đại mà các cáp treo tác dụng lên thanh xà.

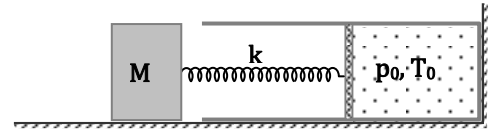
b) Để tăng dần biên độ góc của dao động, người đánh đu sẽ cần phối hợp động tác “đứng lên” và “ngồi xuống” một cách thích hợp. Thao tác trong thực tế thường nhịp nhàng và vị trí trọng tâm của người thay đổi khá phức tạp. Tuy nhiên để phần nào giải thích cách làm này ta sẽ đưa ra một số giả thiết đơn giản hơn như sau: trọng tâm của người luôn nằm trong mặt phẳng tạo ra bởi hai sợi cáp và khúc gỗ; thao tác đứng lên hoặc ngồi xuống diễn ra rất nhanh; “độ cao” của trọng tâm người so với khúc gỗ (tính theo phương của các sợi cáp) khi ngồi và khi đứng tương ứng là h_1 và h_2 . Tại thời điểm ban đầu, xích đu ở vị trí biên với góc lệch của dây treo so với phương thẳng đứng là α_1 , người đang ở trạng thái “ngồi”. Khi xích đu đi qua vị trí cân bằng thì người lập tức “đứng” thẳng lên và giữ nguyên trạng thái này cho đến khi đến biên đối diện. Hãy tính góc lệch cực đại của xích đu ở biên đối diện đó, từ đó nhận xét xem việc làm này đã làm tăng hay giảm biên độ góc của dao động?

Bài 4 – Khí giãn nở (3,5 điểm):

Một xi lanh dài, cách nhiệt, một đầu kín và một đầu hở, và được giữ cố định nằm ngang. Tiết diện trong của xi lanh là $S = 40 \text{ cm}^2$. Bên trong xi lanh có một chiếc piston có thể di chuyển dọc theo xi lanh.

Khoảng không gian kín giữa piston và xi lanh được lấp đầy bởi một lượng khí lí tưởng lưỡng nguyên tử. Piston được nối với một khối hộp có khối lượng $M = 10 \text{ kg}$ thông qua một lò xo đủ dài có độ cứng $k = 100 \text{ N/m}$.

Lúc đầu hệ được giữ ở trạng thái mà lò xo không biến dạng, khí bên trong xi lanh ở nhiệt độ $T_0 = 300 \text{ K}$ và có áp suất cân bằng với áp suất khí quyển $p_0 = 10^5 \text{ Pa}$, piston nằm cách đáy xi lanh một đoạn $h = 20 \text{ cm}$.



Hình 4

- Tính số mol khí được nhốt trong xi lanh.
- Do giữa piston và xi lanh có ma sát nên khi hơi nóng chậm khí trong xi lanh đến nhiệt độ $T_1 = 330 \text{ K}$ thì piston mới bắt đầu dịch chuyển. Tính lượng nhiệt Q_1 đã truyền cho khí và độ lớn của lực ma sát giữa xi lanh và piston khi đó.
- Tiếp tục cung cấp chậm cho khí trong xi lanh một nhiệt lượng Q_2 cho đến khi M bắt đầu dịch chuyển. Tính Q_2 và nhiệt độ T_2 khi đó. Biết hệ số ma sát giữa M và sàn là $\mu = 0,1$.

Bài 5 – Trường tĩnh điện đối xứng cầu (4,0 điểm):

Một quả cầu tích điện có bán kính $2R$. Điện tích bên trong quả cầu phân bố đối xứng cầu với mật độ điện tích ρ chỉ phụ thuộc khoảng cách r đến tâm quả cầu theo quy luật sau:

$$\rho_r = \begin{cases} 3\rho_0 & (\text{khi } r \leq R) \\ \rho_0 \cdot \frac{r}{R} & (\text{khi } R < r \leq 2R) \end{cases}$$

Trong đó, ρ_0 là một hằng số coi như đã biết.

- Tính tổng điện tích của quả cầu.
- Tìm cường độ điện trường $E(r)$ tại điểm cách tâm quả cầu một khoảng r bất kỳ.
- Hãy chỉ ra rằng tồn tại một giá trị của r trong khoảng $R \leq r \leq 2R$ mà tại đó cường độ điện trường đạt giá trị cực tiểu.
- Vẽ dạng đồ thị $E(r)$.

Bài 6 – Tìm hệ số ma sát trượt (2,0 điểm):

Phi Long là một học sinh trường chuyên miền núi và rất yêu vật lý. Bạn ấy có trong tay hai khối gỗ hình hộp chữ nhật giống hệt nhau và ở một đầu của mỗi khúc gỗ có gắn một móc treo nhỏ. Long nảy ra ý tưởng xác định hệ số ma sát trượt giữa các khúc gỗ này với mặt bàn nằm ngang ở lớp học. Long có sẵn chiếc thước kẻ có độ chia đến milimét. Long xin mẹ thêm một sợi chỉ và mượn từ phòng thí nghiệm của thầy cô một chiếc ròng rọc nhỏ quay rất trơn và gắn nó vào mép bàn.

- Trước hết Long thí nghiệm về chuyển động nhanh dần đều. Buộc hai đầu sợi chỉ vào hai móc treo ở hai khúc gỗ rồi vắt sợi chỉ qua ròng rọc để tạo ra hệ hai khúc gỗ kéo nhau, một khúc gỗ trượt trên mặt bàn, khúc gỗ còn lại treo ngoài mép bàn. Hãy lập biểu thức xác định gia tốc của các khúc gỗ phụ thuộc hệ số ma sát trượt μ giữa khúc gỗ với mặt bàn.
- Để xác định μ , theo em, cần phải tiến hành các bước thí nghiệm như thế nào? Hãy lập bảng để ghi các thông số cần đo và lập công thức để tính hệ số ma sát trượt theo các thông số đó.

.....HẾT.....

Lưu ý: - Thí sinh **không** được sử dụng tài liệu
- Cán bộ coi thi **không** giải thích gì thêm