

## ĐỀ THI OLYMPIC CHUYÊN KHOA HỌC TỰ NHIÊN 2014

Môn thi: Vật lý - Ngày thi: 23/05/2014

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

**Bài 1:** Người ta ném một vật từ mặt đất lên với tốc độ đầu  $v_0$  theo phương hợp với phương ngang một góc  $\alpha$ . Gia tốc trọng trường là  $g$ . Bỏ qua sức cản của không khí. Chọn hệ quy chiếu có gốc tọa độ O tại vị trí ném, trục Oy hướng thẳng đứng lên trên, trục Ox hướng theo phương ngang sao cho vật chuyển động trong mặt phẳng xOy.

- Với giá trị vận tốc đầu  $v_0$  xác định, vật chỉ có thể đi tới các vị trí nằm bên trong một đường giới hạn. Xác định phương trình đường giới hạn này.
- Khi rơi trở lại mặt đất, vật không bị nảy lên khỏi mặt đất ( $v_y = 0$ ). Hệ số ma sát giữa vật và mặt đất là  $\mu$ .
  - Tìm tốc độ của vật ngay sau khi chạm đất. Coi phản lực khi va chạm lớn hơn rất nhiều so với trọng lực.
  - Với góc  $\alpha$  bằng bao nhiêu thì vị trí vật dừng lại nằm xa O nhất.

**Bài 2:** Một khẩu súng đơn giản được chế tạo từ một ống trụ có chiều dài  $L_0$  và bán kính trong  $r$ . Một đầu ống được nút kín bởi một pittông có thể dịch chuyển được tự do trong ống, đầu còn lại có đặt một viên đạn hình trụ. Viên đạn được giữ trong ống nhờ ma sát với thành ống và chỉ bắt đầu chuyển động nếu áp suất bên trong ống vượt quá giá trị áp suất giới hạn  $P_{gh}$ .

- Có hai cách để đẩy viên đạn ra khỏi ống: đun nóng khí trong ống hoặc là đẩy pittông nén khí trong ống lại. Trong cả hai trường hợp, ta đều giả thiết rằng khí trong ống là khí lưỡng nguyên tử, và cột khí ban đầu có chiều dài  $L_0$ , nhiệt độ  $T_0$  và áp suất  $P_0$ .
  - Nung nóng khí trong ống trong khi giữ nguyên pittông. Cần nung khí đến nhiệt độ nhỏ nhất nào để đẩy viên đạn ra?
  - Đẩy nhanh pittông nén khí trong ống lại. Coi quá trình diễn ra đủ nhanh nên khí không trao đổi nhiệt với bên ngoài ( $Q = 0$ ). Tìm chiều dài cột khí khi viên đạn bắt đầu chuyển động?
- Viên đạn ban đầu có dạng hình trụ, chiều cao  $h \ll L_0$  và bán kính đáy  $r'$  lớn hơn một chút so với  $r$  ( $\Delta r = r' - r$  khá nhỏ so với  $r$ ). Nếu bị nén bởi áp suất  $P$  theo một phương nhất định, viên đạn bị biến dạng theo phương đó, tuân theo biểu thức:  $\frac{\Delta x}{x} = -\frac{P}{E}$  với  $E$  là suất Young của viên đạn. Hệ số ma sát nghỉ giữa viên đạn và thành ống là  $\mu$ . Áp suất của không khí bên ngoài là  $P_0$ . Tìm biểu thức của áp suất giới hạn  $P_{gh}$ .

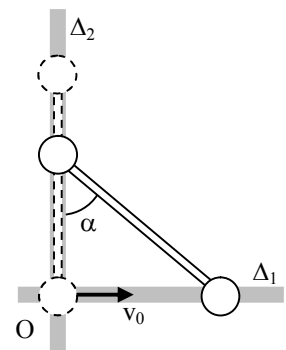
**Bài 3:** Xét điện tích điểm Q được giữ cố định tại điểm O trong chân không. Một điện tích điểm khác có khối lượng  $m$  và điện tích  $q$  ( $qQ > 0$ ) chuyển động với tốc độ  $v_0$  từ xa vô cùng lại gần điện tích trên. Bỏ qua lực tương tác hấp dẫn giữa các điện tích.

- Tìm khoảng cách gần nhất giữa các điện tích, biết:

- a. Điện tích  $q$  chuyển động theo một đường thẳng đi qua  $Q$ .
  - b. Điện tích  $Q$  nằm cách phương chuyển động ban đầu của điện tích  $q$  một đoạn là  $d$ .
2. Trả lời các câu hỏi ở ý 1 trong trường hợp điện tích điểm  $Q$  có khối lượng  $m$  và có thể chuyển động tự do trong chân không.

**Bài 4:** Cho hệ gồm hai quả cầu nhỏ có cùng khối lượng  $m$ , được nối với nhau bởi một thanh thẳng có khối lượng không đáng kể. Các quả cầu chỉ có thể chuyển động trên mặt phẳng nằm ngang dọc theo hai đường rãnh vuông góc với nhau  $\Delta_1$  và  $\Delta_2$ . Ban đầu, chúng được đặt ở vị trí thể hiện bằng đường nét đứt trên hình 1. Tại thời điểm  $t = 0$ , người ta truyền cho quả cầu nằm tại giao điểm  $O$  của hai rãnh một vận tốc  $v_0$  dọc theo  $\Delta_1$ . Bỏ qua mọi ma sát và lực cản. Tại vị trí thanh hợp với  $\Delta_2$  một góc  $\alpha$ , tìm:

1. Vận tốc của các quả cầu.
2. Gia tốc của các quả cầu.
3. Thời điểm  $t$  thanh quay đến vị trí này.



Hình 1