

**ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**  
**BÁCH KHOA ĐẠI CƯƠNG MÔN PHẢI**



**Môn học: Vật lý đại cương I**

**ĐỀ CƯƠNG TỰ LUẬN LÝ THUYẾT**

**Biên soạn bởi nhóm BK-ĐCMP**

**(Phương Thảo – Phạm Trung)**

**HÀ NỘI - 2020**

## LỜI MỞ ĐẦU

Học phần vật lý đại cương I là một trong những học phần đại cương bắt buộc đối với sinh viên Đại Học Bách Khoa Hà Nội. Đây là một học phần tuy không quá khó nhưng đòi hỏi sinh viên phải có sự cẩn mẫn đào sâu lý thuyết và lấy đó làm gốc để đi vào làm các bài tập vận dụng. Đối với các bạn sinh viên năm nhất, chắc hẳn sẽ ngỡ ngàng và gặp nhiều khó khăn vì cách học vật lý trên đại học sẽ khác khá nhiều so với cách học vật lý ở phổ thông. Một trong những khó khăn lớn nhất mà các bạn gặp phải chắc hẳn sẽ là bài thi cuối kì, thay vì chỉ cần giải bài tập thì bài thi này còn yêu cầu các bạn nắm tương đối vững kiến thức lý thuyết của môn học. Hiểu được điều này, hai anh chị Phương Thảo – Phạm Trung của nhóm Bách Khoa Đại Cương Môn Phái đã dựa trên những kiến thức và kinh nghiệm của bản thân để biên tập tài liệu này nhằm giúp các bạn ôn luyện một cách hiệu quả hơn.

Do kiến thức còn nhiều thiếu sót và trong quá trình biên soạn cũng không tránh được sai sót nên nhóm rất mong nhận được sự đóng góp của các bạn để tài liệu được hoàn thiện hơn. Lưu ý, đây là tài liệu được nhóm chia sẻ miễn phí cho các bạn sinh viên, tài liệu không sử dụng cho mục đích mua bán trao đổi hoặc dùng làm phao thi.

Chúc các bạn đạt kết quả cao trong kì thi sắp tới!

NHÓM TÁC GIẢ

## Mục lục

<b>LỜI MỞ ĐẦU</b> .....	1
<b>Câu 1:</b> Trình bày khái niệm chất điểm. Viết phương trình, nêu ý nghĩa, đặc điểm của gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến? .....	5
<b>Câu 2:</b> Định nghĩa động lượng với một chất điểm, hệ chất điểm? Thiết lập hai định lý động lượng? Chứng minh trong một hệ cô lập động lượng của hệ bảo toàn? Ý nghĩa xung lượng? .....	5
<b>Câu 3:</b> Thế nào là vật rắn? Định nghĩa momen động lượng với một chất điểm? Nêu 2 định lý về momen động lượng? .....	6
<b>Câu 4:</b> Hệ quy chiếu quán tính là gì? Hệ quy chiếu phi quán tính là gì? Trình bày định luật III Newton? Ý nghĩa? .....	7
<b>Câu 5:</b> Chứng minh trọng trường là trường thế? .....	7
<b>Câu 6:</b> Viết phương trình cơ bản trong chuyển động quay của vật rắn với một trục cố định? Viết phương trình, giải thích đại lượng? Nêu đặc điểm của momen quán tính? .....	8
<b>Câu 7:</b> Khái niệm động năng? Biểu thức tính động năng? Định lý động năng? .....	8
<b>Câu 8:</b> Thiết lập biểu thức tính công, công suất của ngoại lực trong chuyển động quay của vật rắn quanh trục cố định? .....	9
<b>Câu 9:</b> Thiết lập công thức tính giảm lượng loga? Phương trình dao động tắt dần của con lắc lò xo? .....	9
<b>Câu 10:</b> Nêu nội dung thuyết động học phân tử của khí lý tưởng. Viết phương trình trạng thái của khối khí lý tưởng có khối lượng $m$ và phương trình liên hệ giữa áp suất và nhiệt độ của khối khí đó? .....	10
<b>Câu 11:</b> Nêu hệ quả của thuyết động học phân tử? .....	11
<b>Câu 12:</b> Coi khí quyển của Trái Đất trong trạng thái lý tưởng, nhiệt độ là đồng đều. Tìm công thức khí áp của khí quyển ở độ cao $h$ . Từ đó tìm ra định luật phân bố Boltzman? ..	11
<b>Câu 13:</b> Nêu khái niệm bậc tự do? Định luật phân bố đều động năng theo các bậc tự do? .....	12
<b>Câu 14:</b> Nêu định luật phân bố phân tử theo vận tốc của Maxwell. Từ đó suy ra công thức tính vận tốc xác suất lớn nhất và vận tốc trung bình của phân tử khí. Nêu ý nghĩa của các loại vận tốc đó? .....	13
<b>Câu 15:</b> Phát biểu nguyên lý I nhiệt động lực học? Ý nghĩa? Hệ quả? .....	14
<b>Câu 16:</b> Định nghĩa trạng thái cân bằng và quá trình cân bằng? Như thế nào là 1 quá trình cân bằng? Vì sao? .....	15

<b>Câu 17:</b> Định nghĩa quá trình đoạn nhiệt? Thiết lập phương trình trạng thái của quá trình đoạn nhiệt. Thiết lập biểu thức công sinh ra trong quá trình đoạn nhiệt? .....	15
<b>Câu 18:</b> Nêu định nghĩa quá trình thuận nghịch và quá trình không thuận nghịch? Đặc điểm? .....	16
<b>Câu 19:</b> Nêu các nhược điểm của nguyên lý I nhiệt động lực học? Phát biểu nguyên lý II nhiệt động lực học?.....	16
<b>Câu 20:</b> Nêu định nghĩa chu trình Cacco? Thiết lập biểu thức tính hiệu suất của động cơ hoạt động theo chu trình Cacco? .....	17
<b>Câu 21:</b> Nêu định lý Cacco? Trình bày biểu thức tính hiệu suất cực đại của động cơ? Nêu các phương pháp làm tăng hiệu suất của động cơ nhiệt? .....	17
<b>Câu 23:</b> Trình bày khái niệm cộng tích, nội áp, từ đó suy ra phương trình Vandecvan đối với khí thực:.....	18
<b>Câu 24:</b> Thế nào là vận tốc vũ trụ cấp I? Tính vận tốc vũ trụ cấp I?.....	19
<b>Câu 25:</b> Thế nào là vận tốc vũ trụ cấp II? Tính vận tốc vũ trụ cấp II?.....	19
<b>Câu 26:</b> Trình bày các vấn đề sau: Hệ quy chiếu không quán tính, lực quán tính và lực quán tính ly tâm .....	20
<b>Câu 27:</b> Nêu quan điểm về không gian và thời gian trong cơ học Newton. Phép biến đổi Galileo. Phát biểu nguyên lý tương đối Galileo .....	20
<b>Câu 28:</b> Công là gì? Nhiệt là gì?.....	22
<b>Câu 29:</b> Khái niệm hệ nhiệt động? Thiết lập phương trình trạng thái của khí lý tưởng cho 1 mol khí và 1 mol khối khí có khối lượng bất kỳ? .....	22
<b>Câu 30:</b> Vẽ đồ thị họ đường đẳng nhiệt Vanderwaals .....	23
<b>Câu 31:</b> Tính momen quán tính của thanh dài đối với trục quay vuông góc và đi qua một đầu của thanh. ....	24
<b>Câu 32:</b> Định nghĩa hệ nhiệt động và khí lý tưởng.....	24
- Hệ nhiệt động là mọi tập hợp các vật được xác định hoàn toàn bởi một số các thông số vĩ mô độc lập với nhau.....	24
- Khí lý tưởng: là khí tuân theo hoàn toàn chính xác hai định luật Bôilơ-Mariôt và Gay-Luytxác. ....	24
<b>Câu 33:</b> Tính momen quán tính của thanh l không dùng định lý Steiner-Huyghen? .....	24
<b>Câu 34:</b> Thiết lập momen quán tính của đĩa tròn?.....	25
<b>Câu 35:</b> Thiết lập biểu thức tính công nhận được, nhiệt nhận được, độ biến thiên nội năng của quá trình đẳng nhiệt, đẳng áp, đẳng tích? .....	25

**Câu 36:** Trình bày biểu thức định lượng nguyên lý II? ..... 26

**Câu 1:** Trình bày khái niệm chất điểm. Viết phương trình, nêu ý nghĩa, đặc điểm của gia tốc tiếp tuyến và gia tốc pháp tuyến?

- Gia tốc tiếp tuyến: Kí hiệu:  $a_t$  (m/s<sup>2</sup>): là đại lượng vật lý đặc trưng cho mức độ thay đổi độ lớn của vận tốc.
- + Đặc điểm: có phương tiếp tuyến với quỹ đạo cong tại M. Có chiều trùng với chiều của  $\vec{v}$  khi chuyển động nhanh dần và ngược chiều với chiều của  $\vec{v}$  nếu chuyển động chậm dần.
- + Biểu thức:  $a_t = \frac{dv}{dt}$
- Gia tốc pháp tuyến: là đại lượng vật lý đặc trưng cho mức độ thay đổi phương và hướng của vận tốc. Kí hiệu:  $a_n$  (m/s<sup>2</sup>)
- + Đặc điểm: có phương vuông góc với phương của vận tốc và có chiều hướng vào bề lõm của quỹ đạo chuyển động.
- + Biểu thức:  $a_n = \frac{v^2}{R}$  trong đó  $v$ : là vận tốc của chuyển động

R: là bán kính cong của quỹ đạo chuyển động

**Câu 2:** Định nghĩa động lượng với một chất điểm, hệ chất điểm? Thiết lập hai định lý động lượng? Chứng minh trong một hệ cô lập động lượng của hệ bảo toàn? Ý nghĩa xung lượng?

- Động lượng của một vật có khối lượng  $m$  chuyển động với vận tốc  $\vec{v}$  là  $\vec{p} = m\vec{v}$ . Là đại lượng vật lý đặc trưng cho chuyển động của chất điểm về phương diện động lực học.
- Động lượng của hệ chất điểm:  $\vec{p} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i$
- Thiết lập hai định lý động lượng: Theo định luật II Newton ta có:  $m\vec{a} = \vec{F}$

Hay  $m \frac{d\vec{v}}{dt} = \vec{F}$ . Vì  $m$  không đổi ta có:  $\frac{d(m\vec{v})}{dt} = \vec{F}$

Gọi  $\vec{K} = m\vec{v}$  là vectơ động lượng của chất điểm ta có thể viết:  $\frac{d\vec{K}}{dt} = \vec{F}$  (\*)

+ Định lý 1: Đạo hàm của động lượng của 1 chất điểm theo thời gian có giá trị bằng lực (hay tổng hợp lực) tác dụng lên chất điểm đó.

Từ (\*) ta có  $d\vec{K} = \vec{F}dt$

Tích phân hai vế trong khoảng thời gian từ  $t_1$  đến  $t_2$  ứng với sự biến thiên của động lượng từ  $K_1$  đến  $K_2$  ta được:  $\Delta\vec{K} = \vec{K}_2 - \vec{K}_1 = \int_{t_1}^{t_2} \vec{F}.dt$  (\*\*)

+ Định lý 2: độ biến thiên động lượng của một chất điểm trong một khoảng thời gian nào đó có giá trị bằng xung lượng của lực (hay tổng hợp lực) tác dụng lên chất điểm trong khoảng thời gian đó.

Trong trường hợp  $\vec{F}$  không đổi theo thời gian từ (\*\*) ta có:  $\Delta\vec{K} = \vec{F}\Delta t$  hay  $\frac{\Delta\vec{K}}{\Delta t} = \vec{F}$

- Chứng minh trong một hệ cô lập động lượng của hệ bảo toàn:

Trong hệ cô lập tổng hợp lực tác dụng lên hệ bằng 0:  $\sum \vec{F} = \vec{0}$

Do đó, theo định lý 1 thì  $\frac{d\vec{P}}{dt} = \sum \vec{F} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} = \text{const}$

Vậy trong hệ cô lập động lượng của hệ là đại lượng được bảo toàn.

- Ý nghĩa xung lượng: xung lượng của một lực trong khoảng thời gian  $\Delta t$  đặc trưng cho tác dụng của lực trong khoảng thời gian đó.

**Câu 3:** Thế nào là vật rắn? Định nghĩa momen động lượng với một chất điểm? Nêu 2 định lý về momen động lượng?

- Vật rắn là tập hợp của vô số chất điểm tạo thành một khối liên tục và thống nhất. Khối lượng của vật rắn được phân bố đều theo thể tích.

- Momen động lượng:  $\vec{L} = \vec{r} \wedge \vec{P} = \vec{r} \wedge (m\vec{v})$

Trong đó:  $\vec{L}$  là momen động lượng của chất điểm ( $\text{kgm}^2/\text{s}$ )

$\vec{r}$  là khoảng cách từ điểm ta xét cho tới phương của lực (m)

$m$  là khối lượng của chất điểm (kg)

$\vec{v}$  là vận tốc của chất điểm (m/s)

- Định lý 1: Đạo hàm bậc nhất của momen động lượng theo thời gian bằng tổng momen của các lực tác dụng lên vật:  $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\mu}$  với  $\vec{\mu}$  là momen ngoại lực
- Momen động lượng của một chất điểm với một trục quay được bảo toàn khi tổng momen ngoại lực tác dụng lên chất điểm bằng không:  $\vec{\mu} = \vec{0} \Rightarrow \frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{0}$

Do đó  $\vec{L} = \text{const.}$

**Câu 4:** Hệ quy chiếu quán tính là gì? Hệ quy chiếu phi quán tính là gì? Trình bày định luật III Newton? Ý nghĩa?

- Hệ quy chiếu quán tính là hệ quy chiếu mà các định luật quán tính nghiệm đúng.
- Hệ quy chiếu phi quán tính là hệ quy chiếu mà các định luật quán tính không nghiệm đúng.
- Định luật III Newton: Khi chất điểm A tác dụng lên chất điểm B một lực  $\vec{F}$  thì chất điểm B cũng tác dụng lên chất điểm A một lực  $\vec{F}'$ . Hai lực  $\vec{F}$  và  $\vec{F}'$  tồn tại đồng thời cùng phương ngược chiều và cùng độ lớn. Đây là cặp lực trực đối:  $\vec{F}' = -\vec{F}$
- Ý nghĩa: Tổng các nội lực của một hệ cô lập bằng không.

**Câu 5:** Chứng minh trọng trường là trường thế?

Ta có: Lực hấp dẫn  $F_{hd} = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$ ,  $dA = \frac{-Gm_1m_2}{r^2}dr$

$$\begin{aligned} \text{Công toàn phần } A_{12} &= \int_{(1)}^{(2)} dA = \int_{r_1}^{r_2} \frac{-Gm_1m_2}{r^2} dr = Gm_1m_2 \left. \frac{1}{r} \right|_{r_1}^{r_2} = \frac{Gm_1m_2}{r_2} - \frac{Gm_1m_2}{r_1} \\ &= \frac{-Gm_1m_2}{r_1} - \left( \frac{-Gm_1m_2}{r_2} \right) \end{aligned}$$

- Năng lượng do trường hấp dẫn sinh ra không phụ thuộc vào đường đi mà chỉ phụ thuộc vào điểm đầu và điểm cuối.



- Những trường có tính chất như trên được gọi là trường thế. Năng lượng của trường thế được gọi là thế năng.

$$W_t = \frac{-Gm_1m_2}{r} + c$$

**Câu 6:** Viết phương trình cơ bản trong chuyển động quay của vật rắn với một trục cố định?

Viết phương trình, giải thích đại lượng? Nêu đặc điểm của momen quán tính?

- Phương trình cơ bản trong chuyển động quay của vật rắn với một trục cố định:  $\vec{M} = I\vec{\beta}$  trong đó  $\beta$  là gia tốc góc của chuyển động (rad/s<sup>2</sup>)

$I$  là momen quán tính của vật,  $I = mr^2$  (kgm<sup>2</sup>)

$\vec{M}$  là momen ngoại lực (N/m)

- Đặc điểm của momen quán tính:
  - + Là đại lượng vật lý đặc trưng cho tính bảo toàn trạng thái của hệ trong chuyển động quay.
  - + Momen quán tính phụ thuộc vào khối lượng của các thành phần trong hệ và khoảng cách giữa các thành phần trong hệ đến trục quay.
  - + Momen quán tính không phải là một đại lượng vectơ.

**Câu 7:** Khái niệm động năng? Biểu thức tính động năng? Định lý động năng?

- Khái niệm: Động năng là năng lượng vật có được nhờ chuyển động.
- Biểu thức:  $W = \frac{1}{2}mv^2$  trong đó  $W_d$  là động năng của vật (J)

$m$  là khối lượng của vật (kg)

$v$  là vận tốc của vật (m/s<sup>2</sup>)

- Định lý động năng: công sinh ra trong quá trình chuyển động bằng độ biến thiên động năng:  $A = W_{d2} - W_{d1}$

**Câu 8:** Thiết lập biểu thức tính công, công suất của ngoại lực trong chuyển động quay của vật rắn quanh trục cố định?

Ta có  $dA = F.ds$  mà  $ds = r. d\varphi$  và  $F = m.a$

$$\text{Do đó } dA = m.a.r. d\varphi = m.\frac{dv}{dt}.r. d\varphi = m.r.dv.\frac{d\varphi}{dt}$$

$$\text{Mà } \frac{d\varphi}{dt} = \omega \Rightarrow dA = m.r.dv.\omega$$

$$\text{Lại có } v = r.\omega \Rightarrow dv = r.d\omega$$

$$\text{Vậy } dA = m.r^2.\omega d\omega$$

$$\text{Ta có: } A = \int_{(1)}^{(2)} dA = m.r^2.\int_{(1)}^{(2)} \omega d\omega = \frac{1}{2}.m.r^2.(\omega_1^2 - \omega_2^2)$$

Vậy công của ngoại lực trong chuyển động quay của vật rắn quanh trục cố định là:

$$A = \frac{1}{2} I\omega^2$$

$$\text{Công suất: } P = \frac{A}{t} = \frac{I\omega^2}{2t}$$

**Câu 9:** Thiết lập công thức tính giảm lượng loga? Phương trình dao động tắt dần của con lắc lò xo?

- Thiết lập phương trình giảm lượng loga:

$$\text{Ta có hợp lực tác dụng vào vật: } \vec{F} = \vec{F}_{đh} + \vec{F}_c$$

$$\text{Chiều lên chiều chuyển động ta có: } ma = F_{đh} - F_c = -kx - rv \text{ (r là hệ số cản)}$$

$$\text{Hay có } m\frac{d^2x}{dt^2} = -kx - r\frac{dx}{dt} \Leftrightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{r}{m}\frac{dx}{dt} + \frac{k}{m}x = 0$$

$$\text{Đặt } \frac{k}{m} = \omega^2 ; \frac{r}{m} = 2\beta$$

$$\Rightarrow \frac{d^2x}{dt^2} + 2\beta\frac{dx}{dt} + \omega^2x = 0$$

Đây là một phương trình vi phân có nghiệm dạng  $x = A_0.e^{-\beta t}\cos(\omega t + \varphi)$

Đây là phương trình dao động tắt dần của con lắc lò xo với  $\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}$

- Giảm lượng loga: là loga tự nhiên của tỉ số 2 biên độ dao động của 2 chu kì liên

$$\text{tiếp: } \delta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \ln \frac{A_0 e^{-\beta t}}{A_0 e^{-\beta(t+T)}} = \ln e^{\beta T} = \beta T$$

$$\text{Vậy } \delta = \beta T = \beta \frac{2\pi}{\sqrt{\omega_0^2 - \beta^2}}$$

**Câu 10:** Nêu nội dung thuyết động học phân tử của khí lý tưởng. Viết phương trình trạng thái của khối khí lý tưởng có khối lượng m và phương trình liên hệ giữa áp suất và nhiệt độ của khối khí đó?

- Nội dung thuyết động học phân tử:
  - + Các chất khí có cấu tạo gián đoạn gồm một số lượng lớn các phân tử khí có kích thước rất nhỏ.
  - + Các phân tử khí chuyển động hỗn loạn không ngừng chúng va chạm với nhau và va chạm vào thành bình.
  - + Mức độ chuyển động của các phân tử khí biểu hiện ở nhiệt độ, chuyển động càng nhanh thì nhiệt độ càng cao, nhiệt độ tuyệt đối tỷ lệ với động năng tịnh tiến trung bình.
  - + Các phân tử khí được coi là chất điểm, kích thước các phân tử khí rất nhỏ so với khoảng cách giữa chúng nên thể tích các phân tử có thể bỏ qua.
  - + Các phân tử khí không tương tác với nhau trừ lúc va chạm, va chạm giữa các phân tử với thành bình là va chạm đàn hồi và tuân theo cơ học Newton.
- Phương trình trạng thái của khối khí lý tưởng có khối lượng m:

$$p \cdot V = \frac{m}{\mu} \cdot R \cdot T \text{ trong đó } p \text{ là áp suất của khối khí (N/m}^2\text{)}$$

V là thể tích của khối khí (m<sup>3</sup>)

T là nhiệt độ tuyệt đối (K)

R tùy theo đơn vị áp suất và thể tích

M là khối lượng của khối khí

$\mu$  là khối lượng mol phân tử khí

- Phương trình liên hệ giữa áp suất và nhiệt độ:

$n_0 = \frac{p}{kT}$  trong đó  $n_0$  là mật độ phân tử khí

p là áp suất (N/m<sup>2</sup>)

T là nhiệt độ tuyệt đối (K)

$$k = \frac{R}{N_a} = 1,38 \cdot 10^{-23}$$

**Câu 11:** Nêu hệ quả của thuyết động học phân tử?

- Hệ quả 1: Động năng trung bình của các phân tử khí tỉ lệ với nhiệt độ tuyệt đối:

$$\overline{W_d} = \frac{3}{2}kT \text{ trong đó } \overline{W_d} \text{ là động năng trung bình (J)}$$

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} (\text{J/K})$$

T là nhiệt độ tuyệt đối (K)

- Hệ quả 2: Mật độ của các phân tử khí đối với mọi loại khí ở cùng điều kiện nhiệt độ và áp suất là như nhau:  $n_0 = \frac{p}{kT}$  trong đó  $n_0$  là mật độ phân tử

p là áp suất (N/m<sup>2</sup>)

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} (\text{J/K})$$

T là nhiệt độ tuyệt đối (K)

- Hệ quả 3: Áp suất của hỗn hợp khí bằng tổng áp suất riêng phần của các khí trong hỗn hợp:  $p = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_{i=1}^n p_i$

**Câu 12:** Coi khí quyển của Trái Đất trong trạng thái lý tưởng, nhiệt độ là đồng đều. Tìm công thức khí áp của khí quyển ở độ cao h. Từ đó tìm ra định luật phân bố Boltzman?

- Công thức khí áp của khí quyển ở độ cao h:

Tại mặt dưới:  $p = \frac{F_1}{S} = \frac{F_1}{1} = F_1$

Tại mặt trên:  $p + dp = \frac{F_2}{S} = \frac{F_2}{1} = F_2$

Coi áp suất theo phương ngang bằng không và khối khí đứng yên tại h.

Ta có:  $d\vec{P} + \vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0} \Leftrightarrow dP + F_2 - F_1 = 0 \Leftrightarrow dP + p + dp - p = 0$

$\Leftrightarrow dp = -dP$  (\*)

- Tìm dP: Giả sử khối khí có dN hạt:  $dP = m \cdot g \cdot dN$

Mà  $dN = n_0 \cdot S \cdot dh = n_0 \cdot 1 \cdot dh = n_0 \cdot dh$

$\Leftrightarrow dP = m \cdot g \cdot n_0 \cdot dh = m \cdot g \cdot \frac{p}{kT} \cdot dh$  (\*\*)

Thay (\*) vào (\*\*) ta có:  $dp = -m \cdot g \cdot \frac{p}{kT} \cdot dh \Leftrightarrow \frac{dp}{p} = \frac{-m \cdot g \cdot dh}{kT}$

$\Leftrightarrow \int \frac{dp}{p} = \frac{-m \cdot g}{kT} \int dh \Leftrightarrow p = p_0 \cdot e^{\frac{-m \cdot g \cdot h}{kT}}$

- Định luật phân bố Boltzman:  $n_{0(h)} = n_{0(o)} \cdot e^{\frac{-m \cdot g \cdot h}{kT}}$

Khối khí đặt trong một trường lực thế, chỗ nào thế năng càng nhỏ thì mật độ khí càng lớn.

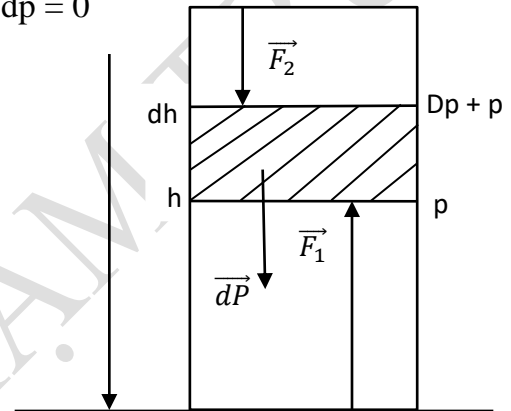
**Câu 13:** Nêu khái niệm bậc tự do? Định luật phân bố đều động năng theo các bậc tự do?

- Bậc tự do: là số tọa độ cần thiết để xác định vị trí một phân tử trong không gian.  
Đơn nguyên tử  $i = 3$ , đôi nguyên tử  $i = 5$ , đa nguyên tử  $i = 6$ .
- Định luật phân bố đều động năng theo các bậc tự do: động năng của một phân tử khí được phân bố đều trên các bậc tự do. Mỗi bậc tự do có giá trị  $\frac{kT}{2}$ .  $W_d = \frac{ikT}{2}$

Đơn nguyên tử  $W_d = \frac{3}{2} kT$

Đôi nguyên tử  $W_d = \frac{5}{2} kT$

Đa nguyên tử  $W_d = 3kT$



**Câu 14:** Nêu định luật phân bố phân tử theo vận tốc của Maxwell. Từ đó suy ra công thức tính vận tốc xác suất lớn nhất và vận tốc trung bình của phân tử khí. Nêu ý nghĩa của các loại vận tốc đó?

- Định luật phân bố Maxwell: Xét khối khí có N phân tử khí có cùng khối lượng m, các phân tử khí là đồng nhất và không chịu tác dụng của lực trọng trường. Gọi dN là số phân tử chuyển động trong khoảng  $(v; v+dv)$

Ta có:  $\frac{dN}{N} = F(v)dv$  với  $F(v)$  là hàm phân bố vận tốc.

$$\Rightarrow dN = N \cdot F(v) \cdot dv \Leftrightarrow \int_0^\infty dN = N \int_0^\infty F(v) dv \Leftrightarrow N = N \int_0^\infty F(v) dv$$

$$\Rightarrow \int_0^\infty F(v) dv = 1 \text{ là hàm chuẩn hóa xác suất Maxwell}$$

$$F(v) = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m}{2kT}\right)^{\frac{3}{2}} e^{\frac{-mv^2}{2kT}} v^2 \Leftrightarrow \frac{dN}{N} = F(v)dv = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{m}{2kT}\right)^{\frac{3}{2}} e^{\frac{-mv^2}{2kT}} v^2 dv$$

Khảo sát hàm  $F(v)$  ta thu được bảng biến thiên:

V	$\sqrt{\frac{2kT}{m}}$	
$F'(v)$	+	-
$F(v)$	Max	

- Vận tốc xác suất lớn nhất:  $v_{xs} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$

Trong đó  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  là hằng số Boltzman

T là nhiệt độ tuyệt đối (K)

m là khối lượng 1 phân tử khí

- Vận tốc trung bình:  $v_{tb} = \int_0^{\infty} F(v) dv = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$

Trong đó k, T, m như trên

- Ý nghĩa các vận tốc:

+  $v_{xs}$  lớn nhất: là vận tốc mà nhiều phân tử đạt đến nhất

+ vận tốc trung bình: là giá trị trung bình vận tốc của các phân tử trong khối khí, thể hiện mức độ chuyển động hỗn loạn của các phân tử khí

**Câu 15:** Phát biểu nguyên lý I nhiệt động lực học? Ý nghĩa? Hệ quả?

- Phát biểu: Trong 1 quá trình biến đổi, độ biến thiên nội năng của 1 hệ nhiệt động bằng tổng công và nhiệt mà hệ nhận được trong quá trình đó.

$\Delta U = A + Q$  trong đó  $\Delta U$  là độ biến thiên nội năng

A, Q là công và nhiệt mà hệ nhận được

- Ý nghĩa: + Khẳng định không chế tạo được động cơ vĩnh cửu loại I.

+ Năng lượng không tự sinh ra và mất đi nó chỉ chuyển từ dạng này sang dạng khác.

- Hệ quả:

+ Hệ quả 1: Không thể chế tạo được động cơ vĩnh cửu loại I: Xét 1 chi trình khép kín:  $\Delta U$

$$= 0 \Leftrightarrow A + Q = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} A = -Q = Q' \\ Q = -A = A' \end{cases} \text{ trong đó } Q', A' \text{ là công hệ sinh ra}$$

+ Hệ quả 2: Xét hệ chỉ gồm 2 vật trao đổi nhiệt. Nhiệt lượng do vật này tạo ra bằng nhiệt lượng do vật kia thu vào.

**Câu 16:** Định nghĩa trạng thái cân bằng và quá trình cân bằng? Như thế nào là 1 quá trình cân bằng? Vì sao?

- Trạng thái cân bằng của hệ là trạng thái không biến đổi theo thời gian và tính bất biến đó của hệ không phụ thuộc vào các quá trình của ngoại vật.
- Quá trình cân bằng là 1 quá trình biến đổi gồm 1 chuỗi liên tiếp các trạng thái cân bằng.
- 1 quá trình được thực hiện rất chậm hoặc vô cùng chậm để có thời gian thiết lập lại sự cân bằng mới của hệ thì được coi là 1 quá trình cân bằng. Vì qua 1 quá trình biến đổi, hệ sẽ chuyển từ trạng thái cân bằng này sang trạng thái cân bằng tiếp theo thì trạng thái cân bằng trước đã bị phá hủy.

**Câu 17:** Định nghĩa quá trình đoạn nhiệt? Thiết lập phương trình trạng thái của quá trình đoạn nhiệt. Thiết lập biểu thức công sinh ra trong quá trình đoạn nhiệt?

- Định nghĩa: Đó là quá trình trong đó hệ không trao đổi nhiệt với bên ngoài.
- Thiết lập phương trình trạng thái của quá trình đoạn nhiệt:

Theo nguyên lý I:  $dU = \delta Q + \delta A$  (mà  $\delta Q = 0$ )  $\Leftrightarrow dU = \delta A$

$$\text{Có: } \begin{cases} \delta A = dU = \frac{M}{\mu} \cdot \frac{i}{2} \cdot R \cdot dT = \frac{M}{\mu} \cdot C_v \cdot dT \\ \delta A = -p \cdot dV \end{cases} \Rightarrow -p \cdot dV = \frac{M}{\mu} \cdot C_v \cdot dT (*)$$

Rút P từ  $\frac{pV}{RT} = \frac{M}{\mu}$  thay vào (\*) ta có:  $\frac{-R \cdot T \cdot dV}{V} = C_v \cdot dT$

$$\text{Hay } \frac{dT}{T} + \frac{R}{C_v} \cdot \frac{dV}{V} = 0 (**)$$

$$\text{Có } \frac{R}{C_v} = \frac{C_p - C_v}{C_v} = \gamma - 1$$

Tích phân 2 vế (\*\*) ta có:  $\ln T + (\gamma - 1) \ln V = \text{const}$

$$\Leftrightarrow \ln(TV^{\gamma-1}) = \text{const} \Leftrightarrow TV^{\gamma-1} = \text{const}$$

- Thiết lập biểu thức công sinh ra:



$$A = -\int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV = \int_{V_2}^{V_1} p \cdot dV$$

$$p \cdot V^\gamma = p_1 \cdot V_1^\gamma = p_2 \cdot V_2^\gamma = \text{const} \Leftrightarrow p = \frac{p_1 V_1^\gamma}{V^\gamma}$$

$$\Rightarrow A = \int_{V_2}^{V_1} \frac{p_1 V_1^\gamma}{V^\gamma} dV = p_1 V_1^\gamma \int_{V_2}^{V_1} \frac{dV}{V^\gamma} = p_1 V_1^\gamma \frac{V^{1-\gamma}}{1-\gamma} \Big|_{V_2}^{V_1} = p_1 V_1^\gamma \frac{V_1^{1-\gamma} - V_2^{1-\gamma}}{1-\gamma}$$

$$= \frac{p_1 V_1 - p_2 V_2}{1-\gamma}$$

**Câu 18:** Nêu định nghĩa quá trình thuận nghịch và quá trình không thuận nghịch? Đặc điểm?

- Quá trình thuận nghịch: 1 quá trình biến đổi từ trạng thái A sang trạng thái B được gọi là thuận nghịch khi nó có thể tiến hành theo chiều ngược lại và trong quá trình đó hệ đi qua các trạng thái trung gian như trong quá trình thuận.
- Quá trình không thuận nghịch: là quá trình khi tiến hành theo chiều ngược lại hệ không đi qua các trạng thái trung gian như trong quá trình thuận.
- Đặc điểm:
  - + Quá trình thuận nghịch: Sau khi tiến hành chiều thuận và chiều nghịch để đưa hệ về trạng thái ban đầu thì môi trường xung quanh không xảy ra 1 biến đổi nào.
  - + Quá trình không thuận nghịch: Sau khi tiến hành chiều thuận và chiều nghịch để đưa hệ về trạng thái ban đầu thì môi trường xung quanh có xảy ra biến đổi.

**Câu 19:** Nêu các nhược điểm của nguyên lý I nhiệt động lực học? Phát biểu nguyên lý II nhiệt động lực học?

- Nhược điểm: không chỉ ra chiều truyền nhiệt trong quá trình trao đổi nhiệt.
- VD:
- Nguyên lý II: Gồm 2 phát biểu sau:
  - + Phát biểu của Clausius: Nhiệt không thể truyền từ vật lạnh hơn sang vật nóng hơn.

+ Phát biểu của Thompson: 1 động cơ không thể sinh công nếu nó chỉ trao đổi nhiệt với 1 nguồn duy nhất.

⇒ Không thể chế tạo động cơ vĩnh cửu loại II.

**Câu 20:** Nêu định nghĩa chu trình Cacno? Thiết lập biểu thức tính hiệu suất của động cơ hoạt động theo chu trình Cacno?

- Định nghĩa: là chu trình gồm 2 quá trình đẳng nhiệt thuận nghịch và 2 quá trình đoạn nhiệt thuận nghịch.
- Thiết lập biểu thức tính hiệu suất:

$$\text{Ta có: } \begin{cases} n = 1 - \frac{Q_2'}{Q_1} \\ Q_1 = \frac{M}{\mu} \cdot R \cdot T_1 \cdot \ln \frac{V_2}{V_1} \\ Q_2' = -Q_2 = \frac{M}{\mu} \cdot R \cdot T_2 \cdot \ln \frac{V_3}{V_4} \end{cases} \Rightarrow n = 1 - \frac{T_2 \ln \frac{V_3}{V_4}}{T_1 \ln \frac{V_2}{V_1}}$$

Mà  $TV^{1-\gamma} = \text{const}$

Từ quá trình 2 đến 3:  $T_1 V_2^{\gamma-1} = T_3 V_3^{\gamma-1}$

Từ quá trình 4 đến 1:  $T_1 V_1^{\gamma-1} = T_2 V_4^{\gamma-1}$

$$\Rightarrow \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\gamma-1} = \left(\frac{V_3}{V_4}\right)^{\gamma-1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_3}{V_4} \Rightarrow n = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Với  $\begin{cases} T_1 \text{ là nhiệt độ nguồn nóng} \\ T_2 \text{ là nhiệt độ nguồn lạnh} \end{cases} \Rightarrow$  Hiệu suất của quá trình Cacno chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ nguồn nóng và nguồn lạnh.

**Câu 21:** Nêu định lý Cacno? Trình bày biểu thức tính hiệu suất cực đại của động cơ? Nêu các phương pháp làm tăng hiệu suất của động cơ nhiệt?

- Hiệu suất của tất cả các động cơ thuận nghịch chạy theo chu trình Cacno với cùng nhiệt độ nguồn nóng và nguồn lạnh đều bằng nhau và không phụ thuộc vào tác nhân cũng như cách chế tạo máy. Hiệu suất của động cơ không thuận nghịch thì nhỏ hơn hiệu suất của động cơ thuận nghịch.

- $n = 1 - \frac{T_{min}}{T_{max}}$  với  $\begin{cases} T_{min} \text{ là nhiệt độ thấp nhất của nguồn lạnh} \\ T_{max} \text{ là nhiệt độ cao nhất của nguồn nóng} \end{cases}$
- Phương pháp tăng hiệu suất: giảm nhiệt độ nguồn lạnh hoặc tăng nhiệt độ nguồn nóng.

**Câu 22:** Định nghĩa hàm entropy? Phát biểu nguyên lý tăng entropy? Ý nghĩa?

- Hàm entropy là hàm chỉ phụ thuộc vào trạng thái của hệ nhiệt động.
- Nguyên lý tăng entropy: trong 1 hệ cô lập nếu quá trình diễn biến là thuận nghịch thì entropy không đổi, nếu quá trình là không thuận nghịch thì entropy luôn tăng. Hệ cô lập không thể 2 lần đi qua cùng 1 trạng thái.
- Ý nghĩa: Vật nhận nhiệt không cần phải có nhiệt độ thấp hơn vật tỏa nhiệt.

**Câu 23:** Trình bày khái niệm cộng tích, nội áp, từ đó suy ra phương trình Vandecvan đối với khí thực:

- Cộng tích: Đối với khí thực, các phân tử khí có kích thước, mỗi phân tử chiếm một khoảng không gian nào đấy vào thể tích của các phân tử khí là không đáng kể. Nếu gọi  $V_t$  là thể tích 1 kilomol khí thực,  $V$  là thể tích mà các phân tử khí chuyển động tự do thì  $V = V_t - b$ , với  $b$  là số hiệu chỉnh về thể tích, gọi là cộng tích.
- $[b] = m^3 / kmol$ ;  $b = 4N_a(\frac{1}{6}\pi d^3)$  (Với  $N_a$  là số Avogadro;  $d$  là đường kính của phân tử)
- Nội áp: Đối với khí thực, do hút nhau nên lực các phân tử tới va chạm vào thành bình thì chúng sẽ bị các phân tử bên trong kéo lại. So với trường hợp khí lý tưởng, lực do các phân tử khí thực tác dụng vào thành bình sẽ nhỏ hơn, do đó áp suất khí thực nhỏ hơn áp suất khí lý tưởng. Nếu gọi  $P_t$  là áp suất khí thực thì:  $P = P_t + P_i$  với  $P_i$  là số hạng hiệu chỉnh về nội áp.
- $P_i = a/V_t^2$  với  $a$ : hệ số tỉ lệ phụ thuộc vào các loại khí.
- Phương trình Vandecvan:

$$\left(P_t - \frac{a}{V_t^2}\right)(V_t - b) = RT$$

Bỏ các chỉ số t nhưng hiểu rằng p, V là áp suất và thể tích của khí thực, ta được:

$$\left(P + \frac{a}{V^2}\right)(V - b) = RT \quad (*)$$

Phương trình (\*) này do Vandecvan thiết lập vào năm 1873 và gọi là phương trình Vandecvan.

**Câu 24:** Thế nào là vận tốc vũ trụ cấp I? Tính vận tốc vũ trụ cấp I?

- Từ một điểm A nào đó trong trường hấp dẫn của Trái đất, ta bắn một viên đạn khối lượng m với vận tốc  $v_0$ . Trị số vận tốc ban đầu  $v_0$  cần thiết để bắn viên đạn bay vòng quanh Trái Đất theo quỹ đạo là một vòng tròn được gọi là vận tốc vũ trụ cấp I
- Tính vận tốc vũ trụ cấp I: Giả thiết viên đạn bay cách mặt đất không xa lắm để ta có thể coi bán kính quỹ đạo của nó bằng bán kính R của Trái Đất. Vận tốc  $v_1$  của viên đạn trong chuyển động tròn có liên hệ với gia tốc hướng tâm (ở đây là gia tốc trọng trường).

$$a_0 = g_0 = \frac{v^2}{R}$$

Từ đó suy ra:  $v_1 = \sqrt{g_0 \cdot R}$  là công thức tính vận tốc vũ trụ cấp I.

**Câu 25:** Thế nào là vận tốc vũ trụ cấp II? Tính vận tốc vũ trụ cấp II?

- Từ một điểm A nào đó trong trường hấp dẫn của Trái đất, ta bắn một viên đạn khối lượng m với vận tốc  $v_0$ . Trị số vận tốc ban đầu  $v_0$  cần thiết để bắn viên đạn bay ngày càng xa Trái Đất gọi là vận tốc vũ trụ cấp II.
- Tính vận tốc vũ trụ cấp II: Giả sử viên đạn xuất phát từ A cách tâm của Trái Đất một khoảng bằng bán kính Trái Đất R với vận tốc ban đầu  $v_0$  và bay ngày càng xa Trái Đất đến  $\infty$ . Áp dụng định luật bảo toàn cơ năng cho viên đạn ta có:  $\frac{mv_0^2}{2} + \left(-G \frac{Mm}{R}\right) = \frac{mv_\infty^2}{2} + \left(-G \frac{Mm}{\infty}\right)$

$$V_1 \begin{cases} -G \frac{Mm}{\infty} = 0 \\ \frac{mv_{\infty}^2}{2} \geq 0 \end{cases}$$

$$\text{Nên } \frac{mv_0^2}{2} \geq -G \frac{Mm}{R} \Rightarrow v_0 \geq \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$\text{Mà ta có: } g_0 = \frac{GM}{R^2}$$

$$\text{Vậy } v_0 \geq \sqrt{2 \cdot g_0 R}.$$

**Câu 26:** Trình bày các vấn đề sau: Hệ quy chiếu không quán tính, lực quán tính và lực quán tính ly tâm

- Hệ quy chiếu không quán tính: Hệ quy chiếu không quán tính là hệ quy chiếu có xuất hiện lực quán tính (hay còn có cách phát biểu khác là hệ quy chiếu trong đó các định luật Newton không nghiệm đúng).
- Lực quán tính là lực sinh ra trong hệ quy chiếu phi quán tính, lực quán tính cũng gây ra biến dạng và gia tốc cho vật, lực quán tính không có phản lực.
- Lực quán tính ly tâm: là một lực quán tính xuất hiện trên mọi vật nằm yên trong hệ quy chiếu quay so với một hệ quy chiếu quán tính. Nó là hệ quả của trường gia tốc, xuất hiện trong hệ quy chiếu phi quán tính. Cũng có thể hiểu lực ly tâm là phản lực của lực hướng tâm tác động vào vật đang chuyển động theo một đường con, để giữ cho vật nằm cân bằng trong hệ quy chiếu.

**Câu 27:** Nêu quan điểm về không gian và thời gian trong cơ học Newton. Phép biến đổi Galileo. Phát biểu nguyên lý tương đối Galileo

- Quan điểm về không gian và thời gian trong cơ học Newton: Xét 2 hệ trục tọa độ Oxyz quy ước đứng yên, hệ O'x'y'z' chuyển động tịnh tiến đối với hệ Oxyz. Ta giả định O'x' luôn trượt dọc theo Ox, O'y' và O'z' song song và cùng chiều với Oy, Oz. Với mỗi hệ tọa độ ta gắn vào một đồng hồ để chỉ thời gian. Xét một điểm M có tọa độ không gian và thời gian trong hệ tọa độ Oxyz là t, x, y, z; trong hệ tọa độ O'x'y'z' là t', x', y', z'. Theo các quan điểm của Newton:
  - Thời gian có tính tuyệt đối không phụ thuộc vào hệ quy chiếu:

$$t = t' \quad (1)$$

- Vị trí của điểm M được xác định tùy theo hệ quy chiếu:

$$x = x' + OO'; y = y'; z = z' \quad (2)$$

Như vậy: vị trí trong không gian có tính tương đối phụ thuộc vào hệ quy chiếu. Do đó: chuyển động có tính tương đối tùy thuộc vào hệ quy chiếu.

- Khoảng cách giữa hai điểm bất kì trong không gian là một đại lượng không phụ thuộc vào hệ quy chiếu. Khoảng cách 2 điểm A, B trong 2 hệ lần lượt là:

$$\begin{cases} l_0 = x'_B - x'_A \\ l = x_B - x_A \end{cases}$$

Ta lại có: 
$$\begin{cases} x_A = \overline{OO'} + x'_A \\ x_B = \overline{OO'} + x'_B \end{cases}$$

Do đó:  $x_B - x_A = x'_B - x'_A$  hay  $l_0 = l$

Nói cách khác: khoảng không gian có tính tuyệt đối, không phụ thuộc vào hệ quy chiếu.

- Phép biến đổi Galileo: Chúng ta xét một trường hợp riêng: chuyển động của hệ O' là chuyển động thẳng và đều. Nếu tại  $t = 0$ , O' trùng với O thì:

$$\overline{OO'} = Vt$$

V là vận tốc chuyển động của hệ O'. Theo (1) và (2) ta có:

$$x = x' + Vt'; y = y'; z = z'; t = t' \quad (3)$$

Và ngược lại:  $x = x' - Vt'; y = y'; z = z'; t = t' \quad (4)$

Các công thức (3) và (4) gọi là phép biến đổi Galileo: chúng cho ta cách chuyển các tọa độ không gian, thời gian từ hệ quy chiếu O' sang hệ quy chiếu O và ngược lại.

- Nguyên lý tương đối Galileo:

+ Phát biểu 1: Mọi hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với một hệ quy chiếu quán tính cũng là hệ quy chiếu quán tính.

+ Phát biểu 2: Các định luật Newton được nghiệm đúng trong hệ quy chiếu chuyển động thẳng đều đối với hệ quy chiếu quán tính.

+ Phát biểu 3: Các phương trình động lực học trong các hệ quy chiếu quán tính có dạng như nhau.

**Câu 28:** Công là gì? Nhiệt là gì?

- Công là một dạng truyền năng lượng làm tăng mức độ chuyển động có trật tự của một vật. Điều này xảy ra khi có tương tác giữa các vật vĩ mô, nghĩa là các vật phải có kích thước lớn hơn kích thước của từng phân tử rất nhiều.
- Nhiệt là một dạng truyền năng lượng mà ở đó năng lượng được trao đổi trực tiếp giữa các phân tử chuyển động hỗn loạn của những vật tương tác với nhau. Khi hệ được trao đổi năng lượng như vậy mức độ chuyển động hỗn loạn của các phân tử của hệ tăng lên hoặc giảm đi do đó nội năng của hệ tăng lên hoặc giảm đi.

**Câu 29:** Khái niệm hệ nhiệt động? Thiết lập phương trình trạng thái của khí lý tưởng cho 1 mol khí và 1 mol khối khí có khối lượng bất kỳ?

- Hệ nhiệt động: mọi tập hợp các vật được xác định hoàn toàn bởi một số các thông số vĩ mô, độc lập đối với nhau, được gọi là hệ vĩ mô hay hệ nhiệt động. Tất cả các vật còn lại, ngoài hệ là ngoại vật đối với hệ hay môi trường xung quanh của hệ.
- Giả sử 1 mol khí ban đầu có trạng thái xác định bởi thông số  $p_1, V_1, T_1$ , sau đó biến đổi sang trạng thái  $p_2, V_2, T_2$ . Để tìm ra sự liên hệ giữa các thông số, ta giả sử rằng sự biến đổi từ trạng thái đầu sang trạng thái cuối theo hai giai đoạn. Trong giai đoạn đầu, nhiệt độ khí  $T_1$  được giữ nguyên và 1 mol khí biến đổi sang trạng thái trung gian có các thông số  $p'_1, V_1, T_1$ . Theo định luật Boilo-Mariot có:

$$p_1 \cdot V_1 = p'_1 \cdot V_2$$

Trong giai đoạn sau khối khí giữ nguyên thể tích và biến đổi sang trạng thái tiếp theo. Theo định luật Gay-Luytxac khi thể tích không đổi ta có:

$$p_1 = p_0 \cdot \alpha \cdot T_1$$

$$p_2 = p_0 \cdot \alpha \cdot T_2$$

Từ đây rút ra:

$$p'_1 = \frac{T_1 p_2}{T_2}$$

Thay giá trị  $p'$  vào trên ta được:  $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$

Từ đây ta suy ra rằng đối với kilomol khí đã cho lượng  $\frac{pV}{T}$  là một hằng số không đổi.

Do đó:  $\frac{pV}{T} = R$  hay  $pV = RT$ .

- Đối với khối khí có khối lượng bất kì, ta có:  $pV = \frac{m}{\mu} RT$  với  $m$  là khối lượng của khối khí.

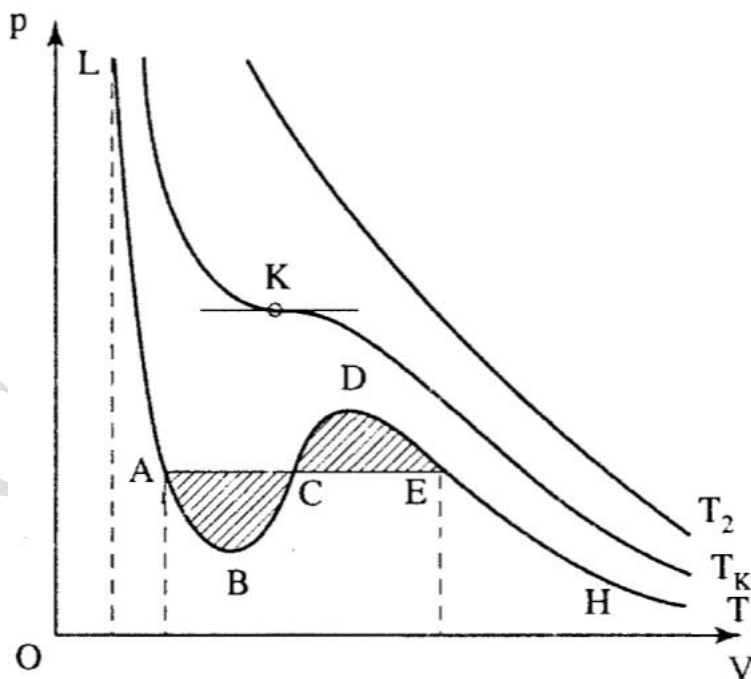
**Câu 30:** Vẽ đồ thị họ đường đẳng nhiệt Vanderwaals

Từ phương trình Vanderwaals với 1 mol khí là:

$$\left(p + \frac{a}{V^2}\right) * (V - b) = RT$$

$$\Rightarrow p = \frac{RT}{(V-b)} - \frac{a}{V^2}$$

Nếu giữ  $T$  không đổi và biểu diễn sự phụ thuộc của  $p$  theo  $V$  trong hệ trục tọa độ  $OpV$  ta sẽ được một đường cong gọi là đường đẳng nhiệt Vanderwaals. Ứng với các nhiệt độ khác nhau, các đường đẳng nhiệt sẽ khác nhau. Kết quả ta được một họ đường đẳng nhiệt (Như hình dưới). Nhìn từ đồ thị ta thấy ứng với nhiệt độ  $T_K$  đường đẳng nhiệt có một điểm uốn  $K$ , tiếp tuyến với đường đẳng nhiệt tại  $K$  song song với trục hoành.



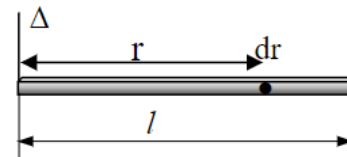
- Khi  $T > T_K$ , đường đẳng nhiệt có dạng gần giống như đường đẳng nhiệt của khí lý tưởng.
- Khi  $T < T_K$ , đường đẳng nhiệt rất khác đường đẳng nhiệt của khí lý tưởng, nó có một đoạn lõm và một đoạn lồi.
  - Đoạn LA ứng với trạng thái lỏng.



- Đoạn EH ứng với trạng thái hơi.
- Đoạn AE đẳng áp, ứng với trạng thái vừa lỏng vừa hơi.

**Câu 31:** Tính momen quán tính của thanh dài đối với trục quay vuông góc và đi qua một đầu của thanh.

Xét thanh đồng chất, tiết diện nhỏ, có khối lượng  $M$ , chiều dài của thanh là  $l$  quay quanh trục đi qua một đầu thanh và vuông góc với thanh.



Chia thanh thành nhiều phần bằng nhau, mỗi phần tử xem như một chất điểm. Xét phần tử cách trục quay một đoạn bằng  $r$ , có độ dài  $dr$  và khối lượng  $dm$ . Momen quán tính của thanh với trục quay  $\Delta_0$  là:

$$dI = r^2 dm$$

Vì thanh là đồng chất nên khối lượng của các đoạn trên thanh tỉ lệ với chiều dài của các đoạn đó.

$$\frac{dm}{M} = \frac{dr}{l} \Rightarrow dm = \frac{M}{l} dr$$

$$\text{Do đó: } dI = r^2 dm = \frac{M}{l} r^2 dr$$

$$\text{Momen quán tính của thanh là: } I = \int dI = \int_0^l \frac{M}{l} \cdot r^2 dr = \frac{M}{l} \cdot \int_0^l r^2 dr = \frac{M}{l} \cdot \frac{l^3}{3} = \frac{Ml^2}{3}$$

**Câu 32:** Định nghĩa hệ nhiệt động và khí lý tưởng

- Hệ nhiệt động là mọi tập hợp các vật được xác định hoàn toàn bởi một số các thông số vĩ mô độc lập với nhau.
- Khí lý tưởng: là khí tuân theo hoàn toàn chính xác hai định luật Bôilơ-Mariôt và Gay-Luyt-xắc.

**Câu 33:** Tính momen quán tính của thanh  $l$  không dùng định lý Steiner-Huyghen?

Xét một thanh đồng chất có chiều dài  $l$ , khối lượng  $M$  với trục  $\Delta_0$  đi qua trung điểm  $G$  của thanh và vuông góc với thanh.

Chia thanh thành nhiều phần tử bằng nhau. Xét phần tử có khối lượng  $dm$  và chiều dài  $dr$  và cách điểm  $G$  một đoạn bằng  $r$ . Momen quán tính của thanh với trục quay  $\Delta_0$  là:

$$dI = r^2 dm$$

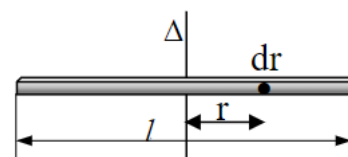
Vì thanh là đồng chất nên khối lượng của các đoạn trên thanh tỉ lệ với chiều dài của các đoạn đó.

$$\frac{dm}{M} = \frac{dr}{l} \Rightarrow dm = \frac{M}{l} dr$$

$$\text{Do đó: } dI = r^2 dm = \frac{M}{l} r^2 dr$$

Momen quán tính của thanh là:

$$I = \int dI = \int_{-l/2}^{l/2} \frac{M}{l} \cdot r^2 dr = \frac{M}{l} \cdot \int_{-l/2}^{l/2} r^2 dr = \frac{M}{l} \cdot \frac{r^3}{3} \Big|_{-l/2}^{l/2} = \frac{M}{l} \cdot \left( \frac{l^3}{24} - \frac{-l^3}{24} \right) = \frac{M}{l} \cdot \frac{l^3}{12} = \frac{Ml^2}{12}$$



**Câu 34:** Thiết lập momen quán tính của đĩa tròn?

- Đĩa tròn mỏng đồng chất khối lượng  $M$ , bán kính  $R$ , trục quay vuông góc với mặt đĩa tại tâm của đĩa.
- Chia đĩa tròn thành nhiều phần tử hình vành khăn có khối lượng  $dm$ , bán kính  $r$  bề rộng là  $dr$  rất nhỏ, có trục quay vuông góc với mặt phẳng của vành tại tâm.

Diện tích của hình vành khăn là:

$$dS = d(\pi r^2) = 2\pi r dr$$

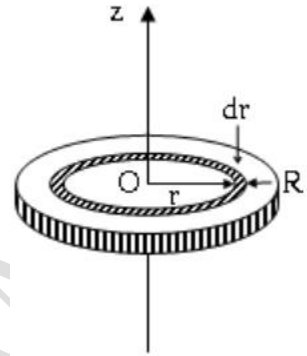
Vì đĩa là đồng chất nên:

$$\frac{dm}{M} = \frac{dS}{\pi R^2} = \frac{2\pi r dr}{\pi R^2} = \frac{2dr}{R^2}$$

$$\Rightarrow dm = \frac{2M}{R^2} r dr$$

$$\text{Lại có: } dI = r^2 dm = r^2 \frac{2M}{R^2} r dr = \frac{2M}{R^2} r^3 dr$$

$$\Rightarrow I = \int dI = \int_0^R \frac{2M}{R^2} r^3 dr = \frac{2M}{R^2} \int_0^R r^3 dr = \frac{2M}{R^2} \frac{r^4}{4} \Big|_0^R = \frac{2M}{R^2} \frac{R^4}{4} = \frac{MR^2}{2}$$



**Câu 35:** Thiết lập biểu thức tính công nhận được, nhiệt nhận được, độ biến thiên nội năng của quá trình đẳng nhiệt, đẳng áp, đẳng tích?

- Quá trình đẳng áp:

- Công khối khí nhận được:

$$A = -\int_{V_1}^{V_2} p dV = p (V_1 - V_2)$$

- Nhiệt khối khí nhận được:

$$Q = \int \delta Q = \frac{m}{\mu} C_p \int_{T_1}^{T_2} dT = \frac{m}{\mu} C_p \Delta T$$

Trong đó:  $C_p$  là nhiệt dung mol đẳng áp của khí;  $C_p = \frac{i+2}{2}R$

- Độ biến thiên nội năng:

$$\Delta U = A + Q = p (V_1 - V_2) + \frac{m}{\mu} C_p \Delta T$$

- Quá trình đẳng nhiệt:

- Công khối khí nhận được:

$$A = -\int_{V_1}^{V_2} p dV$$

Lại có: theo phương trình trạng thái của khí lý tưởng:  $p = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{RT}{V}$

$$\text{Suy ra: } A = -\frac{m}{\mu} RT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = -\frac{m}{\mu} RT \cdot \ln V \Big|_{V_1}^{V_2} = \frac{m}{\mu} RT \cdot (\ln V_1 - \ln V_2)$$

$$\text{Vậy } A = \frac{m}{\mu} RT \cdot \ln \frac{V_1}{V_2}$$

- Độ biến thiên nội năng: Do nội năng của khí lý tưởng chỉ phụ thuộc vào nhiệt độ, nên trong quá trình đẳng nhiệt, nội năng của khối khí không đổi. Vậy  $\Delta U = 0$

- Nhiệt khối khí nhận được:

Ta có:  $\Delta U = A + Q = 0$

$$\Rightarrow Q = -A = -\frac{m}{\mu}RT \cdot \ln \frac{V_1}{V_2} = \frac{m}{\mu}RT \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$

- Quá trình đẳng tích:

- Công khối khí nhận được:

$$A = -\int_{V_1}^{V_2} p dV$$

Do quá trình đẳng tích nên  $V = \text{const}$

$$\Rightarrow A = -\int_{V_1}^{V_2} p dV = 0$$

- Nhiệt khối khí nhận được:

$$Q = \int \delta Q = \frac{m}{\mu} C_V \int_{T_1}^{T_2} dT = \frac{m}{\mu} C_V \Delta T$$

Trong đó:  $C_V$  là nhiệt dung mol đẳng tích của chất khí;  $C_V = \frac{i}{2}R$

- Độ biến thiên nội năng:

$$\Delta U = A + Q = Q = \frac{m}{\mu} C_V \Delta T$$

**Câu 36:** Trình bày biểu thức định lượng nguyên lý II?

Từ biểu thức tính hiệu suất của động cơ nhiệt thuận nghịch chạy theo chu trình Carnot, ta có:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{Q'_2}{Q_1}$$

Từ biểu thức định nghĩa hiệu suất và của chu trình Carnot ta có:

$$\frac{Q_1 - Q'_2}{Q_1} \leq \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (1)$$

Đây là biểu thức định lượng của nguyên lý II.

$\Rightarrow$  Thiết lập biểu thức định lượng tổng quát của nguyên lý II

Từ (1) ta có:  $\frac{Q'_2}{Q_1} \geq \frac{T_2}{T_1} \quad (2)$

Trong đó  $Q'_2$  là nhiệt mà hệ (tác nhân) nhả cho nguồn lạnh. Nếu gọi  $Q_2$  là nhiệt mà hệ nhận từ nguồn lạnh thì  $Q_2 = -Q'_2$ , thay vào (2) ta có:  $\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} \leq 0$

Hệ thức trên được thiết lập đối với hệ biến đổi theo một chu trình gồm hai quá trình đẳng nhiệt và hai quá trình đoạn nhiệt. Trong trường hợp tổng quát hơn, giả thiết hệ biến đổi

theo một chu trình gồm vô số quá trình đẳng nhiệt và đoạn nhiệt kế tiếp nhau. Khi đó, ta có thể suy rộng hệ thức:

$$\sum_i^n \frac{Q_i}{T_i} \leq 0 \quad (3)$$

Nếu trong chu trình của hệ biến thiên liên tục, ta có thể coi hệ tiếp xúc lần lượt với vô số nguồn nhiệt có nhiệt độ  $T$  vô cùng gần nhau và biến thiên liên tục; mỗi quá trình tiếp xúc với một nguồn nhiệt là một quá trình vi phân trong đó hệ nhận nhiệt  $\delta Q$ . Biểu thức (3) trở

thành:  $\oint \frac{\delta Q}{T} \leq 0$

Dấu “=” tương ứng với quá trình thuận nghịch và dấu “<” tương ứng với quá trình không thuận nghịch.