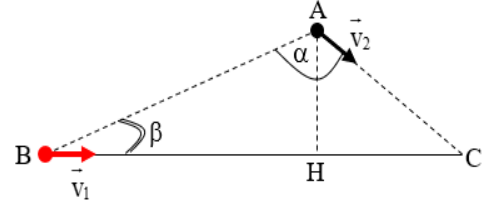


**ĐỀ THI HỌC SINH GIỎI CẤP TRƯỜNG**  
**LỚP 12 - MÔN: VẬT LÝ – Năm học 2024 - 2025**  
Thời gian: 180 phút - (Không kể thời gian giao đề)

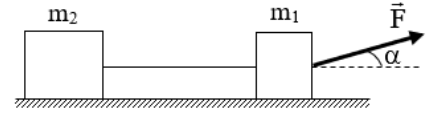
**Câu 1: 4 điểm.** Một người đứng ở A cách đường quốc lộ BC một đoạn  $h = 100$  m nhìn thấy 1 xe ô tô vừa đến B cách mình  $d = 500$  m đang chạy trên đường với vận tốc  $v_1 = 50$  km/h (hình vẽ). Đúng lúc nhìn thấy xe thì người ấy chạy theo hướng AC với vận tốc  $v_2$ .

a. Biết  $v_2 = \frac{20}{\sqrt{3}}$  km/h, tính  $\alpha$ .

b. Góc  $\alpha$  bằng bao nhiêu thì  $v_2$  có giá trị cực tiểu. Tính vận tốc cực tiểu đó.



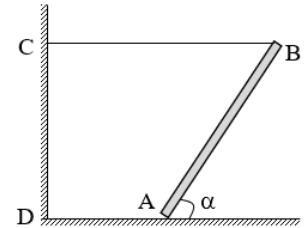
**Câu 2: 4 điểm.** Cho cơ hệ như hình vẽ bên. Biết rằng  $m_1 = 1$ kg;  $m_2 = 2$ kg; hệ số ma sát giữa các vật với mặt sàn là  $\mu_1 = \mu_2 = \mu = 0,1$ . Lực kéo có độ lớn  $F = 8$ N;  $\alpha = 30^\circ$ ; lấy  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. Tính gia tốc chuyển động và lực căng của dây.



**Câu 3: 4 điểm.** Một thanh AB đồng chất, tiết diện đều, dài 2m, khối lượng  $m = 2$ kg được giữ nghiêng một góc  $\alpha$  trên mặt sàn nằm ngang bằng một sợi dây nằm ngang BC dài 2m nối đầu B của thanh với một bức tường đứng thẳng; đầu A của thanh tựa lên mặt sàn. Hệ số ma sát giữa thanh và mặt sàn bằng  $\mu = 0,5$ .

a. Tìm điều kiện của  $\alpha$  để thanh có thể cân bằng.

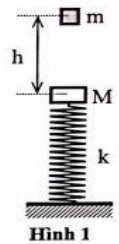
b. Tính các lực tác dụng lên thanh và khoảng cách AD từ đầu A của thanh đến góc tường D khi  $\alpha = 60^\circ$ . Lấy  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>.



**Câu 4: 4 điểm.** Một con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng  $m = 300$ g, lò xo nhẹ có độ cứng  $k = 200$ N/m. Khi M đang ở vị trí cân bằng thì thả nhẹ vật  $m = 200$ g rơi từ độ cao  $h = 3,75$ cm so với M như hình 1. Coi va chạm giữa m và M là hoàn toàn mềm. Sau va chạm, hệ M và m bắt đầu dao động điều hoà. Lấy  $g = 10$ m/s<sup>2</sup>. Bỏ qua mọi ma sát và lực cản môi trường.

a. Viết phương trình dao động của hệ (M + m). Chọn gốc thời gian là lúc va chạm, trục toạ độ Ox thẳng đứng hướng lên, gốc O tại vị trí cân bằng của hệ sau va chạm.

b. Tính biên độ dao động cực đại của hệ vật để trong quá trình dao động vật m không rời khỏi M.



**Câu 5: 2 điểm.** Một chiếc cốc hình trụ khối lượng  $m$  trong đó chứa một lượng nước cũng có khối lượng  $m$ . Cả hệ đang ở nhiệt độ  $t_1 = 10^\circ\text{C}$ . Người ta thả vào cốc một cục nước đá khối lượng  $M$  đang ở nhiệt độ  $0^\circ\text{C}$  thì cục nước đá đó chỉ tan được  $1/3$  khối lượng của nó và luôn nổi trong khi tan. Rót thêm một lượng nước có nhiệt độ  $t_2 = 40^\circ\text{C}$  vào cốc. Khi cân bằng nhiệt thì nhiệt độ của hệ lại là  $10^\circ\text{C}$ , còn mực nước trong cốc có độ cao gấp đôi mực nước sau khi thả cục nước đá. Hãy xác định nhiệt dung riêng của chất làm cốc. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh và sự giãn nở vì nhiệt của cốc và nước. Biết nhiệt dung riêng của nước là  $C = 4200$  J/kg.K và nhiệt lượng cần cung cấp cho 1 kg nước đá nóng chảy hoàn toàn ở  $0^\circ\text{C}$  là  $336 \cdot 10^3$  J.

**Câu 6. 2 điểm.** Cho các dụng cụ sau:

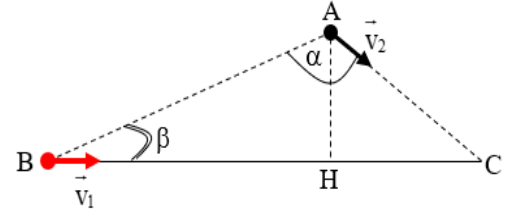
- Một quả cầu nhỏ có móc treo;
- Giá treo thích hợp;
- Thước đo chiều dài;
- Đồng hồ bấm giây;
- Thước đo góc;
- Dây chỉ nhẹ;

Trình bày phương án thí nghiệm xác định gia tốc trọng trường tại nơi làm thí nghiệm bao gồm: Cơ sở lí thuyết, bố trí thí nghiệm, các bước tiến hành thí nghiệm, bảng dự kiến ghi số liệu và các công thức xử lí số liệu.

.....**HẾT**.....

## ĐÁP ÁN CHẤM

**Câu 1: 4 điểm.** Một người đứng ở A cách đường quốc lộ BC một đoạn  $h = 100$  m nhìn thấy 1 xe ô tô vừa đến B cách mình  $d = 500$  m đang chạy trên đường với vận tốc  $v_1 = 50$  km/h (hình vẽ). Đúng lúc nhìn thấy xe thì người ấy chạy theo hướng AC với vận tốc  $v_2$ .



a. Biết  $v_2 = \frac{20}{\sqrt{3}}$  km/h, tính  $\alpha$ .

b. Góc  $\alpha$  bằng bao nhiêu thì  $v_2$  có giá trị cực tiểu. Tính vận tốc cực tiểu đó.

### Hướng dẫn

a) Gọi  $t$  là thời gian để người và xe đến C, ta có: 
$$\begin{cases} BC = 50t \\ AC = \frac{20}{\sqrt{3}}t \end{cases} \quad \text{0,5 Điểm.}$$

+ Áp dụng định lí hàm sin cho tam giác ABC ta có:  $\frac{BC}{\sin \alpha} = \frac{AC}{\sin \beta}$  0,5 Điểm.

$$\Leftrightarrow \frac{50}{\sin \alpha} = \frac{20}{\sqrt{3} \sin \beta} \Rightarrow \sin \alpha = 2,5\sqrt{3} \sin \beta \quad \text{0,5 Điểm.}$$

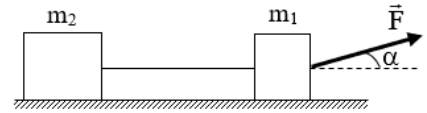
+ Lại có:  $\sin \beta = \frac{AH}{AB} = \frac{100}{500} = \frac{1}{5} \Rightarrow \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = 60^\circ \\ \alpha = 120^\circ \end{cases}$  0,5 Điểm.

b) Từ câu a ta có:  $\frac{50}{\sin \alpha} = \frac{v_2}{\sin \beta} \Rightarrow v_2 = \frac{50 \sin \beta}{\sin \alpha}$  0,5 Điểm.

$$\Rightarrow v_2 = 50 \cdot \frac{h}{d} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} = 50 \cdot \frac{100}{500} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} = \frac{10}{\sin \alpha} \quad \text{0,5 Điểm.}$$

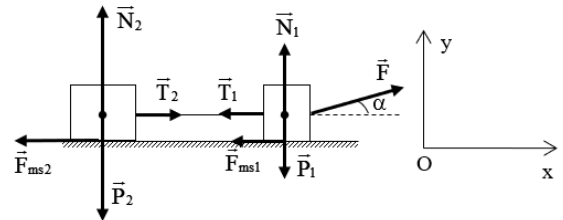
+ Nhận thấy  $v_2$  min khi và chỉ khi  $\sin \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 90^\circ \Rightarrow v_2 = 10$  km/h 1 Điểm.

**Câu 2: 4 điểm.** Cho cơ hệ như hình vẽ bên. Biết rằng  $m_1 = 1$ kg;  $m_2 = 2$ kg; hệ số ma sát giữa các vật với mặt sàn là  $\mu_1 = \mu_2 = \mu = 0,1$ . Lực kéo có độ lớn  $F = 8$ N;  $\alpha = 30^\circ$ ; lấy  $g = 10$  m/s<sup>2</sup>. Tính gia tốc chuyển động và lực căng của dây.



### Hướng dẫn

+ Các lực tác dụng lên vật  $m_1$  gồm: trọng lực  $\vec{P}_1$ , phản lực  $\vec{N}_1$ , lực căng dây  $\vec{T}_1$ , lực ma sát  $\vec{F}_{ms1}$  và lực kéo  $\vec{F}$ . Các lực tác dụng lên vật  $m_2$  gồm: trọng lực  $\vec{P}_2$ , phản lực  $\vec{N}_2$ , lực căng dây  $\vec{T}_2$  và lực ma sát  $\vec{F}_{ms2}$ .



+ Các lực được biểu diễn như hình 0,5 Điểm.

+ Phương trình định luật II Newton cho các vật: 
$$\begin{cases} \vec{P}_1 + \vec{N}_1 + \vec{T}_1 + \vec{F}_{ms1} + \vec{F} = m_1 \vec{a}_1 \\ \vec{P}_2 + \vec{N}_2 + \vec{T}_2 + \vec{F}_{ms2} = m_2 \vec{a}_2 \end{cases} \quad \text{0,5 Điểm.}$$

+ Chọn hệ trục tọa độ Oxy như hình.

+ Chiếu lên trục Ox: 
$$\begin{cases} -T_1 - F_{ms1} + F \cos \alpha = m_1 a_1 \\ T_2 - F_{ms2} = m_2 a_2 \end{cases} \quad \text{0,5 Điểm.}$$

+ Chiếu lên trục Oy: 
$$\begin{cases} N_1 - P_1 + F \sin \alpha = 0 \\ N_2 - P_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_1 = P_1 - F \sin \alpha \\ N_2 = P_2 \end{cases} \quad \text{0,5 Điểm.}$$

+ Vậy lực ma sát tác dụng lên các vật là: 
$$\begin{cases} F_{ms1} = \mu N_1 = \mu(P_1 - F \sin \alpha) \\ F_{ms2} = \mu N_2 = \mu P_2 \end{cases} \quad \text{0,5 Điểm.}$$

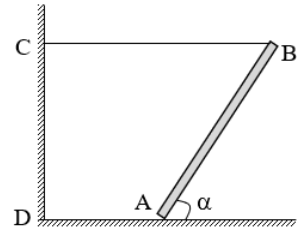
+ Do đó: 
$$\begin{cases} -T_1 - \mu(P_1 - F \sin \alpha) + F \cos \alpha = m_1 a_1 \\ T_2 - \mu P_2 = m_2 a_2 \end{cases} \quad \text{0,5 Điểm.}$$

+ Do dây không dẫn nên:  $T_1 = T_2 = T$  và  $a_1 = a_2 = a$ ;  $\Rightarrow \begin{cases} -T - \mu(P_1 - F \sin \alpha) + F \cos \alpha = m_1 a (1) \\ T - \mu P_2 = m_2 a (2) \end{cases}$  **0,5 Điểm.**

Lấy (1) + (2) ta có:  $F \cos \alpha - \mu(P_1 - F \sin \alpha) - \mu P_2 = (m_1 + m_2) a \Rightarrow a = \frac{F \cos \alpha - \mu(P_1 - F \sin \alpha) - \mu P_2}{(m_1 + m_2)} \approx 1,44 (m/s^2)$

+ Từ biểu thức (2) suy ra lực căng dây:  $T - \mu P_2 = m_2 a \Rightarrow T = \mu P_2 + m_2 a = m_2 (\mu g + a) = 4,88 N$  **0,5 Điểm.**

**Câu 3: 4 điểm.** Một thanh AB đồng chất, tiết diện đều, dài 2m, khối lượng  $m = 2kg$  được giữ nghiêng một góc  $\alpha$  trên mặt sàn nằm ngang bằng một sợi dây nằm ngang BC dài 2m nối đầu B của thanh với một bức tường đứng thẳng; đầu A của thanh tựa lên mặt sàn. Hệ số ma sát giữa thanh và mặt sàn bằng  $\mu = 0,5$ .

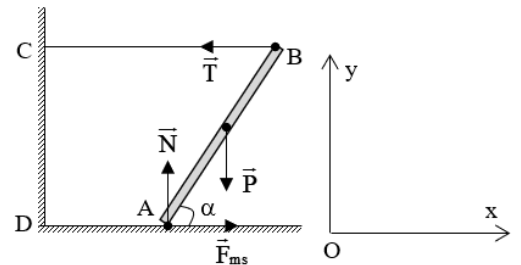


a. Tìm điều kiện của  $\alpha$  để thanh có thể cân bằng.

b. Tính các lực tác dụng lên thanh và khoảng cách AD từ đầu A của thanh đến góc tường D khi  $\alpha = 60^\circ$ . Lấy  $g = 10 m/s^2$ .

**Hướng dẫn**

a) Vì thanh AB đồng chất tiết diện đều nên trọng lực  $\vec{P}$  đặt tại chính giữa thanh. Các lực tác dụng lên thanh AB gồm: trọng lực  $\vec{P}$  đặt tại trọng tâm G, lực căng dây  $\vec{T}$  của dây BC, lực ma sát  $\vec{F}_{ms}$  và phản lực vuông góc  $\vec{N}$  của sàn đặt tại A.



**0,5 Điểm.**

+ Áp dụng điều kiện cân bằng tổng quát của vật rắn (về lực và momen) ta có:  $\vec{P} + \vec{N} + \vec{F}_{ms} + \vec{T} = 0$  (1)

$M_{(T)} = M_{(P)}$  (2) **0,5 Điểm.**

+ Chiếu (1) lên các trục Ox, Oy ta có:  $\begin{cases} Ox : F_{ms} - T = 0 \\ Oy : N - P = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{ms} = T (3) \\ N = P (4) \end{cases}$

+ Từ (2) ta có:  $T \cdot AB \cdot \sin \alpha = P \cdot \frac{AB}{2} \cdot \cos \alpha \Rightarrow T = \frac{P}{2 \tan \alpha}$  (5) **0,5 Điểm.**

+ Từ (3) và (5) ta có:  $F_{ms} = \frac{P}{2 \tan \alpha}$

+ Để thanh AB không trượt thì:  $F_{ms} \leq \mu N \Leftrightarrow \frac{P}{2 \tan \alpha} \leq \mu N \xrightarrow{(4)} \frac{P}{2 \tan \alpha} \leq \mu P$

$\Rightarrow \tan \alpha \geq \frac{1}{2\mu} = 1 \Rightarrow \alpha \geq 45^\circ$  **0,5 Điểm.**

b) Khi  $\alpha = 60^\circ$

+ Lực căng dây BC:  $T = \frac{P}{2 \tan \alpha} = \frac{2 \cdot 10}{2 \cdot \tan 60^\circ} = \frac{10}{\sqrt{3}} (N)$  **0,5 Điểm.**

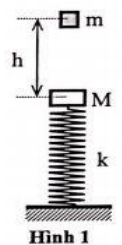
+ Lực ma sát nghỉ tác dụng lên đầu A:  $F_{ms} = T = \frac{10}{\sqrt{3}} (N)$  **0,5 Điểm.**

+ Trọng lực P và phản lực N của sàn:  $P = N = 20 (N)$  **0,5 Điểm.**

+ Khoảng cách từ A đến D:  $AD = BC - AB \cdot \cos 60^\circ = 2 - 2 \cdot \cos 60^\circ = 1 (m)$  **0,5 Điểm.**

**Câu 4: 4 điểm.**

Một con lắc lò xo gồm vật nặng có khối lượng  $m = 300g$ , lò xo nhẹ có độ cứng  $k = 200N/m$ . Khi M đang ở vị trí cân bằng thì thả nhẹ vật  $m = 200g$  rơi từ độ cao  $h = 3,75cm$  so với M như hình 1. Coi va chạm giữa m và M là hoàn toàn mềm. Sau va chạm, hệ M và m bắt đầu dao động điều hoà. Lấy  $g = 10m/s^2$ . Bỏ qua mọi ma sát và lực cản môi trường.



Hình 1

a. Viết phương trình dao động của hệ (M + m). Chọn gốc thời gian là lúc va chạm, trục toạ độ Ox thẳng đứng hướng lên, gốc O tại vị trí cân bằng của hệ sau va chạm.

b. Tính biên độ dao động cực đại của hệ vật để trong quá trình dao động vật m không rời khỏi M.

**Hướng dẫn**

a) Vận tốc của m ngay trước va chạm:  $v = \sqrt{2gh} = 50\sqrt{3}cm/s \approx 86,6cm/s$  **0,5 Điểm.**

Do va chạm hoàn toàn không đàn hồi nên sau va chạm hai vật có cùng vận tốc V

$$mv = (M + m)V \rightarrow V = \frac{mv}{M+m} = 20\sqrt{3}cm/s \approx 34,6cm/s$$

Tần số dao động của hệ:  $\omega = \sqrt{\frac{K}{M+m}} = 20rad/s.$

Khi có thêm m thì lò xo bị nén thêm một đoạn:  $x_0 = \frac{mg}{K} = 1cm.$  **0,5 Điểm.**

Vậy VTCB mới của hệ nằm dưới VTCB cũ ban đầu một đoạn 1cm.

Tính A:  $A = \sqrt{x_0^2 + \frac{V^2}{\omega^2}} = 2(cm);$  Tại t = 0 ta có:  $\begin{cases} 1 = 2 \cos \varphi \\ -2.20 \sin \varphi < 0 \end{cases} \rightarrow \varphi = \frac{\pi}{3}rad$  **0,5 Điểm.**

Vậy:  $x = 2 \cos \left( 20t + \frac{\pi}{3} \right) cm.$  **0,5 Điểm.**

b) Phản lực của M lên m là N thỏa mãn:  $\vec{N} + \vec{m}\vec{g} = m\vec{a} \rightarrow N - mg = ma = -m\omega^2x$  **0,5 Điểm.**

$N = mg - m\omega^2x \rightarrow N_{min} = mg - m\omega^2A$  **0,5 Điểm.**

Để m không rời khỏi M thì  $N_{min} \geq 0 \rightarrow A \leq \frac{g}{\omega^2}$  **0,5 Điểm.**

$\Rightarrow$  vậy  $A_{max} = \frac{g}{\omega^2} = \frac{10}{20^2} = 2,5cm.$  **0,5 Điểm.**

**Câu 5: 2 điểm.**

Một chiếc cốc hình trụ khối lượng m trong đó chứa một lượng nước cũng có khối lượng m. Cả hệ đang ở nhiệt độ  $t_1 = 10^0C$ . Người ta thả vào cốc một cục nước đá khối lượng M đang ở nhiệt độ  $0^0C$  thì cục nước đá đó chỉ tan được 1/3 khối lượng của nó và luôn nổi trong khi tan. Rót thêm một lượng nước có nhiệt độ  $t_2 = 40^0C$  vào cốc. Khi cân bằng nhiệt thì nhiệt độ của hệ lại là  $10^0C$ , còn mực nước trong cốc có độ cao gấp đôi mực nước sau khi thả cục nước đá. Hãy xác định nhiệt dung riêng của chất làm cốc. Bỏ qua sự trao đổi nhiệt với môi trường xung quanh và sự giãn nở vì nhiệt của cốc và nước. Biết nhiệt dung riêng của nước là  $C = 4200 J/kg.K$  và nhiệt lượng cần cung cấp cho 1 kg nước đá nóng chảy hoàn toàn ở  $0^0C$  là  $336.10^3 J$ .

**Hướng dẫn.**

Thả cục nước đá vào cốc nước, khi cân bằng nhiệt cục nước đá chỉ tan 1/3 khối lượng của nó nên nhiệt độ cân bằng là  $0^0C$ .

- Ta có phương trình cân bằng nhiệt:  $\frac{M}{3}\lambda = m(C + C_x).\Delta t_1 = m(C + C_x).10$  (1) **0,5 Điểm.**

Trong đó  $\lambda = 336.10^3 J/kg$ ,  $C_x$  là nhiệt dung riêng của chất làm cốc

Sau khi rót thêm một lượng nước, khi cân bằng nhiệt mực nước trong cốc có độ cao gấp đôi mực nước sau khi thả cục nước đá nên khối lượng nước vừa đổ bằng (m + M). **0,5 Điểm.**

- Ta có phương trình cân bằng nhiệt:  $\frac{2}{3}.M\lambda + (MC + mC + mC_x).\Delta t_2 = (m + M).C.\Delta t_3$

Hay:  $\left(\frac{2}{3}\lambda - 20C\right).M = m(2C - C_x)$  **0,5 Điểm.**

Chia (2) cho (1) ta được:  $C_x = \frac{20C^2}{\lambda - 20C} = 1400 J/kg.K$  **0,5 Điểm.**

**Câu 6. 2 điểm.**

Cho các dụng cụ sau:

- Một quả cầu nhỏ có móc treo;
- Giá treo thích hợp;
- Thước đo chiều dài;
- Đồng hồ bấm giây;
- Thước đo góc;
- Dây chỉ nhẹ;

Trình bày phương án thí nghiệm xác định gia tốc trọng trường tại nơi làm thí nghiệm (Cơ sở lí thuyết, bố trí thí nghiệm, các bước tiến hành thí nghiệm, bảng dự kiến ghi số liệu và các công thức xử lí số liệu).

\* Cơ sở lí thuyết: **0,5 Điểm.**

+ Từ công thức tính chu kỳ dao động của con lắc đơn với biên độ nhỏ:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

$\Rightarrow$  Công thức xác định gia tốc trọng trường:  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$

+ Vậy để xác định được gia tốc trọng trường nơi làm thí nghiệm cần xác định đc chiều dài con lắc đơn  $l$  và chu kỳ dao động  $T$ .

**\* Các bước tiến hành;**

**0,5 Điểm.**

- Dùng dây chỉ, một đầu buộc vào quả cầu nhỏ, một đầu buộc vào giá treo tạo thành 1 con lắc đơn (cố định chiều dài trong các lần thí nghiệm).
- Khi vật cân bằng, tiến hành đo chiều dài con lắc đơn (từ vị trí treo đến tâm của vật tròn) bằng thước đo chiều dài.
- Cho con lắc đơn dao động với biên độ góc nhỏ (dùng thước đo góc kiểm tra biên độ góc  $\alpha_0 \leq 10^\circ$ ), đo thời gian con lắc thực hiện  $N$  chu kỳ (có thể lấy  $N = 10$ )

**\* Bảng dự kiến ghi số liệu**

**0,5 Điểm.**

Lần đo	$l$	$\Delta l_i$	$t = N.T$	$T = t/N$	$\Delta T_i$
1					
2					
3					
4					
5					
TB	$\bar{l}$	$\overline{\Delta l_i}$		$\bar{T}$	$\overline{\Delta T_i}$

**\* Các công thức xử lí số liệu**

**0,5 Điểm.**

+ Sau khi lấy số liệu, tính đc giá trị trung bình của chiều dài, chu kỳ và sai số ngẫu nhiên trung bình, cộng với sai số dụng cụ ta được sai số của phép đo chiều dài  $l$  và chu kỳ  $T$ .

$$\Delta l = \overline{\Delta l_i} + \Delta l_{dc} \text{ và } \Delta T = \overline{\Delta T_i} + \Delta T_{dc}; \quad l = \bar{l} \pm \Delta l \text{ và } T = \bar{T} \pm \Delta T$$

\* Tính giá trị trung bình của gia tốc rơi tự do:  $\bar{g} = \frac{4\pi^2 \bar{l}}{\bar{T}^2}$

+ Từ công thức tính  $g$ , ta suy ra công thức tính sai số tỉ đối:  $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2} \Rightarrow \frac{\Delta g}{\bar{g}} = \frac{\Delta l}{\bar{l}} + 2 \cdot \frac{\Delta T}{\bar{T}}$

+ Từ đó tính đc sai số tuyệt đối:  $\Delta g = \left(\frac{\Delta l}{\bar{l}} + 2 \cdot \frac{\Delta T}{\bar{T}}\right) \cdot \bar{g}$

+ Viết kết quả:  $g = \bar{g} \pm \Delta g$