

Chu kì con lắc đơn thay đổi theo chiều dài, nhiệt độ, độ cao, gia tốc trọng trường

A. Phương pháp & Ví dụ

2.1. Thay đổi chiều dài con lắc đơn

- + Cắt nối chiều dài con lắc đơn
- + Tăng giảm nhiệt độ
- + Con lắc vướng đinh

1. Phương pháp

Chu kỳ con lắc ban đầu khi chưa có sự thay đổi

Nếu con lắc đơn có l_1, T_1 và l_2, T_2 thì: chu kì con lắc khi

- Nối chiều dài con lắc: $l = a l_1 + b l_2 \Rightarrow T^2 = a T_1^2 + b T_2^2$
 - Cắt chiều dài con lắc: $l = a l_1 - b l_2$ (với $l_1 > l_2$) $\Rightarrow T^2 = a T_1^2 - b T_2^2$
- Dây treo làm bằng kim loại nên chiều dài thay đổi theo nhiệt độ
- $l = l_0(1 + \lambda t)$

Trong đó:

- + λ : hệ số nở dài của con lắc
- + l_0 : chiều dài ở 0°C

- Chu kỳ con lắc dao động ĐÚNG ở nhiệt độ t_1 ($^\circ\text{C}$):
- Chu kỳ con lắc dao động SAI ở nhiệt độ t_2 ($^\circ\text{C}$):

Chú ý:

+ Khi nhiệt độ tăng thì chiều dài con lắc tăng nên chu kỳ dao động tăng lên \Rightarrow Đồng hồ chạy chậm.

+ Khi nhiệt độ giảm thì chiều dài con lắc giảm nên chu kỳ dao động giảm xuống \Rightarrow Đồng hồ chạy nhanh.

Con lắc vướng đinh, bị kẹp chặt

• Chu kỳ con lắc trước khi vướng đinh: l_1 : chiều dài con lắc trước khi vướng đinh

• Chu kỳ con lắc sau khi vướng đinh: l_2 : chiều dài con lắc sau khi vướng đinh

Chu kỳ của con lắc:

2. Ví dụ

Ví dụ 1: Một con lắc đơn có độ dài bằng l . Trong khoảng thời gian Δt nó thực hiện 12 dao động. Khi giảm độ dài của nó bớt 16cm, trong cùng khoảng thời gian Δt như trên, con lắc thực hiện 20 dao động. Cho biết $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Tính độ dài ban đầu của con lắc.

- A. 40cm B. 60cm C. 50cm D. 25cm

Hướng dẫn:

Ví dụ 2: Một con lắc có độ dài l_1 dao động với chu kỳ $T_1 = 0,8\text{s}$. Một con lắc đơn khác có độ dài l_2 dao động với chu kỳ $T_2 = 0,6\text{s}$. Chu kỳ con lắc đơn có chiều dài $l_1 + l_2$ là

- A. 0,7s B. 0,8s C. 1s D. 1,4s.

Hướng dẫn:

Ví dụ 3: Một con lắc đơn có dây treo bằng kim loại, hệ số dẫn nở của kim loại này là $1,4 \cdot 10^{-5} \text{ độ}^{-1}$, con lắc đơn dao động tại một điểm cố định trên mặt đất, có chu kỳ 2s lúc ở 10°C . Nếu tăng nhiệt độ thêm 20°C thì chu kỳ sẽ

- A. tăng $2,8 \cdot 10^{-4}$. B. giảm $2,8 \cdot 10^{-4}$.
C. tăng $4,2 \cdot 10^{-4}$. D. giảm $4,2 \cdot 10^{-4}$.

Hướng dẫn:

Ví dụ 4: Con lắc đơn đặt tại bề mặt trái đất chạy đúng khi nhiệt độ là 0°C . Hỏi khi đưa con lắc xuống một tàu ngầm ở độ sâu 4,8km so với bề mặt trái đất và nhiệt độ là 25°C thì mỗi ngày đêm con lắc chạy nhanh hay chậm là bao nhiêu? Cho biết hệ số dẫn nở là 10^{-5} độ^{-1} , bán kính trái đất $R = 6400\text{km}$.

- A. nhanh 21,6s. B. chậm 43,2s. C. nhanh 43,2s. D. chậm 21,6s.

Hướng dẫn:

Chạy chậm 21,6s

Ví dụ 5: Kéo con lắc đơn có chiều dài 1m ra khỏi vị trí cân bằng một góc nhỏ so với phương thẳng đứng rồi thả nhẹ cho dao động. Khi đi qua vị trí cân bằng, dây treo bị vướng vào một chiếc đinh đóng dưới điểm treo con lắc một đoạn 36cm. Lấy $g = 10\text{m/s}^2$. Chu kỳ dao động của con lắc là?

Hướng dẫn:

Với $l_1 = 1\text{m}$ và $l_2 = 1 - 0,36 = 0,64\text{m}$

2.2. Thay đổi gia tốc trọng trường

- Thay đổi độ cao h , độ sâu d
- Con lắc treo trần thang máy, ô tô chịu tác dụng của lực quán tính
- Con lắc đơn đặt trong điện trường chịu tác dụng của lực điện
- Con lắc đơn chịu tác dụng của lực đẩy Acsimet

1. Phương pháp

♦ Thay đổi độ cao h

• Gia tốc trọng trường ở mặt đất:

• Gia tốc trọng trường ở độ cao h :

: đưa con lắc lên cao thì gia tốc trọng trường giảm nên chu kỳ tăng

♦ Thay đổi độ sâu d

• Tương tự với thay đổi độ cao h , ta có:

: đưa con lắc xuống độ sâu d thì gia tốc trọng trường giảm nên chu kỳ tăng

• TÓNG QUÁT: Thời gian chạy nhanh chậm của con lắc đơn trong thời gian(t) là:

♦ Con lắc treo trần thang máy, ô tô chịu tác dụng của lực quán tính

• Thang máy chuyển động nhanh dần đều, lên trên hoặc chuyển động chậm dần đều xuống dưới $\Rightarrow g' = g + a$: gia tốc tăng nên chu kỳ giảm

• Thang máy chuyển động nhanh dần đều xuống dưới hoặc chuyển động chậm dần đều lên trên $\Rightarrow g' = |g - a|$: gia tốc giảm nên chu kỳ tăng

• Thang máy, oto chuyển động ngang \Rightarrow : gia tốc tăng nên chu kỳ giảm

♦ Con lắc đơn đặt trong điện trường chịu tác dụng của lực điện

• Lực điện trường: $F = qE$, độ lớn: $F = |q|E$ (Nếu $q > 0$ thì F cùng chiều E , còn $q < 0$ thì F ngược chiều E)

• F cùng chiều P : $g' = g + a$: gia tốc tăng nên chu kỳ giảm

• F ngược chiều P : $g' = |g - a|$: gia tốc giảm nên chu kỳ giảm

• E có phương ngang: : gia tốc tăng nên chu kỳ giảm

• Vị trí cân bằng mới: $\tan \alpha = F/P = a/g$

• Khi F kết hợp với P góc $\alpha \Rightarrow$

♦ Con lắc đơn chịu tác dụng của lực đẩy Acsimet

2. Ví dụ

Ví dụ 1: Một con lắc đơn treo hòn bi kim loại khối lượng $m = 0,01\text{kg}$ mang điện tích $q = 2 \cdot 10^{-7}\text{C}$. Đặt con lắc trong điện trường đều E có phương thẳng đứng hướng xuống dưới. Chu kỳ con lắc khi $E = 0$ là $T = 2\text{s}$. Tìm chu kỳ dao động khi $E = 10^4\text{V/m}$. Cho $g = 10\text{m/s}^2$.

A. 1,98s B. 0,99s C. 2,02s D. 1,01s

Hướng dẫn:

Ví dụ 2: Một con lắc đơn có chu kỳ $T = 2\text{s}$ khi treo vào thang máy đứng yên. Khi thang máy đi lên nhanh dần đều với gia tốc $0,1\text{m.s}^{-2}$ thì chu kỳ dao động của con lắc là

A. 2,00s B. 2,10s C. 1,99s D. 1,87s

Hướng dẫn:

Gia tốc hiệu dụng: $g' = g + a = 10,0\text{ (m/s}^2\text{)}$

Ví dụ 3: Một con lắc đơn có chu kỳ $T = 2\text{s}$ khi đặt trong chân không. Quả lắc làm bằng một hợp kim khối lượng riêng $D = 8,67\text{g/cm}^3$. Tính chu kỳ T' của con lắc khi đặt con lắc trong không khí; sức cản của không khí xem như không đáng kể, quả lắc chịu tác dụng của sức đẩy Archimède, khối lượng riêng của không khí là $d = 1,3\text{g/lít}$.

A. 2,00024s. B. 2,00015s. C. 1,99993s. D. 1,99985s.

Hướng dẫn:

B. Bài tập trắc nghiệm

2.1. Thay đổi chiều dài con lắc đơn

Câu 1. Một con lắc đơn dao động điều hòa, nếu giảm chiều dài con lắc đi 44 cm thì chu kỳ giảm đi 0,4s. Lấy $g = 10\text{ m/s}^2$; $\pi^2 = 10$, coi rằng chiều dài con lắc đơn đủ lớn thì chu kỳ dao động khi chưa giảm chiều dài là

A. 1 s B. 2,4 s C. 2 s D. 1,8 s

Lời giải:

Chọn B

Câu 2. Một con lắc đơn đếm giây có chu kì bằng 2s, ở nhiệt độ 20°C và tại nơi có gia tốc trọng trường $9,813 \text{ m/s}^2$, thanh treo có hệ số nở dài là $17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$. Đưa con lắc đến nơi có gia tốc trọng trường là $9,809 \text{ m/s}^2$ và nhiệt độ 30°C thì chu kì dao động là :

- A. $\approx 2,0007 \text{ (s)}$ B. $\approx 2,0232 \text{ (s)}$
C. $\approx 2,0132 \text{ (s)}$ D. $\approx 2,0006 \text{ (s)}$

Lời giải:

Chu kì dao động của con lắc đơn:

Chọn D

Câu 3. Tại cùng một địa điểm thực hiện thí nghiệm với con lắc đơn có chiều dài l_1 thì dao động với chu kỳ T_1 , con lắc đơn l_2 thì dao động với chu kỳ T_2 . Hỏi nếu thực hiện thí nghiệm với con lắc đơn có chiều dài $l = l_1 + l_2$ thì con lắc đơn dao động với chu kỳ T là bao nhiêu?

Lời giải:

Chọn C

Gọi T_1 là chu kỳ của con lắc có chiều dài l_1

Gọi T_2 là chu kỳ của con lắc có chiều dài l_2

T là chu kỳ của con lắc có chiều dài $l = l_1 + l_2$

Câu 4. Ở nơi mà con lắc đơn đếm giây (chu kỳ 2s) có độ dài 1 m, thì con lắc đơn có độ dài 3 m sẽ dao động với chu kỳ là

- A. $T = 6 \text{ s}$ B. $T = 4,24 \text{ s}$
C. $T = 3,46 \text{ s}$ D. $T = 1,5 \text{ s}$

Lời giải:

Chọn C. Con lắc đơn khi chiều dài là $l_1 = 1 \text{ m}$ dao động với chu kỳ

Con lắc đơn khi chiều dài là $l_2 = 3 \text{ m}$ dao động với chu kỳ

\Rightarrow

Câu 5. Một con lắc đơn có độ dài l_1 dao động với chu kỳ $T_1 = 0,8 \text{ s}$. Một con lắc đơn khác có độ dài l_2 dao động với chu kỳ $T_1 = 0,6 \text{ s}$. Chu kỳ của con lắc đơn có độ dài $l_1 + l_2$ là

- A. $T = 0,7 \text{ s}$ B. $T = 0,8 \text{ s}$
C. $T = 1,0 \text{ s}$ D. $T = 1,4 \text{ s}$

Lời giải:

Chọn C. Con lắc đơn khi chiều dài là l_1 dao động với chu kỳ

Con lắc đơn khi chiều dài là l_2 dao động với chu kỳ

Con lắc đơn khi chiều dài là $l_1 + l_2$ dao động với chu kỳ

Câu 6. Tại cùng một nơi trên Trái Đất, con lắc đơn có chiều dài dao động điều hòa với chu kì 2 s, con lắc đơn có chiều dài 2 dao động điều hòa với chu kì là
A. 2 s B. $2\sqrt{2}$ s C. $\sqrt{2}$ s D. 4 s.

Lời giải:

Chọn B

Câu 7. Tại một nơi trên mặt đất, con lắc đơn có chiều dài đang dao động điều hòa với chu kì 2 s. Khi tăng chiều dài của con lắc thêm 21 cm thì chu kì dao động điều hòa của nó là 2,2 s. Chiều dài bằng
A. 2 m B. 1 m C. 2,5 m D. 1,5 m

Lời giải:

Chọn B

Câu 8. Hai con lắc đơn có chiều dài lần lượt là l_1 và l_2 , được treo ở trần một căn phòng, dao động điều hòa với chu kì tương ứng là 2,0 s và 1,8 s. Tỷ số l_2/l_1 bằng
A. 0,81 B. 1,11 C. 1,23 D. 0,90

Lời giải:

Chọn A

Câu 9. Tại nơi có gia tốc trọng trường g , một con lắc đơn có chiều dài l dao động điều hòa với chu kì 2,83 s. Nếu chiều dài của con lắc là 0,5 thì con lắc dao động với chu kì là
A. 1,42 s B. 2,00 s C. 3,14 s D. 0,71 s

Lời giải:

Chọn B

Câu 10. Tại một nơi trên mặt đất, một con lắc đơn dao động điều hòa. Trong khoảng thời gian Δt , con lắc thực hiện 60 dao động toàn phần; thay đổi chiều dài con lắc một đoạn 44 cm thì cũng trong khoảng thời gian Δt ấy, nó thực hiện 50 dao động toàn phần. Chiều dài ban đầu của con lắc là
A. 144 cm B. 60 cm C. 80 cm D. 100 cm

Lời giải:

Chọn D

Câu 11. Tại một nơi hai con lắc đơn đang dao động điều hòa. Trong cùng một khoảng thời gian, con lắc thứ nhất thực hiện được 4 dao động, con lắc thứ hai thực hiện được 5 dao động. Tổng chiều dài của hai con lắc là 164 cm. Chiều dài của mỗi con lắc lần lượt là

- A. $l_1 = 100$ m, $l_2 = 6,4$ m
B. $l_1 = 64$ cm, $l_2 = 100$ cm
C. $l_1 = 1,00$ m, $l_2 = 64$ cm
D. $l_1 = 6,4$ cm, $l_2 = 100$ cm

Lời giải:

Chọn C

2.2. Thay đổi gia tốc trọng trường

Câu 1. Một đồng hồ quả lắc chạy đúng tại một nơi trên mặt đất. Người ta đưa đồng hồ từ mặt đất lên độ cao $h = 5 \text{ km}$, bán kính Trái đất là $R = 6400 \text{ km}$ (coi nhiệt độ không đổi). Mỗi ngày đêm đồng hồ đó chạy

- A. nhanh 68s B. chậm 68s
C. nhanh 34s D. chậm 34s

Lời giải:

Chọn B. Chu kỳ của con lắc khi ở mặt đất là , khi con lắc ở độ cao $h = 5 \text{ km}$ thì chu kỳ dao động là

Với suy ra $g' < g \rightarrow T' > T \rightarrow$ đồng hồ chạy chậm. Trong mỗi ngày đêm đồng hồ chạy chậm một lượng là $\Delta t = 24.3600(T'/T - 1)$, thay số ta được $\Delta t = 68 \text{ s}$

Câu 2. Một con lắc lò xo đặt trên mặt phẳng ngang nhẵn, cách điện gồm vật nặng khối lượng 50 g , tích điện $q = 20 \text{ } \mu\text{C}$ và lò xo có độ cứng $k = 20 \text{ N/m}$. Khi vật đang nằm cân bằng thì người ta tạo một điện trường đều $E = 10^5 \text{ V/m}$ trong không gian bao quanh con lắc có hướng dọc theo trục lò xo trong khoảng thời gian nhỏ $\Delta t = 0,01 \text{ s}$ và coi rằng trong thời gian này vật chưa kịp dịch chuyển. Sau đó con lắc dao động với biên độ là

- A. 10 cm B. 1 cm C. 2 cm D. 20 cm

Lời giải:

Chọn D

Khi có điện trường vật chịu tác dụng của lực điện trường: $F = Eq$. Lực F gây ra xung của lực trong thời gian Δt : $F\Delta t = \Delta p = mv$ là độ biến thiên động lượng của vật (vì coi rằng trong thời gian này vật chưa kịp dịch chuyển.) $\rightarrow v = F\Delta t/m = Eq\Delta t/m$

Sau đó con lắc dao động với biên độ A ,

Câu 3. Con lắc đơn có vật nhỏ tích điện âm dao động điều hòa trong điện trường đều có vectơ cường độ điện trường thẳng đứng. Độ lớn lực điện tác dụng lên vật nhỏ bằng một phần tư trọng lượng của nó. Khi điện trường hướng xuống chu kỳ dao động bé của con lắc là T_1 . Khi điện trường hướng lên thì chu kỳ dao động bé của con lắc là T_2 . Liên hệ đúng là

- A. $2T_1 = \sqrt{3}T_2$ B. $\sqrt{3}T_1 = \sqrt{5}T_2$
C. $\sqrt{3}T_2 = \sqrt{5}T_1$ D. $2T_1 = \sqrt{5}T_2$

Lời giải:

Chọn B. Ta có lực điện $F = P/4 = mg/4$.

Gia tốc biểu kiến:

+ khi điện trường hướng xuống:

+ khi điện trường hướng lên:

Câu 4. Một con lắc đơn có chiều dài $l = 1 \text{ m}$ treo ở trần một thang máy, khi thang máy đi xuống nhanh dần đều với gia tốc $a = g/2$ ($g = \pi^2 \text{ m/s}^2$) thì chu kỳ dao động bé của con lắc là

- A. 4 s B. 2,83 s C. 1,64 s D. 2 s

Lời giải:

Chọn B

Khi thang máy chuyển động nhanh dần đều thì a cùng chiều chuyển động (hướng xuống) mà F ngược chiều $a \Rightarrow F$ hướng lên $\Rightarrow F \downarrow \uparrow P \rightarrow$
Gia tốc hiệu dụng

Câu 5. Một con lắc đơn có chu kỳ $T = 2\text{ s}$ khi đặt trong chân không. Quả lắc làm bằng một hợp kim khối lượng riêng $D = 8,67 \text{ g/cm}^3$. Tính chu kỳ T' của con lắc khi đặt con lắc trong không khí; sức cản của không khí xem như không đáng kể, quả lắc chịu tác dụng của sức đẩy Archimède, khối lượng riêng của không khí là $D_0 = 1,3 \text{ g/lít}$.

- A. 2,00024 s B. 2,00015 s
C. 1,99993 s D. 1,99985 s

Lời giải:

Chọn B. Lực đẩy Acsimet: $F_p = -\rho V g$ ($\rho = D_0$ là khối lượng riêng của chất lỏng hoặc chất khí (ở đây là không khí), V là thể tích bị vật chiếm chỗ), lực đẩy Acsimet luôn có phương thẳng đứng, hướng lên trên :

Câu 6. Treo con lắc đơn vào trần một ôtô tại nơi có gia tốc trọng trường $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Khi ôtô đứng yên thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là 2 s. Nếu ôtô chuyển động thẳng nhanh dần đều trên đường nằm ngang với giá tốc 2 m/s^2 thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc xấp xỉ bằng

- A. 2,02 s B. 1,82 s C. 1,98 s D. 2,00 s

Lời giải:

Chọn C

Câu 7. Một con lắc đơn có chiều dài dây treo 50 cm và vật nhỏ có khối lượng 0,01 kg mang điện tích $+5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$, được coi là điện tích điểm. Con lắc dao động điều hòa trong điện trường đều mà vector cường độ điện trường có độ lớn $E = 10^4 \text{ V/m}$, hướng thẳng đứng xuống dưới. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$, $\pi = 3,14$. Chu kỳ dao động của con lắc là

- A. 0,58 s B. 1,99 s C. 1,40 s D. 1,15 s

Lời giải:

$q > 0$ nên F cùng chiều với $E \rightarrow a$ cùng chiều với F (cùng chiều với g) và có độ lớn $a = qE/m = 5 \text{ m/s}^2$; $g' = g + a = 15 \text{ m/s}^2$

Chọn D

Câu 8. Một con lắc đơn được treo vào trần một thang máy. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên nhanh dần đều với gia tốc có độ lớn a thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là 2,52 s. Khi thang máy chuyển động thẳng đứng đi lên chậm dần đều với gia tốc cũng có độ lớn a thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là 3,15 s. Khi thang máy đứng yên thì chu kỳ dao động điều hòa của con lắc là

- A. 2,96 s B. 2,84 s C. 2,61 s D. 2,78 s

Lời giải:

Chọn D

Câu 9. Một con lắc đơn gồm dây treo có chiều dài 1 m và vật nhỏ có khối lượng 100 g mang điện tích $2 \cdot 10^{-5} \text{ C}$. Treo con lắc đơn này trong điện trường đều với vector cường độ điện trường hướng theo phương ngang và có độ lớn $5 \cdot 10^4 \text{ V/m}$. Trong mặt phẳng thẳng đứng đi qua điểm treo và song song với vector cường độ điện trường, kéo vật nhỏ theo chiều của vector cường độ điện trường sao cho dây treo hợp với vector gia tốc trong trường g một góc 54° rồi buông nhẹ cho con lắc dao động điều hòa. Lấy $g = 10 \text{ m/s}^2$. Trong quá trình dao động, tốc độ cực đại của vật nhỏ là

- A. 0,59 m/s B. 3,41 m/s
C. 2,87 m/s D. 0,50 m/s

Lời giải:

Ở vị trí cân bằng dây treo lệch so với phương thẳng đứng góc β với $\tan\beta = qE/mg = 1 = \tan 45^\circ \rightarrow \beta = 45^\circ \rightarrow$ biên độ góc của dao động là $\alpha_0 = 54^\circ - 45^\circ = 9^\circ = 0,157 \text{ rad}$;
 $v_{\max} = \omega\alpha_0 = 0,59 \text{ m/s}$. Chọn A

Câu 10. Một con lắc đơn được treo vào trần một thang máy. Khi thang máy đứng yên, con lắc dao động điều hòa với chu kỳ T . Khi thang máy đi lên thẳng đứng, chậm dần đều với gia tốc có độ lớn bằng một nửa gia tốc trọng trường tại nơi đặt thang máy thì con lắc dao động với chu kỳ T' bằng

- A. $2T$ B. $T/2$ C. $T\sqrt{2}$ D. $T/\sqrt{2}$.

Lời giải:

Chọn C