**Dạng 3. BIẾN ĐỔI CHU KỲ CON LẮC ĐƠN**

|  |
| --- |
|  **Xác định thời gian đồng hồ quả lắc (được xem như con lắc đơn) chạy sai trong một ngày đêm khi thay đổi nhiệt độ, độ cao, độ sâu và vị trí trên trái đất.****1. Phương pháp chung**- Gọi T­1 là chu kỳ chạy đúng; T2 là chu kỳ chạy sai- Trong thời gian: T1 (s) đồng hồ chạy sai│T2 − T1 │(s); 1(s) đồng hồ chạy sai  (s).- Vậy trong 1 ngày đêm ∆t = 86400(s) đồng hồ chạy sai:θ = ∆t.= (s)**Các bước giải**- Bước 1: Từ các công thức có liên quan đến yêu cầu của bài tập, thiết lập tỉ số - Bước 2: Biện luận + Nếu  > 1 ⇒ T2 > T1 : chu kỳ tăng ⇒ đồng hồ chạy chậm lại. + Nếu  < 1 ⇒ T2 < T1 : chu kỳ giảm ⇒ đồng hồ chạy nhanh lên.- Bước 3: Xác định thời gian đồng hồ quả lắc chạy nhanh hay chậm trong một ngày đêm bằng công thức: θ = ∆t.= (s) |

**Loại 1. Xác định thời gian đồng hồ chạy sai khi thay đổi nhiệt độ**

(Các yếu tố khác không đổi)

|  |
| --- |
|  Chu kỳ con lắc ở nhiệt độ t1 (đồng hồ chạy đúng) và t2 (đồng hồ chạy sai) là:  ⇒   ⇒  Ta có:  Vì (), () << 1 nên áp dụng các công thức gần đúng, ta có:  λ: hệ số nở dài của con lắc (vật liệu làm con lắc)- Biện luận: + Nếu t2 > t1 ⇒  ⇒ T2 > T1: chu kỳ tăng ⇒ đồng hồ chạy chậm lại. + Nếu t2 < t1 ⇒  ⇒ T2 < T1: chu kỳ giảm ⇒ đồng hồ chạy nhanh lên.- *Trong một ngày đêm đồng hồ chạy sai:* θ =  = 43200(s) |

**🕮 VÍ DỤ MẪU:**

|  |
| --- |
| **Ví dụ 1:** Một đồng hồ quả lắc chỉ đúng giờ vào mùa nóng khi nhiệt độ trung bình là . Con lắc của đồng hồ có thể xem là con lắc đơn và có chiều dài ở  là . Hệ số nở dài của con lắc . Vào mùa lạnh nhiệt độ trung bình là . Hỏi đồng hồ sẽ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu sau ? A. Nhanh 5,64s B. Chậm 5,64s C. Chậm 6,48s D. Nhanh 6,48s |

**Phân tích và hướng dẫn giải**

 

 Gọi T1 và T2 là chu kỳ của con lắc ở t1 = 320C và t2 = 170C.

 

 Vì  nên ta có: 

 Chu kỳ giảm nên đồng hồ chạy nhanh.

 Thời gian đồng hồ chạy nhanh trong  là:

 
**Chú ý:** *Đơn vị của nhiệt độ là độ K. 10C = 2730K.* ***Chọn đáp án D***

**Loại 2. Xác định thời gian đồng hồ chạy sai ở độ cao h và độ sâu d so với mực nước biển** (coi nhiệt độ không đổi)

|  |
| --- |
| \* Ở mực nước biển đồng hồ chạy đúng, khi đưa đồng hồ lên độ cao h thì đồng hồ chạy sai- Ta có: - Lập luận: ⇒ T2 > T1 đồng hồ chạy chậm lại.- Trong một ngày đêm đồng hồ chạy chậm: θ =  = 86400(s)\* Ở mực nước biển đồng hồ chạy đúng, khi đưa đồng hồ xuống độ sâu h thì đồng hồ chạy sai- Ta có:  Vì , áp dụng công thức gần đúng ta có: - Lập luận: ⇒ T2 > T1 đồng hồ chạy chậm lại.- *Trong một ngày đêm đồng hồ chạy chậm:* θ =  = 43200(s) |

**🕮 VÍ DỤ MẪU:**

|  |
| --- |
| **Ví dụ 1:** Con lắc đồng hồ chạy đúng ở mặt đất, khi đưa con lắc lên độ cao  thì một ngày đêm đồng hồ chạy nhanh chậm bao nhiêu? Biết bán kính trái đất  A. Chậm 21,6s B. Chậm 43,6s C. Nhanh 21,6s D. Nhanh 43,6s |

**Phân tích và hướng dẫn giải**

 Gọi T1 và T2 là chu kỳ của con lắc ở mặt đất và ở độ cao *h*

  và  với 

 Từ đó suy ra:

  ⇒ Chu kỳ tăng ⇒ đồng hồ chạy chậm

 Thời gian đồng hồ chạy chậm trong một ngày đêm là: Δt = 86400s

 .

 ***Chọn đáp án A***

|  |
| --- |
| **Ví dụ 2:** Con lắc đồng hồ chạy đúng ở mặt đất, khi đưa con lắc xuống độ sâu s = 6400m so với mặt nước biển thì sau một ngày đêm đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu? Biết bán kính trái đất  A. Chậm 4,32s B. Chậm 43,2s C. Nhanh 43,2s D. Nhanh 4,32s |

**Phân tích và hướng dẫn giải**

 Gọi T1 và T2 là chu kỳ của con lắc ở mặt đất và ở độ sâu d

  và  với 

 Từ đó suy ra:  ⇒ chu kỳ tăng ⇒ đồng hồ chạy chậm

 Thời gian đồng hồ chạy chậm trong một ngày đêm Δt = 86400s:

 .

 ***Chọn đáp án B***

 **Chú ý:** *khi đưa con lắc lên cao hoặc xuống giếng sâu, chu kỳ đều tăng nên suy ra đồng hồ luôn chạy chậm.*

|  |
| --- |
| **Ví dụ 3:** Một đồng hồ quả lắc (xem như một con lắc đơn) chạy đúng ở mặt đất. Biết bán kính Trái đất là R = 6400 km.a) Khi đưa đồng hồ lên độ cao h =1,6 km so với mặt đất thì trong một ngày đêm nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?  A. Chậm 4,32s B. Chậm 21,6s C. Nhanh 21,6s D. Nhanh 4,32sb) Khi đưa đồng hồ xuống một giếng sâu d = 800m so với mặt đất thì trong một ngày đêm nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu? A. Chậm 5,4s B. Chậm 7,2s C. Nhanh 7,2s D. Nhanh 5,4s |

**Phân tích và hướng dẫn giải**

a) − Ta có:  ⇒ T2 > T1 đồng hồ chạy chậm lại.

 − Trong một ngày đêm đồng hồ chạy chậm:

 θ =  = 86400 = 21,6(s). **Chọn đáp án B**

b) – Ta có:  ⇒ T2 > T1 đồng hồ chạy chậm lại.

 − Trong một ngày đêm đồng hồ chạy chậm:

θ =  = 43200 = 5,4(s). **Chọn đáp án A**

**Loại 3. Xác định thời gian đồng hồ chạy sai khi cả độ cao (hoặc độ sâu) và nhiệt độ thay đổi**

|  |
| --- |
| \* Tại mặt đất, ở nhiệt độ t1 đồng hồ chạy đúng. Khi đưa đồng hồ lên độ cao h nhiệt độ t2 đồng hồ chạy sai.-  Áp dụng các công thức gần đúng ta có: - Nếu t2 > t1 ⇒  ⇒ T2 > T1 : chu kỳ tăng ⇒ đồng hồ chạy chậm lại.- Nếu t2 < t1 ⇒  ⇒ T2 < T1 : chu kỳ giảm ⇒ đồng hồ chạy nhanh lên.- *Trong 1 ngày đêm đồng hồ chạy sai:* θ =  (s).\* Tại mặt đất, ở nhiệt độ t1 đồng hồ chạy đúng. Khi đưa đồng hồ xuống giếng sâu d nhiệt độ t2. Trong 1 ngày đêm đồng hồ chạy sai: Tương tự ta chứng minh được trong một ngày đêm đồng hồ chạy sai:θ =  = 43200(s). |

**🕮 VÍ DỤ MẪU:**

|  |
| --- |
| **Ví dụ 1:** Con lắc của một đồng hồ quả lắc được coi như một con lắc đơn. Khi ở trên mặt đất với nhiệt độ t = 27 0C thì đồng hồ chạy đúng. Hỏi khi đưa đồng hồ này lên độ cao 1 km so với mặt đất thì thì nhiệt độ phải là bao nhiêu để đồng hồ vẫn chạy đúng? Biết bán kính Trái đất là R = 6400 km và hệ số nở dài của thanh treo con lắc là α = 1,5.10-5 K-1. A. th = 6,20C B. th = 6,40C C. th = 6,30C D. th = 6,50C  |

**Phân tích và hướng dẫn giải**

*Ở nhiệt độ t = 27 0C đồng hồ chạy đúng. Khi đưa lên độ cao, gia tốc trọng trường giảm nên chu kỳ tăng. Muốn chu kỳ không đổi để đồng hồ chạy đúng ta phải giảm chiều dài con lắc xuống mà muốn giảm chiều dài thì phải giảm nhiệt độ.*

 **Cách 1:** Để đồng hồ vẫn chạy đúng thì chu kỳ của con lắc ở độ cao h và ở trên mặt đất phải bằng nhau hay:

 2π= 2π

 ⇒ th = t −  = t −  = 6,2 0C.

 ***Cách 2:*** Đồng hồ chạy sai khi cả độ cao và nhiệt độ thay đổi.

 Theo đề ra đồng hồ vẫn chạy đúng nên áp dụng công thức gần đúng ta có:

 .

 ***Chọn đáp án A***

|  |
| --- |
| **Ví dụ 2:** Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ tại một nơi ngang mặt biển, có  và nhiệt độ . Thanh treo quả lắc nhẹ, làm bằng kim loại có hệ số nở dài . Đưa đồng hồ lên cao 640(*m*) so với mặt nước biển, đồng hồ lại chạy đúng. Hãy giải thích hiện tượng và tính nhiệt độ ở độ cao ấy. Coi trái đất hình cầu, bán kính  A. t2 = 6,20C B. t2 = 160C C. t2 = 230C D. t2 = 200C  |

**Phân tích và hướng dẫn giải**

 Đưa đồng hồ lên cao 0,64*km* so với mặt nước biển, đồng hồ lại chạy đúng vì: khi đưa đồng hồ lên cao gia tốc trọng trường giảm nên chu kỳ tăng nhưng ở trên cao nhiệt độ giảm. Sự tăng chu kỳ do độ cao được bù trừ với sự giảm chu kỳ do nhiệt độ nên chu kỳ con lắc không thay đổi nên đồng hồ vẫn chạy đúng.

 Ở mặt đất, nhiệt độ :  với ; 

 Ở độ cao *h*, nhiệt độ :  với ; 

 Để đồng hồ chạy đúng khi ở độ cao *h* thì

 

 

 

 ***Chọn đáp án D***

**Loại 4. Xác định thời gian đồng hồ chạy sai khi thay đổi vị trí trên trái đất** (nhiệt độ không đổi)

|  |
| --- |
| - Tại nơi có gia tốc trọng trường g1 đồng hồ chạy đúng với: - Tại nơi có gia tốc trọng trường g2 đồng hồ chạy sai với: - Ta có  + Nếu g2 > g1 ⇒  ⇒ T2 < T1 đồng hồ chạy nhanh lên. + Nếu g2 < g1 ⇒  ⇒ T2 > T1 đồng hồ chạy chậm lại.- Trong một ngày đêm đồng hồ chạy sai: θ =  = (s).**\* Nếu cả vị trí và nhiệt độ thay đổi thì trong một ngày đêm đồng hồ chạy sai:** θ = . |

**🕮 VÍ DỤ MẪU:**

|  |
| --- |
| **Ví dụ 1:** Ở mặt đất một con lắc đơn có chu kỳ . Biết khối lượng Trái đất gấp 81 lần khối lượng Mặt trăng và bán kính Trái đất gấp 3,7 lần bán kính Mặt Trăng. Tìm chu kỳ con lắc khi đưa con lắc lên Mặt trăng. A. T’= 6,58s B. T’= 5,72s C. T’= 6,86s D. T’= 4,86s |

**Phân tích và hướng dẫn giải**

 Chu kỳ con lắc khi ở Trái đất: với 

 Chu kỳ con lắc khi ở Mặt trăng: với 

 

 Vậy chu kỳ con lắc khi ở mặt trăng là: 4,86 (s).

 ***Chọn đáp án D***

|  |
| --- |
| **Ví dụ 2:** Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ tại Hà Nội , ở nhiệt độ trung bình bằng  gồm vật nặng *m* và thanh treo mảnh, nhẹ bằng kim loại có hệ số nở dài . Đưa đồng hồ vào thành phố Hồ Chí Minh có nhiệt độ trung bình  thì đồng hồ chạy nhanh hay chậm so với Hà Nội và nhanh chậm mỗi ngày bao nhiêu? Biết gia tốc trọng trường ở thành phố Hồ Chí Minh là  và ở Hà nội là  A. Chậm 35s B. Chậm 53s C. Nhanh 35s D. Nhanh 53s |

 **Phân tích và hướng dẫn giải**

*Đưa đồng hồ từ Hà Nội vào thành phố Hồ Chí Minh do nhiệt độ và gia tốc trọng trường g thay đổi nên đồng hồ sẽ chạy sai.*

 Xét sự thay đổi chu kỳ theo nhiệt độ:

 Ở Hà Nội nhiệt độ :  $T\_{1} = 2π\sqrt{\frac{l\_{1}}{g\_{1}}}$

 Ở TP Hồ Chí Minh nhiệt độ : 

 Đồng hồ chạy sai khi cả nhiệt độ và vị trí địa lý thay đổi:

 Áp dụng công thức gần đúng: 

 Vậy độ biến đổi chu kỳ của con lắc khi đưa từ Hà Nội vào thành phố Hồ Chí Minh là:

 

 Thay số vào phương trình trên ta được: 

 ⇒ Chu kỳ tăng, nên đồng hồ chạy chậm.

 Trong một ngày đêm đồng hồ chạy chậm là:

 .

 ***Chọn đáp án A***

**Loại 5. Bài toán con lắc đơn thay đổi theo chiều dài sợi dây.**

|  |
| --- |
| **Ví dụ 1:** Con lắc của một đồng hồ coi như một con lắc đơn. Đồng hồ chạy đúng khi ở mặt đất. Ở độ cao  nếu muốn đồng hồ vẫn chạy đúng thì phải thay đổi chiều dài con lắc như thế nào? Biết bán kính trái đất  A. Tăng 0,1% B. Giảm 0,1% C. Tăng 0,2% D. Giảm 0,2% |

**Phân tích và hướng dẫn giải**

 Ở mặt đất:  với 

 Ở độ cao *h*:  với 

 Để đồng hồ chạy đúng khi ở độ cao *h* thì 

 

 Vậy cần phải giảm chiều dài dây một đoạn bằng  chiều dài ban đầu.

 ***Chọn đáp án B***

|  |
| --- |
| **Ví dụ 3:** Đưa một con lắc đơn từ mặt đất lên độ cao h=9,6km. Biết bán kính trái đất R = 6400km, coi chiều dài của con lắc đơn không phụ thuộc vào nhiệt độ. Muốn chu kỳ của con lắc đơn không thay đổi thì chiều dài của con lắc phải thay đổi thế nào? A. Tăng thêm 0,2% B. Tăng thêm 0,3%  C. Giảm bớt 0,3% D. Giảm bớt 0,2% |

**Phân tích và hướng dẫn giải**

 Ở mặt đất:  với 

 Ở độ cao *h*:  với 

 Để đồng hồ chạy đúng khi ở độ cao *h* thì 

 

 Vậy chiều dài con lắc đơn giảm 0,3%chiều dài ban đầu.

 ***Chọn đáp án C***

**Loại 6. Con lắc vướng đinh**

|  |
| --- |
| **Ví dụ 1:** Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ bằng thép, khối lượng m treo vào đầu một sợi dây mềm, nhẹ, không giãn, chiều dài (*m*). Phía dưới điểm treo O, trên phương thẳng đứng có một chiếc đinh được đóng chắc vào điểm O' cách *O* một đoạn (cm) sao cho con lắc vấp vào đinh khi dao động. Kéo con lắc lệch khỏi phương thẳng đứng một góc  rồi thả ra. Bỏ qua mọi ma sát. Tính chu kỳ dao động của quả cầu. Lấy  |

 **Phân tích và hướng dẫn giải**

 Gọi (*m*) là chiều dài của dây treo

 





 

 





 (m)

là phần chiều dài phần dây tính từ đinh đến quả cầu.

 Dao động của con lắc gồm hai giai đoạn:

 nửa chu kỳ với chiều dài con lắc *l* và nửa chiều dài với chu kỳ con lắc *l’*

* Chu kỳ dao động của con lắc có chiều dài *l*:

 

* Chu kỳ dao động của con lắc có chiều dài *l’*:

 

 ⇒ Chu kì con lắc: 

|  |
| --- |
| **Ví dụ 2:** Một con lắc đơn gồm một quả cầu nhỏ khối lượng m làm bằng thép treo vào đầu một sợi dây mềm có khối lượng không đáng kể dài *l* = 1m. Phía dưới điểm treo Q theo phương thẳng đứng của sợi dây có một chiếc đinh được đóng vào điểm O’ cách Q một đoạn O’Q = 50 cm sao cho con lắc bị vấp phải đinh trong quá trình dao động điều hoà.a) Xác định chu kỳ dao động của quả cầu? cho gia tốc g = 9,8 m/s2 A. T = 1,5s B. T = 1,6s C. T = 1,7s D. T = 1,8s b) Nếu không đóng đinh vào O’ mà đặt tại vị trí cân bằng O một tấm thép được giữ cố định thì hiện tượng xảy ra như thế nào? (Coi rằng va chạm của quả cầu vào vật cản là hoàn toàn đàn hồi) A. T = 1,0s B. T = 1,2s C. T = 1,4s D. T = 1,5s  |

**Phân tích và hướng dẫn giải**

a) Trong quá trình dao động con lắc bị vướng vào đinh O’ nằm trên phương thẳng đứng của dây treo nên mỗi dao động toàn phần của con lắc gồm 2 giai đoạn

+ Giai đoạn đầu con lắc dao động với chiều dài *l* = 1m và chu kỳ

 .

+ Giai đoạn còn lại nó dao động với chiều dài *l’* = OO’ = 0,5m và chu kỳ

 .

 Chu kỳ của con lắc bị vướng đinh là:

 = 1/2 (2 + 1,4) = 1,7 s.

A

***Chọn đáp án C***

b) Tấm thép đặt tai VTCB O: Vì va chạm giữa quả cầu và tấm thép là hoàn toàn đàn hồi nên khi quả cầu va chạm vào tấm thép nó sẽ bật ngược lại với vận tốc có cùng độ lớn ngay trước lúc va chạm và vật lại lên đúng vị trí cao nhất A (Vì cơ năng bảo toàn).

O

 Vậy con lắc chỉ dao động trên cung OA nên chu kỳ dao động là:

 T = T1 = 1 s.

 ***Chọn đáp án A***