

$$t_{\text{đồng hồ sai}} = \frac{tT}{T'}. \text{Độ chênh lệch}$$

$$\Delta t = t_{\text{đồng hồ đúng}} - t_{\text{đồng hồ sai}} = t - t \frac{T}{T'} = t \left(1 - \frac{T}{T'} \right)$$

Nếu $\Delta t > 0$: Đồng hồ sai chạy chậm.

$\Delta t < 0$: Đồng hồ sai chạy nhanh.

2) Khi đồng hồ chạy sai chỉ $t_{\text{đồng hồ sai}} = t'$ thì đồng hồ chạy đúng chỉ thời gian:

$$t_{\text{đồng hồ đúng}} = t' \cdot \frac{T'}{T}. \text{Độ chênh lệch}$$

$$\Delta t = t_{\text{đồng hồ đúng}} - t_{\text{đồng hồ sai}} = t' \cdot \frac{T'}{T} - t' = t' \left(\frac{T'}{T} - 1 \right)$$

Nếu $\Delta t > 0$: Đồng hồ sai chạy chậm.

$\Delta t < 0$: Đồng hồ sai chạy nhanh.

Ví dụ 4: Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi con lắc đơn chạy đúng giờ khi chiều dài thanh treo 43,29 m. Nếu chiều dài thanh treo là 43,11 thì sau 1200 phút (theo đồng hồ chuẩn) nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

A. chậm 2,5026 phút.

B. nhanh 2,5026 phút.

C. chậm 2,4974 phút.

D. nhanh 2,4974 phút.

Hướng dẫn: Chọn đáp án B

$$\Delta t = t \left(1 - \frac{T}{T'} \right) = t \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{l}{l'}} \right) = 1200 \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{43,29}{43,11}} \right) = -2,5026 (\text{min}) < 0$$

Ví dụ 5: Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi con lắc đơn chạy đúng giờ khi chiều dài thanh treo 43,29 m. Nếu chiều dài thanh treo là 43,11; số chỉ của nó tăng 1200 phút thì so với đồng hồ chuẩn nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

A. chậm 2,5026 phút.

B. nhanh 2,5026 phút.

C. chậm 2,4974 phút.

D. nhanh 2,4974 phút.

Hướng dẫn: Chọn đáp án

$$\Delta t = t' \left(\frac{T'}{T} - 1 \right) = t' \cdot \left(\sqrt{\frac{l'}{l}} - 1 \right) = 1200 \cdot \left(\sqrt{\frac{43,11}{43,29}} - 1 \right) = -2,4974 (\text{min}) < 0$$

Ví dụ 6: Một đồng hồ quả lắc chạy đúng giờ khi ở độ cao 9,6 km so với Mặt Đất. Nếu đưa xuống giếng sâu 640 m thì trong khoảng thời gian Mặt Trăng quay 1 vòng (655,68h), nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu? Xem chiều dài không đổi. Biết bán kính Trái Đất là $R = 6400$ km.

A. chậm 61 phút.

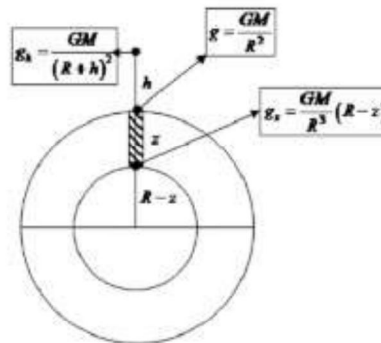
B. nhanh 61 phút.

C. chậm 57 phút.

D. nhanh 57 phút.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$\frac{T}{T'} = \sqrt{\frac{g'}{g}} = \sqrt{\frac{\frac{GM}{R^3}(R-z)}{\frac{GM}{(R+h)^2}}} = \sqrt{\frac{(R-z)(R+h)^2}{R^3}}$$



Khi đồng hồ chạy đúng chỉ $t_{\text{nhn}} = t = 655,68h$

thì đồng hồ chạy sai chỉ:

$$t_{\text{rhs}} = t \cdot \frac{T_{\text{nhn}}}{T_{\text{rhs}}} = t \cdot \frac{T}{T'} = 655,68 \cdot \sqrt{\frac{(6400-0,64)(6400+9,6)^2}{6400^3}} = 656,63h$$

Đồng hồ sai chạy nhanh hơn đồng hồ chạy đúng:

$$656,63h - 655,68h = 0,95h = 57$$

Ví dụ 7: Một đồng hồ quả lắc coi như một con lắc đơn với dây treo và vật nặng có khối lượng riêng là $8,5 \cdot 10^3 \text{ g/cm}^3$. Giả sử đồng hồ chạy đúng trong chân không với chu kì 2 s thì trong khí quyển đồng hồ chạy nhanh hay chậm bao nhiêu sau khi số chỉ của nó tăng thêm 24^h ? Biết khối lượng riêng của không khí trong khí quyển là $1,25 \text{ g/cm}^3$.

- A. nhanh 3,2 s B. chậm 3,2 s C. chậm 6,35 s. D. nhanh 6,35 s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án C

$$\Delta t = t - t' = t' \cdot \left(\frac{T'}{T} - 1 \right) = t' \cdot \frac{r}{2.D} = 86400 \cdot \frac{1,25}{2,8 \cdot 5 \cdot 10^3} = 6,35(s) > 0$$

Chú ý: Có thể vận dụng công thức: $\frac{T'}{T} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2} a \Delta t^0 + \frac{h}{R} + \frac{r}{2.D}$

Ví dụ 8: Một đồng hồ quả lắc được điều khiển bởi con lắc đơn chạy đúng giờ. Nếu chiều dài giảm 0,02% và gia tốc trọng trường tăng 0,01% thì khi số chỉ của nó tăng thêm 1 tuần, so với đồng hồ chuẩn nó chạy nhanh hay chậm bao nhiêu?

- A. Chạy chậm 80,7 s. B. Chạy nhanh 80,7 s.
C. Chạy chậm 90,72 s. D. Chạy nhanh 90,72 s.

Hướng dẫn: Chọn đáp án D

$$\Delta t = t' \cdot \left(\frac{T'}{T} - 1 \right) = t' \cdot \left(\frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} \right) = 7.86400 \cdot \left(\frac{1}{2} \frac{-0,02}{100} - \frac{1}{2} \frac{+0,01}{100} \right) = -90,72(s) < 0$$

Chú ý:

Khi đồng hồ đang chạy sai muốn cho nó chạy đúng thì phải thay đổi chiều dài sao cho:

$$\frac{T'}{T} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2} a \Delta t^0 + \frac{h}{R} + \frac{r}{2.D} = 1 \Rightarrow \begin{cases} \frac{\Delta l}{l} > 0 \Rightarrow \text{Tăng} \\ \frac{\Delta l}{l} < 0 \Rightarrow \text{Giảm} \end{cases}$$

Nếu cứ sau mỗi ngày đồng hồ chạy nhanh b (s) thì cần phải tăng chiều dài sao cho:

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} + \left(-\frac{b(s)}{24.3600(s)} \right) = 0 \Rightarrow \frac{\Delta l}{l} = ???$$

Nếu cứ sau mỗi ngày đồng hồ chạy chậm b (s) thì cần phải giảm chiều dài sao cho:

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} + \left(\frac{b(s)}{24.3600(s)} \right) = 0 \Rightarrow \frac{\Delta l}{l} = ???$$

Ví dụ 9: Một con lắc đơn có chiều dài 1 (m), tại một nơi có gia tốc trọng trường là $9,819 \text{ m/s}^2$. Dùng con lắc nói trên để điều khiển đồng hồ quả lắc, ở 0^0 đồng hồ chạy đúng giờ. Hệ số nở dài của dây treo $0,0000232 \text{ (K}^{-1}\text{)}$. Đưa về nơi có gia tốc rơi tự do là $9,793 \text{ m/s}^2$ và nhiệt độ 30^0C . Để đồng hồ chạy đúng thì phải tăng hay giảm chiều dài bao nhiêu?

- A.** Giảm 3,344 mm. **B.** Tăng 3,344 mm. **C.** Giảm 3,345 mm. **D.** Tăng 3,345 mm.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\frac{T'}{T} = 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} - \frac{1}{2} \frac{\Delta g}{g} + \frac{1}{2} a \Delta t^0 = 1 \Leftrightarrow \Delta l = l \left(\frac{\Delta g}{g} - a \Delta t^0 \right)$$

$$\Rightarrow \Delta l = 1000 \cdot \left(\frac{9,793 - 9,819}{9,819} - 2,32 \cdot 10^{-5} \cdot 30 \right) = -3,344 \text{ (mm)} < 0$$

Ví dụ 10: Một đồng hồ quả lắc được xem như con lắc đơn mỗi ngày chạy nhanh 86,4 (s). Phải điều chỉnh chiều dài của dây treo như thế nào để đồng hồ chạy đúng?

- A.** Tăng 0,2%. **B.** Giảm 0,2%. **C.** Tăng 0,4 **D.** Giảm 0,4%.

Hướng dẫn: Chọn đáp án A

$$\frac{1}{2} \frac{\Delta l}{l} + \left(-\frac{6,485}{24.3600} \right) = 0 \Leftrightarrow \frac{\Delta l}{l} = +0,02\%$$