

Thiết lập công thức sai số tương đối Vật lý đại cương 1

Học kỳ 2023.1

Bài 1: Làm quen với các dụng cụ đo độ dài và khối lượng:

1.

$$V = \frac{1}{6}\pi D^3$$

Hướng dẫn

Bước 1: Logarit nepe 2 vế: $\ln V = \ln \left(\frac{1}{6}\pi D^3 \right)$

Biến đổi rút gọn: $\ln V = \ln \left(\frac{1}{6} \right) + \ln(\pi) + \ln D^3 = \ln \left(\frac{1}{6} \right) + \ln(\pi) + 3 \ln D$

Bước 2: Vi phân toàn phần 2 vế: $d(\ln V) = d \left(\ln \left(\frac{1}{6} \right) + \ln(\pi) + 3 \ln D \right)$

Bước 3: Biến đổi rút gọn biểu thức:

$$d(\ln V) = d \left(\ln \frac{1}{6} \right) + d(\ln(\pi)) + d(3 \ln D) = d(\ln(\pi)) + 3.d(\ln D)$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{d\pi}{\pi} + 3 \frac{dD}{D}$$

Bước 4: Thay phép tính vi phân "d" bằng phép tính sai số " Δ ". Lấy tổng trị tuyệt đối của các sai số thành phần đồng thời thay các giá trị trung bình tương đương, ta được:

$$\delta = \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta \pi}{\pi} + \frac{3\Delta D}{D}$$

2.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Hướng dẫn

Bước 1: Logarit nepe 2 vế: $\ln \rho = \ln \frac{m}{V} = \ln m - \ln V$

Bước 2: Vi phân toàn phần 2 vế: $d(\ln \rho) = d(\ln m - \ln V) = d(\ln m) - d(\ln V)$

Bước 3: Biến đổi rút gọn biểu thức: $\frac{d\rho}{\rho} = \frac{dm}{m} - \frac{dV}{V}$

Bước 4: Thay phép tính vi phân "d" bằng phép tính sai số " Δ ". Lấy tổng trị tuyệt đối của các sai số thành phần đồng thời thay các giá trị trung bình tương đương, ta được:

$$\delta = \frac{\Delta \rho}{\rho} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta V}{V}$$

3.

$$V = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)h$$

Hướng dẫn

Bước 1: Logarit nepe 2 vế: $\ln V = \ln \left(\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) h \right) = \ln \pi - \ln 4 + \ln (D^2 - d^2) + \ln h$

Bước 2: Vi phân toàn phần 2 vế: $d(\ln V) = d(\ln \pi - \ln 4 + \ln (D^2 - d^2) + \ln h)$

Bước 3: Biến đổi rút gọn biểu thức:

$$d(\ln V) = d(\ln \pi) - d(\ln 4) + d(\ln (D^2 - d^2)) + d(\ln h) = d(\ln \pi) + d(\ln (D^2 - d^2)) + d(\ln h)$$

$$\Rightarrow \frac{dV}{V} = \frac{d\pi}{\pi} + \frac{2D}{D^2 - d^2} dD - \frac{2d}{D^2 - d^2} dd + \frac{dh}{h}$$

$$\Leftrightarrow \frac{dV}{V} = \frac{d\pi}{\pi} + \frac{2D \cdot dD - 2d \cdot dd}{D^2 - d^2} + \frac{dh}{h}$$

Bước 4: Thay phép tính vi phân "d" bằng phép tính sai số "Δ". Lấy tổng trị tuyệt đối của các sai số thành phần đồng thời thay các giá trị trung bình tương đương, ta được:

$$\delta = \frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta \pi}{\pi} + 2 \cdot \frac{\bar{D} \cdot \Delta D + \bar{d} \cdot \Delta d}{\bar{D}^2 - \bar{d}^2} + \frac{\Delta h}{h}$$

Bài 2: Xác định mô-men quán tính của các vật rắn đối xứng - Nghiệm lại định luật Steiner-Huygens:

$$I = D_Z \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2$$

Hướng dẫn

Bước 1: Logarit nepe 2 vế: $\ln I = \ln \left(D_Z \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 \right) = \ln D_Z + 2 \ln T - 2 \ln 2 - 2 \ln \pi$

Bước 2: Vi phân toàn phần 2 vế: $d(\ln I) = d(\ln D_Z + 2 \ln T - 2 \ln 2 - 2 \ln \pi)$

Bước 3: Biến đổi rút gọn biểu thức:

$$d(\ln I) = d(\ln D_Z) + 2d(\ln T) - 2d(\ln 2) - 2d(\ln \pi)$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{I} = \frac{dD_Z}{D_Z} + 2 \frac{dT}{T} - 2 \frac{d\pi}{\pi}$$

Bước 4: Thay phép tính vi phân "d" bằng phép tính sai số "Δ". Lấy tổng trị tuyệt đối của các sai số thành phần đồng thời thay các giá trị trung bình tương đương, ta được:

$$\delta = \frac{\Delta I}{I} = \frac{\Delta D_Z}{D_Z} + 2 \frac{\Delta T}{T} + 2 \frac{\Delta \pi}{\pi}$$

Bài 3: Khảo sát chuyển động của con lắc - Xác định gia tốc trọng trường:

$$g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

Hướng dẫn

Bước 1: Logarit nepe 2 vế: $\ln g = \ln \left(\frac{4\pi^2 L}{T^2} \right) = \ln 4 + 2 \ln \pi + \ln L - 2 \ln T$

Bước 2: Vi phân toàn phần 2 vế: $d(\ln g) = d(\ln 4 + 2 \ln \pi + \ln L - 2 \ln T)$

Bước 3: Biến đổi rút gọn biểu thức:

$$d(\ln g) = d(\ln 4) + 2d(\ln \pi) + d(\ln L) - 2d(\ln T)$$

$$\Rightarrow \frac{dg}{g} = 2 \frac{d\pi}{\pi} + \frac{dL}{L} - 2 \frac{dT}{T}$$

Bước 4: Thay phép tính vi phân "d" bằng phép tính sai số "Δ". Lấy tổng trị tuyệt đối của các sai số thành phần đồng thời thay các giá trị trung bình tương đương, ta được:

$$\delta = \frac{\Delta g}{\bar{g}} = \frac{2\Delta\pi}{\pi} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{2\Delta T}{T}$$

Bài 4: Xác định bước sóng và vận tốc truyền âm trong không khí bằng phương pháp cộng hưởng sóng dừng:

$$v = \lambda \cdot f$$

Hướng dẫn

Bước 1: Logarit nepe 2 vế: $\ln v = \ln (\lambda \cdot f) = \ln \lambda + \ln f$

Bước 2: Vi phân toàn phần 2 vế: $d(\ln v) = d(\ln \lambda + \ln f)$

Bước 3: Biến đổi rút gọn biểu thức: $\frac{dv}{v} = \frac{d\lambda}{\lambda} + \frac{df}{f}$

Bước 4: Thay phép tính vi phân "d" bằng phép tính sai số "Δ". Lấy tổng trị tuyệt đối của các sai số thành phần đồng thời thay các giá trị trung bình tương đương, ta được:

$$\delta = \frac{\Delta v}{\bar{v}} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} + \frac{\Delta f}{f}$$

Bài 5: Xác định các đại lượng cơ bản trong chuyển động quay của vật rắn:

$$M = \frac{mgd}{2}$$

Hướng dẫn

Bước 1: Logarit nepe 2 vế: $\ln M = \ln \left(\frac{mgd}{2} \right) = \ln m + \ln g + \ln d - \ln 2$

Bước 2: Vi phân toàn phần 2 vế: $d(\ln M) = d(\ln m + \ln g + \ln d - \ln 2)$

Bước 3: Biến đổi rút gọn biểu thức:

$$d(\ln M) = d(\ln m) + d(\ln g) + d(\ln d) - d(\ln 2)$$

$$\Rightarrow \frac{dM}{M} = \frac{dm}{m} + \frac{dg}{g} + \frac{dd}{d}$$

Bước 4: Thay phép tính vi phân "d" bằng phép tính sai số "Δ". Lấy tổng trị tuyệt đối của các sai số thành phần đồng thời thay các giá trị trung bình tương đương, ta được:

$$\delta = \frac{\Delta M}{M} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta d}{d}$$

Bài 6: Xác định tỷ số nhiệt dung phân tử khí C_p/C_v của chất khí:

$$\gamma = \frac{H}{H - h}$$

Hướng dẫn

Bước 1: Logarit nepe 2 vế: $\ln \gamma = \ln \left(\frac{H}{H - h} \right) = \ln H - \ln (H - h)$

Bước 2: Vi phân toàn phần 2 vế: $d(\ln \gamma) = d(\ln H - \ln (H - h))$

Bước 3: Biến đổi rút gọn biểu thức: $d(\ln \gamma) = d(\ln H) - d(\ln (H - h))$

$$\Rightarrow \frac{d\gamma}{\gamma} = \frac{dH}{H} - \frac{d(H - h)}{H - h} = \frac{dH}{H} - \frac{dH - dh}{H - h} = \frac{-hdH}{H(H - h)} + \frac{Hdh}{H(H - h)}$$

Bước 4: Thay phép tính vi phân "d" bằng phép tính sai số "Δ". Lấy tổng trị tuyệt đối của các sai số thành phần đồng thời thay các giá trị trung bình tương đương, ta được:

$$\delta = \frac{\Delta \gamma}{\bar{\gamma}} = \frac{\bar{h}\Delta H + H\Delta h}{H(H - \bar{h})}$$

CLB HỖ TRỢ HỌC TẬP