موضوع آزمایشگاه

- ❑ مشاهده صحیح پدیده
- ❑ اندازه گیری پارامترهای دخیل
- ❑ گزارش مشاهدات و نتایج (کمی و کیفی)

اصول اندازه گیری

- انتخاب وسیله اندازه گیری
- روش اندازه گیری
- بیان کمیت های اندازه گیری
- بیان خطای اندازه گیری

انتخاب وسیله اندازه گیری براساس

- نوع آزمایش
- دقت لازم برای اندازه گیری

معیارهای انتخاب دستگاه اندازه گیری

- تاچه حد اندازه گیری را نزدیک به واقعیت انجام می دهد
- آیا با تکرار اندازه گیری مقدار یکسانی را نشان می دهد
- آیا شرایط اندازه گیری (فشار ، دما، رطوبت...) بر روی اندازه گیری اثر می گذارد (شرایط استاندارد)
- آیا ویژگیهای اپراتور در اندازه گیری دخیل است
- آیا مقدار اندازه گیری شده در طول سالیان ثابت می ماند (کالیبراسیون)
- آیا محدوده اندازه گیری دستگاه مناسب انتخاب شده است
- سرعت عکس العمل دستگاه در مقابل مقادیر متغییر چگونه است

دقت اندازه گیری

- کمترین مقدار ممکن که توسط یک وسیله می توان اندازه گرفت (حد اکثر خطای دستگاه)
- بیان مقدار اندازه گیری در حد دقت وسیله
- گرد کردن
- ارقام با معنا
- رقم غیرقطعی

بیان کمیت اندازه گیری شده

کمیت گزارش شده = متوسط مقدار اندازه گیری شده ± خطای اندازه گیری

$L = (258 \pm 2)mm$ طول یک میله، مقداری بین ۲۵۶ و ۲۶۰ میلیمتر است.

$$X' - \Delta X < X < X' + \Delta X$$

نوع کمیت

کمیت اصلی: مستقیما اندازه گیری شده

کمیت محاسبه شده: حاصل از قرار دادن کمیت های در یک رابطه ریاضی

تحلیل آماری داده های اندازه گیری شده

- میانگین حسابی

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$$

- میانگین قدر مطلق انحراف ها
  - لزومی ندارد برابر صفر باشد

$$\bar{d}_i = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \left| x_i - \bar{x} \right|$$

- انحراف معیار
  - معیاری از تغییرات در اندازه گیری

$$\sigma = \left[\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

انواع خطا در اندازه گیری کمیت اصلی

- خطای دستگاه اندازه گیری

کوچکترین درجه دستگاه اندازه گیری،دقت آن نامیده می‌شود.

- شخص
- عدم حساسیت
- عوامل محیطی

محاسبه خطای شخص

استفاده غلط از دستگاه

نگاه کج به عقربه

قرار دادن غلط کولیس بر روی کار

بیشینه اختلاف بین مقادیر اندازه گیری شده و مقدار متوسط آنها

فرض کنیم مقادیر حاصله از اندازه گیری $X_1, X_2 ..... X_n$

$$X_m = \frac{X_1 + X_2 + ... X_n}{n}$$

$$\delta X_1 = |X_1 - X_m| \qquad \delta X_2 = |X_2 - X_m| ..... \delta X_n = |X_n - X_m|$$

$$\text{خطای آزمایش کننده} = \max\{\delta X_1, \delta X_2, ..., \delta X_n\}$$

خطای کل

خطای کل = خطای شخص + خطای وسیله

خطای مطلق و خطای نسبی

X مقدار واقعی و X' مقدار اندازه گیری شده کمیت باشند در این صورت اختلاف بین این دو را خطای مطلق می‌گوئیم

$$\delta X = |X' - X|$$

نسبت خطای مطلق ΔX به مقدار اندزه گرفته شده X' می‌باشد که آن را خطای نسبی می‌نامند. $(\frac{\Delta X}{X'})$

درصد خطا = خطای نسبی ×۱۰۰

محاسبه خطای کمیتهای حاصل از محاسبه

$$X = f(a,b,c,....) \qquad .....\Delta c, \Delta b, \Delta a$$

روش اول)

گرفتن دیفرانسیل از تابع

تبدیل تابع d به Δ

تبدیل علامت منفی Δ به علامت مثبت

مثال ۱)

$$x = a + b$$

$$\Delta x = \Delta a + \Delta b$$

مثال ۲)

$$x = a - b$$

$$\Delta x = \Delta a - \Delta b$$

$$\Delta x = \Delta a + \Delta b$$

مثال ۳)

$$x = ab$$

$$\Delta x = a.\Delta b + b.\Delta a$$

مثال ٤)

$$x = \frac{a}{b}$$

$$\Delta x = \frac{b\Delta a - a\Delta b}{b^2}$$

$$\Delta x = \frac{b\Delta a + a\Delta b}{b^2}$$

محاسبه خطای کمیتهای حاصل از محاسبه

روش دوم)

گرفتن لگاریتم از دو طرف رابطه

دیفرانسیل گرفتن از لگاریتم تابع

تبدیل علامت منفی Δ به علامت مثبت

مثال ۵)

$$X = \frac{a}{b}$$

$$LnX = \ln(\frac{a}{b}) = Lna - Lnb$$

$$\Rightarrow d(LnX) = d\left[Lna - Lnb\right]$$

$$\rightarrow \frac{dX}{X} = \frac{da}{a} - \frac{db}{b}$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta X}{X} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$$

مثال ٦) حجم استوانه

$V = \pi r^2 h \qquad \Delta r, \Delta h$

$$LnV = Ln\pi + Lnr^2 + Lnh = Ln\pi + 2Lnr + Lnh$$

$$\frac{\Delta V}{V} = 0 + 2\frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta h}{h}$$

مثال ٧) خطای نسبی $y=ae^{-\alpha x}$

$$y = ae^{-\alpha x} \quad \Rightarrow Lny = Lna + Lne^{-\alpha x} = Lna - \alpha x$$

$$\frac{\Delta y}{y} = -\alpha \Delta x$$

مثال ۱: در آزمایش اندازه گیری شعاع خمیدگی آینه، نتایج زیر بدست آمده است مطلوبست:

$$a = (3.4 \pm o.1)cm$$

$$h = (3.59 \pm O.O1)mm$$

الف) شعاع انحنای آینه را محاسبه کنید؟

ب) درصدخطای آنرا محاسبه کنید؟

$$r = \frac{a^2 + h^2}{2h} \qquad r = \frac{(3.4 \times 10)^2 + (3.59)^2}{2(3.59)} = 162.80mm$$

$$Lnr = Ln(\frac{a^2 + h^2}{2h}) \rightarrow Lnr = Ln(a^2 + h^2) - Ln\ 2\hbar$$

$$\frac{dr}{r} = \frac{d(a^2 + h^2)}{a^2 + h^2} - \frac{2dh}{2h} = \frac{2ada + 2hdh}{a^2 + h^2} - \frac{dh}{h}$$

$$\rightarrow \frac{\Delta r}{r} = \frac{2a\Delta a + 2h\Delta h}{a^2 + h^2} + \frac{\Delta h}{h}$$

$$= o.o62$$

مثال ۲: در آزمایش تعیین ضریب اصطکاک استاتیک روی سطح شیبدار پس از سه بار انجام آزمایش اعداد زیر بدست آمده است. مطلوب است تعیین خطای نسبی μs:

$\mu s = \tan\theta$	۰/۵۳	۰/۴۵	۰/۵۵
θ	28^0	27^0	29^0

$$\mu_s = \tan\theta \xrightarrow[defransial]{} d\mu_s = (1+\tan^2\theta)d\theta \Rightarrow \Delta\mu_s = (1+\tan^2\theta).\Delta\theta$$

$$\theta_m = \frac{28+27+29}{3} = 28^0$$

$$\delta\theta_1 = |\theta_m - \theta_1| = 0 \qquad \delta\theta_2 = |\theta_m - \theta_2| = 1^0 \qquad \delta\theta_3 = |\theta_m - \theta_3| = 1^0$$

خطای وسیله برابر یک درجه می‌باشد

$$\Delta\theta = 1^0 + 1^0 = 2^0 \rightarrow \Delta\theta = 2\times\frac{\pi}{18^0} = 0.035Rd$$

$$\frac{\Delta\mu_s}{\mu_s} = \frac{1+\tan^2\theta_m}{\tan\theta_m}\Delta\theta = \frac{1+\tan^2 28}{\tan 28}\times 0.035 = O.O54$$