Platné číslice

Platné číslice sú tie číslice v čísle, ktoré sú relevantné pre presnosť daného čísla. Sú to všetky číslice okrem počiatočných núl. Koncové nuly sa počítajú.

Príklady:

123 má 3 platné číslice
1230 má 4 platné číslice
0,001230 má 4 platné číslice
$1{,}23 \,.10^5$ má 3 platné číslice
$1{,}2300 \,.10^5$ má 5 platných číslic

Dôležité: počas výpočtov v referáte uvádzajte chybu (t.j. neurčitosť) na **dve** platné číslice a samotnú veličinu zaokrúhlite na rovnaký počet desatinných miest ako má chyba:

Príklad:
$t = (0{,}0521 \pm 0{,}0067)$ s alebo $t = (5{,}21 \pm 0{,}67).10^{-2}$ s alebo ….

Vo finálnych výsledkoch v referáte uvádzajte chybu na **jednu** platnú číslicu a samotnú veličinu zaokrúhlite na rovnaký počet desatinných miest ako má chyba:

$t = (0{,}052 \pm 0{,}007)$ s alebo $t = (5{,}2 \pm 0{,}7).10^{-2}$ s alebo ….

Pozor, ak by vám vyšiel takýto výsledok: $t = (1564 \pm 180)$ s, kde má chyba 3 platné číslice, zapíšte ho v tvare s mocninou 10, aby ste dodržali pravidlo o počte platných číslic v chybe:

$t = (1{,}56 \pm 0{,}18).10^3$ s (počas výpočtov)

$t = (1{,}6 \pm 0{,}2).10^3$ s (vo finálnych výsledkoch)

Dôvod pre používanie jednej (dvoch) platnej číslice je ten, že chyby, ktoré budeme určovať v laboratóriu, nikdy neurčíme presnejšie než na jednu platnú číslicu. Dve platné číslice vo výpočtoch používame kvôli tomu, aby nám zaokrúhľovacie chyby počas výpočtov nezväčšili finálnu chybu.

Porovnanie dvoch meraní

Predpokladajme, že sme urobili dve merania (alebo experimenty) tej istej veličiny. Výsledky sú

$$X_1 \pm \sigma_{X_1} \quad a \quad X_2 \pm \sigma_{X_2}$$

Či tieto dva výsledky súhlasia, zistíme podľa toho, či sa prekrývajú intervaly definované chybami. Najskôr vypočítame rozdiel

$$\Delta = X_2 - X_1$$

a potom chybu rozdielu, t.j. štandardnú odchýlku,

$$\sigma_\Delta = \sqrt{\sigma_{X_1}^2 + \sigma_{X_2}^2}$$

Ako ďalšie vypočítame pomer

$$R = \left| \frac{\Delta}{\sigma_\Delta} \right|$$

Ak sa obidve merania zhodujú, potom je R = 0. Vďaka chybám merania však takáto situácia nastáva len veľmi zriedkavo a treba sa na ňu pozerať skôr s podozrením. Zo štatistickej teórie vieme, že pravdepodobnosť, že pri správnom meraní tej istej skutočnej hodnoty sa budú dve nami namerané hodnoty v dôsledku náhodných chýb od seba odlišovať o $\Delta = \sigma_\Delta$, je približne 33%, Tomu zodpovedá R = 1. Pravdepodobnosť, že sa budú odlišovať až o $\Delta = 2\sigma_\Delta$ (t.j. R = 2) sú približne 4%. Pravdepodobnosť, že by sa odlišovali až o $\Delta = 3\sigma_\Delta$ (t.j. R = 3) je asi 0.3%. Toto je v súlade s našou intuíciou, ktorá nám napovedá, že čím viac sa dve merania tej istej veličiny od seba líšia, tým menej budeme týmto meraniam dôverovať. Rozhodnutie, aký veľký rozdiel nameraných hodnôt sa bude považovať ešte za akceptovateľný, je subjektívne a závisí na experimentátorovi. Všeobecne sa však považujú dve namerané hodnoty tej istej veličiny za konzistentné, pokiaľ

$$R \leqslant 2.$$

Porovnanie merania s teoretickou hodnotou alebo s tabuľkovou hodnotou

V tomto prípade často nie je známa neurčitosť σ_{X_2} (chyba teoretickej alebo tabuľkovej hodnoty). Pomer R v tomto prípade vypočítame veľmi podobne, položiac $\sigma_{X_2} = 0$,

$$R = \left| \frac{\Delta}{\sigma_\Delta} \right| = \left| \frac{\Delta}{\sigma_{X_1}} \right| \leq 2.$$

a rovnako aj žiadame, aby bol menší ako 2.

Váhovaný priemer

Je mnoho prípadov, keď urobíme viac meraní $x_1 \pm \sigma_1$, $x_2 \pm \sigma_2$, $x_3 \pm \sigma_3$, … $x_n \pm \sigma_n$ tej istej veličiny, napr. v úlohe fyzikálne kyvadlo určíme ťažiskový moment zotrvačnosti pre 3 rôzne osi. Ak by chyby boli rovnaké v každom z týchto meraní, bolo by rozumné vypočítať obyčajný priemer. Avšak často tieto chyby nie sú rovnaké. Čo s tým? V tomto prípade obyčajný priemer nie je dobrý, pretože meranie s najmenšou chybou doň vstupuje s rovnakou váhou ako meranie s najväčšou chybou. Avšak meranie s najmenšou chybou by malo mať najväčšiu váhu, pretože je najdôležitejšie. Aby sme toto zohľadnili, definujeme tzv. váhovaný priemer, ktorý berie do úvahy veľkosti chýb. Definovaný je takto

$$\bar{x} = \frac{\sum \frac{x_i}{\sigma_i^2}}{\sum \frac{1}{\sigma_i^2}} = \frac{\frac{x_1}{\sigma_1^2} + \frac{x_2}{\sigma_2^2} + \dots}{\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{1}{\sigma_2^2} + \dots}$$

A chyba váhovaného priemeru je daná ako

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{1}{\sqrt{\sum \frac{1}{\sigma_i^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{\sigma_1^2} + \frac{1}{\sigma_2^2} + \dots}}$$