Experimentalne vaje

nasveti

fizika

poročilo

Kaj vsebuje poročilo pri eksperimentalnih vajah. Seveda, ne smemo pozabiti zapisati ime in priimek (IP) zgoraj na prvi strani poročila.

- Naslov
- Naloga
- Pripomočki
- Opis merjenja
- Meritve
- Grafi in računi
- Ugotovitve

Naslov in nalogo prepišemo iz delovnega lista. Ostalo moramo samostojno zapisati.

Opis merjenja naj vsebuje kratek opis postopkov pri merjenju; ne pa tudi kako smo računali. Skica lahko precej olajša zapis opisa merjenja.

Meritve običajno predstavimo v tabeli. Tabelo lahko dopolnimo z računi odstopanj, pri določanju merske napake.

Grafi in računi se lahko včasih prepletejo z meritvami. Vsekakor moramo grafe opremiti z vsemi potrebnimi oznakami. Nujno moramo zapisati simbol količine in enoto količine, ki jo nanašamo na ordinato in absciso. Merilna skala tako na ordinati kot na abscisi naj bo linearna, kar pomeni da je enota vedno enako dolga (npr. med 1 s in 2 s enaka razdalja kot med 17 s in 18 s.

Izmerjene točke na grafu povežemo z gladko krivuljo, ki ima čim manj ovinkov in zavojev. Če krivulja ni premica, potem moramo narisati nov graf, tako da bodo na njem točke ležale na grafu. Temu postopku pravimo *linearizacija* in je običajno povezan z nekaj računanja.

Kadar narišemo premico, se spodobi, da izračunamo tudi njeno strmino iz podatkov, ki jih preberemo iz grafa.

Računov ni potrebno ponavljati, kadar so enolični. Na primer, če smo 7 krat izmerili premer krogle, ni potrebno zapisati vseh 7 računov za prostornino krogle. Za primer zapišemo en račun, ostale pa izračunamo s pomočjo računala in rezultat zapišemo v tabelo. Pri računih ne smemo pozabiti zapisati enote.

V ugotovitve zapišemo, kar smo ugotovili, ne kar je ugotovil nekdo drug! Vsekakor je smiselno še enkrat zapisati povprečno vrednost izmerjene količine in njeno napako. V ugotovitve zapišemo tudi vprašanja in odgovore nanje.

merska napaka

Natančnost merjenja pri meritvah je vedno omejena. Predstavimo jo z mersko napako, ki jo zapišemo v obliki absolutne napake, ali pa relativne napake. Če merimo količino ξ, potem njeno absolutno napako označimo z Δ_ξ ali tudi σ_ξ. Njeno relativno napako pa označimo z δ_ξ.

vzroki merskih napak

Trije glavni vzroki merskih napak.

- subjektivni
- sistematski
- statistični

poenostavljena statistična absolutna napaka

Poenostavljen postopek določanja statistične napake povzema osnovne ugotovitve teorije obdelave merskih podatkov, hkrati pa skuša računstvo zmanjšati na minimum.

Najprej moramo ugotoviti, katera količina je pri našem eksperimentu približno konstantna. Vsekakor to ni nobena izmed spremenljivk! Potem lahko s preprostim postopkom ocenimo, koliko je absolutna napaka pri merjenju. Recimo, da je pri našem poskusu konstantna količina, ki ima simbol ϑ in smo jo določili N krat.

1. najprej izračunamo povprečje – enostavno aritmetično sredino: $\bar{\vartheta} = \Sigma\vartheta/N$
2. izračunamo odstopanja: $|\vartheta_i - \bar{\vartheta}|$
3. črtamo $\lfloor \frac{N}{3} \rfloor$ največjih odstopanj
4. največje odstopanje, ki ostane, je absolutna napaka Δ_ϑ
5. zapišemo povprečno vrednost in mersko napako: $\vartheta = \bar{\vartheta} \pm \Delta_\vartheta$ (op.: povprečna vrednost in merska napaka sta števili z enoto!).

Ugotoviti moramo tudi mersko enoto količine ϑ in ne smemo pozabiti, da imajo odstopanja posamezne vrednosti od povprečja $|\vartheta_i - \bar{\vartheta}|$ tudi svojo enoto.

Zavedati se moramo, da smo s tem postopkom dobili grobo oceno za mersko napako, zato je smiselno tako dobljeno absolutno napako zaokrožiti na eno (1) številsko mesto.

Končni rezultat zapišemo tako, da se število decimalnih mest pri določenem povprečju $\bar{\vartheta}$ ujema s številom decimalnih mest pri absolutni napaki Δ_ϑ

malce boljša statistična

Podoben rezultat dobimo, če se bolj natančno držimo teoretičnih napotkov. Začnemo tako kot prej. Potem pa moramo namesto preprostega izločanja odstopanj več računati.

1. najprej izračunamo povprečje – enostavno aritmetično sredino: $\bar{\vartheta} = \Sigma\vartheta/N$
2. izračunamo odstopanja: $|\vartheta_i - \bar{\vartheta}|$
3. odstopanja kvadriramo, seštejemo in vsoto delimo s številom meritev: $\sigma^2 = \frac{1}{N}\Sigma|\vartheta_i - \bar{\vartheta}|^2$
4. absolutna napaka pa je kvadratni koren dobljenega rezultata: $\sigma_\vartheta = \sqrt{\sigma^2}$
5. zapišemo povprečno vrednost in mersko napako: $\vartheta = \bar{\vartheta} \pm \sigma_\vartheta$ (op.: povprečna vrednost in merska napaka sta števili z enoto!).

Čeprav se zdi, da smo bili s tem postopkom bistveno bolj natančni, saj smo vendarle računali, smo v resnici le malce popravili preprosto oceno iz prejšnjega razdelka. Pri obdelavi podatkov nas čaka precej stranpoti in se moramo zadovoljiti z ocenami.

Zato je prav, da tako kot prej zaokrožimo tako dobljeno absolutno napako na eno (1) številko mesto. Temu moramo prilastiti tudi zapis izračunanega povprečja.

relativna napaka

Ne glede, kako smo določili absolutno napako, relativno napako zapišemo vedno enako.

Relativna napaka je razmerje med absolutno napako in povprečno vrednostjo $\delta_\vartheta = \Delta_\vartheta/\bar{\vartheta}$.

Izmerjeno vrednost zapišemo z relativno napako: $\vartheta = \bar{\vartheta}(1 \pm \delta_\vartheta)$.

Zapis je posledica enostavne matematične operacije. V zapisu z absolutno napako izpostavimo povprečno vrednost.

$$\vartheta = \bar{\vartheta} \pm \Delta_\vartheta = \bar{\vartheta}\left(1 \pm \frac{\Delta_\vartheta}{\bar{\vartheta}}\right) = \bar{\vartheta}\,(1 \pm \delta_\vartheta)$$

Kot smo lahko opazili, je relativna napaka brez merske enote, saj imata popračna vrednost $\bar{\vartheta}$ in absolutna napaka Δ_ϑ enako enoto, ki se zato okrajša.

primer določanja absolutne in relativne napake

Z različnimi termometri smo izmerili temperaturo T vode v loncu. Meritve so zapisane v tabeli v prvem stolpcu. V drugem stolpcu so odstopanja posamezne meritve od povprečja $|\bar{T} - T|$. V tretjem stolpcu je označeno, katera odstopanja smo črtali in katero obdržali kot svojo absolutno napako Δ_T

$T[°\mathrm{C}]$	$\lvert\bar{T} - T\rvert[°\mathrm{C}]$	opombe
20,3	1,1	$\surd$
21,5	0,1	
20,7	0,7	
21,8	0,4	
21,1	0,3	
22,1	0,7	
23,5	2,1	$\times$
20,2	1,2	$\times$
$\bar{T} = 21,4$	$\Delta_T = \pm 1,1$	

Na koncu še zapišemo rezultat: $T = 21,4°\mathrm{C} \pm 1,1°\mathrm{C}$, ki ga moramo zaokrožiti : $T = 21°\mathrm{C} \pm 1°\mathrm{C}$. Izračunamo relativno napako, ki je $\delta_T = \frac{1{,}1°\mathrm{C}}{21{,}4°\mathrm{C}} = 0,0514 = 0,05$ in zapišemo: $T = 21°\mathrm{C}\,(1 \pm 0,05)$.