Üht-teist mõõtmiste kohta

Soovitatav kirjandus:
1. Voolaid H. Mõõtevigade hindamine füüsika praktikumis. TRÜ. 1983.
2. Uder Ü. Metroloogia füüsika praktikumis. TTÜ Kirjastus. 1999.
3. Kirkup L. Experimental methods : an introduction to the analysis and presentation of data. Wiley. 1994.

Mõõtmine - mingi füüsikalise objekti võrdlemine teise samasuguse objektiga.

Tavaliselt mõõtetulemuseks siiski suhtarv:

$$\frac{esimese\ füüsikalise\ suuruse\ \ \ väärtus}{teise\ füüsikalise\ suuruse\ \ \ väärtus} = arv$$

Mõõtetulemuse saame järgmiselt: $\frac{füüsikalise\ \ suuruse\ \ väärtus}{mõõtühiku\ \ väärtus} = mõõtarv$.

Näiteks mõõtes mingi eseme pikkust: $\frac{pikkus}{1m} = 3{,}5$. Seega on selle eseme pikkus $l = 3{,}5 \cdot 1m = 3{,}5m$.

Mõõtmisel tuleb silmas pidada, et absoluutselt täpne mõõtmine on võimatu! (Erandiks võib olla loendamine).

Mõõtesuuruse väärtus - mõõtmistulemuse piirväärtus, millele see läheneb mõõtmistehnika tõkestamatul arenemisel.

Olgu
s_0 - füüsikalise suuruse tõeline väärtus;
s - konkreetses mõõtmisprotsessis saadud tulemus;

Siis mõõtmisviga on $\Delta s = s - s_0$. Tegelikult hinnatakse mõõtmisprotsessis nn piiriviga:
Piirviga - vähim vea väärtus, mille puhul võime veel kindel olla, et tõeline viga seda ei ületa.

See on 100% usaldatavusega, tavaliselt on usaldatavus 95%, harvem 99% või 70% (füüsikas üsnagi harva).

Vead võib liigitada mitmeti:
- juhuslikud vead
- süstemaatilised vead
- mõlemad vead

Teine liigitusviis:
1. Häireviga - mõõtmisprotsessi häirivad mingid välismõjutused
2. Riistaviga - mõõteriista ebatäpsusest tingitud viga
3. Subjektiivne viga - mõõtja meelte ebatäpsus (reaktsiooniaeg, kogenematus jne)

4. Lähteviga - arvutustel kasutatavate muude arvude, nt konstantide ebatäpsus
5. Arvutusviga - ei arvutata piisava arvu komakohtadega
6. Metoodiline viga - mõõtmisviisi põhimõtteline ebatäpsus, arvutusvalemite ligikaudsus

$$\sigma_{\bar{s}} = \frac{\sum^{n} (s_i - \bar{s})^2}{n(n-1)}$$

Mõõtmisprotsessi täpsust kirjeldav suurus ei käitu nagu viga (võrdle juhusliku veaga), vaid kui põhimõtteline määramatus - *mõõtemääramatus,* käitub nagu juhuslik viga.

Suhteline e relatiivne viga: mõõtarvu ühiku kohta tulev viga:

$$R_S = \frac{|s - s_0|}{s} 100\% .$$

Keskväärtus ja dispersioon.

Keskväärtus: $\bar{s} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} s_i$, n – mõõtmiste arv. S_i – i-ndal mõõtmisel saadud mõõtetulemus.

Kirjeldamaks mõõtetulemuste hajumist, st keskmist erinevust keskväärtusest, kasutatakse mõistet dispersioon:
Üksiktulemuse dispersioon:

$$\sigma_s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n} (s_i - \bar{s})^2 \ .$$

σ_S - üksiktulemuse standardhälve.

Kui teeme palju seeriaid, milles igaühes on n mõõtmist, siis saame aritmeetilise keskmise dispersiooniks:

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{n}\sigma_s \ .$$

Dispersioon kirjeldab vaid juhuslikku viga, mitte süstemaatilist.

Paljude n mõõtmisest koosnevate seeriate korral on üksikmõõtmise dispersiooniks:

$$\sigma_s^2 = \frac{1}{n-1} < \sum_{i=1}^{n} (s_i - \bar{s})^2 >$$

Aritmeetilise keskmise dispersiooni parimaks hinnanguks nimetatakse suurust:

$$\sigma_{\bar{s}}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (s_i - \bar{s})^2}{n(n-1)}$$

Suurust $\sigma_{\bar{s}}$ (aritmeetilise keskmise standardhälve) kasutatakse ka vea, täpsemalt – mõõtemääramatuse hindamiseks.

Juhul, kui tegemist on lõpliku arvu (nagu alati) mõõtmistega, kusjuures mõõtmiste arv ei ole väga suur, allub mõõtmiste jagunemine aritmeetilise keskmise ümber, Studenti jaotusele. Mõõtemääramatus leitakse järgmiselt:

$$\Delta s = t_{n,p}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(s_i - \bar{s})^2}{n(n-1)}},$$

kus $t_{n,p}$ on Studenti tegur, mis leitakse tabelist. n-mõõtmiste arv, p – usaldusväärsus (füüsikas tavaliselt 95%). Studenti koefitsendid:

n	p		
	90%	95%	99%
2	6,31	12,7	63,7
3	2,92	4,30	9,92
4	2,35	3,18	5,84
5	2,13	2,78	4,60
6	1,02	2,57	4,03
7	1,94	2,45	3,71
8	1,89	2,36	3,50
10	1,83	2,26	3,25
15	1,76	2,14	2,98
50	1,68	2,01	2,68
100	1,66	1,98	2,63