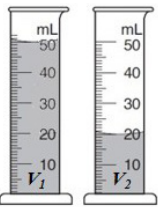
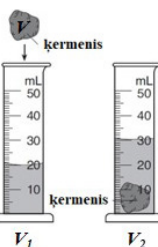
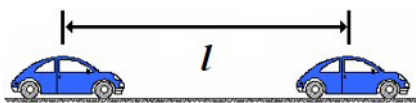

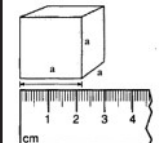


Kļūdas novērtēšana netiešajā mērīšanā

Sasniedzamais rezultāts: skaidroju, kā netiešajā mērīšanā novērtē mērījuma kļūdu.

Tiešajā mērīšanā mērskaitli iegūst, nolasot mērierīces rādījumu. **Netiešajā mērīšanā** mērskaitli iegūst aprēķinos, izmantojot formulu, bet formulā ietilpstošo lielumu mērskaitļus iegūst **tiešajā mērīšanā**.

Darbības ar mērskaitļiem		
Saskaitīšana vai atņemšana	Reizināšana vai dalīšana	Kāpināšana
<p>Saskaitot vai atņemot fizikālus lielumus, to absolūtās kļūdas summējas.</p> <p>1. piemērs. Eksperimentam bija nepieciešams $V = 70$ mL ūdens, bet bija pieejams tikai mērcilindrs, kura mērapjoms ir 50 mL un precizitāte ir 1 mL, tāpēc ūdens tilpumu mērīja divās daļās – V_1 un V_2.</p>  $V_1 \pm \Delta V_1 = (50 \pm 1) \text{ mL}$ $V_2 \pm \Delta V_2 = (20 \pm 1) \text{ mL}$ $V = V_1 + V_2 = 50 + 20 = 70 \text{ mL}$ $\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 1 + 1 = 2 \text{ mL}$ $V \pm \Delta V = (70 \pm 2) \text{ mL}$ <p>2. piemērs. Lai izmērītu neregulāra ķermeņa tilpumu V, var izmantot iegremdēšanas metodi, kad šķīdumā ar zināmu tilpumu V_1 iegremdē ķermeni un izmēra kopējo tilpumu V_2. Pēc tam izrēķina $V = V_2 - V_1$.</p>  $V_1 \pm \Delta V_1 = (20 \pm 1) \text{ mL}$ $V_2 \pm \Delta V_2 = (30 \pm 1) \text{ mL}$ $V = V_2 - V_1 = 30 - 20 = 10 \text{ mL}$ $\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 = 1 + 1 = 2 \text{ mL}$ $V \pm \Delta V = (10 \pm 2) \text{ mL}$	<p>Reizinot vai dalot fizikālus lielumus, summējas to relatīvās kļūdas.</p> <p>Piemērs. Ar odometru izmērīja automašīnas veikto ceļu $l \pm \Delta l = (3000 \pm 100)$ m, bet ar rokas pulksteni – kustības laiku $t \pm \Delta t = (120 \pm 1)$ s. Jāaprēķina vidējais ātrums v.</p>  <ol style="list-style-type: none"> Aprēķina vidējo ātrumu: $v = \frac{l}{t} = \frac{3000}{120} = 25 \text{ m/s}$ Aprēķina veiktā ceļa un laika relatīvās kļūdas: $r_l = \frac{\Delta l}{l} \cdot 100 = \frac{100}{3000} \cdot 100 \approx 3,33 \%$ $r_t = \frac{\Delta t}{t} \cdot 100 = \frac{1}{120} \cdot 100 \approx 0,83 \%$ Saskaita veiktā ceļa un laika relatīvās kļūdas: $r_v = r_l + r_t = 3,33 + 0,83 = 4,16 \%$ Izsaka ātruma absolūto kļūdu no relatīvās kļūdas formulas: $r_v = \frac{\Delta v}{v} \cdot 100 \Rightarrow \Delta v = \frac{r_v \cdot v}{100}$ Aprēķina vidējā ātruma absolūto kļūdu: $\Delta v = \frac{r_v \cdot v}{100} = \frac{4,16 \cdot 25}{100} = 1,04 \text{ m/s}$ Rezultātā vidējais ātrums $v \pm \Delta v = (25,00 \pm 1,04) \text{ m/s}$ 	<p>Kāpinot fizikālo lielumu, tā relatīvā kļūda ir jāreizina ar kāpinātāju.</p> <p>1. piemērs. Ar lineālu izmērīja monētas diametru $d \pm \Delta d = (4,0 \pm 0,1)$ cm. Jāaprēķina monētas laukums S.</p>  $S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4,0^2}{4} = 12,56 \text{ cm}^2$ $r_d = \frac{\Delta d}{d} \cdot 100 = \frac{0,1}{4,0} \cdot 100 = 2,5 \%$ $r_s = 2 \cdot r_d = 2 \cdot 2,5 = 5,0 \%$ $r_s = \frac{\Delta S}{S} \cdot 100 \Rightarrow \Delta S = \frac{r_s \cdot S}{100} = \frac{5 \cdot 12,56}{100} \approx 0,63 \text{ cm}^2$ $S \pm \Delta S = (12,56 \pm 0,63) \text{ cm}^2$ <p>2. piemērs. Izmērīja kuba šķautnes garumu $a \pm \Delta a = (2,2 \pm 0,1)$ cm. Jāaprēķina kuba tilpums V.</p>  $V = a^3 = 2,2^3 \approx 10,65 \text{ cm}^3$ $r_a = \frac{\Delta a}{a} \cdot 100 = \frac{0,1}{2,2} \cdot 100 \approx 4,55 \%$ $r_v = 3 \cdot r_a = 3 \cdot 4,55 = 13,65 \%$ $r_v = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100 \Rightarrow \Delta V = \frac{r_v \cdot V}{100} = \frac{13,65 \cdot 10,65}{100} \approx 1,45 \text{ cm}^3$ $V \pm \Delta V = (10,65 \pm 1,45) \text{ cm}^3$