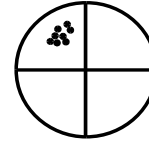
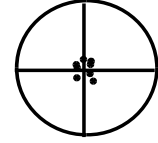


Měření, chyby měření a způsoby zapisování výsledků

Měření každé fyzikální veličiny je spojeno s určitou nepřesností – chybou. Opakovaná měření se od sebe liší, proto se drobné odchylky jsou obvykle uvádějí na posledním místě výsledku.



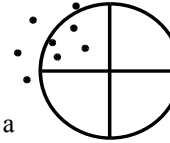
Přesné, nesprávné



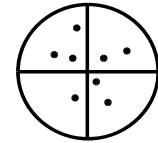
Přesné, správné

- **Měření** se chápe jako odečtení hodnot na stupnici, včetně odhadu posledního místa výsledku na desetinu nejmenšího dílku stupnice.

- **Přesnost měření** se rozumí rozdíl mezi jednotlivými výsledky. Závisí na schopnostech experimentátora.



Nepřesné, nesprávné



Nepřesné, správné

- **Správnost** měření je chápána jako rozdíl mezi výsledky měření a skutečnou hodnotou. Závisí na kvalitě měřicího přístroje.

- Pod pojmem **platná číslce** se rozumí čísla odečtená ze stupnice, včetně posledního odhadnutého místa.

- Nuly mezi desetinnou čárkou a první nenulovou číslicí **nejsou** platné číslice.

Příklad: $10,15 \text{ cm} = 0,1015 \text{ m} = 0,0001015 \text{ km}$ (vždy 4 platné číslice)

-

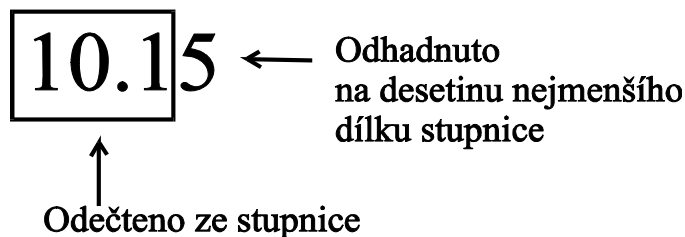
- Nuly za nenulovými číslicemi ve výsledku vyjádřeném desetinným číslem **jsou** platnými číslicemi, např. $10,00 \text{ cm} = 0,1000 \text{ m}$

- Nuly na konci výsledku, který neobsahuje desetinnou čárku, **mohou**, ale **nemusí** být platnými číslicemi, záleží na přesnosti měření. Proto pro jednoznačnost se používá **exponenciální** zápis: jedno místo před desetinnou čárkou, desetinná místa odpovídající přesnosti měření, exponent jednotka.

Příklad: $10,15 \text{ cm} = 101500 \mu\text{m} = 1,015 \cdot 10^5 \mu\text{m}$

- **Chybu měření** předpokládáme minimálně v rozmezí ± 1 posledního místa.

Příklad: Měříme délku pravítkem, kde nejmenší dílek je 1 mm, naše schopnost odhadnout přesnost měření je 0,1 mm



Zápis naměřené hodnoty:

výsledek měření	10,15 cm	
nesprávný výsledek měření	10 cm	má být 10,00 cm
		(s ohledem na možnou přesnost měření)

- **Chyby měření** mohou být:

náhodné – statistické
hrubé
systematické

nesoustředěnost experimentátora při práci
např. nesprávná kalibrace

- **Exaktní čísla** mající nekonečný počet platných míst (nuly), nemají chybu měření, např.
- čísla 7.000000000

- počet lidí, pokusů, ...	5 lidí, 20 pokusů
- převodní faktory	1 týden = 7 dní 1 inch = 2,54 cm
- definice	0 °C = 273,15 K

- **Absolutní chyba měření** se vyjadřuje na posledním platném místě (nejméně ± 1). Pro její určení je zapotřebí více měření jedné veličiny (např. spotřeby odměrného roztoku při titraci jednoho vzorku – titruje se minimálně 3x)
- **Relativní chyba** (v %) je dána poměrem: $(\text{absolutní chyba měření} / \text{výsledek měření}) \times 100$.
- **Operace s platnými číslicemi**

Sčítání a odčítání: výsledek má tolik DESETINNÝCH míst jako má číslo s nejmenším počtem desetinných míst

Příklad: Naměříme délku 2.5 cm pomocí pravítka a 1,2 μm pomocí mikrometru

sečteme	2,5	cm	s chybou ± 0.1 cm
	+0,00012	cm	s chybou ± 0.00001 cm
výsledek není	2,50012	cm	
nýbrž	2,5	cm	protože chyba prvního měření převyšuje řádově hodnotu druhého měření

Pozn. Pokud je jeden ze sčítanců celé číslo, výsledek nemá žádné desetinné místo, vyjma případu, kdy sčítanec je celé exaktní číslo.

Násobení a dělení: výsledek má tolik PLATNÝCH číslic jako má číslo s nejmenším počtem platných číslic

Příklad: Počítáme počet molů ze stavové rovnice pro ideální plyn $pV = nRT$

$$p = 748 \text{ Torr} = 99,7 \cdot 10^3 \text{ Pa}$$

$$V = 1254 \text{ ml} = 1,254 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$T = 25 \text{ °C} = 298 \text{ K}$$

$$R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Přesným výpočtem je počet molů $n = pV/RT = 5,04622 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$, počtu platných míst upraveno na $n = 5,05 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$.

- **Zaokrouhluje se až konečný výsledek.**