

## ➤ **podmínky udělení zápočtu**

- dílčí testy (každý na jinou látku)
  - průměr více než 60 %
  - každý z testů více než 40 %
  - 1 omluvená absence
- 
- zápočtová písemka z učiva za celý semestr
  - více než 60 %
  - 1 opravný pokus

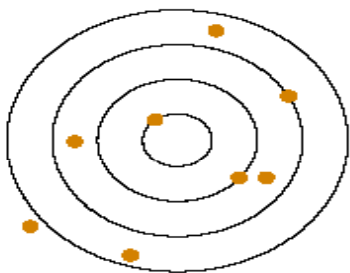
## **doporučená literatura**

- I. Jančářová, L. Jančář: Základní chemické výpočty, Brno, MZLU  
Z. Holzbecher, J. Churáček: Analytická chemie, Praha, SNTL

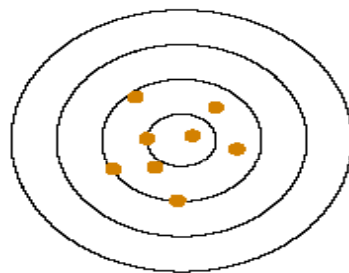
# vyjadřování analytických výsledků – chyby

opakováním měření zjistíte, že nedostanete vždy stejné výsledky => každé měření je zatíženo chybou

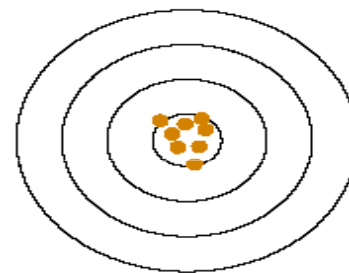
- **chyby náhodné (statistické)** – ovlivňují **přesnost** měření (velikost směrodatné odchylky, nejistoty); nedají se eliminovat; jejich příspěvek je dán statistickým charakterem měření; dají se vyhodnotit – směrodatná odchylka, interval spolehlivosti (nejistota)
- **chyby soustavné (systematické)** – ovlivňují **správnost** měření (posun výsledku systematicky k vyšší nebo nižší hodnotě); příčiny lze nalézt a eliminovat (špatná kalibrace, interference ...) – (Lordův nebo Studentův test)
- **chyby hrubé** – ovlivňuje správnost i přesnost měření; je způsobena většinou chybou pracovníka; tyto výsledky ze statistického souboru vyloučí – (test odlehlosti výsledku)



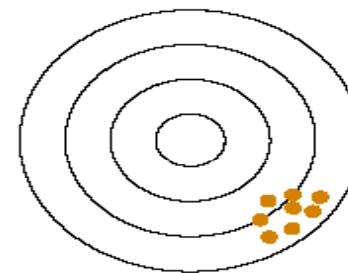
**nepřesná  
nesprávná**



**nepřesná  
správná**



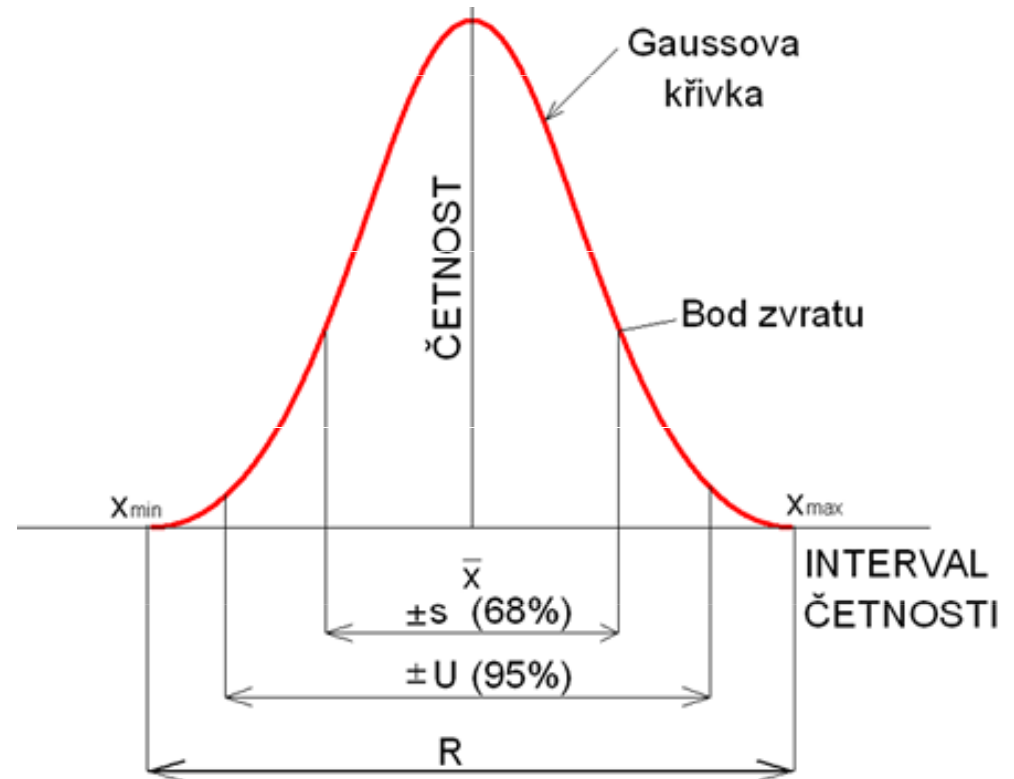
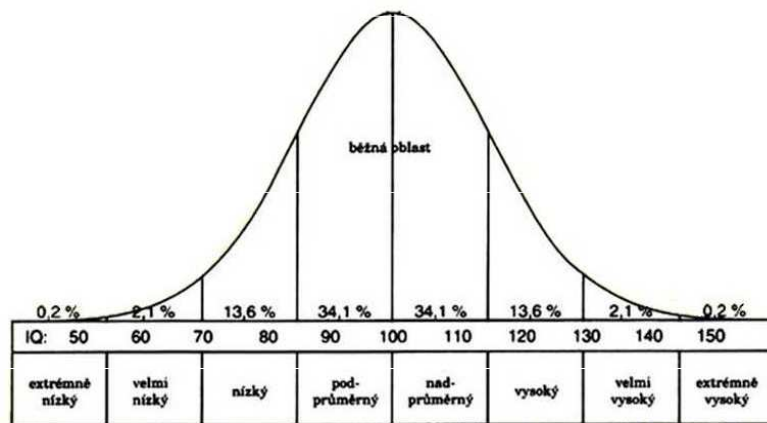
**přesná  
správná**



**přesná  
nesprávná**

# Gaussovo rozdělení výsledků

➤ tzv. Gaussova křivka; normální rozdělení hodnot (pravděpodobnost výskytu stejně velkých kladných a záporných chyb je stejná; pravděpodobnost malých chyb je větší než velkých)



je charakterizována dvěma parametry:

$\mu$  – správná hodnota  
 $\sigma$  – směrodatná odchylka

přesná hodnota  $\mu$  ani  $\sigma$  se nedá zjistit => zjišťuje se odhad těchto hodnot

odhadem  $\mu$  je např. medián, aritmetický nebo geometrický průměr  
 odhadem  $\sigma$  je např. rozpětí, odhad směrodatné odchylky

# aritmetický průměr, odhad směrodatné odchylky

- aritmetický průměr – téměř odstraňuje vliv náhodných chyb

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{x=1}^n x_i$$

$x_i$  – naměřená hodnota;  $n$  – počet měření

- odhad směrodatné odchylky – pro  $n < 7$  počítáme s rozpětím

$$s = k_n \cdot R$$

$k_n$  – tabelované hodnoty;  $R$  – rozpětí  $R = x_n - x_1$

- odhad směrodatné odchylky – pro  $n > 7$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}$$

$x_i$  – naměřená hodnota;  $\bar{X}$  – aritmetický průměr;  $n$  – počet měření

# test odlehlosti výsledku

## ➤ Q-test a T- test

zjišťujeme zda se krajní hodnoty souboru statisticky významně liší od ostatních paralelních měření

**Dean-Dixonův Q-test** – pro  $n < 7$

$$Q_1 = \frac{(x_2 - x_1)}{R}$$

$$Q_n = \frac{(x_n - x_{n-1})}{R}$$

$x_2, x_1, x_n, x_{n-1}$  – hodnoty statistického souboru;  
R - rozpětí

nalezené hodnoty  $Q_1$  nebo  $Q_n$  se srovnají s tabelovanou hodnotou  $Q_k$

když  **$Q_1$  nebo  $Q_n < Q_k$**  pak výsledek **není** odlehlý a zůstane součástí souboru dat

když  **$Q_1$  nebo  $Q_n > Q_k$**  pak výsledek **je** odlehlý a výsledek se vyloučí ze souboru dat

# test odlehlosti výsledku

## ➤ Q-test a T- test

zjišťujeme zda se krajní hodnoty souboru statisticky významně liší od ostatních paralelních měření

**Grubsův T-test** – pro  $n > 7$

$$T_1 = \frac{\left( \bar{X} - x_1 \right)}{s}$$

$x_1, x_n$  – krajní hodnoty statistického souboru;  
 $\bar{X}$  – průměrná hodnota;  $s$  - odhad směrodatné odchylky

$$T_n = \frac{\left( x_n - \bar{X} \right)}{s}$$

nalezené hodnoty  $T_1$  nebo  $T_n$  se srovnají s tabelovanou hodnotou  $T_k$

když  **$T_1$  nebo  $T_n < T_k$**  pak výsledek **není** odlehlý a zůstane součástí souboru dat

když  **$T_1$  nebo  $T_n > T_k$**  pak výsledek **je** odlehlý a výsledek se vyloučí ze souboru dat

# test odlehlosti výsledku

## ➤ postup při Q- nebo T-testu

1. výsledky daného stanovení se seřadí podle velikosti hodnot

$$x_1 < x_2 < x_3 < x_4 \dots < x_n$$

2. otestují se pouze krajní hodnoty souboru dat podle Q- nebo T-testu

3. pokud ani jedna z krajních hodnot není odlehlá, tak počítáme se všemi hodnotami souboru dat

4. pokud je alespoň jedna z hodnot odlehlá, vyloučíme ji ze souboru dat a pokračujeme opět krokem 1

### **Příklad:**

Ve vzorku multivitaminového přípravku byl pomocí metody AAS stanovován obsah Zn. Opakovaným měřením byly získány tyto obsahy: 164 mg.l<sup>-1</sup>, 165 mg.l<sup>-1</sup>, 167 mg.l<sup>-1</sup>, 157 mg.l<sup>-1</sup>, 167 mg.l<sup>-1</sup>, 163 mg.l<sup>-1</sup>.  
Výsledky otestujte na odlehlost a vypočtete průměrnou hodnotu a směrodatnou odchylku měření.

# vyjadřování analytických výsledků – počet desetinných míst

- **volumetrie** – mol. koncentrace – 4 platné číslice (0,1234 mol.l<sup>-1</sup>, 0,01234 mol.l<sup>-1</sup>)  
objem – počet desetinných míst je dán přesností byrety – 2 desetinná místa (14,60 ml X 14,6 ml)
- **gravimetrie** – hmotnost – počet desetinných míst je dán přesností vah – nejčastěji na desetinu mg (1,2345 g)

## ➤ zápis výsledku obecně

$$X \pm U$$

U – rozšířená nejistota (směrodatná odchylka, interval spolehlivosti) – udává se na 2 platné číslice (2500; 250; 25; 2,5; 0,25; 0,025 ...)! má stejnou jednotku jako průměr

X – průměr – má stejný počet desetinných míst jako U (45700 ± 2500; 0,457 ± 0,025)



# interval spolehlivosti

rozmezí hodnot v němž se s určitou pravděpodobností (nejčastěji 95 %) nachází skutečná hodnota

čím přesněji měříme, tím užší je tato oblast

pro  $n < 7$

$$L_{1,2} = \bar{X} \pm K_n R$$

X – průměrná hodnota  
 $K_n$  – tabelovaná hodnota  
R – rozpětí

pro  $n > 7$

$$L_{1,2} = \bar{X} \pm s \frac{t_\alpha}{\sqrt{n}}$$

X – průměrná hodnota  
 $t_\alpha$  – tabelovaná hodnota  
s – směrodatná odchylka  
n – počet měření

# test správnosti výsledku

## ➤ Lordův a Studentův test

naměřený výsledek se srovnává se správnou hodnotou (CRM, případně kruhové testy)

**Lordův test** – založen na vyhodnocení rozpětí; pro  $n < 7$

$$u = \frac{|X - \mu|}{R}$$

X – nalezená průměrná hodnota;  $\mu$  – správná hodnota;  
R – rozpětí

nalezená hodnota  $u$  se srovnává s tabelovanou hodnotou  $u_{\text{krit}}$

když  $u > u_{\text{krit}}$ , pak je výsledek **nesprávný**

když  $u < u_{\text{krit}}$ , pak je výsledek **správný**

# test správnosti výsledku

## ➤ Lordův a Studentův test

naměřený výsledek se srovnává se správnou hodnotou (CRM, případně kruhové testy)

**Studentův test** – založen na odhadu směrodatné odchylky; pro  $n > 7$

$$t = \frac{|X - \mu| \cdot \sqrt{n}}{s}$$

$n$  – počet měření;  $X$  – nalezená průměrná hodnota;  
 $\mu$  – správná hodnota;  $s$  – odhad směrodatné odchylky

nalezená hodnota  $t$  se srovnává s tabelovanou hodnotou  $t_{\text{krit}}$

když  $t > t_{\text{krit}}$ , pak je výsledek **nesprávný**

když  $t < t_{\text{krit}}$ , pak je výsledek **správný**

### Příklad:

Správnost stanovení obsahu Zn ve vzorcích pomocí AAS byla ověřována analýzou certifikovaného referenčního materiálu obsahujícího  $101 \text{ mg.l}^{-1}$  Zn. Měřením byly zjištěny tyto obsahy: 99,6; 100,4; 101,2; 98,4 a  $100,2 \text{ mg.l}^{-1}$ . Ověřte, zda jsou získané výsledky správné.

# test shodnosti výsledků

## ➤ Lordův a Moorův test

srovnání výsledků získané 2 analýzami (2 různé metody, 2 různí pracovníci, zkoušení nového postupu analýzy ...)

**Lordův test** – založen na rozpětí, pro  $n < 7$

$$u = \frac{|X_A - X_B|}{R_A + R_B}$$

$X_A, X_B$  – průměrné hodnoty obou výsledků  
 $R_A, R_B$  – rozpětí obou výsledků

nalezená hodnota  $u$  se srovnává s tabelovanou hodnotou  $u_{\text{krit}}$

když  $u > u_{\text{krit}}$ , pak je výsledky **nejsou shodné**

když  $u < u_{\text{krit}}$ , pak je výsledek **jsou shodné**

# test shodnosti výsledků

## ➤ Lordův a Moorův test

srovnání výsledků získané 2 analýzami (2 různé metody, 2 různí pracovníci, zkoušení nového postupu analýzy ...)

**Moorův test** – založen na odhadu směrodatné odchylky, pro  $n > 7$

$$t = \frac{(X_A - X_B)}{\sqrt{\frac{(S_A^2 + S_B^2)}{(n-1)}}$$

$X_A, X_B$  – průměrné hodnoty obou výsledků  
 $S_A, S_B$  – směrodatné odchylky obou výsledků  
 $n$  – počet měření; pokud  $n_A = n_B$

nalezená hodnota  $t$  se srovnává s tabelovanou hodnotou  $t_{\text{krit}}$

když  $t > t_{\text{krit}}$ , pak je výsledky **nejsou shodné**

když  $t < t_{\text{krit}}$ , pak je výsledek **jsou shodné**

# test shodnosti výsledků

## ➤ Lordův a Moorův test

srovnání výsledků získané 2 analýzami (2 různé metody, 2 různí pracovníci, zkoušení nového postupu analýzy ...)

**Moorův test** – založen na odhadu směrodatné odchylky, pro  $n > 7$

$$t = \frac{|X_A - X_B|}{\sqrt{\frac{s_A^2}{n_A - 1} + \frac{s_B^2}{n_B - 1}}}$$

$X_A, X_B$  – průměrné hodnoty obou výsledků  
 $s_A, s_B$  – směrodatné odchylky obou výsledků  
 $n$  – počet měření; pokud  $n_A \neq n_B$

nalezená hodnota  $t$  se srovnává s tabelovanou hodnotou  $t_{\text{krit}}$

když  $t > t_{\text{krit}}$ , pak je výsledky **nejsou shodné**

když  $t < t_{\text{krit}}$ , pak je výsledek **jsou shodné**

## odhad směrodatné odchytky – tabelované hodnoty $k_n$

$$s = k_n \cdot R$$

$n$	$k_n$
2	0,886
3	0,591
4	0,486
5	0,430
6	0,395
7	0,370
8	0,351
9	0,337
10	0,325

# test odlehlosti výsledků – tabelované hodnoty $Q_k$ a $T_k$

n	$T_k$		$Q_k$	
	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
3	1,412	1,416	0,941	0,988
4	1,689	1,723	0,765	0,889
5	1,869	1,955	0,642	0,760
6	1,996	2,130	0,560	0,698
7	2,093	2,265	0,507	0,637
8	2,172	2,374	0,468	0,590
9	2,237	2,464	0,437	0,555
10	2,294	2,540	0,412	0,527
11	2,343	2,606		
12	2,387	2,663		



# test správnosti a shodnosti výsledků – hodnoty $u_{krit}$ a $t_{krit}$

n	$u_{krit}$		$t_{krit}$	
	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
2	6,353	31,822	12,706	63,657
3	1,304	3,008	4,303	9,925
4	0,717	1,316	3,182	5,841
5	0,507	0,843	2,776	4,604
6	0,399	0,628	2,571	4,032
7	0,333	0,507	2,447	3,707
8	0,288	0,429	2,365	3,499
9	0,255	0,374	2,306	3,355
10	0,230	0,333	2,262	3,250
11			2,228	3,169

# interval spolehlivosti – hodnoty $K_n$ a $t_{\alpha}$

n	$K_n$		$t_{\text{krit}}$	
	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
2	6,35	31,82	12,706	63,657
3	1,30	3,01	4,303	9,925
4	0,72	1,32	3,182	5,841
5	0,51	0,84	2,776	4,604
6	0,40	0,63	2,571	4,032
7	0,33	0,51	2,447	3,707
8	0,29	0,43	2,365	3,499
9	0,26	0,37	2,306	3,355
10	0,23	0,33	2,262	3,250
11			2,228	3,169

# příklady

1. Při analýze obsahu popela v uhlí zjistil dodavatel tyto obsahy ve vzorku: 11,62, 11,84 a 11,75 %. Odběratel zjistil ve stejném vzorku tyto obsahy: 11,83, 11,88, 11,92 % popela. Jsou oba výsledky shodné?

$(Q_k(6)=0,560; Q_k(5)=0,642; Q_k(4)=0,765; Q_k(3)=0,941)$   
 $(k_n(6)=0,395; k_n(5)=0,430; k_n(4)=0,486; k_n(3)=0,591)$   
 $(K_n(6)=0,40; K_n(5)=0,51; K_n(4)=0,72; K_n(3)=1,30)$   
 $(u_k(6)=0,399; u_k(5)=0,507; u_k(4)=0,717; u_k(3)=1,304)$

2. Ve vzorku slitiny byl fotometrickou metodou stanovován obsah Mn. Byly získány tyto výsledky: 9,98 %, 9,92 %, 9,96 %, 9,88 %, 9,94 %, 10,02 % Mn. Vypočítejte interval spolehlivosti této analýzy.

$(Q_k(6)=0,560; Q_k(5)=0,642; Q_k(4)=0,765; Q_k(3)=0,941)$   
 $(k_n(6)=0,395; k_n(5)=0,430; k_n(4)=0,486; k_n(3)=0,591)$   
 $(K_n(6)=0,40; K_n(5)=0,51; K_n(4)=0,72; K_n(3)=1,30)$   
 $(u_k(6)=0,399; u_k(5)=0,507; u_k(4)=0,717; u_k(3)=1,304)$

3. Fotometrickým stanovením Cu v slitině byly zjištěny tyto výsledky: 1,20 %, 1,19 %, 1,16 %, 1,12 %, 1,10 % a 0,88 %. Standardní metodou byl zjištěn obsah 1,14 % Cu. Zjistěte zda je stanovení zatíženo systematickou chybou. Je některý z výsledků ovlivněn hrubou chybou?

$(Q_k(6)=0,560; Q_k(5)=0,642; Q_k(4)=0,765; Q_k(3)=0,941)$   
 $(k_n(6)=0,395; k_n(5)=0,430; k_n(4)=0,486; k_n(3)=0,591)$   
 $(K_n(6)=0,40; K_n(5)=0,51; K_n(4)=0,72; K_n(3)=1,30)$   
 $(u_k(6)=0,399; u_k(5)=0,507; u_k(4)=0,717; u_k(3)=1,304)$

4. Vypočítejte interval spolehlivosti stanovení b-karotenu extrakční spektrofotometrií, když byly získány tyto výsledky: 258 mg.l-1, 285 mg.l-1, 288 mg.l-1, 264 mg.l-1, 275 mg.l-1, 261 mg.l-1.

(Qk(6)=0,560; Qk(5)=0,642; Qk(4)=0,765; Qk(3)=0,941)  
(kn(6)=0,395; kn(5)=0,430; kn(4)=0,486; kn(3)=0,591)  
(Kn(6)=0,40; Kn(5)=0,51; Kn(4)=0,72; Kn(3)=1,30)  
(uk(6)=0,399; uk(5)=0,507; uk(4)=0,717; uk(3)=1,304)

5. Při titraci kyseliny šťavelové manganistanem draselným v kyselém prostředí byly získány tyto spotřeby manganistanu draselného v bodě ekvivalence: 12,11 ml; 12,18 ml; 12,05 ml; 12,35 ml; 12,08 ml; 12,14 ml. Zjistěte, zda je některá z titrací zatížena hrubou chybou.

(Qk(6)=0,560; Qk(5)=0,642; Qk(4)=0,765; Qk(3)=0,941)  
(kn(6)=0,395; kn(5)=0,430; kn(4)=0,486; kn(3)=0,591)  
(Kn(6)=0,40; Kn(5)=0,51; Kn(4)=0,72; Kn(3)=1,30)  
(uk(6)=0,399; uk(5)=0,507; uk(4)=0,717; uk(3)=1,304)

6. V pitné vodě byl zjišťován chelatometricky obsah Ca. Zjištěny byly tyto obsahy: 105; 115; 110; 108; 111 a 107 mg/l Ca. Zjistěte zda je některá z analýz zatížena hrubou chybou. Vypočtete interval spolehlivosti na hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha = 0,05$ ).

(žádný z výsledků není zatížen hrubou chybou;  $\bar{X} = 109,3$  mg/l; IS:  $109,3 \pm 4,0$  mg/l)

7. Ve vzorku půdy byl pomocí metody ICP-OES stanoven hořčík. Jeho obsahy byly: 4525; 4601; 4587; 4551; 4608 a 4572 mg/kg Mg. Vypočtete interval spolehlivosti na hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha = 0,05$ ).

( $\bar{X} = 4574$  mg/kg; IS:  $4574 \pm 33$  mg/kg)

8. Ve vzorku slivovice byl pomocí plynové chromatografie stanovován obsah methanolu. Analýzou bylo zjištěno, že vzorek obsahuje 1,78; 1,07; 1,66; 1,54; 1,77 a 1,50 % methanolu. Vypočtete interval spolehlivosti na hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha = 0,05$ ).  
( $\bar{X} = 1,65$  %; IS:  $1,65 \pm 0,14$  %)

9. Standardní referenční materiál popela byl analyzován pomocí ICP-MS a byl v něm stanovován obsah Mn. Z 6 paralelních měření byly získány tyto obsahy: 71,5; 85,6; 72,1; 87,2; 69,8 a 73,1 mg/kg Mn. Dle certifikátu vzorek popela obsahuje 78,4 mg/kg Mn. Vypočtete interval spolehlivosti na hladině pravděpodobnosti 95 % ( $\alpha = 0,05$ ). Je získaný výsledek správný?  
( $\bar{X} = 76,6$  mg/kg; IS:  $76,6 \pm 7,0$  mg/kg; výsledek je správný)

10. Pracovník prováděl v laboratoři kontrolu pipety o objemu 1000 ul. Po přepočtu z hmotnosti odpipetovaného množství získal těchto 6 hodnot objemů: 1000,19 ul; 1000,74 ul; 1000,43 ul; 1000,24 ul; 1000,25 ul a 1000,38 ul. Vypočtete průměrný objem pipety a směrodatnou odchylku získané pracovníkem. Dávkuje pipeta správný objem?  
( $\bar{X} = 1000,30$  ul;  $s = 0,10$  ul; získaný výsledek není správný)

11. Pro stanovení Hg ve vzorcích půd byla použita nová metoda využívající AAS. Analýzami referenčního vzorku půdy byly zjištěny tyto obsahy: 250,93; 245,02; 286,52; 259,36; 262,08 a 244,12 mg.kg<sup>-1</sup> Hg. Z certifikátu k referenčnímu materiálu vyplývá, že vzorek obsahuje 258 mg.kg<sup>-1</sup> Hg. Vypočítejte průměrnou hodnotu a směrodatnou odchylku tohoto stanovení. Poskytuje nová metoda správné výsledky?  
( $\bar{X} = 252,3$  mg/kg;  $s = 7,7$  mg/kg; výsledek je správný)

12. V neznámém vzorku listu slunečnice byl pomocí ICP-MS stanoven obsah Pd. Analýzou tohoto vzorku byly získány tyto výsledky: 1,256, 1,215, 1,339, 1,243, 1,262 a 1,212 mg.kg<sup>-1</sup> Pd. Vypočtěte interval spolehlivosti této analýzy.

(IS: 1,238 ± 0,026 mg/kg)

13. V neznámém vzorku odpadní vody byly stanovovány dusitany reakcí s kyselinou sulfanilovou a a-naftylem. Intenzita vzniklého červenofialového zabarvení je přímoúměrná koncentraci dusitanů ve vzorku. Pro toto stanovení byla využita metoda kalibrační závislosti. Pro 6 opakovaných měření byly získány tyto výsledky: 0,02249; 0,03130; 0,01925; 0,02802; 0,03689 a 0,02753 mg.l<sup>-1</sup>. Vypočítejte interval spolehlivosti této analýzy.

(IS: 0,02758 ± 0,0071 mg/l)

14. Dva pracovníci laboratoře byli zkoušeni zda provádí správně analýzy. Ve vzorku vody stanovovali extrahovatelné látky. První z nich dospěl k těmto výsledkům: 0,5309; 0,7174; 0,6513; 0,7132; 0,6698 a 0,7021 mg.l<sup>-1</sup> extrahovatelných látek. Druhý pracovník získal tyto výsledky: 0,5958; 0,4611; 0,6136; 0,6458; 0,6379 a 0,6375 mg.l<sup>-1</sup>. Správná hodnota získaná nezávislou metodou je 0,64 mg.l<sup>-1</sup>. Vypočítejte průměrné hodnoty a směrodatné odchylky analýz obou pracovníků. Zjistěte, zda jsou jejich výsledky shodné a správné.

( $X(a) = 0,691$  mg/l;  $s = 0,028$  mg/l;  $X(b) = 0,626$  mg/l;  $s = 0,022$  mg/l; výsledek A není správný; výsledek B je správný; výsledky nejsou shodné)

15. Pro stanovení chloridů v moči bylo testováno argentometrické stanovení obsahu chloridů s indikací pomocí 2 různých indikátorů (fluorescein a chroman draselný). Titrací na fluorescein byly získány tyto obsahy chloridů: 4,52 mg, 4,85 mg, 4,63 mg, 4,55 mg, 4,66 mg a 4,74 mg chloridů. Titrací na chroman draselný byly zjištěny tyto obsahy: 4,41 mg, 4,56 mg, 4,48 mg, 4,53 mg, 4,47 mg a 4,53 mg. Standardní metodou byl zjištěn obsah 4,51 mg. Zjistěte zda získané výsledky jsou shodné a zda je některá z metoda zatížena soustavnou chybou.

( $X(a) = 4,66$  mg,  $s = 0,13$  mg;  $X(b) = 4,497$  mg;  $s = 0,059$  mg; výsledek A je zatížen soustavnou chybou; výsledek B není zatížen soustavnou chybou; výsledky jsou shodné)

16. V rudě byl chelatometricky a jodometricky stanoven vápník. Výsledky analýz jsou následující:  
iodometrie: 40,25; 40,81; 41,21; 40,46; 41,00; 40,13 % Ca  
chelatometrie: 42,01; 41,55; 40,98; 42,08; 41,85; 41,00 % Ca  
Standardní metodou (elektroanalytické stanovení) byl jeho obsah stanoven na 40,85 % Ca.  
Zjistěte zda výsledky získané chelatometrickou a jodometrickou analýzou jsou shodné a poskytují správné výsledky.

( $X(a) = 40,64$  %;  $s(a) = 0,43$  %;  $X(b) = 41,58$  %;  $s(b) = 0,43$  %; výsledek A je správný; výsledek B není správný; výsledky nejsou shodné)