



POJĘCIA PODSTAWOWE C. D.

Plan wykładu:

- Wartość otrzymana, wynik pomiaru.
- Wartość rzeczywista, błąd bezwzględny i względny pomiaru.
- Niepewność pomiaru.
- Szablon poprawnego zapisu wyniku pomiaru.
- Liczba cyfr znaczących w wyniku pomiaru.
- Wyznaczanie błędu granicznego dla mierników analogowych i cyfrowych.



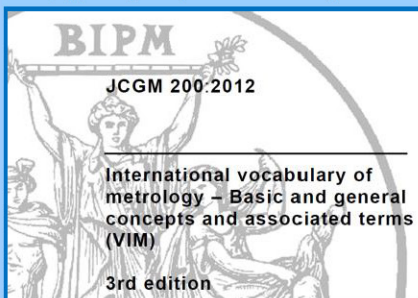
Metrologia



POJĘCIA PODSTAWOWE



- The International Vocabulary of Metrology zawiera podstawowe definicje pojęć używanych w metrologii.



- Plik ze słownikiem można bezpłatnie ściągnąć z sieci web:

<https://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm/publications>

A measurement result is generally expressed as a single measured quantity value and a measurement uncertainty.

Wynik pomiaru jest zwykle wyrażany jako pojedyncza wartość wielkości zmierzonej i niepewność pomiaru.



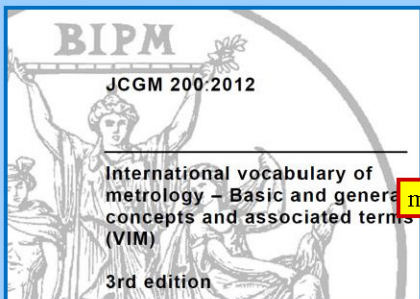
Metrologia





POJĘCIA PODSTAWOWE

- The International Vocabulary of Metrology zawiera podstawowe definicje pojęć używanych w metrologii.



- Plik ze słownikiem można bezpłatnie ściągnąć z sieci web:

<https://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm/publications>

Słownik rozróżnia pojęcia:

measured quantity value i measurement result.

Jak przetłumaczyć te pojęcia na j. polski?



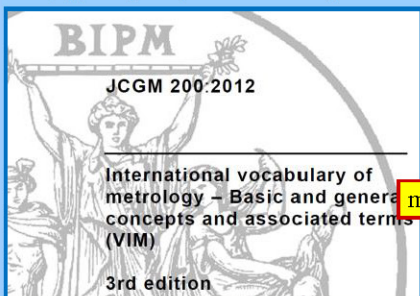
Metrologia



POJĘCIA PODSTAWOWE



- The International Vocabulary of Metrology zawiera podstawowe definicje pojęć używanych w metrologii.



- Plik ze słownikiem można bezpłatnie ściągnąć z sieci web:

<https://www.bipm.org/en/committees/jc/jcgm/publications>

Słownik rozróżnia pojęcia:

measured quantity value i measurement result.

Jak przetłumaczyć te pojęcia na j. polski?

measured quantity value



wartość wielkości mierzonej

lub

wartość otrzymana

lub

wartość odczytana

measurement result



wynik pomiaru



Metrologia





POJĘCIA PODSTAWOWE



Wartość otrzymana (wartość odczytana).

jest to liczba reprezentująca pojedynczy odczyt przyrządu pomiarowego (i jednostka).



Odczyt mikrometru: 7,38 mm.

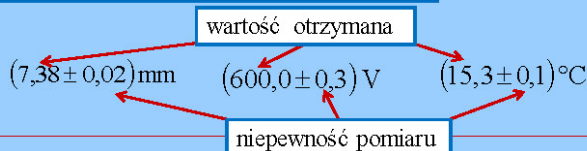
Odczyt woltomierza: 600,0 V.



Odczyt termometru 15,3 °C.

Wynik pomiaru:

jest wyrażony za pomocą dwóch liczb (oraz jednostki):



POJĘCIA PODSTAWOWE



Błąd bezwzględny (pomiaru) –

różnica pomiędzy wartością otrzymaną w wyniku pomiaru a wartością rzeczywistą.

$$\Delta = W_o - W_r$$

gdzie: W_o - wartość otrzymana, W_r - wartość rzeczywista (wartość prawdziwa).

Błąd względny (pomiaru) –

stosunek błędu bezwzględnego pomiaru do wartości rzeczywistej.

$$\delta = \frac{\Delta}{W_r} = \frac{W_o - W_r}{W_r}$$

lub w [%]:

$$\delta = \frac{\Delta}{W_r} \cdot 100\%$$





POJĘCIA PODSTAWOWE



Wartość rzeczywista (prawdziwa) - wartość, jaką uzyskaliby się w wyniku pomiaru bez błędu.

Wartość rzeczywista w praktyce nie może być wyznaczona.

Czy można określić wartość rzeczywistą objętości kostki przedstawionej poniżej?



Nie, ponieważ każdy pomiar długości obarczony jest błędem pomiaru.

W praktyce **wartość rzeczywistą** W_r – zastępujemy wartością najbardziej zbliżoną do wartości rzeczywistej nazywaną **wartością umownie prawdziwą** W_u .



Przykład **wartości umownie prawdziwej**: wartość wzorca jednostki miary.

Metrologia



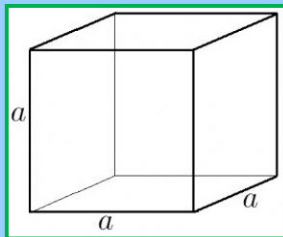
POJĘCIA PODSTAWOWE



Wartość rzeczywista

Pojęcie wartości rzeczywistej głównie stosowane jest w rozważaniach teoretycznych.

Czy można określić wartość rzeczywistą objętości sześcianu przedstawionego poniżej?



Tak: $v = a^3$

- ponieważ długość krawędzi wynosi dokładnie a .



Metrologia





POJĘCIA PODSTAWOWE



Przykład 3.1.

Wartość otrzymana pomiaru rezystancji rezystora w temperaturze $T = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ wyniosła $R_o = 140\text{ }\Omega$. Wartość rzeczywistą rezystancji rezystora można obliczyć na podstawie zależności:

$$R_r[\Omega] = 100(1 + 0,00385 \cdot T[^{\circ}\text{C}])$$

Obliczyć procentowy błąd względny pomiaru.

- 1 Obliczamy wartość rzeczywistą rezystancji rezystora dla temperatury $T = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$R_r = 100(1 + 0,00385 \cdot T) = 100(1 + 0,00385 \cdot 150) = 157,75\text{ }\Omega$$

- 2 Obliczamy błąd względny pomiaru na podstawie zależności:

$$\delta = \frac{W_o - W_r}{W_r} \cdot 100\% = \frac{R_o - R_r}{R_r} \cdot 100\%$$

- 3 Po podstawieniu otrzymujemy : $\delta = \frac{140 - 157,75}{157,75} \cdot 100\% \approx -11,3\%$



Metrologia



POJĘCIA PODSTAWOWE



Czy rzeczowniki:

dokładność i **precyzja** są synonimami?

W języku polskim - **tak**.

W metrologii – **nie**.

Dokładność pomiarów:

miara zgodności wartości otrzymanych z wartością rzeczywistą.

Precyzja pomiarów:

miara zgodności pomiędzy wartościami otrzymanymi w serii pomiarów tej samej wielkości mierzonej w określonych warunkach.



Metrologia





POJĘCIA PODSTAWOWE

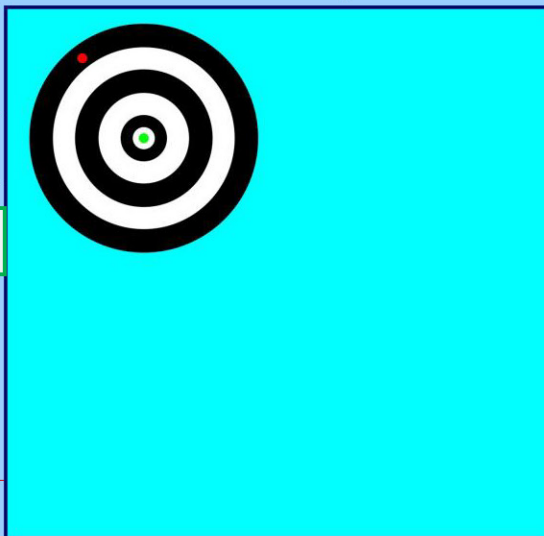


Dokładność pomiarów i precyzja pomiarów – analogia tarczy.

Pojedynczy pomiar jest reprezentowany przez strzał do tarczy.

Strzały zaznaczono za pomocą czerwonych kropek.

Zielona kropka w środku tarczy reprezentuje wartość rzeczywistą.



POJĘCIA PODSTAWOWE



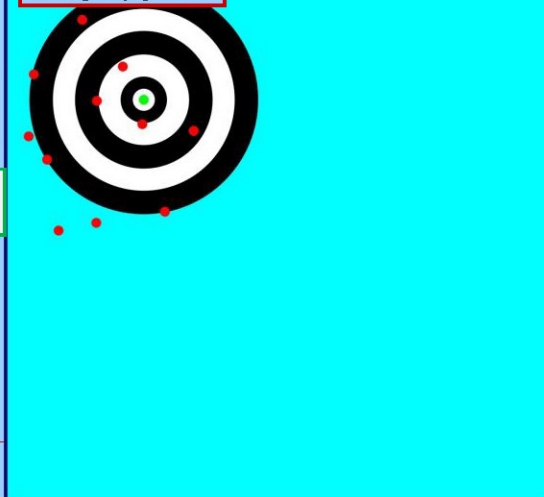
Dokładność pomiarów i precyzja pomiarów – analogia tarczy.

Pojedynczy pomiar jest reprezentowany przez strzał do tarczy.

Strzały zaznaczono za pomocą czerwonych kropek.

Zielona kropka w środku tarczy reprezentuje wartość rzeczywistą.

mała dokładność i mała precyzja





POJĘCIA PODSTAWOWE



Dokładność pomiarów i precyzja pomiarów

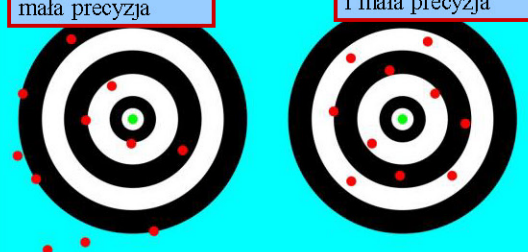
Pojedynczy pomiar jest reprezentowany przez strzał do tarczy.

Strzały zaznaczono za pomocą czerwonych kropek.

Zielona kropka w środku tarczy reprezentuje wartość rzeczywistą.

mała dokładność i mała precyzja

większa dokładność i mała precyzja





POJĘCIA PODSTAWOWE



Dokładność pomiarów i precyzja pomiarów

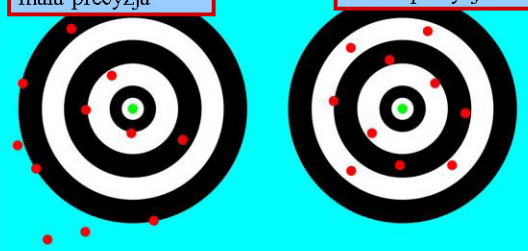
Pojedynczy pomiar jest reprezentowany przez strzał do tarczy.

Strzały zaznaczono za pomocą czerwonych kropek.

Zielona kropka w środku tarczy reprezentuje wartość rzeczywistą.

mała dokładność i mała precyzja

większa dokładność i mała precyzja



mała dokładność i duża precyzja



POJĘCIA PODSTAWOWE

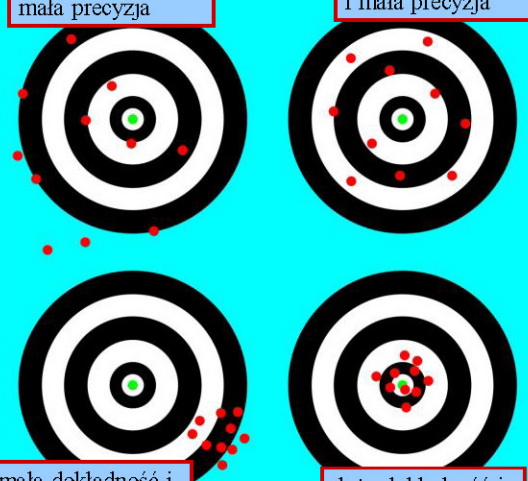


Dokładność pomiarów i precyzja pomiarów – tarczy.

Pojedynczy pomiar jest reprezentowany przez strzał do tarczy.

Strzały zaznaczono za pomocą czerwonych kropek.

Zielona kropka w środku tarczy reprezentuje wartość rzeczywistą.



mała dokładność i
mała precyzja

większa dokładność
i mała precyzja

mała dokładność i
duża precyzja

duża dokładność i
duża precyzja



POJĘCIA PODSTAWOWE

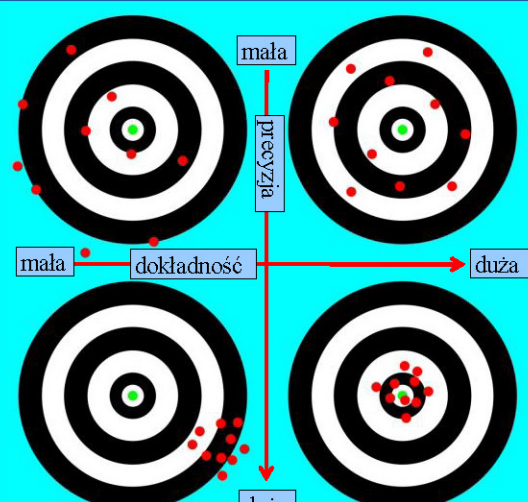


Dokładność pomiarów i precyzja pomiarów – tarczy.

Pojedynczy pomiar jest reprezentowany przez strzał do tarczy.

Strzały zaznaczono za pomocą czerwonych kropek.

Zielona kropka w środku tarczy reprezentuje wartość rzeczywistą.





POJĘCIA PODSTAWOWE

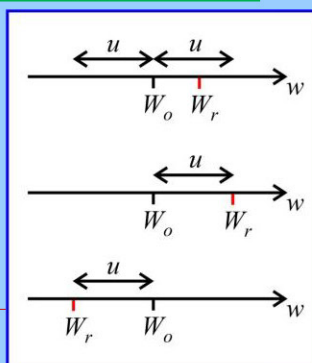


Definicja niepewności pomiaru.

Niepewność pomiaru

w odniesieniu do wartości otrzymanej W_o z założonym prawdopodobieństwem określa zakres, w którym leży wartość rzeczywista W_r .

u - symbol (ang. uncertainty).



$$W_o - u \leq W_r \leq W_o + u$$

Prawy kres zakresu:

$$W_r = W_o + u$$

Lewy kres zakresu:

$$W_o - u = W_r$$



POJĘCIA PODSTAWOWE



Zapisu wyników pomiarów dla niepewności.

$$W_p = (W_o \pm u) \text{ jednostka}$$

gdzie: W_o - wartość otrzymana, u - niepewność pomiaru.

Przykład:

$$W_o = 2,09 \text{ A}$$

$$u = 0,03 \text{ A}$$

$$W_p = (2,09 \pm 0,03) \text{ A}$$

Co oznacza, że:

$$(2,09 - 0,03) \text{ A} \leq W_r \leq (2,09 + 0,03) \text{ A}$$

$$2,06 \text{ A} \leq W_r \leq 2,12 \text{ A}$$

W_r - wartość rzeczywista leży w powyższym przedziale.





POJĘCIA PODSTAWOWE



Liczba cyfr znaczących (w metrologii).

Wszystkie cyfry w liczbie są cyframi znaczącymi z wyjątkiem:

- zer na początku liczby (zer wiodących),
- podstawy i wykładnika w liczbach zapisanych z użyciem notacji naukowej.

0,001234 0,000056
zera wiodące

Notacja naukowa:

wykładnik
 $5 \cdot 10^6$ $2501 \cdot 10^{44}$
podstawa



Metrologia



POJĘCIA PODSTAWOWE



Liczba cyfr znaczących.

Ile cyfr znaczących mają poniższe liczby?

217,1 → 4 cyfry

0,12 → 2 cyfry

500000,0 → 7 cyfr

416,30 → 5 cyfr

0,034 → 2 cyfry

$500 \cdot 10^3$ → 3 cyfry

721,40000 → 8 cyfr

0,0000056 → 2 cyfry

$5 \cdot 10^6$ → 1 cyfrę

023,010 → 5 cyfr

047,110 → 5 cyfr

$1,04 \cdot 10^{-11}$ → 3 cyfry

$5,0100 \cdot 10^3$ → 5 cyfr

49000,0023 → 9 cyfr

$5,32 \cdot 10^{-9}$ → 3 cyfry



Metrologia





ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Liczba cyfr znaczących w wyniku pomiaru.

$$W_p = (W_o \pm u) \text{ jednostka}$$

W wyniku pomiaru mamy 2 liczby:

wartość otrzymana

niepewność

Ile cyfr znaczących powinno występować w każdej z tych liczb?

$$W_p = (17,684263 \pm 0,0014376) \text{ V}$$

$$W_p = (17,6843 \pm 0,0015) \text{ V}$$

$$W_p = (17,684 \pm 0,002) \text{ V}$$

Który z zapisów jest poprawny?

Metrologia



ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Liczba cyfr znaczących w wyniku pomiaru.

$$W_p = (W_o \pm u) \text{ jednostka}$$

W wyniku pomiaru mamy 2 liczby:

wartość otrzymana

niepewność

Ile cyfr znaczących powinno występować w każdej z tych liczb?

~~$$W_p = (17,684263 \pm 0,0014376) \text{ V}$$~~

$$W_p = (17,6843 \pm 0,0015) \text{ V}$$

$$W_p = (17,684 \pm 0,002) \text{ V}$$

lub

Metrologia





ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Zawsze można zapisać wynik pomiaru wykorzystując dwie cyfry znaczące do wyrażenia niepewności. Jeżeli chcemy sprawdzić czy niepewność można wyrazić za pomocą jednej cyfry znaczącej postępujemy zgodnie z poniższym algorytmem.

- Zaokrąglamy w górę liczbę wyrażającą niepewność do 1 cyfry znaczącej.



Metrologia



ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Zawsze można zapisać wynik pomiaru wykorzystując dwie cyfry znaczące do wyrażenia niepewności. Jeżeli chcemy sprawdzić czy niepewność można wyrazić za pomocą jednej cyfry znaczącej postępujemy zgodnie z poniższym algorytmem.

- Zaokrąglamy w górę liczbę wyrażającą niepewność do 1 cyfry znaczącej.

- Obliczamy błąd względny zaokrąglenia.

$$\delta = \frac{u_{po} - u_{przed}}{u_{przed}} \cdot 100\%$$

gdzie:

u_{przed} – wartość niepewności przed zaokrągleniem,

u_{po} – wartość niepewności po zaokrągleniu.

- Jeżeli $\delta \leq 10\%$

to liczbę wyrażającą niepewność zapisujemy używając jednej cyfry znaczącej.

- Jeżeli $\delta > 10\%$

to liczbę wyrażającą niepewność zaokrąglamy do dwóch cyfr znaczących.

- Zaokrąglamy liczbę wyrażającą wartość otrzymaną zostawiając ostatnią cyfrę znaczącą na tym miejscu, na którym występuje ostatnia cyfra znacząca w liczbie wyrażającej niepewność.



Metrologia





ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Przykład 3.2.

Dla pomiaru napięcia stałego wartość otrzymana i niepewność wynoszą: $W_o=17,684263$ V oraz $u=0,0014676$ V. Zapisać poprawnie wynik pomiaru.
Sprawdzić czy niepewność pomiaru może być zapisana za pomocą jednej cyfry znaczącej.

1. Zaokrąglamy w górę liczbę wyrażającą niepewność do 1 cyfry znaczącej.

$$u = 0,0014676 \approx 0,002 \text{ V}$$

2. Obliczamy błąd względny zaokrąglenia.

$$\delta = \frac{u_{po} - u_{przed}}{u_{przed}} \cdot 100\%$$

$$\delta = \frac{0,002 - 0,0014676}{0,0014676} \cdot 100\% \approx 36,3\%$$

3. Ponieważ: $\delta = 36,3\% > 10\%$ liczbę wyrażającą niepewność zaokrąglamy do dwóch cyfr znaczących: $u = 0,0014676 \approx 0,0015$ V



Metrologia



ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Przykład 3.2.

Dla pomiaru napięcia stałego wartość otrzymana i niepewność wynoszą: $W_o=17,684263$ V oraz $u=0,0014676$ V. Zapisać poprawnie wynik pomiaru.
Sprawdzić czy niepewność pomiaru może być zapisana za pomocą jednej cyfry znaczącej.

4. Zapisujemy poprawnie wynik:

$$W_p = (17,6843 \pm 0,0015) \text{ V}$$

• Zaokrąglamy liczbę wyrażającą wartość otrzymaną zostawiając ostatnią cyfrę znaczącą na tym miejscu, na którym występuje ostatnia cyfra znacząca w liczbie wyrażającej niepewność.

Co oznacza, że:

$$(17,6843 - 0,0015) \text{ V} \leq W_r \leq (17,6843 + 0,0015) \text{ V}$$

$$17,6828 \text{ V} \leq W_r \leq 17,6858 \text{ V}$$

W_r – wartość rzeczywista leży w powyższym przedziale.



Metrologia





ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Błąd graniczny Δ_g - maksymalny błąd bezwzględny przyrządu pracującego w podstawowym układzie warunków fizycznych.

Błąd klasy δ_{kl} - wyrażony w %, stosunek błędu granicznego do wartości umownej.

Wartością umowną może być: **wartość otrzymana** lub **wartość maksymalna**.

$$\delta_{kl} = \frac{\Delta_g}{W_o} \cdot 100 \% \quad \text{lub} \quad \delta_{kl} = \frac{\Delta_g}{W_{\max}} \cdot 100 \%$$

$\nearrow$ wartość otrzymana $\nearrow$ wartość maksymalna
(zakres pomiaru przyrządu)



Metrologia



ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Symbol klasy miernika – oznaczenie na miernikach analogowych



0,5 - symbol klasy dokładności, oznacza że błąd klasy wynosi 0,5% i został określony na podstawie zależności:

$$\delta_{kl} = \frac{\Delta_g}{W_{\max}} \cdot 100 \%$$

Dla tego przypadku błąd graniczny wynosi:

$$\Delta_g = \frac{\delta_{kl}}{100} W_{\max}$$



Metrologia

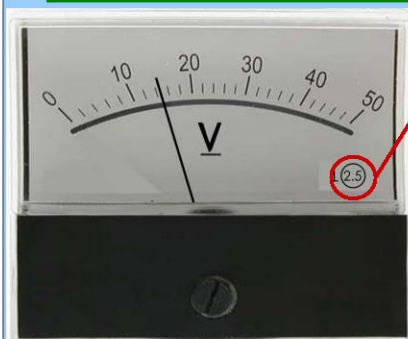




ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Symbol klasy miernika – oznaczenie na miernikach analogowych



2,5 - symbol klasy dokładności, oznacza że błąd klasy wynosi 2,5% i został określony na podstawie zależności:

$$\delta_{kl} = \frac{\Delta_g}{W_o} \cdot 100 \%$$

Dla tego przypadku błąd graniczny wynosi:

$$\Delta_g = \frac{\delta_{kl}}{100} W_o$$



Metrologia



ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Przykład 3.3

Za pomocą miernika analogowego zmierzono napięcie stałe dla zakresu 5 V. Odczytana wartość napięcia wynosiła 2,734 V. Obliczyć błąd graniczny pomiaru dla dwóch przypadków:

a) klasa miernika wynosi:

0,5

$$\begin{aligned} \Delta_g &= \frac{\delta_{kl}}{100} W_{\max} = \\ &= \frac{0,5}{100} 5 = \\ &= 0,0250 \text{ V} \end{aligned}$$

b) klasa miernika wynosi:

0,5

$$\begin{aligned} \Delta_g &= \frac{\delta_{kl}}{100} W_o = \\ &= \frac{0,5}{100} 2,734 = \\ &\approx 0,0137 \text{ V} \end{aligned}$$



Metrologia





ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Symbol klasy miernika – mierniki cyfrowe.

Dla mierników cyfrowych błąd klasy nie jest podawany.

W instrukcji obsługi miernika podany jest wzór, na podstawie którego można obliczyć błąd graniczny pomiaru: Δ_g .

Występują dwa rodzaje tego wzoru:

$$\Delta_g = \frac{A}{100} W_o + \frac{B}{100} W_{\max} \quad 1$$

$$\Delta_g = \frac{A}{100} W_o + N \cdot W_{\text{roz}} \quad 2$$

gdzie W_o – wartość otrzymana (odezytana), $W_{\max}$ – wartość maksymalna (zakres),

W_{roz} – rozdzielczość przyrządu, A, B – współczynniki [%], N – liczba naturalna.

Wartości A, B i N można odczytać z instrukcji obsługi przyrządu.



Metrologia



ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Przykład 3.4.

Za pomocą multimetru Metex ME-22 zmierzono wartość napięcie zmiennego dla zakresu 20,00. Odczytana wartość napięcia wyniosła 3,71 V. Obliczyć błąd graniczny dla tego pomiaru wartości napięcia.



MODEL	FUNCTION	RANGE	ACCURACY	RESOLUTION
ME-22	DC VOLTAGE	200 mV	$\pm 0.3\%$ of rdg + 1 dgt	100 μ V
		2 V		1 mV
		20 V		10 mV
		200 V	$\pm 0.5\%$ of rdg + 1 dgt	100 mV
		1000 V		1 V
		2000 V		10 V
	AC VOLTAGE	200 mV	$\pm 0.8\%$ of rdg + 3 dgts	100 μ V
		2 V		1 mV
		20 V		10 mV
		200 V	$\pm 1.2\%$ of rdg + 3 dgts	100 mV
		750 V		1 V
		2000 V		10 V
	RESISTANCE	200 Ω	$\pm 0.5\%$ of rdg + 3 dgts	0.1 Ω
		2 k Ω		1 Ω
		20 k Ω		10 Ω
		200 k Ω	$\pm 1.0\%$ of rdg + 2 dgts	100 Ω
		2 M Ω		1 k Ω
		20 M Ω		10 k Ω
		2000 M Ω	$\pm 5.0\%$ of rdg + 5 dgts	1 M Ω



Metrologia





ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Przykład 3.4. Za pomocą multimetru Metex ME-22 zmierzono wartość napięcie zmiennego dla zakresu 20,00. Odczytana wartość napięcia wyniosła 3,71 V. Obliczyć błąd graniczny dla tego pomiaru wartości napięcia.



ME-22	AC VOLTAGE	200 mV	100 uV
		20 V	1 mV
		200 V	10 mV
		750 V	1 V
		± 0.8% of rdg + 3 dgts	
		± 1.2% of rdg + 3 dgts	

$\Delta_g = 0,8\% \text{ of rdg} + 3 \text{ dgts}$

2 $\Delta_g = \frac{A}{100} W_o + N \cdot W_{roz}$

rdg (reading) – wartość odczytana W_o

dgt – RESOLUTION 10 mV rozdzielczość W_{roz}

po podstawieniu danych z tabeli:

$$\Delta_g = \frac{0,8}{100} \cdot W_o + 3 \cdot 10 \text{ mV}$$



Metrologia





ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Przykład 3.4. Za pomocą multimetru Metex ME-22 zmierzono wartość napięcie zmiennego dla zakresu 20,00. Odczytana wartość napięcia wyniosła 3,71 V. Obliczyć błąd graniczny dla tego pomiaru wartości napięcia.

Obliczamy błąd graniczny pomiaru:

$$\Delta_g = \frac{0,8}{100} \cdot W_o + 3 \cdot 10 \text{ mV} = \left(\frac{0,8}{100} \cdot 3,71 + 30 \cdot 10^{-3} \right) \text{ V} \approx 0,0597 \text{ V}$$



Metrologia





ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Przykład 3.5.

Za pomocą multimetru HP 34401 zmierzono napięcie stałe dla zakresu 1,000000 V. Odczytana wartość napięcia wyniosła 0,567529 V. Obliczyć błąd graniczny dla tego pomiaru wartości napięcia.



Metrologia



ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Przykład 3.5.

Za pomocą multimetru HP 34401 zmierzono napięcie stałe dla zakresu 1,000000 V. Odczytana wartość napięcia wyniosła 0,567529 V. Obliczyć błąd graniczny dla tego pomiaru wartości napięcia.

Accuracy Specifications $\pm$ (% of reading + % of range) [1]						
Function	Range [3]	Test Current or Burden Voltage	24 Hour [2] 23°C $\pm$ 1°C	90 Day 23°C $\pm$ 5°C	1 Year 23°C $\pm$ 5°C	Temperature Coefficient /°C 0°C – 18°C 28°C – 55°C
DC Voltage	100.0000 mV		0.0030 + 0.0030	0.0040 + 0.0035	0.0050 + 0.0035	0.0005 + 0.0005
	1.000000 V		0.0020 + 0.0006	0.0030 + 0.0007	0.0040 + 0.0007	0.0005 + 0.0001
	10.00000 V		0.0015 + 0.0004	0.0020 + 0.0005	0.0035 + 0.0005	0.0005 + 0.0001
	100.0000 V		0.0020 + 0.0006	0.0035 + 0.0006	0.0045 + 0.0006	0.0005 + 0.0001
	1000.000 V		0.0020 + 0.0006	0.0035 + 0.0010	0.0045 + 0.0010	0.0005 + 0.0001



Metrologia





ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Przykład 3.5. Za pomocą multimetru HP 34401 zmierzono napięcie stałe dla zakresu 1,000000 V. Odczytana wartość napięcia wyniosła 0,567529 V.

Accuracy Specifications $\pm$ (% of reading + % of range) [1]

Function	Range [3]	Test Current or Burden Voltage	24 Hour [2] 23°C ± 1°C	90 Day 23°C ± 5°C	1 Year 23°C ± 5°C	Temperature Coefficient /°C 0°C – 18°C 28°C – 55°C
DC Voltage	100.0000 mV		0.0030 + 0.0030	0.0040 + 0.0035	0.0050 + 0.0035	0.0005 + 0.0005
	1.000000 V		0.0020 + 0.0006	0.0030 + 0.0007	0.0040 + 0.0007	0.0005 + 0.0001
	10.00000 V		0.0015 + 0.0004	0.0020 + 0.0005	0.0035 + 0.0005	0.0005 + 0.0001
	100.0000 V		0.0020 + 0.0006	0.0035 + 0.0006	0.0045 + 0.0006	0.0005 + 0.0001
	1000.000 V		0.0020 + 0.0006	0.0035 + 0.0010	0.0045 + 0.0010	0.0005 + 0.0001

$$\Delta_g = 0,0040\% \text{ of reading} + 0,0007\% \text{ of range}$$

$$\Delta_g = \frac{A}{100} W_o + \frac{B}{100} W_{\max} \quad (1)$$

reading – wartość odczytana W_o

range – wartość maksymalna (zakres) $W_{\max}$

po podstawieniu
danych z tabeli:

$$\Delta_g = \frac{0,0040}{100} W_o + \frac{0,0007}{100} W_{\max}$$

Metrologia



ZASADY ZAPISU WYNIKÓW POMIARÓW



Przykład 3.5. Za pomocą multimetru HP 34401 zmierzono napięcie stałe dla zakresu 1,000000 V. Odczytana wartość napięcia wyniosła 0,567529 V. Obliczyć błąd graniczny dla tego pomiaru wartości napięcia.

Obliczamy błąd graniczny pomiaru:

$$\Delta_g = \frac{0,0040}{100} W_o + \frac{0,0007}{100} W_{\max} = \left(\frac{0,0040}{100} 0,567529 + \frac{0,0007}{100} 1 \right) \text{ V} = \approx 29,7 \mu\text{V}$$



Metrologia

