

ZESZYT DO ĆWICZEŃ Z BIOFIZYKI

Imię i nazwisko:

Kierunek: Ratownictwo medyczne

Grupa:.....

Regulamin zajęć dydaktycznych z biofizyki znajduje się na stronie Zakładu Biofizyki
[www.umb.edu.pl/wl/zaklad-biofizyki/dydaktyka/kierunki/ratownictwo_medyczne/
regulamin_zajec](http://www.umb.edu.pl/wl/zaklad-biofizyki/dydaktyka/kierunki/ratownictwo_medyczne/regulamin_zajec)

SPIS TREŚCI

| | |
|---|----|
| ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z ELEKTROMEDYCYNY | 3 |
| Ćwiczenie nr 2.4. Elektrokardiografia..... | 4 |
| Ćwiczenie nr 2.6. Dynamika krążenia krwi – podstawy fizyczne..... | 8 |
| ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z PROMIENIOTWÓRCZOŚCI | 11 |
| Ćwiczenie nr 3.1 Radioaktywność. Pomiar aktywności z użyciem wzorca. Podstawy dozymetrii..... | 12 |

ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z ELEKTROMEDYCyny

Ćwiczenie nr 2.4 Elektrokardiografia.

1. Fizyczne podstawy elektrokardiografii (pojęcie dipola elektrycznego i momentu dipolowego, natężenie pola elektrycznego, potencjalna energia elektrostatyczna, potencjał elektryczny; wyznaczanie natężenia pola i potencjału elektrycznego wokół dipola; linie sił pola i linie ekwipotencjalne)
 - Model źródła prądowego,
 - Model dipolowy.
2. Typy odprowadzeń stosowane w ekg.
3. Budowa i rola układu bodźco-przewodzącego serca.
4. Potencjały czynnościowe różnych komórek mięśnia sercowego.
 - komórki roboczej serca,
 - komórki węzła zatokowego (zjawisko powolnej spoczynkowej depolaryzacji).
5. Główny wektor elektryczny serca.

Ćwiczenie nr 2.6 Dynamika krążenia krwi – podstawy fizyczne.

1. Hydrostatyka: definicja ciśnienia (jednostki), naczynia połączone, prawo Archimedes'a i Pascala, prasa hydrauliczna, ciśnienie hydrostatyczne.
2. Równania: ciągłości strumienia cieczy, Bernoulliego, Hagen-Poiseulle'a, liczba Reynoldsa.
3. Przepływ laminarny i burzliwy cieczy. Warunki niezbędne do ich powstania.
4. Zasada pomiaru RR metodą osłuchową. Zjawiska fizyczne wykorzystywane przy pomiarze RR metodą osłuchową.
5. Wpływ różnych czynników na wartość ciśnienia tętniczego.

LITERATURA:

- „Wybrane zagadnienia z biofizyki” pod red. prof. S. Miękisz
- „Biofizyka” pod red. prof. F. Jaroszyka
- „Elementy fizyki, biofizyki i agrofizyki” pod red. prof. S. Przystalskiego
- „Podstawy biofizyki” pod red. prof. A. Piławskiego

ĆWICZENIE NR 2.4

ELEKTROKARDIOGRAFIA

Cele tematu badawczego: Celem ćwiczenia jest zapoznanie studentów z czynnościami elektrycznymi błon biologicznych na podstawie aktywności elektrycznej komórek serca. Celem szczegółowym jest zapoznanie się z techniką badania elektrokardiograficznego, wykonanie elektrokardiogramu i zapoznanie się z podstawami matematycznej analizy otrzymanego zapisu zjawisk elektrycznych.

Zagadnienia z teorii do samodzielnego przygotowania:

1. Fizyczne podstawy elektrokardiografii (pojęcie dipola elektrycznego i momentu dipolowego, natężenie pola elektrycznego, potencjalna energia elektrostatyczna, potencjał elektryczny; wyznaczanie natężenia pola i potencjału elektrycznego wokół dipola; linie sił pola i linie ekwipotencjalne)
 - Model źródła prądowego,
 - Model dipolowy.
2. Typy odprowadzeń stosowane w ekg.
3. Budowa i rola układu bodźco-przewodzącego serca.
4. Potencjały czynnościowe różnych komórek mięśnia sercowego.
 - komórki roboczej serca,
 - komórki węzła zatokowego (zjawisko powolnej spoczynkowej depolaryzacji).
5. Główny wektor elektryczny serca.

Rozwój wiedzy

1. Powtórzenie wiadomości podstawowych z zakresu elektrostatyki.
2. Samodzielne przygotowanie wiadomości na temat: • czynności elektryczne błon biologicznych: • mechanizm powstawania potencjału spoczynkowego (mechanizmy utrzymujące rozmieszczenie jonów wzdłuż błony komórkowej), • mechanizm powstawania i przewodzenia potencjału czynnościowego na przykładzie komórek nerwowych i komórek serca (układ bodźcotwórczo-przewodzący, • mechanizmy biofizyczne powstawania i przewodzenia pobudzenia w sercu). • Wektor elektryczny serca.
3. Elektrokardiografia: metody rejestracji, elektrokardiogram
4. Wykorzystanie poznanej wiedzy.

Rozwój umiejętności

Stosowanie ze zrozumieniem pojęć fizycznych. Rozwój umiejętności manualnych związanych z obsługą urządzeń elektrycznych. Gromadzenie i analizowanie, wraz z szacowaniem niepewności pomiarowych, danych pomiarowych. Prezentacja i przetwarzanie danych pomiarowych przedstawionych w formie tabeli lub wykresów. Analiza i omówienie wyników pomiaru, formułowanie wniosków. Poprawny opis i wyjaśnianie zjawisk fizycznych.

Rozwój postaw

Współpracy w grupie.
Weryfikacji zdobytej wiedzy i umiejętności.
Kultura techniczna.
Przestrzeganie przepisów BHP.

Część doświadczalna

Cel: Demonstracja metody pomiaru elektrycznej czynności serca.

Niezbędne przyrządy i przybory: aparat EKG, elektrody, oscyloskop.

Wykonanie ćwiczenia

WAŻNE

1. **Raport powinien być czytelny, bez skreśleń.**
2. **Wszelkie rysunki muszą być wykonywane ołówkiem. Obliczenia wraz z prawidłowymi jednostkami mogą być wykonywane długopisem lub ołówkiem.**
3. **W razie konieczności poprawy raportu, wszelkie korekty muszą być wykonane poniżej części zaznaczonej jako błędna (w miarę wolnego miejsca) lub na nowych kartkach (doklejonych).**
4. **Dane do końcowej tabeli: „data” oraz „imię i nazwisko wykonującego” muszą być wypełnione długopisem.**
5. **Raport z części ćwiczeniowej wykonany w inny sposób nie będzie sprawdzany ani zaliczony.**

| RAPORT Z ĆWICZENIA NR | |
|--|--|
| DATA | |
| Oświadczam, że raport jest przygotowany zgodnie z wytycznymi 1-5 strona 28 | <i>Czytelny podpis wykonującego raport</i> |

1. **Wykonać zapis EKG przy prędkości przesuwu papieru 25 mm i 50 mm.** Sposób podłączenia elektrod, technikę wykonania zapisu przy pomocy aparatu EKG oraz współpracę z oscyloskopem poda asystent.

Miejsce na wklejenie ekg

2. Na podstawie zapisu EKG obliczyć częstość uderzeń serca wszystkimi znanymi metodami (opisz wykonane obliczenia).

3. Na podstawie zapisu EKG obliczyć:

a) czas trwania: odstępu PP (s).....i odstępu RR (s).....

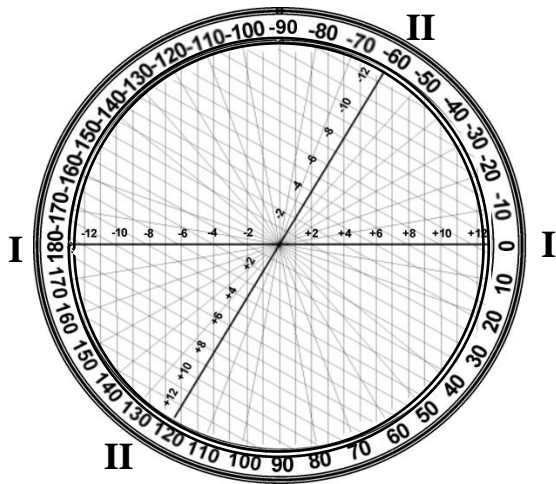
b) czas trwania (wyniki podać w formie tabeli)

- załamek P norma: 0,04 - 0,12 s w II odprowadzeniu
- odcinek PQ norma: 0,04 - 0,10 s
- odstęp PQ norma: 0,12 - 0,20 s
- zespół QRS norma: 0,06 - 0,10 s

| | odległość w mm (przy prędkości 25 mm/s) | czas trwania (s) |
|-------------|--|------------------|
| załamek P | | |
| odcinek P-Q | | |
| odstęp P-Q | | |
| zespół QRS | | |

4. Na podstawie zapisu EKG obliczyć określić oś elektryczną serca (opis w skrypcie w części teoretycznej)

| ZAŁAMKI | AMPLITUDA w mm | |
|----------------|------------------|-------------------|
| | Odprowadzenie I: | Odprowadzenie III |
| Q | | |
| R | | |
| S | | |
| Suma załameków | | |



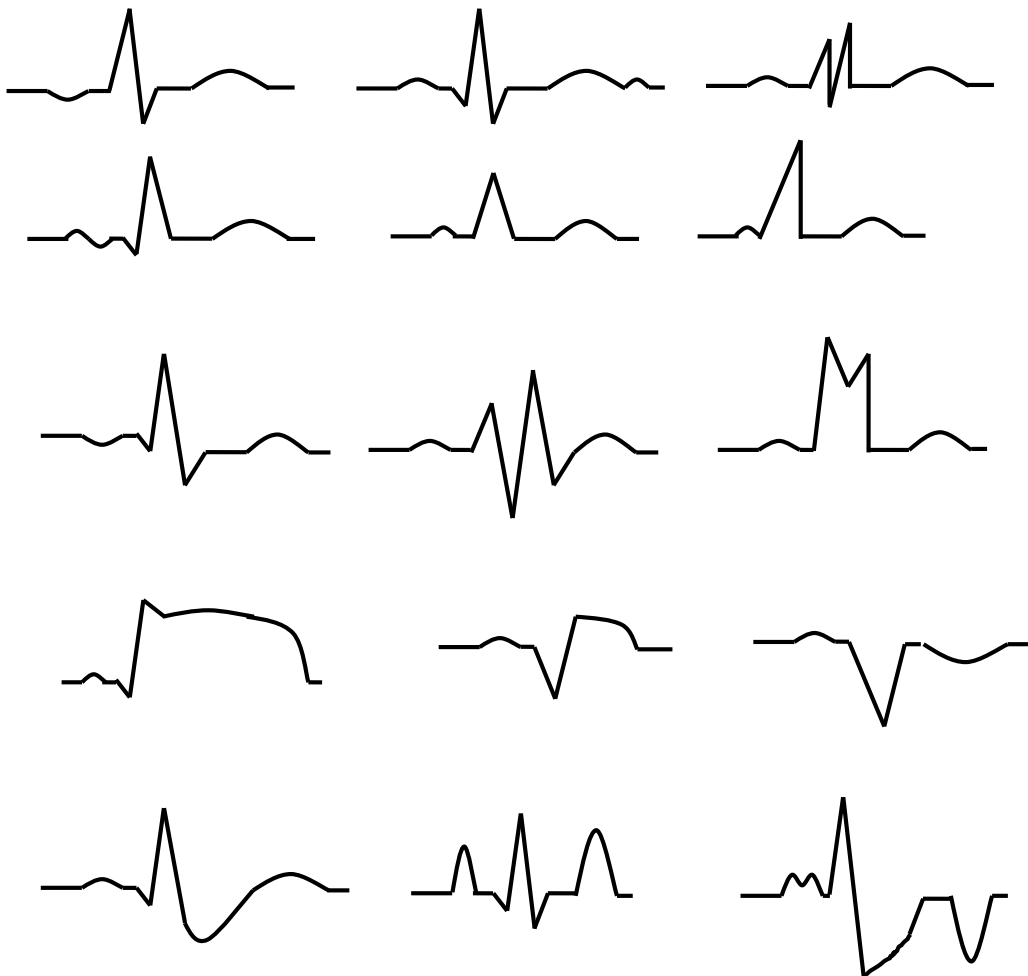
Kąt α wynosi:

Ocena osi elektrycznej serca:

.....

.....

5. Nazwij załamki w przedstawionych zapisach EKG



| Data | Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie | Podpis prowadzącego ćwiczenia | Punkty dodatkowe |
|------|--|-------------------------------|------------------|
| | | | |

ĆWICZENIE NR 2.6

NIEINWAZYJNE METODY POMIARU CIŚNIENIA TĘTNICZEGO KRWI

Cele tematu badawczego: Porównanie różnych metod pomiaru ciśnienia tętniczego krwi oraz ocena wpływu grawitacji na RR.

Zagadnienia z teorii do samodzielnego przygotowania:

1. Hydrostatyka: definicja ciśnienia (jednostki), naczynia połączone, prawo Archimedes'a i Pascala, prasa hydrauliczna, ciśnienie hydrostatyczne.
2. Równania: ciągłości strumienia cieczy, Bernoulliego, Hagen-Poiseulle'a, liczba Reynoldsa.
3. Przepływ laminarny i burzliwy cieczy. Warunki niezbędne do ich powstania.
4. Zasada pomiaru RR metodą osłuchową. Zjawiska fizyczne wykorzystywane przy pomiarze RR metodą osłuchową.
5. Wpływ różnych czynników na wartość ciśnienia tętniczego.

Rozwój wiedzy

Powtórzenie wiadomości podstawowych z zakresu hydrostatyki:

Samodzielne przygotowanie wiadomości na temat: • przepływ laminarny i burzliwy cieczy- oraz warunki niezbędne do ich powstania. • Zasada pomiaru ciśnienia tętniczego krwi metodą osłuchową. • Zjawiska fizyczne wykorzystywane przy pomiarze ciśnienia tętniczego krwi metodą osłuchową. • Wpływ różnych czynników na wartość ciśnienia tętniczego.

Przypomnienie wzorów matematycznych opisujących zjawiska fizyczne. Przeliczanie jednostek. Wykorzystanie poznanej wiedzy.

Rozwój umiejętności

Stosowanie ze zrozumieniem pojęć fizycznych. Umiejętność fachowego wyrażania się i wyrażania swoich opinii. Przeliczanie jednostek, rozwiązywanie równań, wyznaczanie niepewności pomiarowych. Przetwarzanie danych pomiarowych oraz interpretowanie wyników. Planowanie i przeprowadzanie eksperymentów i doświadczeń. Gromadzenie i analizowanie, wraz z szacowaniem niepewności pomiarowych, danych pomiarowych. Prezentacja i przetwarzanie danych pomiarowych przedstawionych w formie tabel. Analiza i omówienie wyników pomiaru, formułowanie wniosków. Poprawny opis i wyjaśnianie zjawisk fizycznych.

Rozwój postaw

Umiejętność przekonywania innych do swoich racji, prowadzenia rzeczowej dyskusji.

Współpracy w grupie.

Weryfikacji zdobytej wiedzy i umiejętności.

Kultura techniczna.

Przestrzeganie przepisów BHP.

Rozwiązywania problemów.

Szacunku dla pracy własnej i innych

Część doświadczalna

Niezbędne przyrządy i materiały: sfigmomanometr, stetoskop, taśma miernicza.

Wykonanie ćwiczenia

WAŻNE

1. *Raport powinien być czytelny, bez skreśleń.*
2. *Wszelkie rysunki muszą być wykonywane ołówkiem. Obliczenia wraz z prawidłowymi jednostkami mogą być wykonywany długopisem lub ołówkiem.*
3. *W razie konieczności poprawy raportu, wszelkie korekty muszą być wykonane poniżej części zaznaczonej jako błędna (w miarę wolnego miejsca) lub na nowych kartkach (doklejonych).*
4. *Dane do końcowej tabeli: „data” oraz „imię i nazwisko wykonującego” muszą być wypełnione długopisem.*
5. **Raport z części ćwiczeniowej wykonany w inny sposób nie będzie sprawdzany ani zaliczony.**

| | |
|--|--|
| RAPORT Z ĆWICZENIA NR | |
| DATA | |
| Oświadczam, że raport jest przygotowany zgodnie z wytycznymi 1-5 strona 32 | <i>Czytelny podpis wykonującego raport</i> |

1. **Zmierzyć ciśnienie tętnicze w spoczynku** dostępnymi metodami osłuchowymi, oscylometryczną, palpacyjną lub fonometryczną. Porównać wyniki.

$$1 \text{ atm} = 101325 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$$
$$1 \text{ mmHg} = 133,32 \text{ Pa} = 1/760 \text{ atm}$$

| Metoda pomiaru RR | RR w mmHg | RR w kPa |
|-------------------|-----------|----------|
| osłuchowa | | |

2. **Obliczyć ciśnienie w tętnicach mózgu** ($P_{\text{MÓZGU}}$) i stóp (P_{STOPY}), wykorzystując sfigmomanometr i miarkę wysokości:

Napisz zależności pomiędzy ciśnieniami krwi na poziomie stopy, serca i mózgu (wzory)

| |
|--|
| |
|--|

Uzupełnij dane:

| WIELKOŚĆ | WARTOŚĆ | JEDNOSTKI |
|-------------------------|---------|-----------|
| ρ | | |
| g | | |
| P _{SERCA} [Pa] | | |
| h _{SERCA} [m] | | |
| h _{MÓZGU} [m] | | |

 $\rho = \text{Rho (ro)}$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Gęstość (masa właściwa) – stosunek masy pewnej ilości substancji do zajmowanej przez nią objętości.

Napisz obliczenia (wraz z jednostkami):**Uzupełnij tabelę:**

| wyniki | RR w kPa | RR w mmHg |
|--------------------|----------|-----------|
| P _{SERCA} | | |
| P _{MÓZGU} | | |
| P _{STOPY} | | |

| Data | Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie | Podpis prowadzącego ćwiczenia | Łącznie punkty dodatkowe |
|------|--|-------------------------------|--------------------------|
| | | | |

PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ

WYTYCZNE DO SPORZĄDZENIA RAPORTU Z CZĘŚCI ĆWICZENIOWEJ

1. „Zeszyt do Ćwiczeń z Biofizyki” należy wydrukować w formacie A4, spiąć, obłożyć (bindowanie lub skoroszyt) i podpisać.
2. Raport powinien być czytelny, bez skreśleń.
3. Wszelkie rysunki muszą być wykonywane ołówkiem. Obliczenia wraz z prawidłowymi jednostkami mogą być wykonywany długopisem lub ołówkiem.
4. W razie konieczności poprawy raportu, wszelkie korekty muszą być wykonane poniżej części zaznaczonej jako błędna (w miarę wolnego miejsca) lub na nowych kartkach (doklejonych).
5. Dane do końcowej tabeli: „data” oraz „imię i nazwisko wykonującego” muszą być wypełnione długopisem.

ZAGADNIENIA DO ĆWICZEŃ Z PROMIENIOTWÓRCZOŚCI

Ćwiczenie 3.1. Radioaktywność. Pomiar aktywności z użyciem wzorca. Podstawy dozymetrii.

1. Atom i jego składniki.
2. Izotopy i radioizotopy - jak są wytwarzane?
3. Przemiany jądrowe.
4. Prawo rozpadu promieniotwórczego, postać analityczna i graficzna (krzywa rozpadu). Stała rozpadu i czas połowicznego rozpadu. Efektywny czas połowicznego zaniku. ,
5. Aktywność – definicja i jednostki.
6. Rodzaje promieniowania jonizującego.
7. Podstawy dozymetrii: ekspozycja (dawka ekspozycyjna), dawka zaabsorbowana, równoważnik dawki, dawka równoważna, dawka efektywna (skuteczna). Dawka graniczna. Moc dawki.
8. Źródła narażenia na promieniowanie jonizujące.

LITERATURA:

- „Wybrane zagadnienia z biofizyki” pod red. prof. S. Miękisza
- „Biofizyka” pod red. prof. F. Jaroszyka
- „Elementy fizyki, biofizyki i agrofizyki” pod red. prof. S. Przystalskiego
- „Podstawy biofizyki” pod red. prof. A. Piławskiego

ĆWICZENIE NR 3.1

RADIOAKTYWNOŚĆ. PODSTAWY DOZYMETRII.

1. Włącz zestaw pomiarowy, sprawdź napięcie pracy licznika (pod kontrolą asystenta). Zmierz tło naturalne w czasie 5 minut, oblicz szybkość zliczeń pochodzących od tła.

$$N_t = \dots\dots\dots \text{imp}, \quad I_t = \frac{N_t}{t_t} = \dots\dots\dots \frac{\text{imp}}{\text{min}}$$

2. Dokonaj **trzykrotnego** pomiaru impulsów pochodzących od źródła wzorcowego w czasie $t_{wz} = 1$ minuta i oblicz szybkość zliczeń bez tła oraz błąd szybkości zliczeń (wyniki pomiarów i wyniki obliczeń wpisz do tabeli 1).

Tabela 1

| | Ilość zliczeń N_{wz} | Wartość średnia ilości zliczeń $N_{wz} = \frac{N_I + N_{II} + N_{III}}{3}$ | Szybkość zliczeń $I_{wz} = \frac{N_{wz}}{t_{wz}}$ | Szybkość zliczeń bez tła $I_{wz} - I_t$ |
|-----|---------------------------|---|--|--|
| | [impulsy] | | [imp min ⁻¹] | |
| I | | | | |
| II | | | | |
| III | | | | |

3. Zmierz ilość impulsów pochodzących od źródeł o nieokreślonej aktywności w czasie $t_p = 5$ minut i oblicz szybkość zliczeń bez tła oraz błąd szybkości zliczeń.
4. Wyniki pomiarów i wyniki obliczeń wpisz do tabeli 2.

Tabela 2

| Nr próbki | Ilość zliczeń N_p | Szybkość zliczeń $I_p = \frac{N_p}{t_p}$ | Szybkość zliczeń bez tła $I_p - I_t$ |
|-----------|------------------------|---|---|
| | [impulsy] | [imp min ⁻¹] | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

6. Oblicz aktywność każdej próbki, błąd, z jakim została wyznaczona i błąd procentowy. Wyniki umieść w tabeli 3.

$$A_p = \frac{I_p - I_t}{I_{wz} - I_t} \cdot A_{wz}$$

Aktywność wzorca wynosi $A_{wz} = 4000 \text{ Bq}$

Tabela 3

| Nr próbki | Szybkość zliczeń bez tła $I_p - I_t$ | Aktywność próbki $A_p = \frac{I_p - I_t}{I_{wz} - I_t} \cdot A_{wz}$ |
|-----------|---|---|
| | [imp min ⁻¹] | [Bq] |
| | | |
| | | |
| | | |

5. Oblicz wydajność pomiaru aktywności.

$$\eta_{\%} = \frac{I}{A} \cdot 100 [\%] = \dots\dots\dots [\%]$$

| Data | Imię i Nazwisko wykonującego ćwiczenie | Podpis prowadzącego ćwiczenia | Punkt dodatkowy |
|------|--|-------------------------------|-----------------|
| | | | |

Masa spoczynkowa elektronu

$$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$$
$$= 0,000549 u = 0,51 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

Jednostka masy atomowej

$$u = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$$
$$= 931,5 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

Ładunek elektronu

$$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Masa spoczynkowa protonu

$$m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$$
$$= 1,007276 u = 938 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

Prędkość światła w próżni

$$c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Liczba Avogadro

$$N_A = 6,02 \times 10^{23} \frac{1}{\text{mol}}$$

Masa spoczynkowa neutronu

$$m_p = 1,68 \times 10^{-27} \text{ kg}$$
$$= 1,008665 u = 940 \frac{\text{MeV}}{c^2}$$

Stała Plancka

$$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

| | | | | | | | | | | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Mnożnik | 10^9 | 10^6 | 10^3 | 10^2 | 10^1 | 10^{-1} | 10^{-2} | 10^{-3} | 10^{-6} | 10^{-9} | 10^{-12} |
| Przedrostek | giga | mega | kilo | hekto | deka | decy | centy | mili | mikro | nano | piko |
| Oznaczenie | G | M | k | h | da | d | c | m | μ | n | p |