

OBSERWACJA. POMIAR. WIELKOŚCI MIERZALNE. KONCEPCJA SPÓJNEGO UKŁADU JEDNOSTEK. SKALE. WZORCE

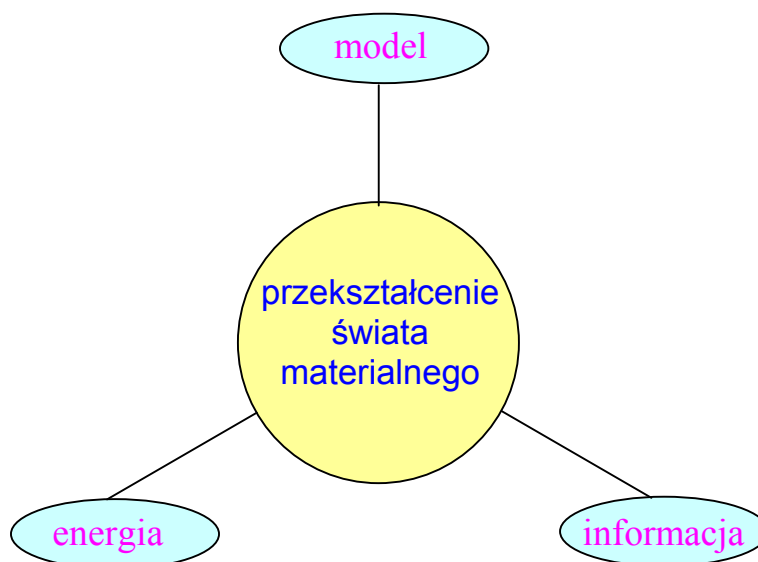
METROLOGIA ⇒ nauka o pomiarach
metron - miara; logos - słowo, nauka

Pomiar - doświadczalne porównanie określonej wielkości mierzalnej z wzorcem tej wielkości przyjętym umownie za jednostkę miary, którego wynikiem jest przyporządkowanie wartości liczbowej mówiącej ile razy wielkość mierzona jest większa lub mniejsza od wzorca.

Cechy pomiaru:

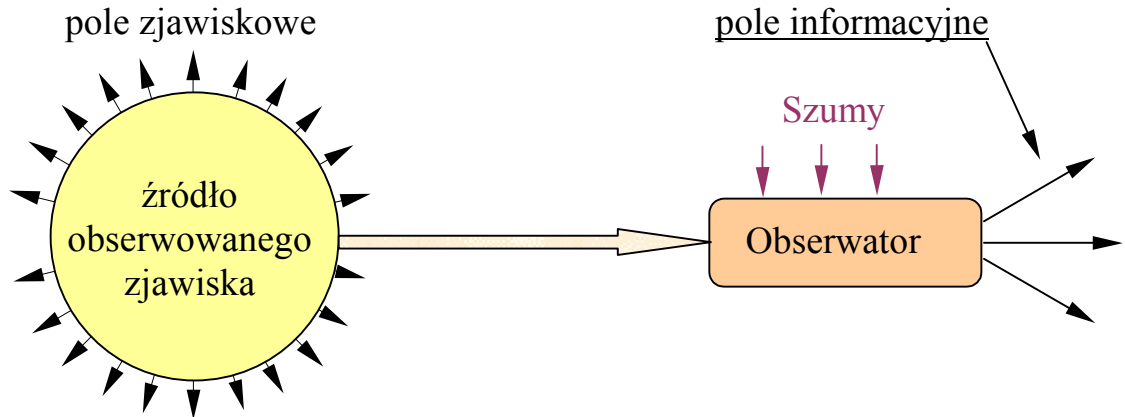
- wiarygodność,
- dokładność,
- jednolitość w skali krajowej i międzynarodowej.

Cel pomiaru - zdobycie informacji o otaczającym nas świecie materialnym umożliwiającym przekształcenie go wg określonego programu



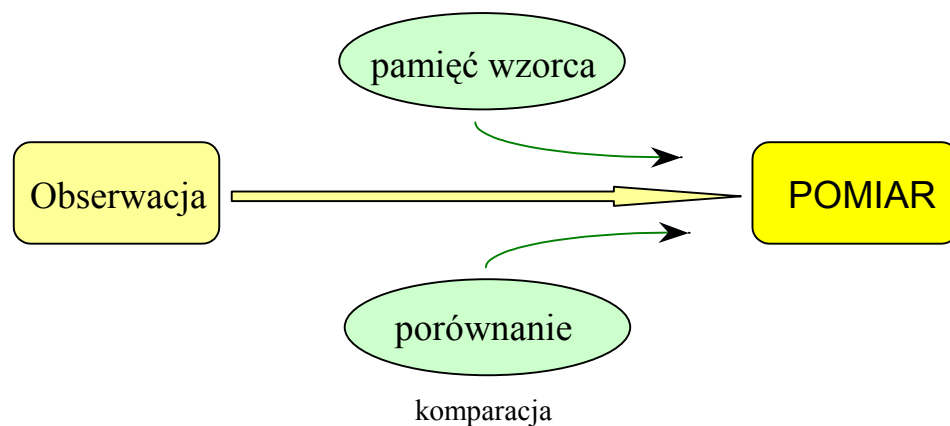
Pomiar a obserwacja

Obserwacja - proces przyjmowania przez obserwatora sygnałów uzyskiwanych ze źródła obserwowanego zjawiska

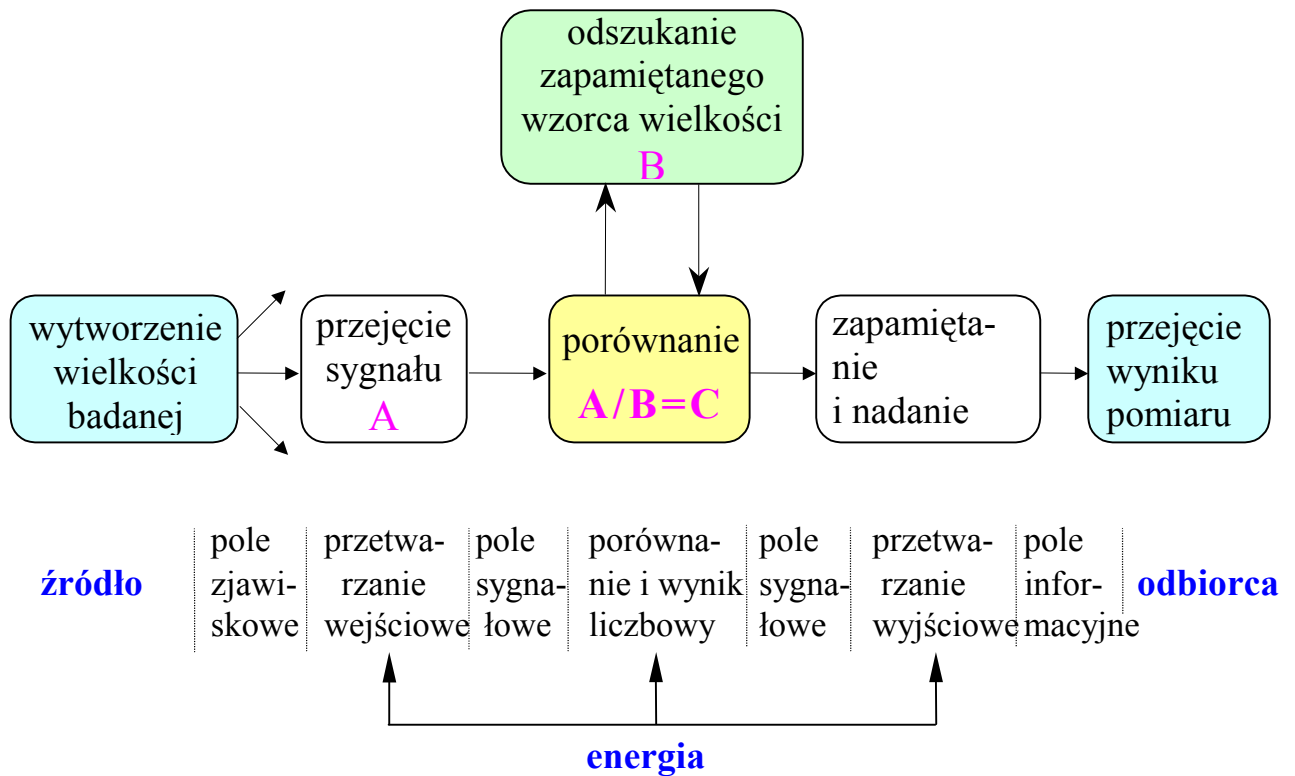


Wyniki obserwacji:

- subiektywne,
- niejednoznaczne,
- niekompletne,
- jakościowe,
- pośrednie



Ogólny schemat procesu pomiarowego



Czy wszystko potrafimy zmierzyć ?

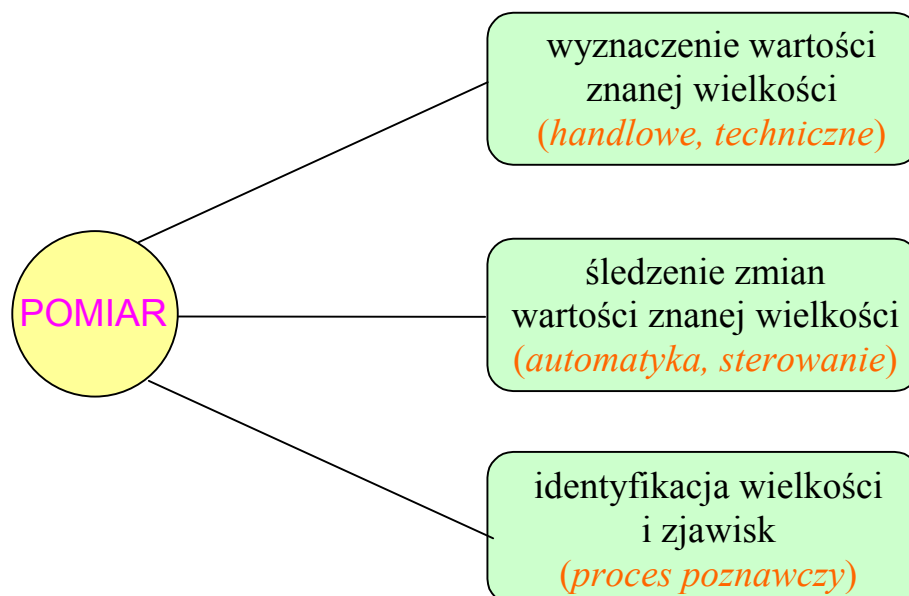
wielkości mierzalne \Rightarrow istnieje wzorec i jednostka
 wielkości niemierzalne \Rightarrow brak wzorca i jednostki

Wielkość mierzalna - cecha zjawiska, ciała lub substancji, którą można wyróżnić jakościowo i wyznaczyć ilościowo

Metrologia, jej rola w dzisiejszym świecie:

- metrologia jest podstawową częścią infrastruktury dzisiejszego świata;
- ekonomiczny sukces większości przemysłów wytwórczych jest bezpośrednio zależny od jakości wytworzonych produktów - wymagania w którym metrologia spełnia kluczową rolę;
- zdrowie i bezpieczeństwo ludzkie zależne jest od wiarygodności pomiarów w diagnostyce i opiece medycznej;
- ochrona środowiska w zakresie krótko- i długotrwałych destrukcyjnych efektów działalności przemysłu (człowieka) może być tylko zapewniona na podstawie dokładnych i wiarygodnych pomiarów;
- poznanie nowych i weryfikacja znanych praw fizycznych są możliwe gdy przyjmowane hipotezy mogą być zweryfikowane przynajmniej jakościowo - wymagają pomiarów najwyższej dokładności.

Zadania procesu pomiarowego:



Przykład

Charakterystyka aparatury pomiarowej bloku nr 1 w elektrowni "Opole"

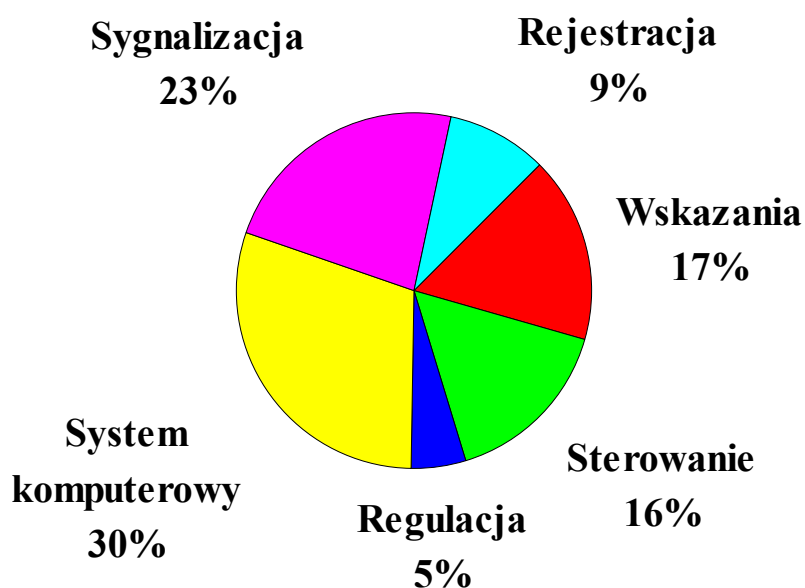
Ogólna liczba pomiarów ~ 2000 w tym: ~ 1620 przekazywanych do nastawni,
~ 380 bezpośrednio na obiekcie

Pomiary wielkości elektrycznych ~ 130
nieelektrycznych ~ 1490

Pomiary zdalne wielkości nieelektrycznych przekazywanych do nastawni bloku energetycznego 360 MW elektrowni "Opole"

Mierzona wielkość	Kocioł	Turbozespół
temperatura	512	290
ciśnienie	228	157
przepływ	48	31
poziom	23	82
częstość obrotów	15	8
przemieszczenie (drgania)	8	19
analiza	20	32
obserwacja płomienia	16	-
Razem	870	616

Wykorzystanie uzyskanej informacji:



U K Ł A D **S I** (*Systeme International*)

Przyjęty na XI GKM w 1960 roku.

Oparty na 7 wielkościach (jednostkach) podstawowych:

1. **Długość**, jednostka: metr **m**
 - metr jest to długość drogi przebytej w próżni przez światło w czasie $1/299\,792\,458$ sekundy.
2. **Masa**, jednostka: kilogram **kg**
 - kilogram jest to masa międzynarodowego wzorca jednostki masy przechowywanego w Międzynarodowym Biurze Miar w Sévres
3. **Czas**, jednostka: sekunda **s**
 - sekunda jest to czas równy $9\,192\,631\,770$ okresów promieniowania odpowiadającego przejściu między dwoma nadsubtelnymi poziomami podstawowego stanu atomu cezu 133
4. **Prąd elektryczny**, jednostka: amper **A**
 - amper jest to prąd elektryczny nie zmieniający się, który - płynąc w dwu równoległych prostoliniowych, nieskończenie długich przewodach o przekroju kołowym znikomo małym, umieszczonych w próżni w odległości 1 m jeden od drugiego - wywołałby między tymi przewodami siłę $2 \cdot 10^{-7}$ N na 1 metr długości
5. **Temperatura**, jednostka: kelwin **K**
 - kelwin jest to $1/273,16$ część temperatury termodynamicznej punktu potrójnego wody.
6. **Światłość**, jednostka: kandela **cd**
 - kandela jest to światłość jaką ma w określonym kierunku źródło emitujące promieniowanie monochromatyczne o częstotliwości $540 \cdot 10^{12}$ Hz i którego natężenie w tym kierunku jest równe $1/583$ W/sr (wata na steradian)
7. **Liczność materii**, jednostka: **mol**
 - mol jest to licznosc materii wyrażona liczbą cząsteczek materii, równą liczbie atomów zawartych w masie 0,012 kg węgla 12

Jednostki pomocnicze:

Kąt płaski - jednostka: **radian**

- kąt płaski zawarty między promieniami koła, wycinający z jego okręgu łuk o długości równej promieniowi tego koła

Kąt bryłowy - jednostka: **steradian**

- kąt bryłowy o wierzchołku w środku kuli wycinający z jej powierzchni część równą powierzchni kwadratu o boku równym promieniowi tej kuli.

Jednostki pochodne - przykłady:

Wielkość fizyczna	Jednostka	Uwagi
siła	$N = \text{kg m s}^{-2}$	
	$\text{kG} = 9,81 \text{ kg m s}^{-2}$	poza układem SI
energia	$J = N \text{ m} = \text{kg m}^2 \text{ s}^{-2}$	
	$\text{cal} = 4,19 \text{ J} = 4,19 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-2}$	poza układem SI
moc	$W = J \text{ s}^{-1} = \text{kg m}^2 \text{ s}^{-3}$	
	$\text{kGm/s} = 9,81 \text{ N m s}^{-1} = 9,81 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3}$	poza układem SI
	$\text{KM} = 75 \text{ kGm/s} = 75 \cdot 9,81 \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3}$	poza układem SI
napięcie	$V = W \text{ A}^{-1} = \text{kg m}^2 \text{ s}^{-3} \text{ A}^{-1}$	

Jednostki krotne

deka	da	10^1	decy	d	10^{-1}
hekto	h	10^2	centy	c	10^{-2}
kilo	k	10^3	mili	m	10^{-3}
mega	M	10^6	mikro	μ	10^{-6}
giga	G	10^9	nano	n	10^{-9}
tera	T	10^{12}	piko	p	10^{-12}
peta	P	10^{15}	femto	f	10^{-15}
egza	E	10^{18}	atto	a	10^{-18}
zetta	Z	10^{21}	zepto	z	10^{-21}
jotta	Y	10^{24}	jokto	y	10^{-24}

Wzory wielkościowe i przystosowane

Przy stosowaniu wzorów wielkościowych wynik jest niezależny od tego którym spójnym układem się posłużymy.

Wzór wielkościowy:

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot M_0 \quad \Rightarrow \quad M_0 = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n}$$

Wzory przystosowane:

$$(M_0)_{\text{kG}\cdot\text{cm}} = 97400 \cdot \frac{(P)_{\text{kW}}}{(n)_{\text{obr/min}}}$$

$$(M_0)_{\text{kG}\cdot\text{cm}} = 71620 \cdot \frac{(P)_{\text{KM}}}{(n)_{\text{obr/min}}}$$

Wybrane jednostki miar stosowane w krajach anglosaskich

masa:

1 pound	funt	1 lb = 0,45359 kg
1 ounce avoirdupois	uncja handlowa	1 oz = 0,02835 kg
1 ounce apothecary	uncja aptekarska	1 oz apoth = 0,0311035 kg

długość:

1 yard	jard	1 yd = 0,9144 m
1 inch	cal	1 in (1") = 0,0254 m
1 foot	stopa	1 ft (1') = 0,3048 m
1 mile (international, statute)	mila międzynarodowa statutowa	1 mile = 1609,347 m
1 mile (international, nautical)	mila morska statutowa	1 mile = 1852 m

temperatura:

$$1^{\circ}\text{F} = 1 \text{ degree Fahrenheit} \quad \text{stopień Fahrenheita} \quad t[^{\circ}\text{F}] = \frac{9}{5} \cdot t[^{\circ}\text{C}] + 32$$

moc:

$$1 \text{ horsepower UK} \quad \text{koń mechaniczny angielski} \quad 1 \text{ hp} = 745,7 \text{ W}$$

ciśnienie:

1 psi = 1 pound per square inch	funt na cal kwadratowy
1 psf = 1 pound per square foot	funt na stopę kwadratową

Arkusz zadań do zajęć seminaryjnych z przedmiotu Podstawy Metrologii - przeliczanie jednostek

Przelicz na jednostki układu SI, przedstaw wynik w jednostkach podstawowych. Zastosuj do wyniku końcowego znane Ci zasady zaokrąglania wyników:

1. 0,10325 cal/(g·s);
 2. 0,021 cal/($^{\circ}\text{C}\cdot\text{dm}^2\cdot\text{s}$);
 3. $2710 \cdot 10^{-5}$ cal/mg;
 4. 134,68 kWh;
 5. $12^{\circ} 23'$;
 6. 1,0091 at;
 7. 0,27002 KM;
 8. $12,8 \text{ dm}^2$
 9. $17,205 \mu\text{cal}/(\text{hm}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}\cdot\text{h})$;
 10. $724,18 \text{ mcal}/(\mu\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}\cdot\text{h})$;
 11. $25^{\circ} 15'$;
 12. 125,01 at;
 13. 19,028 kGm;
 14. $12600 \text{ daG}/\text{cm}^2$;
 15. 14,2hl/min;
 16. $72,6 \text{ daPa}/\text{cm}^2$;
 17. $82,20 \text{ pC}/\text{cm}^2$;
 18. $14,6 \text{ k}\Omega/\text{dm}^2$;
19. Oblicz ciśnienie
- a) 79,15 mm słupa cieczy manometrycznej o gęstości $\rho = 13,48 \text{ g}/\text{cm}^3$
 - b) 150,29 dm słupa cieczy manometrycznej o gęstości $\rho = 0,825 \text{ g}/\text{cm}^3$
20. Oblicz gęstość materiału, z którego wykonano bryłę o objętości $V = 3462000 \mu\text{m}^3$, wywierającej nacisk na płaską powierzchnię siłą $F = 1,0024 \text{ cG}$;
21. Oblicz objętość
- a) kuli o średnicy $d = 2,408 \text{ mm}$;
 - b) walca o średnicy podstawy $d_w = 28,16 \text{ cm}$ i wysokości $h = 3,8 \cdot 10^2 \text{ mm}$;
 - c) prostopadłościanu o bokach $a = 0,1601 \text{ m}$, $b = 2,17 \text{ dm}$, $c = 0,40 \cdot 10^6 \mu\text{m}$;
22. Oblicz moc
- a) silnika spalinowego, jeżeli dla częstości $n = 3500 \text{ obr}/\text{min}$ dysponuje on momentem obrotowym $M = 17,42 \text{ kGm}$;
 - b) grzałki elektrycznej, przez którą płynie prąd $I = 1,94 \text{ A}$ o napięciu $U = 220 \text{ V}$;
 - c) potrzebną do przesunięcia pewnej masy, jeżeli do tego celu użyto siły $F = 200,08 \cdot 10^2 \text{ kG}$ skierowanej pod kątem $\alpha = 12^{\circ} 36'$ do poziomu (skierowaną ku górze) na drodze $s = 0,012 \cdot 10^3 \text{ m}$ w czasie $t = 0,58 \text{ h}$;
23. Oblicz ciepło
- a) topnienia bryły materiału X o masie $m = 132,7 \text{ dag}$ o cieple właściwym topnienia $c_t = 0,0643 \text{ mcal}/\mu\text{g}$;
 - b) ogrzania klocka o masie $m = 1052 \text{ g}$ od temperatury 23°C do temperatury 348 K , jeżeli ciepło właściwe materiału, z którego wykonano klocek wynosi $c = 1,0242 \text{ dcal}/(\text{hg} \cdot ^{\circ}\text{C})$;
24. Oblicz strumień ciepła przenikający przez ściankę o grubości $g = 1,238 \text{ dm}$, jeżeli $\lambda = 0,953 \text{ cal}/(\text{cm} \cdot ^{\circ}\text{C}\cdot\text{s})$, $\Delta T = 17^{\circ}\text{C}$, ($Q = \lambda \cdot g \cdot \Delta T$);
25. Oblicz spadek ciśnienia $\Delta p = p_1 - p_2$, gdzie p_1 określone jest wysokością $132,09 \text{ mm}$ słupa cieczy manometrycznej o gęstości $\rho = 1,025 \text{ mg}/\text{cm}^3$ a p_2 wynika z nacisku siły $F = 634 \text{ mG}$ na powierzchnię $A = 0,0034 \text{ dm}^2$.

ODPOWIEDZI:

1. $0,43229 \cdot 10^3 \frac{m^2}{s^3}$, 2. $8,8 \frac{kg}{K s^3}$, 3. $0,11346 \cdot 10^6 \frac{m^2}{s^2}$, 4. $482,40 \cdot 10^6 \frac{kg m^2}{s^2}$, 5. $0,2161 rad$,
6. $9,8959 \cdot 10^4 \frac{kg}{m s^2}$, 7. $198,599 \frac{kg m^2}{s^3}$, 8. $0,128 m^2$, 9. $0,020009 \cdot 10^{-10} \frac{kg}{K s^3}$,
10. $0,84222 \cdot 10^9 \frac{kg}{K s^3}$, 11. $0,4407 rad$, 12. $1227,18 \cdot 10^4 \frac{kg}{m s^2}$, 13. $186,601 \frac{kg m^2}{s^2}$,
14. $123,6 \cdot 10^6 \frac{kg}{m s^2}$, 15. $0,0237 \frac{m^3}{s}$, 16. $72,6 \cdot 10^5 \frac{kg}{m^3 s^2}$, 17. $82,20 \cdot 10^{-8} \frac{A s}{m^2}$,
18. $14,6 \cdot 10^5 \frac{kg}{A^2 s^3}$, 19. $10,463 \cdot 10^3 \frac{kg}{m s^2}$, 20. $121,6 \cdot 10^3 \frac{kg}{m s^2}$, 21a. $7,311 \cdot 10^{-9} m^3$,
21b. $2,3 \cdot 10^{-2} m^3$, 21c. $0,0139 m^3$, 22a. $62,6 \cdot 10^3 \frac{kg \cdot m^2}{s^3}$ (przyjęto 3 m.z. dla n),
22b. $430 \frac{kg \cdot m^2}{s^3}$, 22c. $1,1 \cdot 10^3 \frac{kg \cdot m^2}{s^3}$, 23a. $357 \cdot 10^3 \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$, 23b. $23 \cdot 10^3 \frac{kg \cdot m^2}{s^2}$,
24. $840 \frac{kg \cdot m^2}{s^3}$, 25. $1,1 \cdot 10^3 \frac{kg}{m \cdot s^2}$