

# ☞ Termometr dylatacyjny

☐ cieczowy szklany



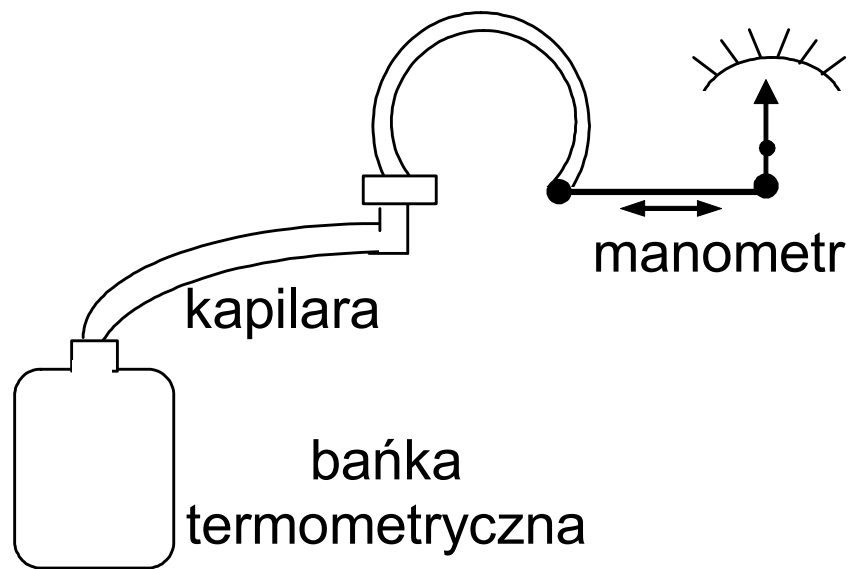
☐ mechaniczny

- *bimetaliczny*
- *wydłużeniowy*



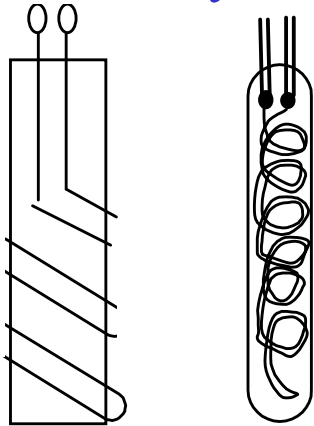
# ☞ Termometr manometryczny

(gazowy)



# ☞ Termometr oporowy

## ☐ metalowy



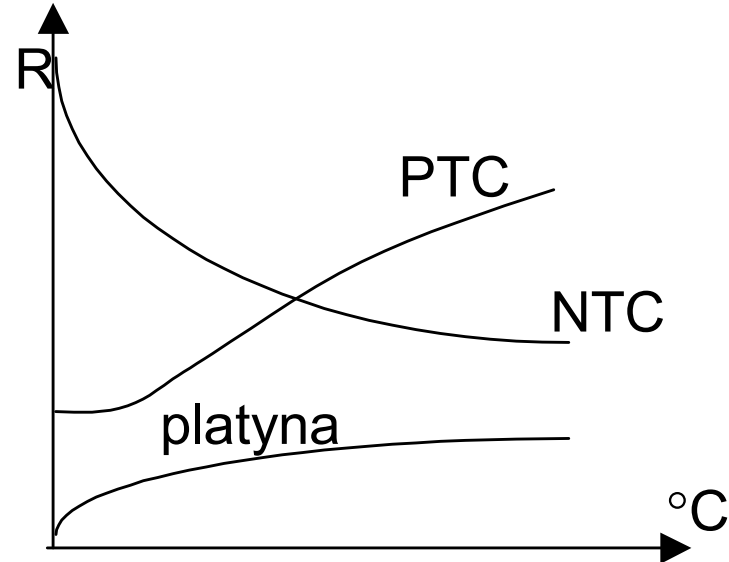
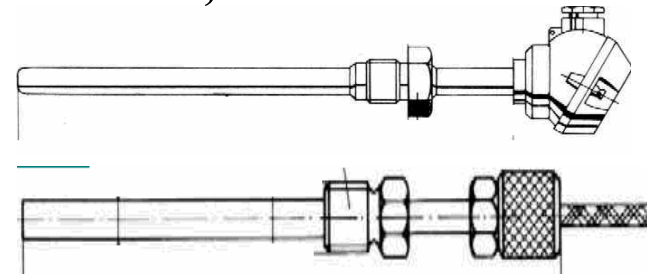
bifilarne uzwojenie  
t. metalowych

## ☐ termistor

*NTC, PTC, CTC*

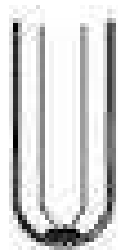
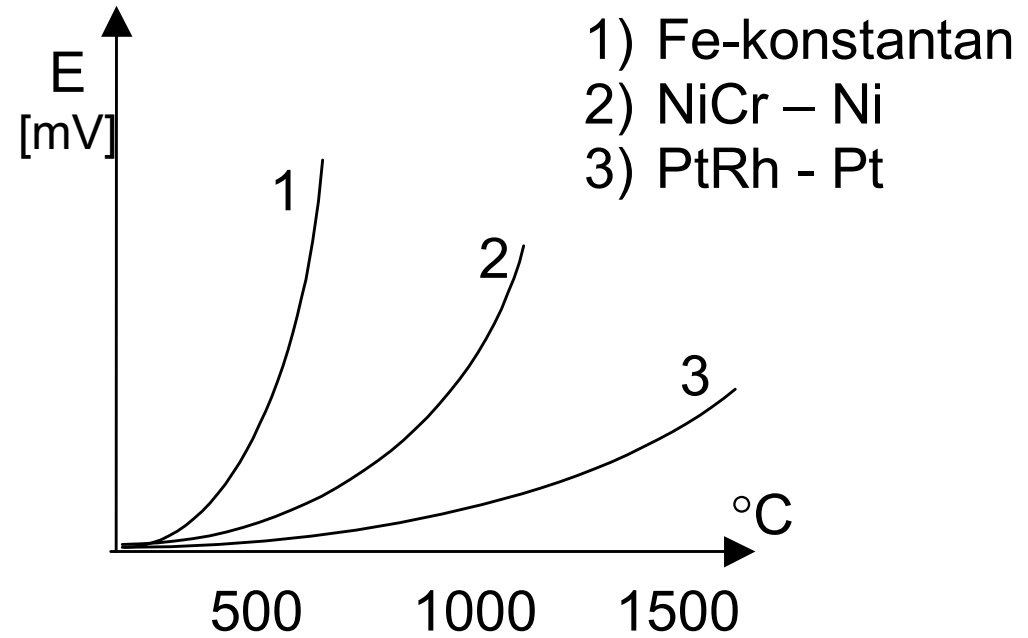
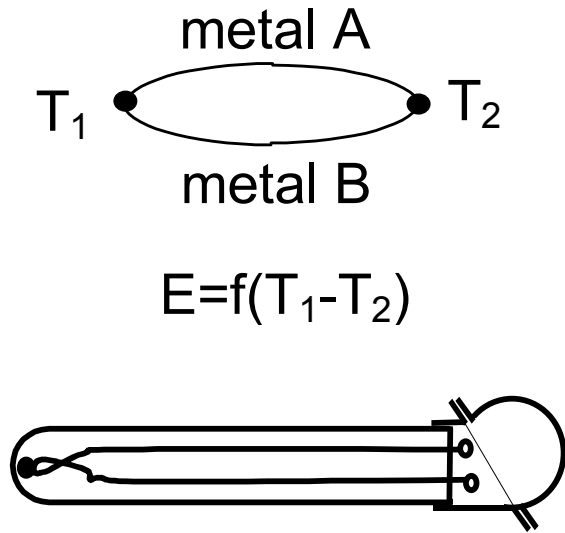
## ☐ ceramiczny

*Pt 100, Ni 100*

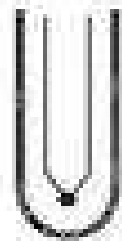


*Charakterystyki t. oporowych*

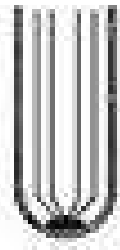
# ☞ Termoelementy (termopary)



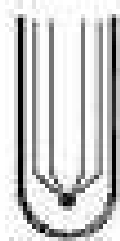
SP



SO



SP



SOA



SOB



SE

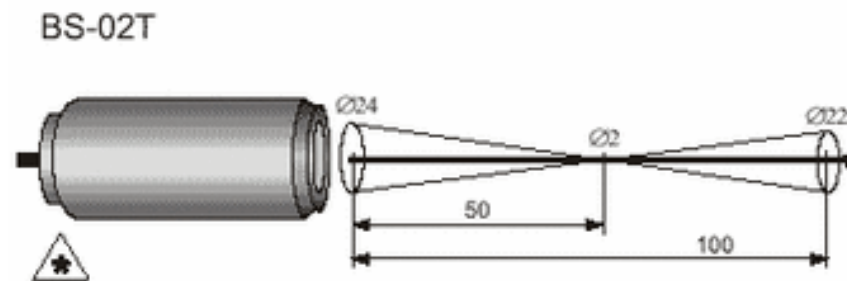
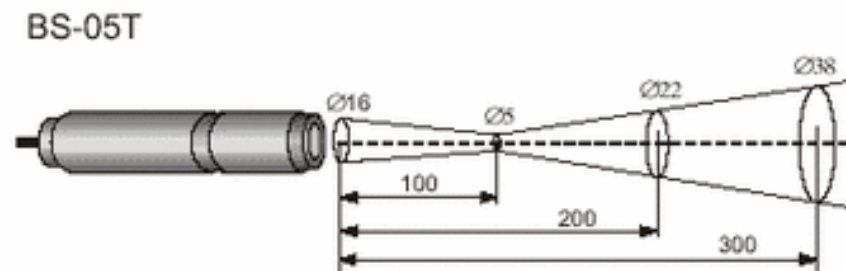
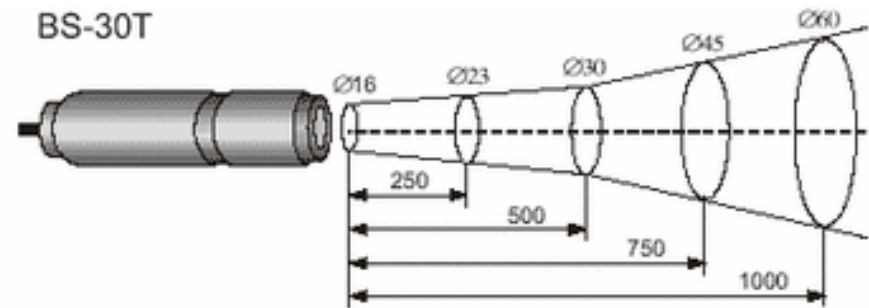


SO2

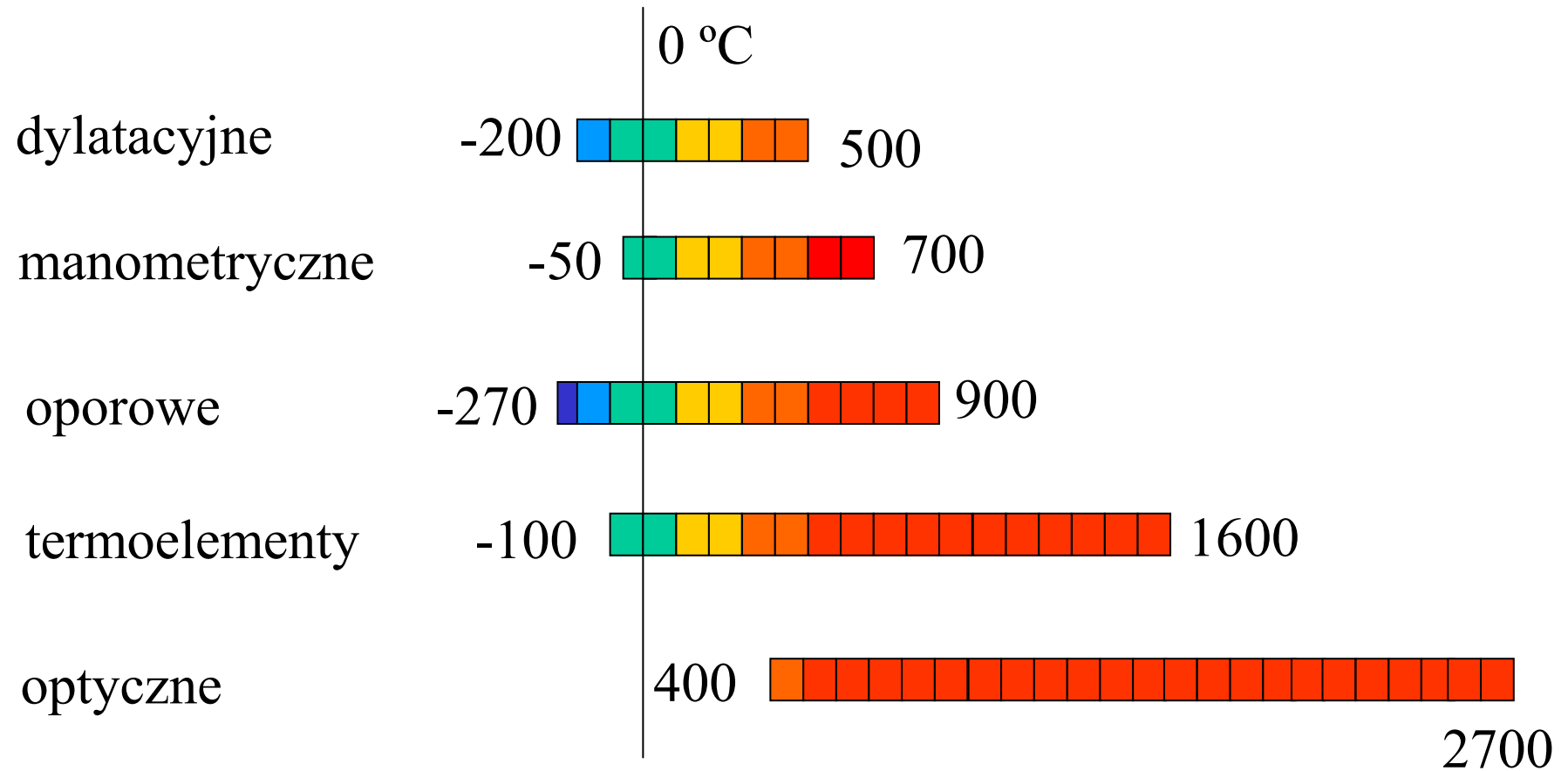
# ☞ Pirometry (termometry optyczne)



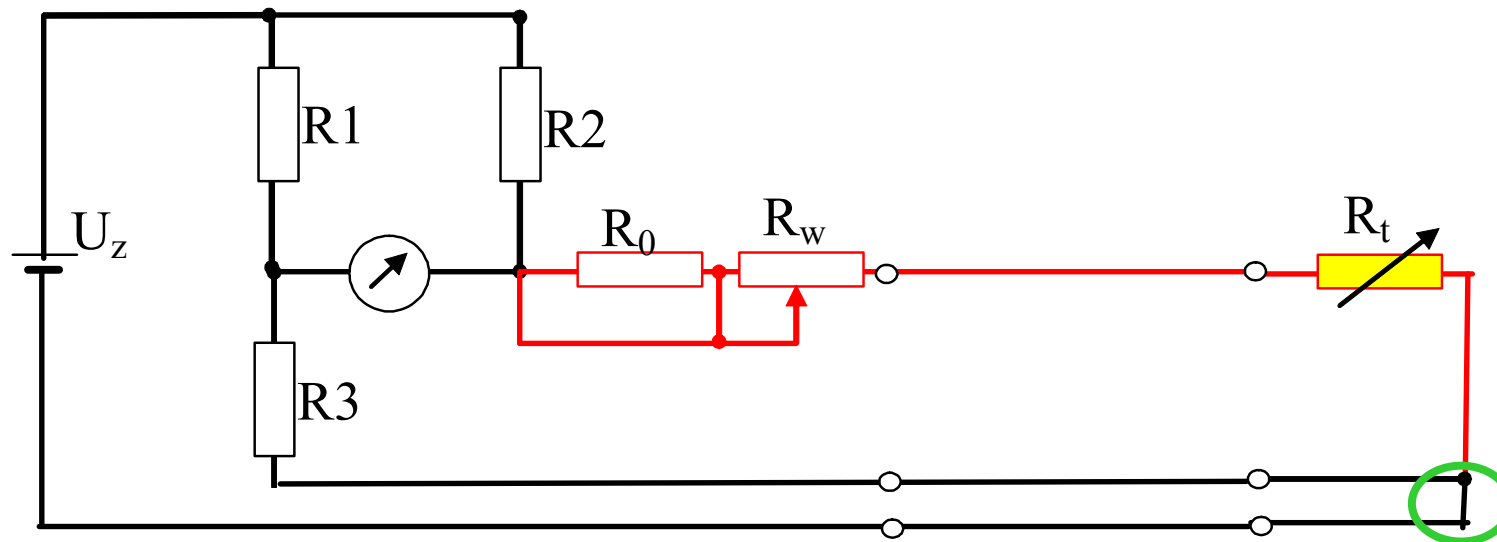
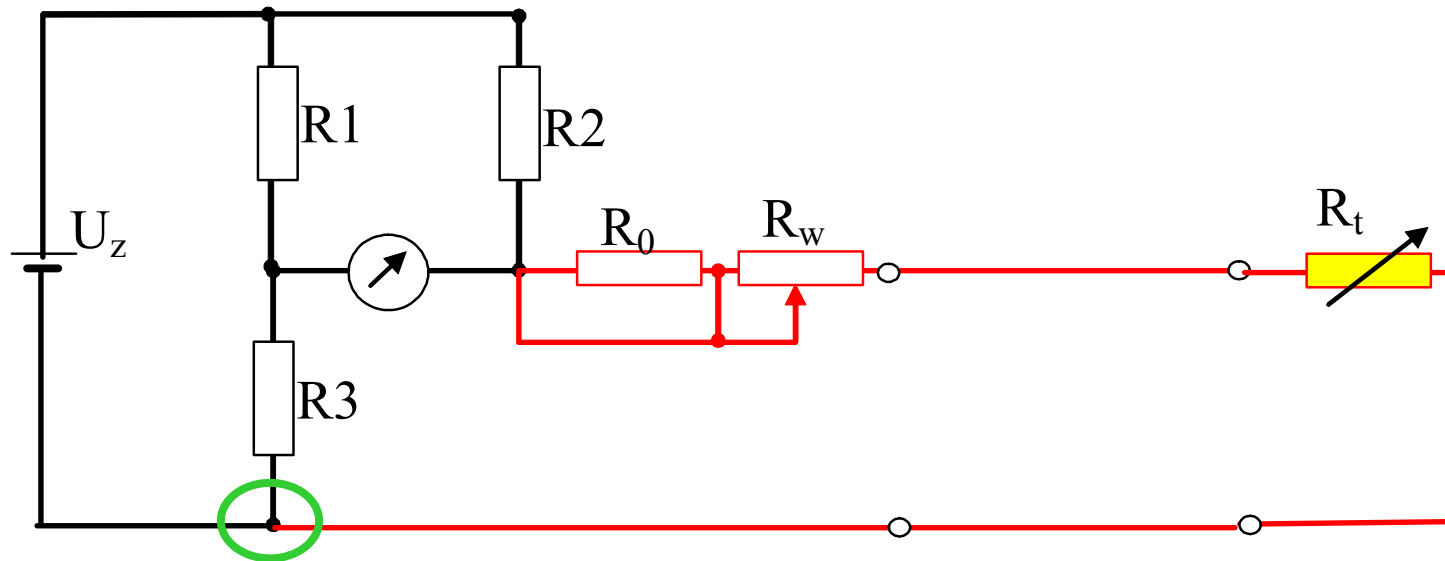
- promieniowania globalnego
- monochromatyczne
- dwubarwne



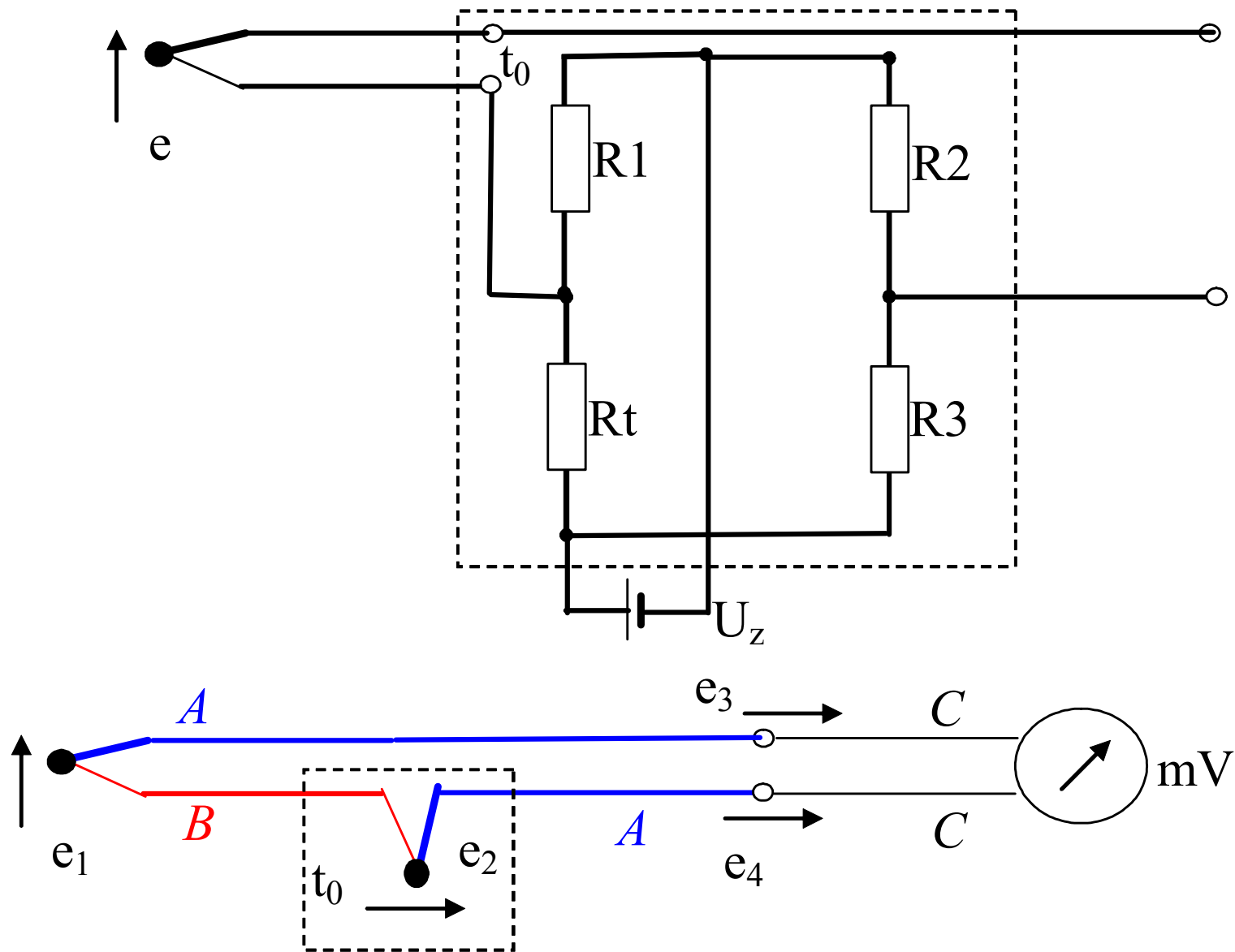
# Zakresy stosowania



# Układy pomiarowe dla t. oporowego



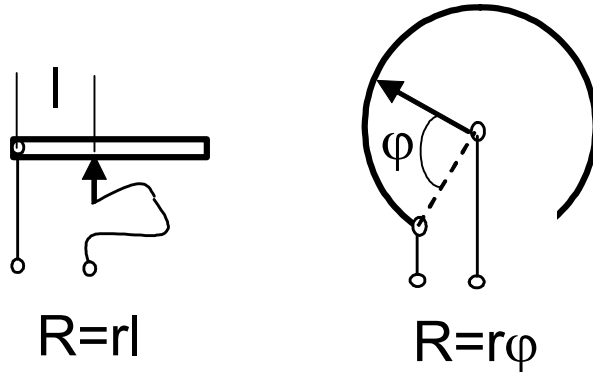
# Układy pomiarowe dla termoelementu



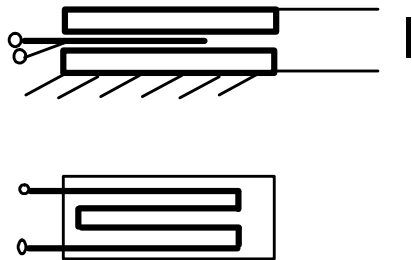


# Czujniki przesunięcia (siły)

☞ opornikowe stykowe



☞ tensometryczno-oporowe



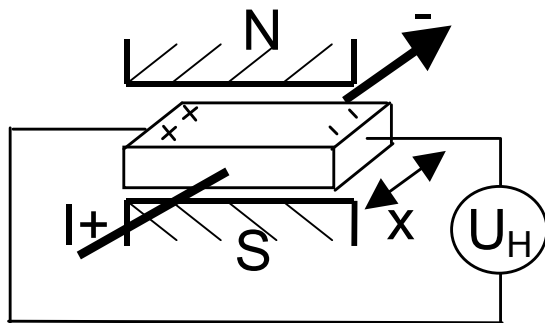
☞ Czujniki piezoelektryczne

☞ Czujniki piezomagnetyczne

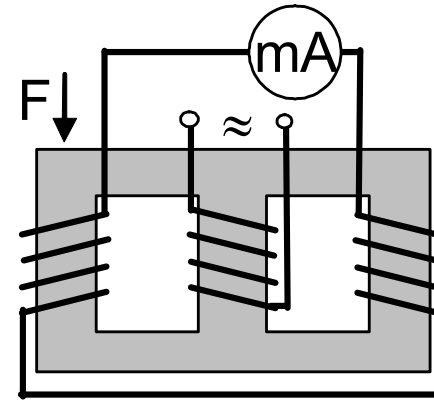
☐ cz.p.dławikowy

☐ cz.p.transformatorowy

☞ Hallotrony

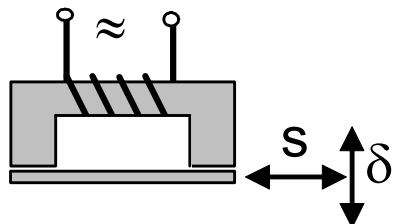


$$U_H = kIB$$



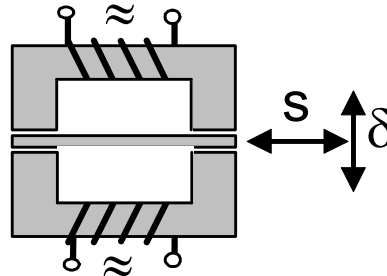
# ☞ Czujniki indukcyjne

☐ cz. dławikowy

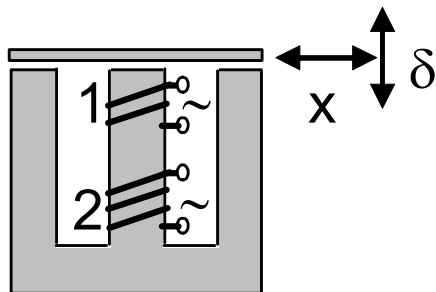


$$L \approx s \mu_0 W^2 / \delta$$

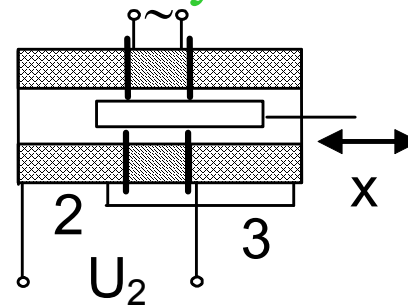
☐ różnicowy cz. dławikowy



☐ cz. transformatorowy

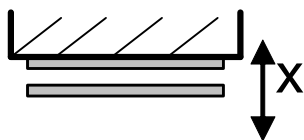


☐ różnicowy cz. transformatorowy

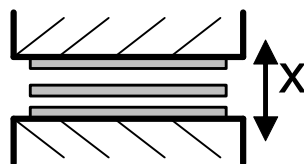


# ☞ Czujniki pojemnościowe

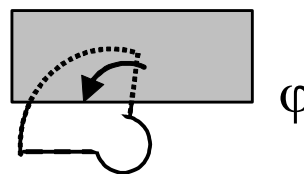
☐ płaski



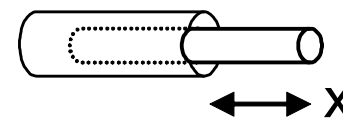
☐ różnicowy, płaski



☐ obrotowy



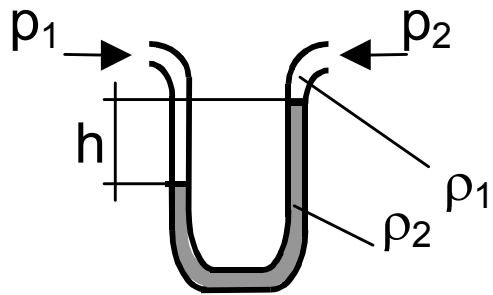
☐ cylindryczny



# ☞ Manometry hydrostatyczne

## ☐ U-rurka

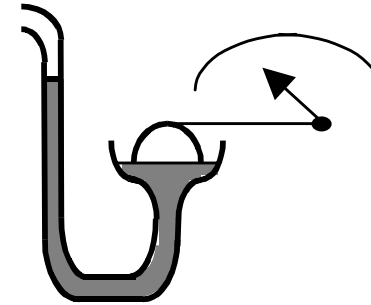
U-rurka



$$p_1 - p_2 = gh(\rho_1 - \rho_2)$$

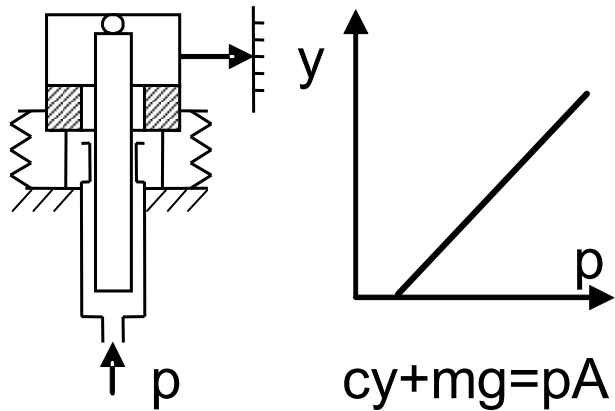
## ☐ pływakowy

m.pływakowy

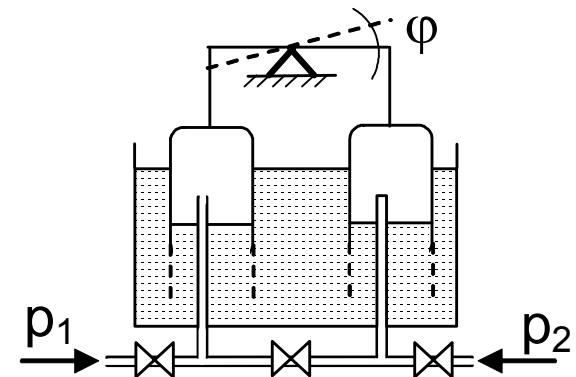
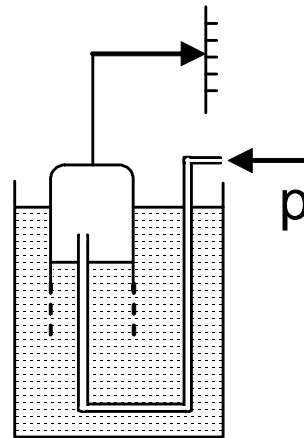


# ☞ Manometry hydrauliczne

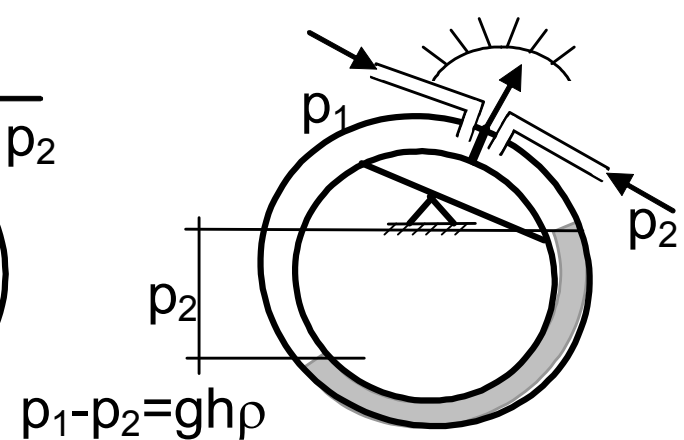
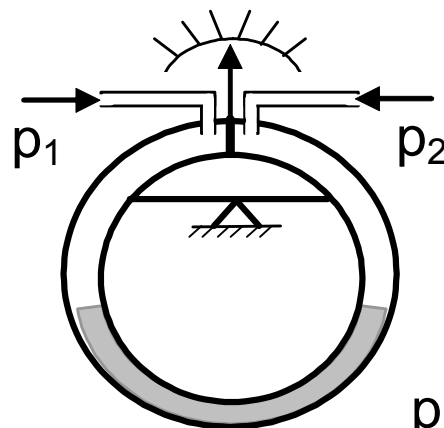
## ☐ tłokowy



## ☐ dzwonowy

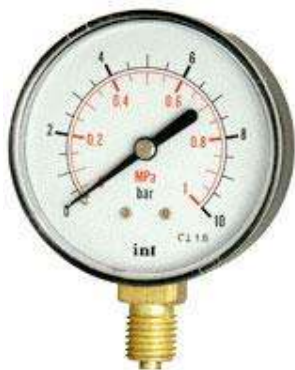
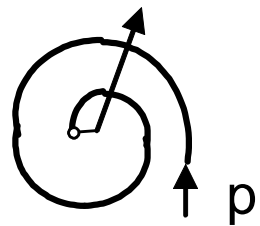


## ☐ waga pierścieniowa

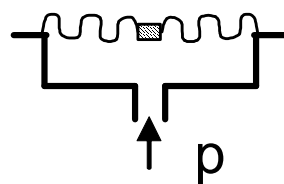


# ☞ Manometry sprężyste

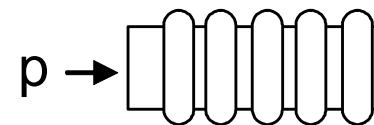
☐ rurka Bourdona



☐ membrana (przepona)

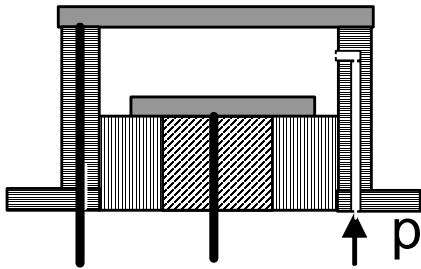


☐ mieszek

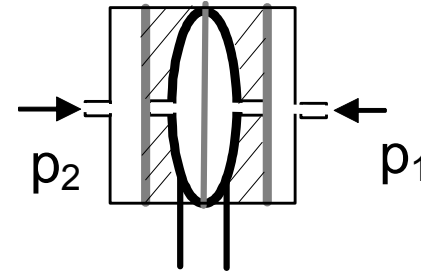


# ☞ Manometry elektryczne

## ☐ pojemnościowy



## ☐ różnicowy, pojemnościowy



# ☞ Manometry z czujnikami siły



z czujnikiem  
piezorezystancyjnym



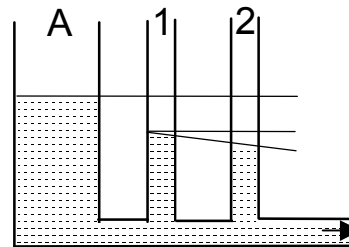
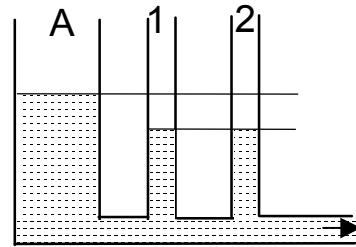
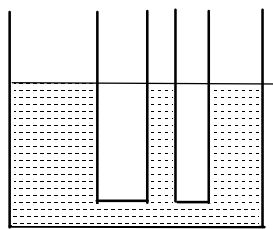
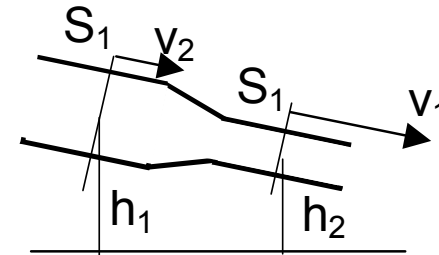
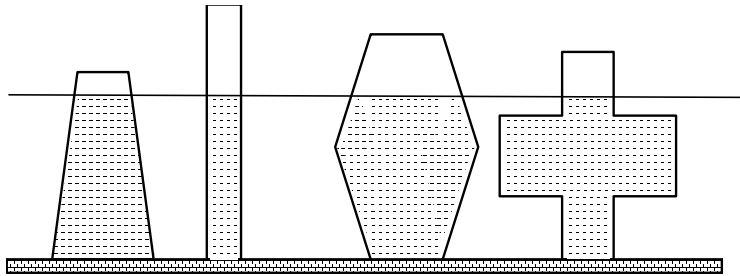
z czujnikiem  
tensometrycznym



z czujnikiem  
• piezoelektrycznym  
• tensometrycznym

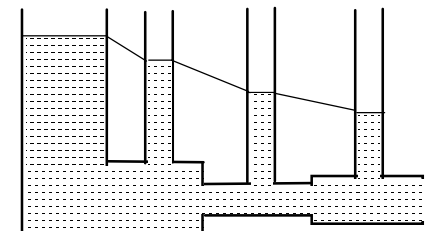
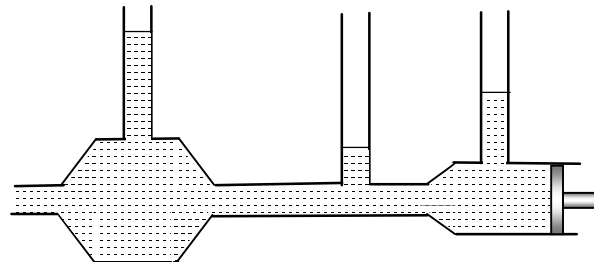
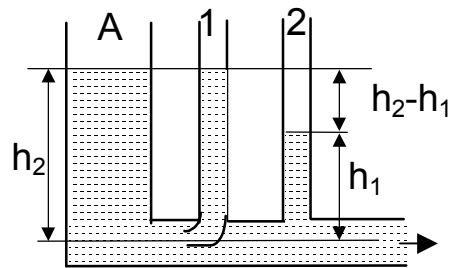


# ☞ Montaż manometrów



$$W + E_p + E_k = const$$

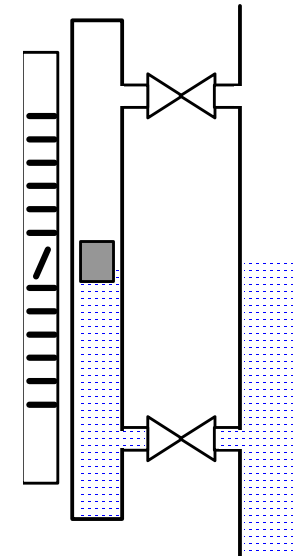
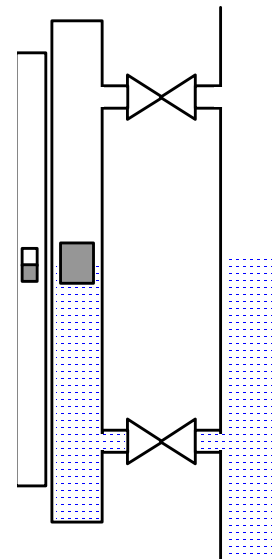
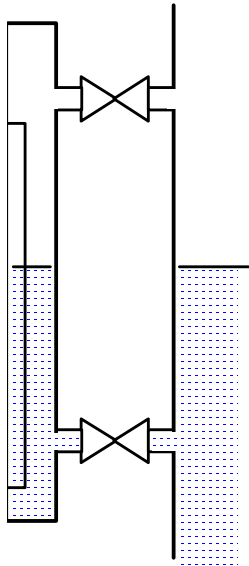
$$p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho v^2 = const$$



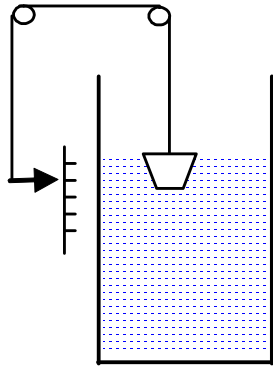
# ☞ Wodowskazy – naczynia połączone

☐ szklane

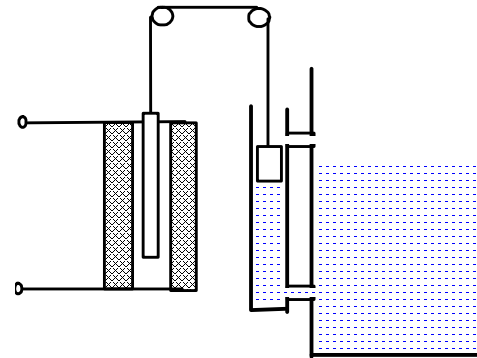
☐ magnetyczne



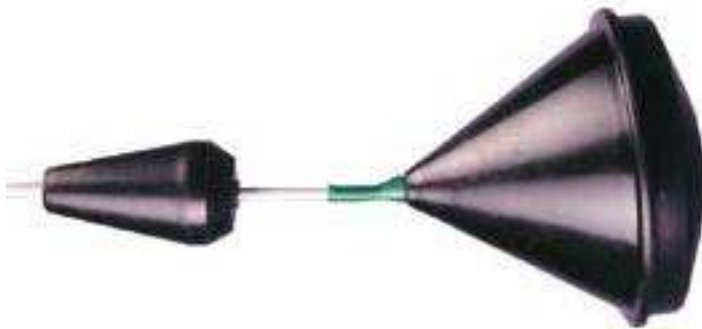
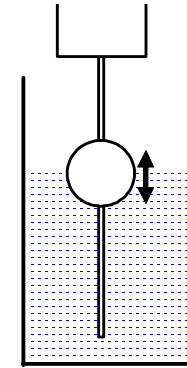
# ☞ Poziomowskazy pływakowe



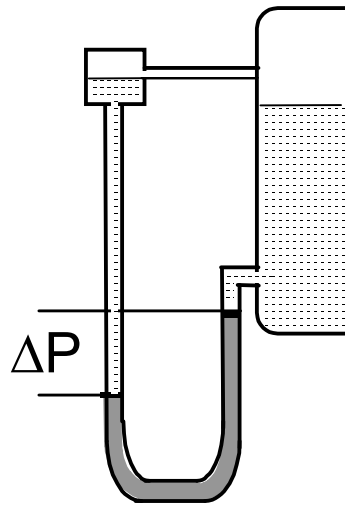
☐ indukcyjne



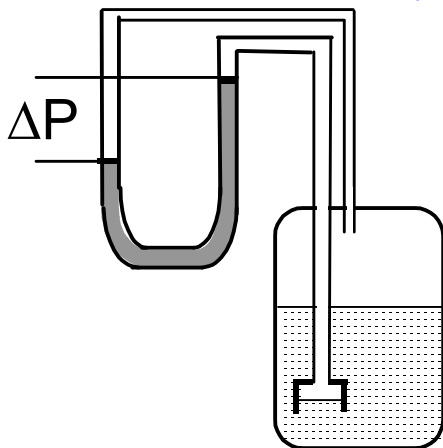
☐ rezystancyjne



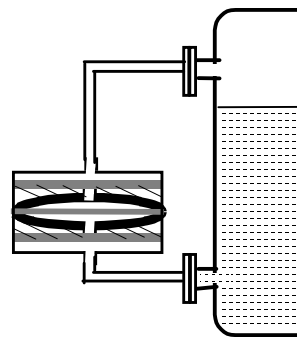
# 👉 Hydrostatyczne mierniki poziomu



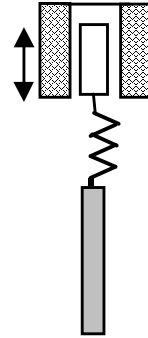
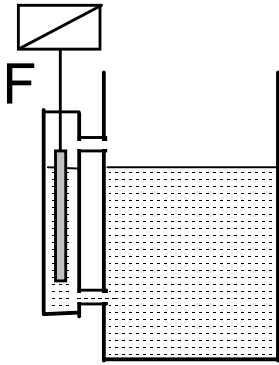
▣ dzwonowy



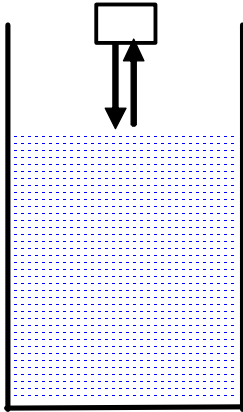
▣ pojemnościowy



☞ Nurnikowe mierniki poziomu  
(wypornościowe)



# ☞ Ultradźwiękowe mierniki poziomu



# ☞ Radarowe mierniki poziomu



# Inne mierniki poziomu

☞ pojemnościowe

☞ oporowe

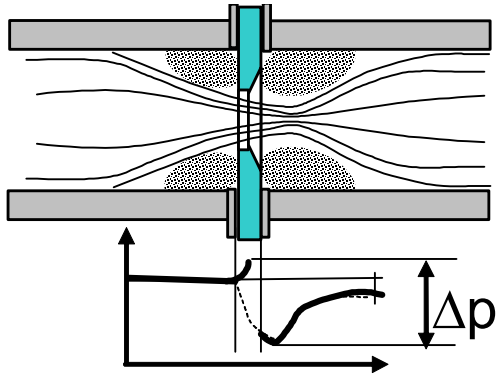
☞ termometryczne



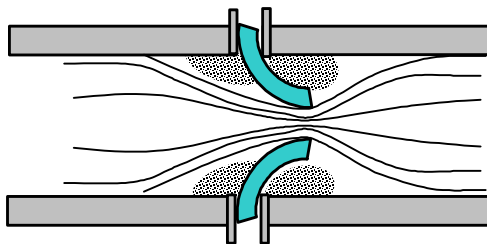


# ☞ Przepływomierze zwężkowe

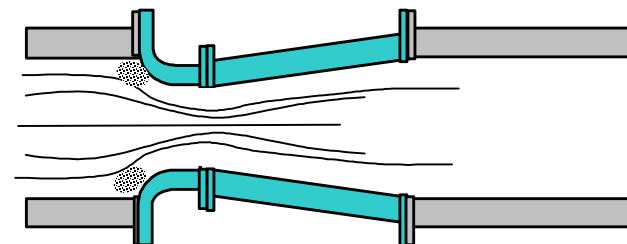
☐ kryza pomiarowa



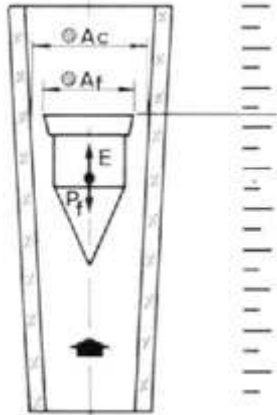
☐ dysza pomiarowe



☐ zwężka Venturiego



# ☞ Rotametry



szkło



metal

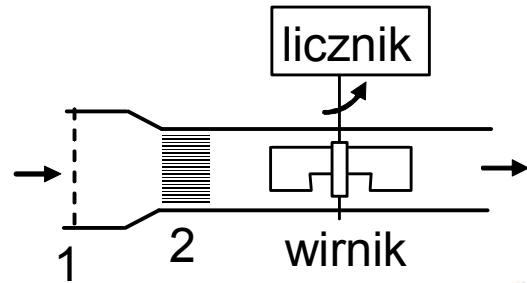
plastik



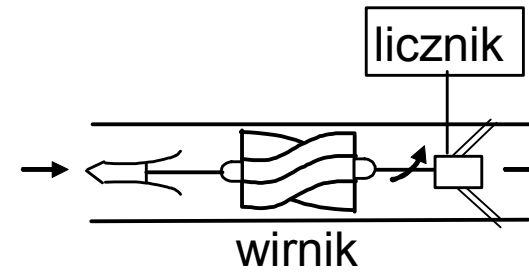
tablicowy

# ☞ Przepływomierze wirnikowe

☐ skrzydełkowe (łopatkowe)



☐ śrubowe

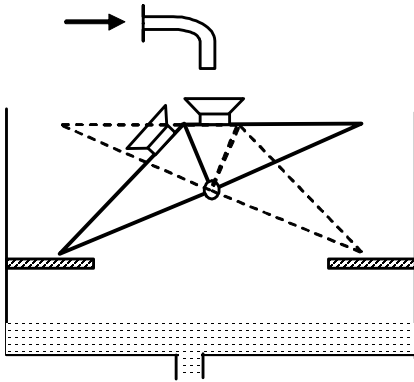


☐ turbinowe

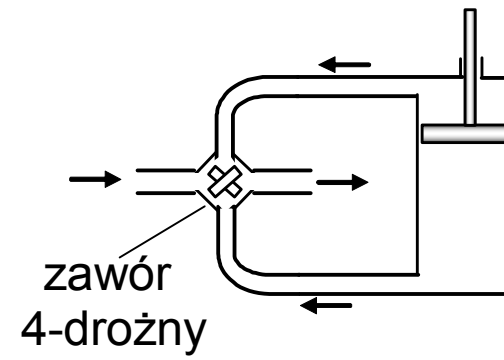


# ☞ Przepływomierze komorowe

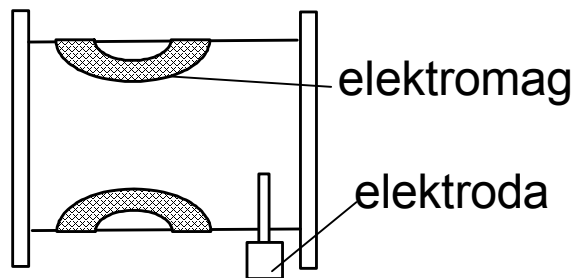
☐ uchylne



☐ tłokowe

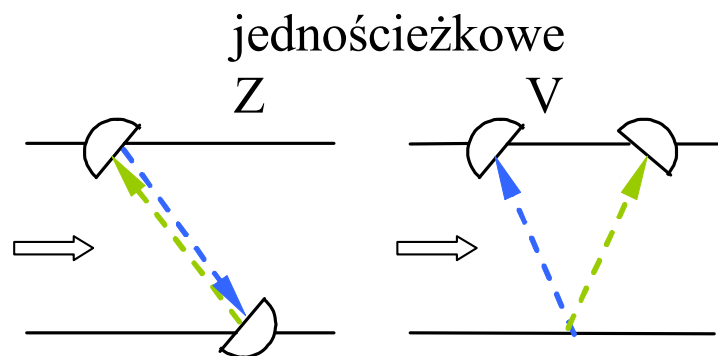


# ☞ Przepływomierze indukcyjne (elektromagnetyczne)

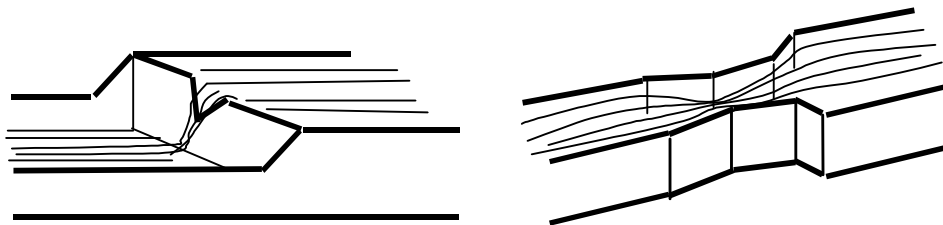


# ☞ Przepływomierze ultradźwiękowe

- ☐ pomiar w przewodach zamkniętych



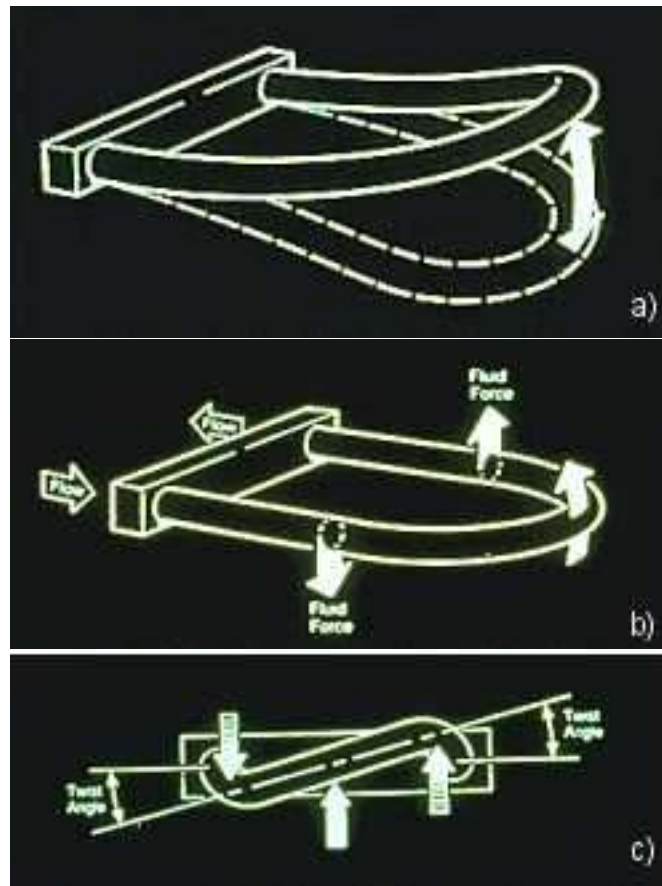
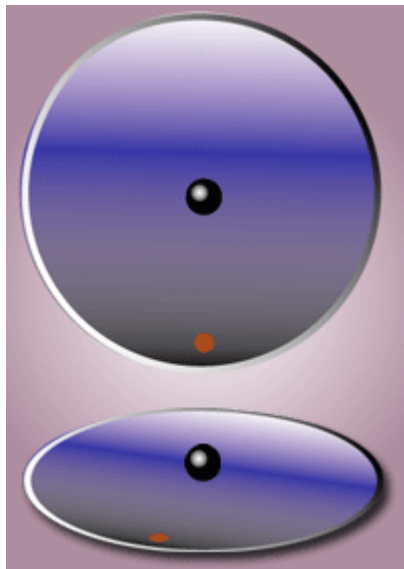
- ☐ pomiar w kanałach otwartych



# ☞ Przepływomierze kalorymetryczne

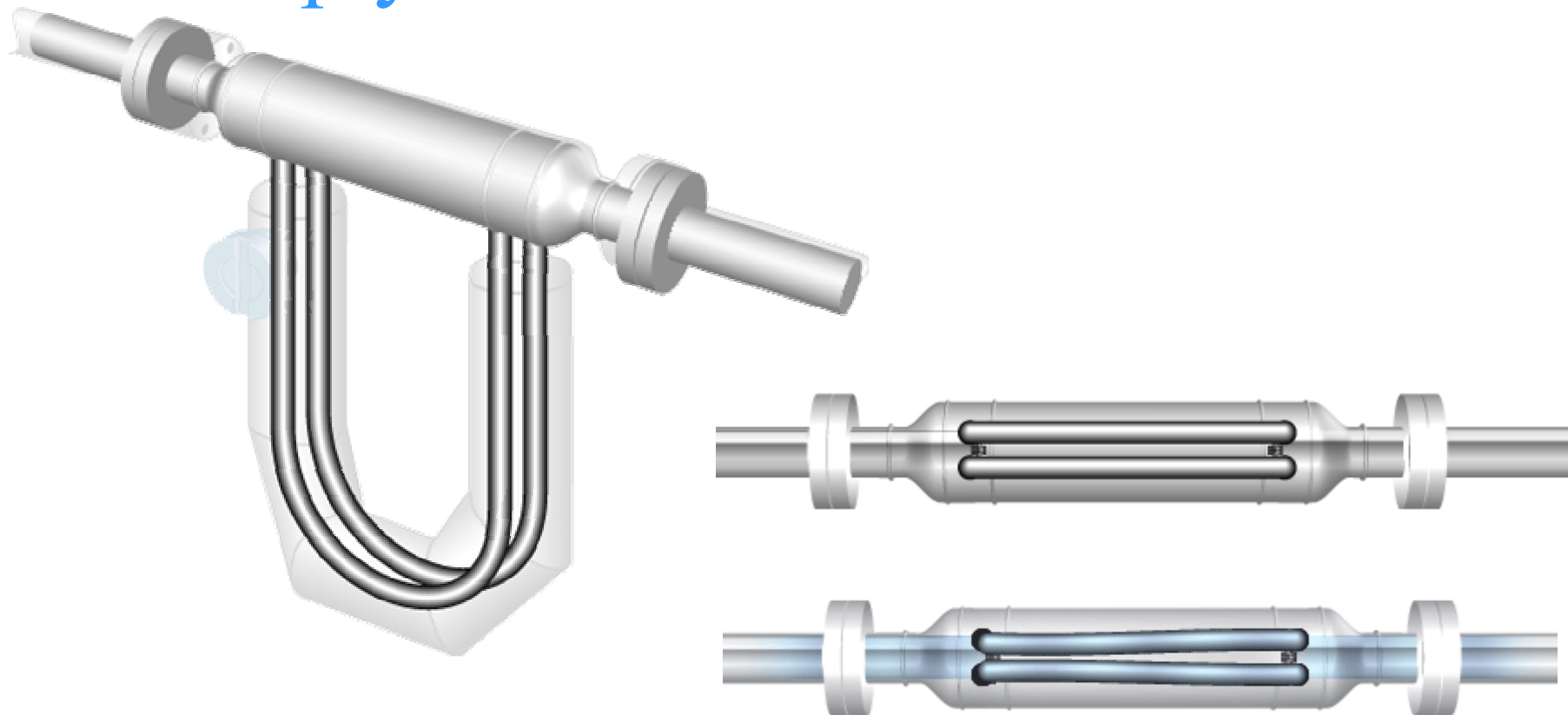


# ☞ Przepływomierze masowe Coriolisa



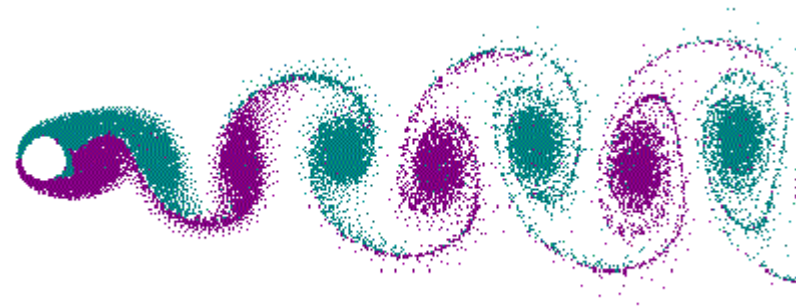
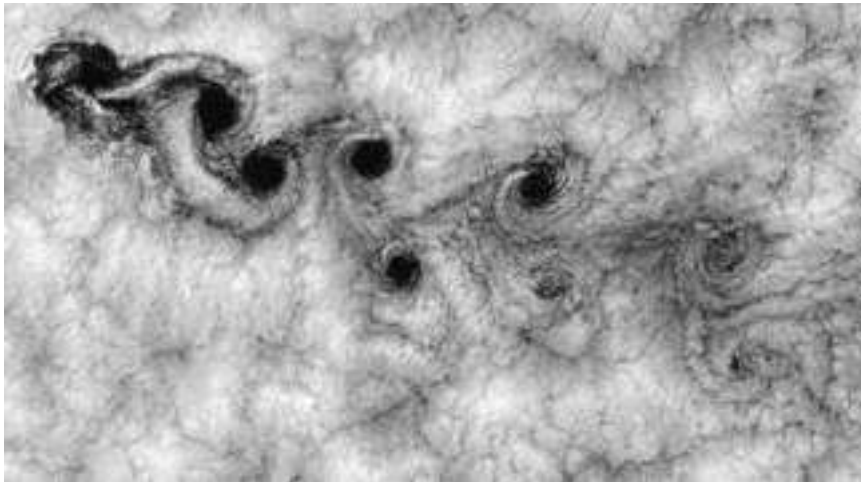


# ☞ Przepływomierze masowe Coriolisa



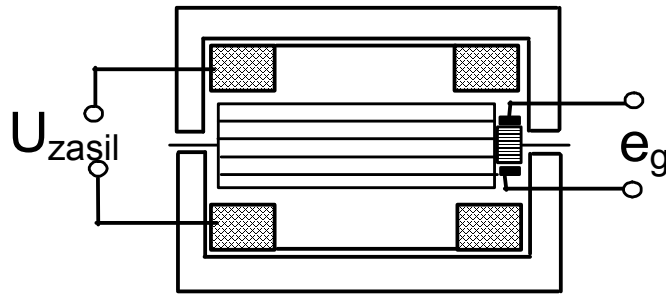
# ☞ Przepływomierze wirowe (metoda Vortex)

efekt von Karmana

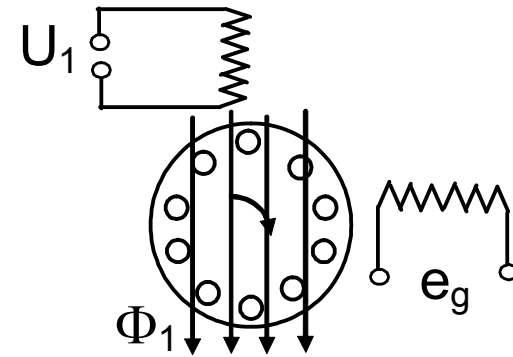


# ☞ Prądnica tachometryczna

☐ prądu stałego



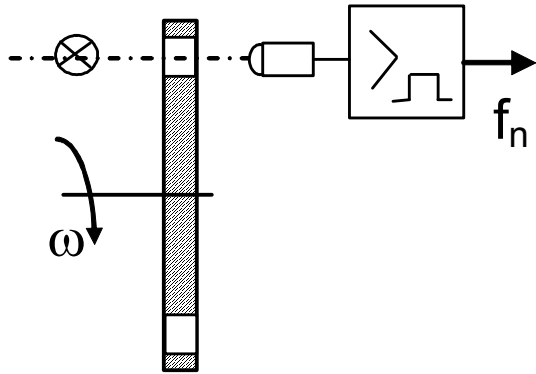
☐ prądu zmiennego



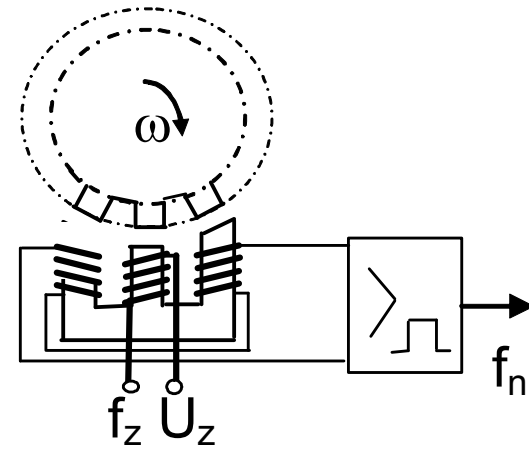
# Cyfrowy pomiar prędkości

(impulsator, enkoder)

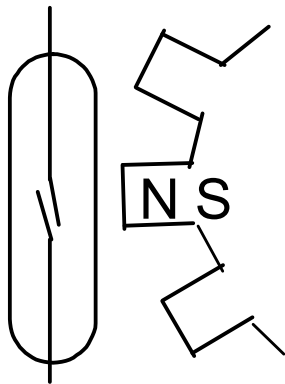
☞ fotoelektryczny



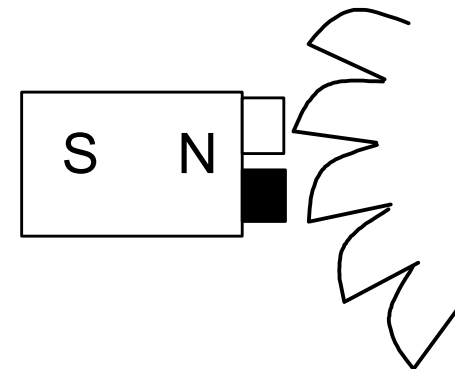
☞ transformatorowy



☞ przekaźnikowy



☞ magnetorezystancyjny



# Wybór czujnika

- ✓ mierzona wielkość
- ✓ zakres
- ✓ dokładność przetwarzania (klasa, pomiar rozliczeniowy)
- ✓ połączenie czujnika i obiektu (przyłącze, miejsce)
- ✓ ch-ki dynamiczne czujnika
- ✓ warunki eksploatacji (np. Ex, zapylenie, wilgoć)
- ✓ niezawodność działania (np. okresowa kalibracja)
- ✓ gabaryty, ciężar
- ✓ złożoność aparatury dodatkowej
- ✓ poziom kwalifikacji personelu eksploatującego
- ✓ koszt czujników i aparatury pomocniczej
- ✓ dopuszczalny stopień niepowtarzalności egzemplarzy czujnika
- ✓ rozróżnialność sygnału mierzonego

# Pomiary fizykochemiczne

❖ pH

❖ przewodności  
(konduktometr)

❖ potencjału redox

❖ zawiesiny

❖ wilgotności  
(higrometr)

❖ twardości wody

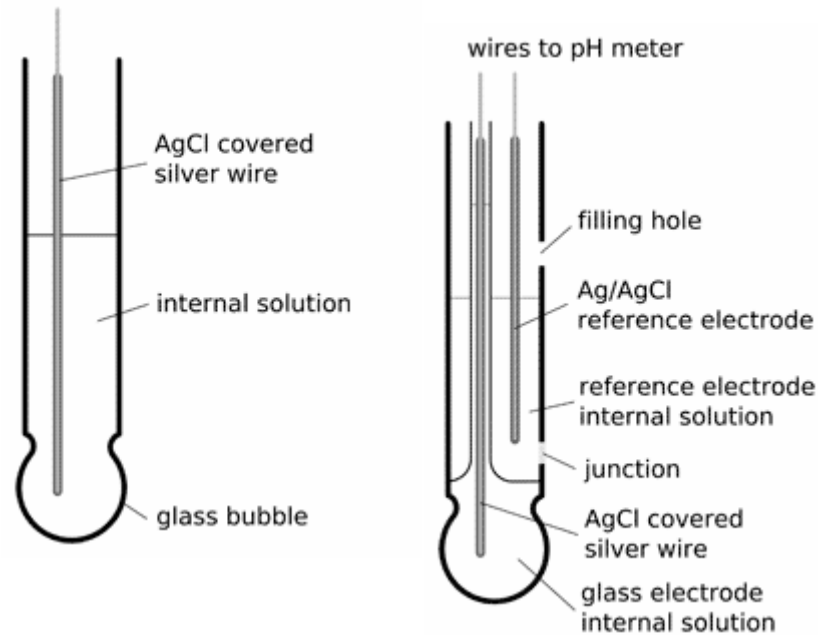
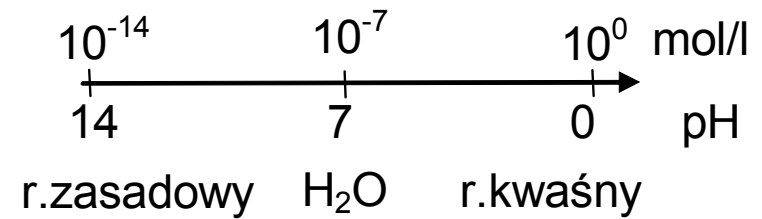
❖ składu chemicznego

❖ stężenia  
(refraktometr)

❖ tlenu

# ❖ pH

- stężenie jonów wodorowych ( $H^+$ )
- w praktyce od  $10\text{mol/l}$  do  $10^{-15}\text{mol/l}$



# Pomiary fizykochemiczne

❖ pH

❖ przewodności  
(konduktometr)

❖ potencjału redox

❖ zawiesiny

❖ wilgotności  
(higrometr)

❖ twardości wody

❖ składu chemicznego

❖ stężenia  
(refraktometr)

❖ tlenu



# ❖ Redox

reduction/oxidation reaction

- własności redukujące
- + własności utleniające