

# **Metrologia: charakterystyki podstawowych przyrządów pomiarowych**



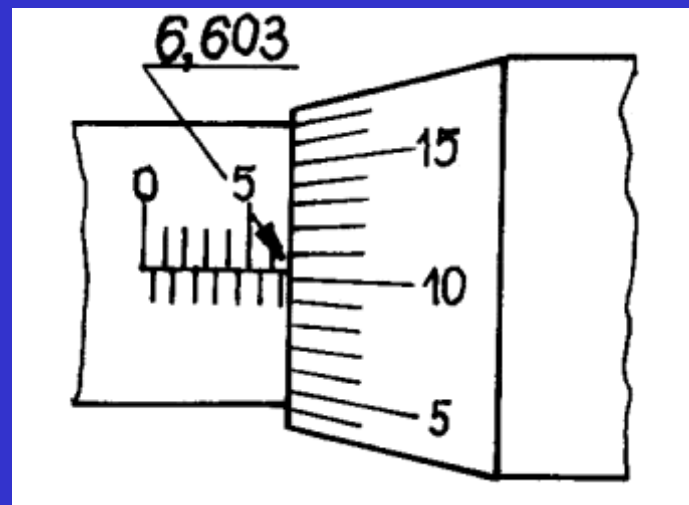
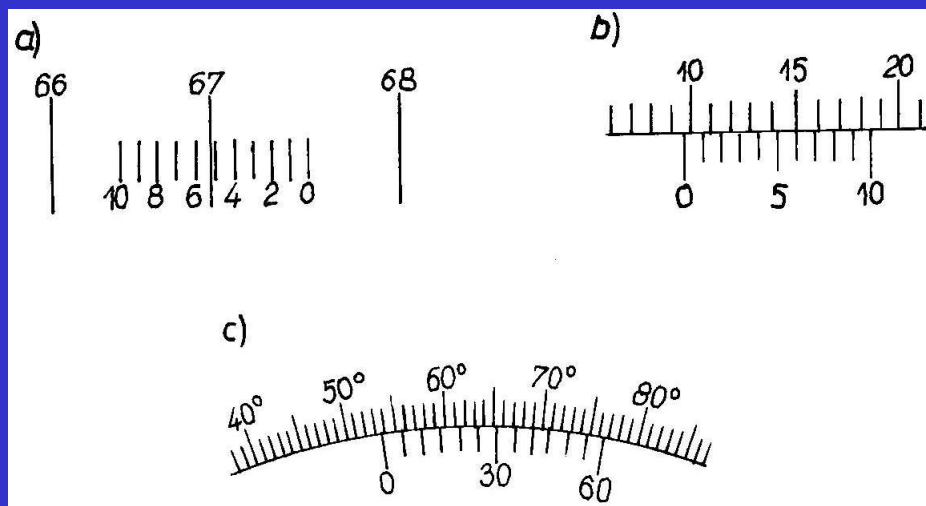
dr inż. Paweł Zalewski  
*Akademia Morska w Szczecinie*

# Przyrządy z noniuszami:

Noniusz jest pomocniczą podziałką, służącą do powiększenia dokładności odczytania wartości mniejszych od działki elementarnej podziałki głównej w mechanicznych (analogowych) przyrządach pomiarowych.

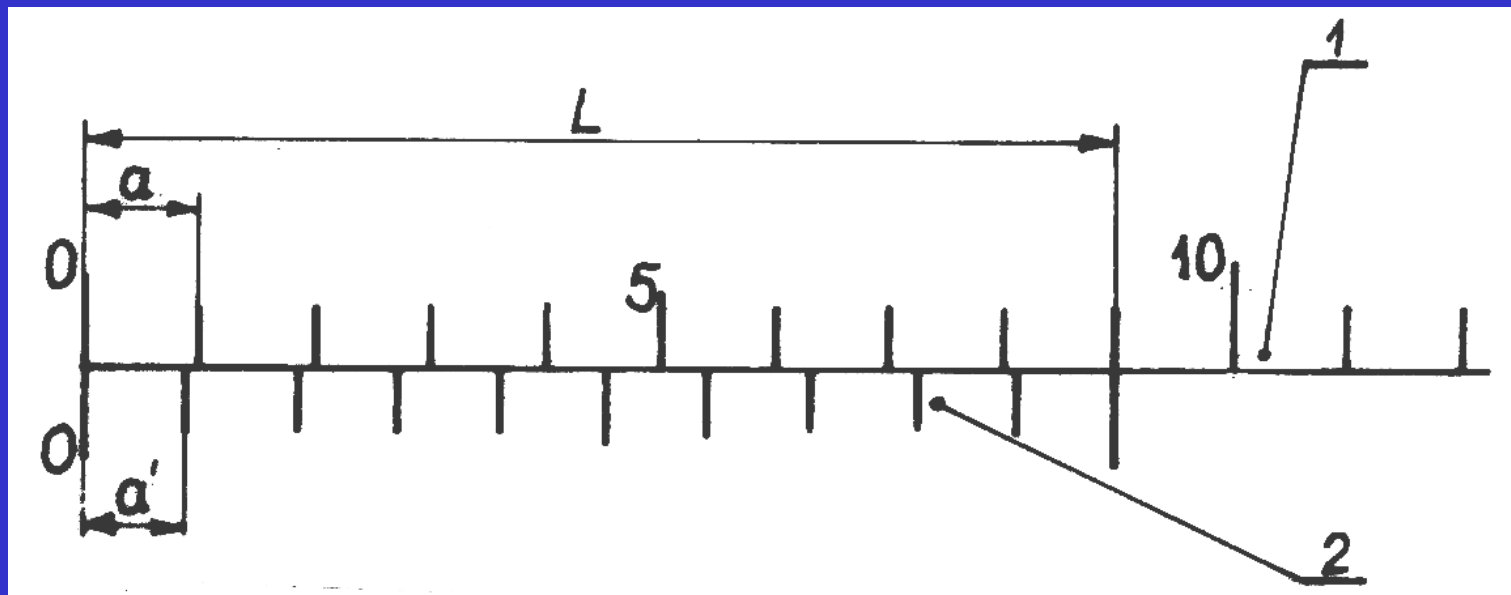
Zastosowanie noniusza zmniejsza w znacznym stopniu błędy subiektywnej oceny „na oko” części działki, popełniane podczas odczytu.

Przykłady:



# Przyrządy z noniuszami:

Noniusz określają następujące parametry:



1 - podziałka główna, 2 - podziałka noniusza;

$a$  - wartość działki elementarnej podziałki głównej (podziałki wzorca),

$a'$  - wartość działki elementarnej podziałki noniusza,

$L$  - długość noniusza,

$n$  - liczba działek elementarnych noniusza,

$\gamma$  - moduł noniusza,

$\pm$  - typ noniusza,

$\Delta$  - dokładność odczytania noniusza.

## Przyrządy z noniuszami:

Parametry noniusza są związane następującymi zależnościami:

$$L_n = a' \cdot n = a(\gamma n \pm 1)$$

$$\Delta = \frac{a}{n}$$

$a$  - wartość działki elementarnej podziałki głównej (podziałki wzorca),

$a'$  - wartość działki elementarnej podziałki noniusza,

$L_n$  - długość noniusza mierzona w działkach podziałki głównej,

$n$  - liczba działek elementarnych noniusza,

$\gamma$  - moduł noniusza,

$\pm$  - typ noniusza,

$\Delta$  - dokładność odczytania noniusza.

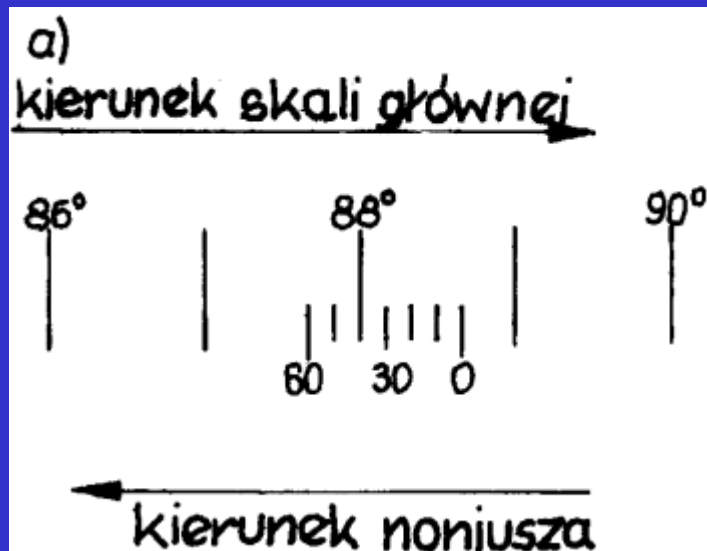
## Przyrządy z noniuszami:

Wartości siedmiu parametrów noniusza ustalamy w następujący sposób:

- wartość działki elementarnej  $a$  podziałki (skali) głównej i działki  $a'$  podziałki noniusza na podstawie znajomości rodzaju podziałki i jej opisu;
- liczbę działek noniusza  $n$ , przez ich policzenie;
- długość noniusza  $L_n$ , przez ustawienie obu podziałek tak, aby ich początki pokryły się - wtedy ostatnia kreska noniusza pokrywa się z odpowiednią kreską podziałki głównej, wyznaczając jego długość w jednostkach podziałki głównej;
- typ noniusza, porównując kierunki podziałek: głównej i noniusza; jeżeli są zgodne - noniusz jest ujemny (typ „-”), jeżeli przeciwne - dodatni (typ „+”);
- moduł noniusza, poprzez wyznaczenie stosunku długości działek noniusza i podziałki głównej,
- dokładność noniusza jako stosunek  $a / n$ .

# Przyrządy z noniuszami:

Przykłady noniusza różnych typów: a) typ dodatni, b) typ ujemny:



## Przyrządy z noniuszami:

Moduł noniusza można ustalić w trzech praktycznie występujących przypadkach w następujący sposób:

$$\gamma = 0, \text{ typ „+”}$$

$$L = a$$

$$\gamma = 1, \text{ typ „-”}$$

$$a' \approx a$$

$$\gamma = 2, \text{ typ „-”}$$

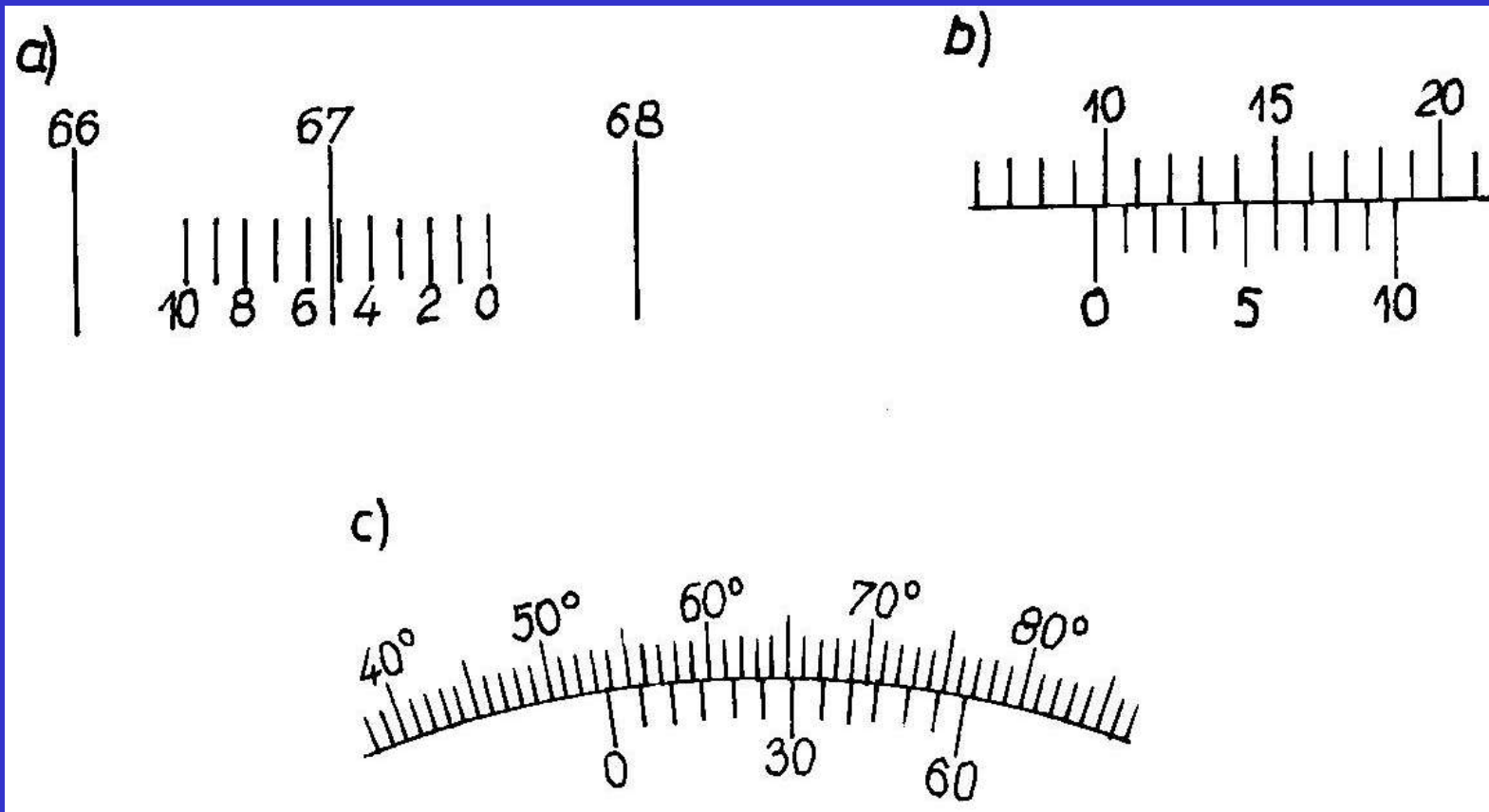
$$a' \approx 2a$$

Ogólnie:

- przy  $\gamma = 0$  całkowita długość noniusza równa jest jednej działce podziałki skali głównej,
- przy  $\gamma = 1$  długości działek noniusza i podziałki głównej są w przybliżeniu równe,
- przy  $\gamma = 2$  długość działki elementarnej noniusza jest w przybliżeniu dwukrotnie większa od długości działki elementarnej podziałki głównej.

## Przyrządy z noniuszami:

Przykłady noniuszy o różnych modułach: a)  $\gamma = 0$ , b)  $\gamma = 1$ , c)  $\gamma = 2$ :





## Przyrządy z noniuszami:

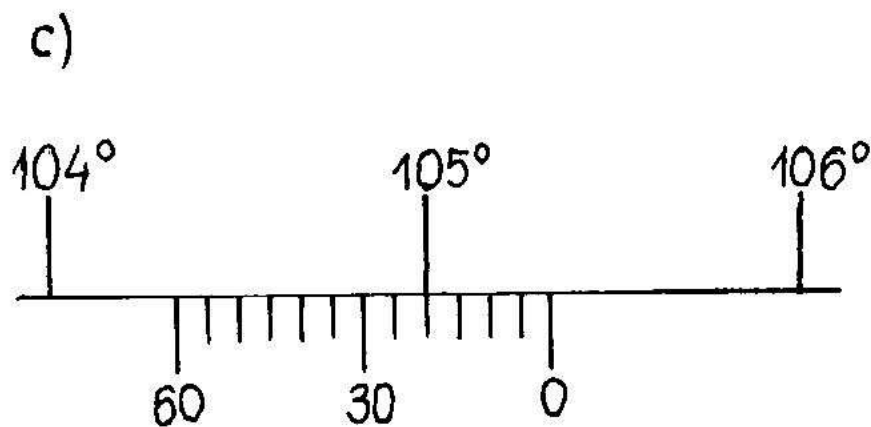
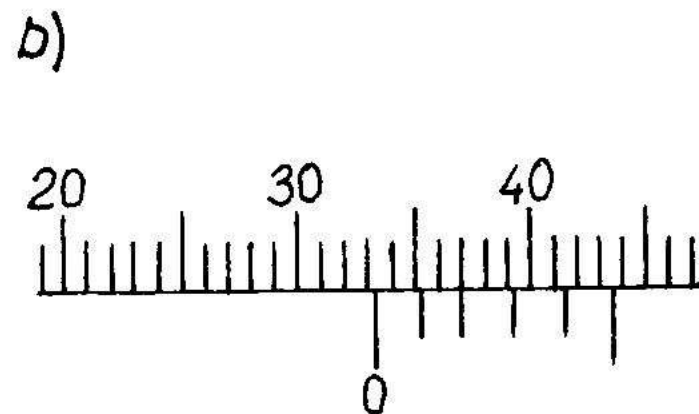
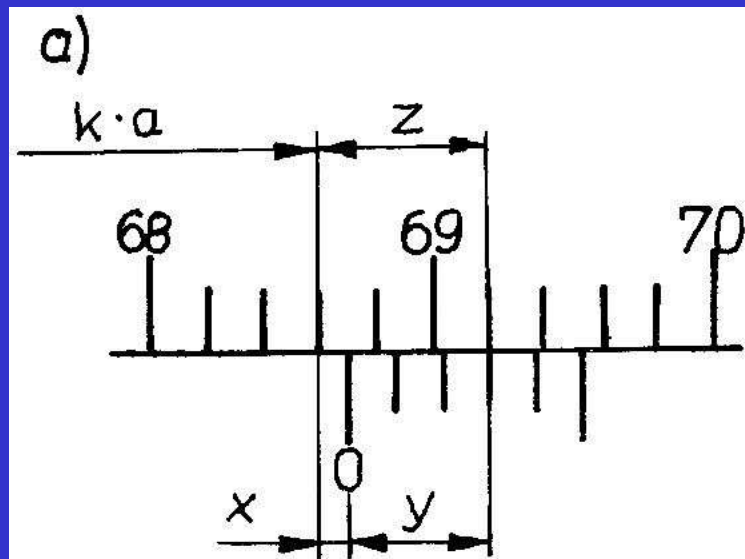
Moduł  $\gamma = 0$  stosuje się, gdy długość działki elementarnej jest duża (np. w przyrządach optycznych 5 - 100 mm).

Moduł  $\gamma = 1$  jest najczęściej stosowany, występuje przy średniej długości działki elementarnej podziałki głównej (0,8 – 3 mm).

Moduł  $\gamma = 2$  stosuje się, gdy działka elementarna podziałki głównej jest mała (0,5 - 1 mm), dla ułatwienia odczytania.

# Przyrządy z noniuszami:

Przykłady wskazań noniuszy:



# Przyrządy z noniuszami:

Odczytanie wskazania z zastosowaniem noniusza:

Całkowitą liczbę działek podziałki głównej  $k \times a$  odcina zerowa kreska noniusza.

Z rysunku widać, że:

$$x = z - y$$

gdzie:

- $z$  - odcinek podziałki głównej do kreski, która pokrywa się z jedną z kresek noniusza,
- $y$  - odcinek podziałki noniusza od kreski początkowej do kreski pokrywającej się z kreską podziałki głównej.

## Przyrządy z noniuszami:

Odczytanie wskazania z zastosowaniem noniusza:

$$z = m \cdot a \cdot \gamma$$

$$y = m \cdot a'$$

gdzie:

$m$  - liczba działek na odcinkach  $z$  i  $y$ , czyli numer kreski noniusza, która pokrywa się z kreską podziałki głównej.

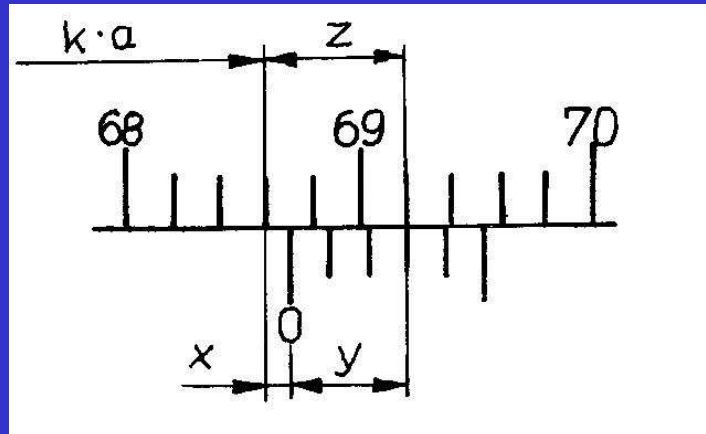
$$x = m \cdot a \cdot \gamma - m \cdot a' = m(\gamma \cdot a - a')$$

$$x = m \cdot \Delta = m \cdot \frac{a}{n}$$

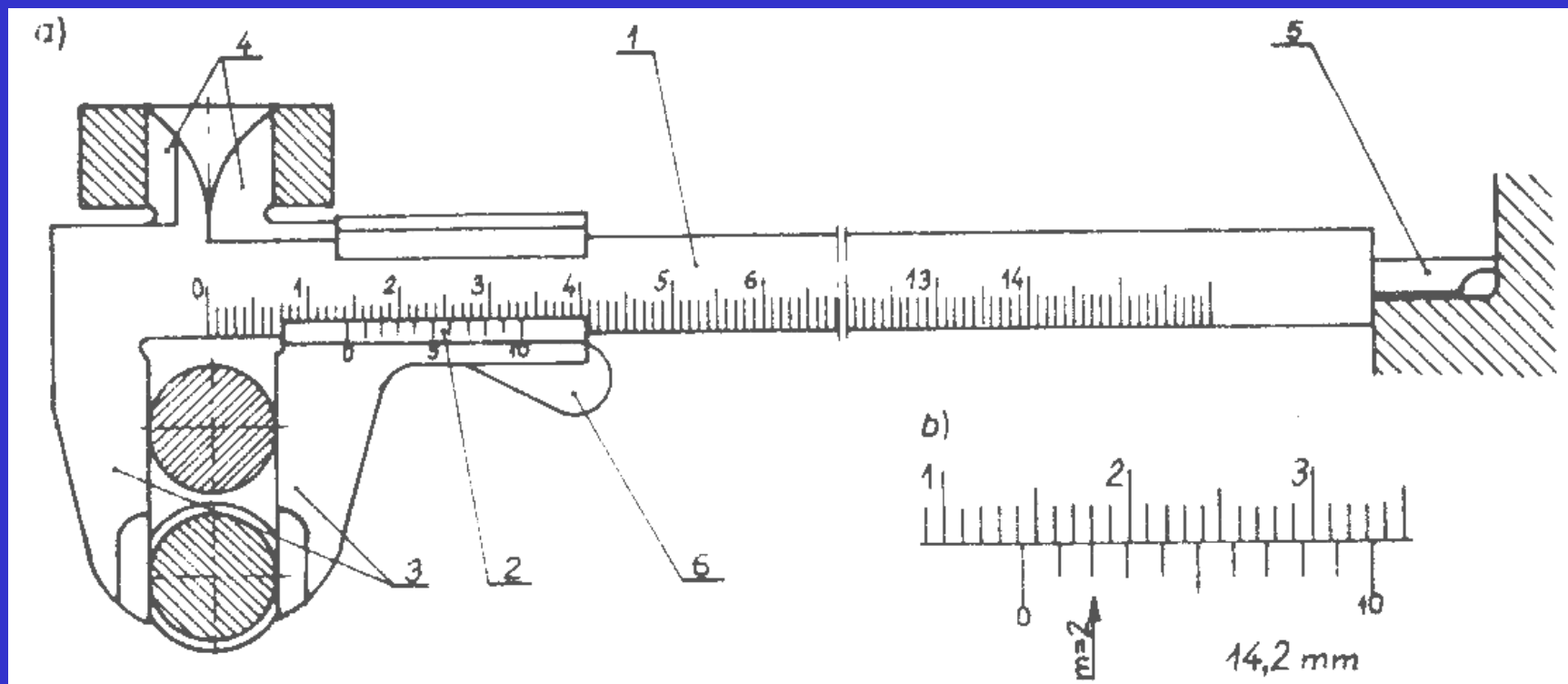
# Przyrządy z noniuszami:

Odczytanie wskazania z zastosowaniem noniusza:

- ustalić całkowitą część wskazania  $k \cdot a$ ,
- ustalić numer kreski  $m$  pokrywającej się z podziałką główną,
- obliczyć ułamkową część wskazania  $x$ ,
- zsumować całkowitą i ułamkową część wskazania.

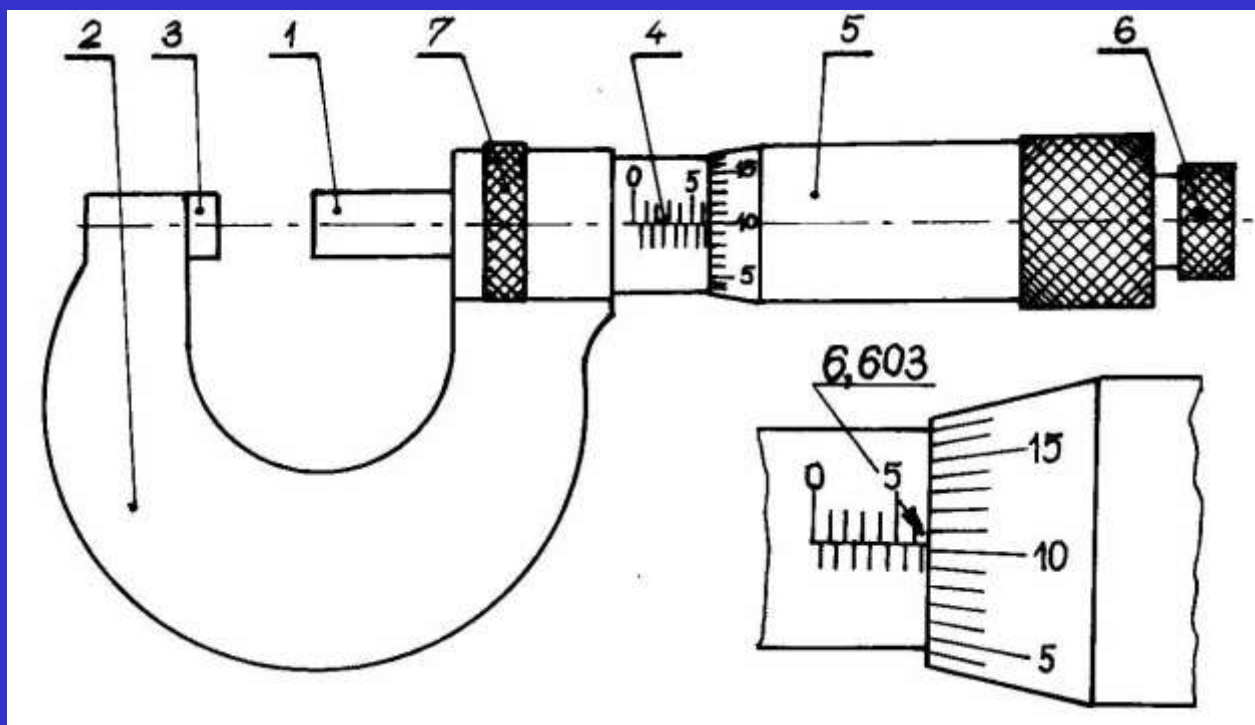


# Suwmiarka:



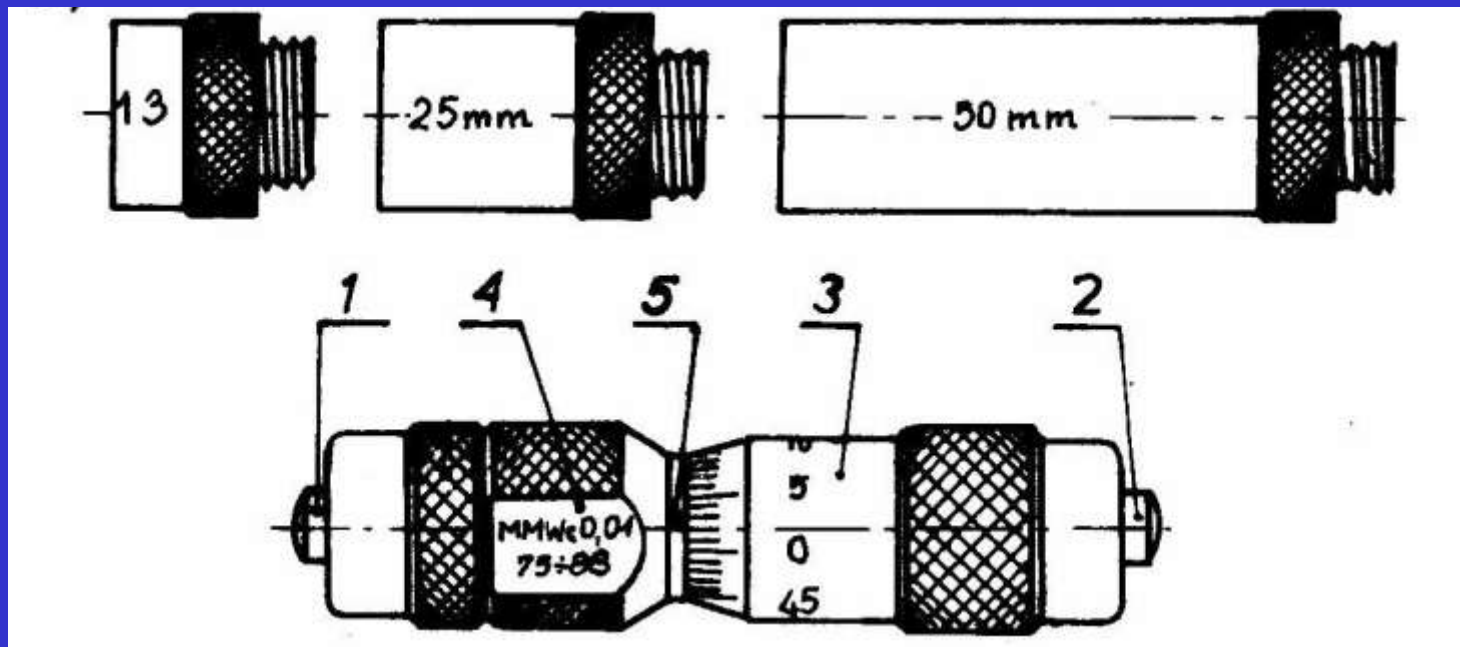
Suwmiarka uniwersalna: 1 - prowadnica, 2 - suwak z noniusem, 3 - szczęki do pomiaru wymiarów zewnętrznych, 4 - szczęki do pomiaru wymiarów wewnętrznych, 5 - wysuwka głębokościomierza, 6 - dźwignia zacisku

# Mikrometr:



Mikrometr: 1 - wrzeciono, 2 - kabląk, 3 - kowadełko, 4 - podziałka wzdłużna, 5 - bęben z podziałką obwodową, 6 - sprzęgło, 7 – zacisk.

# Średnicówka mikrometryczna:

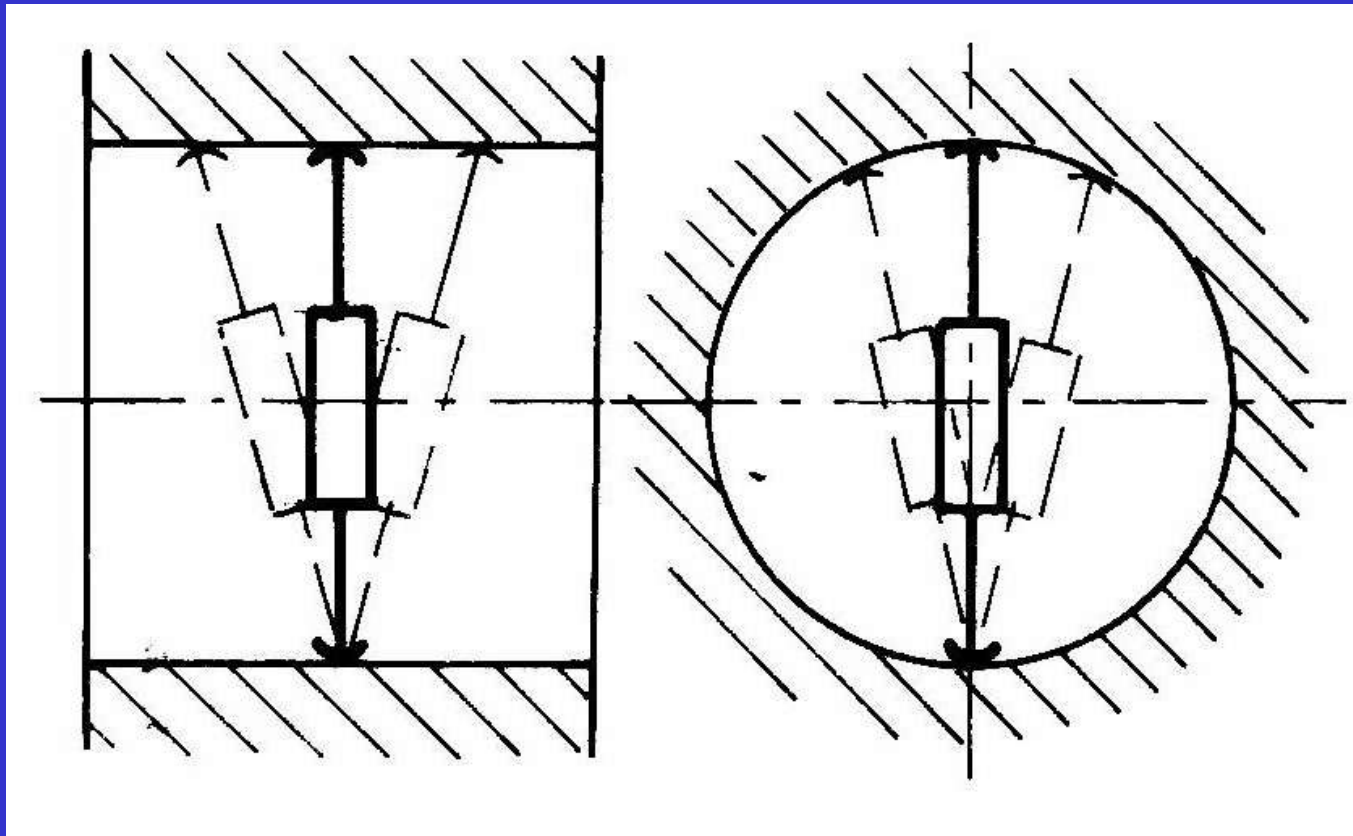


Oś średnicówki w czasie mierzenia powinna być prostopadła do osi otworu i pokrywać się z jego średnicą. Prawidłowe położenie średnicówki osiąga się przez dociśnięcie jedną ręką końcówki stałej do ścianki otworu i wykonywanie lekkich wychyleń w dwu prostopadłych kierunkach. Jednocześnie przez odpowiednie obracanie bębna mierniczego należy osiągnąć takie rozstawienie końcówek, aby przy prawidłowym położeniu średnicówki względem osi otworu między powierzchniami mierniczymi a ścianką otworu uzyskać lekkie zetknięcie (bez luzu).

Mierzenia należy dokonać w dwu przekrojach i dwu kierunkach wzajemnie prostopadłych.

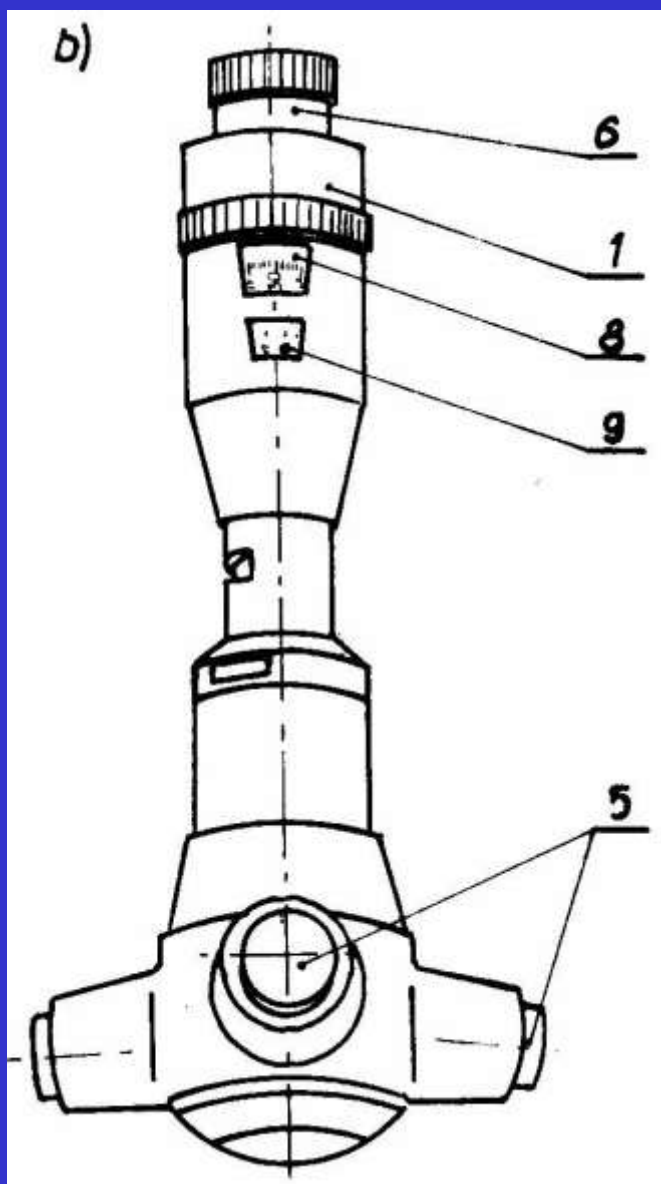


## Średnicówka mikrometryczna:



Prawidłowe położenie średnicówki mikrometrycznej podczas pomiaru.

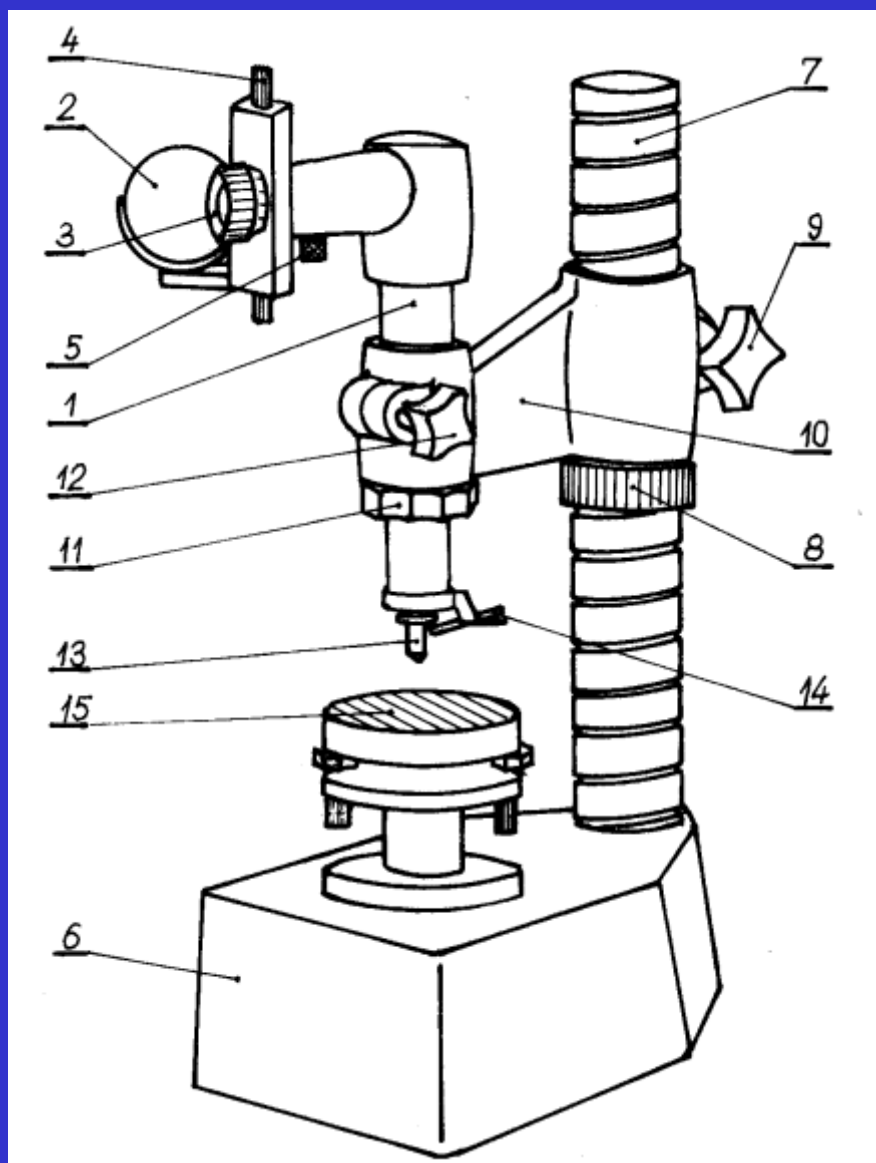
# Średnicówka mikrometryczna:



Średnicówka mikrometryczna jest przeznaczona do mierzenia wymiarów wewnętrznych metodą bezpośredniego porównania.

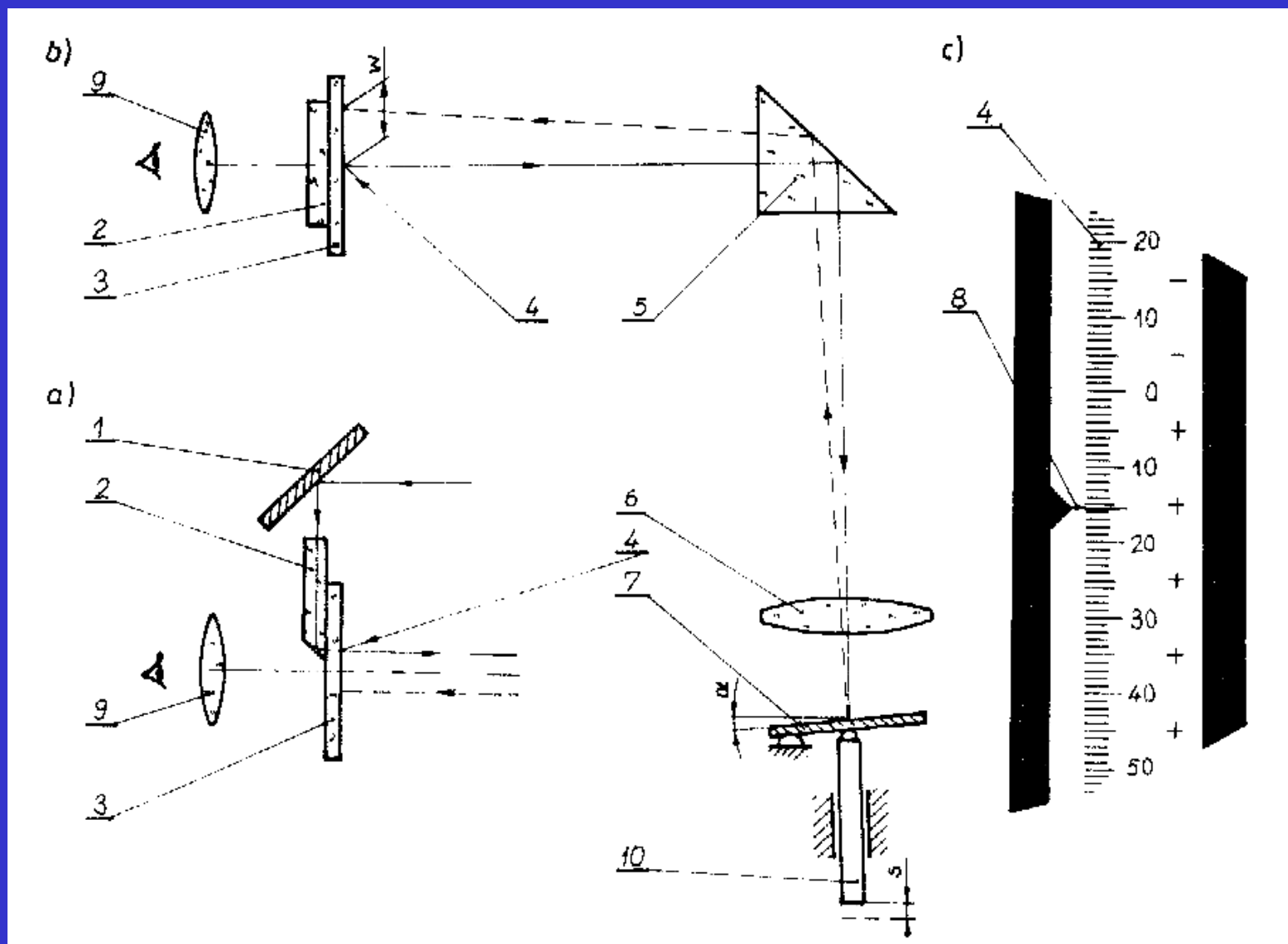
Obok – średnicówka trzypunktowa.

# Optimetr:



Optimetr jest czujnikiem dźwigniowo-optycznym: 1 - optimetr, 2 - zwierciadło oświetlające, 3 - pokrętko nastawienia ostrości obrazu, 4 - pokrętko nastawienia wskaźnika tolerancji, 5 - pokrętko ustawienia wskazania zerowego, 6 - podstawa przyrządu, 7 - kolumna, 8 – pokrętko przesuwu ramienia, 9 - zacisk przesuwu ramienia, 10 - ramię, 11 - pokrętko przesuwu dokładnego, 12 - zacisk przesuwu dokładnego, 13 - końcówka miernicza, 14 - dźwignia wyłącznikowa, 15 - stół przedmiotowy.

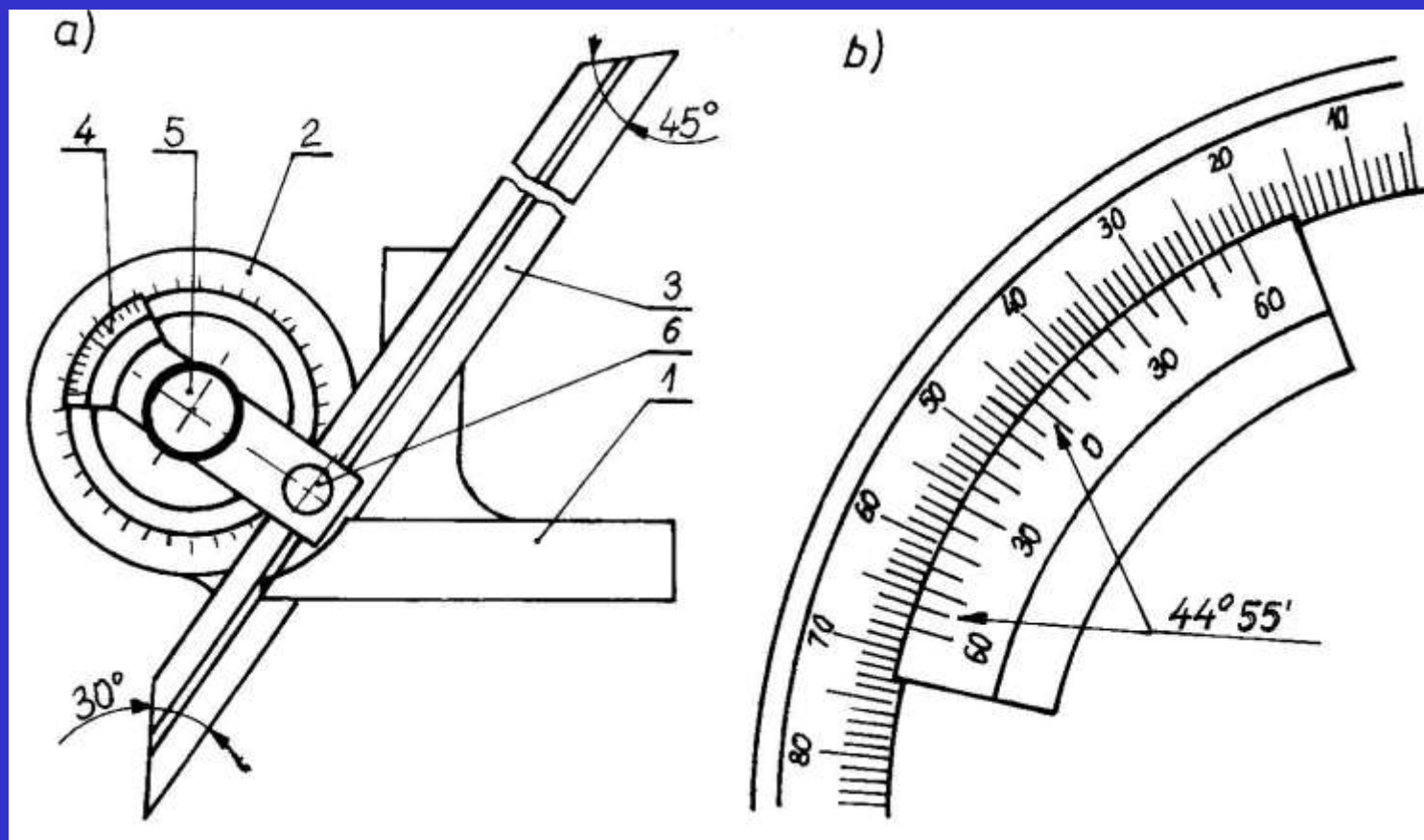
# Optometr:



Budowa optometru:

a) schemat układu oświetlającego, b) schemat ogólny, c) pole widzenia

# Kątomierz uniwersalny:



Kątomierz uniwersalny: a) widok ogólny, b) odczyt wskazania kątomierza.

Przedmiot mierzony umieszcza się między ramionami kątomierza, które są ruchome względem siebie. Ramiona ustawia się tak, by przylegały dokładnie do przedmiotu. Ramię stałe połączone jest trwale ze skalą kątową, ruchome zaś - ze skalą noniusza. Wzajemne położenie tych skal określa mierzony kąt.



## Inne przyrządy pomiarowe w przemyśle:

1. Mikrokator - czujnik sprężynowy, przeznaczony do pomiaru wymiarów zewnętrznych metodą różnicową.
2. Mikrometr do gwintu.
3. Średnicówka czujnikowa.
4. Czujnik indukcyjny przeznaczony do mierzenia zewnętrznych wymiarów liniowych (średnice, długości) przedmiotów dokładnych metodą różnicową.
5. Transametr.
6. Długościomierz, sprawdzian.
7. Mikroskop odczytowy (do 1  $\mu\text{m}$ ).
8. Mikrointerferometr.
9. Wysokościomierz do pomiaru współrzędnej pionowej punktów stanowiących elementy płaszczyzn, średnic zewnętrznych i wewnętrznych.
10. Liniąły.
11. Zderzak czujnikowy do pomiaru równomierności kąta podziału tarcz zębatych itd.