

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

آزمایش اندازه گیری

- آشنایی با وسایل اندازه گیری
- روش آزمایش
- نمونه محاسبه

ابزار اندازه گیری

❖ کولیس

❖ میکرومتر

❖ ترازو

❖ گوی سنج



- Invented in 1631 by Pierre Vernier, Vernier scales allow very accurate measurement of lengths and angles through the use of two scales.
- One scale (the *primary* or *data scale*) provides the base measurement, with the other (the *secondary, indicating, or Vernier scale*) increasing precision.



نکات پیرامون کولیس کولیس

کار کولیس - اهمیت کولیس

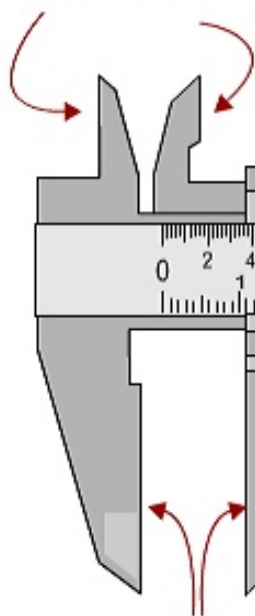
اجزاء کولیس

دقت کولیس

اندازه گیری با کولیس

خواندن کولیس

فک های درونی



پیچ قفل کن

خط کش اینچی

خط کش متری

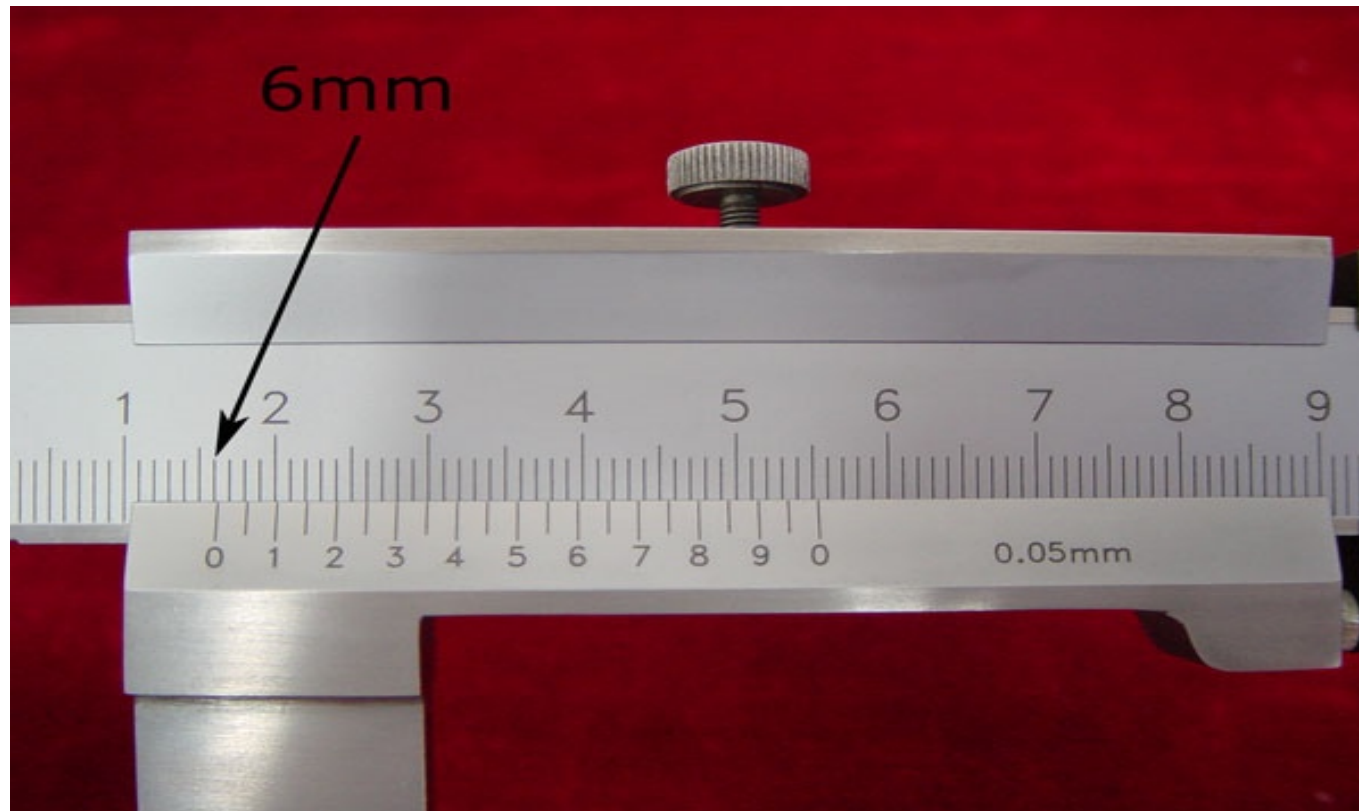
تیغه اندازه گیری عمق

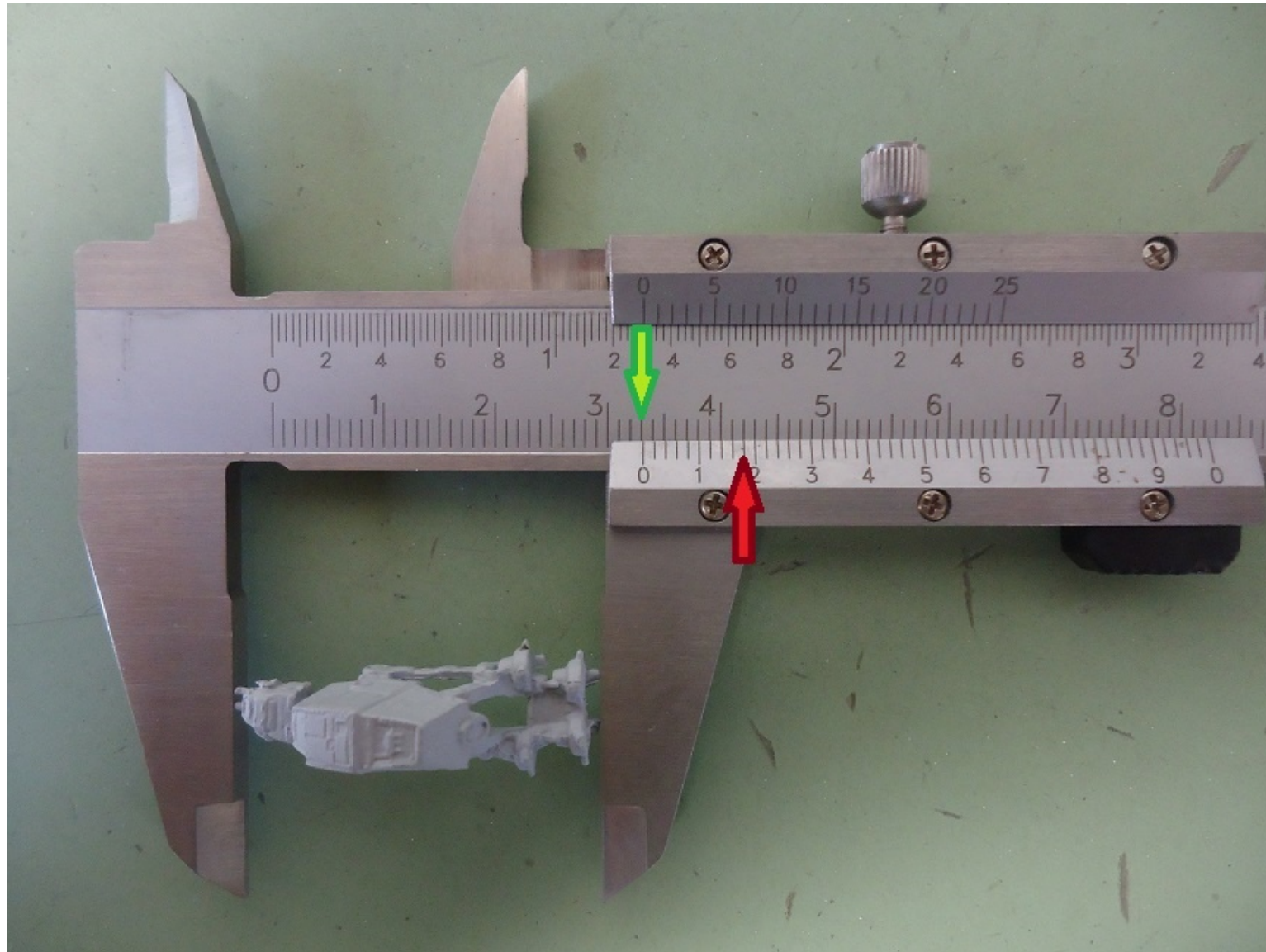
فک های بیرونی

ورنیه

قطعات تشکیل دهنده کولیس

دقت خط کش اولیه = دقت کولیس
تعداد قسمتهای پایین ورنیه





اندازه گیری با کولیس



خواندن کولیس

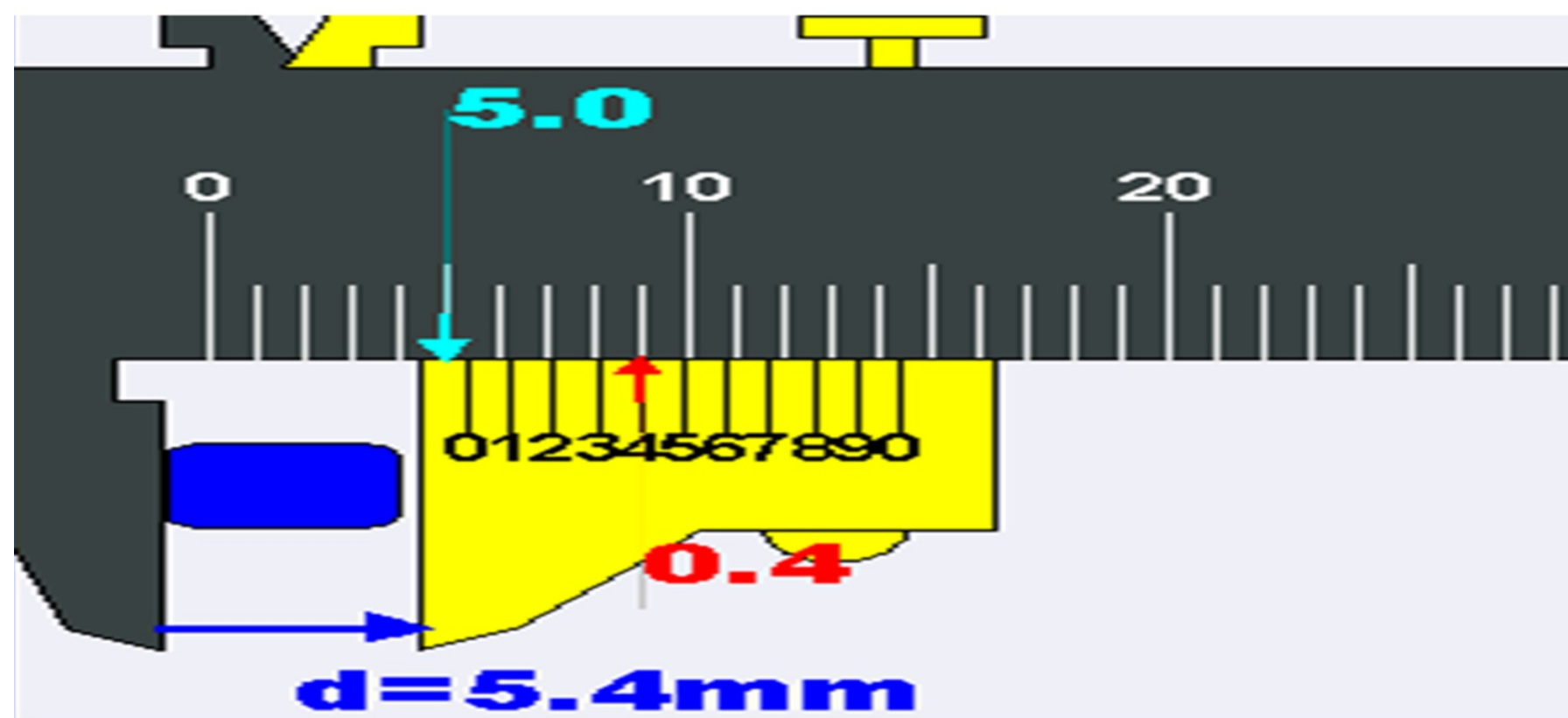
= کمیت اندازه گیری شده

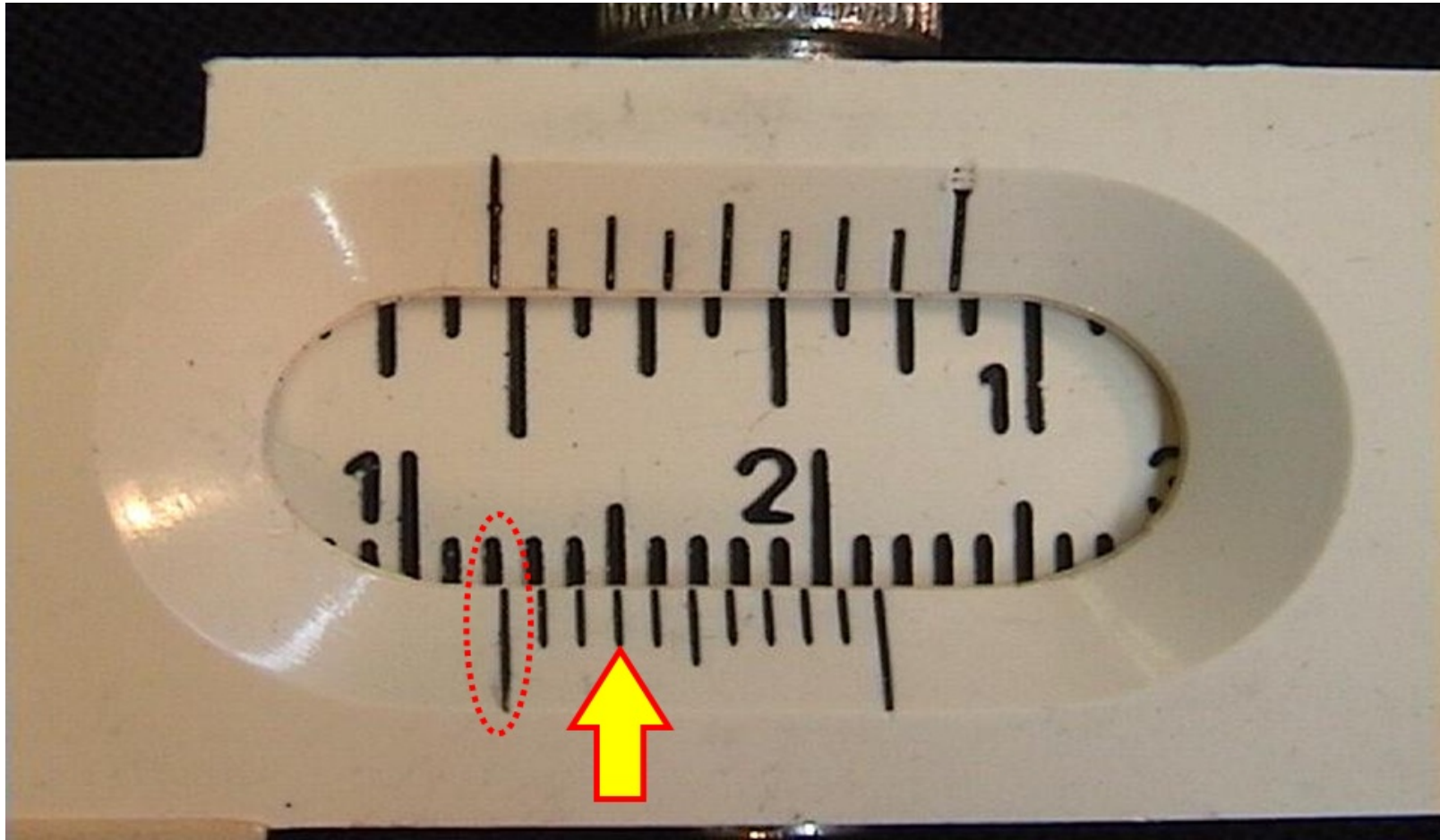
(تعداد قسمتهای ورنیه تا خط تطابق × دقت کولیس) / (عدد قرائت شده از خط کش ثابت)

اعشار

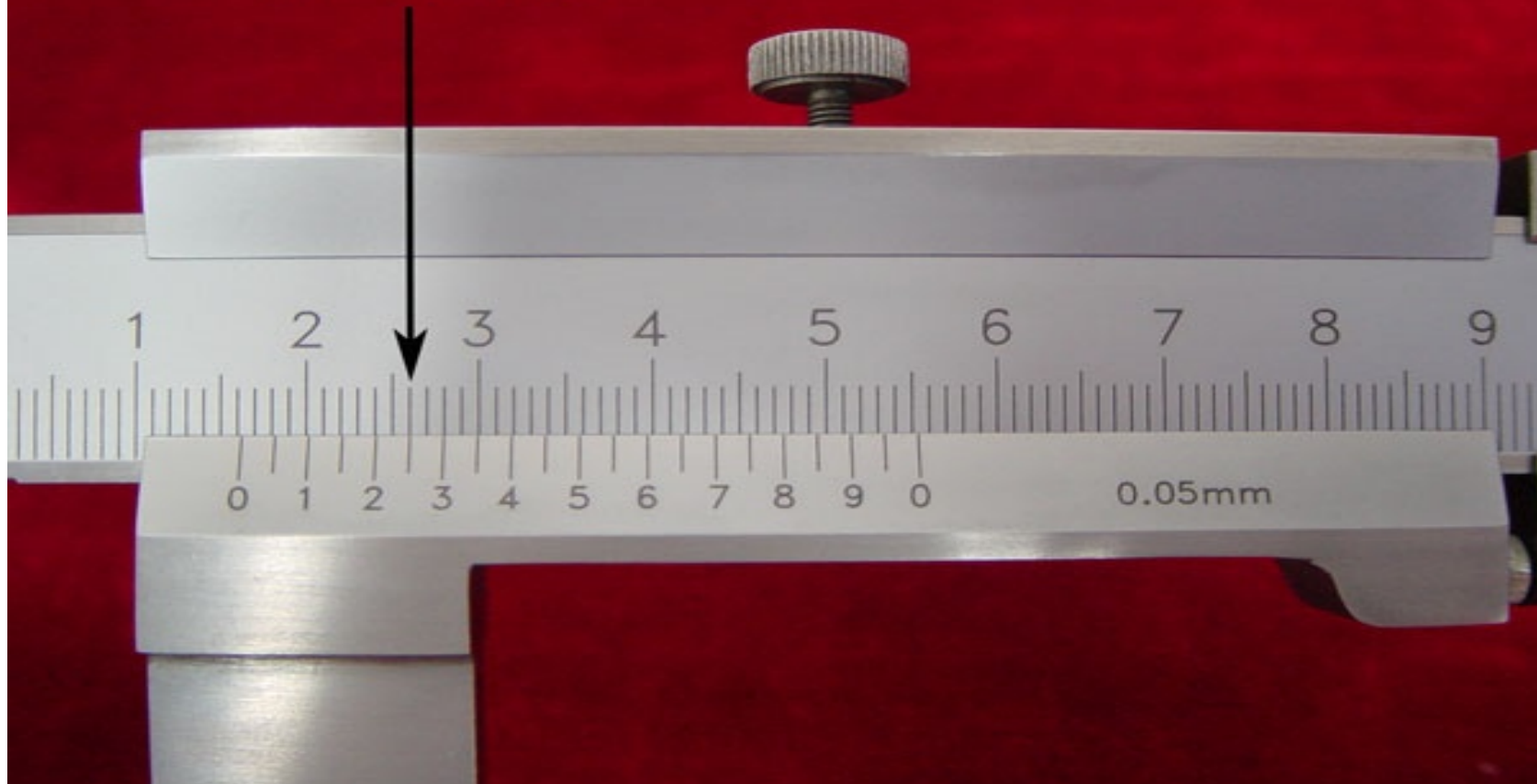


You will notice that one of the vernier scale divisions coincides with one of the main scale divisions.

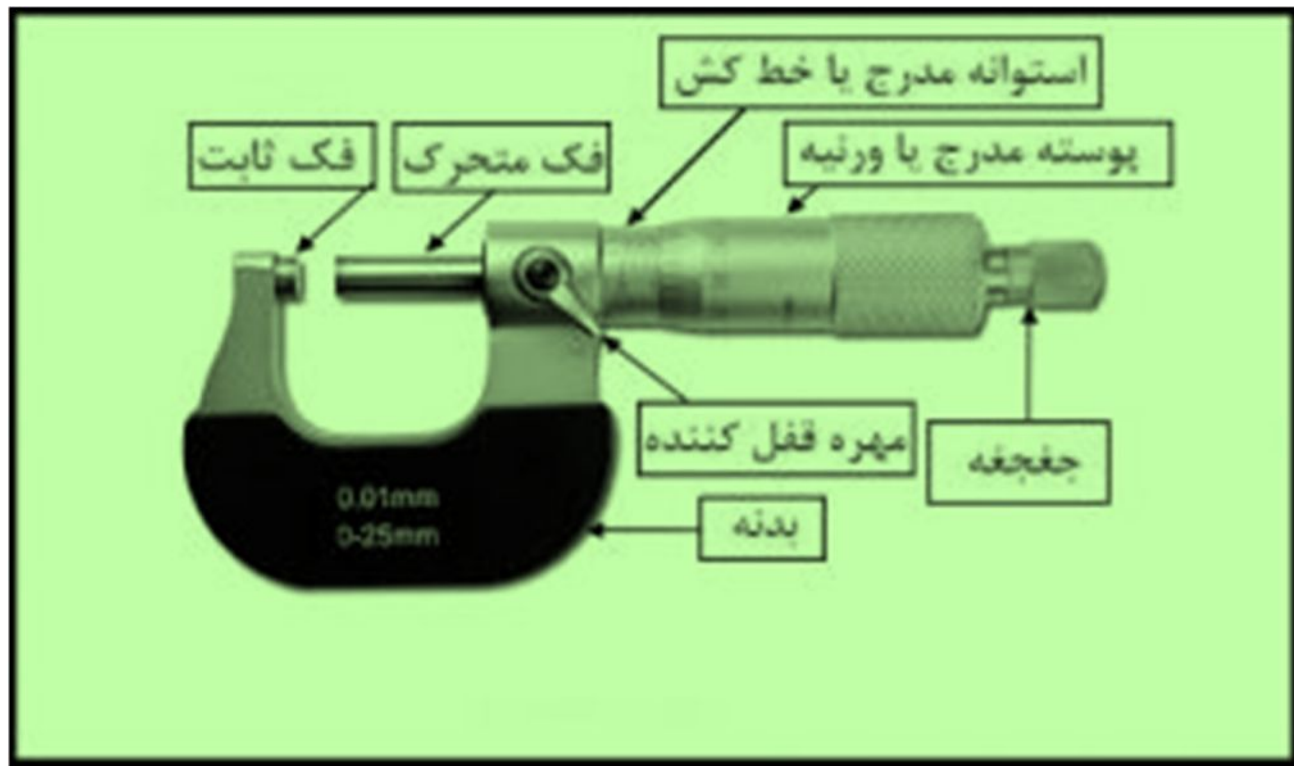




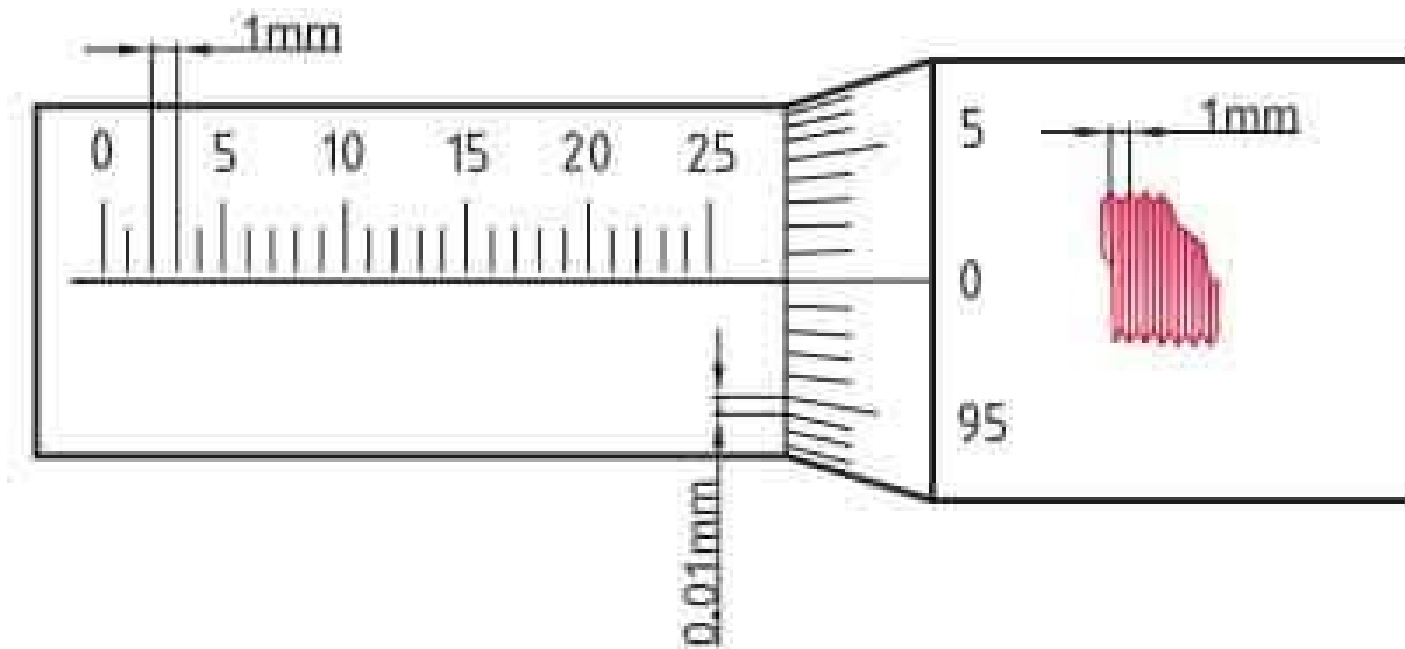
0.25mm

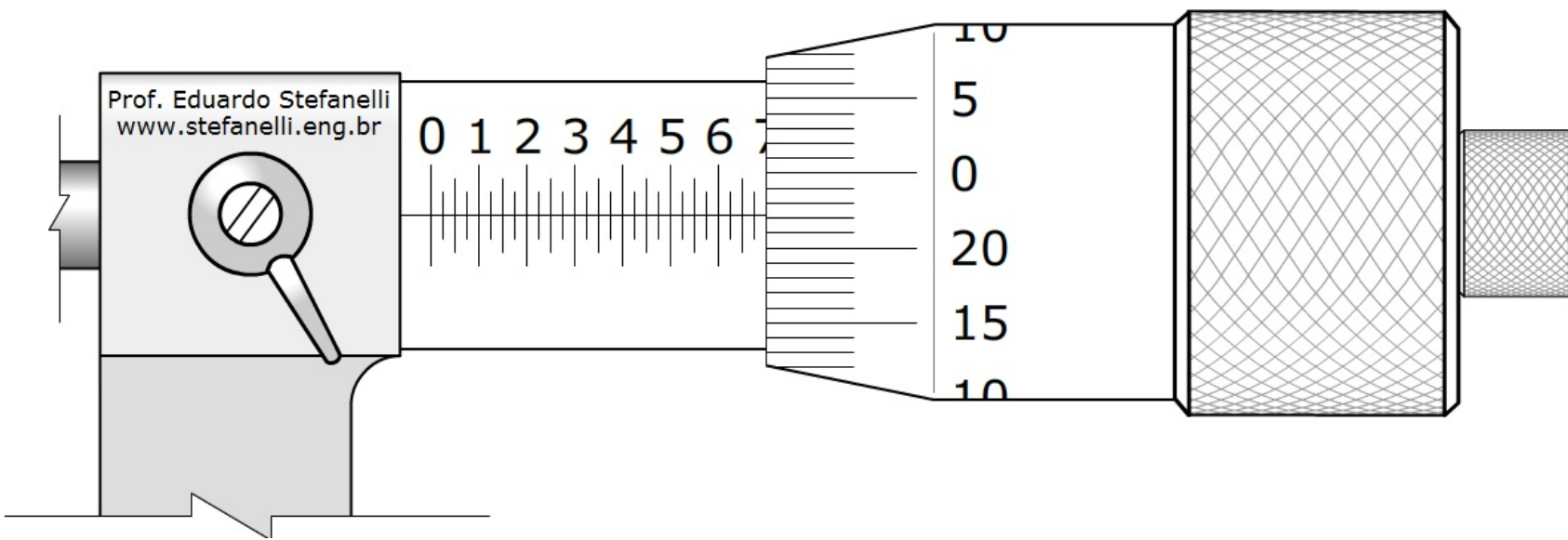


میکرومتر

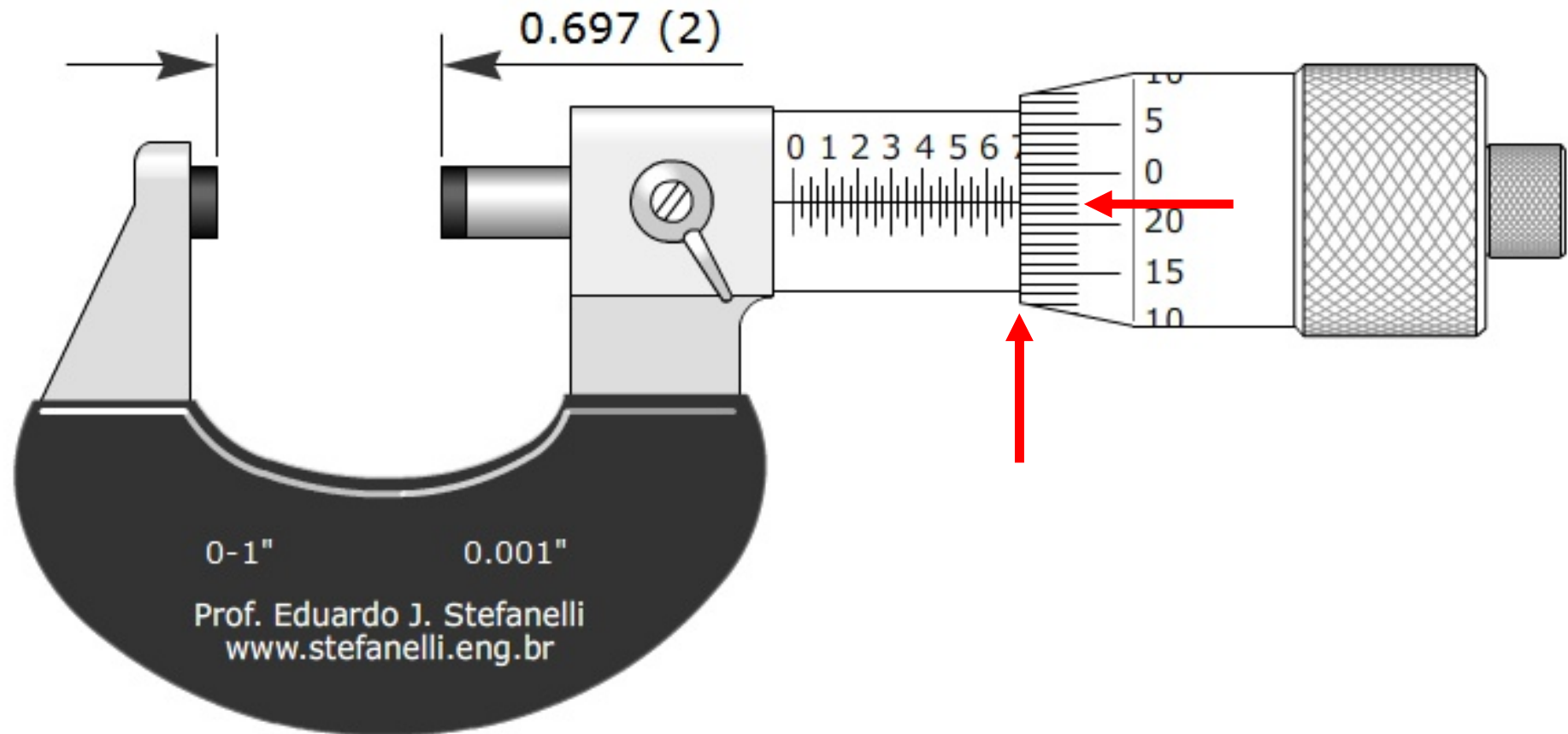


دقت خط کش ثابت
دقت میکرومتر = تعداد قسمتهای ورنیه دوار

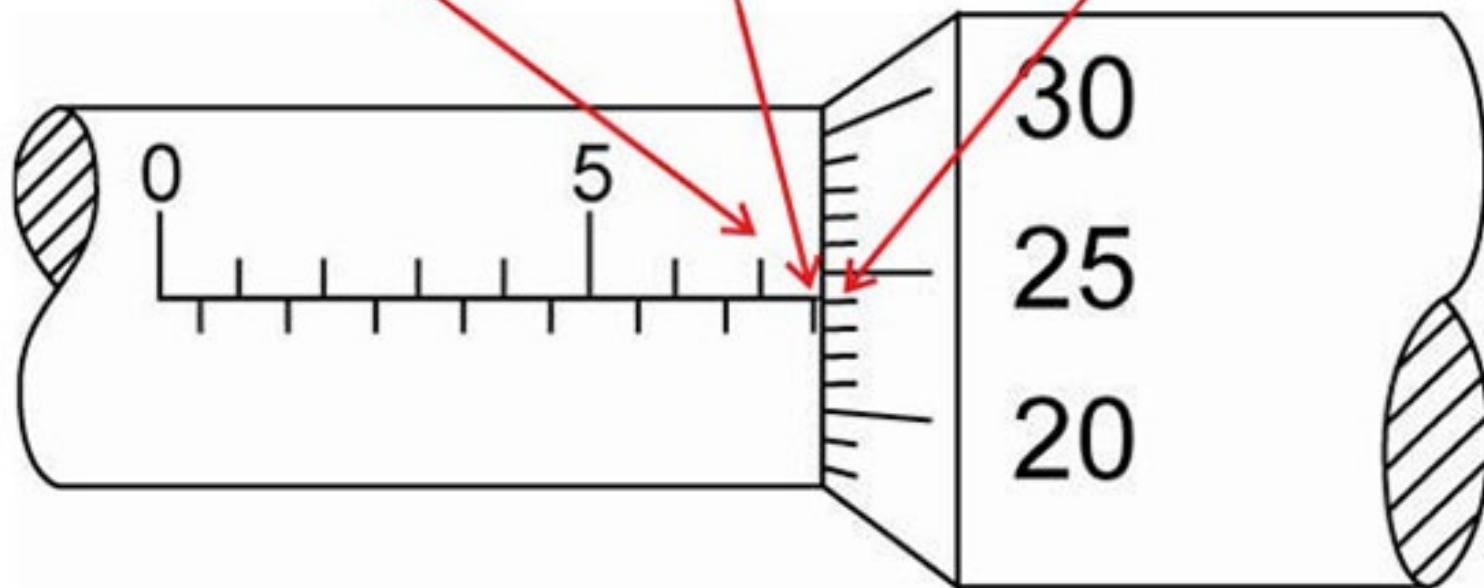


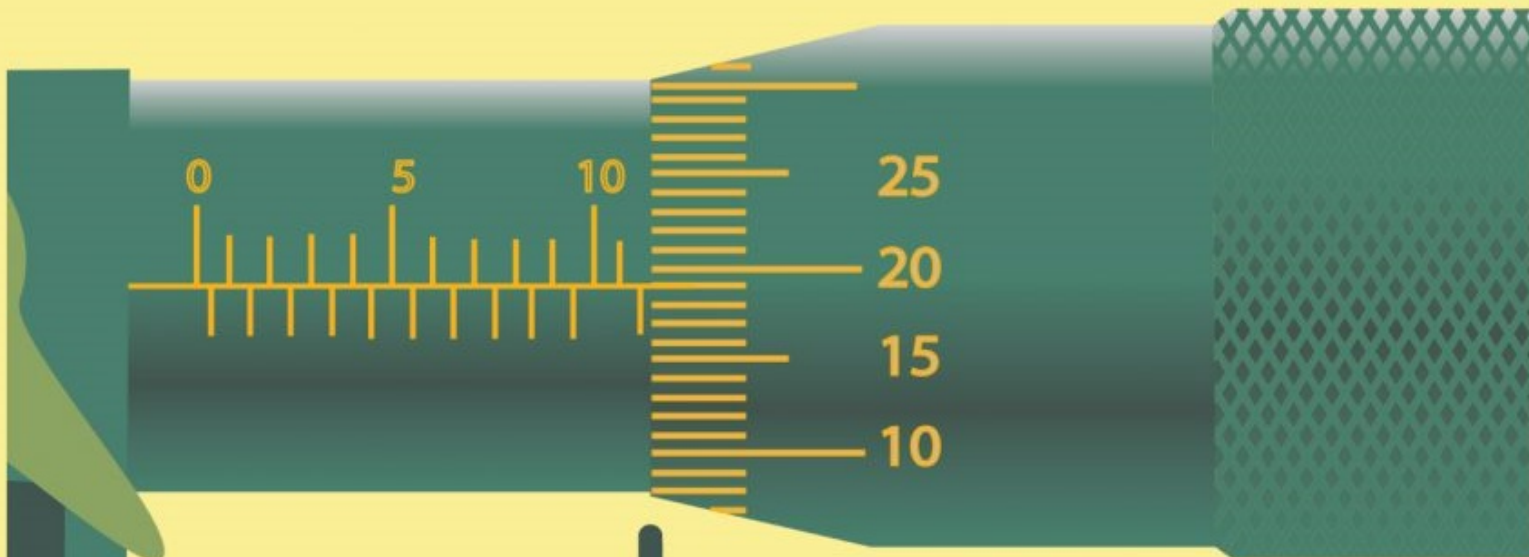


خواندن میکرومتر



$$7.0\text{mm} + 0.5\text{mm} + 0.24\text{mm}$$





$$\begin{array}{r} 11.50 \\ + .19 \\ \hline = 11.69\text{mm} \end{array}$$

گوی سنج





روش آزمایش

• آزمایش اول

۱- با استفاده از کولیسی که در اختیار دارید طول، عرض و ارتفاع مکعب فلزی را اندازه‌گیری کنید.

۲- با استفاده از فرمول حجم و مقادیر اندازه‌گیری شده، حجم مکعب فلزی را به دست آورید.

۳- مقدار خطای اندازه‌گیری برای حجم مکعب را به دست آورید.

$(a \pm \Delta a) mm$ طول	$(b \pm \Delta b) mm$ عرض	$(c \pm \Delta c) mm$ ارتفاع	$V (mm^3)$ حجم	$\Delta V = V \left(\frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c} \right)$
$(V \pm \Delta V) mm^3$				

روش آزمایش

• آزمایش دوم

۱- با استفاده از ریزسنجی که در اختیار دارید، شعاع و طول استوانه‌ی فلزی را اندازه‌گیری کنید.

۲- با استفاده از فرمول حجم و مقادیر اندازه‌گیری شده، حجم استوانه‌ی فلزی را به دست آورید.

۳- مقدار خطای اندازه‌گیری برای حجم استوانه را به دست آورید.

$(r \pm \Delta r) mm$ شعاع	$(h \pm \Delta h) mm$ ارتفاع	$V (mm^3)$ حجم	$\Delta V = V \left(2 \frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta h}{h} \right)$
$(V \pm \Delta V) mm^3$			

روش آزمایش

• آزمایش سوم

۱- با استفاده از گوی سنجی که در اختیار دارید، پارامتر h را برای عدسی‌های مقعر و محدب به دست آورید.

۲- با استفاده از کولیس پارامتر a را اندازه‌گیری کنید.

۳- با استفاده از فرمول (۱) و اندازه‌گیری‌های فوق، شعاع انحنای عدسی‌های مقعر و محدب را به دست آورید.

۴- خطای اندازه‌گیری برای شعاع انحنای عدسی‌های مقعر و محدب را به دست آورید.

اندازه‌گیری شعاع انحنای	$(h \pm \Delta h) \text{ mm}$	$(a \pm \Delta a) \text{ mm}$	$R(\text{ mm})$	$\Delta R = R \left(\frac{2a\Delta a + 2h\Delta h}{a^2 + h^2} + \frac{\Delta h}{h} \right)$
عدسی محدب				
عدسی مقعر				
عدسی محدب	$(R \pm \Delta R) \text{ mm}$			
عدسی مقعر	$(R \pm \Delta R) \text{ mm}$			

روش آزمایش

• محاسبه چگالی

۳- با استفاده از مقادیر حجم که در قسمت قبل برای مکعب و استوانه‌ی فلزی به دست آورده‌اید و فرمول

چگالی، چگالی مکعب و استوانه‌ی فلزی را به دست آورید.

۴- مقدار خطای اندازه‌گیری چگالی را برای مکعب و استوانه‌ی فلزی به دست آورید.

محاسبه‌ی چگالی	$\rho (kg / m^3)$	$\Delta\rho = \rho \left(\frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta V}{V} \right)$
مکعب		
استوانه		
مکعب	$(\rho \pm \Delta\rho) kg / m^3$	
استوانه	$(\rho \pm \Delta\rho) kg / m^3$	

روش آزمایش

• آزمایش چهارم

۱- ترازو را در مکان مناسبی قرار داده و صفر آن را به کمک پیچ تنظیم، تنظیم کنید. دقت کنید که پس از تنظیم نباید ترازو را جابجا کنید.

۲- جرم مکعب و استوانه‌ی فلزی را اندازه‌گیری کنید.

اندازه‌گیری جرم	مکعب	استوانه
$(m \pm \Delta m) gr$		

شبه سازها

https://www.stefanelli.eng.br/en/virtual-vernier-caliper-simulator-05-millimeter/#swiffycontainer_2

<http://amrita.olabs.edu.in/?sub=1&brch=5&sim=16&cnt=4>

https://www.stefanelli.eng.br/en/simulator-virtual-micrometer-hundredths-millimeter/#swiffycontainer_2

<https://maheshkurmi.github.io/experiments/micrometer.html>

Az1-	Az1-3	Az1-2	Az1-1	Data number
M1=20.04 M2=15.03	A=25.1 H1=23.11 H2=11.28	D=5.50 H=10.51	3.1 2.9 10.2	1
M1=21.04 M2=16.03	A=25.1 H1=31.21 H2=19.10	D=3.32 H=11.31	3.1 3.0 10.1	2
M1=20.14 M2=15.13	A=25.1 H1=23.13 H2=20.02	D=5.43 H=10.42	3.1 3.1 10.0	3
M1=21.14 M2=16.13	A=25.1 H1=23.11 H2=11.43	D=3.29 H=11.42	3.3 2.9 10.2	4
M1=25.51 M2=20.82	A=25.1 H1=23.01 H2=11.38	D=5.43 H=10.51	3.3 3.0 10.1	5
M1=25.15 M2=20.28	A=25.1 H1=31.11 H2=19.20	D=3.29 H=11.31	3.3 3.1 10.0	6
M1=24.43 M2=23.44	A=25.1 H1=23.23 H2=20.12	D=5.43 H=10.52	3.5 2.9 10.2	7
M1=24.44 M1=22.43	A=25.1 H1=23.01 H2=11.53	D=3.29 H=11.48	3.5 3.0 10.1	8
M1=20.98 M2=15.55	A=25.1 H1=22.02 H2=21.02	D=11.11 H=20.21	3.5 3.1 10.0	9