

III 1980

7

3

0

TY-19-241-77

3

1

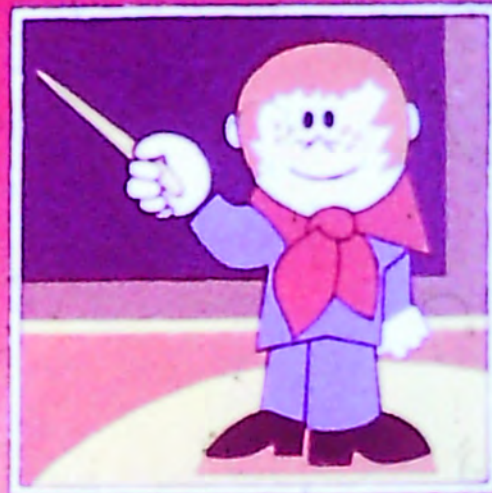


студия  
ДИАЛОГИЛЬМ

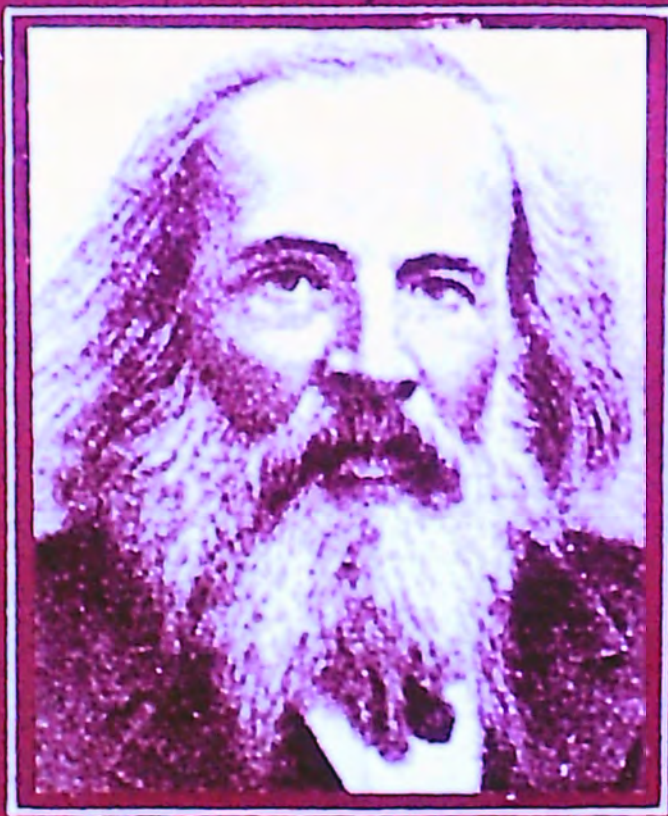
07-3-145



# Измерение физических величин



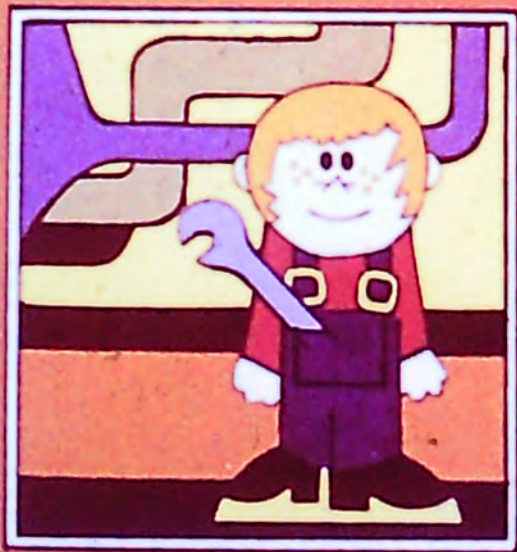




**«В природе мера  
и вес суть глав-  
ные орудия позна-  
ния. Наука начи-  
нается тогда, ког-  
да начинают из-  
мерять»**

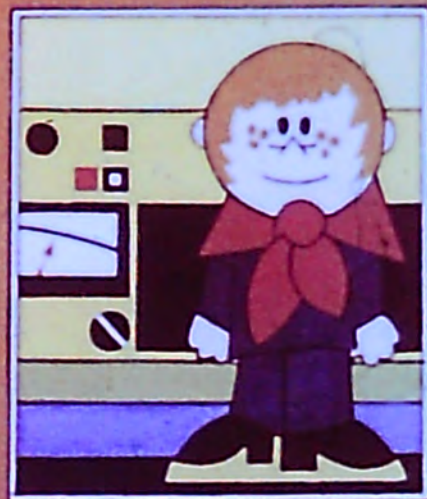
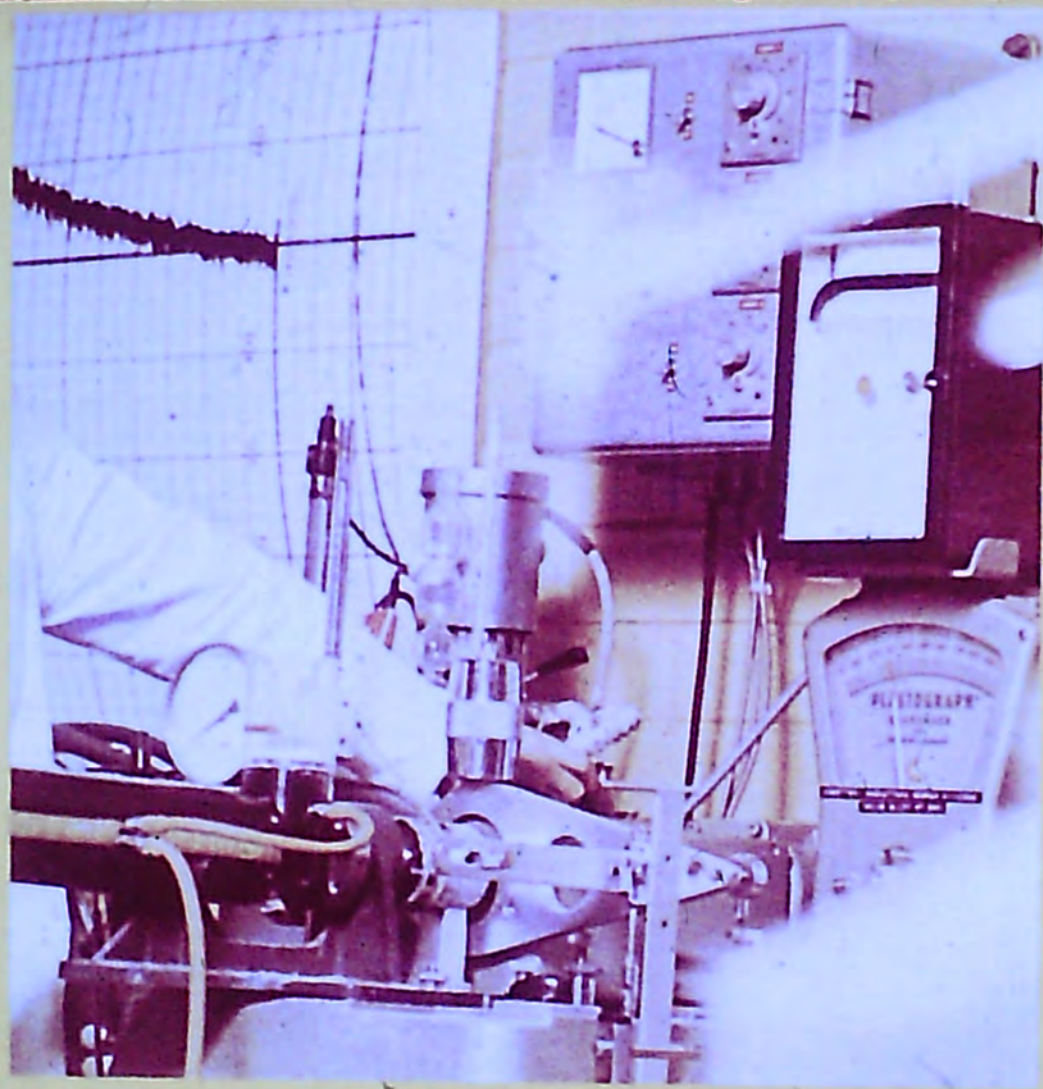
**Д. И. Менделеев.  
(1834—1907).**





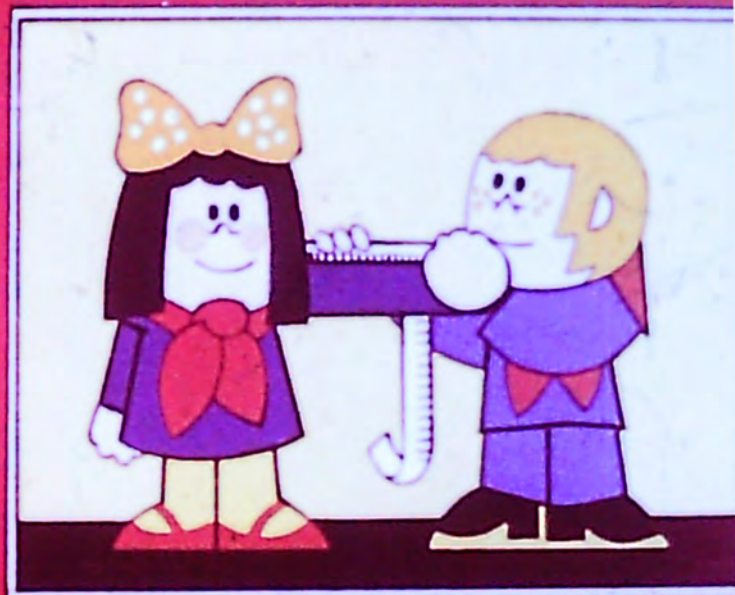
Измерениями занимаются везде: на заводе



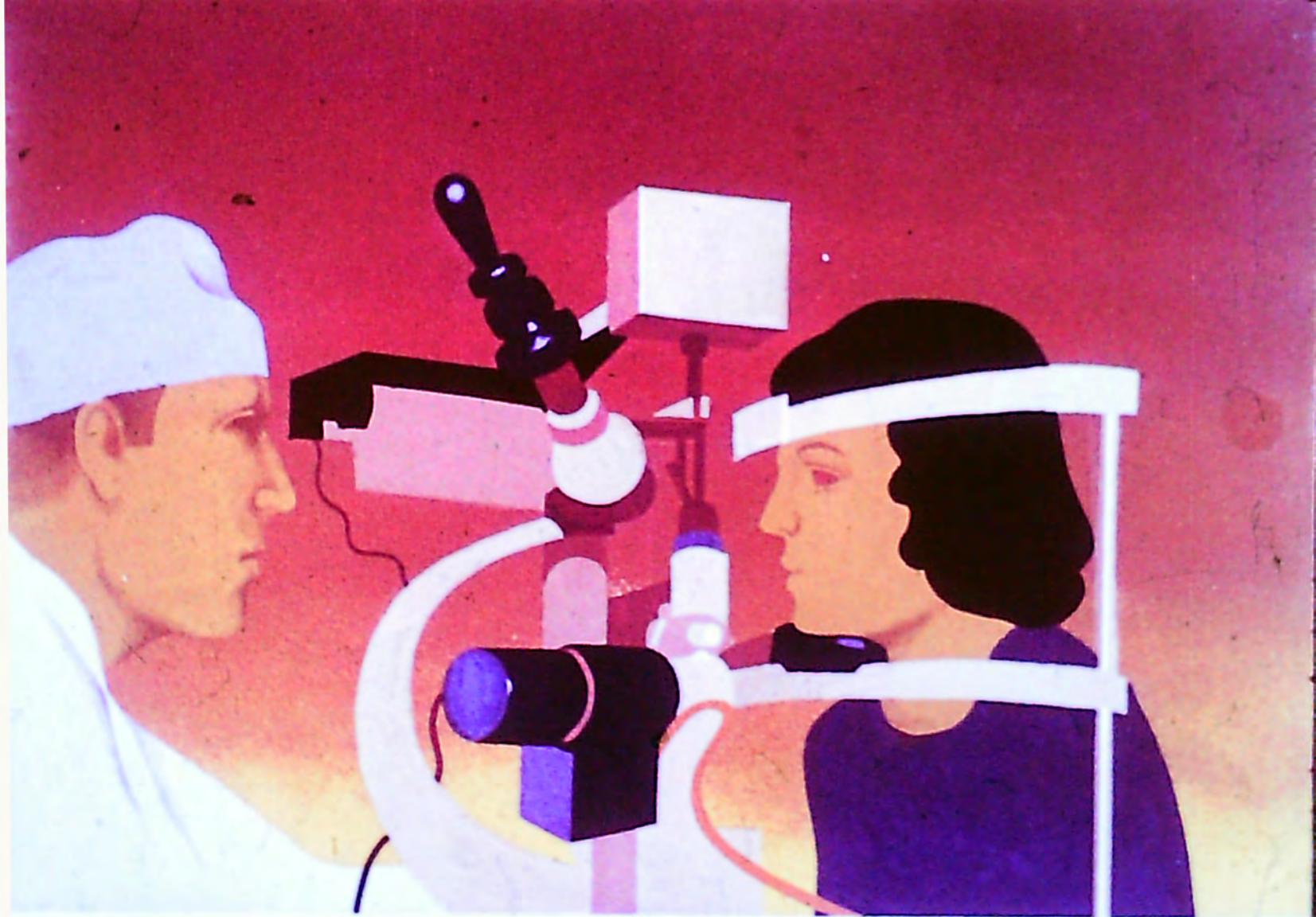


и в лаборатории,





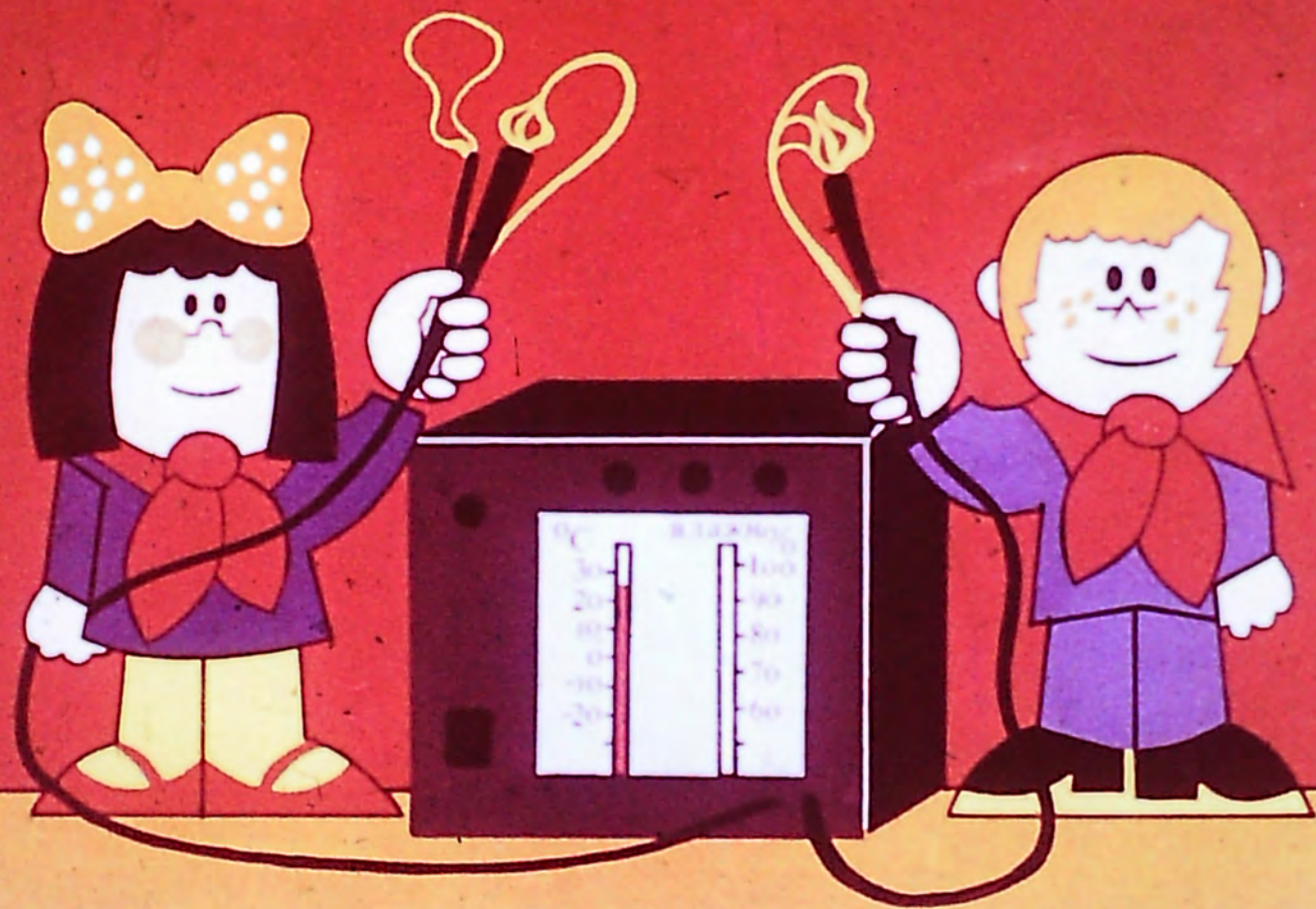
в магазине и в ателье,



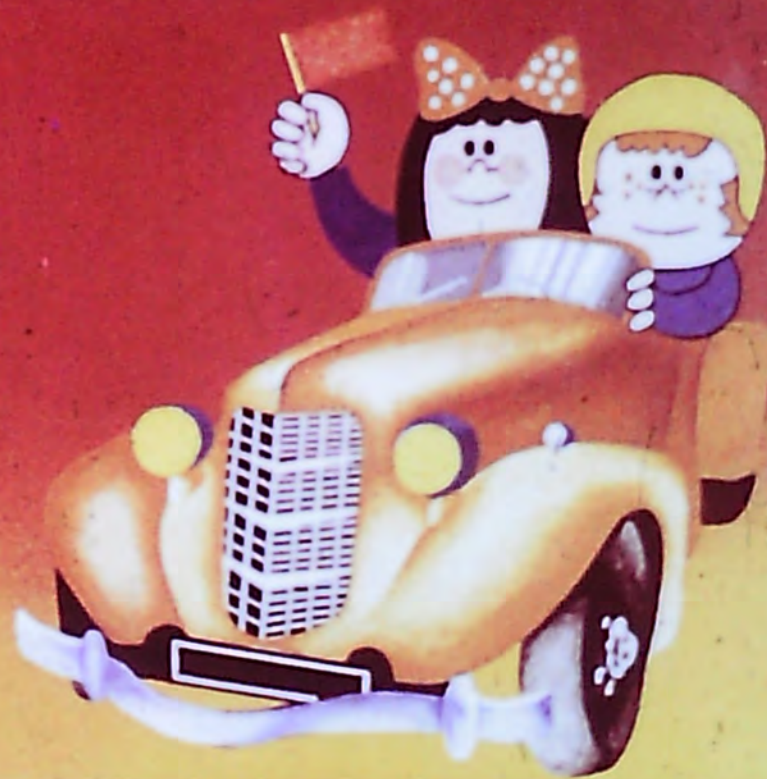
при исследовании зрения







и при контроле за качеством воздуха.



60

По показаниям измерительных приборов водитель судит о скорости автомобиля и пройденном пути.

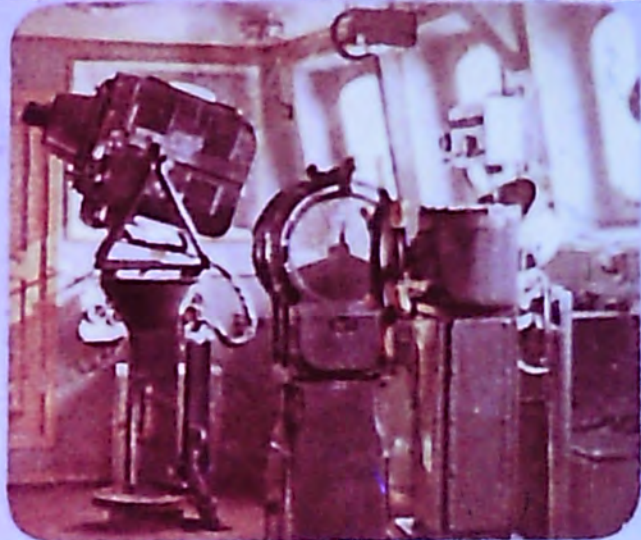






По приборам пилот определяет высоту, на которой летит самолёт, его скорость и направление движения.

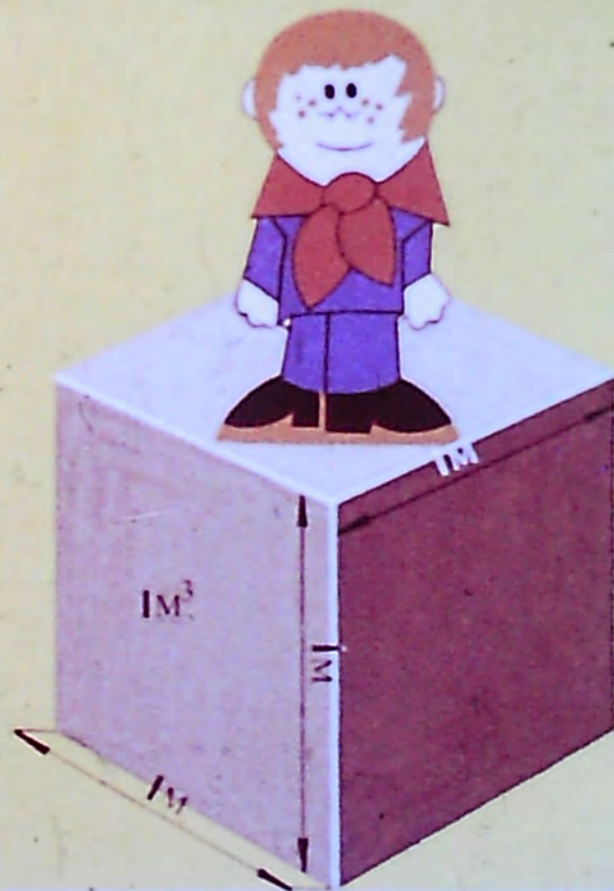




По приборам штурман прокладывает курс корабля.



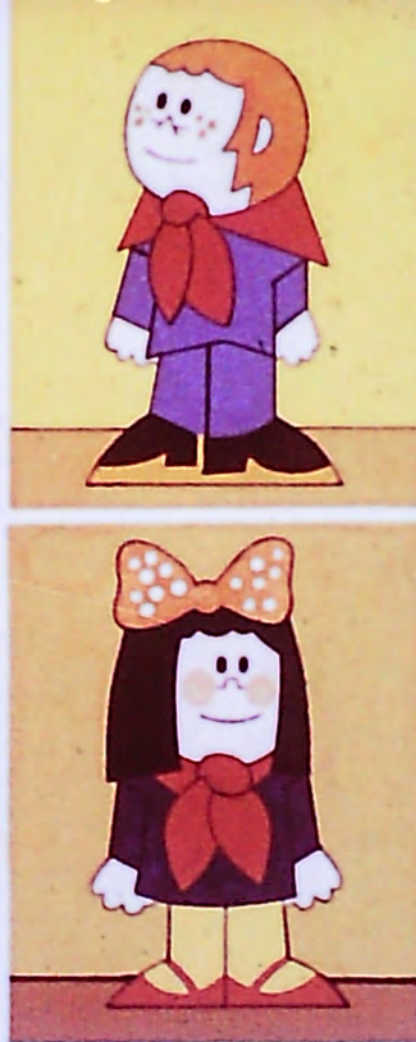
ЧТО ЖЕ ТАКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ?



Измерить физическую величину означает сравнить её опытным путём с однородной величиной, принятой за единицу измерения.



Рост 2 м 20 см

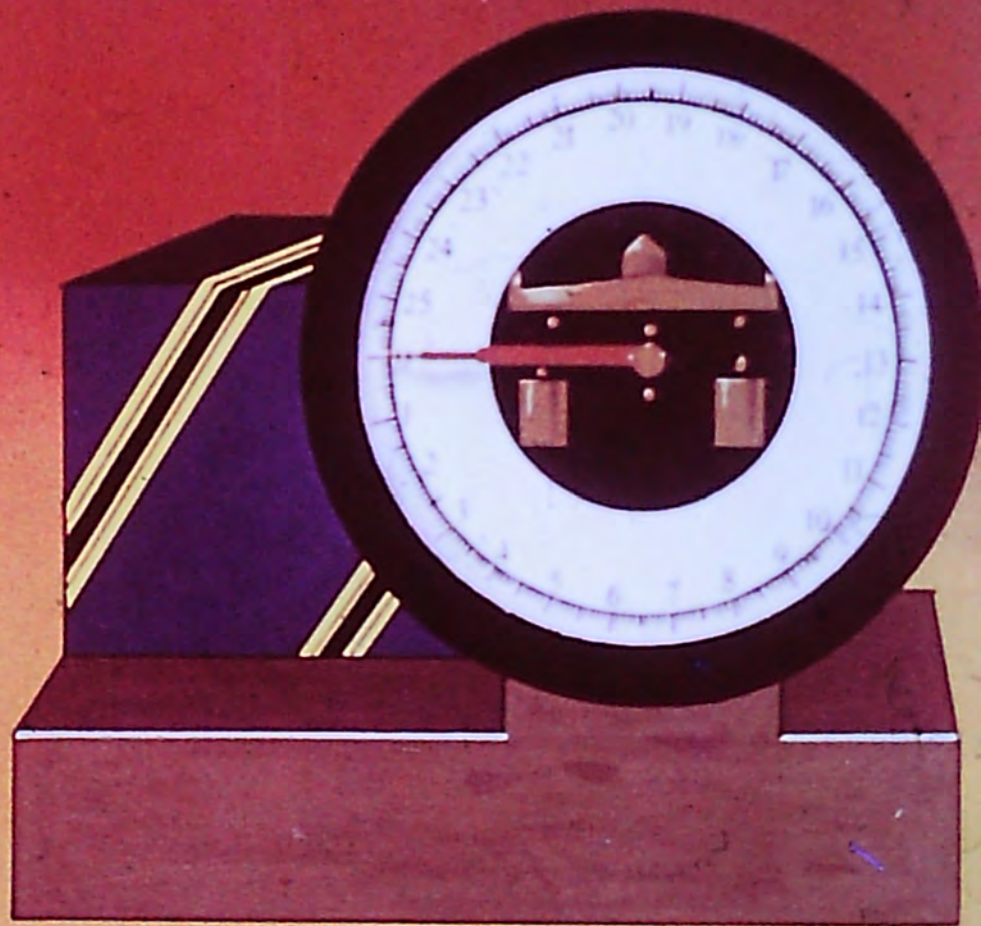
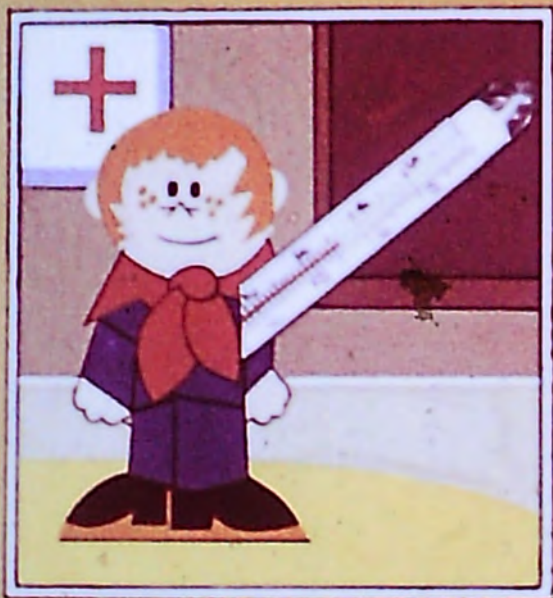


Масса 98,6 кг

В результате измерения получается число, показывающее соотношение измеряемой величины с единицей измерения.



## ЦЕНА ДЕЛЕНИЯ ШКАЛЫ ПРИБОРА



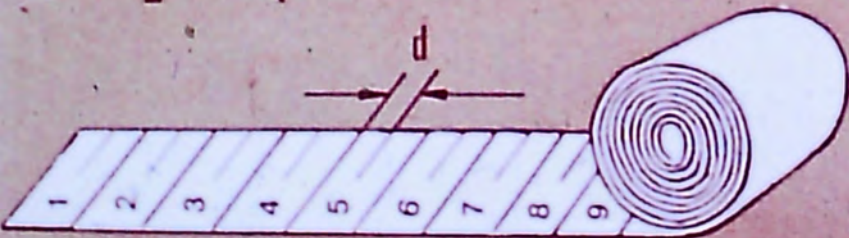
Измерительный прибор обычно снабжён шкалой, по показаниям которой судят об измеряемой величине. Каждая шкала имеет определённую цену деления.



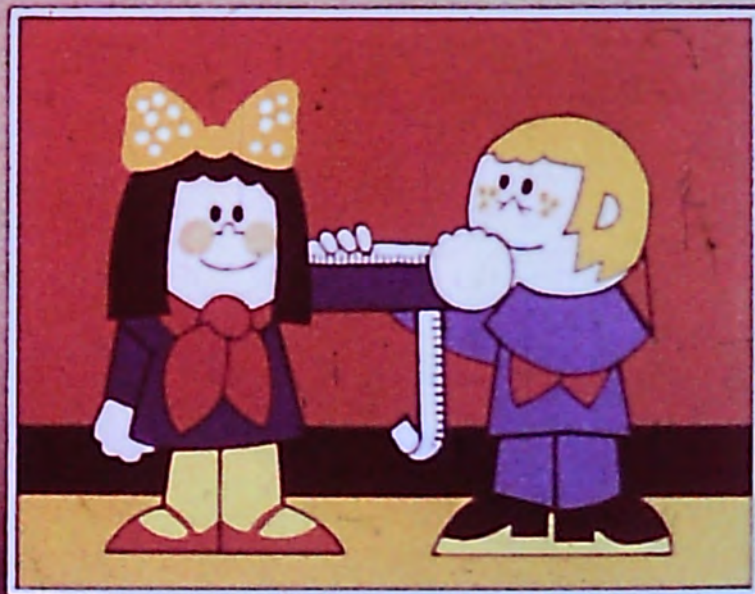


$$d = \frac{6-5}{10} = \frac{3-1}{20} = \dots = 0,1 \text{ см} = 1 \text{ мм}$$

$$d = \frac{6-5}{2} = \frac{3-1}{4} = \dots = 0,5 \text{ см} = 5 \text{ мм}$$

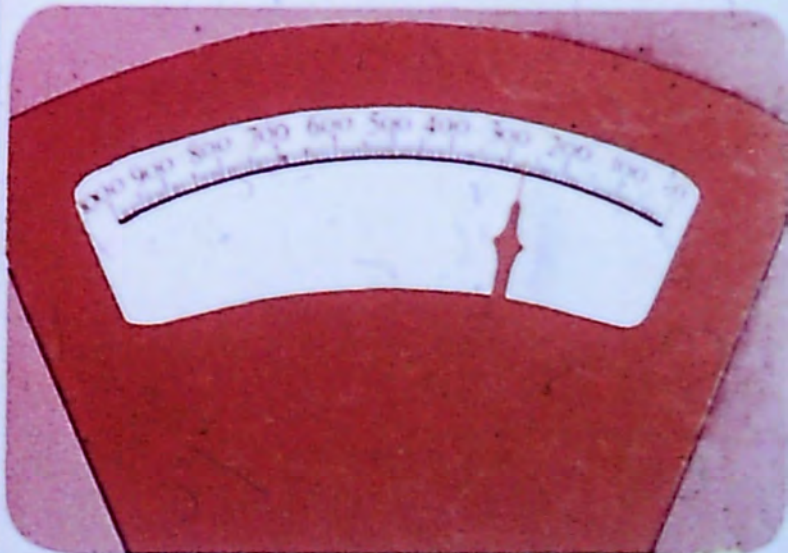
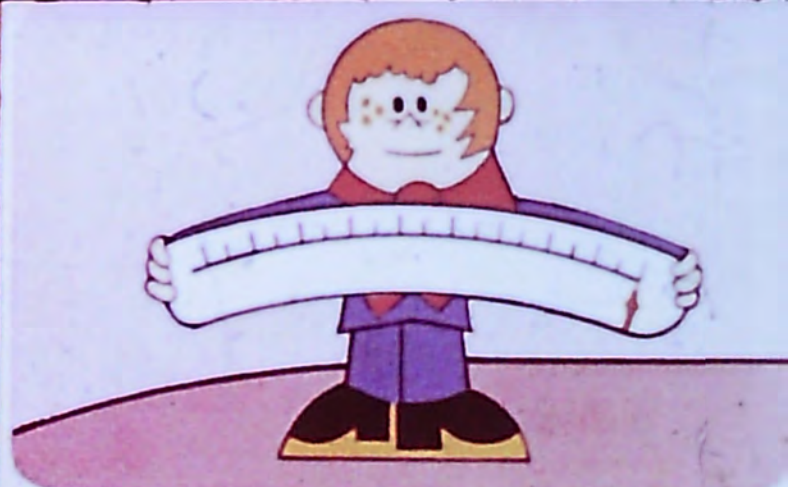
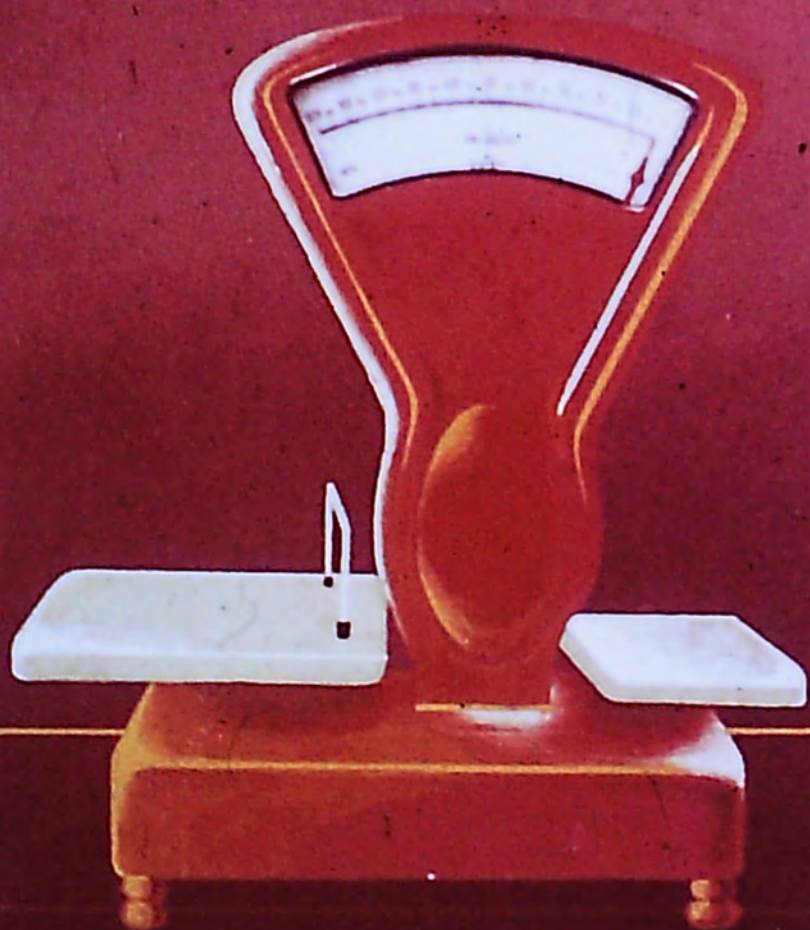


МЕРНАЯ ЛЕНТА



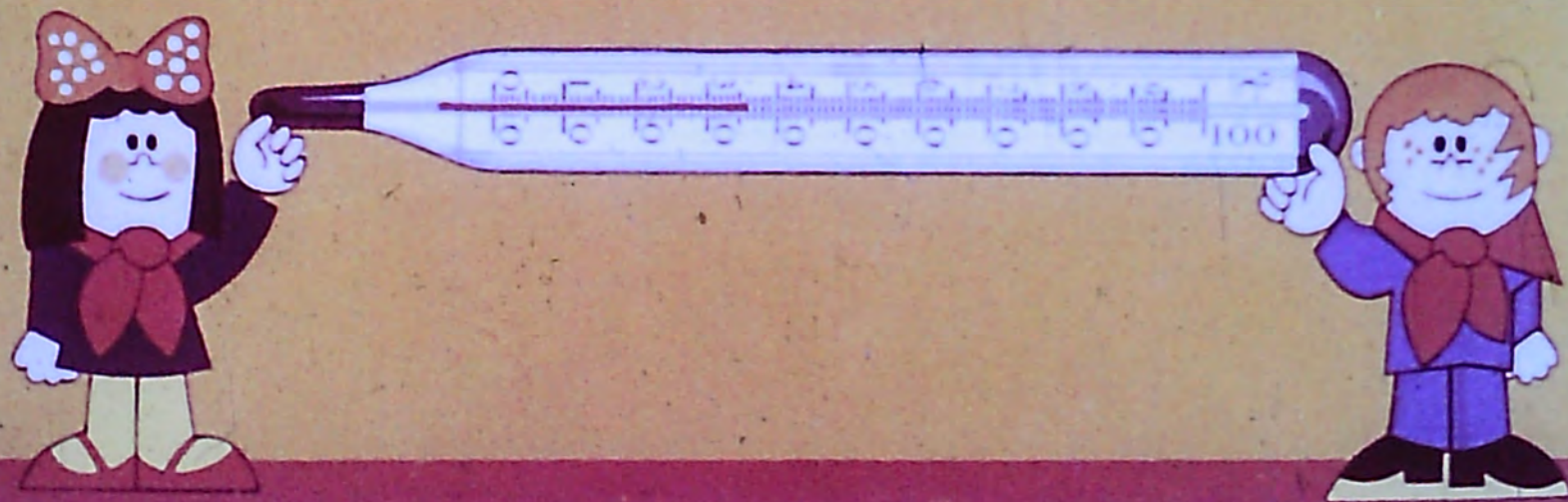
Цену деления шкалы можно найти, если разность двух значений величины, обозначенных на шкале, разделить на число делений между ними, т.е. на число промежутков между штрихами  $d = \frac{b-a}{n}$ .





Так, цена деления шкалы этих торговых весов:

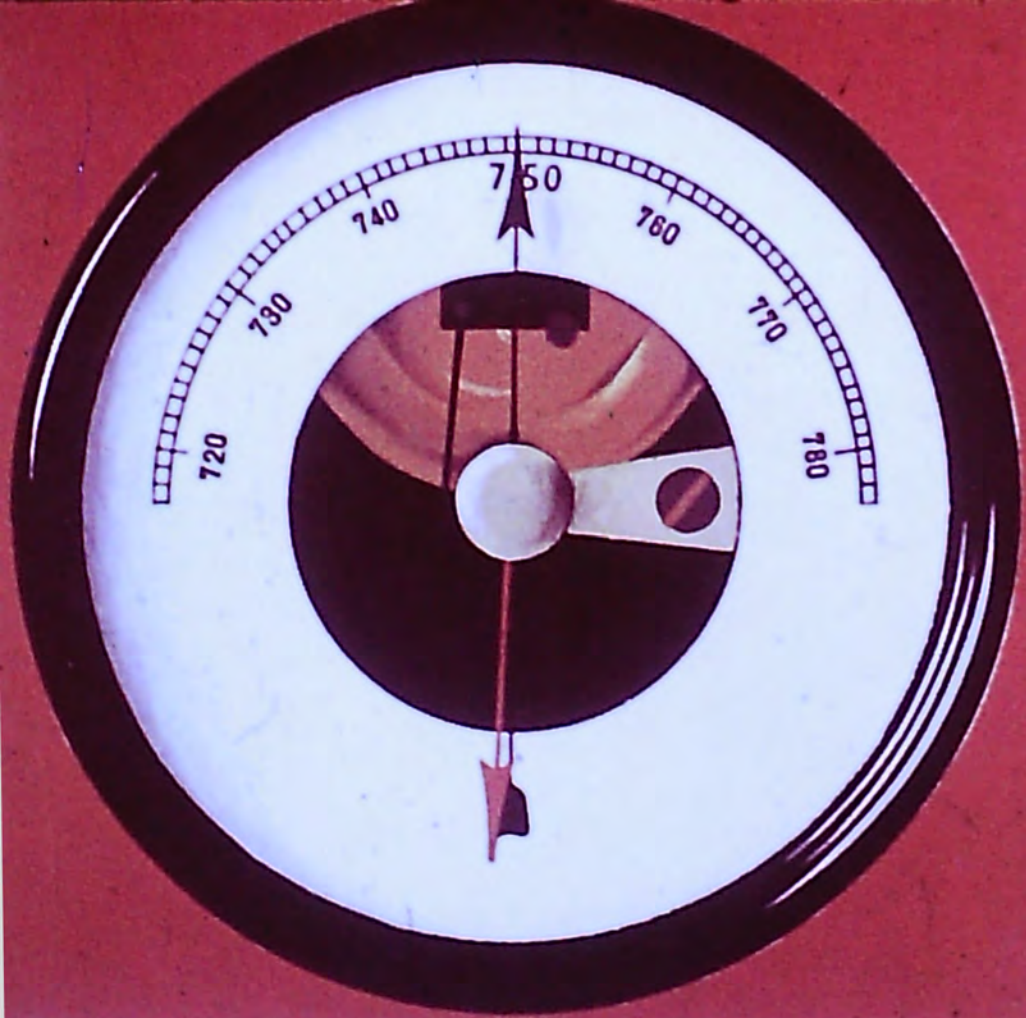
$$\alpha = \frac{300 - 200}{10} = 10 \text{ г.}$$



Цена деления шкалы термометра:

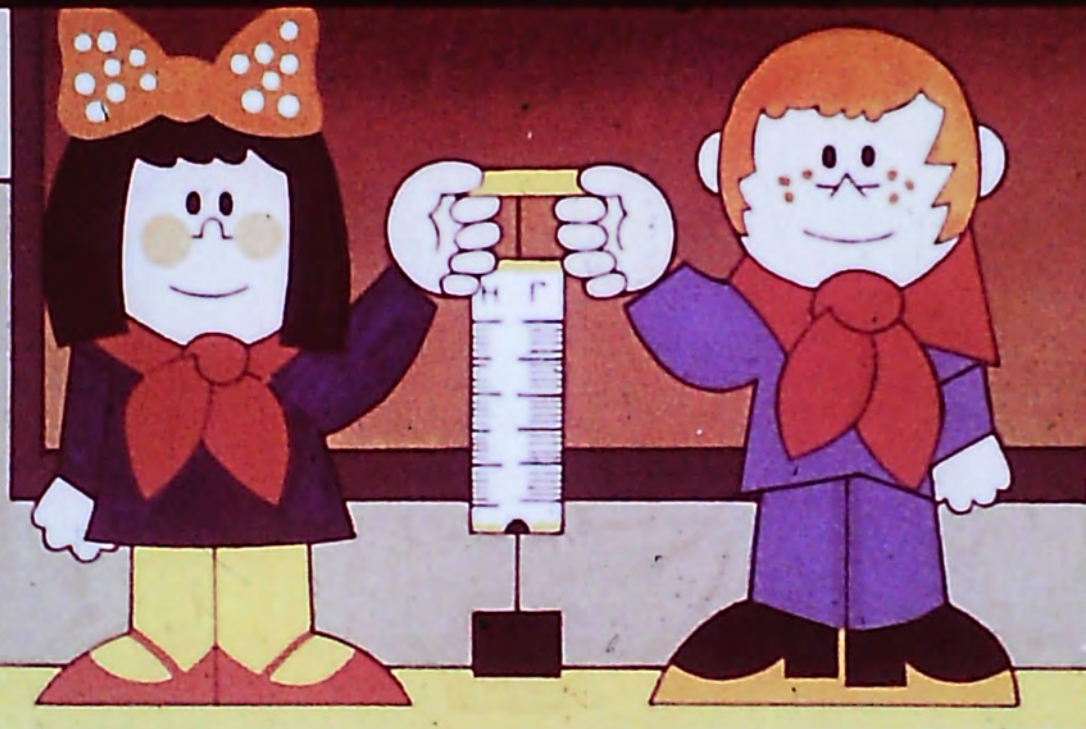
$$d = \frac{40 - 30}{10} = 1^{\circ} \text{C}.$$





Цена деления шкалы данного барометра:

$$d = \frac{730 - 720}{10} = 1 \text{ мм ртутного столба.}$$

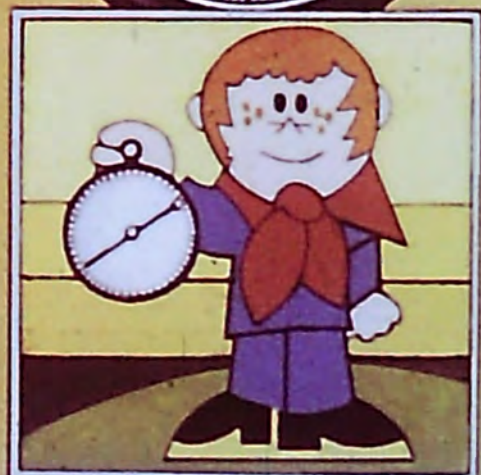
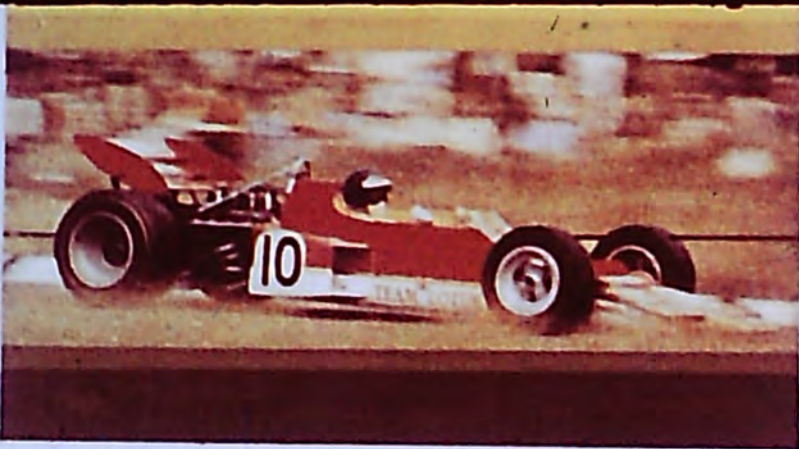


У данного динамометра две шкалы. Одна позволяет измерить силу в ньютонах (Н); цена деления шкалы:

$$d_1 = \frac{2-1}{10} = 0,1 \text{ Н.}$$

Вторая позволяет измерить силу в граммах (Г), цена деления шкалы:  $d_2 = \frac{350-300}{5} = 10 \text{ Г.}$





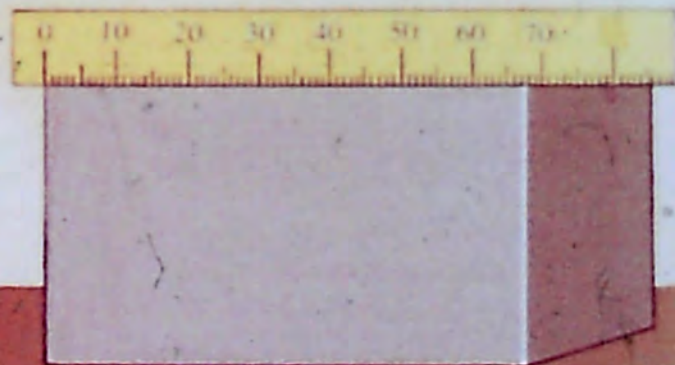
У секундомера две шкалы—секундная и минутная. Цена деления секундной шкалы:  $d_1 = \frac{2-1}{5} = 0.2\text{с.}$   
 минутной шкалы:  $d_2 = \frac{6-3}{3} = 1\text{мин.}$



## ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ



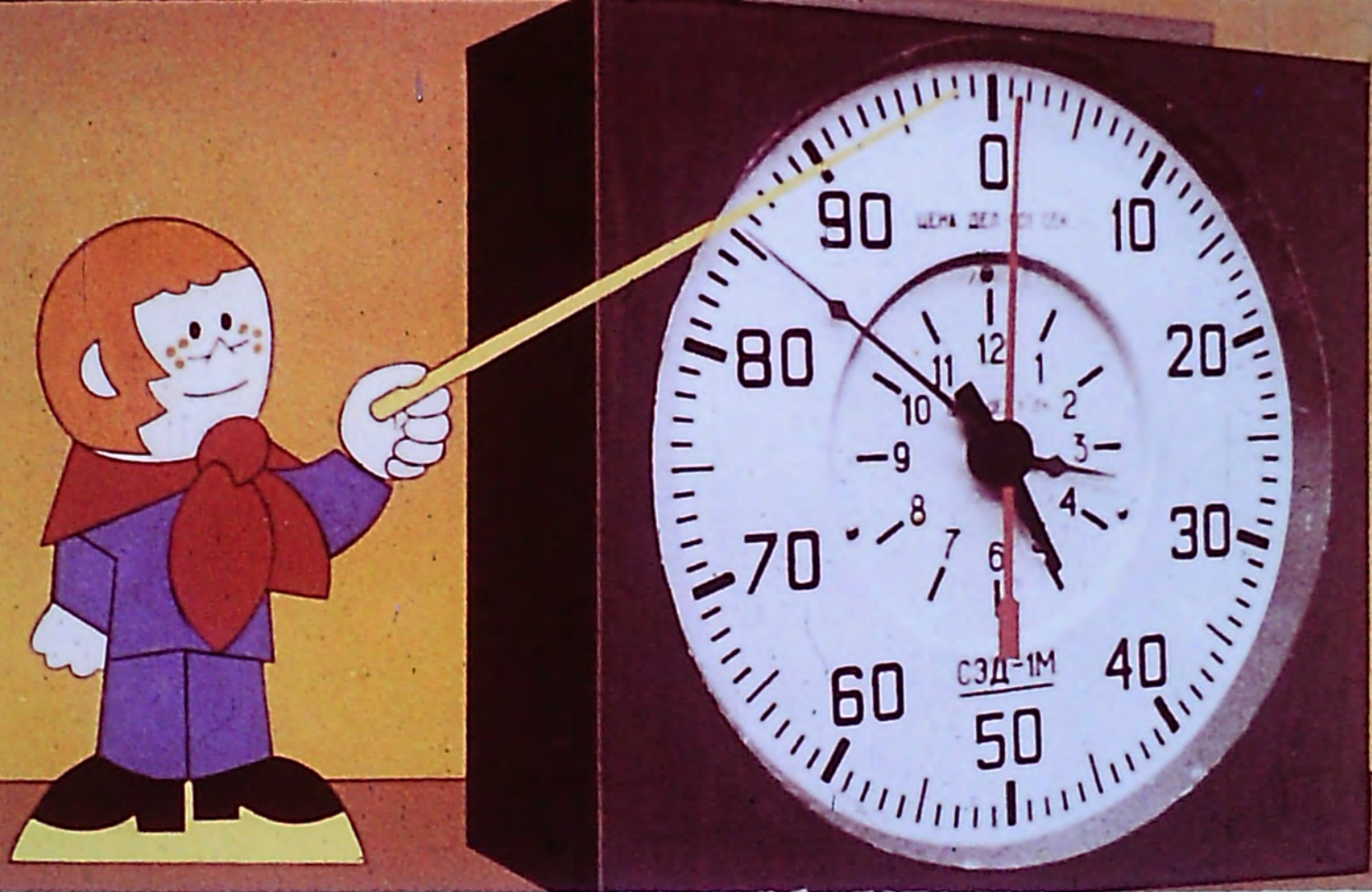
Неправильно



Правильно

Ошибка при измерении возникает, если не совместить конец предмета с нулевым делением шкалы. Ее не будет, если правильно прикладывать линейку.





Ошибка также возникнет, если смотреть на стрелку сбоку. Кажущееся смещение стрелки из-за неправильного расположения глаза называется *ошибкой на параллакс*.





Ошибки на параллакс не будет, если глаз расположить так, чтобы луч зрения был перпендикулярен шкале.





В точных измерительных приборах ошибка на параллакс исключается с помощью зеркальной шкалы. Глаз располагают так, чтобы стрелка совпала со своим изображением в зеркале.

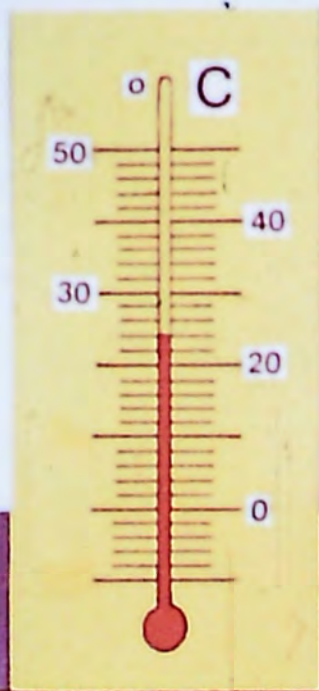
Учтите, что любой прибор изготовлен с определенной точностью, зависящей от его конструкции. Поэтому, даже если исключить все ошибки наблюдателя, останется ошибка, вносимая самим измерительным прибором.

24

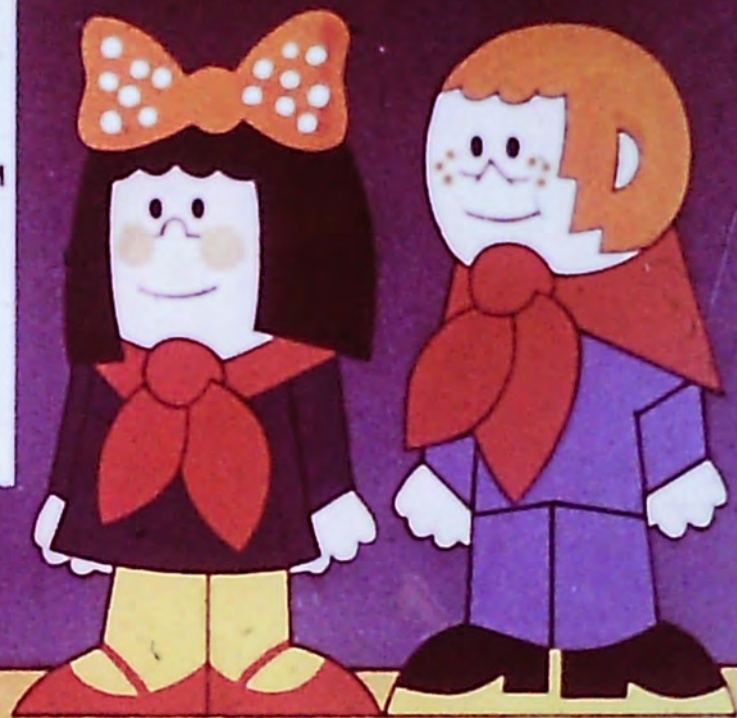




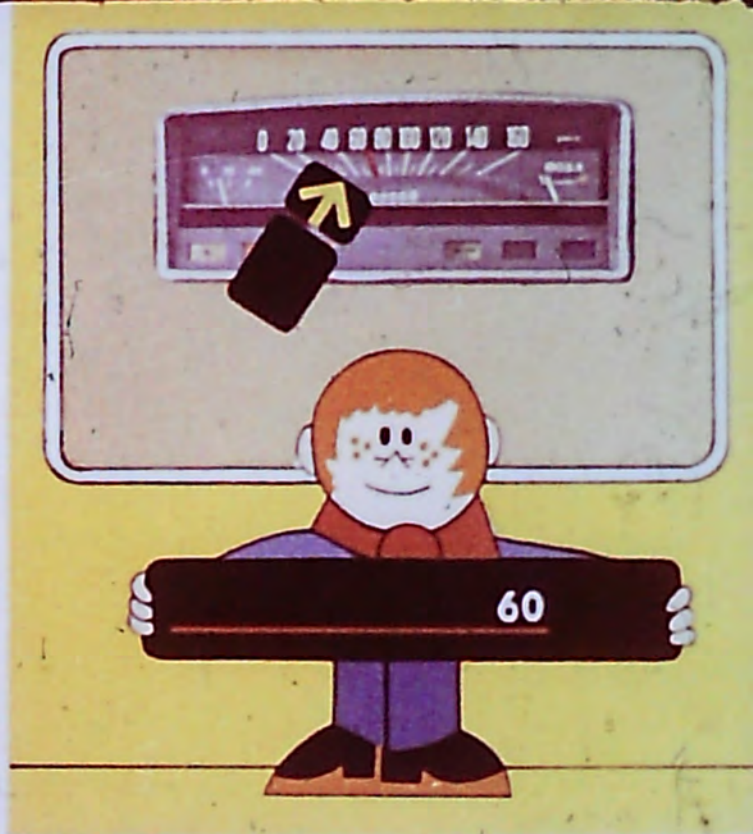
Цена  
деления  
шкалы  
 $d = 2^{\circ}\text{C}$ .



Граница  
погрешности  
 $h = \frac{d}{2} = 1^{\circ}\text{C}$ .



Мерой погрешности при измерении служит *граница погрешности*  $h_x$ , где индекс «х» обозначает измеряемую величину. У большинства измерительных приборов она равна половине цены деления шкалы прибора.



Так, цена деления спидометра  $d = 10 \text{ км/ч}$ , граница погрешности  $h_{\bar{V}} = \frac{d}{2} = 5 \text{ км/ч}$ . Результат измерения записывают в виде двойного неравенства, указывая границы интервала, в котором лежит истинное значение величины:  $55 \text{ км/ч} \leq V \leq 65 \text{ км/ч}$ .



$$d_1 = 2^\circ \quad h_t = 1^\circ$$

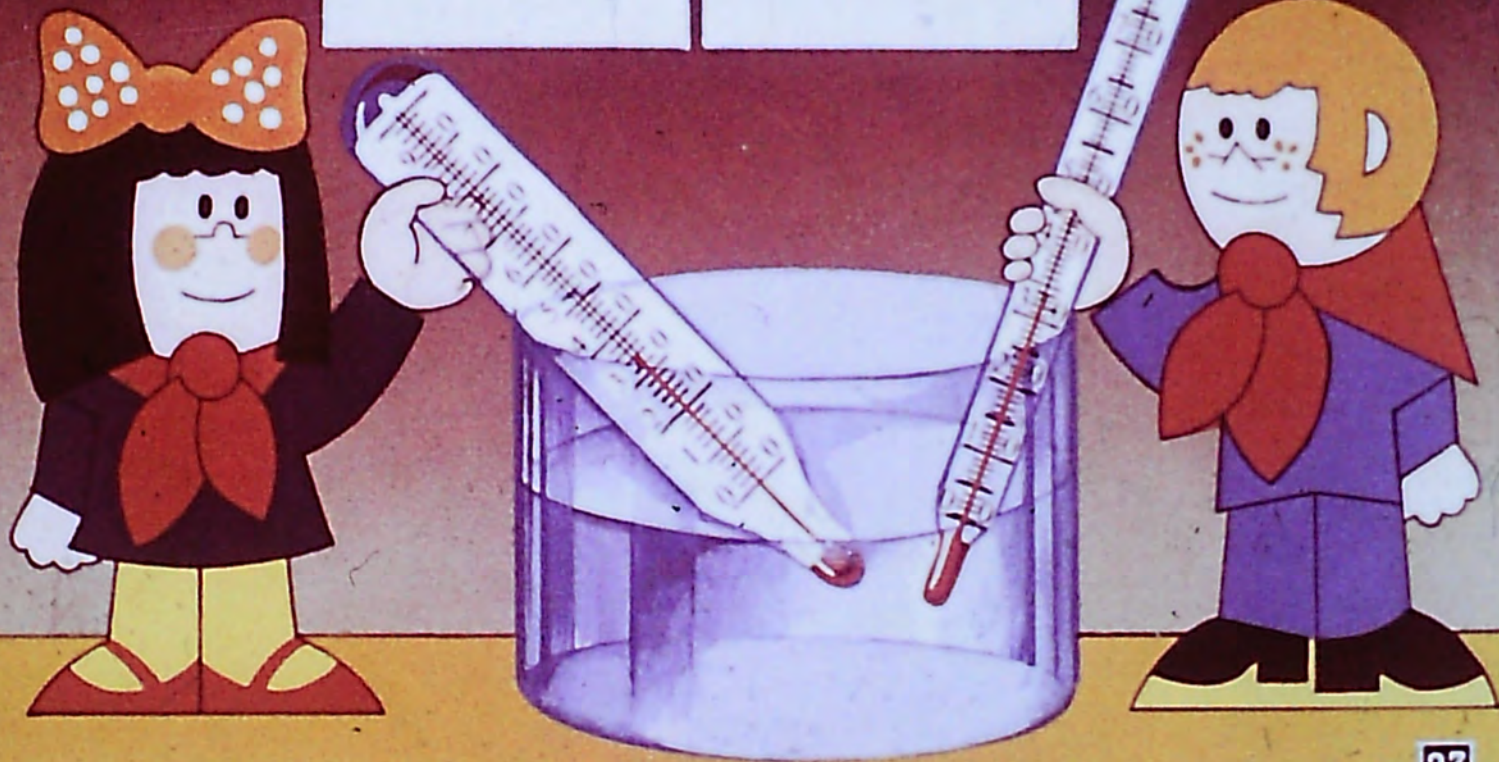
$$t = 34^\circ \pm 1^\circ$$

$$33^\circ \leq t \leq 35^\circ$$

$$d_2 = 1^\circ \quad h_t = 0.5^\circ$$

$$t_2 = 34.0^\circ \pm 0.5^\circ$$

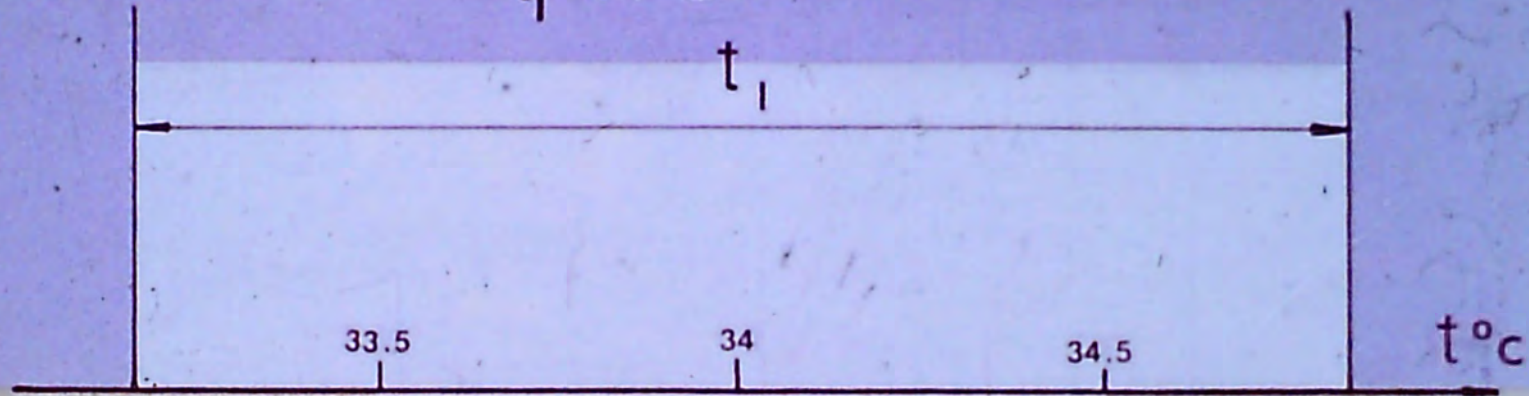
$$33.5^\circ \leq t \leq 34.5^\circ$$



Измерим температуру жидкости двумя различными термометрами. В каком случае погрешность измерения меньше? Какое измерение выполнено точнее?

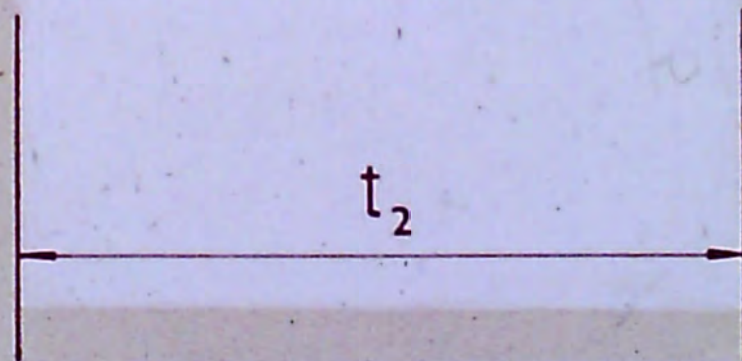
$$33^{\circ} \leq t_1 \leq 35^{\circ}$$

$$t_1 = 34^{\circ} \pm 1^{\circ}$$



$$33,5^{\circ} \leq t_2 \leq 34,5^{\circ}$$

$$t_2 = 34,0^{\circ} \pm 0,5$$



Изобразим границы погрешности на числовом луче. Во втором случае найден более узкий интервал значений температуры. Следовательно, это измерение выполнено точнее.



## Измерение длин и объемов



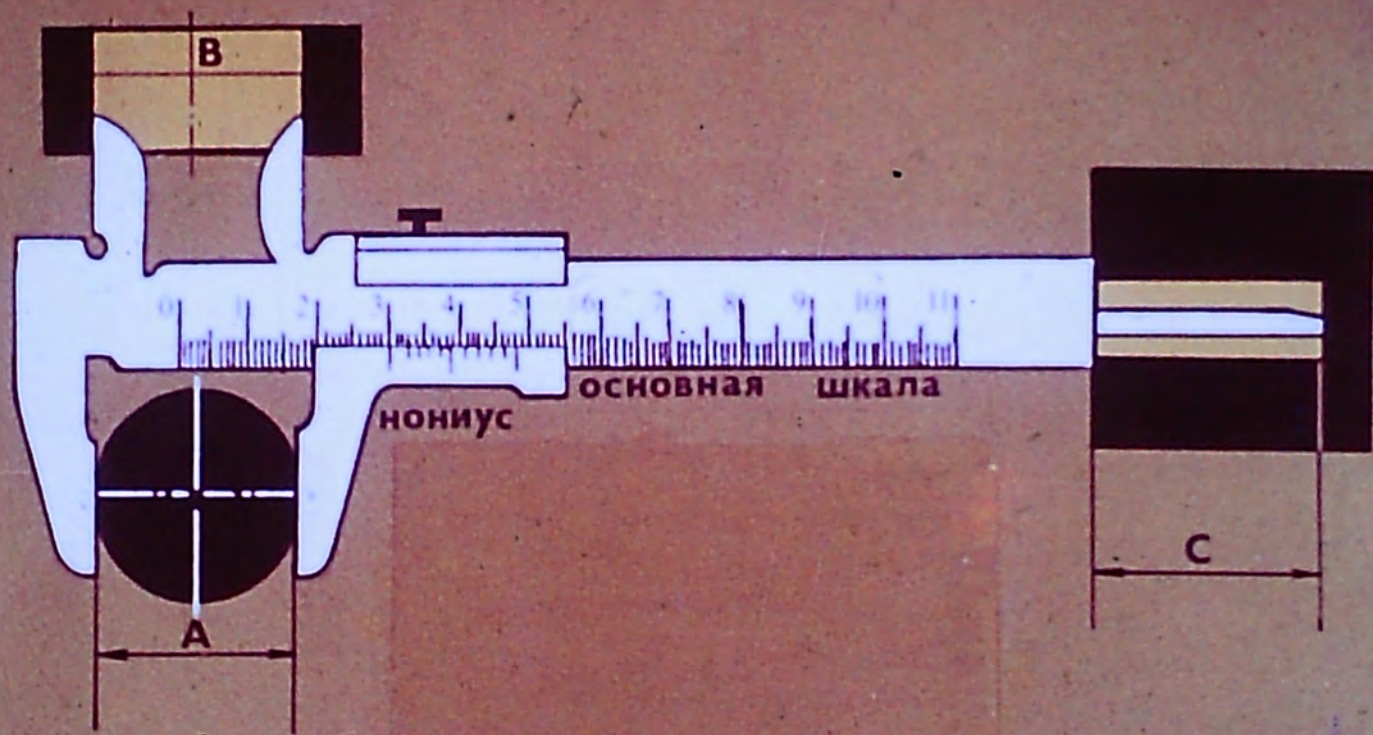
с помощью миллиметровой линейки можно измерить длину с точностью до 1 мм. Так, на карте расстояние между Ленинградом и Вологдой равно 54 мм с погрешностью  $\Delta L = 1 \text{ мм}$ . Результат запишется так:  $L = 54 \pm 1 \text{ мм} = 5,4 \pm 0,1 \text{ см}$ .



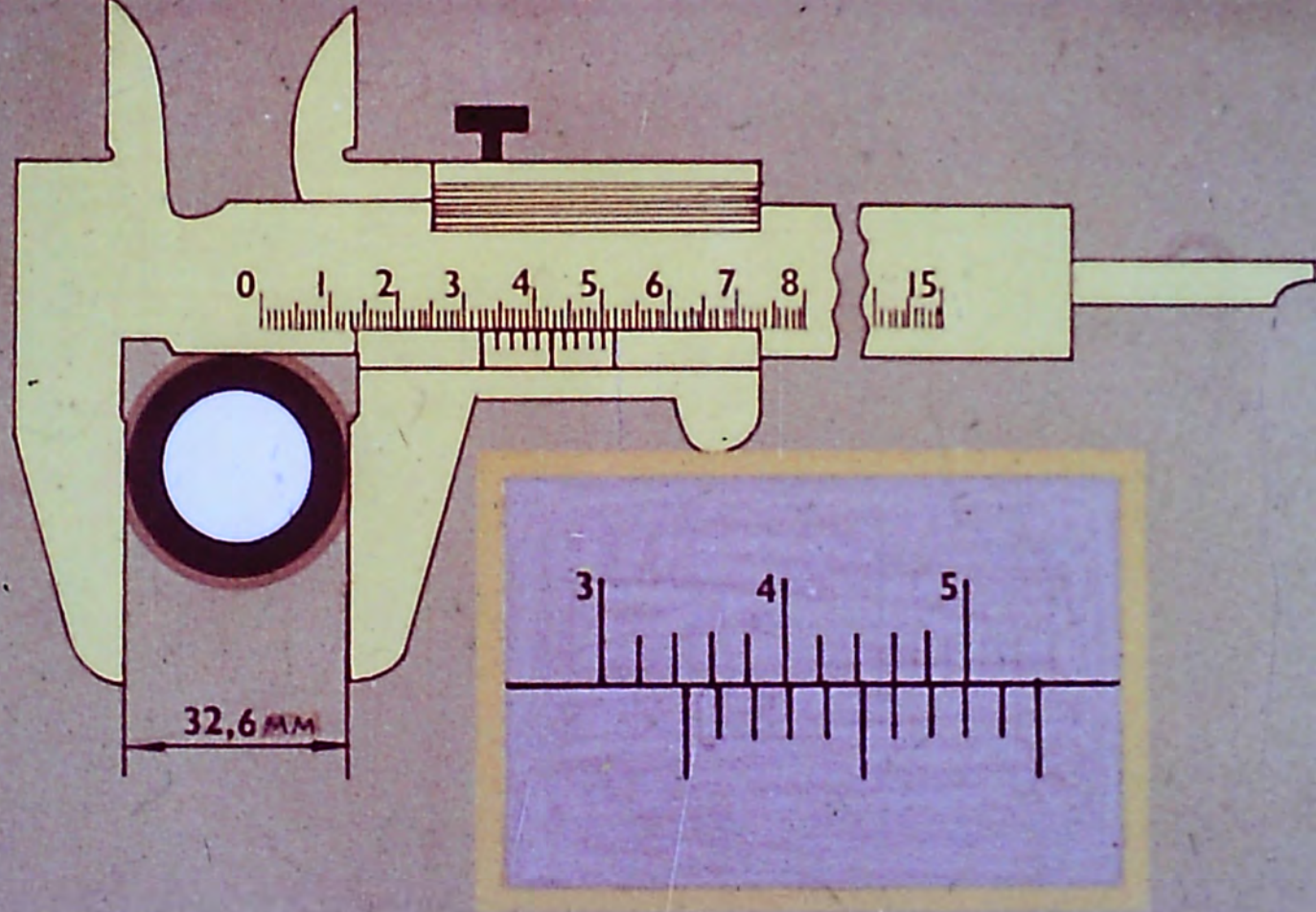


Учитывая, что на данной карте масштаб равен 1:10 000 000, т.е. одному сантиметру соответствует 100 км, получим для истинного расстояния на местности  $L = 540$  км с погрешностью  $h_L = 10$  км. Итак,  $L = 540 \pm 10$  км.



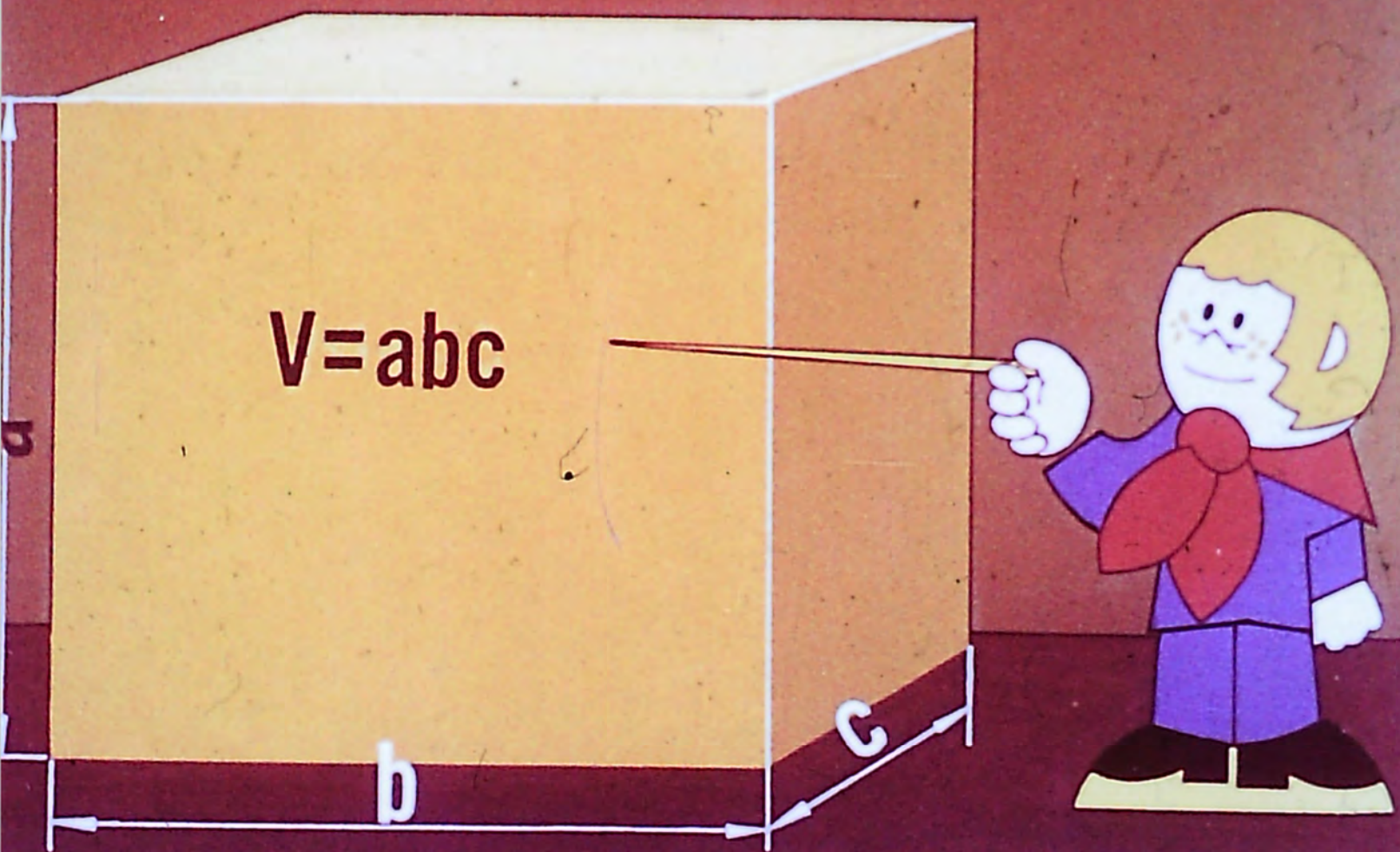


Для определения наружных (А) и внутренних (В) размеров тел и промера глубины (С) с точностью до 0,1 мм пользуются штангенциркулем. У него две шкалы: основная и нониус. Цена деления основной шкалы 1 мм.

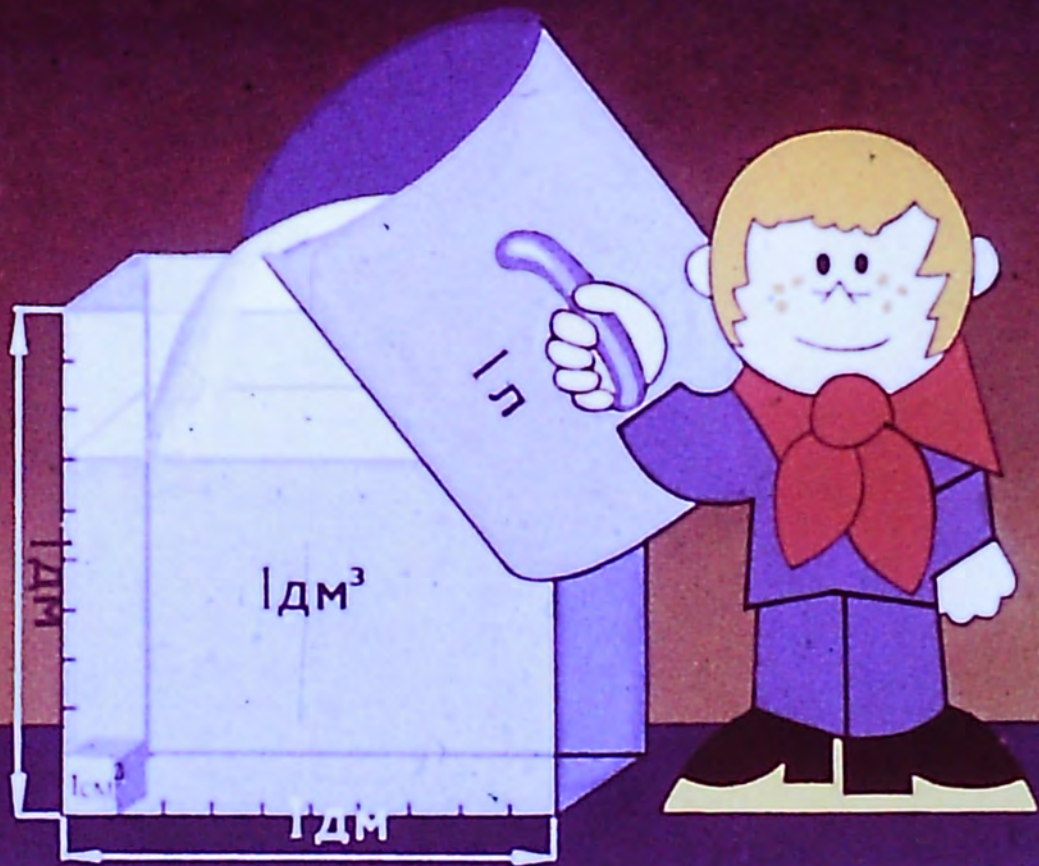


Нониус служит для определения десятых долей миллиметра. Число десятых долей определяют по тому делению шкалы нониуса, которое совпало с делением основной шкалы.



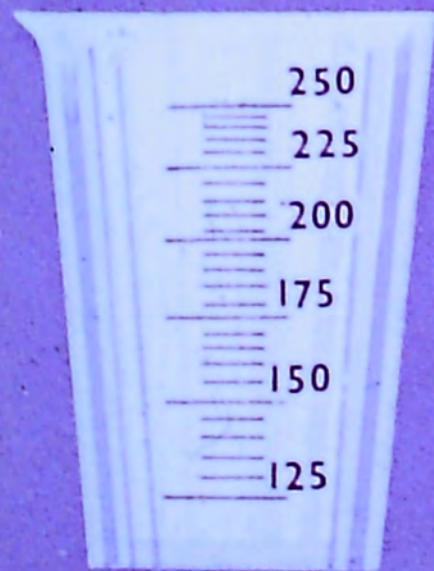


Объем параллелепипеда определяют по его размерам.

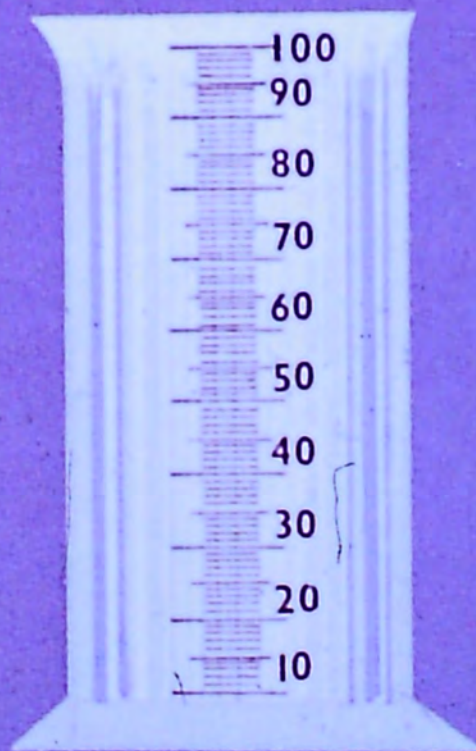


Объем твердых тел измеряют в кубических метрах, кубических дециметрах и кубических сантиметрах, объем жидкостей часто измеряют в литрах и миллилитрах:  $1\text{ л} = 1\text{ дм}^3$ ;  $1\text{ мл} = 1\text{ см}^3$ .

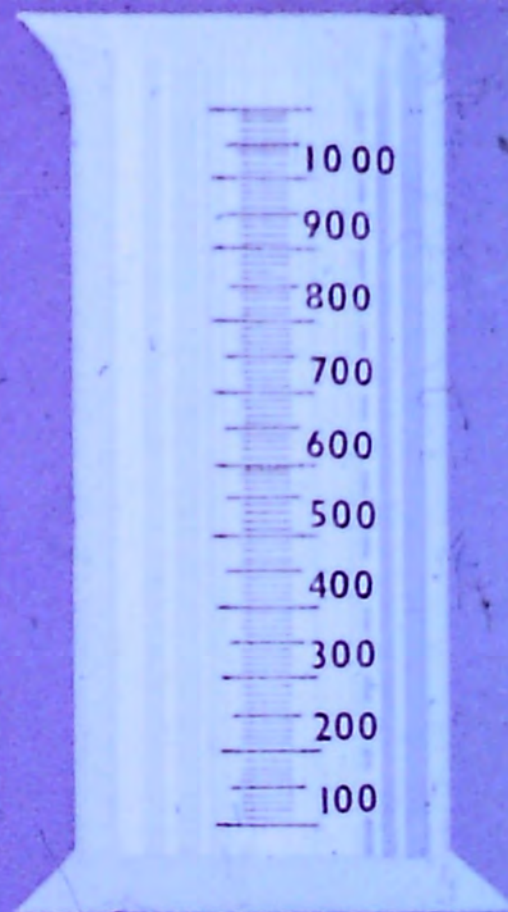




$d_1 = 5 \text{ мл}$   $h_v = 2,5 \text{ мл}$

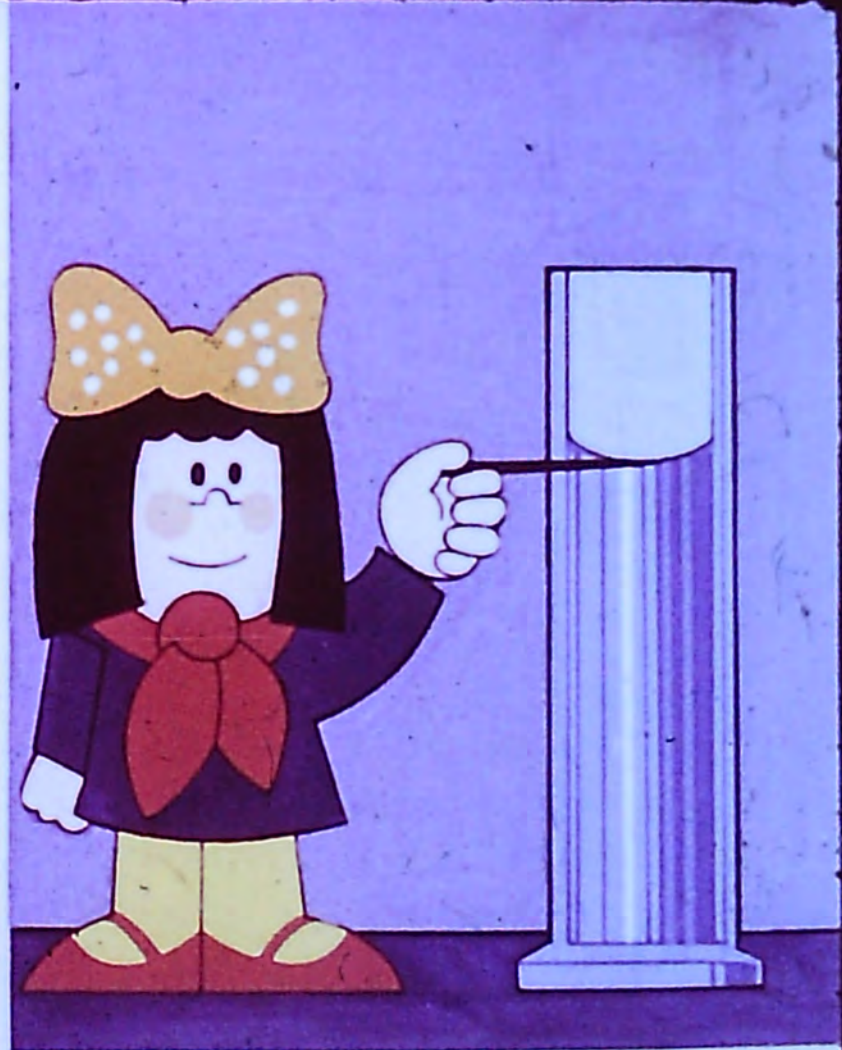
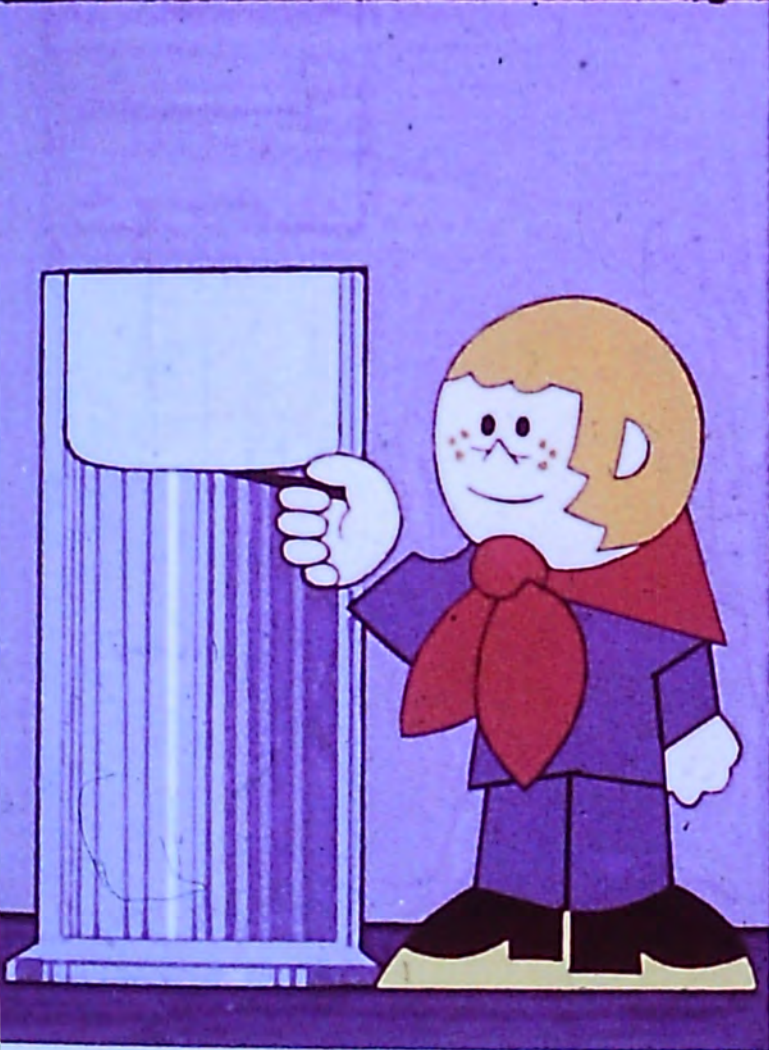


$d_2 = 1 \text{ мл}$   $h_v = 0,5 \text{ мл}$



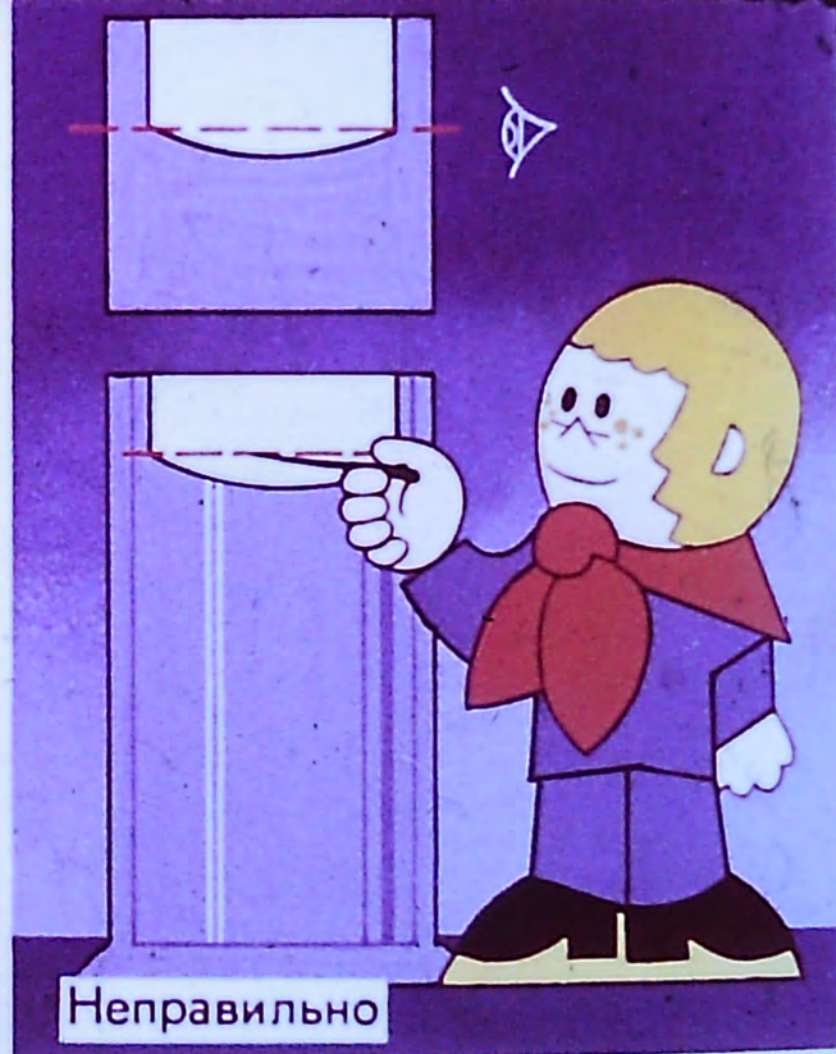
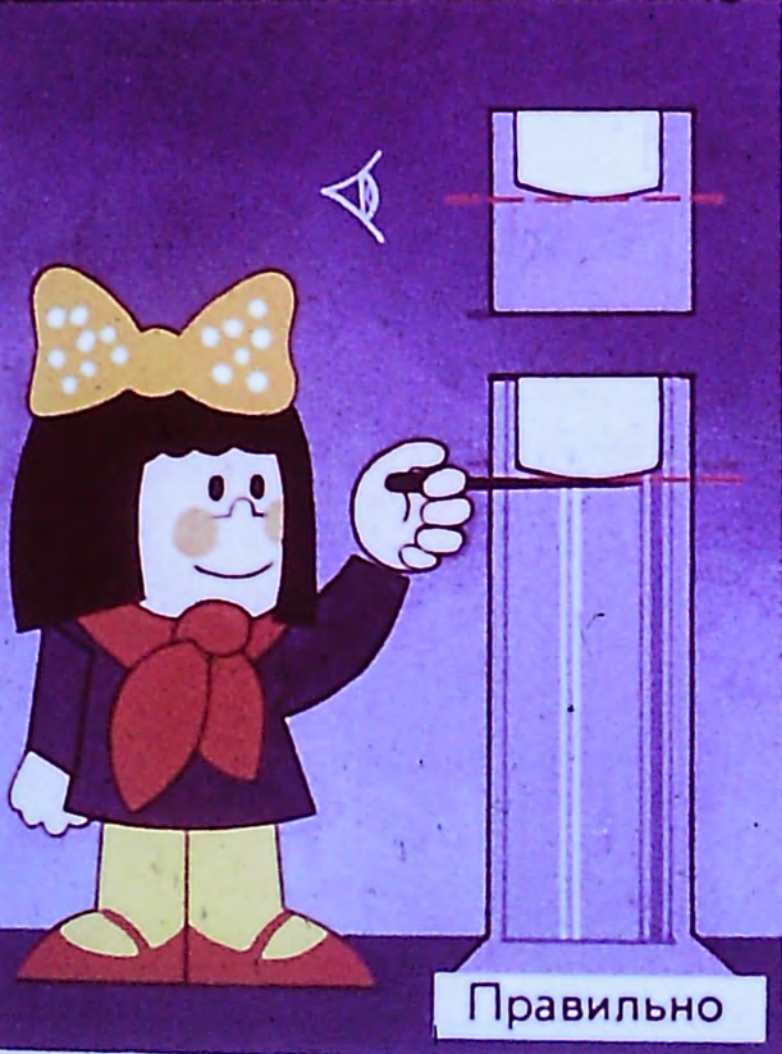
$d_3 = 10 \text{ мл}$   $h_v = 5 \text{ мл}$

Объём жидкостей и твёрдых тел произвольной формы измеряют мензурками. Цена деления шкалы и граница погрешности этих приборов показаны на рисунке.



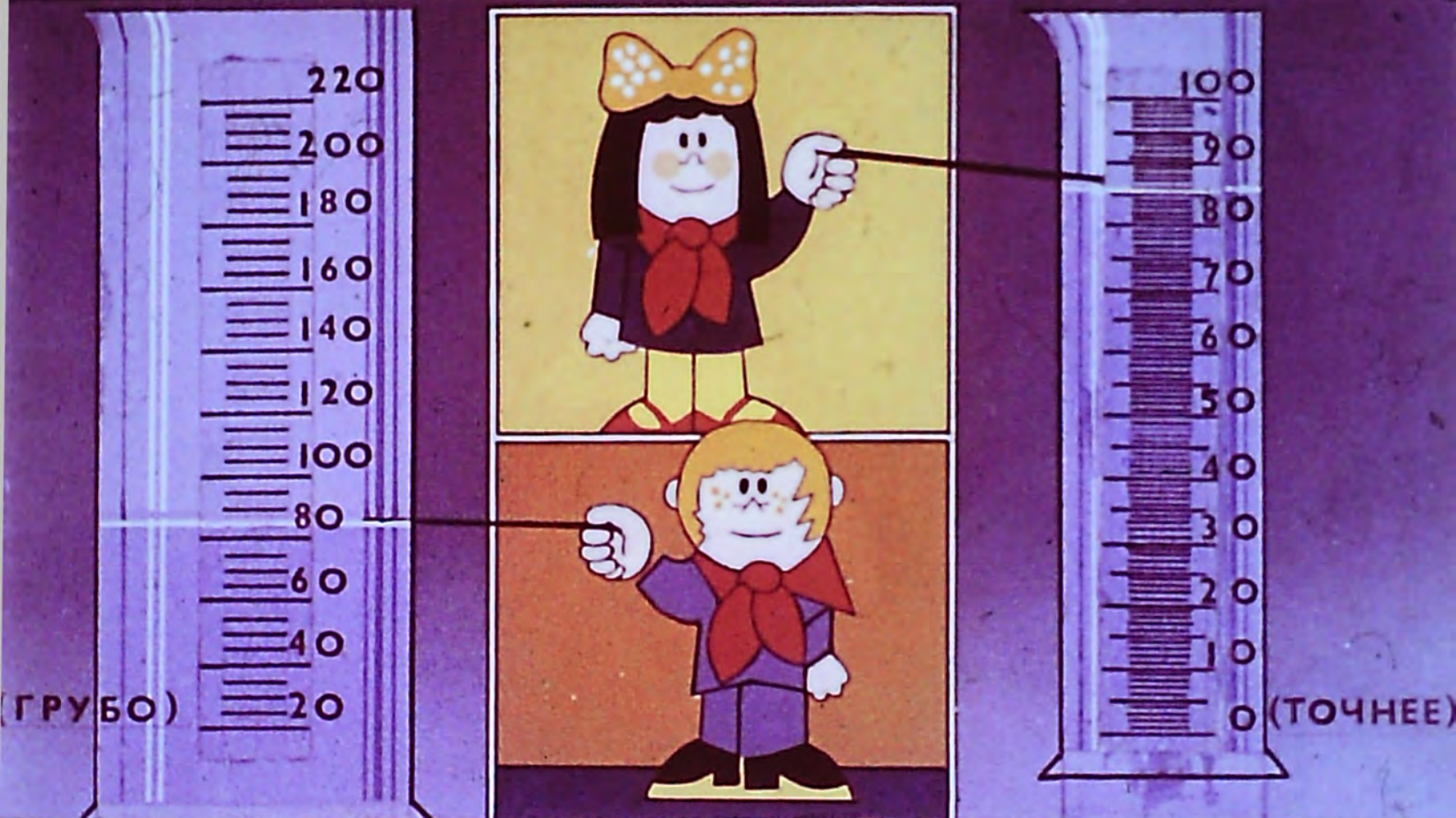
Вода смачивает стекло, поэтому поверхность воды искривляется, образуя вогнутый мениск. Особенно это заметно в узких мензурках.





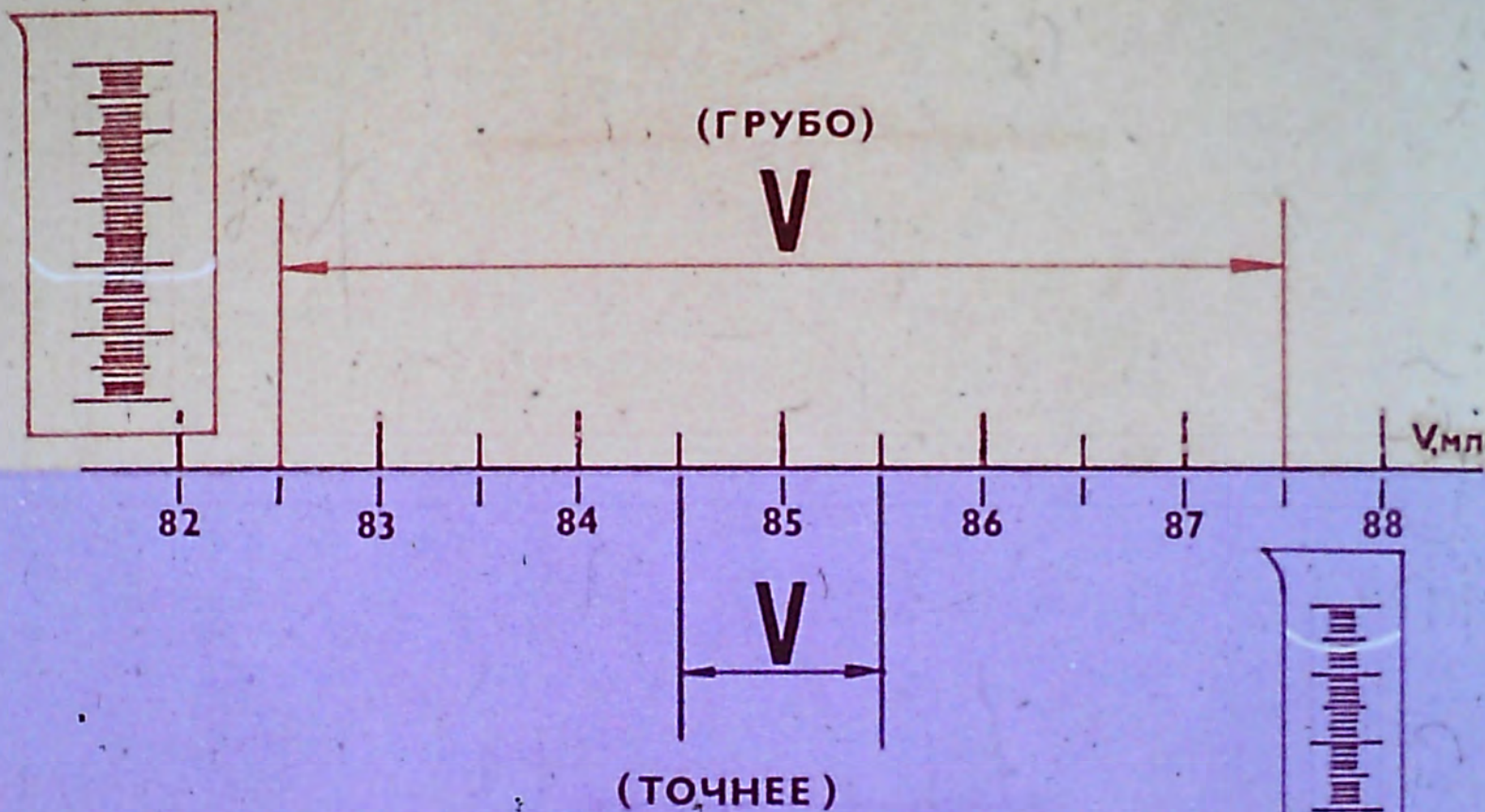
Чтобы уменьшить ошибку на мениск, следует делать отсчет по нижнему краю поверхности жидкости.



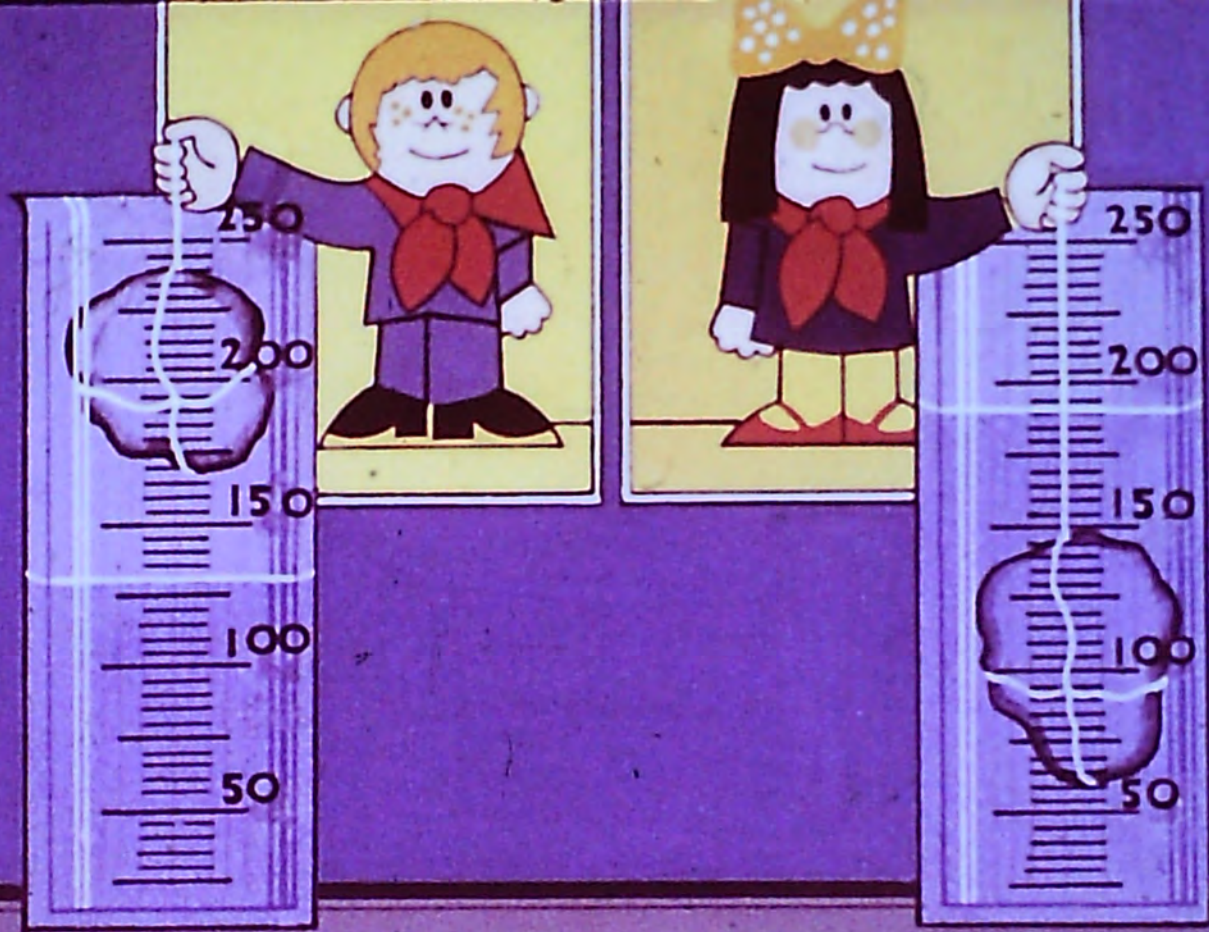


Для уменьшения погрешности измерения лучше пользоваться мензуркой с меньшей ценой деления. Один и тот же объем жидкости с помощью двух разных мензурок измеряется с разной степенью точности.





Первое измерение  $84,5 \text{ мл} \leq V \leq 85,5 \text{ мл}$  сделано точнее второго:  $82,5 \text{ мл} \leq V \leq 87,5 \text{ мл}$ . Это хорошо видно на числовом луче.



Объем твердого тела определяют по разности уровней жидкости в мензурке до и после погружения тела.

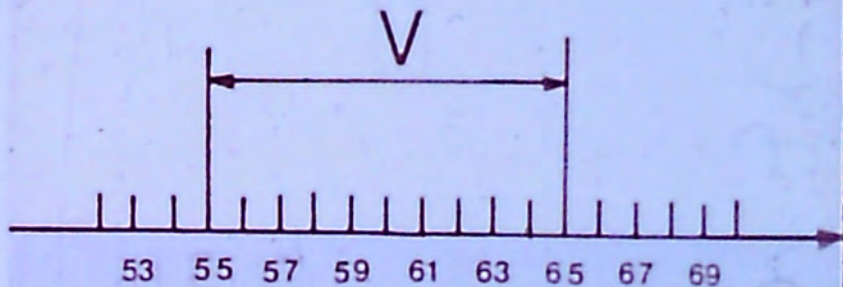
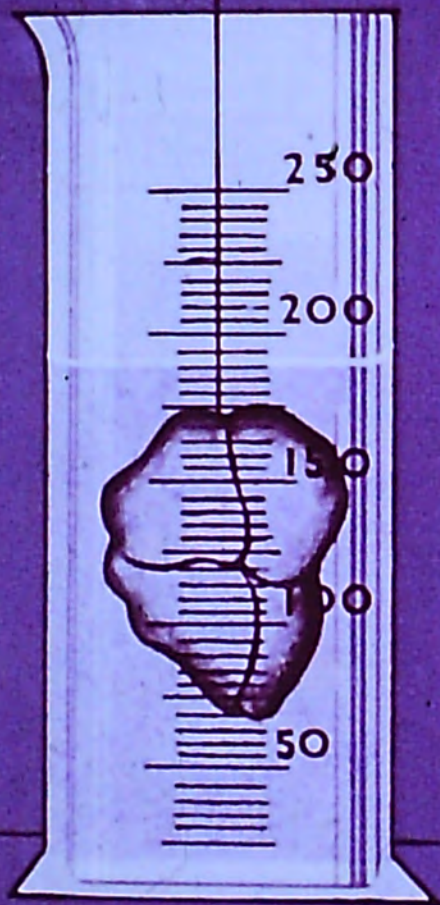
Как видно, объем тела  $V = 190 \text{ мл} - 130 \text{ мл} = 60 \text{ мл} = 60 \text{ см}^3$ .



Поскольку объем жидкости измеряется дважды, границы погрешностей складываются. Здесь цена деления  $d=5\text{ мл}$ , граница погрешности одного измерения  $h = \frac{d}{2} = 2,5\text{ мл}$ ; граница погрешности при измерении объема твердого тела:

$$h_v = h_1 + h_2 = 2,5\text{ мл} + 2,5\text{ мл} = 5\text{ мл} = 5\text{ см}^3.$$



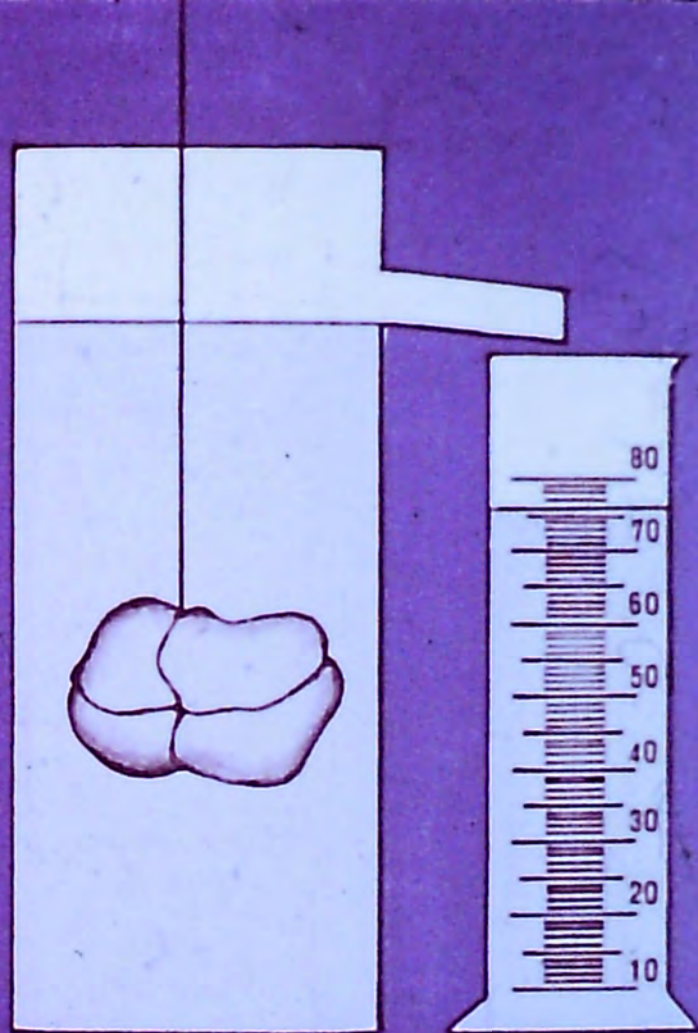
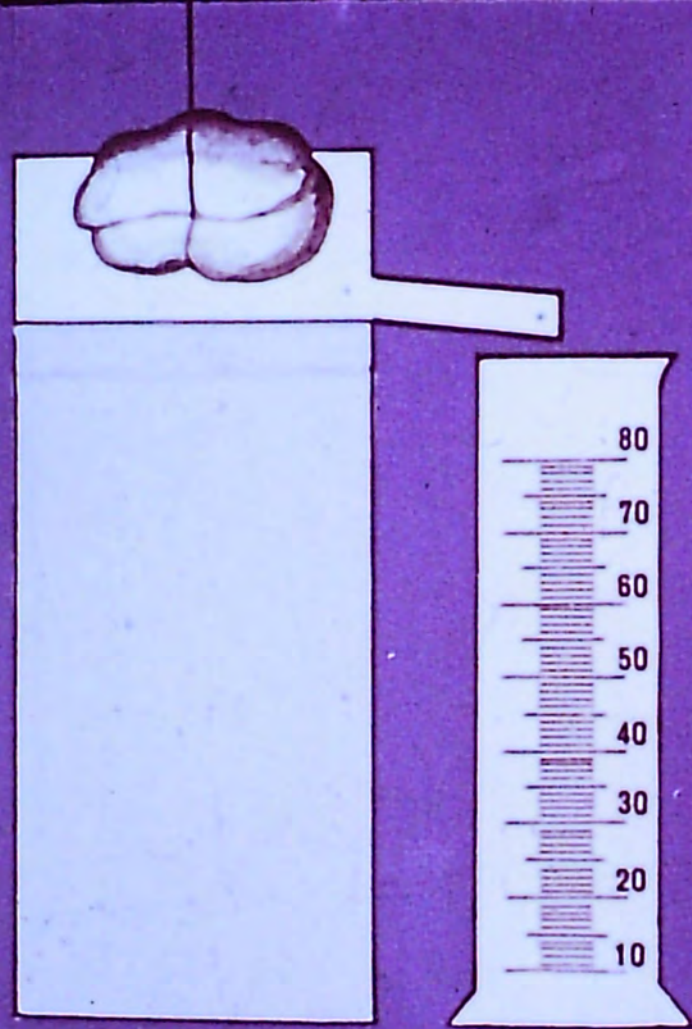


Результат измерения  
записывается так:

$$V = 60 \pm 5 \text{ см}^3$$

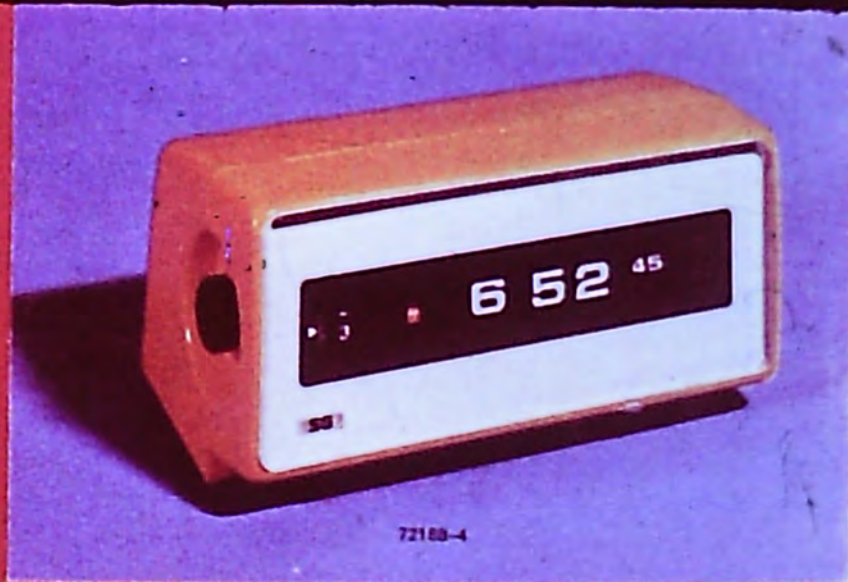
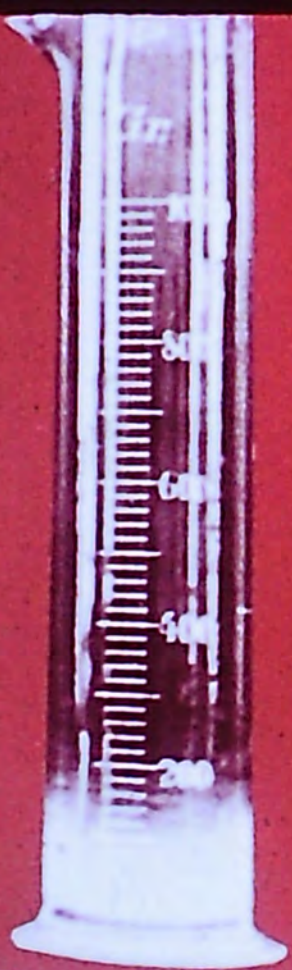
или так:  $55 \text{ см}^3 \leq V \leq 65 \text{ см}^3$ .





Объем крупных тел определяют по количеству воды, вытесненной телом из отливного стакана.





В процессе изучения физики вы еще не раз встретитесь с различными измерениями множества физических величин, где вам пригодятся знания, полученные при изучении простейших измерений.



# КОНЕЦ

Диафильм по физике для 6-го класса  
сделан по заказу Министерства  
просвещения СССР

Авторы  
кандидат педагогических наук

А. Пинский,

Л. Шпилева

Художник А. Бурцев

Художественный редактор В. Дугин

Редактор Г. Витухновская

Студия «Диафильм» Госкино СССР, 1976 г.

01000, Москва, Центр, Старосадский пер., д. № 7

Цветной 0-30

Д-384-76

