

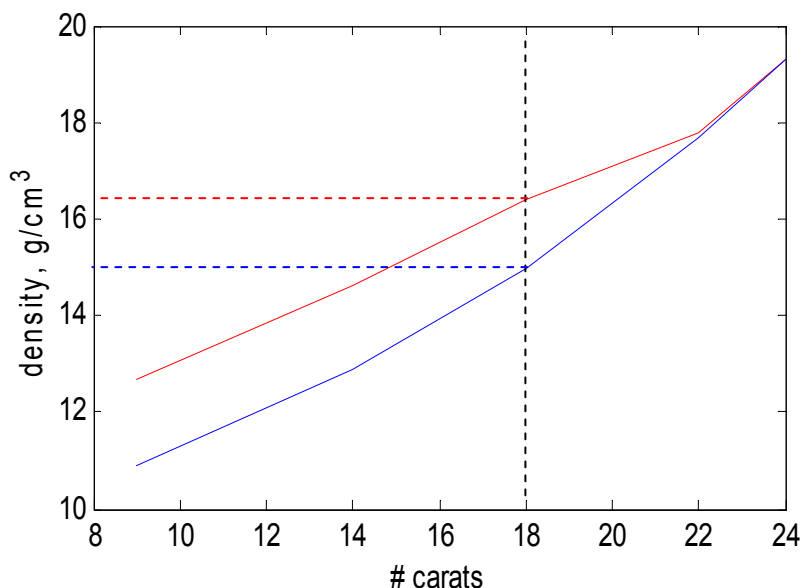
Как определить пробу золота монеты в домашних условиях ?

I.

Прежде всего, надо помнить, что золото (gold) применяемое для чеканки монет содержит примеси других металлов, главным образом, меди и серебра имеющих меньшую плотность чем золото. “Чистота” золота измеряется в каратах (carats):

$$\# \text{ carats} = 24 \frac{M_{\text{gold}}}{M_{\text{coin}}}$$

где M_{gold} – масса чистого золота в монете и M_{coin} – масса самой монеты. Из формулы видно, что чистое золото соответствует 24-м каратам. Число карат золота в монете можно определить, если известна плотность (density) монеты. Однако плотность золотой монеты зависит от соотношения в монете меди к серебру. Поэтому плотность монеты может варьировать для одного и того же числа карат. Это наглядно показано на графике справа. Красная кривая соответствует переводу плотности монеты в караты для монет с примесью серебра и синяя – с примесью меди. Легко видеть, что разным пропорциям меди к серебру будет соответствовать плотность значение которой будет между красной и синей линиями, и только при чистоте золота в ~ 22 карата примеси не влияют существенно на плотность золота.



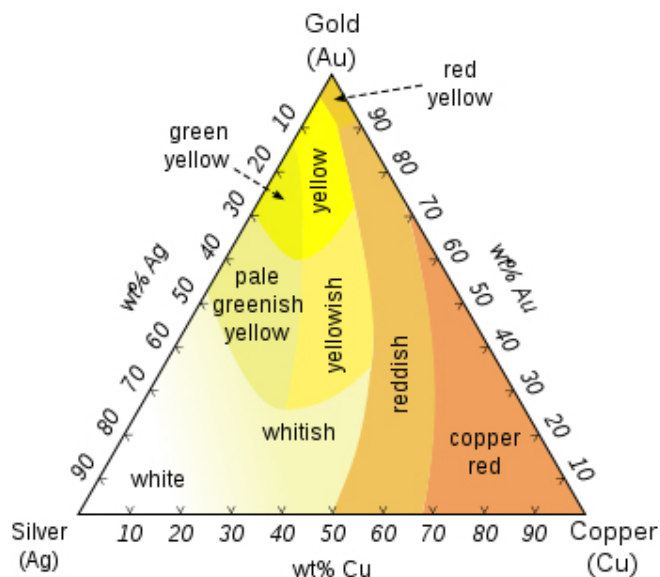
На графике, с помощью пунктирных линий показано, что золотая монета в 18 карат может иметь плотность между граничными значениями между 16.4 г/ см³ (серебро в качестве примеси, красная пунктирная линия) и 15.0 г/ см³ (медь в качестве примесей, синяя пунктирная линия). Ниже приведена выборочная таблица перевода карат в пробу с верхним и нижним значениями возможной плотности материала монеты:

# карат	проба золота	плотность материала монеты, г/см ³	
		нижняя граница	верхняя граница
24	0.999	19.3	19.3
22	0.916	17.8	17.7
21.6	0.900	17.7	17.4
20	0.833	17.1	16.3
18	0.750	16.4	15.0
15	0.625	15.1	13.4
14	0.585	14.6	12.9
10	0.417	13.1	11.3
9	0.375	12.7	10.9

Разные пропорции меди и серебра в золотой монете меняют ее цвет от красновато-желтого (red yellow) до практически медно-красного (copper red), если основной примесью является медь, или до практически белого (white), если основной примесью является серебро.

На графике:

wt% Au весовое содержание золота
wt% Ag весовое содержание серебра
wt% Cu весовое содержание меди



Таким образом, цвет золота монеты может помочь оценить приблизительно на какую плотность, между её верхней и нижней границей нужно ориентироваться при определении пробы золота, если его компонентный состав не известен.

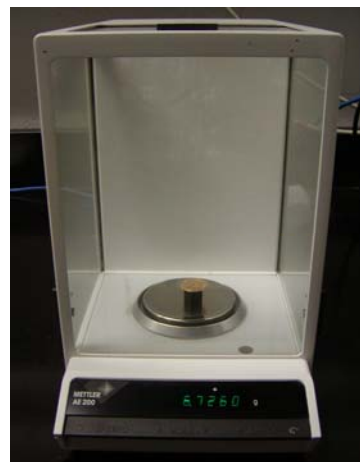
Итак, как же определить пробу золотой монеты? Из сказанного выше следует, что прежде всего нам надо узнать плотность материала из которого она сделана. А затем, пользуясь вышеприведенными и графиком и таблицей, определить пробу золота.

II.

Чтобы измерить плотность материала монеты, ρ_c , надо очень аккуратно определить массу (m_c) и объем (V_c) монеты, и воспользоваться формулой:

$$\rho_c = \frac{m_c}{V_c}$$

Чтобы измерить массу монеты, нужны достаточно чувствительные весы. Мои весы, показанные на картинке справа, позволяют измерить массу с точностью до десяти тысячной грамма. Это очень точные и очень дорогие весы. Чтобы определить плотность с точностью до второго знака после запятой, достаточно использовать весы с точностью два знака после запятой, т.е. 0.01 гр. Такие весы стоят не дорого и доступны всем желающим.



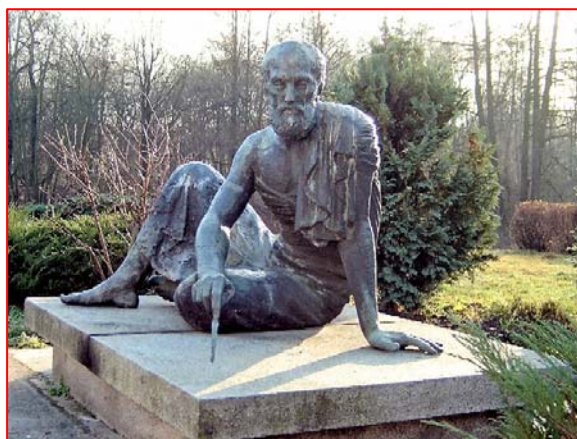
Итак, с массой разобрались. Но как измерить очень точно объем монеты?

Для этого, прежде всего, надо вспомнить хорошо знакомый нам еще со школы – Великий Закон Великого Архимеда, который гласит:

На тело погруженное в жидкость (или газ) действует выталкивающая сила F_A

$$F_A = \rho_w V_c g$$

где ρ_w – плотность жидкости, V_c – объем тела и g – константа (ускорение свободного падения)



В свою очередь, выталкивающая сила равна по величине весу вытесненной жидкости:

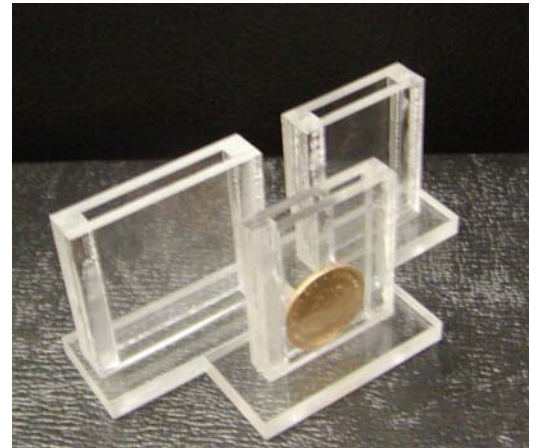
$$F_A = \rho_w V_w g$$

Из этих двух уравнений для F_A следует, что

$$V_c = V_w$$

Другими словами, чтобы измерить объем тела (монеты) надо просто измерить объем вытесненной жидкости этой монетой погруженной в жидкость.

Чтобы измерить объем монеты, я использую вот такие ванночки (см. рисунок справа) сделанные из толстого органического стекла для разного размера монет, оптимизированные для вытеснения как можно больше жидкости из ванночки при погружении туда монетки. Обычно монетка занимает приблизительно 1/3 – 1/2 объема ванночки.



III.

Переходим к третьему пункту – измерениям:

1. взвесить монетку (m_c)
2. заполнить ванночку до края водой
3. взвесить ванночку заполненную водой (m_w)
4. аккуратно убрать воду из ванночки
5. поместить монету в ванночку
6. заполнить ванночку с монетой до края водой
7. взвесить ванночку с водой и монеткой (m_{cw})

Важно, при этом помнить три “вещи”:

1. монетка не должна выглядывать из ванночки, т.е. она должна быть полностью погружена в воду.
2. надо аккуратно убрать пузырьки воздуха с поверхности монетки образовавшиеся при заливке монетки водой, например, тоненькой проволоочкой.
3. ванночка снаружи должна быть идеально сухой.

Готово !!! Теперь надо посчитать объем монетки и, затем, плотности ее материала :

$$V_c = \frac{m_w - (m_{cw} - m_c)}{\rho_w}$$

ρ_w – плотность воды (для дистиллированной воды, она равна 0.99707 гр/см³ при 20°C)

$$\rho_c = \frac{m_c}{V_c}$$

Затем, по графику или таблице, показанным в первой части, определяем пробу золота монеты.

Примечание: успех данного дела зависит от Вашего опыта и аккуратности. Не расстраивайтесь, если сразу не получится. У меня все стало работать после десятка измерений. Так что наберитесь терпения. Лучше всего начать с измерения пробы монетки для которой вы знаете точную пробу и

уверены, что она не фальшивая. Как пример, вот несколько моих измерений **0.900** пробы золота французской 20-ти франковой монеты разных лет выпуска:

$\rho_c = 17.26$ (1848), 17.25 (1875), 17.25 (1889), 17.26 (1892).

проба = 0.897 , 0.896 , 0.896 , 0.897 = средняя **$0.897 \sim 0.9$** !!!



Искренне Ваш,
Сергей Кузнецов