



KERN & Sohn GmbH

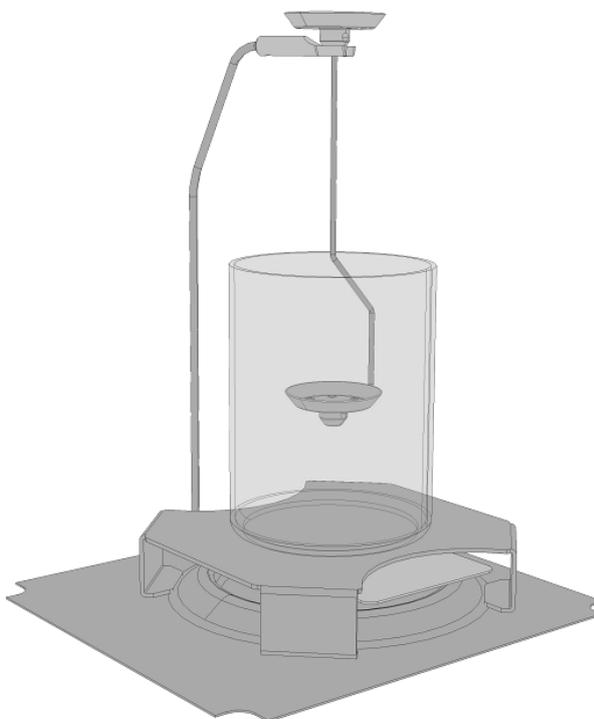
Ziegelei 1
D-72336 Balingen
E-mail: info@kern-sohn.com

Тел.: +49-[0]7433-9933-0
Факс: +49-[0]7433-9933-149
Веб-сайт: www.kern-sohn.com

**Руководство по эксплуатации
Набор для определения плотности
для аналитических и прецизионных весов
KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F, ALS-A / ALJ-A,
PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N**

KERN ALT-A02 / PLT A01

Версия 1.0
01/2013
RUS



ALT-A02/PLT-A01-BA-rus-1310



KERN ALT-A02 / PLT A01

Версия 1.0 01/2013

Руководство по эксплуатации

Набор для определения плотности

для аналитических и прецизионных весов

KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F, ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F /
PLJ-F, PLE-N

Содержание:

1	ВСТУПЛЕНИЕ	3
1.1	Объем поставки	4
2	ПРИНЦИП ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ	5
2.1	Влияющие величины и источники ошибок	6
3	ПОДГОТОВКА ВЕСОВ	7
4	МОНТАЖ НАБОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ	8
5	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ	10
5.1	ВЕСЫ С ГРАФИЧЕСКИМ ДИСПЛЕЕМ (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)	13
5.2	ВЕСЫ С ДИСПЛЕЕМ LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)	17
6	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ	21
6.1	ВЕСЫ С ГРАФИЧЕСКИМ ДИСПЛЕЕМ (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)	22
6.2	ВЕСЫ С ДИСПЛЕЕМ LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)	26
7	УСЛОВИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ	29
7.1	Вычисление результатов	29
7.2	ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ	29
7.2.1	Пузырьки воздуха	29
7.2.2	Температура	29
7.2.3	Проба твердого тела	31
7.2.4	Жидкости	31
7.2.5	Поверхность	31
7.3	ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ	31
7.3.1	Плотность / относительная плотность	31
7.3.2	Дрейф показаний весов	31
8	ТАБЛИЦА ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ	32
9	УКАЗАНИЯ, КОТОРЫХ СЛЕДУЕТ ПРИДЕРЖИВАТЬСЯ	33

1 Вступление

Наборы для определения плотности ALT-02 и PLT-01 отличаются крепление платформы весов. Набор для определения плотности, подходящий для ваших весов, можно выбрать, пользуясь представленным ниже сопоставлением.

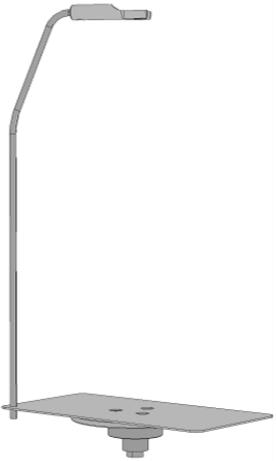
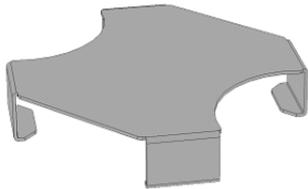
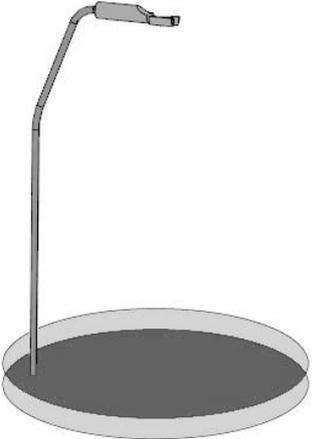
KERN ALT-A02	KERN PLT-A01
Набор для определения плотности для аналитических и прецизионных весов $d = 0,1 \text{ мг} / 1 \text{ мг}$	Набор для определения плотности для прецизионных весов $d = 10 \text{ мг}$
KERN ALT-B / PLT-A / PLT-F, ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N	KERN PLT-A, PLT-F PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F



- Для обеспечения надежной и беспроблемной эксплуатации следует внимательно прочесть руководство по эксплуатации.
- В настоящем руководстве описаны только те функции, которые выполняются с набором для определении плотности. Дальнейшая информация относительно обслуживания весов изложена в руководстве по эксплуатации, приложенном к каждым весам.

1.1 Объем поставки

- ⇒ Немедленно после распаковки следует проверить, не имеют ли видимых следов внешних повреждений упаковка и набор для определения плотности.
- ⇒ Следует убедиться, находятся ли в комплекте все доступные части.

		
<p>Держатель погружной корзины</p>	<p>Универсальная погружная корзина для плавающих и опадающих твердых тел</p>	<p>Подставка стеклянной емкости</p>
	 <p>Ø 70 мм, высота 95 мм</p>	 <p>Ø 55 мм, высота 150 мм</p>
<p>Держатель погружного грузика</p>	<p>Стеклянная мензурка для определения плотности твердых тел</p>	<p>Стеклянная мензурка для определения плотности жидкостей</p>
	 	
<p>Термометр</p>	<p>Погружной грузик с коробкой для хранения</p>	<p>Имбусный ключ</p>

2 Принцип определения плотности

Три важные физические величины это: **объем** и **масса** тел, а также **плотность** вещества. Масса и объем сопряжены между собой посредством плотности:

Плотность $[\rho]$ это отношение массы $[m]$ к объему $[V]$.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Единица измерения плотности в системе SI это килограмм на кубический метр ($\text{кг}/\text{м}^3$). $1 \text{ кг}/\text{м}^3$ равен плотности однородного тела, которое с массой 1 кг занимает объем 1 м^3 .

Иные часто применяемые единицы измерения это:

$$1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}, \quad 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \quad 1 \frac{\text{г}}{\text{л}}$$

Благодаря применению нашего набора для определения плотности в совокупности с весами KERN ABS/ABJ можно быстро и верно определить плотность твердых тел и жидкостей. В способе функционирования набора для определения плотности используется „**принцип Архимеда**”:

ВЫТАЛКИВАНИЕ ПРЕДСТАВЛЯЕТ СИЛУ. ОНО ДЕЙСТВУЕТ НА ТЕЛО, ПОГРУЖЕННОЕ В ЖИДКОСТИ. ВЫТАЛКИВАНИЕ ТЕЛА ПРЯМО ПРОПОРЦИОНАЛЬНО К СИЛЕ ТЯЖЕСТИ ВЫТАЛКИВАЕМОЙ НЕЙ ЖИДКОСТИ. ВЫТАЛКИВАЮЩАЯ СИЛА НАПРАВЛЕНА ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ВВЕРХ.

В связи с этим плотность вычисляется по нижеследующим формулам:

Определение плотности твердых тел

При помощи наших весов, твердые тела можно взвешивать как в воздухе $[A]$, так и в воде $[B]$. Если плотность выталкиваемого вещества $[\rho_0]$ известна, плотность твердого тела $[\rho]$ рассчитывается следующим образом:

$$\rho = \frac{A}{A-B} \rho_0$$

ρ = Плотность образца

A = Масса образца в воздухе

B = Масса образца в вспомогательной жидкости

ρ_0 = Плотность вспомогательной жидкости

Определение плотности жидкости

Плотность жидкости определяется при помощи погружного грузика, объем которого [V] известен. Погружной грузик взвешивается как в воздухе [A], так и в исследуемой жидкости [B].

В соответствии с законом Архимеда на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила [G]. Эта сила является прямо пропорциональной к силе тяжести (весу) жидкости, вытесненной объемом тела. Объем [V] погруженного тела равен объему вытесненной жидкости.

$$\rho = \frac{G}{V}$$

G = Выталкивающая сила погружного грузика

Выталкивающая сила погружного грузика =
Масса погружного грузика в воздухе [A] – - Масса погружного грузика в исследуемой жидкости [B]

Следовательно:

$$\rho = \frac{A-B}{V}$$

ρ = Плотность испытательной жидкости
A = Масса погружного грузика в воздухе
B = Масса погружного грузика в исследуемой жидкости
V = Объем погружного грузика*

* Если объем погружного грузика неизвестен, его можно определить посредством измерения плотности твердого тела, например, в воде и рассчитать следующим способом.

$$V = \frac{A-B}{\rho_w}$$

V = Объем погружного грузика
A = Масса погружного грузика в воздухе
B = Масса погружного грузика в воде
 ρ_w = Плотность воды

2.1 Влияющие величины и источники ошибок

- ⇒ Давление воздуха
- ⇒ Температура
- ⇒ Изменение объема погружного грузика
- ⇒ Поверхностное напряжение жидкости
- ⇒ Пузырьки воздуха
- ⇒ Глубина погружения чаши для образцов или погружного грузика
- ⇒ Пористость твердого тела

3 Подготовка весов

Если набор для определения плотности смонтирован – нет возможности правильной юстировки.

Требуемую юстировку следует проводить со стандартной платформой весов до установки набора для определения плотности.

В случае весов с внутренним калибровочным грузом (**ALT / PLT, ALJ-A, PLJ-A, PLJ-F**) выполнить внутреннюю юстировку. После успешно завершённой юстировки активировать в меню режим юстировки "Внешняя юстировка". Это позволит избежать необходимости проведения внутренней юстировки при установленном наборе для определения плотности.

В случае весов с внешней калибровочной массой (**ALS-A, PLS-A, PLS-F, PLE-N**) провести внешнюю юстировку.

Способ выполнения - смотрите руководство по обслуживанию, приложенное к соответствующим весам.

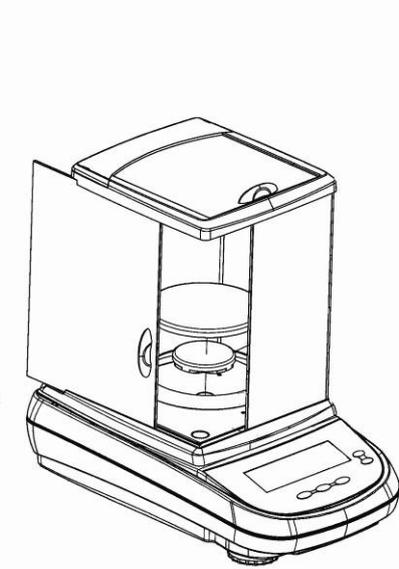
4 Монтаж набора для определения плотности



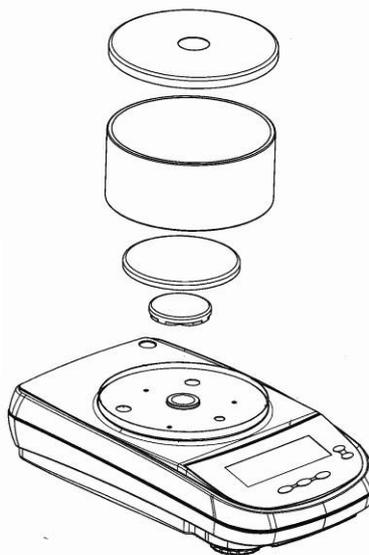
- Если набор для определения плотности смонтирован – нет возможности правильной юстировки.
- Для проведения юстировки следует снять набор для определения плотности и установить стандартную платформу весов.

⇒ Отключить электропитание весов.

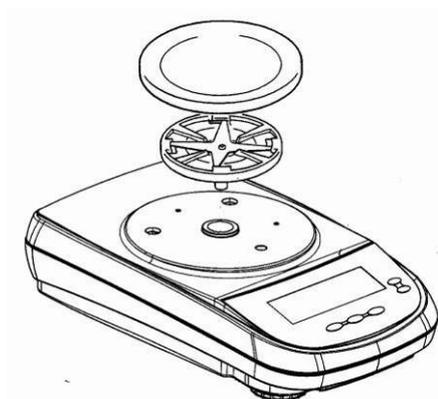
⇒ Установить платформу весов способом, указанным на рисунке.



Модели ALT, ALS/ALJ



Модели PLE, PLS/PLJ, PLT; $d = 0,1 \text{ мг} - 1 \text{ мг}$

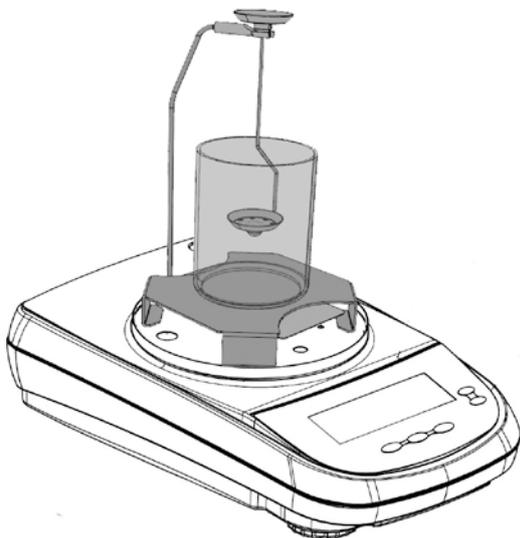


Модели PLS/PLJ, PLT; $d = 10 \text{ мг}$

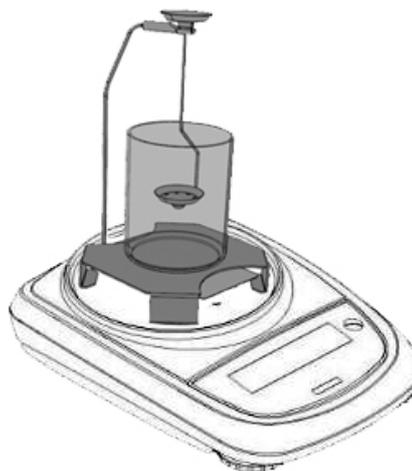
⇒ Установить набор для определения плотности
(для твердых тел - см. раздел 5, для жидкостей - см. раздел 6)

Установленный набор для определения плотности твердых тел -
прецизионные весы.

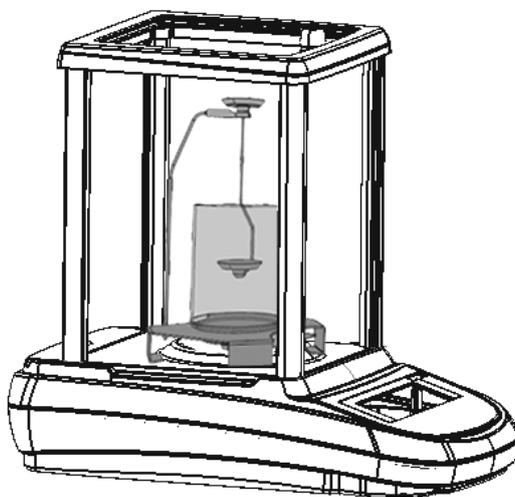
$d = 10 \text{ мг}$



$d = 0,1 \text{ мг} - 1 \text{ мг}$



Установленный набор для определения плотности твердых тел -
аналитические весы.



5 Определение плотности твердых тел

При определении плотности твердых тел, твердое тело следует сначала взвесить в воздухе, а затем во вспомогательной жидкости с известной плотностью. Из разницы масс следует вычитать выталкивание, которое программа пересчитывает на плотность.

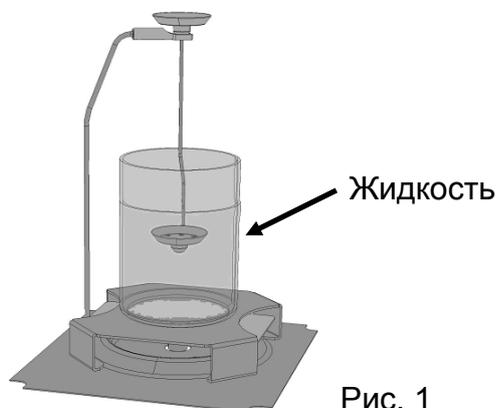
В качестве вспомогательной жидкости чаще всего используется дистиллированная вода или этанол, таблицы плотности - см. раздел 8.

Подготовить весы способом, описанным в разделе 3 "Установка набора для определения плотности."

- ⇒ Установить держатель погружной корзины на конусе платформы весов.
- ⇒ Поместить подставку стеклянной емкости таким образом, чтобы она не прикасалась к держателю погружной корзины.
- ⇒ Установить стеклянную мензурку посередине подставки. Она не может прикасаться к держателю или погружной корзине.
- ⇒ Подвесить погружную корзину в держателе. Она должна быть подвешена центрически в выемке.
- ⇒ Влить в стеклянную мензурку вспомогательную жидкость. Влить столько жидкости, чтобы твердое тело после погружения находилось, по крайней мере, 1 см под зеркалом жидкости. Погрузить термометр.
- ⇒ Регулировать температуру вспомогательной жидкости/инструментов/образца до установления ее постоянного значения. Учесть время нагревания весов.
- ⇒ Подключить весы к питанию, осуществляется автодиагностика весов. Включить весы при помощи кнопки **ON/OFF** и подождать, пока не появится показание в граммах.

Для определения плотности твердых тел следует использовать универсальную погружную корзину для плавающих ($d > 1 \text{ г/см}^3$) и опадающих ($d < 1 \text{ г/см}^3$) твердых тел.

➤ $d > 1 \text{ г/см}^3$



Подвесить погружную корзину для опадающих твердых тел способом, показанным на рис. 1.

➤ $d < 1 \text{ г/см}^3$

В случае твердых тел плотностью менее чем 1 г/см^3 определение плотности возможно двумя методами.

Метод 1:

В качестве вспомогательной жидкости применяется жидкость с меньшей плотностью, чем плотность твердого тела, например, этиловый спирт приблизительно $0,8 \text{ г/см}^3$.

Этот метод следует применять, когда плотность твердого тела только незначительно отличается от плотности дистиллированной воды.

Перед применением этанола следует убедиться, что твердое тело не будет повреждено.

⚠ Во время работ с этиловым спиртом следует придерживаться действующих правил безопасности.

Метод 2:

В этом случае образец не вкладывается на, только **под** чашу для образцов. Для этого, пользуясь поставленным с набором имбусным ключом, чашу для образцов погружной корзины следует монтировать наоборот, способом, показанным на рис. 2.

Если выталкивание образца такое большое, что погружная корзина поднимается, следует загрузить ее при помощи дополнительной массы и тарировать во время взвешивания в воздухе.

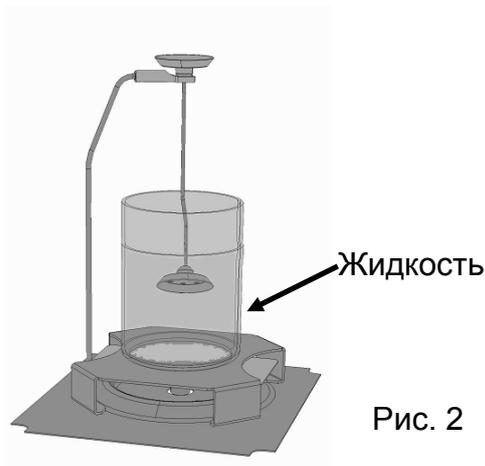


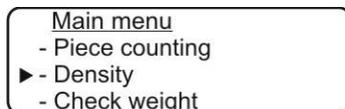
Рис. 2

Подвесить погружную корзину для плавающих твердых тел способом, показанным на рис. 2.

5.1 Весы с графическим дисплеем (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

⇒ В режиме взвешивания нажать кнопку **MENU**. Высвечивается главное меню.

⇒ При помощи навигационных кнопок $\downarrow\uparrow$ выбрать пункт меню „Плотность”.

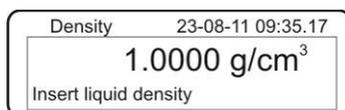


⇒ Подтвердить, нажимая кнопку **PRINT**, высвечивается актуальная настройка.

⇒ При помощи навигационных кнопок $\downarrow\uparrow$ выбрать настройку „Твердое тело”.



⇒ Подтвердить, нажимая кнопку **PRINT**, высвечивается актуально установленная плотность вспомогательной жидкости (заводская настройка $1,0000 \text{ г/см}^3$ для дистиллированной воды при температуре 20°C).



⇒ Для изменения (см. таблица, раздел 8) нажать кнопку **TARE**. Для удаления придержать нажатой кнопку **TARE**. При помощи навигационных кнопок $\downarrow\uparrow$ увеличить или уменьшить цифру. При помощи кнопки **TARE** выбрать следующую цифру. Процесс следует повторить для каждой цифры.

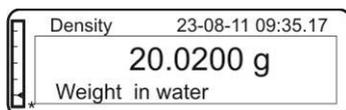
⇒ Подтвердить, нажимая кнопку **PRINT**, появится показание, предназначенное для определения массы в воздухе. Если показание весов не является нулевым, нажать кнопку **TARE**.



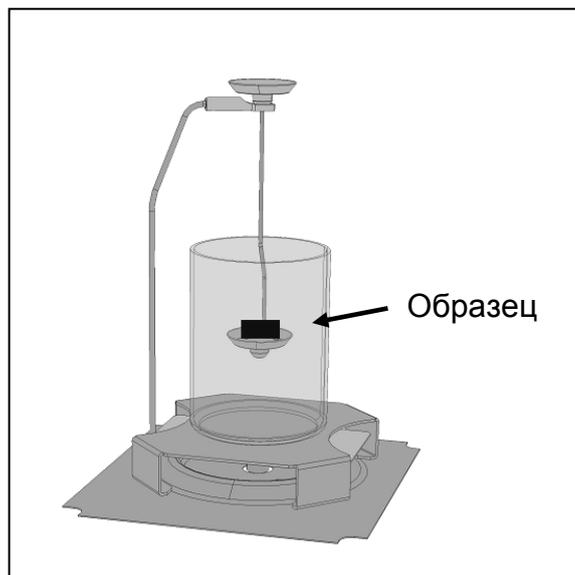
⇒ Положить пробу на верхней чаше для проб.



⇒ Подождать, пока не появится показатель стабилизации [✱], принять значение массы, нажимая кнопку **PRINT**.



- ⇒ Подождать, пока не появится показание, предназначенное для определения массы образца во вспомогательной жидкости. Снять образец и в случае необходимости сбросить весы на нуль, нажимая кнопку **TARE**.
- ⇒ Вложить образец под нижнюю чашу для образцов и погрузить во вспомогательной жидкости, по мере возможности избегая образования пузырьков воздуха. Образец должен погружен, по крайней мере, на 1 см.



- ⇒ Подождать, пока не появится показатель стабилизации [✱], принять значение массы, нажимая кнопку **PRINT**. Высвечивается плотность образца.



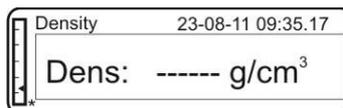
⇒ После подключения принтера (если имеется) значение показания можно распечатать, нажимая кнопку **PRINT**.

Пример распечатки (KERN UKB-01N):

07-09-11	11:14:57
d: 8,0700 г/см ³	

В случае появления ошибок во время определения плотности высвечивается сообщение „d-----“.

i



Density 23-08-11 09:35.17
Dens: ----- g/cm³

⇒ Для выполнения очередных измерений вернуться в режим определения плотности, нажимая кнопку **MENU**.



Density 23-08-11 09:35.17
Solid
Select mode

⇒ Вернуться в режим взвешивания, нажимая кнопку **ON/OFF**.



23-08-11 09:35.17
0.0000 g
*-0-

5.2 Весы с дисплеем LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇒ В режиме взвешивания нажать кнопку **MENU**. Появится первый пункт меню „count”.

The image shows a rectangular LCD display with the word "Count" in a black, monospaced font. There is a small "2.0" in the top right corner of the display area.

⇒ Нажать кнопку **MENU**.

The image shows a rectangular LCD display with the text "dEn5" in a black, monospaced font. There is a small "2.0" in the top right corner of the display area.

⇒ Подтвердить, нажимая кнопку **PRINT**, высвечивается актуальная настройка.

⇒ При помощи кнопки **MENU** выбрать вариант „d SoLid”.

The image shows a rectangular LCD display with the text "d5oL id" in a black, monospaced font. There is a small "2.0" in the top right corner of the display area.

⇒ Подтвердить, нажимая клавишу **PRINT**. Высвечивается актуально установленная плотность вспомогательной жидкости (заводская настройка 1,0000 г/см³ для дистиллированной воды при температуре 20°C).

The image shows a rectangular LCD display with the text "dL 1.0000" in a black, monospaced font. There is a small "2.0" in the top right corner of the display area.

⇒ Для изменения ввести плотность измерительной жидкости при помощи кнопок стрелок **↓ ↑ ←**.

⇒ Подтвердить введенное значение, нажимая кнопку **PRINT**.

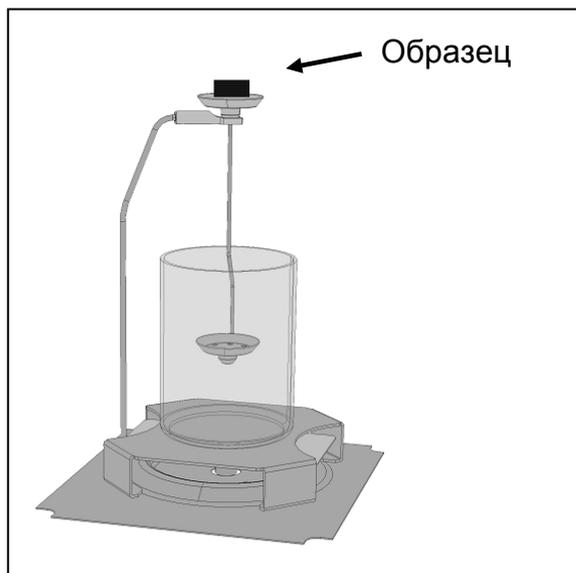
⇒ Появится показание для определения массы образца в воздухе.

UE 1 A 1g

⇒ Подтвердить, нажимая клавишу **PRINT**.

⇒ Если показание весов не является нулевым, нажать кнопку **TARE**.

⇒ Положить твердое тело на верхней чаше для образцов.



⇒ Подождать, пока не появится показатель стабилизации [*****], принять значение массы образца в воздухе, нажимая кнопку **PRINT**.

⇒ Подождать, пока не появится показание, предназначенное для определения массы образца во вспомогательной жидкости.

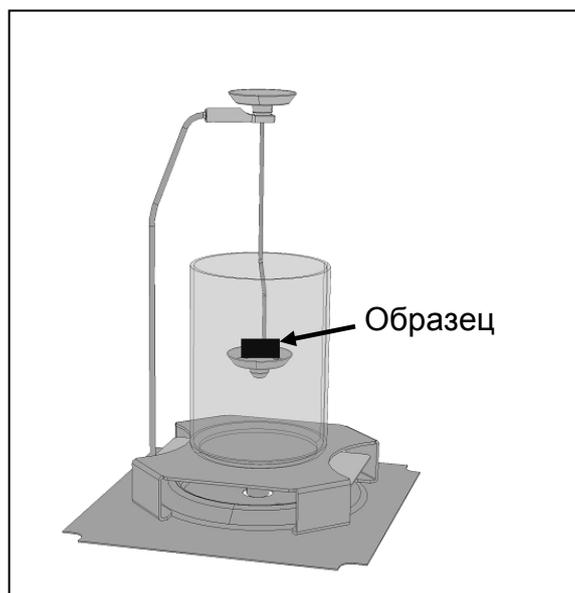
UE 1 L 1g

⇒ Подтвердить, нажимая кнопку **PRINT**.

⇒ Снять образец и в случае необходимости сбросить весы на нуль, нажимая кнопку **TARE**.

- ⇒ Вложить образец под нижнюю чашу для образцов и погрузить во вспомогательной жидкости, по мере возможности избегая образования пузырьков воздуха.

Образец должен погружен, по крайней мере, на 1 см.

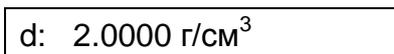


- ⇒ Подождать, пока не появится показатель стабилизации [*****], принять значение массы образца во вспомогательной жидкости, нажимая кнопку **PRINT**. Высвечивается плотность образца.



- ⇒ После подключения принтера (если имеется) значение показания можно распечатать, нажимая кнопку **PRINT**.

Пример распечатки (KERN UKB-01N):



Возвращение в режим взвешивания

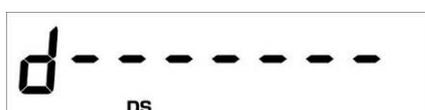
- ⇒ Нажать кнопку **ON/OFF**.



- ⇒ Либо запустить новый цикл измерения, нажимая кнопку **MENU**.

В случае появления ошибок во время определения плотности высвечивается сообщение „d----”.

i

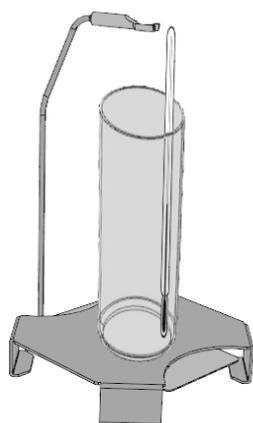


6 Определение плотности жидкости

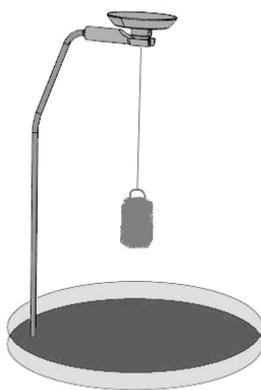
При определении плотности жидкости используется стеклянный погружной грузик известного объема. Стеклянный погружной грузик сначала взвешивается в воздухе, а затем в жидкости, плотность которой следует определить. Из разницы масс следует выталкивание, которое программа пересчитывает на плотность.

Подготовить весы способом, описанным в разделе 3 "Установка набора для определения плотности."

- ⇒ Установить держатель погружной корзины на конусе платформы весов.
- ⇒ Поместить подставку стеклянной емкости таким образом, чтобы она не прикасалась к держателю погружной корзины.
- ⇒ Установить высокую стеклянную мензурку посередине подставки. Подвесить термометр.



- ⇒ Подготовить погружной грузик.

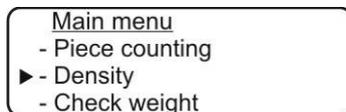


- ⇒ Регулировать температуру исследуемой жидкости/инструментов/погружного грузика до установления ее постоянного значения. Учесть время нагревания весов.
- ⇒ Подключить весы к питанию, осуществляется автодиагностика весов. Включить весы при помощи кнопки **ON/OFF** и подождать, пока не появится показание в граммах.

6.1 Весы с графическим дисплеем (KERN ALT-B, PLT-A, PLT-F)

⇒ В режиме взвешивания нажать кнопку **MENU**. Высвечивается главное меню.

⇒ При помощи навигационных кнопок \downarrow/\uparrow выбрать пункт меню „Плотность”.



⇒ Подтвердить, нажимая кнопку **PRINT**, высвечивается актуальная настройка.

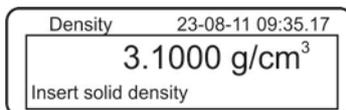
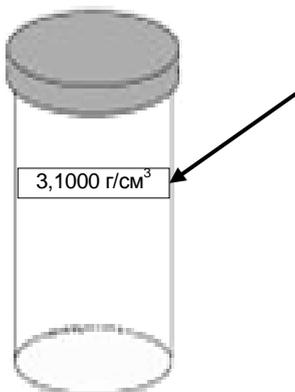
⇒ При помощи навигационных кнопок \downarrow/\uparrow выбрать настройку „Жидкость”.



⇒ Подтвердить, нажимая кнопку **PRINT**, высвечивается актуально установленная плотность погружного грузика (заводские настройки $3,0000 \text{ г/см}^3$).



⇒ Прочитать плотность погружного грузика на коробке для его хранения и ввести ее. Для удаления придержать нажатой кнопку **TARE**. При помощи навигационных кнопок \downarrow/\uparrow увеличить или уменьшить цифру. При помощи кнопки **TARE** выбрать следующую цифру. Процесс следует повторить для каждой цифры.

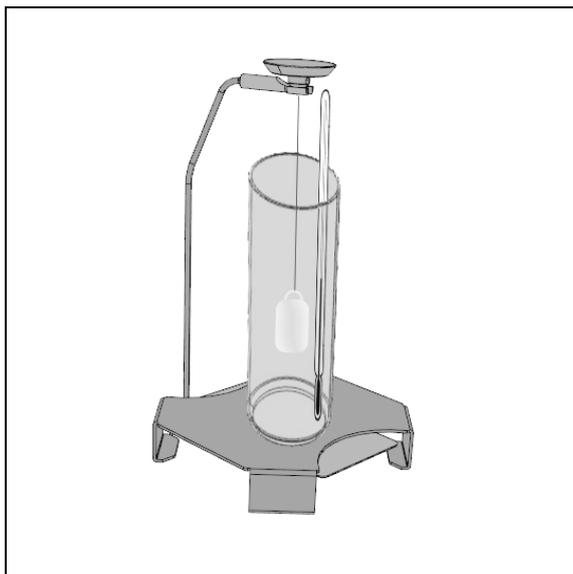


⇒ Подтвердить, нажимая клавишу **PRINT**. Появится показание для определения массы погружного грузика в воздухе.

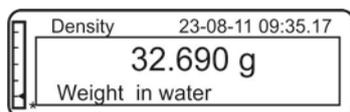
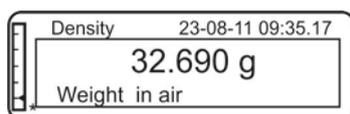


⇒ Если показание весов не является нулевым, нажать кнопку **TARE**.

⇒ Подвесить погружной грузик.



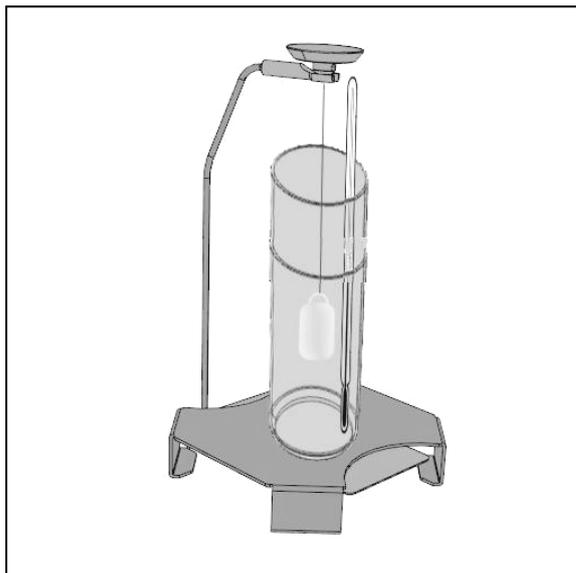
⇒ Подождать, пока не появится показатель стабилизации [✱], принять значение массы, нажимая кнопку **PRINT**.



⇒ Подождать, пока не появится показание, предназначенное для определения массы погружного грузика в исследуемой жидкости. Снять погружной грузик и в случае необходимости сбросить весы на нуль, нажимая кнопку **TARE**.

⇒ Наполнить стеклянную мензурку исследуемой жидкостью.

- ⇒ Погрузить погружной грузик в исследуемой жидкости, по мере возможности избегая образования пузырьков.
Погружной грузик должен погружен, по крайней мере, на 1 см.



- ⇒ Подождать, пока не появится показатель стабилизации [✱], принять значение массы, нажимая кнопку **PRINT**. Высвечивается плотность исследуемой жидкости при температуре, показываемой на термометре.

Density 23-08-11 09:35.17
22.412 g
Weight in water



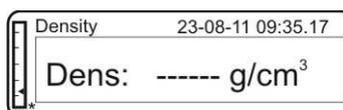
Dichte 23-08-11 09:35.17
Wait...
Weight in water



Density 23-08-11 09:35.17
Dens: 0.9748 g/cm³

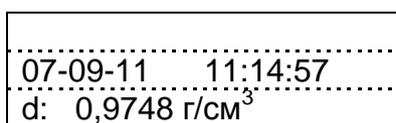
В случае появления ошибок во время определения плотности высвечивается сообщение „d-----”.

i



⇒ После подключения принтера (если имеется) значение показания можно распечатать, нажимая кнопку **PRINT**.

Пример распечатки (KERN UKB-01N):



⇒ Для выполнения очередных измерений вернуться в режим определения плотности, нажимая кнопку **MENU**.



⇒ Вернуться в режим взвешивания, нажимая кнопку **ON/OFF**.



6.2 Весы с дисплеем LCD (KERN ALS-A / ALJ-A, PLS-A / PLJ-A, PLS-F / PLJ-F, PLE-N)

⇒ В режиме взвешивания нажать кнопку **MENU**. Появится первый пункт меню „count”.

The LCD display shows the word "Count" in a large, black, monospaced font.

⇒ Нажать кнопку **MENU**.

The LCD display shows "dEn5" in a large, black, monospaced font.

⇒ Подтвердить, нажимая кнопку **PRINT**, высвечивается актуальная настройка.

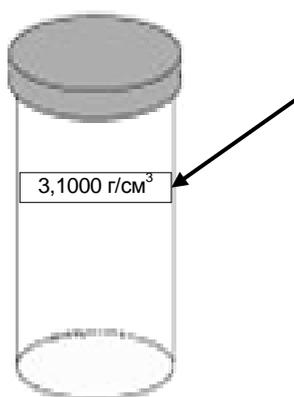
⇒ При помощи кнопки **MENU** выбрать вариант „d Liquid”.

The LCD display shows "dL 1901d" in a large, black, monospaced font.

⇒ Подтвердить, нажимая кнопку **PRINT**, высвечивается актуально установленная плотность погружного грузика (заводские настройки 3,0000 г/см³).

The LCD display shows "d5 3.0000" in a large, black, monospaced font.

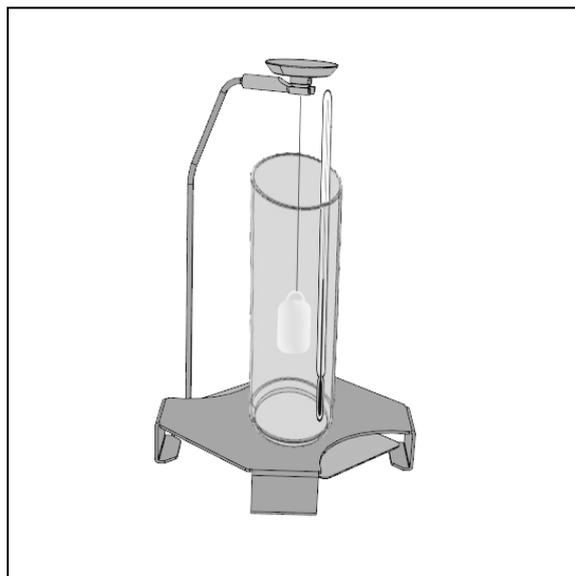
⇒ Прочсть плотность погружного грузика на коробке для его хранения или подвешивания и ввести ее. Для удаления придержать нажатой кнопку **TARE**. При помощи навигационных кнопок \downarrow ↑ увеличить или уменьшить цифру. При помощи кнопки **TARE** выбрать следующую цифру. Процесс следует повторить для каждой цифры.



- ⇒ Подтвердить введенное значение, нажимая кнопку **PRINT**. Появится показание для определения массы погружного грузика в воздухе.

UE , A 1g

- ⇒ Подтвердить, нажимая клавишу **PRINT**.
Если показание весов не является нулевым, нажать кнопку **TARE**.
- ⇒ Подвесить погружной грузик по середине.

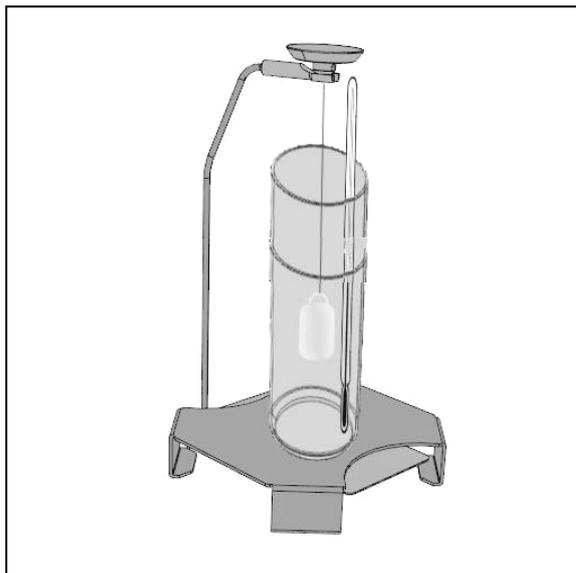


- ⇒ Подождать, пока не появится показатель стабилизации [*****], принять значение массы погружного грузика в воздухе, нажимая кнопку **PRINT**.
- ⇒ Подождать, пока не появится показание, предназначенное для определения массы погружного грузика в исследуемой жидкости.

UE , L 1g

- ⇒ Подтвердить, нажимая кнопку **PRINT**.
- ⇒ Снять погружной грузик и в случае необходимости сбросить весы на нуль, нажимая кнопку **TARE**.
- ⇒ Наполнить стеклянную мензурку исследуемой жидкостью.

- ⇒ Погрузить погружной грузик в исследуемой жидкости, по мере возможности избегая образования пузырьков.
 Погружной грузик должен погружен, по крайней мере, на 1 см.



- ⇒ Подождать, пока не появится показатель стабилизации [*****], принять значение массы погружного грузика в исследуемой жидкости, нажимая кнопку **PRINT**. Высвечивается плотность исследуемой жидкости при температуре, показываемой на термометре.



- ⇒ После подключения принтера (если имеется) значение показания можно распечатать, нажимая кнопку **PRINT**.

Пример распечатки (KERN UKB-01N):



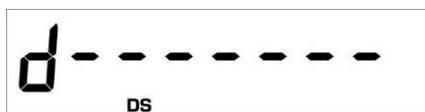
Возвращение в режим взвешивания

- ⇒ Нажать кнопку **ON/OFF**.



- ⇒ Либо запустить новый цикл измерения, нажимая кнопку **MENU**.

В случае появления ошибок во время определения плотности высвечивается сообщение „d-----”.



7 Условия прецизионных измерений

Во время определения плотности существует много возможностей появления ошибок.

С целью получения точных результатов при применении этого набора для определения плотности в совокупности с весами необходимы: подробные знания и осторожность.

7.1 Вычисление результатов

Во время определения плотности посредством весов результаты всегда высвечиваются с 4 знаками после запятой. Однако это не значит, что результаты точны до последнего высвечиваемого знака, как при определении стоимости. Поэтому к результатам взвешивания, используемых для расчетов, следует подходить критически.

Пример определения плотности твердого тела:

Для гарантии наивысшего качества результатов как числитель, так и знаменатель нижеприведенной формулы должны характеризоваться требуемой точностью. Если один из них является нестабильным или ошибочным, то результат тоже будет нестабильным или ошибочным.

$$\rho = \frac{A}{A-B} \rho_0$$

ρ = Плотность образца

A = Масса образца в воздухе

B = Масса образца в вспомогательной жидкости

ρ_0 = Плотность вспомогательной жидкости

7.2 Факторы, влияющие на погрешность измерения

7.2.1 Пузырьки воздуха

Малый пузырек диаметром 1 мм вызывает выталкивание 0,5 мг, в то время как пузырек диаметром 2 мм вызывает выталкивание уже 4 мг.

Поэтому следует предотвратить возможность прилипания пузырьков воздуха к твердому телу или погружным грузикам, погруженным в воде.

Жирная поверхность вызывает образование пузырьков воздуха при погружении в жидкости, поэтому:

- следует обезжирить образец твердого тела, устойчивый к действию растворителей,
- регулярно чистить все погружаемые элементы и не прикасаться к ним пальцами.

Образцы в виде твердого тела (особенно плоские предметы) не следует размещать на чашке для образцов прежде, чем они будут погружены в жидкость потому, что во время совокупного погружения образуются пузырьки воздуха.

7.2.2 Температура

Твердые тела, как правило, нечувствительны к изменениям температуры, поэтому следующие из этого изменения плотности не учитываются. В

действительности следует, однако, обращать внимание на температуру жидкости, используемой для определения плотности твердых тел, поскольку каждое изменение температуры на один °С вызывает изменение плотности от 0,1 до 1%. Этот эффект влияет на третью десятичную позицию результата.

7.2.3 Проба твердого тела

Если объем образца слишком большой, после его погружения в жидкости происходит подъем уровня жидкости в стеклянной мензурке. Это вызывает погружение части подвески чашки для образцов, а тем самым увеличение выталкивания. В результате этого масса образца в жидкости уменьшается. Нельзя измерять образцы с переменным объемом или впитывающие жидкость.

7.2.4 Жидкости

В принципе, твердые тела так мало чувствительны к колебаниям температуры, что следующие из них изменения плотности не учитываются. Поскольку, однако, определение плотности твердых тел выполняется с использованием закона Архимеда при помощи вспомогательной жидкости, то ее температуру следует учесть. В случае жидкости температура обладает более сильным влиянием и, в большинстве случаев, вызывает изменения плотности порядка 0,1 до 1‰ на каждый °С. Это влияет на результат на третьем месте после запятой.

7.2.5 Поверхность

Подвеска чаши для образцов пробивает поверхность жидкости. Это состояние изменяется непрерывно. Если образец или погружной грузик относительно маленькие, поверхностное напряжение приводит к ухудшению повторяемости результатов. Добавление небольшого количества поверхностно активного средства для мытья посуды дает возможность обойти поверхностное напряжение и увеличить повторяемость

7.3 Общая информация

7.3.1 Плотность / относительная плотность

Относительная плотность – это масса исследуемого тела, разделенная на массу воды (при 4°C) такого же объема. Поэтому относительная плотность не имеет никакой единицы измерения. Плотность – это масса, разделенная на объем.

Если вместо плотности жидкости в формуле используется относительная плотность, получается ошибочный результат. Для жидкости достоверной является только ее плотность.

7.3.2 Дрейф показаний весов

Дрейфование весов (постоянное изменение результатов в определенную сторону) не имеет никакого влияния на конечный результат определения плотности, хоть высвечивающееся показание массы относится к взвешиванию в воздухе. Точные значения требуются только при определении плотности жидкости посредством погружного грузика.

В случае измерения температуры окружающей среды или локализации требуется юстировка весов. Для этого следует снять набор для определения плотности и провести юстировку весов со стандартной платформой весов.

8 Таблица плотности жидкости

Температура [°C]	Плотность ρ [г/см ³]		
	Вода	Этиловый спирт	Метиловый спирт
10	0,9997	0,7978	0,8009
11	0,9996	0,7969	0,8000
12	0,9995	0,7961	0,7991
13	0,9994	0,7953	0,7982
14	0,9993	0,7944	0,7972
15	0,9991	0,7935	0,7963
16	0,9990	0,7927	0,7954
17	0,9988	0,7918	0,7945
18	0,9986	0,7909	0,7935
19	0,9984	0,7901	0,7926
20	0,9982	0,7893	0,7917
21	0,9980	0,7884	0,7907
22	0,9978	0,7876	0,7898
23	0,9976	0,7867	0,7880
24	0,9973	0,7859	0,7870
25	0,9971	0,7851	0,7870
26	0,9968	0,7842	0,7861
27	0,9965	0,7833	0,7852
28	0,9963	0,7824	0,7842
29	0,9960	0,7816	0,7833
30	0,9957	0,7808	0,7824
31	0,9954	0,7800	0,7814
32	0,9951	0,7791	0,7805
33	0,9947	0,7783	0,7896
34	0,9944	0,7774	0,7886
35	0,9941	0,7766	0,7877

9 Указания, которых следует придерживаться

- Для создания повторяющегося среднего значения, обязательными являются несколько измерений плотности.
- Образец/стеклянный погружной грузик/стеклянную мензурку, устойчивые к действию растворителя, следует обезжирить.
- Чашки для образцов/стеклянный погружной грузик/стеклянную мензурку следует регулярно чистить, не притрагиваться руками к погружаемой части.
- Образец/стеклянный погружной грузик/пинцет после каждого процесса измерения следует высушить.
- Величину образца следует приспособить к чаше для образцов (идеальная величина образца > 5 г).
- Использовать только дистиллированную воду.
- При первом погружении легко встряхнуть чашей для образцов и погружным грузиком с целью освобождения от возможных пузырьков воздуха.
- Обязательно обращать внимание на то, чтобы при повторном погружении в жидкости не появлялись дополнительные пузырьки воздуха; лучше всего вкладывать образцы с помощью пинцета.
- Плотно прилегающие пузырьки воздуха стягивать при помощи пинцета или иного вспомогательного элемента.
- Чтобы избежать прилегания пузырьков воздуха, образец с шероховатой поверхностью следует ранее выгладить.
- Во время взвешивания вода из пинцета не может капать на верхнюю чашу для образцов.
- Чтобы уменьшить поверхностное напряжение воды и трение воды о проволоку, к измерительной жидкости добавить три капли доступного в продаже поверхностно-активного средства (средство для мытья посуды) (изменение плотности дистиллированной воды в результате добавления поверхностно-активного средства можно не принимать во внимание).
- Овальные образцы можно легко взять пинцетом за контур надреза.
- Плотность пористых твердых веществ можно определить только приблизительно. Во время погружения в измерительной жидкости из пор выталкивается только часть воздуха, что ведет к ошибкам измерения, связанных с выталкиванием.
- Чтобы избежать сильных сотрясений весов, следует осторожно вкладывать образец.
- Избегать статических разрядов, например, стеклянный погружной грузик чистить только с помощью хлопчатобумажной тряпочки.
- Если плотность твердого тела незначительно отличается от дистиллированной воды, в качестве измерительной жидкости можно использовать этиловый спирт. Но перед тем следует проверить, устойчив ли образец к растворителям. Кроме этого в процессе работы с этиловым спиртом следует придерживаться действующих правил безопасности.
- Осторожно обращаться со стеклянными погружными грузиками (потеря гарантийных претензий в случае повреждения).
- Во избежание повреждения набора для определения плотности, вызванных коррозией, не оставлять его погруженным в жидкости в течении долгого времени.