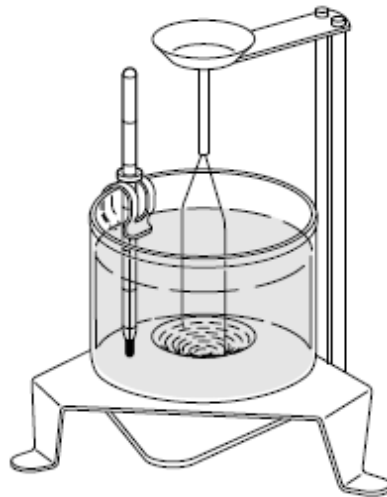


НАБОР ПРИНАДЛЕЖНОСТЕЙ SMK-401 ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



СОДЕРЖАНИЕ:

1	КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ	3
2	ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ	4
3	ПОРЯДОК РАБОТЫ.....	6
3.1	ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ.....	6
3.1.1	ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ	6
3.1.2	ВЫБОР ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ.....	6
3.1.3	ВВОД ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ	7
3.1.4	ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ	7
3.1.5	ИЗМЕРЕНИЕ МАЛОЙ ПЛОТНОСТИ	8
3.2	ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТЕЙ	8
3.2.1	ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ	8
3.2.2	ВЫБОР ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ.....	8
3.2.3	ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМА ТЕЛА	9
3.2.4	ВВОД ОБЪЕМА ТЕЛА	9
3.2.5	ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ.....	11
4	ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ	11
4.1	ЗНАЧАЩИЕ РАЗРЯДЫ В РАСЧЕТАХ	11
4.2	ИСТОЧНИКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ.....	11
4.2.1	ПУЗЫРЬКИ.....	11
4.2.2	ТВЕРДЫЕ ТЕЛА.....	12
4.2.3	ЖИДКОСТИ.....	12
4.2.4	ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ	12
4.2.5	ПРОБНОЕ ТЕЛО	12
4.3	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	12
4.3.1	УДЕЛЬНАЯ СИЛА ТЯЖЕСТИ И ПЛОТНОСТЬ	12
4.3.2	ЮСТИРОВКА.....	12

В перечне практических действий, которые Вам необходимо будет выполнять в работе с весами, используются значки-прямоугольники:

- это первый шаг.
- это второй шаг.
- это третий шаг.

Благодарим за покупку набора принадлежностей SMK-401 производства фирмы CAS Corp. (Корея). Просим ознакомиться с настоящим руководством прежде, чем приступить к работе.

Набор принадлежностей SMK-401 (далее – набор) предназначен для измерения плотности твердых или жидких тел на лабораторных весах и включает в себя все необходимые приспособления. Набор требует аккуратного обращения.

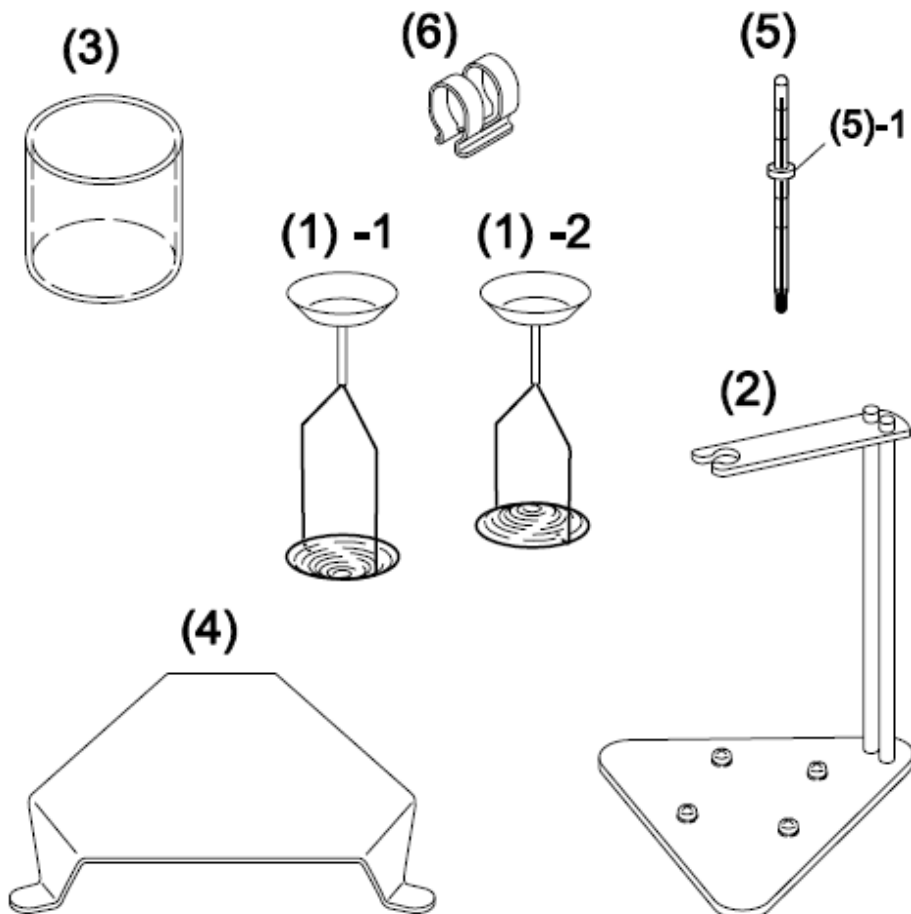
Представительство фирмы-изготовителя: 125080, Москва, Волоколамское шоссе, 1
Тел.: 8(499) 271-6627, -6628

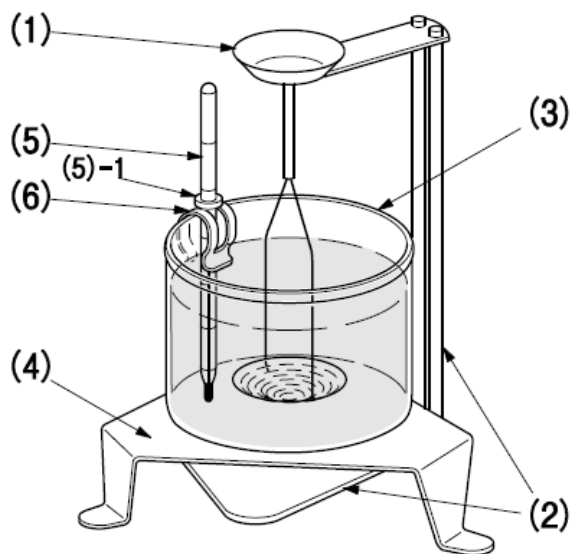
E-Mail: info@cas.ru Internet: www.cas.ru

1 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Таблица 1 – Комплект поставки

№	Наименование	Кол-во (шт.)	Опция – пробное тело
(1)-1	Чашки для тонущих образцов	1	
(1)-2	Чашки для плавающих образцов	1	
(2)	Стойка	1	
(3)	Стакан	1	
(4)	Подставка	1	
(5)	Термометр	1	
(5)-1	Зажим резиновый для термометра	1	
(6)	Держатель термометра	1	





Набор в сборе



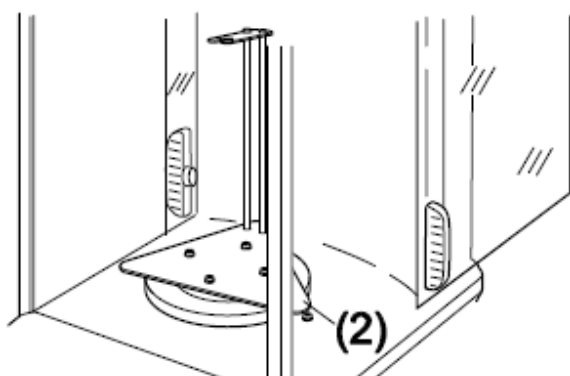
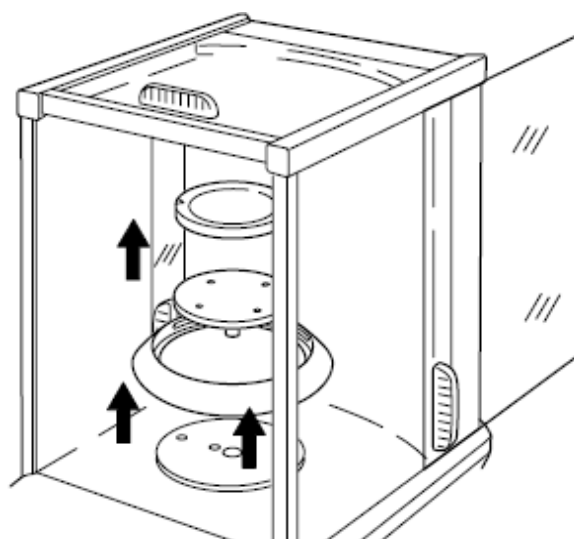
Верхняя чашка на воздухе

Нижняя чашка в жидкости

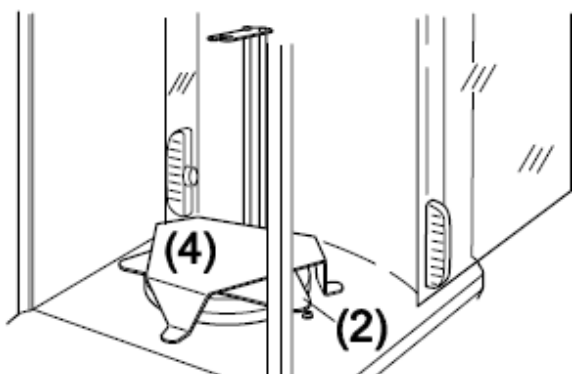
2 ПОДГОТОВКА К ИЗМЕРЕНИЯМ

❑ Перед установкой набора приготовьте весы.

❑ Откройте боковую дверцу весовой камеры и снимите защитное кольцо, чашку и держатель чашки.

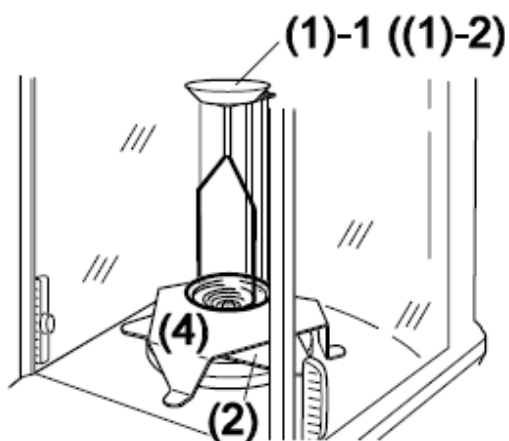
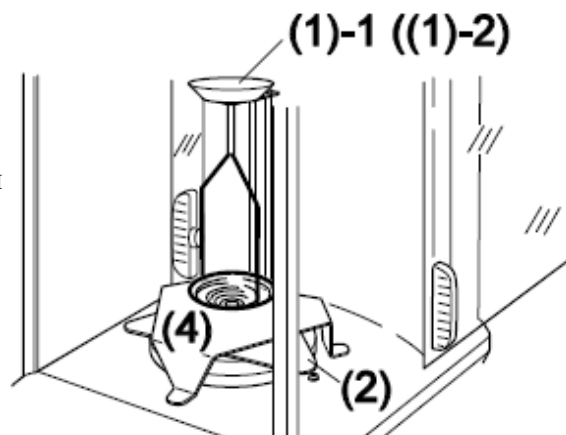


❑ Осторожно установите стойку (2) на дне весовой камеры.



❑ Установите подставку (4) в весовой камере, не касаясь стойки, как показано на рисунке. Ножки подставки опираются на дно камеры, поэтому ее сила тяжести никак не влияет на показания.

❑ Положите чашки на стойку (2) и вывесите их так, чтобы нижний центр верхней чашки совпал с прорезью вверху стойки.



❑ Закройте дверцу камеры и включите весы. После прохождения тестирования на дисплее весов высветится сообщение “oFF”, причем модификации весов AUW-D / AUW / AUX (AW / AX / AY) после тестирования проходят также автоматическую юстировку. Весы включаются как при наполненном стакане, так и при пустом.

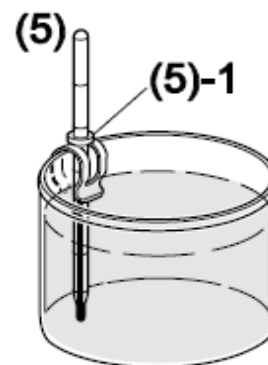
❑ Нажмите клавишу Весы переходят в режим взвешивания. Модификация AUУ (AY) юстируется внешней нагрузкой.

❑ Прикрепите термометр зажимом (5)-1 к стакану. Для измерения плотности жидкости наполните стакан именно ею, а твердого тела – любой другой жидкостью. Термометр можно смещать по стенке стакана.

❑ Уберите чашки со стойки и поставьте стакан по центру подставки.

❑ Вновь подвесьте чашки на стойку, проверив, чтобы нижняя чашка не касалась стенок стакана или его дна. Расстояние между нижней чашкой и дном изменяют, подкладывая под стакан какие-либо прокладки.

❑ Оставьте все без изменений на время, необходимое для выравнивания температуры. Время прогрева весов см. в Руководстве по эксплуатации на весы.



3 ПОРЯДОК РАБОТЫ

3.1 ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

3.1.1 ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ

Согласно Архимеду, на тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная силе тяжести вытесненной им жидкости. Если измерить силу тяжести тела в воздухе и в жидкости, то можно вычислить плотность твердого тела ρ_T с помощью соотношения

$$\rho_T = \frac{M_B}{M_B - M_{ж}} * \rho_{ж} \quad (1)$$

где M_B – сила тяжести тела в воздухе,

$M_{ж}$ – сила тяжести тела в жидкости,

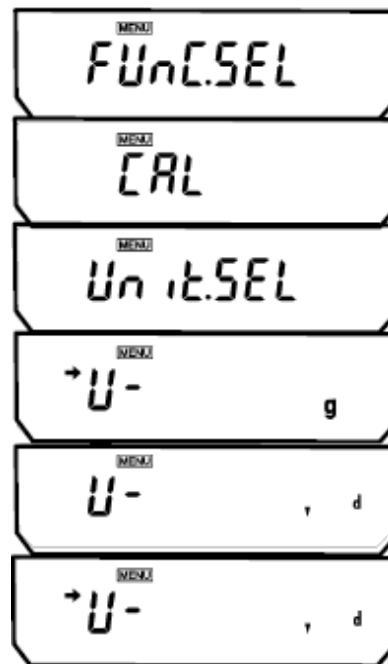
$\rho_{ж}$ – плотность жидкости, обычно воды (вводится в весы перед измерением, см. п. 3.1.3).

В формуле (1) пренебрегли выталкивающей силой в воздухе. Точное значение плотности $\rho_{ж}$ находят по таблице ее температурной зависимости, исходя из точного показания термометра.

3.1.2 ВЫБОР ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Для перехода в режим измерения плотности твердых тел требуется выбрать с помощью клавиши **UNIT** единицу измерения $г/см^3$, которая выводится на дисплей с помощью символа **▼ d** справа от последнего разряда высвечиваемого показания. Никаких дополнительных пересчетов после этого не потребуется. Алгоритм действий зависит от того, была ли ранее указанная единица включена в список всех единиц или нет.

- Установите исходное состояние в режиме взвешивания с единицей измерения в г.
- Нажимайте многократно клавишу **CAL** до тех пор, пока на дисплее не высветится сообщение, показанное справа.
- Нажмите клавишу **>O/T<**, высветится сообщение “CAL”.
- Нажимайте вновь многократно клавишу **CAL** до тех пор, пока на дисплее не высветится сообщение, показанное справа.
- Нажмите клавишу **>O/T<**, высветится сообщение, показанное справа.
- Нажимайте вновь многократно клавишу **CAL** до тех пор, пока на дисплее не высветится сообщение с перевернутым треугольником, показанное справа. Указанием на включение в список единиц $г/см^3$ служит горизонтальная стрелка стабилизации **►** в левой части дисплея. Если она отсутствует, следует однократно нажать клавишу **>O/T<** - см. справа.



- ❑ Нажимайте повторно клавишу **UNIT**, чтобы вернуться в исходное состояние, т.е. в режим взвешивания с единицей измерения в г.

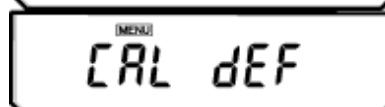
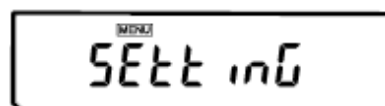


3.1.3 ВВОД ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ

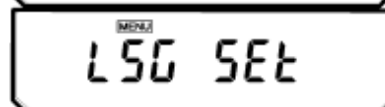
В данном пункте излагается подстановка в алгоритм расчета по формуле (1) значения $\rho_{ж}$. Если предполагается использовать ту же самую жидкость, что и при предыдущем измерении плотности, так что величина ее плотности уже была введена в память весов, то этот пункт пропускается.

- ❑ Установите исходное состояние в режиме взвешивания с единицей измерения в г.
- ❑ Нажимайте многократно клавишу **CAL** до тех пор, пока на дисплее не высветится сообщение, показанное справа.

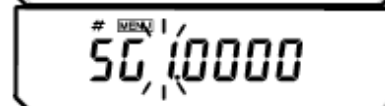
- ❑ Нажмите клавишу **>O/T<**, высветится сообщение “CAL dEF”.



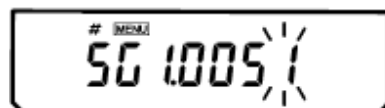
- ❑ Нажимайте вновь многократно клавишу **CAL** до тех пор, пока на дисплее не высветится сообщение, показанное справа.



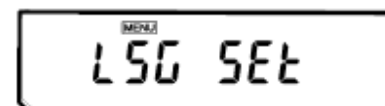
- ❑ Нажмите клавишу **>O/T<**, высветится сообщение, показанное справа, с мигающим первым разрядом числа и указателями # и MENU.



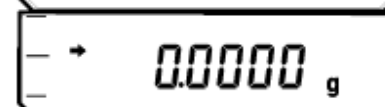
- ❑ Введите по правилам п. 1.5.3.1.2 Руководства по эксплуатации на весы значение плотности жидкости (здесь: 1,0051 г/см³).



- ❑ Нажмите клавишу **>O/T<**, высветится кратковременно сообщение “Set”, затем весы перейдут в предыдущее состояние.

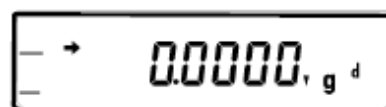


- ❑ Нажимайте дважды клавишу **ON** для перехода весов в режим взвешивания.



3.1.4 ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ

- ❑ Клавишей **UNIT** установите в качестве единицы взвешивания **▼ g d** и нажмите клавишу **>O/T<**. Установится нулевое показание



- ❑ Положите исследуемое тело на верхнюю чашку. На дисплее высветится его масса в граммах, хотя активирована единица измерения плотности (здесь: 30.0057 г).

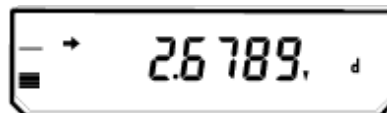


- ❑ Нажмите клавишу **CAL**. Единица взвешивания **g** погаснет, оставив **▼ d**. Показание сначала обнулится, а затем будет высвечиваться результат вычисления по формуле (1), где $M_{ж}$ – текущее значение нагрузки в данный момент.



Пока груз не убирал, результат деления будет неустойчивым вследствие обнуления знаменателя в формуле (1).

❑ Переложите тело из верхней чашки на нижнюю, погрузив его в жидкость. После стабилизации показания на дисплее высветится плотность твердого тела. Если промежуток времени, когда тело уже снято с верхней чашки, но еще не установлено на нижнюю, достаточно большой, то на дисплее высвечивается ранее установленное значение плотности жидкости, что соответствует нулевому значению нагрузки $M_{ж}$.



❑ Считайте показание и уберите тело из чашки. Нажмите клавишу **CAL**, затем **>O/T<**, после чего можно измерить плотность другого тела, повторяя все действия, начиная со второго (положить его на верхнюю чашку).

3.1.5 ИЗМЕРЕНИЕ МАЛОЙ ПЛОТНОСТИ

Если твердое тело имеет плотность меньше плотности жидкости, то в свободном состоянии оно не будет полностью погружаться в жидкость, а лишь плавать на его поверхности. Чтобы тем не менее выполнить измерение плотности, его необходимо закрепить в погруженном состоянии, для чего требуются чашки (1)-2 для плавающих образцов с вогнутой нижней чашкой. Пространство под нижней чашкой освобождается смещением вверх места подвески чашек. Погрузите все тело под нижнюю чашку. Если выталкивающая сила слишком большая, т.е. больше силы тяжести стойки, то погрузить тело не удастся; в этом случае следует положить на верхнюю плоскость стойки фальш-груз достаточной массы и нажать клавишу **>O/T<** до того, как взвешивать груз на воздухе. В остальном все действия повторяются как в п. 3.1.4.

3.2 ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТЕЙ

3.2.1 ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ

Если измерить силу тяжести какого-либо твердого тела в воздухе и в жидкости, то, зная объем тела, можно вычислить плотность ρ жидкости с помощью соотношения

$$\rho = \frac{M_{в} - M_{жс}}{V}, \quad (2)$$

где $M_{в}$ – сила тяжести тела в воздухе,

$M_{жс}$ – сила тяжести тела в жидкости,

V – объем твердого тела (вводится в весы перед измерением, см. п. 4.2.3).

В формуле (2) пренебрегли выталкивающей силой в воздухе.

3.2.2 ВЫБОР ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Для перехода в режим измерения плотности жидких тел требуется выбрать с помощью клавиши **UNIT** единицу измерения г/см^3 , которая выводится на дисплей с помощью символа **d** справа от последнего разряда высвечиваемого показания. Никаких дополнительных пересчетов после этого не потребуется. Алгоритм действий зависит от того, была ли ранее указанная единица включена в список всех единиц или нет.

❑ Установите исходное состояние в режиме взвешивания с единицей измерения в г.

❑ Нажимайте многократно клавишу **CAL** до тех пор, пока на дисплее не высветится сообщение, показанное справа.

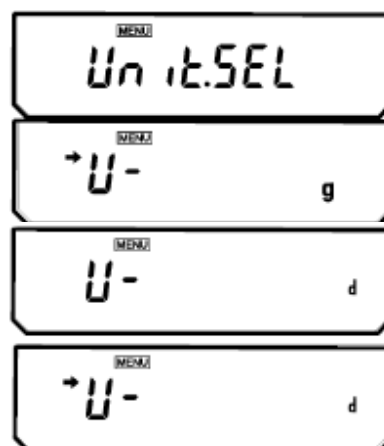
❑ Нажмите клавишу **>O/T<**, высветится сообщение “CAL”.



❑ Нажимайте вновь многократно клавишу **CAL** до тех пор, пока на дисплее не высветится сообщение, показанное справа.

❑ Нажмите клавишу **>O/T<**, высветится сообщение, показанное справа.

❑ Нажимайте вновь многократно клавишу **CAL** до тех пор, пока на дисплее не высветится сообщение (без треугольника), показанное справа. Указанием на включение в список единиц г/см^3 служит горизонтальная стрелка стабилизации \rightarrow в левой части дисплея. Если она отсутствует, следует одно-кратно нажать клавишу **>O/T<** - см. справа.



3.2.3 ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМА ТЕЛА

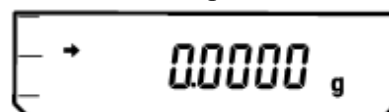
В данном пункте излагается методика определения объема тела произвольной формы, которое будет использовано затем для измерения плотности исследуемой жидкости. Полученное значение подставляется в формулу (2) как значение V . По дополнительному заказу в комплектность включается пробное тело фиксированного объема для выполнения измерений плотности жидкости (с проволокой и крючком). Его заводской № есть 321-60640.

❑ Налейте воду в стакан и проверьте температуру по термометру.

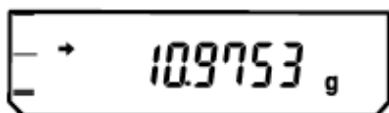
❑ Уберите чашки и стакан с подставки.

❑ Установите исходное состояние в режиме взвешивания с единицей измерения в г.

❑ Нажмите клавишу **>O/T<**, показание обнулится.

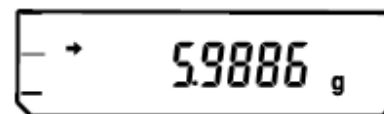


❑ Подвесьте пробное тело на стойке или на месте верхней чашки, чтобы определить силу тяжести на воздухе. Зарегистрируйте показание m_a после включения указателя стабильности \rightarrow .



❑ Поставьте стакан с водой на подставку и подвесьте тело так, чтобы оно оказалось в воде.

❑ Зарегистрируйте показание $m_{ж}$ после включения указателя стабильности \rightarrow .



❑ Рассчитайте объем пробного тела по формуле $V = \frac{m_a - m_{ж}}{\rho_{ж}}$, где плотность воды берется в зависимости от температуры из таблицы 2.

3.2.4 ВВОД ОБЪЕМА ТЕЛА

В данном пункте излагается подстановка в формулу (2) значения V .

❑ Установите исходное состояние в режиме взвешивания с единицей измерения в г.

❑ Нажимайте многократно клавишу **CAL** до тех пор, пока на дисплее не высветится сообщение, показанное справа.

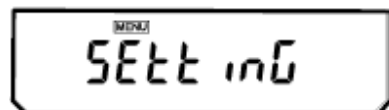
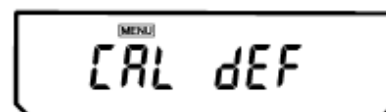


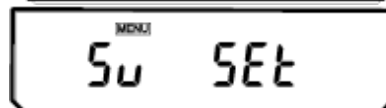
Таблица 2 – Температурная зависимость плотности жидкости

Температура, °C	Вода, ρ _ж	Этил, ρ _ж	Метил, ρ _ж
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

☐ Нажмите клавишу **>O/T<**, высветится сообщение “CAL DEF”.



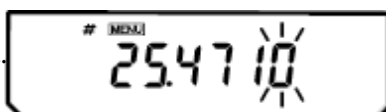
☐ Нажимайте вновь многократно клавишу **CAL** до тех пор, пока на дисплее не высветится сообщение, показанное справа.





☐ Нажмите клавишу **>O/T<**, высветится сообщение, показанное справа, с мигающим первым разрядом числа и указателями **#** и **MENU**.

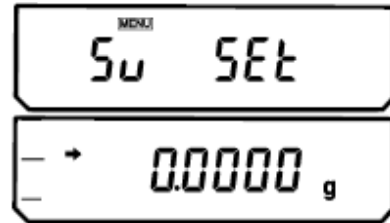


☐ Введите по правилам п. 1.5.3.1.2 Руководства по эксплуатации на весы вычисленное ранее значение объема тела.



❑ Нажмите клавишу , весы перейдут в предыдущее состояние.

❑ Нажимайте вновь клавишу  до перехода весов в режим взвешивания.



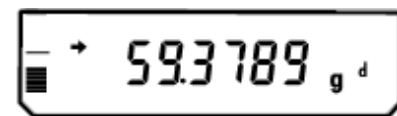
3.2.5 ИЗМЕРЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ЖИДКОСТИ

❑ Подвесьте на крюк чашки и подведите под них стакан с жидкостью так, чтобы они, а впоследствии и тело, были погружены в жидкость, не касаясь стенок или дна.

❑ Клавишей **UNIT** установите в качестве единицы взвешивания **g d** и

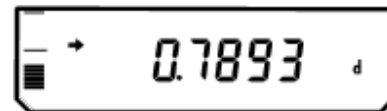
❑ нажмите клавишу **0/T**, показание обнулится.

❑ Положите тело из п. 3.2.3 на верхнюю чашку. На дисплее высветится его масса в граммах.



❑ После стабилизации нажмите клавишу **CAL**

❑ и переложите тело на нижнюю чашку, погрузив его в жидкость. После стабилизации показания на дисплее высветится плотность жидкости.



❑ Для перехода к измерению плотности другой жидкости следует начать с первого действия п. 3.2.5. Стакан должен быть полностью высушен от предыдущего. Пробное тело – также.

Если плотность выбранного тела оказалась меньше плотности исследуемой жидкости, следует использовать подвеску с вогнутой нижней чашкой аналогично п. 3.1.5.

4 ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

4.1 ЗНАЧАЩИЕ РАЗРЯДЫ В РАСЧЕТАХ

В режиме измерения плотности результат всегда высвечивается с 4 разрядами после запятой. Однако это не означает, что последняя цифра достоверна (а может быть, и предыдущая).

Это неправильно, что чем тяжелее выбран образец, тем точнее будет получен результат измерения. Такое простое утверждение может быть принято, если абсолютная погрешность измерения массы не зависит от величины массы – в общем случае это не так.

4.2 ИСТОЧНИКИ ПОГРЕШНОСТЕЙ

4.2.1 ПУЗЫРЬКИ

К примеру, даже пузырек воздуха в 1 мм^3 может существенно повлиять на результат, если размеры тела малы. Он изменяет выталкивающую силу примерно на 1 мг, что сразу скажется при взвешивании на аналитических весах.

При попытке удалить пузырьки, тряся тело в жидкости, нельзя ее разбрызгивать на подвеску нижней чашки. Из-за этого показания могут увеличиться.

Не касайтесь тела голыми руками, так как масло на их поверхности притягивает пузырьки при погружении.

Твердые тела, особенно с плоским дном, не следует располагать на нижней чашке, так как при погружении могут образовываться пузырьки. Проверьте эту чашку, если на нее кладется тело.

4.2.2 ТВЕРДЫЕ ТЕЛА

Если твердое тело большого объема, оно может сильно поднять уровень жидкости. При этом погружается большая часть подвески, что увеличивает выталкивающую силу и уменьшает результат взвешивания в жидкости.

Тела с водопоглощающей поверхностью (или с поглощением используемой жидкости) использовать не допускается.

4.2.3 ЖИДКОСТИ

Температура жидкости должна контролироваться. Вода при нагреве на 1 °С уменьшает плотность примерно на 0,01 %. При этом ошибка в плотности составляет 4 единицы младшего разряда.

Если твердое тело поглощает или реагирует с водой, надо использовать другую жидкость. Следует не допускать испарения жидкости.

4.2.4 ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

Подвеска, проходя через поверхность жидкости, каждый раз изменяет свое состояние. Соответствующее изменение поверхностного натяжения влияет на результат взвешивания. Можно капнуть в жидкость кухонный растворитель, и натяжение уменьшится, а повторяемость увеличится.

4.2.5 ПРОБНОЕ ТЕЛО

Для большей точности пользуйтесь небольшим стаканом и пробным телом, хотя нужно учитывать, как изменяется погрешность в зависимости от их размеров. И выталкивающая сила, и объем пробного тела должны измеряться с максимальной точностью.

4.3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

4.3.1 УДЕЛЬНАЯ СИЛА ТЯЖЕСТИ И ПЛОТНОСТЬ

Удельная сила тяжести некоторого тела – это сила тяжести тела по отношению к силе тяжести воды того же самого объема при 4 °С. Плотность тела – это масса тела объемом, равным 1 единице, обычно это один кубический сантиметр. В выражении (1) можно вводить удельную силу тяжести вместо плотности, тогда и результат будет получен в тех же единицах.

4.3.2 ЮСТИРОВКА

В первом приближении дрейф чувствительности не влияет на результат измерений плотности. Но всё же предварительная юстировка желательна.

Весы модификаций CAUW-D, CAUW, CAUX (CAW/CAX) имеют встроенную юстировочную гирию, а модификации CAUY (CAУ) юстируются внешним нагружением.