

Дополнительные указания к лабораторной работе 3. Определение плотности тела гидростатическим взвешиванием.

При выполнении данной работы студент производит взвешивания на демпферных весах. Демпферные весы позволяют измерять вес с точностью до 0.1 мг. Взвешиваемое тело кладут на левую чашу весов. Если вес тела меньше одного грамма, то гирьки на правую чашу весов не кладут. Сотни и десятки миллиграммов можно выставить с помощью переключателя, выполненного в виде двух круглых концентрических ручек — кольца и диска с выпуклостью, расположенных в правой верхней части весов. На внешнем кольце переключателя стоят цифры, означающие сотни миллиграммов. На внутреннем диске стоят пары цифр, вторая цифра в каждой паре равна нулю. Эти пары цифр задают целое число десятков миллиграммов. Чуть левее переключателя есть стрелка с буквами "мг". Три цифры установленные двумя ручками переключателя напротив стрелки задают сотни и десятки миллиграммов. Ручки нужно поворачивать от щелчка до щелчка, не оставляя в промежуточном состоянии. Единицы и десятые доли миллиграммов отсчитываются в другом месте — по подсвеченной шкале. Установленные переключателем сотни и десятки миллиграммов заменяют соответствующие гирьки на правой чаше весов. Поворот ручек переключателя нагружает правое плечо коромысла весов кольцами соответствующего веса. Менять положение ручек переключателя нужно только в застопоренном состоянии весов.

Перед началом взвешивания установите переключатель миллиграммов в положение, соответствующее нулевому весу. Затем убедитесь, что весы включены в сеть 220 Вольт. Для этого, ничего не кладя на чаши весов, поверните влево стопорящую круглую ручку (арретир) впереди внизу в центре весов. При этом должна осветиться шкала весов. Поворачивать ручку арретира можно только не спеша и медленно. При резком повороте ручки арретира могут соскочить со своих мест кольца, нагружающие правое плечо коромысла весов, весом в десятки и сотни миллиграммов. На подсвеченной шкале весов указаны целые числа от -10 до +10 — это единицы миллиграммов веса. Между двумя соседними числами находятся 10 делений, цена деления — 0.1 мг. Маленькая ручка рядом с ручкой арретира позволяет выставить нулевые показания шкалы для пустых весов. Если диапазона перестройки нуля не хватает, то запишите показания весов с пустыми чашками. Поправка, которую нужно делать к показаниям весов при взвешивании, отличается знаком от показаний пустых весов.

Процедура взвешивания состоит в многократных сравнениях веса тела на левой чаше весов и веса гирек на правой чаше весов.

Рассмотрим процедуру однократного сравнения. На левую чашу весов помещают взвешиваемое тело. На правую чашу кладут одну гирьку, максимально соответствующую ожидаемому весу тела. Затем ручкой арретира слегка освобождают чаши весов, определяя по подсвеченной шкале, в каком направлении начинают изменяться показания весов, и сразу вновь застопоривают весы, чтобы не уводить подсвеченную шкалу в "зашкал". Повторим, что поворачивать ручку арретира нужно медленно. Только после того, как весы арретированы, можно добавлять или удалять гирьки на правую чашу весов, или изменять сотни и десятки миллиграммов переключателем миллиграммов в правой верхней части весов.

При подборе веса разновесков, уравнивающего вес тела, нужно придерживаться определенного алгоритма. Сначала нужно подобрать одну гирьку, такую, что она легче взвешиваемого тела, но гирька со следующим большим весом оказывается тяжелее тела. Затем нужно подобрать вторую гирьку. При этом вес двух гирек должен быть меньше веса тела, но, при замене второй гирьки на более тяжелую гирьку с соседним номиналом, вес пары гирек оказывался бы больше веса тела. Подбор веса второй гирьки нужно начинать с веса равного весу первой гирьки, последовательно уменьшая вес второй гирьки с шагом в два раза. Аналогично подбирают третью, четвертую и т.д. гирьки. Наименьший номинал гирьки — 1 грамм. Подбор сотен и десятков миллиграммов осуществляется переключателем в правой верхней части весов.

В работе определяется плотность тела неправильной формы. Плотность — отношение массы тела к его объему. Определить объем тела неправильной формы можно по величине выталкивающей силы Архимеда, равной весу жидкости, вытесненной телом. То есть, весу жидкости того же объема, что и объем тела. Определить силу Архимеда можно по изменению веса тела при его погружении в воду.

В работе делают как минимум три взвешивания. Первое взвешивание — определение веса тела в воздухе. Не забудьте при вычислении плотности тела сделать поправку на плотность воздуха. Второе взвешивание — определение веса стремечка, подвешенного и погруженного в воду, без исследуемого тела. При необходимости долейте в стакан воды. Стремечко на тонкой проволоке подвешивается к крючку над левой чашей весов. При взвешиваниях в воде стакан с водой помещают на специально изготовленную подставку, которая позволяет стакану находиться над центром чаши весов, не опираясь на нее. Подставку нужно получить у лаборанта. Третье взвешивание состоит в определении веса стремечка с телом, подвешенных к крючку над левой чашей весов и погруженных в воду.

При взвешивании в воде важно, чтобы верхняя граница воды пересекала тонкую проволоку, а не узел на проволоке, и тем более не стремечко. Это важно, чтобы уменьшить влияние поверхностного натяжения жидкости. При погружении любого тела в воду, вода по поверхности тела поднимается рывками, поэтому при взвешивании в воде важно, какая чаша весов поднималась перед установлением равновесия. Каждое взвешивание в воде нужно проводить дважды. Один раз нужно снять показания весов, когда вес на второй чаше весов немного (единицы миллиграммов) меньше веса тела, второй раз — когда немного больше. Это достигается изменением веса, установленного круглыми концентрическими ручками, на 10 миллиграммов. При одном из двух взвешиваний показания на подсвеченной шкале должны быть положительными, а при другом — отрицательными. Истинный вес определяется, как среднее из этих двух взвешиваний (из двух взвешиваний, а не из двух показаний по подсвеченной шкале). Разность результатов взвешивания рассматривается, как добавка к погрешности взвешивания.

Замечено, что показания весов при взвешивании тела в воде могут изменяться во времени. Это связано с просачиванием воды в поры тела. Рассматривая или не рассматривая эту воду как часть тела, можно сказать, что тело становится тяжелее, или что объем тела становится меньше. Измерьте зависимость веса тела в воде от времени. Для этого проведите несколько (например, четыре) взвешиваний с интервалом 10 минут, не вынимая тело из воды. Каждое взвешивание произведите при положительных и отрицательных показаниях весов по подсвеченной шкале. Отключайте арретиром весы между взвешиваниями.