



МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторной работе № 2

**на тему «Определение плотностей
несмешивающихся жидкостей в сообщающихся
сосудах»**

по курсу «Механика жидкости и газа»

СОДЕРЖАНИЕ

1. Краткая теоретическая часть.
 2. Цель работы.
 3. Порядок выполнения виртуальной лабораторной работы.
 4. Пример выполнения работы.
 5. Результаты работы.
 - 5.1. Экспериментальная часть.
 - 5.2. Расчетная часть.
- Титульный лист.
- Библиографический список.

1. КРАТКАЯ ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах

Опыт 2. Определение плотности одной из двух несмешивающихся жидкостей в сообщающихся сосудах.

Представим себе U - образную трубку жидкостного дифманометра, как два сообщающихся вертикальных цилиндрических сосуда. Если в трубку налита однородная жидкость, которая находится в равновесии под действием сил поверхностного давления и тяжести, то в точках, находящихся в сосудах на одном и том же расстоянии от свободной поверхности, давление, согласно основному уравнению гидростатики, будет одинаково.

Плоскость, проходящая через точки с одинаковым единичным гидростатическим давлением, называется поверхностью уровня или поверхностью равного давления. Для рассматриваемого случая поверхностью равного давления будет любая горизонтальная плоскость, проведённая через объём жидкости в обоих сосудах.

Пусть в сообщающиеся сосуды налита однородная жидкость плотностью ρ (рис. 2.1, а). Если давление на свободные поверхности в обоих сосудах одинаково, то эти поверхности будут лежать на одной горизонтали. Если же эти давления не одинаковы, то уровень свободной поверхности в сосуде с большим давлением опустится, а в другом сосуде повысится. По прекращению движения жидкости из одного сосуда в другой наступит её равновесие, т.е. сила давления на свободную поверхность жидкости в сосуде А будет уравновешена силой тяжести столба жидкости в сосуде Б (рис. 2.1, б).

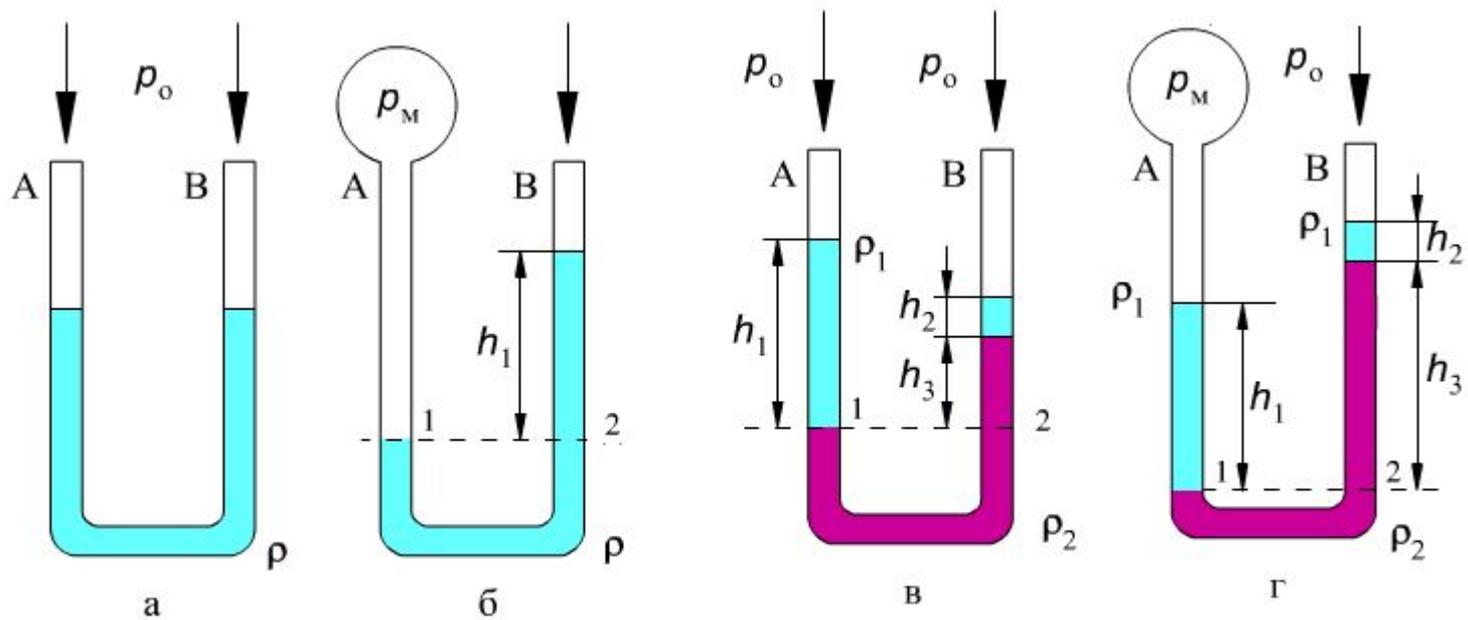


Рис. 2.1. Примеры взаимного расположения жидкостей в сообщающихся сосудах.

Абсолютное давление p_1 будет равно сумме манометрического давления ρgh и атмосферного p_0 , а давление p_2 будет определяться суммой гидростатического ρgh и атмосферного p_0 . Учитывая, что жидкость находится в покое, $p_0 + p_m = \rho gh + p_0$ или $p_m = \rho gh$. Разность давлений на свободные поверхности сообщающихся сосудов будет определяться величиной ρgh , а разность уровней свободных поверхностей будет определять разность действующих на них давлений, выраженную высотой столба жидкости:

$$h = \frac{p_1 - p_2}{\rho g} = \frac{p_m}{\rho g}.$$

Так как давление на одном и том же уровне одинаково, то давления в точках 1 и 2 будут также равны, т.е.: $p_1 = p_2$.

Рассмотрим теперь сообщающиеся сосуды, в которые налиты две несмешивающиеся жидкости (рис. 2.1, в). Давление на свободную поверхность жидкостей в каждом из сосудов будем считать одинаковым и равным: p_0 .

Лёгкая жидкость плотностью ρ_2 , при этом чётко обозначатся границы раздела этих жидкостей.

Проведём горизонтальную плоскость через поверхность раздела двух жидкостей в левом сосуде и пересечём этой плоскостью правый сосуд. Возьмём на этой плоскости две точки 1 и 2 (рис.2.1, в) и определим в них абсолютное давление:

$$p_1 = p_0 + \rho_1 g h_1;$$

$$p_2 = p_0 + \rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_3.$$

Так как жидкость неподвижна, то $p_1 = p_2$ и:

$$p_0 + \rho_1 g h_1 = p_0 + \rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_3;$$

или:

$$\rho_1 g h_1 = \rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_3.$$

Если плотность ρ_1 известна, то, измерив уровни жидкости h_1 , h_2 и h_3 , можно определить плотность ρ_2 .

Если же давление на свободную поверхность жидкости сосудов А и Б неодинаково (рис.2.1, г), то абсолютное давление в т. 1 и т. 2 будет таким:

$$p_1 = p_0 + p_m + \rho_1 g h_1;$$

$$p_2 = p_0 + \rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_3.$$

Откуда:

$$p_m = \rho_1 g h_1 - (\rho_1 g h_2 + \rho_2 g h_3).$$

2. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

1. Определить плотности двух несмешивающихся жидкостей №1 и №2, считая, что вторая жидкость в сообщающемся сосуде - вода.

3. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ № 1

Для заливки жидкостей №1 и №2 в сообщающиеся сосуды А и В нажмите соответствующие кнопки "пуск" и "стоп", при этом кнопки "стоп" дублируются клавишами "a" и "s" кейборда. Замеры высот столбиков жидкостей в сосудах проводятся при помощи горизонтальной линии плоскости АВ и вертикальной измерительной линейки. И плоскость, и линейка перемещаются по экрану с помощью левой кнопки мыши, кроме того, линейка перемещается клавишами со стрелками, расположенными на кейборде.

Обратите внимание на установленную размерность делений вертикальной измерительной линейки - $x 10$ см. Это означает, что общая длина её составляет $6 \times 10 = 60$ сантиметров.

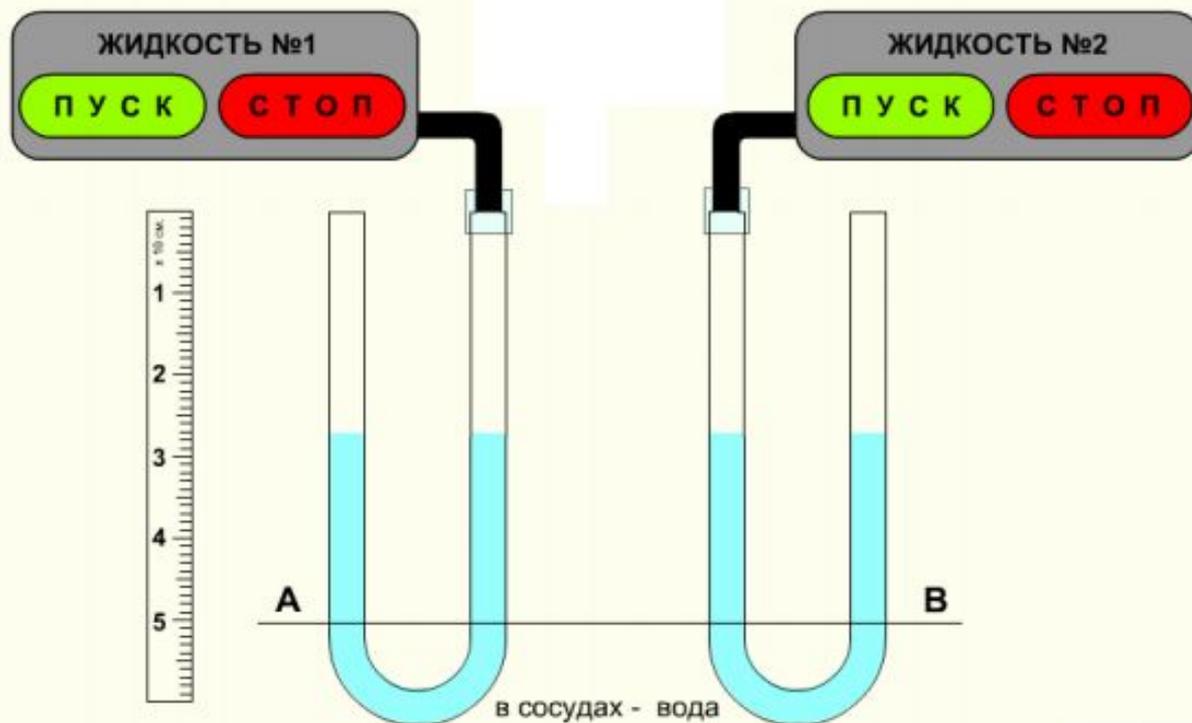
В процессе работы, для повышения точности отсчёта показаний линейки Вы свободно можете увеличивать масштаб экрана и перемещать его содержимое при помощи левой кнопки мыши, для этого на любом месте экрана правой кнопкой мыши вызовите соответствующее меню и выберите пункт "Zoom in". Вернуться в обычный режим можно снова вызвав то же меню и выбрав пункт "Show All".

Для обеспечения достоверности результатов каждый опыт следует повторить не менее трёх раз и вывести среднее значение плотности жидкостей №1 и №2.

Приводить работу в исходное состояние необходимо при помощи специальной кнопки "сброс".

4. Пример выполнения работы

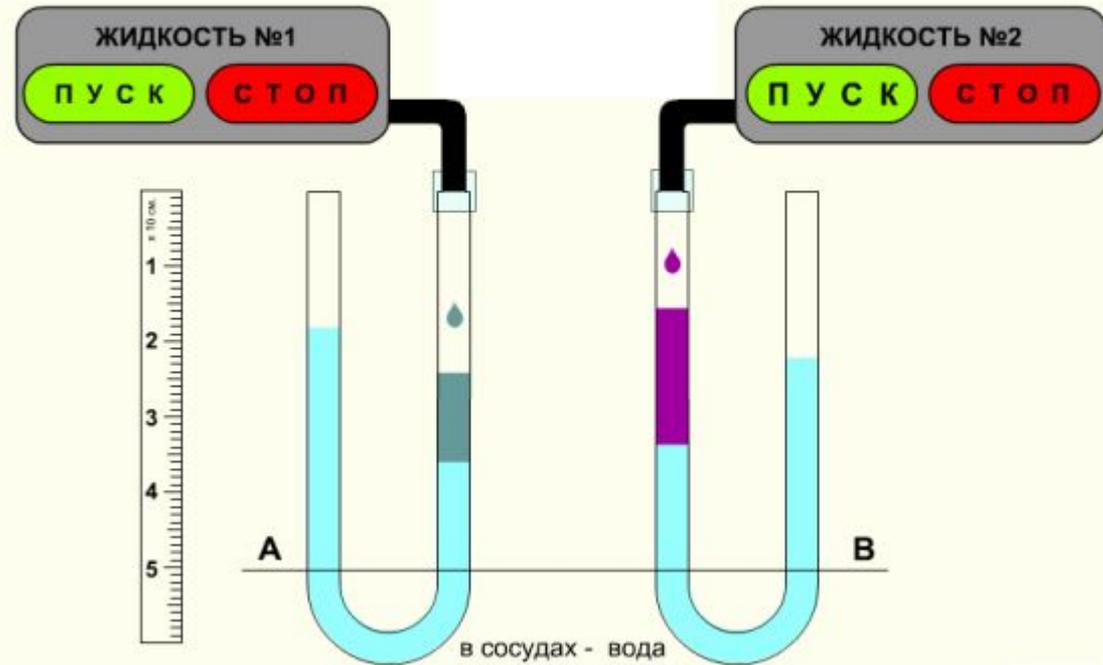
Исходное состояние виртуальной лабораторной работы



Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

Рис.2.2.

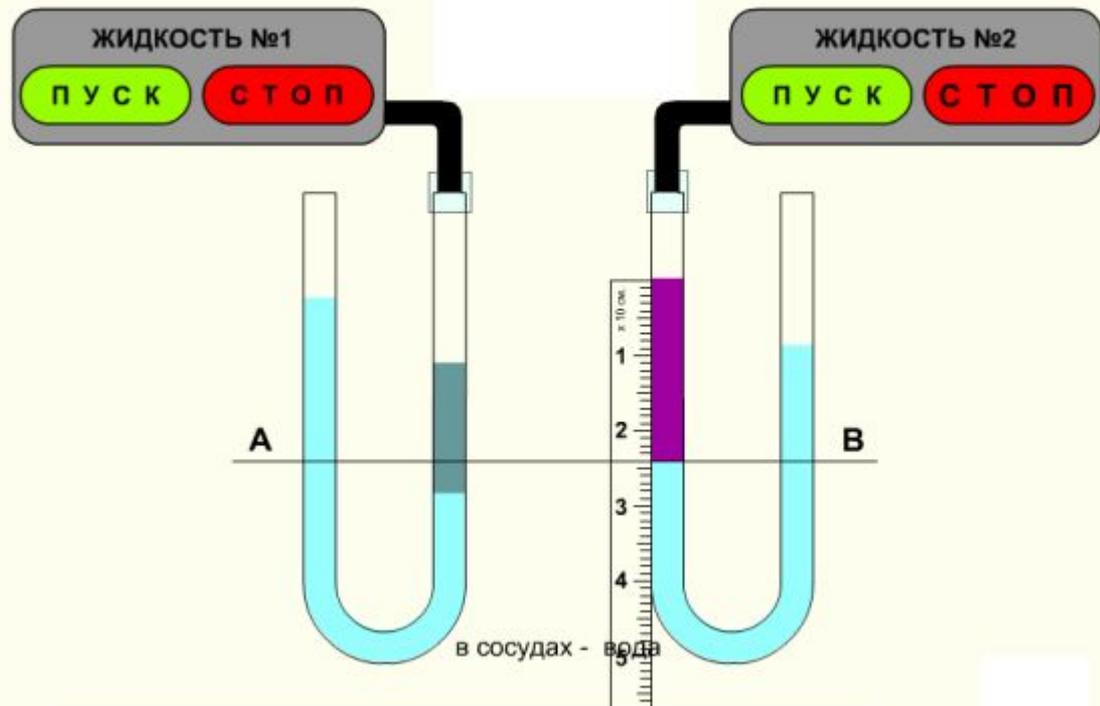
Режим добавления жидкостей №1 и №2 при нажатых кнопках «пуск»



Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

Рис.2.3.

Измерение высоты столба жидкости №2



Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

Рис.2.4.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ

Ниже приведены результаты выполнения работы в 10 вариантах. Необходимо выбрать свой вариант. Выполнить расчеты и отправить отчет по лабораторной работе в «Гиперметод».

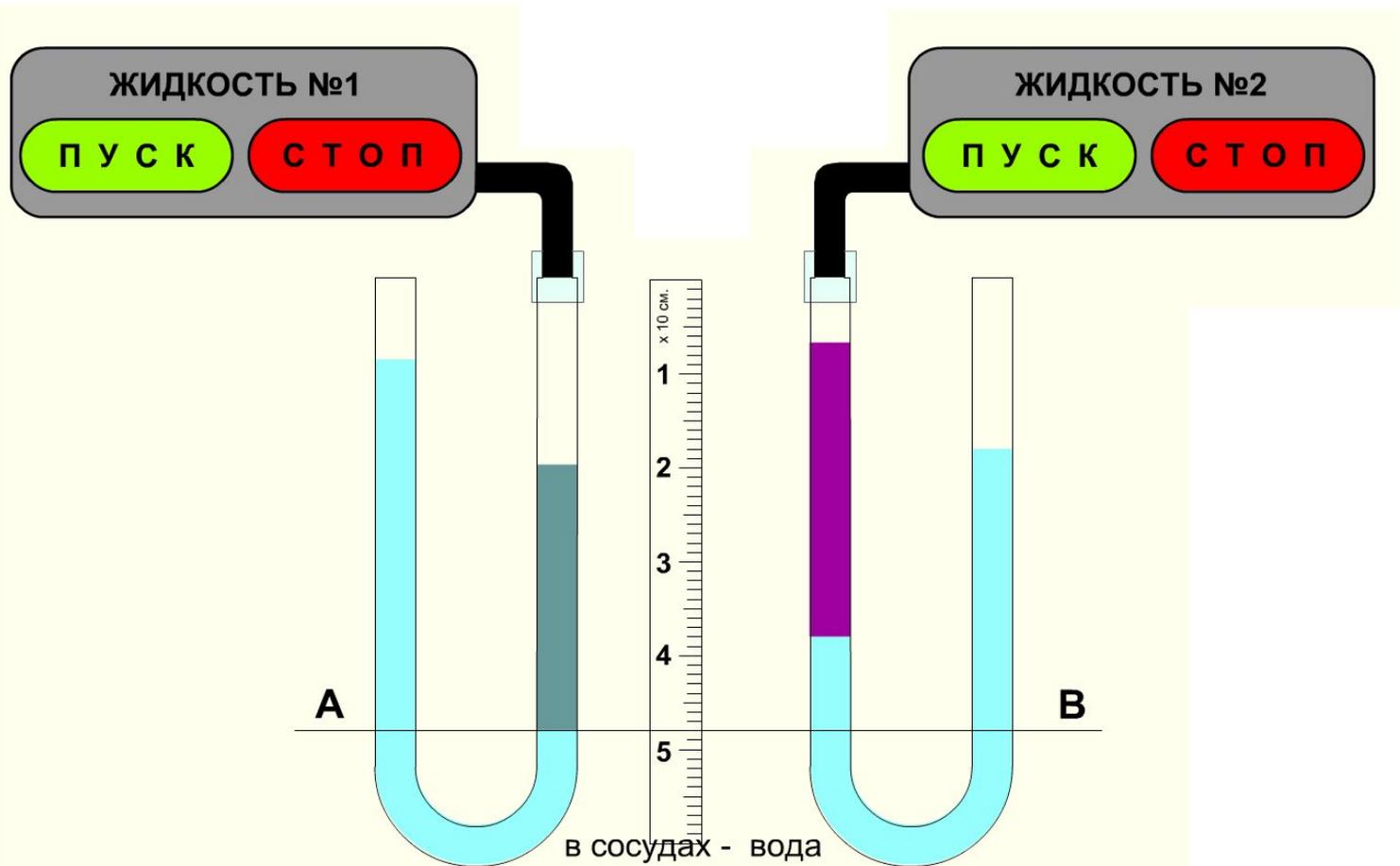
Отчет включает в себя:

- Титульный лист.
- Цель работы.
- Краткую теоретическую часть.
- Порядок выполнения работы.
- Результаты работы – экспериментальная часть.
- Расчетная часть.
- Выводы

Пример оформления титульного листа представлен в конце презентации

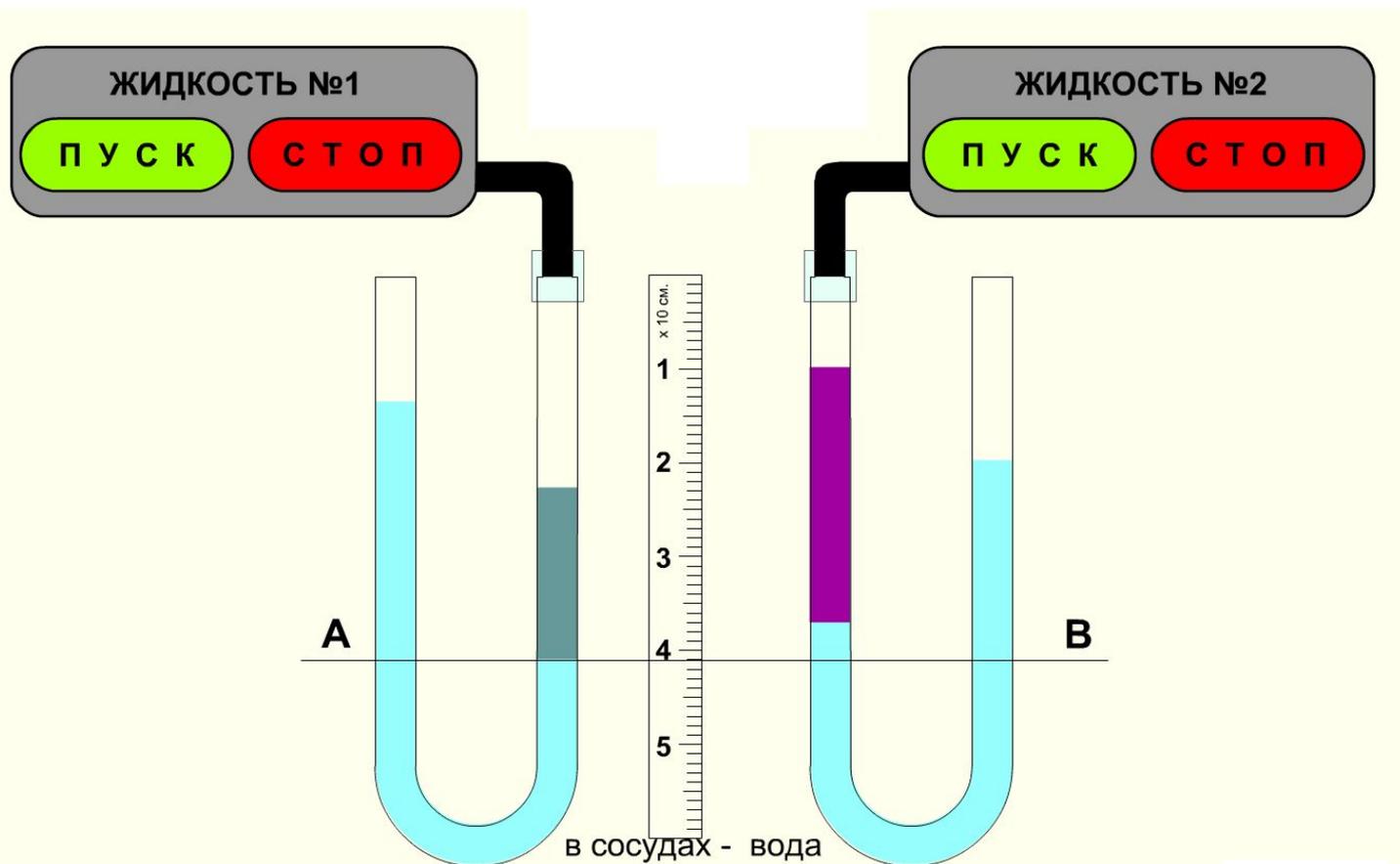
5.1. Экспериментальная часть

ВАРИАНТ 1



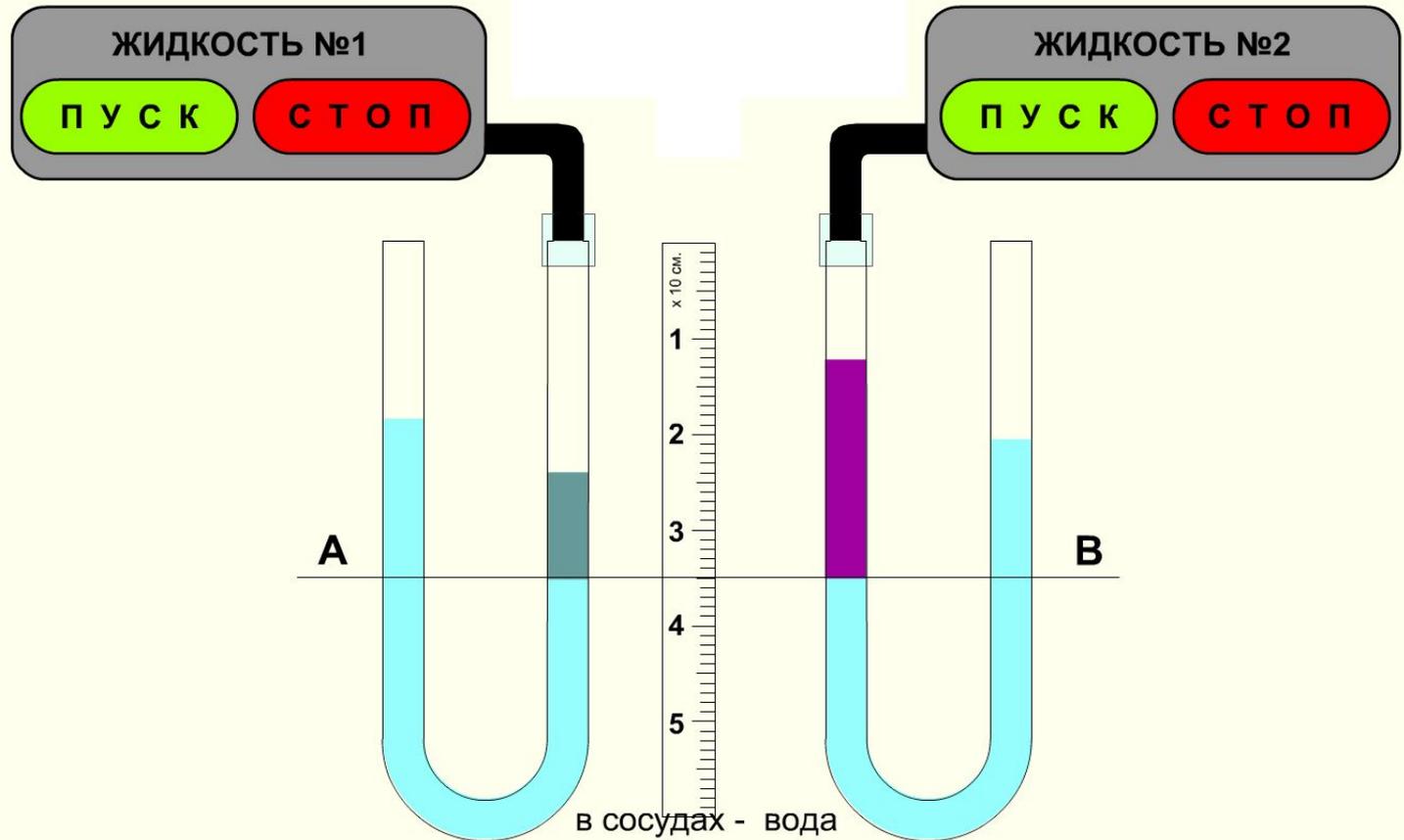
Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

ВАРИАНТ 2



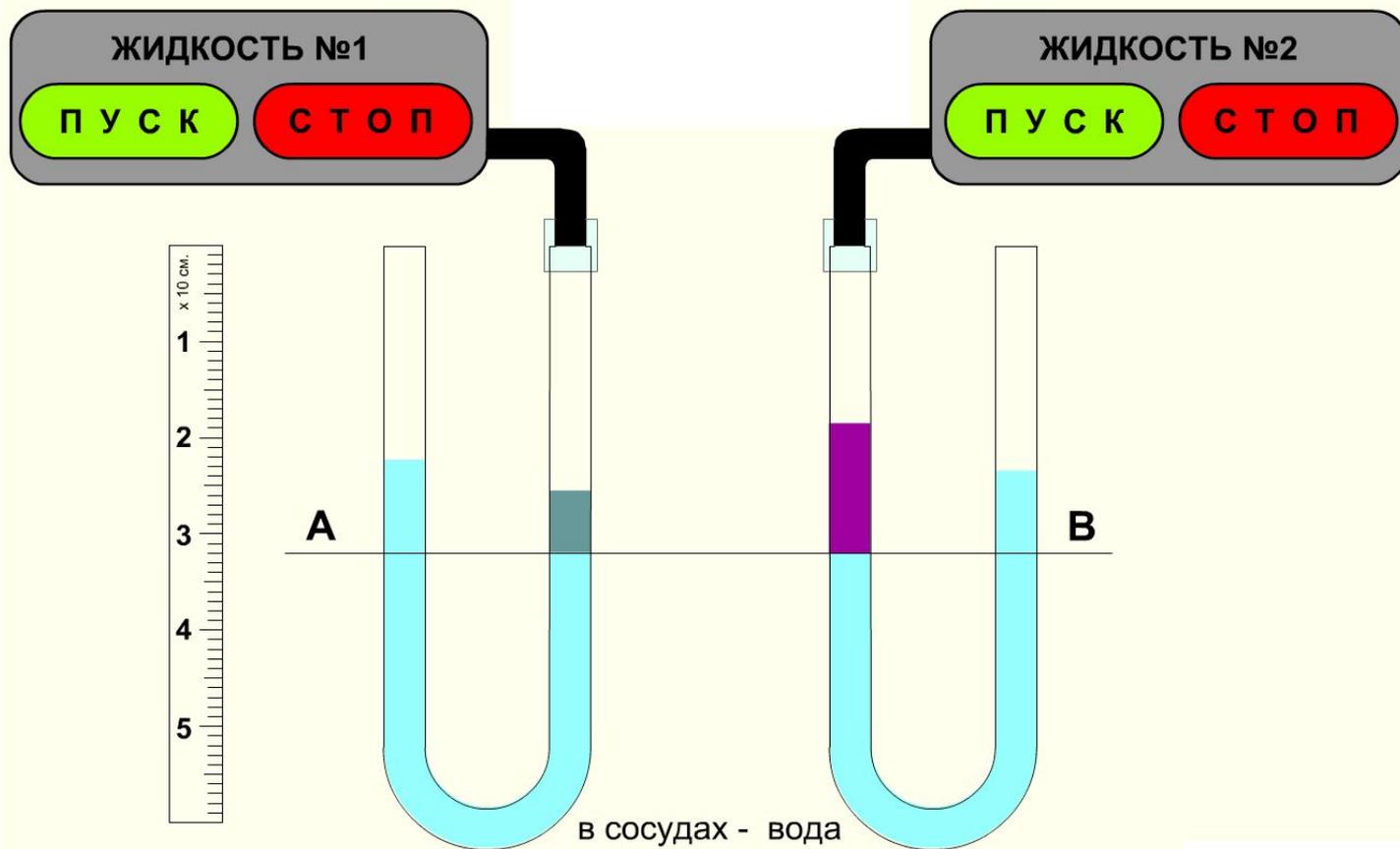
Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

ВАРИАНТ 3



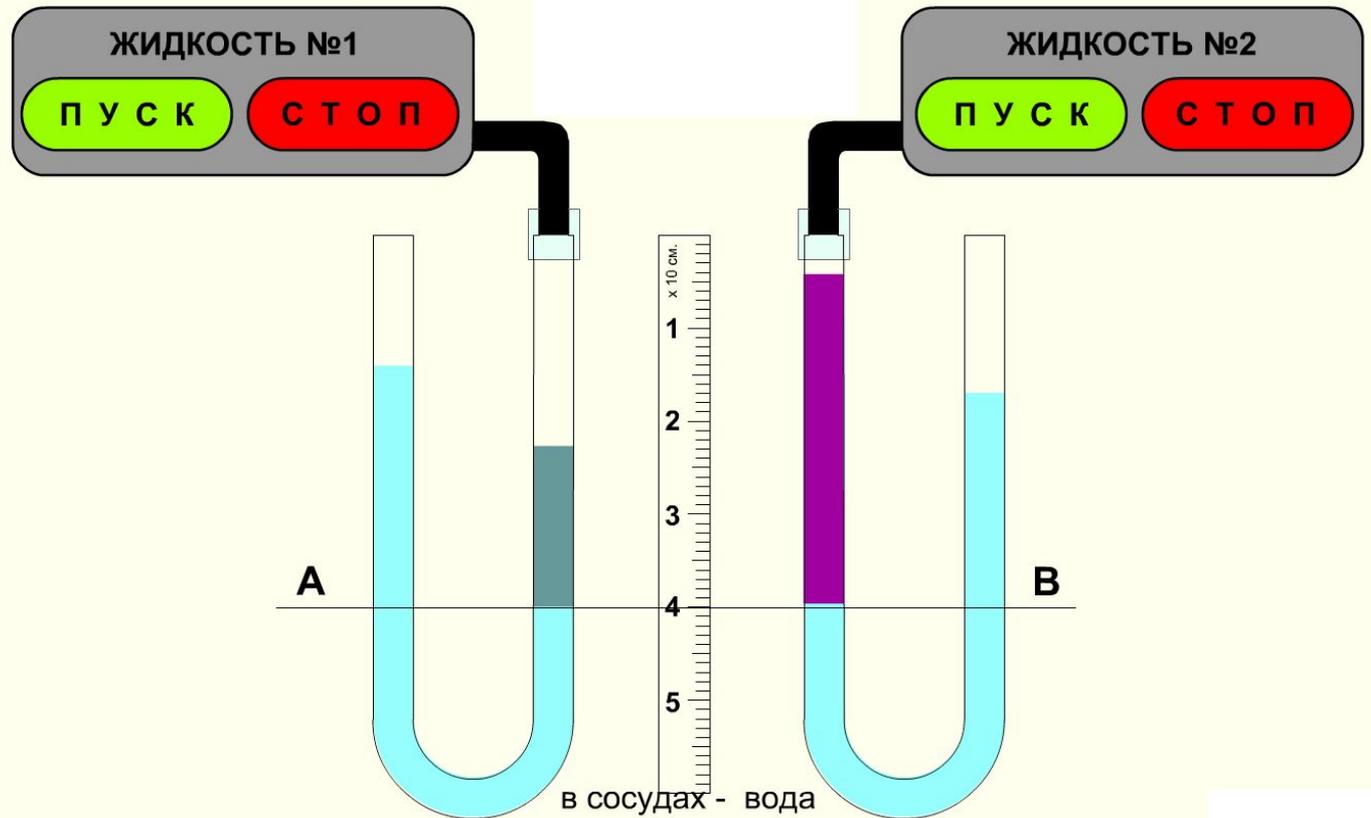
Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

ВАРИАНТ 4



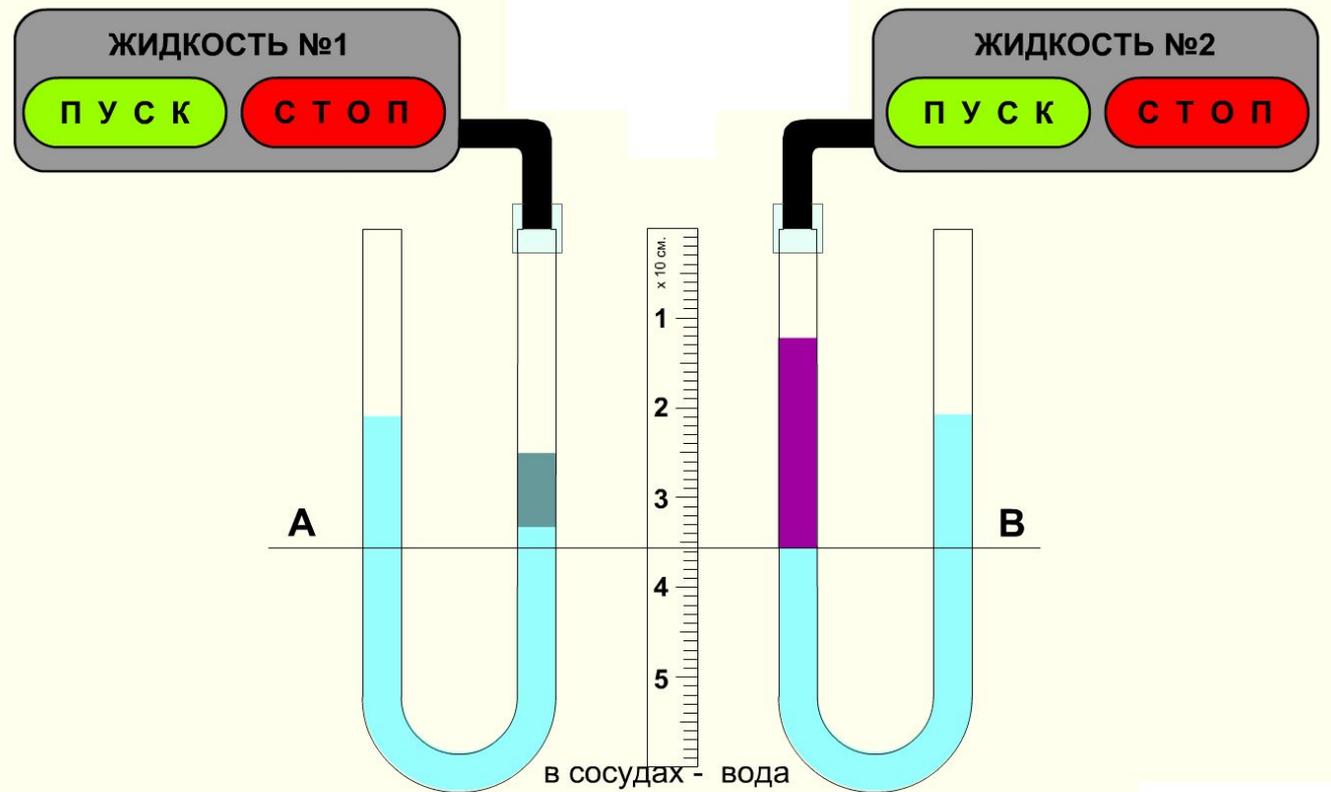
Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

ВАРИАНТ 5



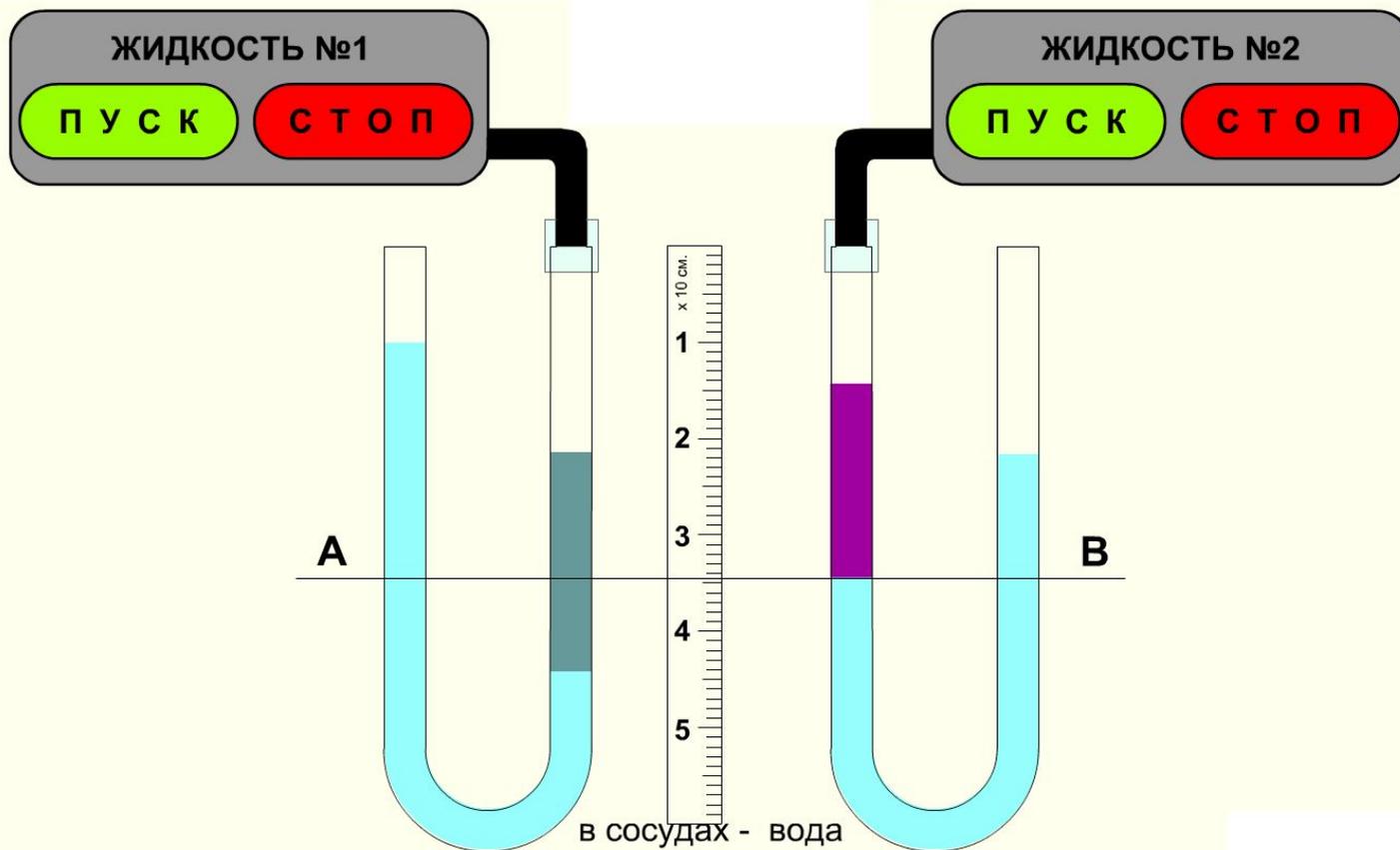
Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

ВАРИАНТ 6



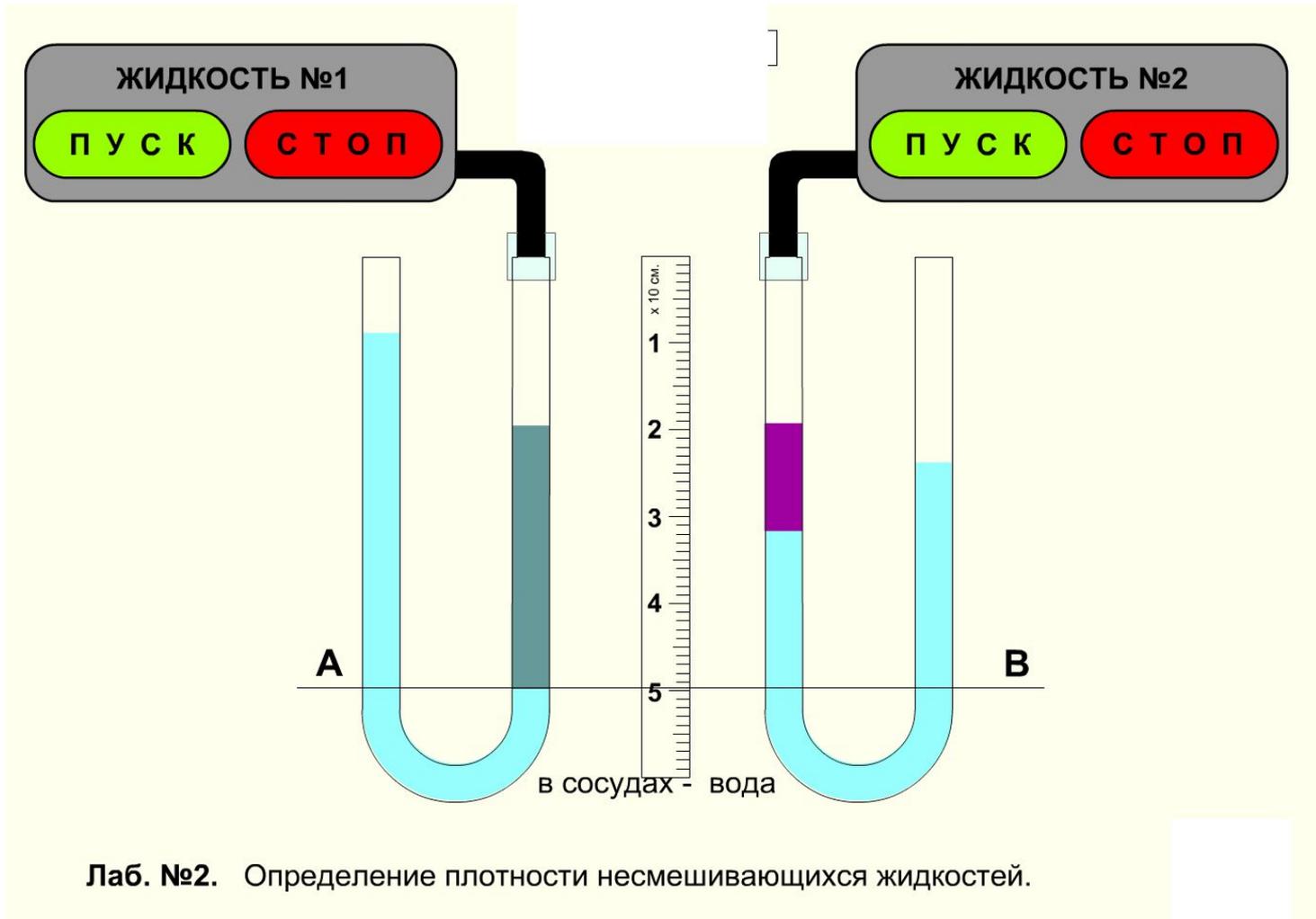
Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

ВАРИАНТ 7

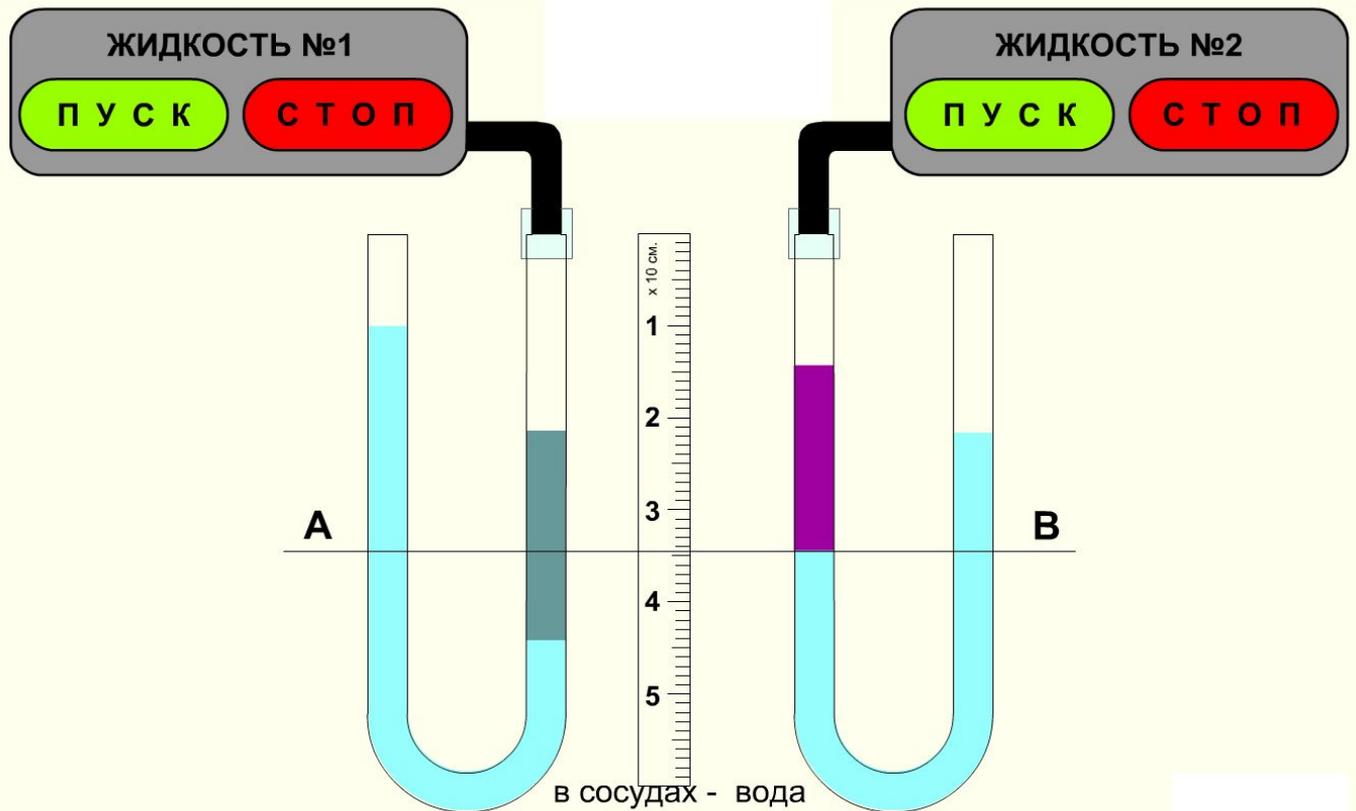


Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

ВАРИАНТ 8

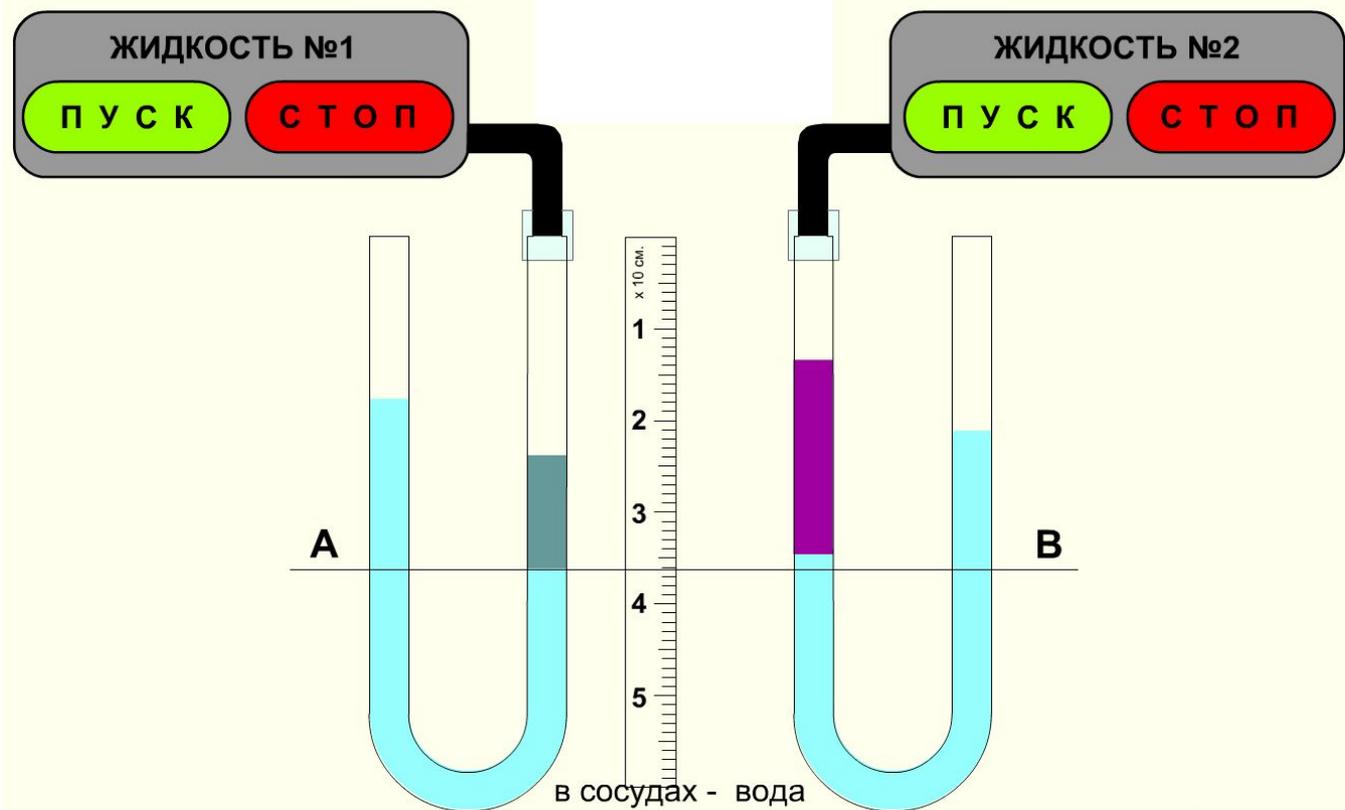


ВАРИАНТ 9



Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

ВАРИАНТ 10



Лаб. №2. Определение плотности несмешивающихся жидкостей.

5.2. Расчетная часть

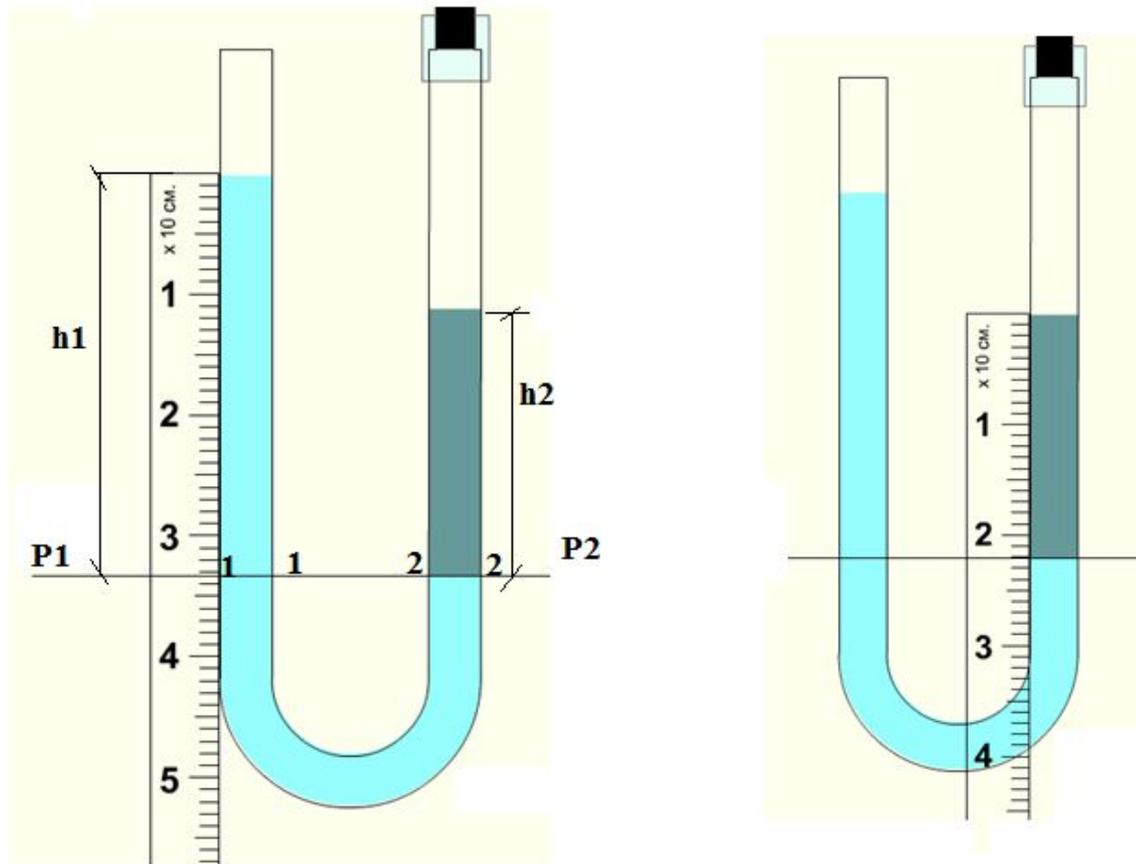


Рис. 2.6. Схема замеров

В горизонтальной плоскости сечения 1-1, в левой части трубки дифманометра, давление P_1 , в горизонтальной плоскости сечения 2-2 – давление P_2 .

Очевидно, что в плоскости сечения 1-2 $P_1 = P_2$.

$$P_1 = P_0 + h_1 \rho_1 g. \quad P_2 = P_0 + h_2 \rho_2 g.$$

Следовательно $h_1 \rho_1 g = h_2 \rho_2 g$ или $h_1 \rho_1 = h_2 \rho_2$

В левой трубке дифманометра – вода.

Для воды при стандартных условиях $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$.

Тогда плотность второй жидкости в правой трубке можно рассчитать по формуле

$$\rho_2 = \rho_1 (h_1 / h_2) = 1000 (h_1 / h_2) .$$

По схеме замеров получили $h_1 = 3,3 \cdot 10 = 33 \text{ см вод.ст.};$

$$h_2 = 2,2 \cdot 10 = 22 \text{ см вод.ст.}$$

$$\rho_2 = \rho_1 (h_1 / h_2) = 1000 \cdot (33/22) = 1500 \text{ кг/м}^3.$$

УрФУ им. первого Президента России Б.Н.Ельцина
Институт материаловедения и металлургии
Кафедра металлургии железа и сплавов

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № 2
на тему «Определение плотности несмешивающихся жидкостей
в сообщающихся сосудах»
По курсу «Механика жидкости и газа»

Преподаватель

Лозовая Е.Ю.

Студент

— — — — —

Группа _____

2015

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Алексеев Г.В., Бриденко И.И. ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ «МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА»: Учеб. Пособие с CD. – СПб.: ЗАО ГИОРД, 2007. –152 с.