

Road to IPhO

Водяные часы

Введение

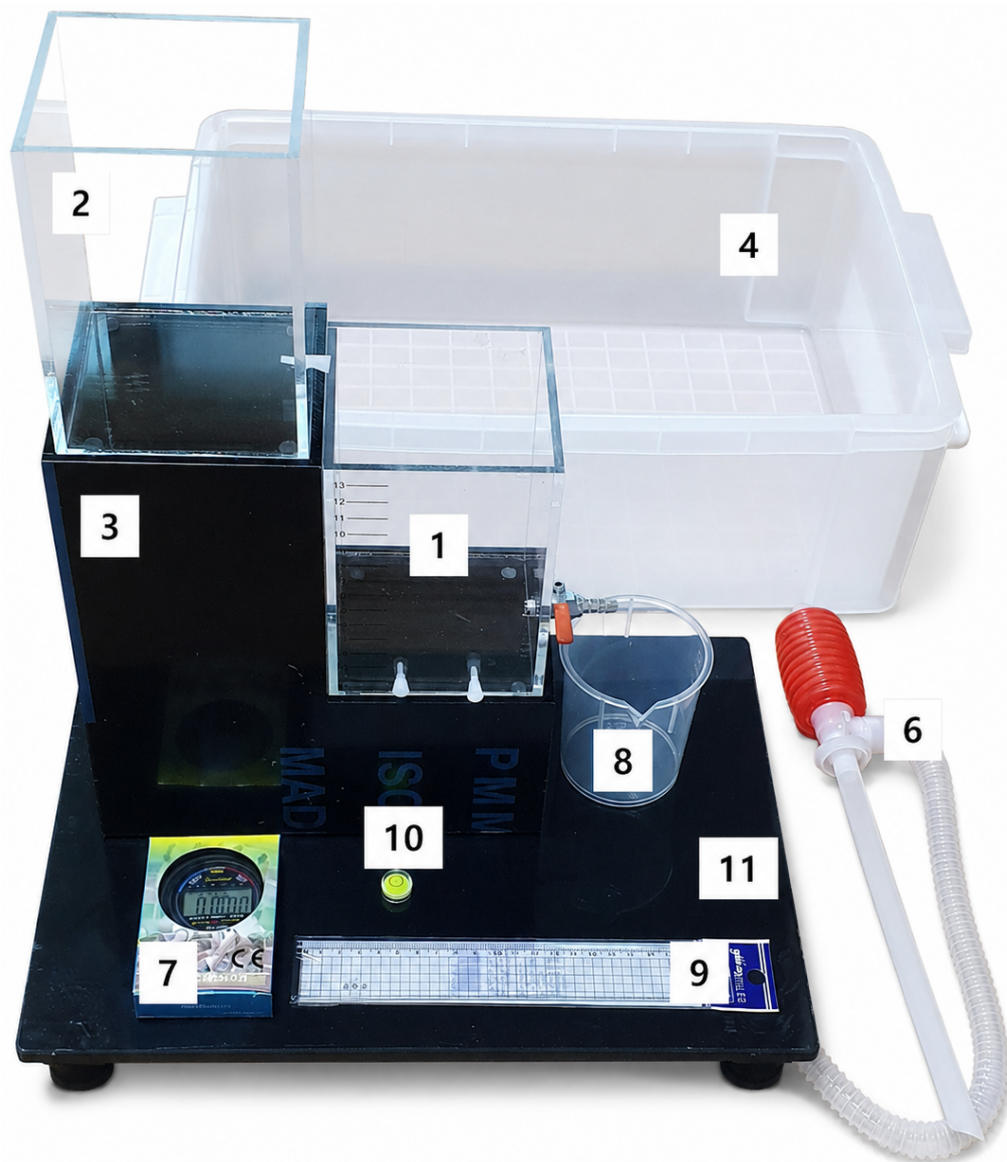


Время можно измерять с помощью периодических или непрерывных физических процессов. До появления современных атомных часов для измерения времени использовались различные методы, такие как солнечные, маятниковые и водяные часы.

Водяные часы измеряют время с помощью регулируемого потока воды. В этом эксперименте рассматриваются физические принципы, определяющие скорость потока воды, и их применение для создания водяных часов.

Road to IPhO

Оборудование



1. Резервуар А (нижний резервуар с краном и двумя отверстиями с заглушками)
2. Резервуар В (верхний резервуар для подачи воды с отверстием и заглушкой)
3. Опора для резервуаров
4. Контейнер для сбора воды
5. Две бутылки с водой по 2 литра каждая (не показаны на фотографии)
6. Сифонный насос
7. Секундомер
8. Мерный стакан
9. Линейка
10. Пузырьковый уровень
11. Регулируемая подставка
12. Полотенце (не показано на фотографии)

Заберите полотенце с собой после окончания эксперимента.

Road to IPhO

Регулировка подставки

Под пластиной регулируемой подставки находятся четыре винта. Вы можете изменять положение подставки, поворачивая винты.

Сифонный насос

Воду из контейнера можно убрать с помощью сифонного насоса. Опустите прямую трубку в воду, а шланг вставьте в бутылку с водой. Затем, нажимая на красную ручку, перекачайте воду в бутылку.

Примечание:

- Перед началом измерений убедитесь, что регулируемая подставка и резервуары установлены по уровню, чтобы высота измерялась правильно.
- Регулярно откачивайте воду из контейнера, чтобы предотвратить всплытие установки.
- Высушите руки перед тем, как писать в работе или прикасаться к другому экспериментальному оборудованию.
- Немедленно сообщите дежурному, если произошла протечка, неисправность или заглушка для отверстия потерялась.

Эксперимент

Часть А. Слив воды через кран (5 баллов)

1. Установите регулируемую подставку в контейнер для сбора воды.
2. Регулируя винты, приведите подставку в устойчивое горизонтальное положение.
3. Установите на подставку опору для резервуаров.
4. Установите резервуар А на опору.

Резервуар А имеет три выхода: отверстие диаметром 5 мм, отверстие диаметром 4 мм и кран внутренним диаметром 4 мм.

В части А используйте только кран.

A1 Измерьте внутренние размеры резервуара А. Измерьте ширину, длину и расстояние между делениями шкалы уровня воды. Нулевой уровень проходит через середину отверстий и крана. **0.5**

A2 Наполните резервуар А водой до деления 5.0 см. Полностью откройте кран. Проведите измерения времени, за которое уровень воды понижается с 5.0 см до 4.0 см. Приведите погрешности. Для определения уровня воды используйте шкалу на резервуаре. **1.0**

A3 Повторите измерения, описанные в пункте **A2**, для более чем четырёх различных начальных уровней воды, превышающих 3 см. При более низких начальных уровнях, например, от 1 до 3 см, измерения занимают слишком много времени. Для каждого измерения запишите исходные данные и усреднённое время, необходимое для понижения уровня воды на 1.0 см. **1.5**

A4 Для каждого значения начального уровня воды найдите среднюю скорость v_v , с которой вода течёт через кран за время снижения уровня на 1 см. **1.0**

A5 Предположим, что средняя скорость описывается уравнением: **1.0**

$$v_v = C_1 h^x.$$

Постройте подходящий график и вычислите показатель степени x .

Обратите внимание, что для определения показателя степени x лучше использовать среднее значение между начальным и конечным уровнями.

Road to IPhO

Часть В. Слив воды через отверстие (3 балла)

В этой части используйте **меньшее отверстие** в резервуаре А, диаметр которого **составляет 4 мм**. Кран, который использовался в части А, должен быть закрыт.

В1 Для как минимум пяти различных начальных значений уровня воды h измерьте время, необходимое для понижения уровня воды на 1.0 см. **1.5**

В2 Для каждого значения начального уровня воды найдите среднюю скорость v_h , с которой вода течёт через отверстие за время снижения уровня на 1 см. Используйте тот же метод, что и в А4. **0.5**

В3 Сравните среднюю скорость течения воды через кран (v_h) и через отверстие (v_v). Предположим, что $v_v = C_2 v_h$. Вычислите постоянную C_2 . **1.0**

Часть С. Изготовление водяных часов (2 балла)

Соберите водяные часы, используя резервуары А и В. Расположите резервуары следующим образом:

- Резервуар А (с краном) находится внизу.
- Резервуар В (с отверстием) находится наверху.
- Вода подаётся из резервуара В в резервуар А.
- Вода покидает резервуар А через полностью открытый кран.

Для стабильной работы вода в резервуаре А должна доходить до краёв и/или переливаться за счёт воды, поступающей из резервуара В.

С1 Пусть h_c — минимальный уровень воды в резервуаре В, отсчитываемый от центра отверстия, необходимый для того, чтобы резервуар А оставался полным или переливался. Предложите схему эксперимента, позволяющего определить это значение. Запишите все экспериментальные данные и вычислите из них h_c . **1.0**

С2 Для работы водяных часов необходимо периодически доливать воду в резервуар В. Предложите схему эксперимента, позволяющего определить максимальный интервал времени между последовательными пополнениями резервуара В при работе водяных часов. Запишите все экспериментальные данные и вычислите из них это значение. **1.0**