Министерство образования и науки РФ

Федеральное агентство по образованию

**НГТУ**

Кафедра общей физики

Проектная работа на тему

**Демонстрация адиабатного процесса**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Факультет: ПМИ | |  |  | Руководитель: к. ф-м. н. Баранов А.В. |
| Группа: ПМИ-21 | |  |  |  |
| Студенты: | Комарова А.В.  Шевашкевич Ю.Д.  Юдин В.А. | |  |  |

Новосибирск,2023

**Оглавление**

[**Введение 3**](#_Toc154936929)

[**Теоретическая часть 4**](#_Toc154936930)

[**Глоссарий 4**](#_Toc154936931)

[**Основные расчеты 5**](#_Toc154936932)

[**Отношения, связанные непосредственно с процессом 5**](#_Toc154936933)

[**Показатель адиабаты 5**](#_Toc154936934)

[**Вычисления Cv и Cp 5**](#_Toc154936935)

[**Формулы для вычисления m1 и m2 5**](#_Toc154936936)

[**Приложение к расчетам 6**](#_Toc154936937)

[**Соотношение единиц измерения 6**](#_Toc154936938)

[**Программная часть 7**](#_Toc154936939)

[**Руководство по использованию программы 8**](#_Toc154936940)

[**ОКНО МОДЕЛИРОВАНИЯ 9**](#_Toc154936941)

[**ОКНО НАСТРОЕК 10**](#_Toc154936942)

[**Порядок выполнения виртуальной лабораторной работы 11**](#_Toc154936943)

[**Список использованной литературы 12**](#_Toc154936944)

# Введение

В проекте проводится моделирование установки для исследования адиабатного процесса. Виртуальная установка содержит цилиндр с поршнем, резервуары с различными газами, датчики, измеряющие температуру (в °C ) и давление (в кПа) внутри цилиндра.

# Теоретическая часть

## **Глоссарий**

**Адиабатический процесс** - это процесс, при котором отсутствует теплообмен с окружающей средой [1,c.142] .

**Удельная теплоемкость вещества (C)** - Количество теплоты Q, необходимое для нагревания 1 кг вещества на 1 К [3].

**Молярная теплоемкость** - это физическая величина, которая характеризует способность вещества поглощать или отдавать тепловую энергию при изменении температуры на единицу при постоянном давлении или объёме. Она определяется как количество тепла, необходимое для изменения температуры одного моля вещества на один градус. Принято измерять в (Дж/ (К⋅моль) [6].

**CV –**молярная теплоемкость в изохорном процессе**(V = const)** Принято измерять в Дж/(кг\*К) [3].

**Cp –**молярная теплоемкость в изобарном процессе**(p = const)** Принято измерять в Дж/(кг\*К) [3].

**Молярная масса (М) —** характеристика вещества, отношение [массы](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0) вещества к его [количеству](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0). Численно равна массе одного [моля](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8C_(%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F)) вещества, то есть массе вещества, содержащего число частиц, равное [числу Авогадро](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE_%D0%90%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%B0%D0%B4%D1%80%D0%BE). Принято измерять в г/моль [4].

**Количество вещества(n)** — физическая величина, пропорциональная числу частиц (структурных единиц), содержащихся в данной порции вещества [5].

γ= Ср/Су — **показатель адиабаты**[2, c.75]**.**

**Адиабата -** кривая, графически изображающей квазистатический адиабатический процесс[2, c.75]

## **Основные расчеты**

### **Отношения, связанные непосредственно с процессом**

(1.1)

(1.2)

(1.3)

Уравнение (1.2) – уравнение Пуассона [2,c.75]

### **Показатель адиабаты**

(2.1)

### **Вычисления Cv и Cp**

(3.1)

(3.2)

Подставим (3.2) в (3.1)

*(3.3)*

(3.4)

Из уравнения (3.4) выразим интересующий нас показатель - Cv

(3.5)

Аналогичным образом находим Cp смеси газов

(3.6)

Значит, нам следует определитьи

### **Формулы для вычисления m1 и m2**

*(4.1)*

*(4.2)*

*Где VA - число Авогадро (22,4 л/моль).*

Подставив (4.2) в (4.1), получаем:

*(4.3)*

Учтем процентное соотношение объемов газа

*(4.4)*

Где σ1 и σ2 – соответствующие проценты газа (выраженные от 0 до 1)

### **Приложение к расчетам**

Газ заполняет цилиндр со следующими параметрами:

r=10см=0.1м

hmax=20см=0.2м

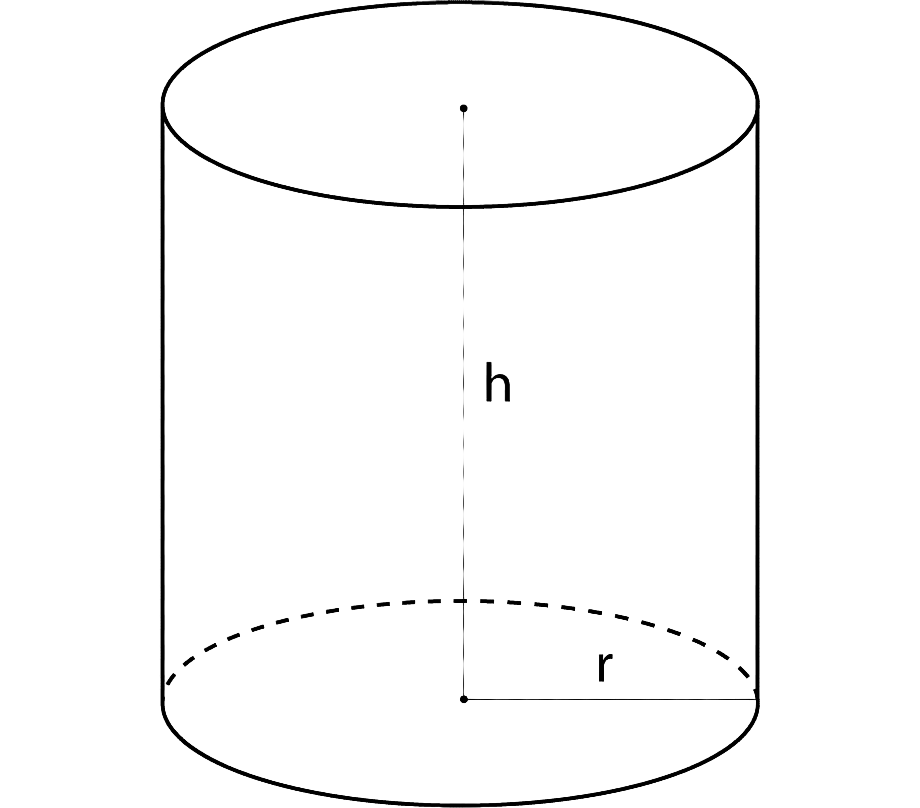
****

Таблица Выбранные газы

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Название газа** | **Обозначение** | **M, г/моль** | **Степени свободы газа (i)** | **Сv, Дж\*м/K** | **Cp, Дж\*м/K** |
|  | **Водород** | **H2** | **2,016** | **5** | **20,786** | **29,101** |
|  | **Кислород** | **O2** | **32,000** | **5** | **20,786** | **29,101** |
|  | **Угарный газ** | **CO** | **28,010** | **5** | **20,786** | **29,101** |
|  | **Азот** | **N2** | **2,016** | **5** | **20,786** | **29,101** |
|  | **Гелий** | **He** | **4,003** | **3** | **12,472** | **20,786** |

### **Соотношение единиц измерения**

1 кг = 1000 г

1 м3 = 1 000 000 см³

1°C=274,15 К

То есть, для получения температуры в 1°C следует из температуры в К вычесть 273,15

1кПа=1000 Па

# Программная часть

Проект представляет собой web-страницу, доступную по ссылке [https://code-snake.github.io/](https://vk.com/away.php?to=https%3A%2F%2Fcode-snake.github.io%2F&cc_key=). Сайт написан на языке JavaScript, с использованием библиотек React (интерфейс), React-three/fiber (3д графика), Vite (настройка среды разработки). Библиотека React-three/fiber в качестве движка использует браузерный WebGL. Рендер-программа Blender 3d (для создания представленных в проекте моделей и текстур)

Также были использованы следующие технологии:

* React-three/drei библиотека для работы с готовыми 3д моделями
* MathUtils библиотека для точных математических вычислений
* CSS файлы для улучшения интерфейса
* И многие другие.

# Руководство по использованию программы

Программа (сайт) доступна по ссылке https://code-snake.github.io/. В начале пользователю показывается блок с информацией о создателях проекта:



Рисунок Начальный экран программы. Создатели проекта

Его можно быстро скрыть, нажав на черный крест в правом верхнем углу экрана. Так же, нажав на символ страницы в правом верхнем углу, можно прочесть документацию работы.

После этого доступна сама виртуальная работа. Экран делится на два блока:

▪ Окно моделирования (самое большое);

▪ Окно настроек (правая часть экрана)

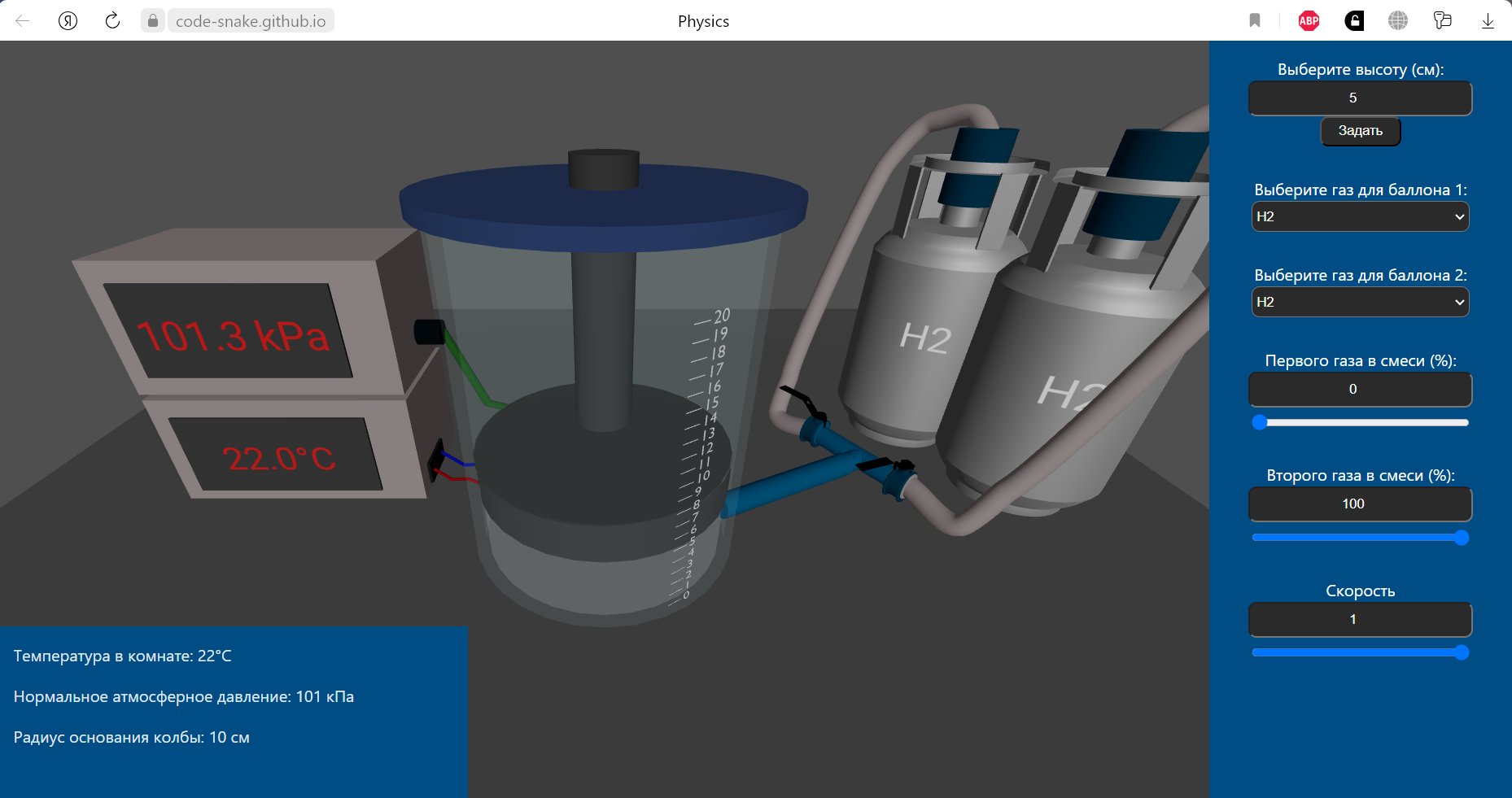


Рисунок Интерфейс программы

## **ОКНО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

В данной области находится вся визуальная составляющая проекта. Пользователь видит цилиндр с газом (по умолчанию с H2), который соединен с датчиками, показывающими давление и температуру внутри цилиндра. Газ в цилиндр подается через трубы из двух резервуаров.



Рисунок Датчик, показывающий давление (в кПа)



Рисунок Датчик, показывающий температуру (в градусах Цельсия)

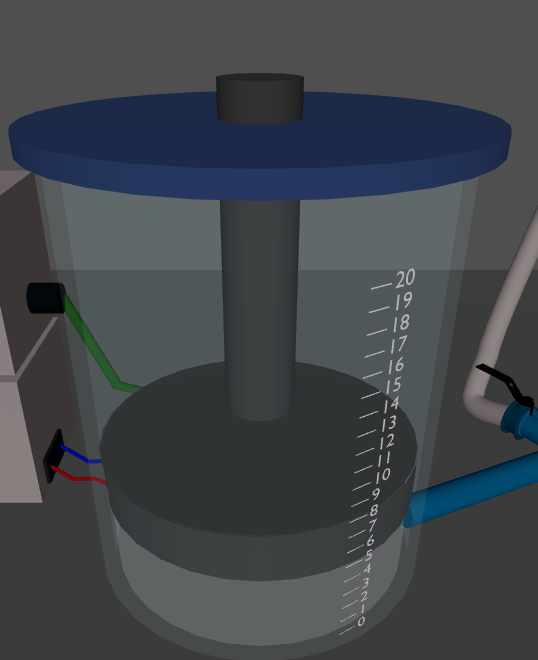


Рисунок Цилиндр с поршнем

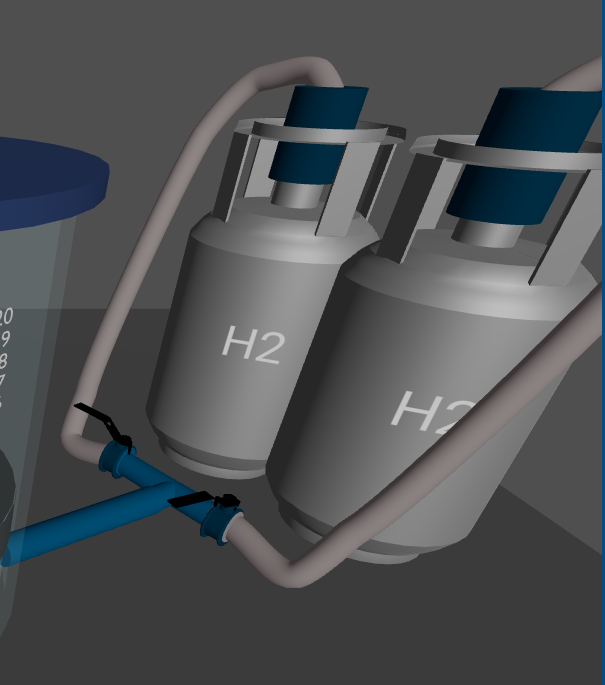


Рисунок Резервуары с газами, соединенные с цилиндром трубами

## **ОКНО НАСТРОЕК**

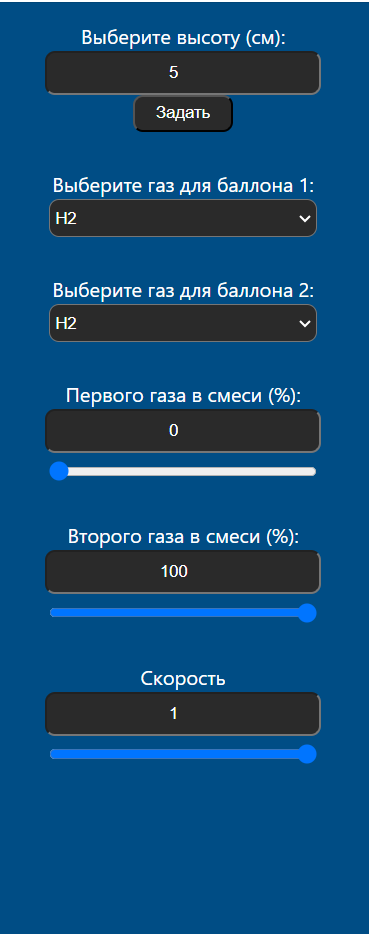
****

Рисунок Окно настроек

В окне настроек можно:

- Выбрать высоту, на которую поднимется поршень (по умолчанию он на высоте 5см)

- Выбрать газы, заполняющие резервуары ( и цилиндр, соответственно)

- Задать процентное соотношение газов в цилиндре

- Установить скорость поднятия поршня (так сказать, замедление времени)

## **Порядок выполнения виртуальной лабораторной работы**

1. Выбрать интересуемые газы (1 и 2 соответственно)
2. Установить процентное соотношение газов.
3. Задать скорость поднятия поршня.
4. Изменить высоту, на которую поднимется (или опустится) поршень.
5. Зафиксировать интересуемые показатели (давление, температуру).
6. Высчитать объем, повторить п.4 и п.5 несколько раз, построить адиабату, вычислить показатель адиабаты для соответствующих газов.

# Список использованной литературы

1. Матвеев А.Н. Молекулярная физика. Москва: Высшая школа, 1981г., - 400 с.
2. Сивухин Д. В. Общий курс физики: Учеб, пособие: Для вузов. В 5 т. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. — 5-е изд., испр. — М.:ФИЗМАТЛИТ, 2005. - 544
3. <https://studopedia.ru/26_3995_teploemkost-gaza-cV-i-cP-sootnoshenie-mayera.html?ysclid=lqtcvpjq1r611474653>
4. [Молярная масса — Википедия (wikipedia.org)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0)
5. [Количество вещества. Постоянная Авогадро — урок. Химия, 8 класс. (yaklass.ru)](https://www.yaklass.ru/p/himija/8-klass/raschetnye-zadachi-po-khimii-14608/kolichestvo-veshchestva-226776/re-91ae5ac2-1e8d-4f6d-936f-0645b96f2afa#:~:text=%D0%9A%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE%20%D0%B2%D0%B5%D1%89%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B0%20%E2%80%94%20%D1%84%D0%B8%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F%20%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0%2C,%CE%BD.%20%D0%95%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0%20%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%E2%80%94%20%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%8C)
6. [Молярная теплоёмкость | 🟢Блог Skysmart⭐](https://skysmart.ru/articles/physics/molyarnaya-teployomkost)
7. <https://github.com/vadimshahray/flat-coil-in-magnetic-field/tree/master> - пример работы
8. <https://habr.com/ru/companies/timeweb/articles/704024/> - базовые сведения о работе с 3д графикой
9. <https://threejs.org/docs/> - документация по THREE
10. <https://docs.pmnd.rs/react-three-fiber/getting-started/introduction> - документация по react-three/fiber
11. <https://stackoverflow.com/> - для поиска решений, по незатронутым выше вопросам