

Богданова Ирина Викторовна, ГОУ
СОШ №617,
г. Санкт-Петербург

Молекулярная



Повторительно-обобщающий урок

10 класс

- **МКТ идеального газа**

- **Термодинамика**

Физическая теория

Опытное основание

- Броуновское движение
 - Диффузия
 - Испарение тел
 - Дробление тел
 - Упругость тел
- Невозможность самопроизвольного сжатия газа
 - Невозможность построения вечного двигателя
 - Выравнивание температур соприкасающихся тел

Физическая модель

- **Идеальный газ – совокупность материальных точек, не взаимодействующих между собой на расстоянии, испытывающих абсолютно упругие столкновения**
- **Термодинамическая система – изолированная система тел, находящаяся в состоянии термодинамического равновесия**

Система законов

- **Основное уравнение МКТ**

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}$$

- **Уравнение состояния идеального газа**

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

- **I закон термодинамики:**

$$Q = \Delta U + A$$

- **II закон термодинамики: в циклически действующем тепловом двигателе невозможно преобразовать всё количество теплоты, полученное от нагревателя, в механическую работу.**

Фундаментальные постоянные

□ Постоянная Авогадро

$$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$$

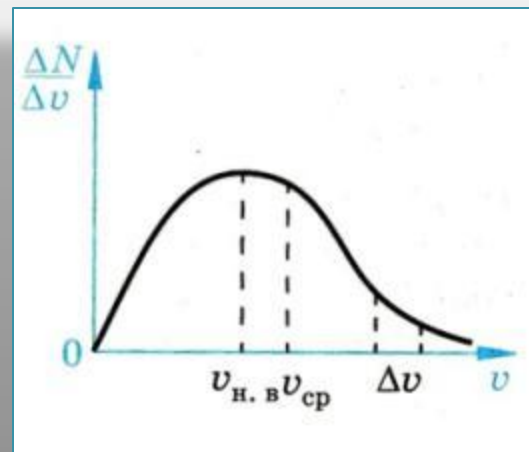
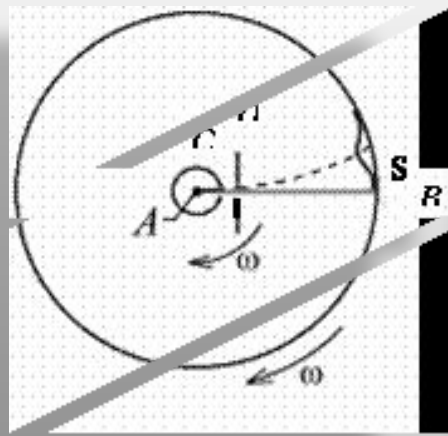
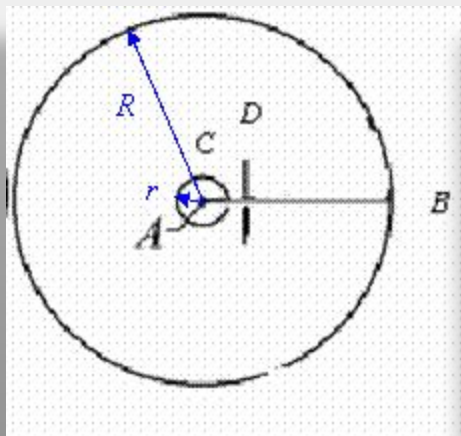
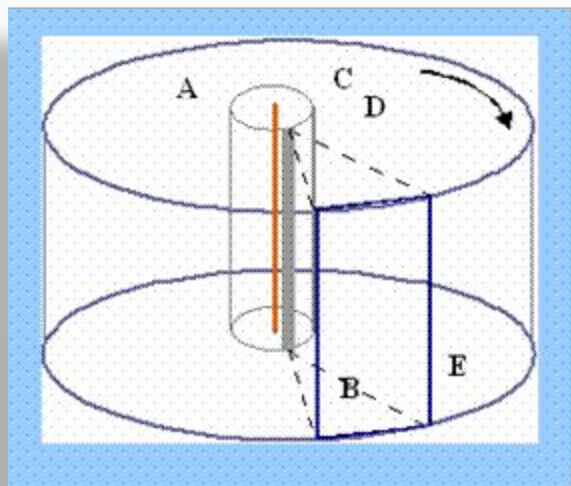


□ Постоянная Больцмана

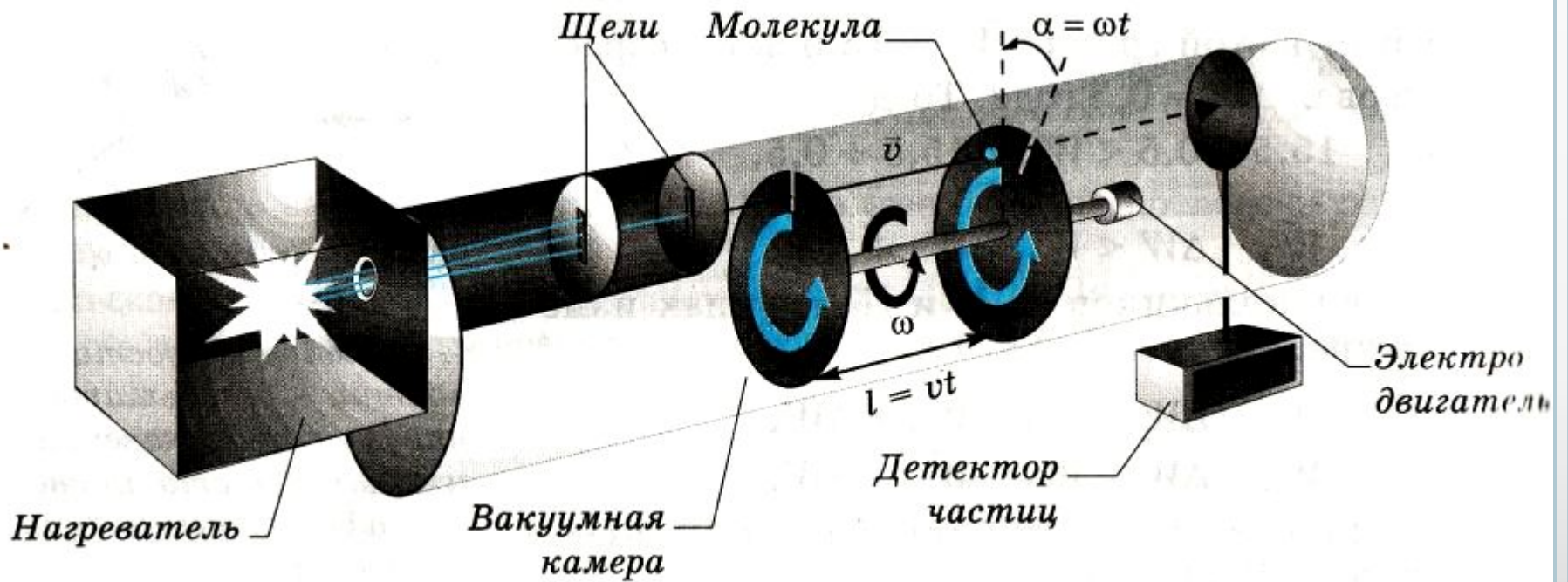
$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$



Опыт Штерна



Опыт Ламмерта



Методы описания тепловых явлений

	Статистический метод	Термодинамический метод
Объект описания	Газ – система микрочастиц	Газ – макроскопическая система
Физическая модель	Идеальный газ	Термодинамическая система
Основные величины	<p>Масса молекулы – m_0</p> <p>Концентрация молекул – n</p> <p>Средняя квадратичная <u>скорость</u> молекул – v</p> <p>Средняя кинетическая <u>энергия</u> молекул – E</p> <p>Количество вещества – ν</p> <p>Молярная масса – M</p> <p>Постоянная Больцмана – k</p>	<p>Масса газа – m</p> <p>Давление – p</p> <p>Объём – V</p> <p>Температура – T</p> <p>Плотность – ρ</p> <p>Внутренняя энергия – U</p> <p>Универсальная газовая постоянная – R</p>

Статистический метод

- Распределение молекул идеального газа в пространстве

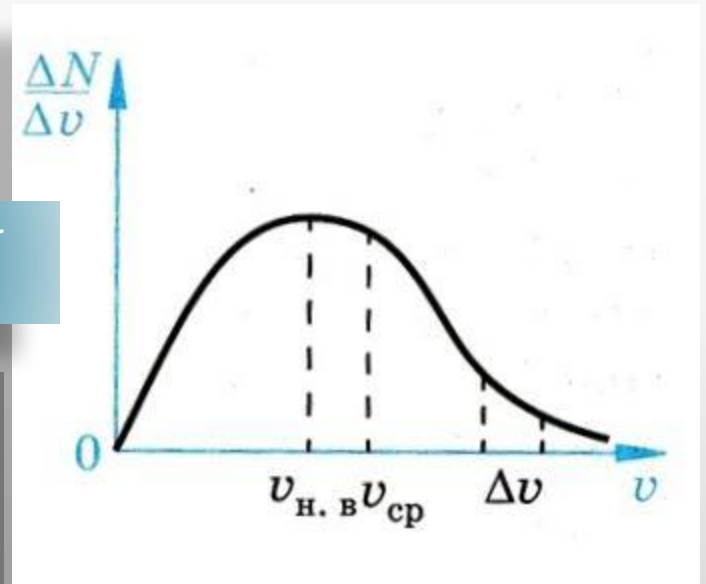
Молекулы идеального газа в отсутствие внешних сил распределены в пространстве равномерно



$$S = k \ln W$$



- Распределение молекул идеального газа по скоростям



Распределение Максвелла

Связь между основными величинами в статистической механике и термодинамике

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2} = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2} = \frac{2}{3} n \overline{E} = nkT$$

$$v_{\text{ср. кв.}} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$pV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$$

$$U = \frac{i}{2} \nu RT; \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \Delta(pV)$$

- МКТ

- Средства описания

- Основные понятия

- Основные положения

Молекулярно – кинетическая теория

- **Изучает:** свойства систем, состоящих из большого числа микроскопических частиц, характера их движения и взаимодействия.
- **Типичные явления:** диффузия, теплопроводность, броуновское движение



Основные положения МКТ

- Все вещества состоят из частиц, между которыми есть промежутки
- Все частицы находятся в непрерывном хаотическом движении, скорость которого зависит от температуры
- Между частицами существуют силы притяжения и силы отталкивания



Применения МКТ:

объяснение и расчёт явлений

теплового
расширения

поверхностного
натяжения

диффузии

броуновского
движения

Термодинамика

Что изучает

Свойства макротел и явления, опираясь на общие законы термодинамики в рамках модели «термодинамическая система»

Типичные явления: тепловое равновесие, изменение агрегатного состояния

Термодинамика

- **Средства описания**

- Законы термодинамики
 - **1 закон термодинамики**
 - **2 закон термодинамики**

- **Основные понятия**

- Давление, объём, температура, работа и количество теплоты, внутренняя энергия

Кинетическая
энергия хаотического
движения частиц



Потенциальная
энергия
взаимодействия
частиц

Внутренняя
энергия

$$U = \frac{i}{2} \nu RT; \Delta U = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \Delta(pV)$$

- Способы изменения внутренней энергии

- Теплопередача

- Теплопроводность

- Конвекция

- Излучение

- Совершение механической работы

- Трение

- Деформация

I закон термодинамики



$$Q = \Delta U + A$$

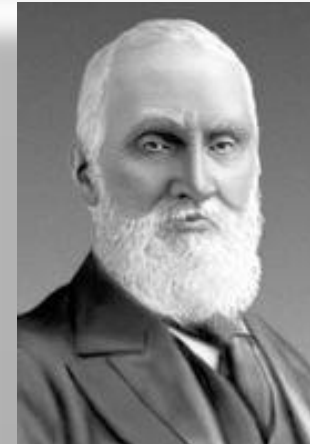
Важным следствием первого закона термодинамики является утверждение о невозможности создания машины, способной совершать полезную работу без потребления энергии извне и без каких-либо изменений внутри самой машины. Такая гипотетическая машина получила название вечного двигателя (*perpetuum mobile*) первого рода.

II закон термодинамики



Невозможен процесс, единственным результатом которого была бы передача энергии путем теплообмена от тела с низкой температурой к телу с более высокой температурой.

Гипотетическую тепловую машину, в которой мог бы происходить такой процесс, называют «вечным двигателем второго рода».



В циклически действующей тепловой машине невозможен процесс, единственным результатом которого было бы преобразование в механическую работу всего количества теплоты, полученного от единственного теплового резервуара.



• Применение термодинамики

- Энергетика

- Расчёты тепловых процессов

- Объяснение действия тепловых машин

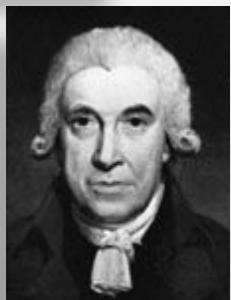
Тепловые двигатели

Название	Изобретатели	Схема	КПД
Паровая машина	Д. Уатт		1%-10%
Двигатель внутреннего сгорания	Н. Отто		20% - 30%
Паровая турбина	Г. Лаваль		35% - 45%
Реактивный двигатель	О. фон Браун		40% - 50%

Изменение агрегатных состояний

Фазовый переход	Название процесса	Формула	График
Пар - жидкость	Парообразование ↔ конденсация	$Q = r \cdot m$ r – удельная теплота парообразования (конденсации)	
Жидкость - твёрдое тело	Плавление ↔ Кристаллизация	$Q = \lambda \cdot m$ λ – удельная теплота плавления (кристаллизации)	

Название теории	Основание теории	Ядро теории	Следствия теории
Молекулярно-кинетическая теория (МКТ)	<p>1. Броуновское движение, диффузия, испарение тел, упругость тел и др.</p> <p>2. Идеальный газ</p> <p>3. Масса молекулы, средняя кинетическая энергия молекул и др.</p>	$p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}$ $pV = \frac{m}{M} RT$ $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$	<p>Закон Бойля-Мариотта, закон Гей-Люссака, закон Шарля</p> <p>Описание свойств тел в различных агрегатных состояниях</p>
Термодинамика	<p>1. Невозможность построения вечного двигателя</p> <p>2. Термодинамическая система</p> <p>3. Температура, давление, объём, внутренняя энергия, работа, количество, теплоты</p>	$Q = \Delta U + A$ <p>В циклически действующей тепловой машине невозможно преобразовать в работу всё количество теплоты, получаемое от нагревателя</p>	<p>Объяснение действия тепловых машин</p> <p>Расчёт тепловых процессов</p>



				1	У	а	т	т	
			2	Ш	т	е	р	н	
		3	Д	ж	о	у	л	ь	
	4	К	е	л	ь	в	и	н	
	5	Б	о	л	ь	ц	м	а	н
6	К	л	а	п	е	й	р	о	н

Творцы науки

Тест по теме «Молекулярная физика» 1 вариант

- 1. Основанием молекулярно кинетической теории является:**
 - А. Опыт Штерна
 - В. Диффузия
 - С. Испарение
 - Д. Упругость тел
- 2. Физическая модель, используемая в термодинамике, это:**
 - А. Абсолютно твёрдое тело
 - В. Материальная точка
 - С. Термодинамическая система
 - Д. Идеальный газ

3. **Для описания тепловых явлений в молекулярной физике используются :**

- A. Координатный метод
- B. Статистический метод
- C. Термодинамический метод
- D. Метод проб и ошибок

4. **Основными понятиями в термодинамике являются :**

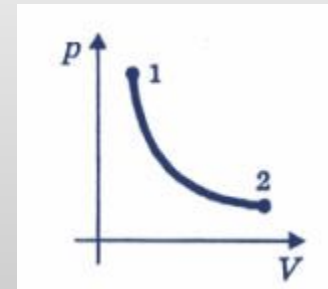
- A. Масса молекулы
- B. Температура
- C. Давление
- D. Средняя кинетическая энергия молекул

5. **Первый закон термодинамики сформулировали:**

- A. Д.Максвелл
- B. Д.Джоуль
- C. Р.Майер
- D. Г.Гельмгольц

6. **Следствием какого закона молекулярно-кинетической теории является закон, описывающий данный процесс:**

- A. Уравнения состояния идеального газа
- B. Основного уравнения молекулярно-кинетической теории
- C. Ни того, ни другого
- D. И того , и другого

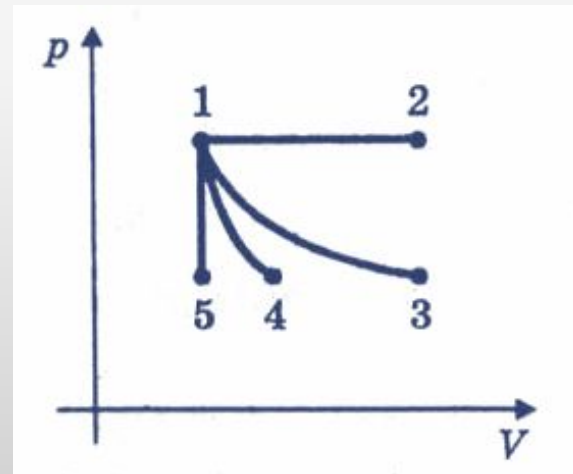


7. **Что не относится к ядру теории «Термодинамика»:**

- A. Описание цикла Карно
- B. Расчёт адиабатного процесса в двигателе Дизеля
- C. Описание процесса плавления стали в мартеновской печи
- D. Все указанные вопросы

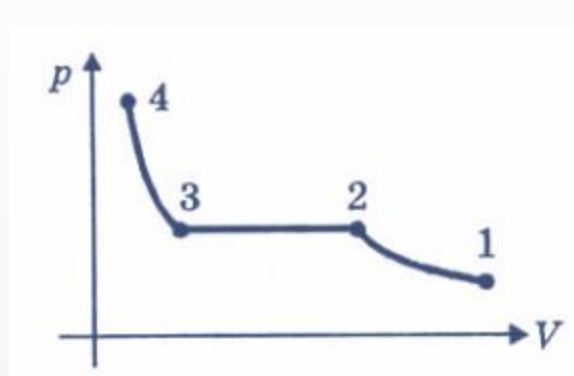
8. **При каком процессе работа газа имеет максимальное значение:**

- A. 1 -2
- B. 1 -3
- C. 1 -4
- D. 1 -5



9. Какой из участков изотермы соответствует процессу конденсации пара:

- A. 1 -2
- B. 2 -3
- C. 1- 3
- D. 2 -4
- E. 3 -4



10. Какое из перечисленных свойств характерно только для аморфных тел:

- A. Анизотропность
- B. Существование определённой температуры плавления
- C. Отсутствие определённой температуры плавления
- D. Низкая теплопроводность

Тест по теме «Молекулярная физика»

2 вариант

1. **Следствиями теории «Термодинамика» являются:**
 - A. Описание фазовых переходов
 - B. Описание цикла Карно
 - C. Объяснение молекулярного строения тел
 - D. Создание материалов с заранее известными свойствами

2. **Физическая модель, используемая в молекулярно-кинетической теории, это:**
 - A. Абсолютно твёрдое тело
 - B. Материальная точка
 - C. Термодинамическая система
 - D. Идеальный газ

3. Объектом описания тепловых явлений статистическим методом является :

- A. Газ – макроскопическая система
- B. Газ – микроскопическая система
- C. И то, и другое
- D. Нет правильного ответа

4. Основными понятиями в молекулярно-кинетической теории являются :

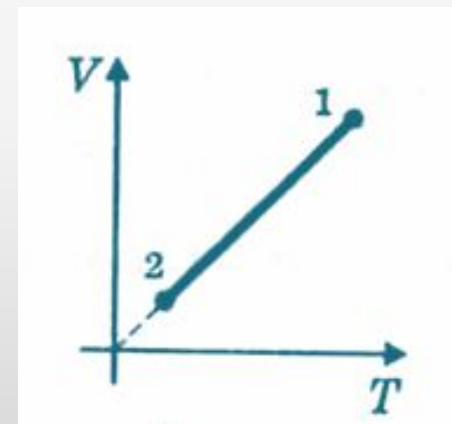
- A. Масса молекулы
- B. Внутренняя энергия
- C. Объём газа
- D. Средняя кинетическая энергия молекул

5. Формулировки II закона термодинамики предложили:

- A. Р.Клаузиус
- B. Д.Джоуль
- C. У. Томсон (Кельвин)
- D. Л. Больцман

6. Следствием какого закона молекулярно-кинетической теории является закон, описывающий данный процесс:

- A. Уравнения состояния идеального газа
- B. Основного уравнения молекулярно-кинетической теории
- A. Ни того, ни другого
- B. И того, и другого

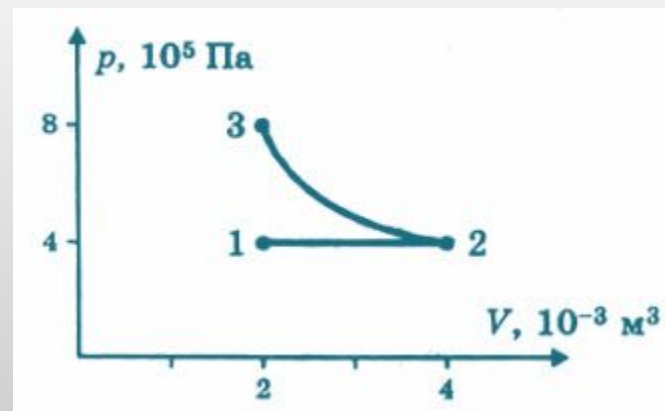


7. **Что не входит в ядро молекулярно-кинетической теории:**

- A. Законы изопроцессов
- B. Объяснение свойств тел в различных агрегатных состояниях
- C. Уравнение состояния идеального газа
- D. Постоянная Больцмана

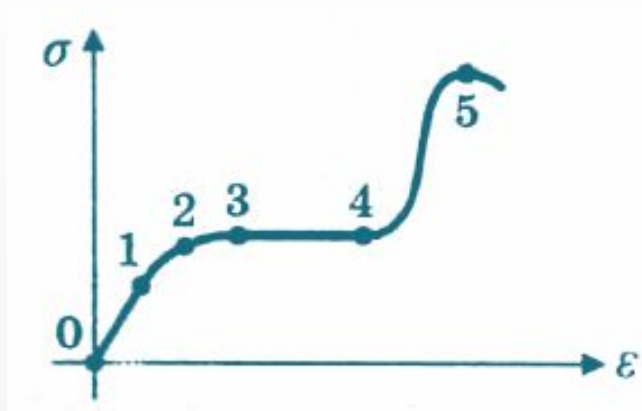
8. **Газ переводят в состояние 2 сначала из состояния 1, а потом из состояния 3. Сравнить совершаемые работы:**

- A. $A_{1,2} > A_{3,2}$
- B. $A_{1,2} = A_{3,2}$
- C. $A_{1,2} < A_{3,2}$



9. **Какая точка диаграммы растяжения соответствует пределу прочности:**

- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4
- E. 5



10. **Как изменится плотность насыщенного пара, если изотермически уменьшить его объём:**

- A. Уменьшится
- B. Увеличится
- C. Не изменится
- D. Вопрос не имеет смысла, так как плотность и объём не зависят друг от друга

Использованные ресурсы:

- <http://tvsh2004.narod.ru/phis.htm>