

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

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

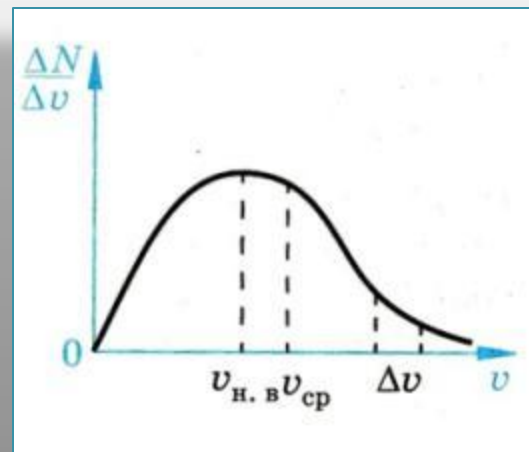
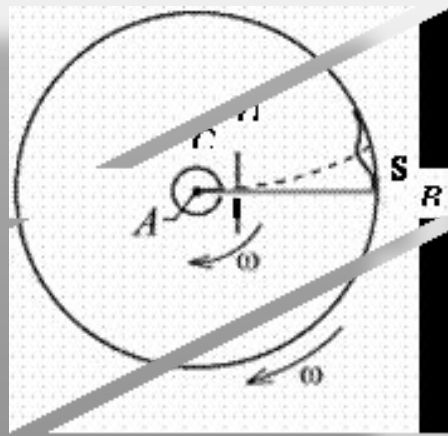
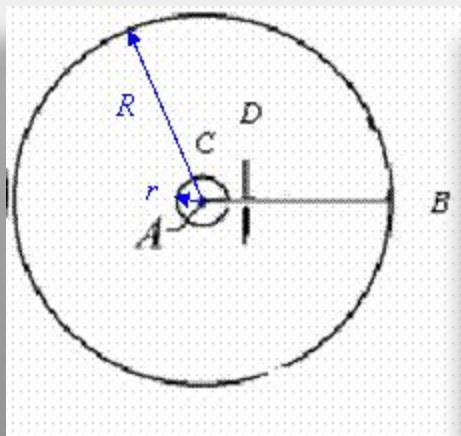
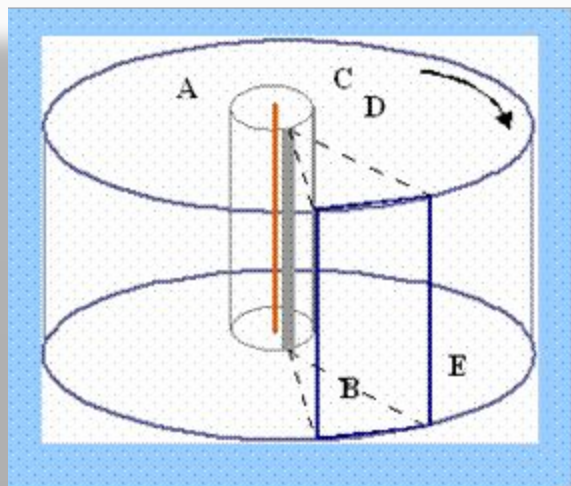


## □ Постоянная Больцмана

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

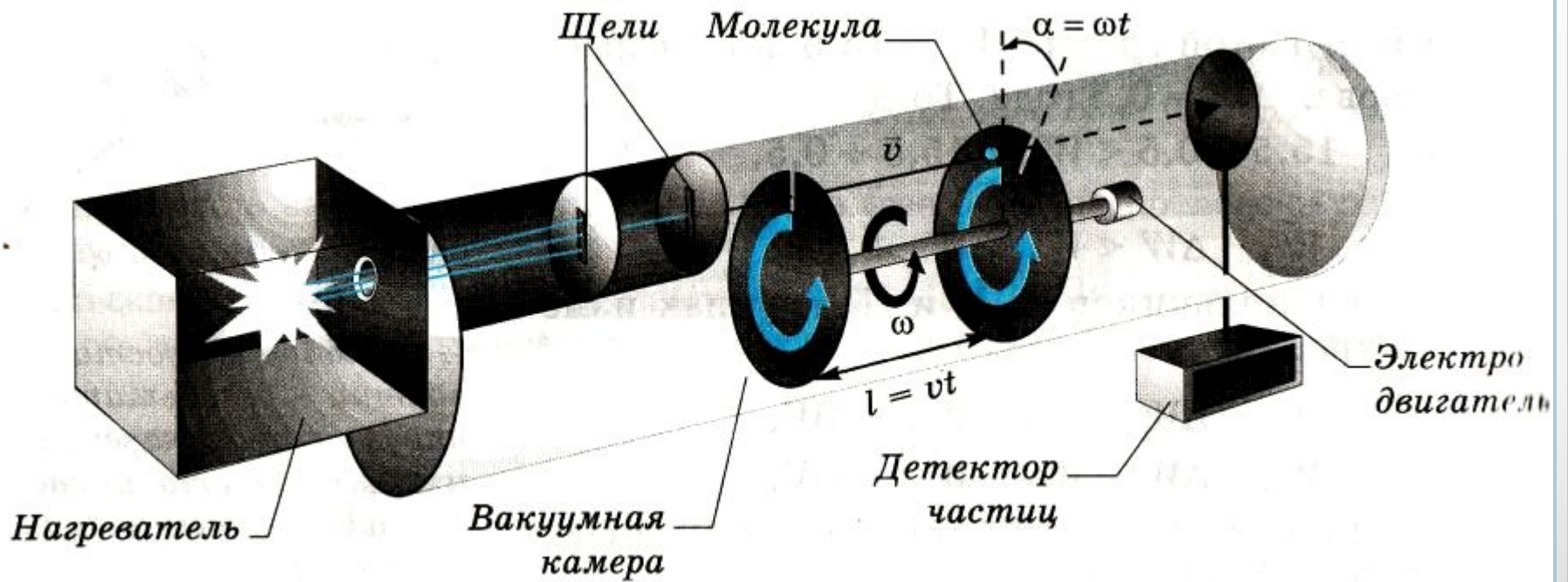


# Опыт Штерна





# Опыт Ламмерта



# Методы описания тепловых явлений

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

# Статистический метод

- Распределение молекул идеального газа в пространстве

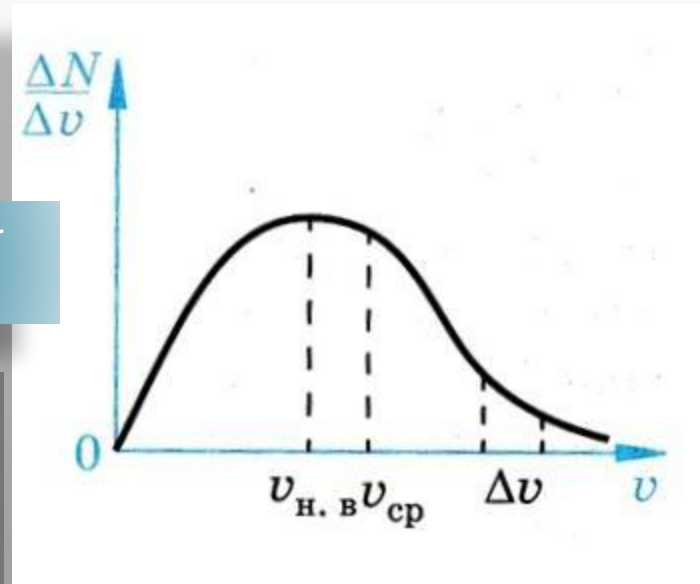
Молекулы идеального газа в отсутствие внешних сил распределены в пространстве равномерно



$$S = k \ln W$$



- 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



$$Q = \Delta U + A$$

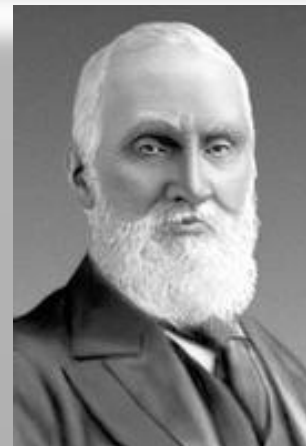
Важным следствием первого закона термодинамики является утверждение о невозможности создания машины, способной совершать полезную работу без потребления энергии извне и без каких-либо изменений внутри самой машины. Такая гипотетическая машина получила название вечного двигателя (perpetuum mobile) первого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

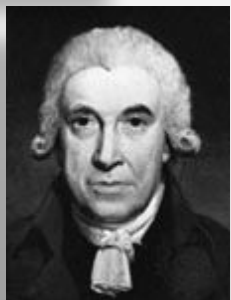
Название	Изобретатели	Схема	КПД
Паровая машина	Д. Уатт		1%-10%
Двигатель внутреннего сгорания	Н. Отто		20% - 30%
Паровая турбина	Г. Лаваль		35% - 45%
Реактивный двигатель	О. фон Браун		40% - 50%



# Изменение агрегатных состояний

Фазовый переход	Название процесса	Формула	График
<p>Пар - жидкость</p>	<p>Парообразование ↔ конденсация</p>	<p><math>Q = r \cdot m</math>  <math>r</math> – удельная теплота парообразования (конденсации)</p>	<p>кипение</p> <p>конденсация</p>
<p>Жидкость - твёрдое тело</p>	<p>Плавление ↔ Кристаллизация</p>	<p><math>Q = \lambda \cdot m</math>  <math>\lambda</math> – удельная теплота плавления (кристаллизации)</p>	<p>плавление</p> <p>кристаллизация</p>

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:**
  - A. Опыт Штерна
  - B. Диффузия
  - C. Испарение
  - D. Упругость тел
  
2. **Физическая модель, используемая в термодинамике, это:**
  - A. Абсолютно твёрдое тело
  - B. Материальная точка
  - C. Термодинамическая система
  - D. 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 :**

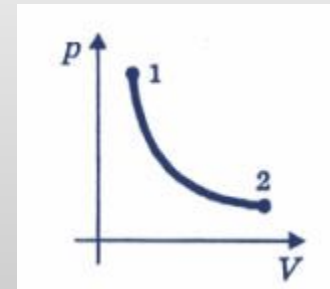
- A. Масса молекулы
- B. Температура
- C. Давление
- D. Средняя кинетическая энергия молекул

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

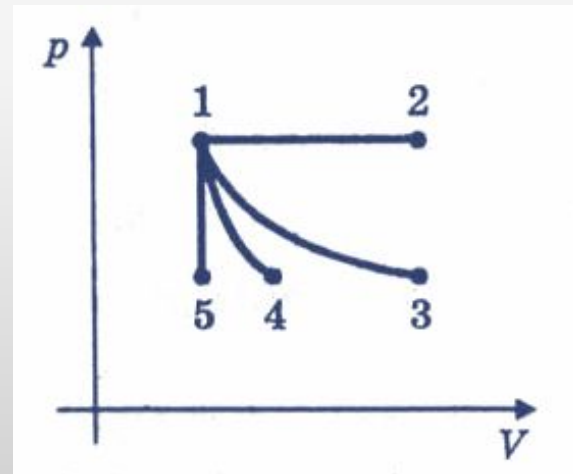


7. **Что не относится к ядру теории «Термодинамика»:**

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

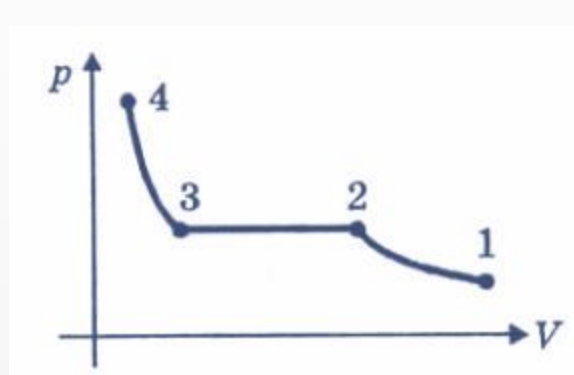
8. **При каком процессе работа газа имеет максимальное значение:**

- 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 :**

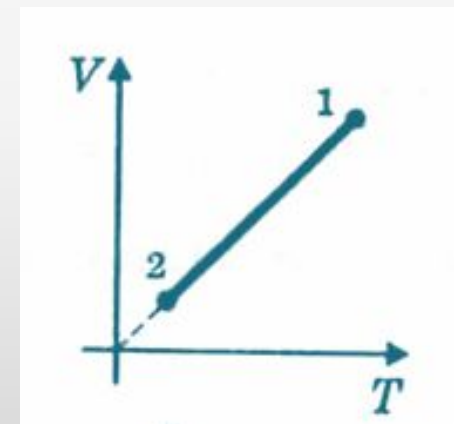
- A. Масса молекулы
- B. Внутренняя энергия
- C. Объём газа
- D. Средняя кинетическая энергия молекул

**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

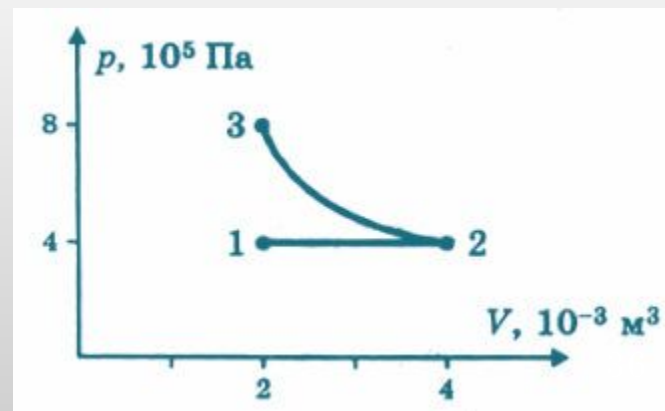


7. **Что не входит в ядро молекулярно-кинетической теории:**

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

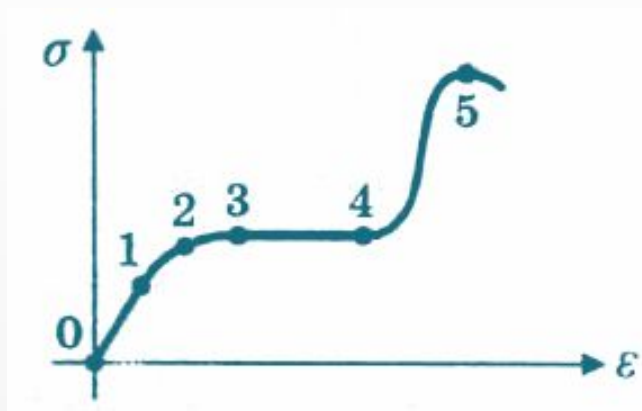
8. **Газ переводят в состояние 2 сначала из состояния 1, а потом из состояния 3. Сравнить совершаемые работы:**

- 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>