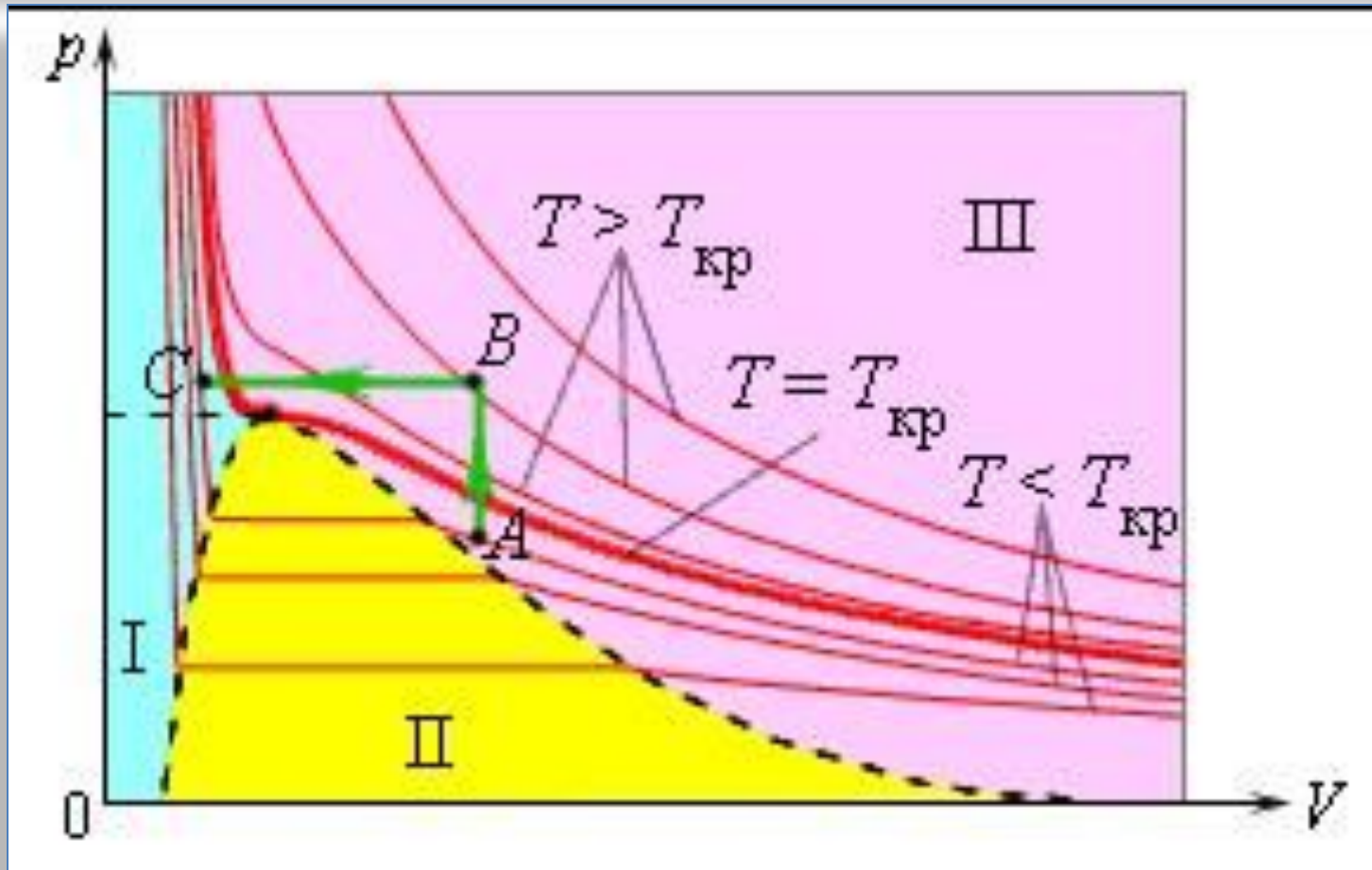


Фазовый переход пар — жидкость

- Любое вещество при определенных условиях может находиться в различных агрегатных состояниях – твердом, жидком и газообразном. Переход из одного состояния в другое называется *фазовым переходом*. **Испарение и конденсация** являются примерами фазовых переходов.
- Все **реальные газы** (кислород, азот, водород и т. д.) при определенных условиях способны превращаться в жидкость. Однако такое **превращение может происходить только при температурах ниже определенной, так называемой критической температуры $T_{кр}$** . Например, для воды критическая температура равна 647,3 К, для азота 126 К, для кислорода 154,3 К. При комнатной температуре (? 300 К) вода может находиться и в жидком, и в газообразном состояниях, а азот и кислород существуют только в виде газов.

Изотермы реального газа



Область I – жидкость,
область II – двухфазная система «жидкость + насыщенный пар»,
область III – газообразное вещество. K – критическая точка

- В закрытом сосуде жидкость и ее пар могут находиться в состоянии **динамического равновесия**, когда число молекул, вылетающих из жидкости, равно числу молекул, возвращающихся в жидкость из пара, т. е. когда скорости процессов испарения и конденсации одинаковы. Такую систему называют **двухфазной**. Установление динамического равновесия между процессами испарения и конденсации при повышении температуры происходит при более высоких концентрациях молекул пара. Так как давление газа (пара) определяется его концентрацией и температурой, то можно сделать вывод: **давление насыщенного пара p_0 данного вещества зависит только от его температуры и не зависит от объема**. Поэтому изотермы реальных газов на плоскости (p, V) содержат горизонтальные участки, соответствующие двухфазной системе

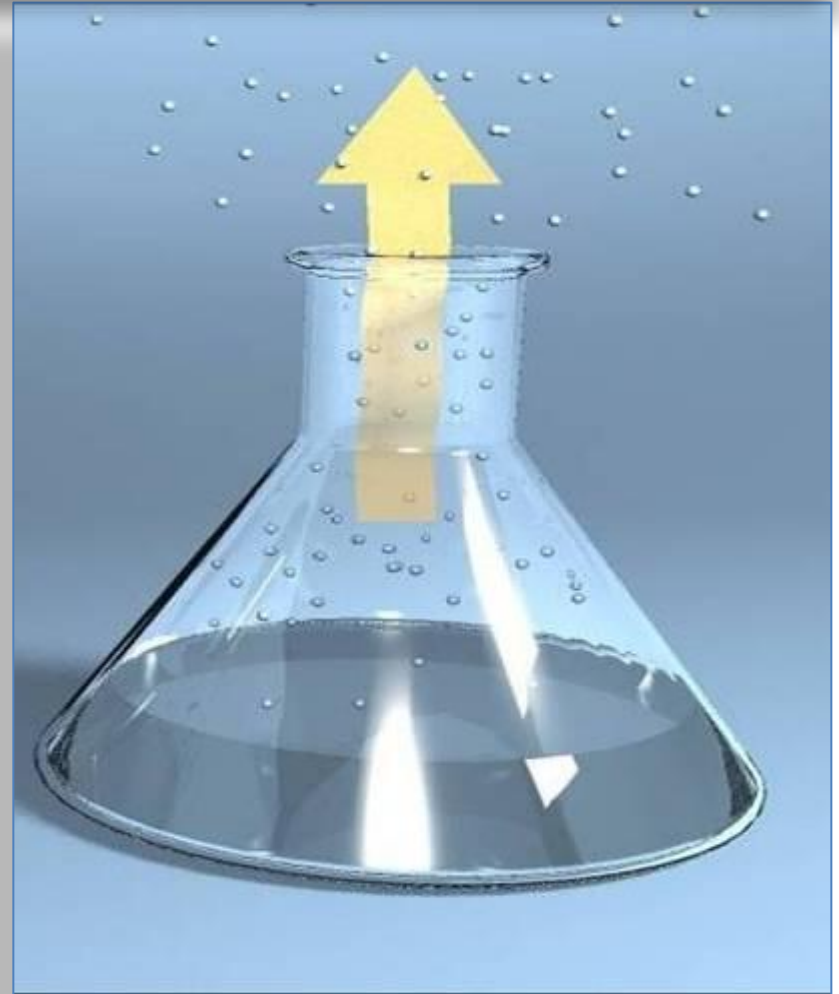
Пар, находящийся в динамическом равновесии со

Насыщенный пар

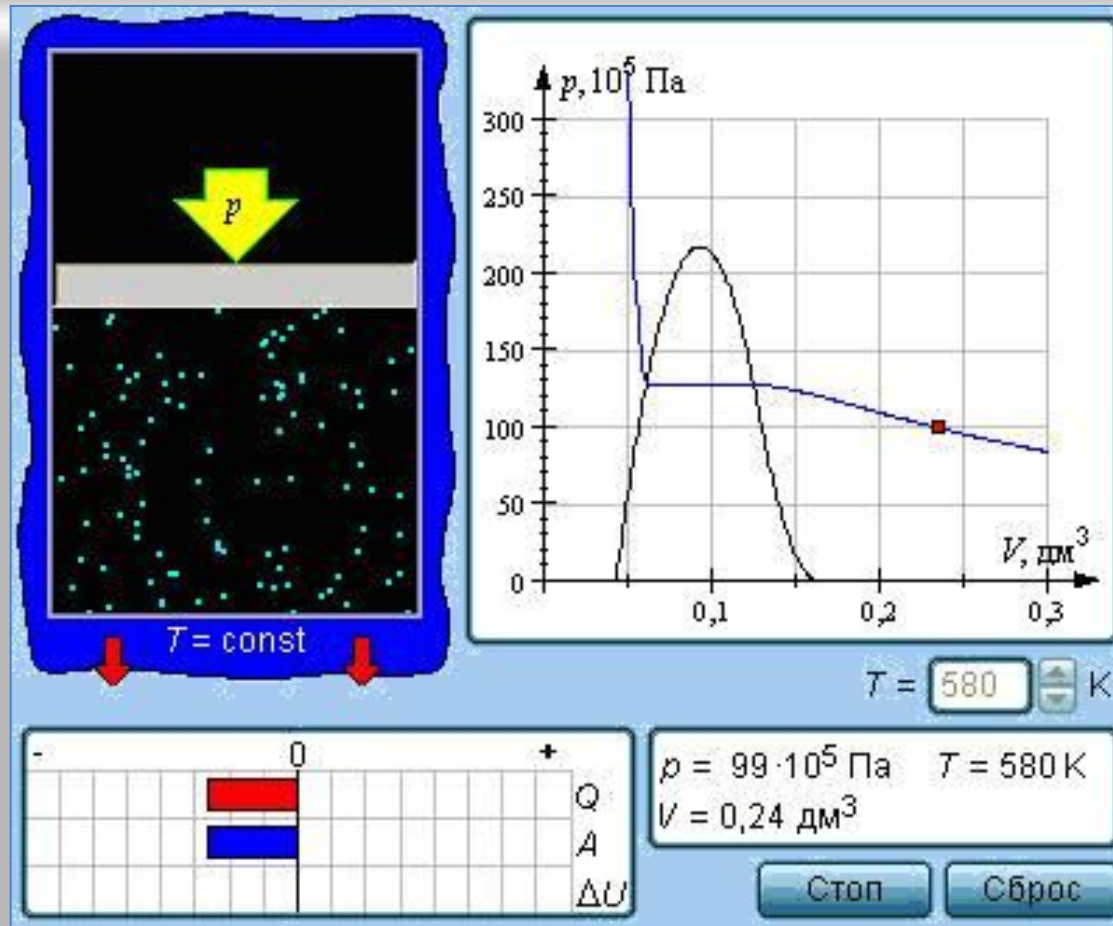
ростом

Ненасыщенный пар

насыщенным паром

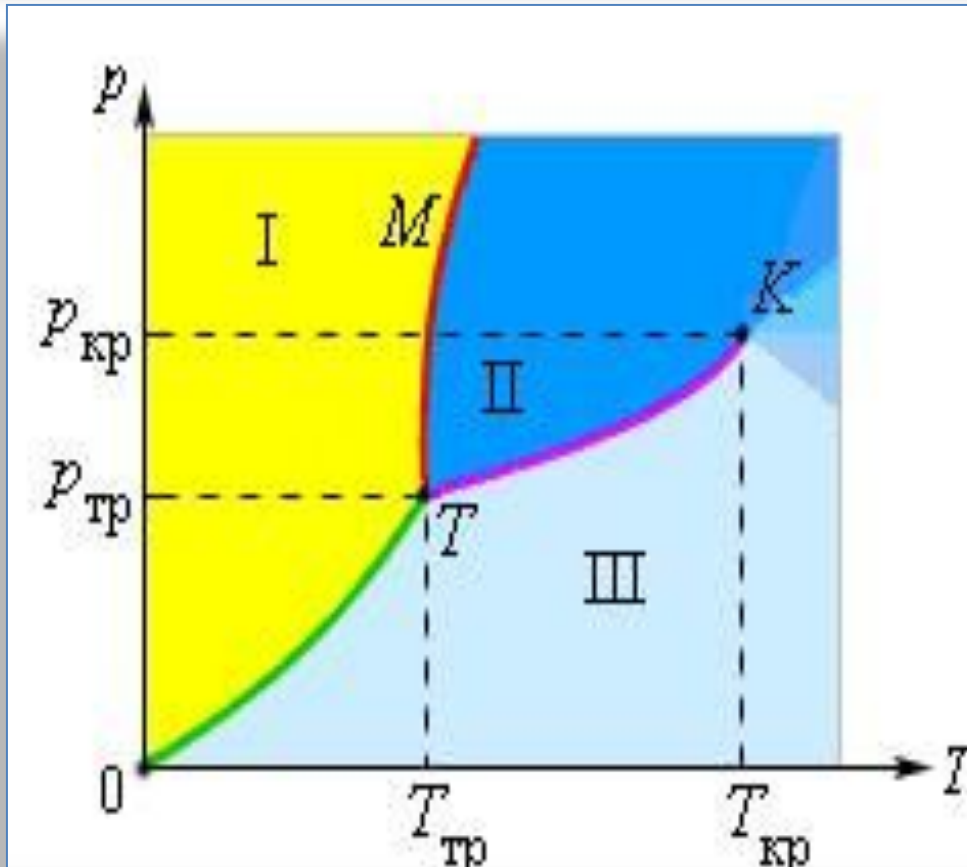


Изотермы реального газа



- При температуре выше критической исчезает физическое различие между жидкостью и ее паром, и система может находиться только в однофазном состоянии.

Фазовая диаграмма



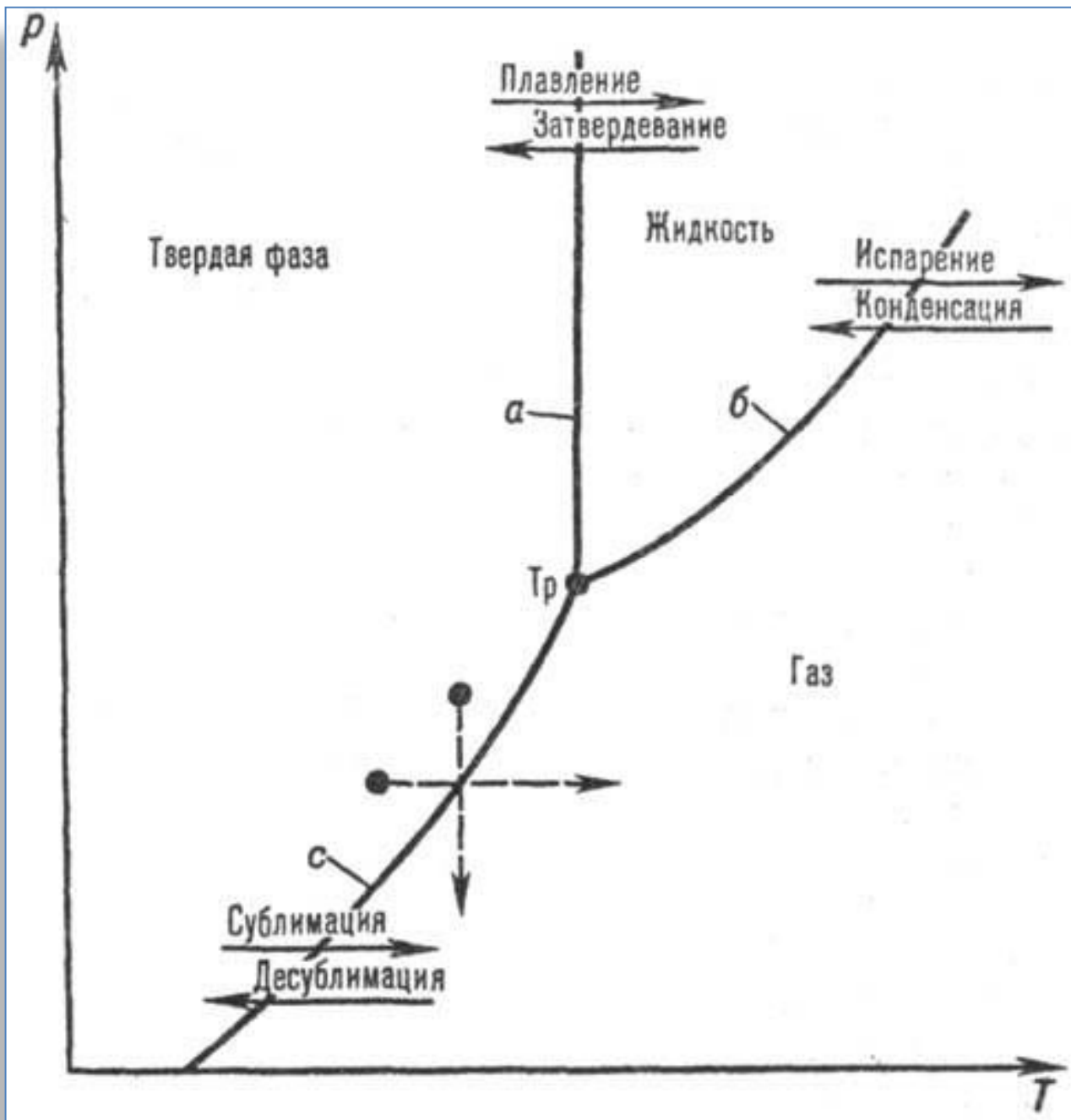
K – критическая точка, T – тройная точка.
Область I – твердое тело,
область II – жидкость,
область III – газообразное вещество

Кривая OT , соответствующая равновесию между твердой и газообразной фазами, называется **кривой сублимации**.

Кривая TK равновесия между жидкостью и паром называется **кривой испарения**, она обрывается в критической точке K .

Кривая TM равновесия между твердым телом и жидкостью называется **кривой плавления**.

Кривые равновесия сходятся в точке T , в которой могут сосуществовать в равновесии все три фазы. Эта точка называется **тройной точкой**.



Для многих веществ давление $p_{\text{тр}}$ в тройной точке меньше 1 атм ? 10^5 Па. Такие вещества при нагревании при атмосферном давлении плавятся. Например, тройная точка воды имеет координаты $T_{\text{тр}} = 273,16$ К, $p_{\text{тр}} = 6,02 \cdot 10^2$ Па и используется в качестве опорной для калибровки абсолютной температурной шкалы Кельвина. Существуют, однако, и такие вещества, у которых $p_{\text{тр}}$ превышает 1 атм. Так для углекислоты (CO_2) давление $p_{\text{тр}} = 5,11$ атм и температура $T_{\text{тр}} = 216,5$ К. Поэтому при атмосферном давлении твердая углекислота может существовать только при низкой температуре, а в жидком состоянии при $p = 1$ атм она вообще не существует. В твердом состоянии в равновесии со своим паром при атмосферном давлении углекислота находится при температуре 173 К или -80 °С. Это широко применяемый «сухой лед», который никогда не плавится, а только испаряется (сублимирует).

Тест по теме «Молекулярная физика»

1. Следствиями теории «Термодинамика» являются:

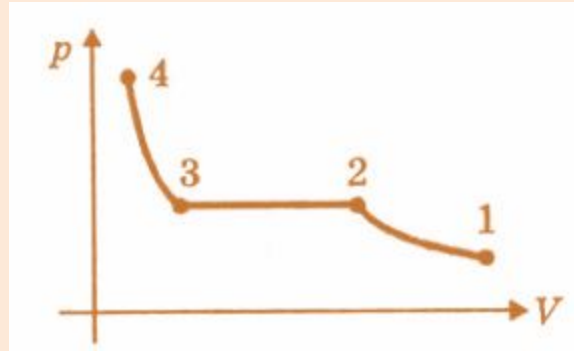
- A. Описание фазовых переходов
- B. Описание цикла Карно
- C. Объяснение молекулярного строения тел
- D. Создание материалов с заранее известными свойствами

2. Физическая модель, используемая в молекулярно-кинетической теории, это:

- A. Абсолютно твёрдое тело
- B. Материальная точка
- C. Термодинамическая система
- D. Идеальный газ

3. Какой из участков изотермы соответствует процессу конденсации пара:

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



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

- F. Анизотропность
- G. Существование определённой температуры плавления
- H. Отсутствие определённой температуры плавления
- I. Низкая теплопроводность

5. Объектом описания тепловых явлений статистическим методом является :

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

6. Основными понятиями в молекулярно-кинетической теории являются :

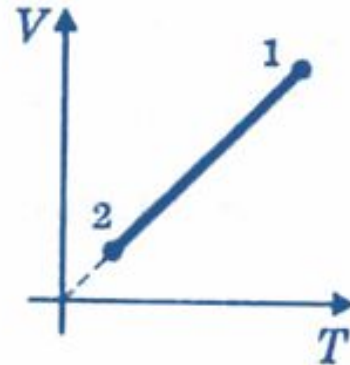
- E. Масса молекулы
- F. Внутренняя энергия
- G. Объём газа
- H. Средняя кинетическая энергия молекул

7. Формулировки II закона термодинамики предложили:

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

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

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

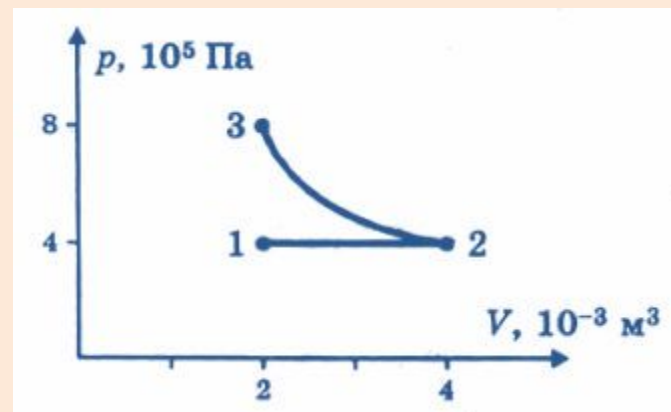


9. Что не входит в ядро молекулярно-кинетической теории:

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

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

- E. $A_{1,2} > A_{3,2}$
- F. $A_{1,2} = A_{3,2}$
- G. $A_{1,2} < A_{3,2}$



Изменение внутренней энергии при теплообмене ΔU (количество теплоты Q) без совершения работы может быть вычислено по таким формулам:

$$\Delta U = Q = c \cdot m (T_2 - T_1)$$

при нагревании или охлаждении, где c – удельная теплоемкость вещества, m – масса вещества, T – абсолютная температура;

$$\Delta U = Q = \lambda \cdot m$$

при плавлении или отвердевании, где λ – удельная теплота плавления вещества;

$$\Delta U = Q = r \cdot m$$

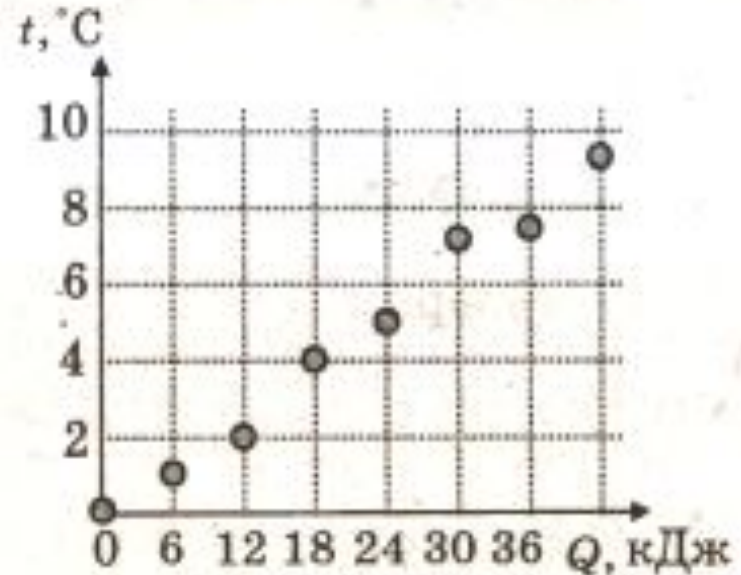
при парообразовании или конденсации, где r – удельная теплота парообразования вещества;

$$\Delta U = Q = q \cdot m$$

при сгорании топлива, где q – удельная теплота сгорания вещества.

Задача ЕГЭ

A21. С использованием нагревателя известной мощности исследовалась зависимость температуры 1 кг вещества от количества теплоты, полученного от нагревателя. Результаты измерений указаны на рисунке точками. Чему примерно равна удельная теплоёмкость данного вещества?



1) $6,0 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

2) $1,0 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

3) $4,5 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

4) $2,5 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$

Задача ЕГЭ

A23. Железному и алюминиевому цилиндрам сообщили одинаковое количество теплоты, что привело к одинаковым изменениям температуры цилиндров. Воспользовавшись таблицами, приведёнными в начале варианта, определите примерное отношение масс этих цилиндров $\frac{m_{\text{Fe}}}{m_{\text{Al}}}$.

1) 2,0

2) 0,7

3) 1,4

4) 0,5

Задача ЕГЭ

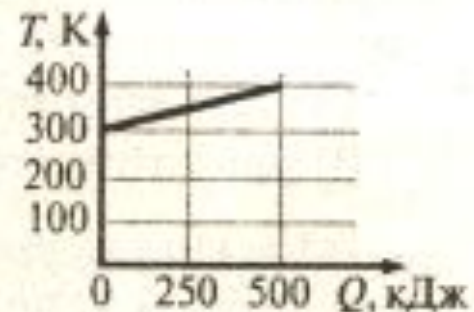
А8. Удельная теплота парообразования воды равна $2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг. Это означает, что для испарения

- 1) любой массы воды при температуре кипения необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж
- 2) 1 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж
- 3) 2,3 кг воды при температуре кипения необходимо количество теплоты 10^6 Дж
- 4) 1 кг воды при любой температуре необходимо количество теплоты $2,3 \cdot 10^6$ Дж

Задача ЕГЭ

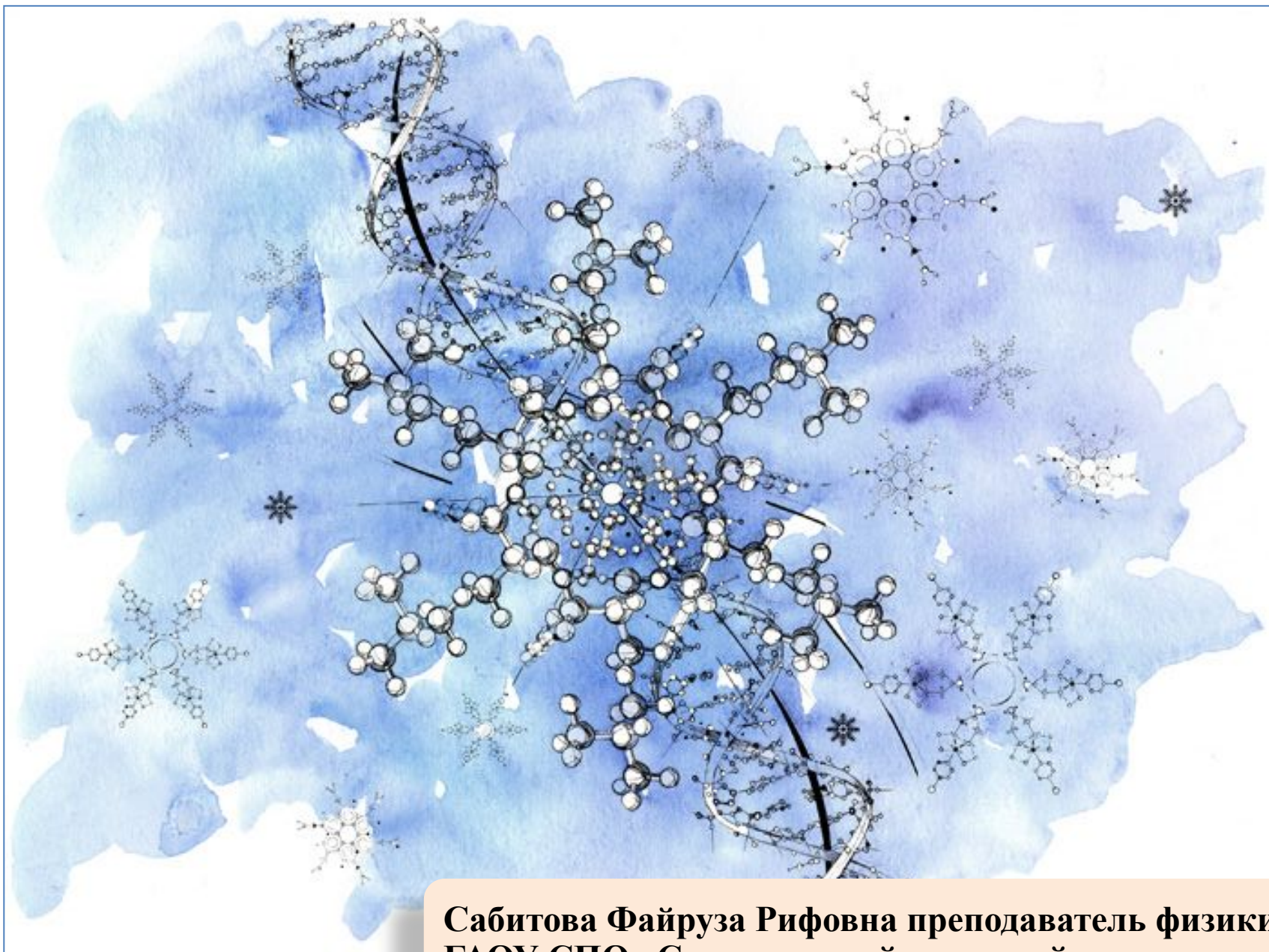
А9. На рисунке приведена зависимость температуры твердого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 2 кг. Какова удельная теплоемкость вещества этого тела?

- 1) 25 Дж/(кг·К)
- 2) 625 Дж/(кг·К)
- 3) 2500 Дж/(кг·К)
- 4) 1000 Дж/(кг·К)



Использованные ресурсы:

- <http://tvsh2004.narod.ru/phis.htm>
- <http://www.ido.rudn.ru/nfpk/fizika/mkt/3.html>



**Сабитова Файруза Рифовна преподаватель физики
ГАОУ СПО «Сармановский аграрный колледж»**