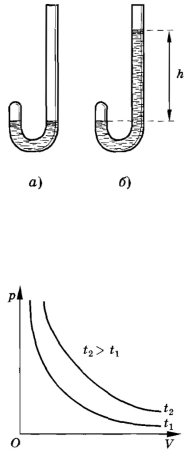

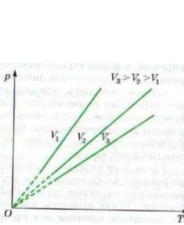


Вопрос 6

Изопроцессы в газах. Уравнение Менделеева-Клапейрона состояния идеального газа.

Изопроцесс — термодинамический процесс, при постоянной массе вещества и одном из макропараметров (объема, температуры, давления).

Рассмотрим три изопроцесса

Изотермический	<p>Изотермический процесс — процесс изменения состояния ТД системы при постоянной температуре. Изменение давления газа в зависимости от объема при постоянной температуре изучал Р. Бойль. Он наблюдал за изменением объема воздуха, запертого в длинной изогнутой трубке столбом ртути. Изначально давления в коленах были равны 760 мм рт. ст., а уровни ртути одинаковы. Объем воздуха уменьшился вдвое, когда разность уровней ртути в обоих коленах была равна 760 мм, то есть давление увеличилось в двое. Независимо от Бойля французский ученый Э. Мариотт пришел к тем же выводам.</p> <p>Закон Бойля-Мариотта — произведение давления газа данной массы на его объем постоянно при неизменной температуре. $PV = const$, при $T = const$</p> <p>Изотерма — кривая, изображающая на графике зависимость давления от объема.</p> <p><u>Молекулярно-кинетическое обоснование закона Бойля-Мариотта</u></p> <p>Давление газа зависит от количества ударов молекул о стенку, которое пропорционально концентрации. $P = nkT$ $P \sim n = \frac{N}{V} \Rightarrow P \sim \frac{1}{V}; T = const$</p>	
Изобарный	<p>Изобарный процесс — процесс изменения состояния ТД системы при постоянном давлении. Закон, определяющий зависимость объема от температуры при постоянном давлении, был установлен французским ученым Гей-Люссаком в 1802 году. Исследуемый газ находился в стеклянном баллончике, соединенном с длинной стеклянной трубкой, и заперт каплей ртути. Так как трубка расположена горизонтально, давление в ней всегда равно внешнему. При изменении температуры можно следить за изменением объема по перемещению ртути.</p> <p>Закон Гей-Люссака — относительное изменение объема газа данной массы при постоянном давлении прямо пропорционально изменению температуры. $V = V_0(1 + \alpha t); V_0 = V(0^\circ C),$ при $P = const$</p> <p>$\alpha \approx \frac{1}{273} ^\circ C^{-1}$ - коэффициент объемного расширения. Численно равен относительному изменению объема газа при изменении его температуры на 1 градус.</p> <p>Через понятие абсолютной температуры $V \sim T$, при $P = const$</p> <p>Изобара — прямая, изображающая зависимость объема от температуры.</p> <p>Часть графика обозначена пунктиром, так как прекращается выполнение закона. Например, из-за перехода в другое агрегатное состояние.</p> <p><u>Молекулярно-кинетическое обоснование закона Гей-Люссака</u></p> <p>При постоянном давлении температура и объем обратно пропорциональны.</p> <p>$P = nkT = Nk \cdot \frac{T}{V} \quad V \sim T; P = const$</p>	
Изохорный	<p>Изохорный процесс — процесс изменения состояния ТДС при постоянном объеме. В 1787 году французский физик Ж. Шарль экспериментально установил зависимость давления от температуры при постоянном объеме.</p> <p>Закон Шарля — давление данной массы газа при постоянном объеме пропорционально абсолютной температуре. $P \sim T$, при $V = const$ $\gamma \approx \frac{1}{273} K^{-1} = \alpha$ - температурный коэффициент давления газа, численно равный относительному изменению давления при изменении температуры газа на 1 К. $P = P_0 \gamma T$</p> <p>Изохора — прямая, изображающая зависимость давления от температуры.</p> <p>Часть графика обозначена пунктиром, так как прекращается выполнение закона. Например, из-за перехода в другое агрегатное состояние.</p> <p><u>Молекулярно-кинетическое обоснование закона Шарля</u></p> <p>При постоянном объеме давление и температура пропорциональны.</p> <p>$P = nkT = Nk \cdot \frac{T}{V} \quad P \sim T; V = const$</p>	

Рассмотрим три положения газа. Температуры первого и второго равны, давления второго и третьего равны.

Тогда $\frac{P_1 V_1 = P_2 V_2; T_1 = T_2}{\frac{V_2 = T_2}{V_3 = T_3}; P_2 = P_3} \quad \frac{P_1 V_1}{T_1} = const$ - Уравнение Клапейрона.

По закону Авогадро — различные газы, взятые в количестве 1 моль, имеют одинаковые объемы при одинаковых давлениях и температурах. При н. у. $V_{M0} = 0,0224 \frac{M^3}{\text{моль}}$

Следовательно, $\frac{P V_M}{T} = \frac{P_0 V_{M0}}{T_0} = \frac{101325 \cdot 0,0224}{273} \frac{H \cdot M^3}{M^2 \cdot \text{моль} \cdot K} = 8,31 \frac{Дж}{\text{моль} \cdot K} = R$ - универсальная газовая постоянная.

В итоге, $P V_M = RT \Rightarrow P V = \nu R T$ - Уравнение Клапейрона-Менделеева

Физический смысл универсальной газовой постоянной — скалярная физическая величина, численно равная работе, которую совершает 1 моль ИГ при изобарном нагревании на 1 К.