

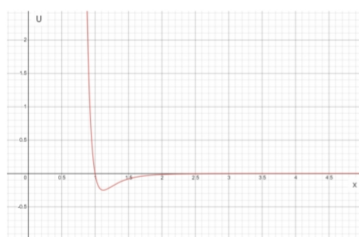
1 Контрольные вопросы

1. Чем реальные газы отличаются от идеальных?

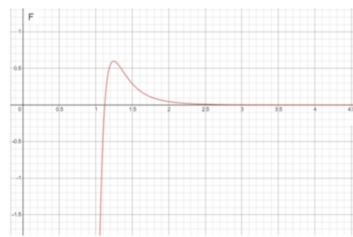
В модели идеального газа не учитываются притяжение и отталкивание молекул газа между собой (потенциальная энергия).

В реальных газах молекулы притягиваются на относительно больших расстояниях и отталкиваются вблизи, поэтому уравнение Менделеева-Клапейрона не точно описывает реальный газ и существуют более удачные модели (например, уравнение Ван-дер-Ваальса)

2. Начертите кривые, выражающие характер зависимости сил взаимодействия и взаимной потенциальной энергии двух молекул от расстояния между ними, и, используя их, объясните причины эффекта Джоуля-Томсона



а)



б)

Рис. 1: а) – Потенциал Леннарда-Джонса, б) – Зависимость силы от расстояния между молекулами

В эффекте Джоуля-Томсона при идеальном газе не изменяется температура, но при изменении объема реального газа влияет потенциальная энергия взаимодействия молекул между собой. Изменяется расстояние между молекулами и часть потенциальной энергии взаимодействия молекул переходит в энергию теплового движения и наоборот, то есть в температуру, которая изменяется (но, вроде, не должна была). PS Идеальный газ перешел в реальный

3. Какая температура называется критической? Что такое температура инверсии?

Критической называется температура, изотерма которой является граничной между монотонными и волнообразными изотермами.

Точка, в которой экстремумы изотерм сливаются Температура инверсии – это граничная температура, ниже которой газ охлаждается, а выше нагревается (для дифференциального эффекта Джоуля-Томсона)

4. Объясните качественно знак эффекта Джоуля томсона в случае

1) $a = 0, b \neq 0$ 2) $a \neq 0, b = 0$

1) Газ всегда нагревается, поскольку соотношение всегда $(\Delta T / \Delta P)_H < 0$ – (соотношение $(\frac{\Delta T}{\Delta P})_H = \frac{1}{c_p * (dP/dV)_T} (\frac{bRT}{(V-b)^2} - \frac{2a}{V^2})$ для дифференциального эффекта Джоуля-Томсона)

2 Задачи от Жака Фреско

1. Физический смысл «a», «b»

Коэффициент b показывает запрещенный молекулам объем $b \simeq 4 * (\text{объем молекул в одном моле}) = N_A V_0$, поскольку молекулы – не материальные точки, а «шары» радиуса r. Для эффекта Джоуля-Томсона b – влияет на нагрев газа. Включает в себя силы отталкивания.

Коэффициент a учитывает притяжение молекул, например, через перераспределение зарядов внутри молекул и образование диполей. Для эффекта Джоуля-Томсона a – влияет на охлаждение газа.

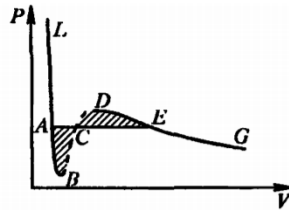
2. Чем отличается изотерма газа Ван-дер-Ваальса от изотермы реального газа и что описывают их разные участки.

В отличие от случая идеального газа, некоторые изотермы газа Ван-дер-Ваальса ведут себя немонотонно. При одном и том же давлении вещество может обладать разным объемом. Для левой части $V < 3b$ – соизмеримо с размером молекул => жидкость, для правой части $V > 3b$ – газ

ВД может быть реализовано только в неравновесном процессе и не может существовать неограниченно долго, т.к. состояние неустойчиво, поскольку не выполняется $(dP/dV)_T < 0$

3. Что такое критическая точка?

Выше есть



Р и с. 6.7.4. Теоретическая изотерма газа Ван-дер-Ваальса при $T < T_{кр}$. Участок LB отвечает жидкой фазе, а участок DC — газообразной фазе. Участок BD отвечает термодинамически неустойчивым состояниям. Реальная изотерма есть $LAEG$ и включает горизонтальный участок AE

4. Доказательство что при адиабатическом дросселировании сохраняется энтальпия, и знать, что такое энтальпия.

Энтальпия – функция состояния термодинамической системы, равная $H = U + PV$. Для идеального газа $H = c_p T$