

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-1.

- Для решеточного газа известно уравнение состояния: $p(V, T) = -\frac{RT}{a} \ln\left(1 - \frac{a}{V}\right)$
(a – постоянная). Найдите зависимость внутренней энергии от объема и энтальпии от давления для такого газа
- 2.42 г Кг ($M = 83.8$ г/моль) взятого при давлении 2 атм и температуре 298 К расширяются адиабатически и обратимо до давления 1 атм. Определить конечную температуру и работу расширения. Какие значения будут иметь конечная температура и работа расширения, если газ расширяется против постоянного внешнего давления 1 атм? $C_V = 3/2 R$, газ считать идеальным.
- Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ", рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ при 600 К.
- Выведите соотношение между теплоемкостями $C_p - C_V = -T \left[\left(\frac{\partial^2 G}{\partial T^2} \right)_p - \left(\frac{\partial^2 F}{\partial T^2} \right)_V \right]$.

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-2.

- Определите, чему равно $(\partial U / \partial V)_T$ для идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса. Получите калорическое уравнение состояния этих газов в приближении, что C_V не зависит от температуры.
- Рассчитайте работу расширения 0.5 моля этилена при 27 С от 1 л до 5 л, если а) расширение происходило против постоянного внешнего давления, равного 1 атм, б) расширение происходило обратимо. Считать, что этилен подчинялся уравнению Ван-дер-Ваальса, $a = 4.471$ л²атм/моль², $b = 0.05714$ л/моль
- Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ" рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $\text{PCl}_5(\text{g}) = \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ при 450 К.

- Докажите тождество: $C_p - C_V = -\frac{T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p^2}{\left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T}$.

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-3.

- Определите, чему равно $(\partial U / \partial V)_T$ для газа с уравнением состояния $p = \frac{RT}{V} - \frac{B}{V^2} + \frac{C}{V^3}$.
Получите калорическое уравнение состояния этого вещества в интегральной форме.
- Один моль метана, взятый при 25°C и 1 атм, нагрет при постоянном давлении до удвоения объема. Мольная теплоемкость метана дается выражением: $C_p = 5.34 + 0.0115 \cdot T$ (кал·моль⁻¹·К⁻¹). Рассчитайте ΔU и ΔH для этого процесса. Метан можно считать идеальным газом.
- Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ", рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $2 \text{CH}_4 + \text{N}_2 = 2 \text{HCN} + 3 \text{H}_2$ при 1600 К.
- Докажите тождество: $C_p - C_V = T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$.

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-4.

1. Известна стандартная энтальпия газовой реакции при 298 К $\text{CO} + 1/2\text{O}_2 = \text{CO}_2$. Все участники реакции - газы Ван-дер-Ваальса. На сколько будет в этом случае отличаться энтальпия реакции при $p = 1$ атм и $T = 298$ К от стандартной ?
2. 2 моля NH_4Cl (тв) находятся в цилиндре с поршнем. При $T = 900$ К хлорид аммония полностью разлагается на NH_3 (газ) и HCl (газ). Разложение проводится так, что поршень может двигаться против внешнего атмосферного давления равного 1 атм. Посчитайте ΔH , ΔU и работу процесса, если NH_3 и HCl - идеальные газы. Стандартные энтальпии образования равны: $\Delta_f H$ (NH_4Cl , solid) = -314.4 кДж/моль; $\Delta_f H$ (NH_3 , gas) = -46.11 кДж/моль; $\Delta_f H$ (HCl , gas) = -92.31 кДж/моль
3. Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ", рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $\text{B}_2\text{H}_6 + 3\text{O}_2 = \text{B}_2\text{O}_3$ (s) + 3 H_2O при 300 К
4. При 25°C объём воды определяется выражением $V = 18.06 - 715 \cdot 10^{-6} P + 46 \cdot 10^{-9} P^2$ см³/моль (P в атм)/ для давлений от 1 до 1000 атм, а коэффициент расширения $(\partial V/\partial T)_P = 4.5 \cdot 10^{-3} + 1.4 \cdot 10^{-6} P$ см³/(моль К)
Определите изменение внутренней энергии при сжатии одного моля воды от 1 до 1000 атм при 25°C.

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-5.

1. Для некоторой фазы $\alpha = 1/V(dV/dT)_p = (k_1 + k_2 p)/V$; $\beta = -1/V(dV/dp)_T = (k_3 - k_2 T)/V$. Найдите термическое уравнение состояния данной фазы.
2. 1,9 моля гелия (идеальный газ) занимающего объём 3 л при 35 С расширяются адиабатически и обратимо до 21 л. Рассчитать работу, теплоту, изменение внутренней энергии и энтальпии для этого процесса.
3. Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ", рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{SO}_3$ при 1000 К
4. Давление над одним молем твердой меди при температуре 25°C увеличили от 1 до 1000 атм. Найти ΔU , ΔH , ΔS . Медь считать несжимаемой, плотность $8.96 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$, изобарический коэффициент теплового расширения $\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = 5.01 \times 10^{-5} \text{ К}^{-1}$

Домашняя работа (ФНМ-2008)

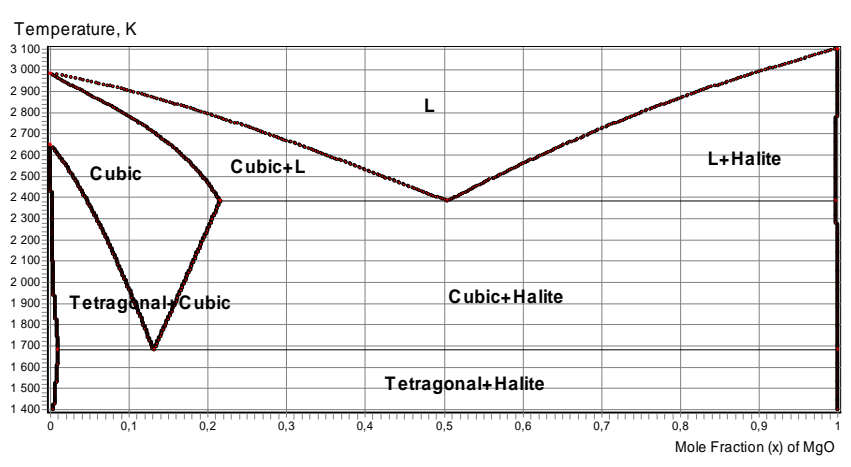
Вариант I-6.

1. Для некоторого твердого тела $V = V(0) + aT^3$. Выведите для этого тела зависимости $(dH/dp)_T$ и $H = H(p, T)$.
2. 0,8 моля метана, занимавшего объём 2 л, расширились до 22,3 л против постоянного внешнего давления, равного давлению конечного состояния при постоянной $T = 270$ С. Рассчитайте работу, теплоту, изменение внутренней энергии при этом процессе. Считать, что метан подчиняется уравнению состояния $(P + a n^2/TV^2)(V - nb) = RT$; $a = 433 \text{ атм л}^2 \text{ К/моль}^2$; $b = 0.024 \text{ л/моль}$.
3. Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ", рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $4 \text{NO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{N}_2\text{O}_5$ при 1200 К
4. При 25°C объём воды определяется выражением $V = 18.06 - 715 \cdot 10^{-6} P + 46 \cdot 10^{-9} P^2$ см³/моль (P в атм)/ для давлений от 1 до 1000 атм, а коэффициент расширения $(\partial V/\partial T)_P = 4.5 \cdot 10^{-3} + 1.4 \cdot 10^{-6} P$ см³/(моль К)
Определите работу, необходимую для сжатия одного моля воды от 1 до 1000 атм при 25°C

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант II-1.

1. Рассчитайте давление, при котором две формы CaCO_3 – кальцит и арагонит – находятся в равновесии при 25°C . $\Delta_f G^\circ$ кальцита и арагонита при 25°C равны -1128.79 и -1127.75 кДж·моль $^{-1}$ соответственно. Примите, что плотности кальцита и арагонита равны 2.71 и 2.93 г·см $^{-3}$ соответственно, и не зависят от давления
2. Выведите выражение для химического потенциала и коэффициента активности первого компонента атемального раствора.
3. Изобразите схематично зависимости энергий Гиббса фаз при $T_1 = 1500$ К, $T_2 = 1681,4$ К (эвтектоид) для системы, фазовая диаграмма которой представлена на рис.



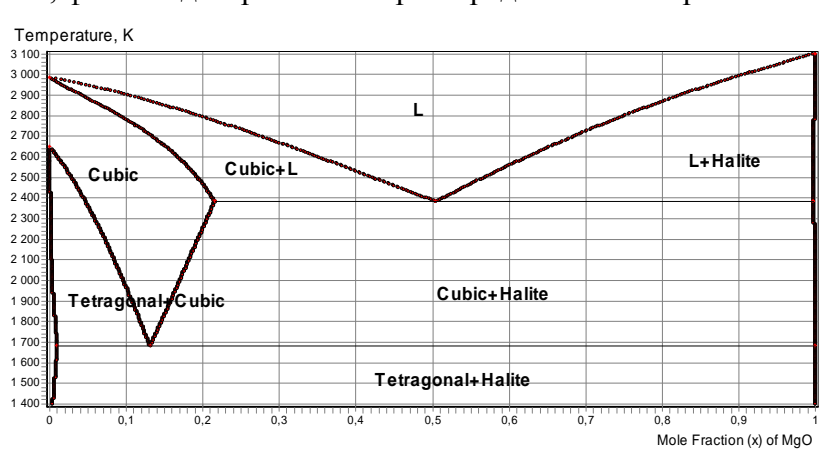
4. Бензол и циклогексан образуют регулярный раствор с параметром взаимодействия $g_{00} = 10000$. Определите состав и температуру образующегося азеотропа, если в интервале температур давления паров бензола и толуола описываются уравнениями

$$\ln p_A = a_A - b_A/T, \quad \ln p_B = a_B - b_B/T$$

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант II-2.

1. Покажите, как зависит от температуры энтальпия фазового перехода вдоль кривой фазового равновесия при равновесии конденсированная фаза/пар (идеальный газ)
2. Выведите выражение для химического потенциала μ_2 и коэффициента активности γ_2 второго компонента квазирегулярного раствора
3. Изобразите схематично зависимости энергий Гиббса фаз при $T_3 = 2382.8$ (эвтектика), $T_4 = 2700$ К для системы, фазовая диаграмма которой представлена на рис.



4. Определите координаты эвтектической точки в системе Al-Si, если известно, что компоненты взаимно нерастворимы в твердом состоянии и образуют идеальный расплав. $T_{пл,Al} = 660^\circ\text{C}$, $T_{пл,Si} = 1420^\circ\text{C}$, $\Delta H_{пл,Al} = 6.4$ кДж·моль $^{-1}$, $\Delta H_{пл,Si} = 31.2$ кДж·моль $^{-1}$.

Домашняя работа (ФНМ-2008)

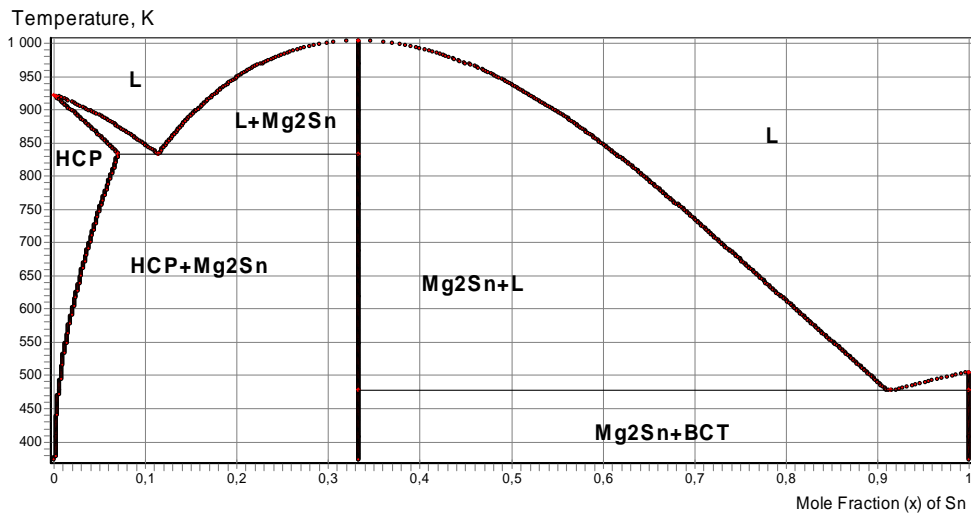
Вариант II-3.

1. Покажите, как зависит от температуры энтальпия фазового перехода вдоль кривой фазового равновесия при равновесии двух конденсированных фаз ($\Delta V = \text{const}$)
2. Выведите выражение для химического потенциала μ_1 и коэффициента активности γ_1 первого компонента субрегулярного раствора
3. Кристаллосольват вещества В, соединения $V \cdot 2H_2O$, инконгруентно плавится при температуре 40°C по реакции $V \cdot 2H_2O (\text{тв.}) = V (\text{тв.}) + 2H_2O (\text{жидк.})$. Кристаллосольват вещества А, соединения $A \cdot 2H_2O$, инконгруентно плавится при температуре 140°C по реакции $A \cdot 2H_2O (\text{тв.}) = A (\text{тв.}) + 2H_2O (\text{газ.})$. Нарисуйте зависимость от температуры ($p=1\text{атм}$) для энергии Гиббса соединения $V \cdot 2H_2O (\text{тв.})$, смеси В (тв.) + $2H_2O (\text{жидк.})$ и смеси В (тв.) + $2H_2O (\text{газ.})$ в интервале температур $0-150^\circ\text{C}$. Такие же графики постройте для соединения $A \cdot 2H_2O (\text{тв.})$, смеси А (тв.) + $2H_2O (\text{жидк.})$ и смеси А (тв.) + $2H_2O (\text{газ.})$
4. Постройте $T-x$ диаграмму и рассчитайте координаты эвтектической точки в системе нитробензол-*para*-нитроанилин, если в твердом состоянии эти вещества взаимно нерастворимы, а в жидком образуют идеальный раствор. Температуры плавления нитробензола и *para*-нитроанилина равны 446.0 и 420.7 К соответственно. Энтальпии плавления 26.2 и 21.5 кДж·моль $^{-1}$.

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант II-4.

1. Рассчитайте температуру, при которой две формы CaCO_3 – кальцит и арагонит – находятся в равновесии при давлении 1 атм. При 25°C $\Delta_f G^\circ$ кальцита и арагонита равны – 1128.79 и -1127.75 кДж·моль $^{-1}$ соответственно, а $\Delta_f H^\circ$ равны -1206.92 и -1207.13 кДж·моль $^{-1}$ соответственно. Считайте, что $\Delta C_p = 0$.
2. Выведите выражение для химического потенциала μ_1 и коэффициента активности γ_1 второго компонента атермального раствора
3. Изобразите схематично зависимости энергий Гиббса фаз при $T_1 = 450$ К, (эвтектика), $T_3 = 833.8$ К для системы, фазовая диаграмма которой представлена на рис.



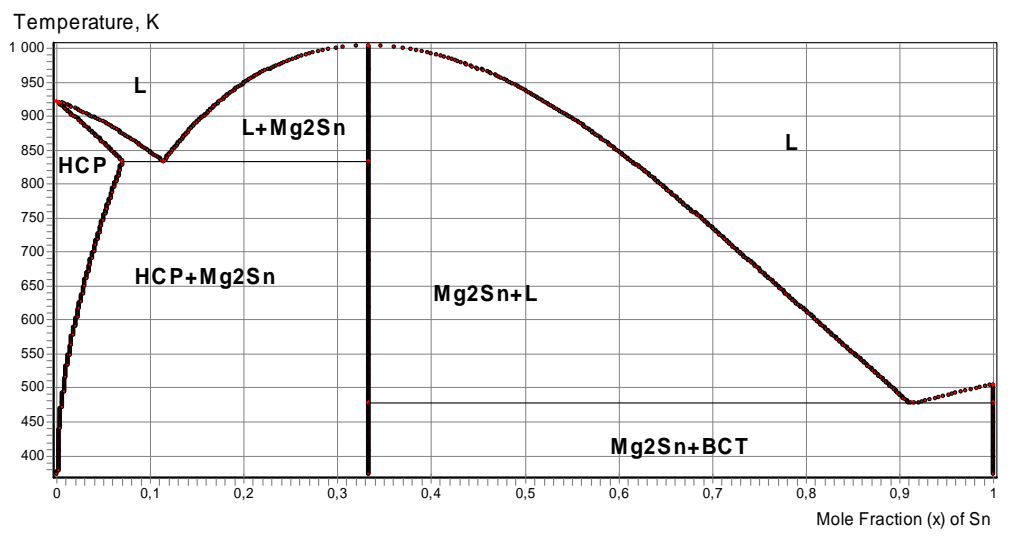
4. Определите состав и температуру кипения азеотропа, если компоненты А и В образуют регулярный раствор. Давления паров чистых компонентов в интервале температур T_1-T_2 описываются уравнениями:

$$\ln p_A = a_A - b_A/T, \quad \ln p_B = a_B - b_B/T$$

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант II-5.

1. При 125 С происходит превращение селена (1) в другую твердую модификацию (2). Энтропии (1) и (2) равны, соответственно, 7.4 и 10.04 кал/грал моль. Полагая, что энтропии не зависят от температуры, вычислить изменения свободной энергии при переходе (1) в (2) при 25 С. Какая фаза селена устойчива при 25 С, (1) или (2)?
2. Выведите выражение для химического потенциала μ_1 и коэффициента активности γ_1 второго компонента субрегулярного раствора
3. Изобразите схематично зависимости энергий Гиббса фаз при $T_2 = 477.0$ К (эвтектика), $T_4 = 950$ К для системы, фазовая диаграмма которой представлена на рис.



4. Физические методы глубокой очистки путем многократного повторения процессов плавления-кристаллизации основаны на неравномерном распределении вещества при фазовых переходах. Покажите, что при любой температуре, отличной от $T_{пл,В}$ коэффициент распределения $k = \frac{x_B^ж}{x_B^{тв}}$ отличен от 1. Примите, что растворы можно считать идеальными

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант II-6.

1. Покажите, как зависит от температуры энтальпия фазового перехода вдоль кривой фазового равновесия в общем случае
2. Выведите выражение для химического потенциала μ_1 и коэффициента активности γ_1 первого компонента квазирегулярного раствора
3. Энергия Гиббса смешения раствора имеет вид

$$dG = x_1 RT \ln(x_1)^2 + x_2 RT \ln(x_2)^2.$$

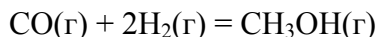
Получите выражения для логарифмов активности компонентов. В какой области концентраций устойчив данный раствор?

4. Кристаллосольват вещества В, соединение $V \cdot 2H_2O$, инконгруентно плавится при температуре 40°C по реакции $V \cdot 2H_2O$ (тв.) = В (тв.) + 2H₂O (жидк). Кристаллосольват вещества А, соединение $A \cdot 2H_2O$, инконгруентно плавится при температуре 140°C по реакции $A \cdot 2H_2O$ (тв.) = А (тв.) + 2H₂O (газ). Нарисуйте зависимость от температуры ($p=1$ атм) для энергии Гиббса соединения $V \cdot 2H_2O$ (тв.), смеси В (тв.) + 2H₂O (жидк). и смеси В (тв.) + 2H₂O (газ) в интервале температур 0-150°C. Такие же графики постройте для соединения $A \cdot 2H_2O$ (тв.), смеси А (тв.) + 2H₂O (жидк). и смеси А (тв.) + 2H₂O (газ)

Домашняя работа, часть 3.

Вар.1

1. Константа равновесия реакции



при 500 К равна $K_p = 6.09 \cdot 10^{-3}$. Рассчитайте общее давление, необходимое для получения метанола с 90% выходом, если CO и H₂ взяты в соотношении 1: 2.

2. Используя <http://pirika.com/>, оцените значения критических параметров, температур и энтальпий фазовых переходов, теплоемкости при 298 К, стандартных термодинамических функций образования при 298 К, давлений паров при 298 и 323 К 4-метил-1-пентена ((CH₃)₂CHCH₂CH=CH₂). Сравните результаты расчета со справочными данными, приведенными в базах <http://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser.html> <http://webdocs.asu.edu/>
Результаты представьте в виде файла свойств с таблицами, пояснениями к ним и графиками (если имеются)
-

Вар.2

1. Для реакции



константа равновесия $K_p = 1.83 \times 10^{-2}$ при 698.6 К. Сколько граммов HI образуется при нагревании до этой температуры 10 г I₂ и 0.2 г H₂ в трехлитровом сосуде? Чему равны парциальные давления H₂, I₂ и HI?

2. Используя <http://pirika.com/>, оцените значения критических параметров, температур и энтальпий фазовых переходов, теплоемкости при 298 К, стандартных термодинамических функций образования при 298 К, давлений паров при 298 и 323 К 1,6-гептадиена (CH₂=CH(CH₂)₃CH=CH₂). Сравните результаты расчета со справочными данными, приведенными в базах <http://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser.html> <http://webdocs.asu.edu/>
Результаты представьте в виде файла свойств с таблицами, пояснениями к ним и графиками (если имеются).
-

Вар.3

1. Константа равновесия газофазной реакции изомеризации борнеола (C₁₀H₁₇OH) в изоборнеол равна 0.106 при 503 К. Смесь 7.5 г борнеола и 14.0 г изоборнеола поместили в сосуд объемом 5 л и выдерживали при 503 К до достижения равновесия. Рассчитайте мольные доли и массы борнеола и изоборнеола в равновесной смеси.
 2. Используя <http://pirika.com/>, оцените значения критических параметров, температур и энтальпий фазовых переходов, теплоемкости при 298 К, стандартных термодинамических функций образования при 298 К, давлений паров при 298 и 323 К 2,2,5-триметилгексана. Сравните результаты расчета со справочными данными, приведенными в базах <http://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser.html> <http://webdocs.asu.edu/>
Результаты представьте в виде файла свойств с таблицами, пояснениями к ним и графиками (если имеются)
-

Вар.4

1. Равновесие в реакции $2\text{NOCl}(\text{г}) = 2\text{NO}(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$ устанавливается при 227°C и общем давлении 1.0 бар, когда парциальное давление NOCl равно 0.64 бар (изначально присутствовал только NOCl). Рассчитайте $\Delta_r G^\circ$ этой реакции. При каком общем давлении парциальное давление Cl_2 будет равно 0.10 бар?
 2. Используя <http://pirika.com/>, оцените значения критических параметров, температур и энтальпий фазовых переходов, теплоемкости при 298 К, стандартных термодинамических функций образования при 298 К, давлений паров при 298 и 323 К 3-метил-2-пентанола. Сравните результаты расчета со справочными данными, приведенными в базах <http://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser.html> <http://webdocs.asu.edu/>
Результаты представьте в виде файла свойств с таблицами, пояснениями к ним и графиками (если имеются)
-

Вар.5

1. При 250°C и общем давлении 1 атм PCl_5 диссоциирован на 80% по реакции $\text{PCl}_5(\text{г}) = \text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г})$. Чему будет равна степень диссоциации PCl_5 , если в систему добавить N_2 , чтобы парциальное давление азота было равно 0.9 атм? Общее давление поддерживается равным 1 атм.
 2. Используя <http://pirika.com/>, оцените значения критических параметров, температур и энтальпий фазовых переходов, теплоемкости при 298 К, стандартных термодинамических функций образования при 298 К, давлений паров при 298 и 323 К метил-пропилсульфида ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}$). Сравните результаты расчета со справочными данными, приведенными в базах <http://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser.html> <http://webdocs.asu.edu/>
Результаты представьте в виде файла свойств с таблицами, пояснениями к ним и графиками (если имеются)
-

Вар.6

1. При 2000°C для реакции $\text{N}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{NO}(\text{г})$ $K_p = 2.5 \cdot 10^{-3}$. В равновесной смеси N_2 , O_2 , NO и инертного газа при общем давлении 1 бар содержится 80% (по объему) N_2 и 16% O_2 . Сколько процентов по объему составляет NO ? Чему равно парциальное давление инертного газа?
2. Используя <http://pirika.com/>, оцените значения критических параметров, температур и энтальпий фазовых переходов, теплоемкости при 298 К, стандартных термодинамических функций образования при 298 К, давлений паров при 298 и 323 К 3,3-диметил-2-бутанона. Сравните результаты расчета со справочными данными, приведенными в базах <http://webbook.nist.gov/chemistry/form-ser.html> <http://webdocs.asu.edu/>
Результаты представьте в виде файла свойств с таблицами, пояснениями к ним и графиками (если имеются)

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-1.

- Для решеточного газа известно уравнение состояния: $p(V, T) = -\frac{RT}{a} \ln\left(1 - \frac{a}{V}\right)$
(a – постоянная). Найдите зависимость внутренней энергии от объема и энтальпии от давления для такого газа
- 2.42 г Кг ($M = 83.8$ г/моль) взятого при давлении 2 атм и температуре 298 К расширяются адиабатически и обратимо до давления 1 атм. Определить конечную температуру и работу расширения. Какие значения будут иметь конечная температура и работа расширения, если газ расширяется против постоянного внешнего давления 1 атм? $C_V = 3/2 R$, газ считать идеальным.
- Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ", рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $\text{SO}_2\text{Cl}_2(\text{g}) = \text{SO}_2(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ при 600 К.
- Выведите соотношение между теплоемкостями $C_p - C_V = -T \left[\left(\frac{\partial^2 G}{\partial T^2} \right)_p - \left(\frac{\partial^2 F}{\partial T^2} \right)_V \right]$.

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-2.

- Определите, чему равно $(\partial U / \partial V)_T$ для идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса. Получите калорическое уравнение состояния этих газов в приближении, что C_V не зависит от температуры.
- Рассчитайте работу расширения 0.5 моля этилена при 27 С от 1 л до 5 л, если а) расширение происходило против постоянного внешнего давления, равного 1 атм, б) расширение происходило обратимо. Считать, что этилен подчинялся уравнению Ван-дер-Ваальса, $a = 4.471$ л²атм/моль², $b = 0.05714$ л/моль
- Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ" рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $\text{PCl}_5(\text{g}) = \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ при 450 К.

- Докажите тождество: $C_p - C_V = -\frac{T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p^2}{\left(\frac{\partial V}{\partial p} \right)_T}$.

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-3.

- Определите, чему равно $(\partial U / \partial V)_T$ для газа с уравнением состояния $p = \frac{RT}{V} - \frac{B}{V^2} + \frac{C}{V^3}$.
Получите калорическое уравнение состояния этого вещества в интегральной форме.
- Один моль метана, взятый при 25°C и 1 атм, нагрет при постоянном давлении до удвоения объема. Мольная теплоемкость метана дается выражением: $C_p = 5.34 + 0.0115 \cdot T$ (кал·моль⁻¹·К⁻¹). Рассчитайте ΔU и ΔH для этого процесса. Метан можно считать идеальным газом.
- Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ", рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $2 \text{CH}_4 + \text{N}_2 = 2 \text{HCN} + 3 \text{H}_2$ при 1600 К.
- Докажите тождество: $C_p - C_V = T \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$.

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-4.

1. Известна стандартная энтальпия газовой реакции при 298 К $\text{CO} + 1/2\text{O}_2 = \text{CO}_2$. Все участники реакции - газы Ван-дер-Ваальса. На сколько будет в этом случае отличаться энтальпия реакции при $p = 1$ атм и $T = 298$ К от стандартной ?
2. 2 моля NH_4Cl (тв) находятся в цилиндре с поршнем. При $T = 900$ К хлорид аммония полностью разлагается на NH_3 (газ) и HCl (газ). Разложение проводится так, что поршень может двигаться против внешнего атмосферного давления равного 1 атм. Посчитайте ΔH , ΔU и работу процесса, если NH_3 и HCl - идеальные газы. Стандартные энтальпии образования равны: $\Delta_f H$ (NH_4Cl , solid) = -314.4 кДж/моль; $\Delta_f H$ (NH_3 , gas) = -46.11 кДж/моль; $\Delta_f H$ (HCl , gas) = -92.31 кДж/моль
3. Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ", рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $\text{B}_2\text{H}_6 + 3\text{O}_2 = \text{B}_2\text{O}_3$ (s) + 3 H_2O при 300 К
4. При 25°C объём воды определяется выражением $V = 18.06 - 715 \cdot 10^{-6} P + 46 \cdot 10^{-9} P^2$ см³/моль (P в атм)/ для давлений от 1 до 1000 атм, а коэффициент расширения $(\partial V/\partial T)_P = 4.5 \cdot 10^{-3} + 1.4 \cdot 10^{-6} P$ см³/(моль К)
Определите изменение внутренней энергии при сжатии одного моля воды от 1 до 1000 атм при 25°C.

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-5.

1. Для некоторой фазы $\alpha = 1/V(dV/dT)_p = (k_1 + k_2 p)/V$; $\beta = -1/V(dV/dp)_T = (k_3 - k_2 T)/V$. Найдите термическое уравнение состояния данной фазы.
2. 1,9 моля гелия (идеальный газ) занимающего объём 3 л при 35 С расширяются адиабатически и обратимо до 21 л. Рассчитать работу, теплоту, изменение внутренней энергии и энтальпии для этого процесса.
3. Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ", рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $2 \text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2 \text{SO}_3$ при 1000 К
4. Давление над одним молем твердой меди при температуре 25°C увеличили от 1 до 1000 атм. Найти ΔU , ΔH , ΔS . Медь считать несжимаемой, плотность $8.96 \text{ г} \cdot \text{см}^{-3}$, изобарический коэффициент теплового расширения $\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = 5.01 \times 10^{-5} \text{ К}^{-1}$

Домашняя работа (ФНМ-2008)

Вариант I-6.

1. Для некоторого твердого тела $V = V(0) + aT^3$. Выведите для этого тела зависимости $(dH/dp)_T$ и $H = H(p, T)$.
2. 0,8 моля метана, занимавшего объём 2 л, расширились до 22,3 л против постоянного внешнего давления, равного давлению конечного состояния при постоянной $T = 270$ С. Рассчитайте работу, теплоту, изменение внутренней энергии при этом процессе. Считать, что метан подчиняется уравнению состояния $(P + a n^2/TV^2)(V - nb) = RT$; $a = 433 \text{ атм л}^2 \text{ К/моль}^2$; $b = 0.024 \text{ л/моль}$.
3. Используя справочник "Термодинамические свойства индивидуальных веществ", рассчитайте $\Delta_r H$ и $\Delta_r U$ реакции $4 \text{NO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{N}_2\text{O}_5$ при 1200 К
4. При 25°C объём воды определяется выражением $V = 18.06 - 715 \cdot 10^{-6} P + 46 \cdot 10^{-9} P^2$ см³/моль (P в атм)/ для давлений от 1 до 1000 атм, а коэффициент расширения $(\partial V/\partial T)_P = 4.5 \cdot 10^{-3} + 1.4 \cdot 10^{-6} P$ см³/(моль К)
Определите работу, необходимую для сжатия одного моля воды от 1 до 1000 атм при 25°C