

$$\delta Q = dU + \delta W$$

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАННОГО ОПРОСА СТУДЕНТОВ
НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ
I закон термодинамики. Термохимия.

Авторы: Александрова А. Н.
Терская И. Н.
Чижова Е.А.

Иваново
2010

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
Ивановский государственный химико-технологический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАННОГО ОПРОСА СТУДЕНТОВ
НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ
I закон термодинамики. Термохимия.

Авторы: Александрова А. Н.
Терская И. Н.
Чижова Е.А.

Иваново
2010

Вариант 1

ЧАСТЬ А

1. Какая из приведенных ниже формулировок первого закона термодинамики является наиболее точной ?

1. Внутренняя энергия изолированной системы постоянна, то есть

$$\int dU = 0. U = \text{const.}$$

2. Поглощенная системой теплота расходуется на увеличение внутренней энергии системы и на совершение ею внешней работы, то есть $\delta Q = dU + \delta W$.

3. В циклическом процессе, протекающем в любой термодинамической системе, $\oint dU = 0$, где \oint - интеграл по замкнутому пространству.

4. Приращение внутренней энергии системы при переходе ее из состояния 1 в состояние 2 по пути процесса (а) и (в) равны, то есть

$$\int_1^2 dU(a) = \int_1^2 dU(b), \text{ где } dU = \delta Q - \delta W.$$

Правильными ответами являются:

А. 1 и 2; Б. 1 и 3; В. 2 и 4; Г. все формулировки эквивалентны.

2. В изолированной системе протекает реакция окисления водорода $H_2 + 1/2 O_2 = H_2O_{(г)}$. Изменяются ли внутренняя энергия U и энтальпия системы H ?

А. H и U - постоянны.

Б. H - увеличивается, U - уменьшается.

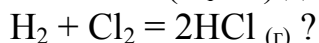
В. H - уменьшается, U - увеличивается.

Г. H - уменьшается, U - постоянна.

3. По какому уравнению можно рассчитать работу изобарического расширения W одного моля идеального газа.

А. $W = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$; Б. $W = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$; В. $W = p(V_2 - V_1)$; Г. $W = C_v(T_2 - T_1)$.

4. Каково соотношение между тепловым эффектом при $p = \text{const}$ ($\Delta_r H^0$) и при $V = \text{const}$ ($\Delta_r U^0$) для реакции, протекающей в газовой фазе:



А. Возможны любые соотношения в зависимости от условий;

Б. $\Delta_r H^0 > \Delta_r U^0$;

В. $\Delta_r H^0 < \Delta_r U^0$;

Г. $\Delta_r H^0 = \Delta_r U^0$.

5. Укажите химическую реакцию, тепловой эффект которой следует рассматривать как теплоту образования твердого хлористого серебра:

- A. $\text{Ag}_{(т)} + \text{Cl}_{(г)} = \text{AgCl}_{(т)}$;
Б. $\text{Ag}_{(т)} + 0,5\text{Cl}_{2(г)} = \text{AgCl}_{(т)}$;
В. $\text{Ag}_2\text{O}_{(т)} + \text{HCl}_{(ж)} = \text{H}_2\text{O}_{(ж)} + \text{AgCl}_{(т)}$;
Г. $\text{Ag}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)} = \text{AgCl}_{(т)}$.

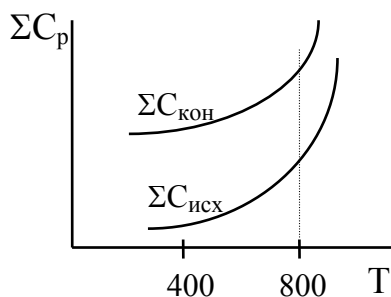
6. Теплоемкость при постоянном давлении можно выразить:

- A. $C_p = aT^3$; В. $C_p = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_p$;
Б. $C_p = \frac{\delta Q_p}{dT} = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$; Г. $C_p = a + bT^2 + cT^3$.

7. Зависимость теплового эффекта от температуры при $V = \text{const}$ описывается уравнением:

- A. $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p = C_p$; В. $\left(\frac{\partial \Delta_r H}{\partial T}\right)_p = \Delta C_p$;
Б. $\left(\frac{\partial \Delta_r U}{\partial T}\right)_V = \Delta C_V$; Г. $C_p = aT^3$.

8. Как изменится тепловой эффект реакции $\Delta_r H^0$ при повышении температуры от 400 до 800 К, если зависимость суммарных теплоемкостей исходных и конечных веществ от температуры имеет вид:



- A. $\Delta_r H$ проходит через минимум;
Б. $\Delta_r H$ возрастает;
В. $\Delta_r H$ уменьшается;
Г. $\Delta_r H$ не изменяется.

9. Какой величине равна разность между $\Delta_r H^0$ и $\Delta_r U^0$ для реакции:
 $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_{6(г)} + 4,5\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}_{(ж)}$, протекающей при 288 К ?

- A. 3,591; Б. 10,775; В. 8,381; Г. -3,591 кДж/моль.

10. Какая из приведенных ниже величин равна тепловому эффекту реакции:

$2\text{Fe}_{(т)} + \text{O}_{2(г)} = 2\text{FeO}_{(т)}$, если тепловые эффекты реакций:
 $2\text{Fe}_{(т)} + 1,5\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3_{(т)}$ и $2\text{FeO}_{(т)} + 0,5\text{O}_2 = \text{Fe}_2\text{O}_3_{(т)}$ равны соответственно -821,1 и -289,6 кДж/моль.

- A. 1110,7; Б. -1110,7; В. 531,5; Г. -531,5 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Докажите, что закон Гесса является частным случаем I закона термодинамики.
2. Покажите расчет теплового эффекта химической реакции по средним теплоемкостям.
3. Тепловой эффект реакции: $2\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_{(г)} + \text{H}_2 = 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(г)}$, протекающей в газовой фазе при стандартном давлении и $T = 298 \text{ K}$, $\Delta_r H^0(298) = -138,69$ кДж/моль. Стандартная теплота образования уксусного альдегида $\Delta_f H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{O}_{(г)}, 298) = -166,02$ кДж/моль. Теплота испарения этилового спирта $\Delta_v H^0(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}, 298) = -42,31$ кДж/моль. Рассчитайте стандартную теплоту образования жидкого этилового спирта в кДж/моль.
А. -262,4; Б. -277,67; В. -347,02; Г. -193,05.
При решении задачи составьте цикл Гесса.
4. Интегральная теплота растворения CuSO_4 в 500 моль H_2O равна (-68,37) кДж/моль, а теплота растворения кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ с образованием раствора той же концентрации составляет 10,5 кДж/моль. Определите тепловой эффект образования кристаллогидрата $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

Вариант 2

ЧАСТЬ А

1. Что такое функция состояния, и какие функции состояния входят в I закон термодинамики.
 - А. Функция состояния - это такая функция, изменение которой не зависит от пути процесса, а зависит только от начального и конечного состояния системы. Теплота и работа - функции состояния.
 - Б. Функция состояния - это такая функция, которая определяется агрегативным состоянием вещества. Внутренняя энергия - функция состояния.
 - В. Функция состояния - это такая функция, изменение которой не зависит от пути процесса, а зависит только от начального и конечного состояния системы. Функция состояния - внутренняя энергия, теплота в изобарическом и изохорическом процессах, работа - в адиабатическом процессе.
 - Г. Функция состояния - это такая функция, которая определяется агрегативным состоянием вещества. Теплота и работа - функции состояния.
2. Вид I закона термодинамики для адиабатического процесса.
 - А. $\delta Q = 0$; $dU = -\delta W$;
 - Б. $dU = 0$;
 - В. $\delta W = 0$; $\delta Q = dU$;
 - Г. $\delta Q = dU + \delta W$.
3. Какое количество теплоты поглотится одним молем идеального газа при изотермическом расширении, если его температура 373 К, а объем увеличивается с $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$?
 - А. 5,69;
 - Б. 5,22;
 - В. 2,27;
 - Г. 12,97 кДж.

4. Наиболее правильным определением теплового эффекта химической реакции является:

А. Количество теплоты, выделенное или поглощенное при проведении реакции при постоянной температуре;

Б. Количество теплоты, выделенное или поглощенное при проведении реакции при постоянном давлении или объеме;

В. Количество теплоты, выделенное или поглощенное при проведении реакции при постоянном давлении или объеме, отсутствие любых видов работы, кроме работы расширения и равенства температур конечных и исходных веществ;

Г. Количество теплоты, выделенное или поглощенное при изотермическом проведении процесса и отсутствии всех видов работы.

5. В каком соотношении находятся значения $\Delta_r H^0$ и $\Delta_r U^0$ для реакции: $\text{CaC}_{2(\text{т})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{CaO}_{(\text{т})} + \text{C}_2\text{H}_{2(\text{г})}$?

А. $\Delta_r H^0 > \Delta_r U^0$;

Б. $\Delta_r H^0 = \Delta_r U^0$;

В. $\Delta_r H^0 < \Delta_r U^0$;

Г. Соотношение между $\Delta_r H^0$ и $\Delta_r U^0$ меняется в зависимости от условий проведения реакции.

6. Укажите реакцию, тепловой эффект которой можно принять за теплоту образования FeSO_4 ?

А. $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$

Б. $\text{Fe}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{FeSO}_4$

В. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{SO}_3 \xrightarrow{\text{т}} \text{FeSO}_4$

Г. $\text{Fe}_{(\text{т})} + \text{S}_{(\text{кр})} + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{FeSO}_4$

7. Какая пара из приведенных ниже соотношений точно соответствует определению теплот образования твердого и газообразного иода $\Delta_f H^0 (\text{I}_2, \text{г})$ и $\Delta_f H^0 (\text{I}_2, \text{т})$ соответственно ?

А. $\Delta_f H^0 (\text{I}_2, \text{т}) = 0$; $\Delta_f H^0 (\text{I}_2, \text{г}) = 0$;

Б. $\Delta_f H^0 (\text{I}_2, \text{т}) = 0$; $\Delta_f H^0 (\text{I}_2, \text{г}) > 0$;

В. $\Delta_f H^0 (\text{I}_2, \text{т}) > 0$; $\Delta_f H^0 (\text{I}_2, \text{г}) = 0$;

Г. $\Delta_f H^0 (\text{I}_2, \text{т}) < 0$; $\Delta_f H^0 (\text{I}_2, \text{г}) > 0$.

8. Каким из термодинамических свойств системы определяется зависимость внутренней энергии системы от температуры;

А. C_V ; Б. C_p ; В. V ; Г. P .

9. Уравнение Кирхгофа для изобарического процесса:

А. $\left(\frac{\partial \Delta_r U}{\partial T}\right)_V = \Delta C_V$;

В. $\left(\frac{\partial \Delta_r H}{\partial T}\right)_p = \Delta C_p$;

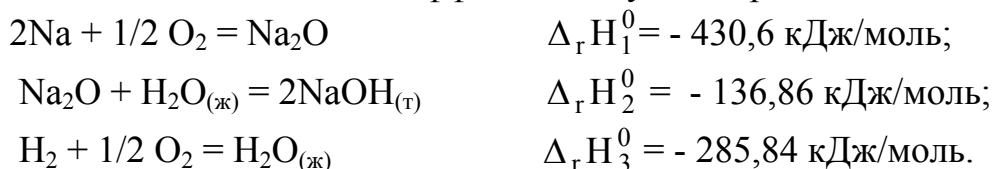
Б. $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p = C_p$;

Г. $\left(\frac{\partial \Delta_r H}{\partial T}\right)_p = C_p$.

10. Определите стандартный тепловой эффект реакции: $2\text{CO} + \text{O}_2 = 2\text{CO}_2$, если известны тепловой эффект реакции: $2\text{C}_{(\text{т})} + \text{O}_2 = 2\text{CO}$ $\Delta_r H_1^0 = - 220,42$ кДж/моль и стандартная теплота сгорания углерода $\Delta_c H^0 (\text{C}_{\text{т}}) = - 393,63$ кДж/моль. При решении составьте цикл Гесса.
 А. -142,88; Б. - 285,80; В. -566,84; Г. -655,3 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Выведите соотношение между тепловыми эффектами химической реакции при $p = \text{const}$ ($\Delta_r H$) и $V = \text{const}$ ($\Delta_r U$).
2. Проинтегрируйте уравнение Кирхгоффа при $p = \text{const}$, учитывая зависимость теплоемкости от температуры.
3. Рассчитайте теплоту образования водного раствора аммиака при бесконечном разведении и $p = 1,013 \cdot 10^5$ Па (стандартные условия), если $\Delta_f H^0 (\text{NH}_{3(\text{г})}) = -46,19$ кДж/моль, теплота растворения газообразного аммиака в воде равна $-34,64$ кДж/моль и $\Delta_f H^0 (\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}) = - 285,84$ кДж/моль ?
4. Рассчитайте стандартную теплоту образования твердой натриевой щелочи, если известны тепловые эффекты следующих реакций:



При решении задачи составьте цикл Гесса.

Вариант 3

ЧАСТЬ А

1. Если система не обменивается с окружающей средой энергией и веществом, то такая система называется:
 А. изолированной; Б. закрытой; В. открытой; Г. адиабатической.
2. Система переходит из состояния 1 в состояние 2 различными способами, при этом поглощается некоторое количество теплоты Q и совершается работа W . Укажите уравнение, связывающее эти величины:
 А. $Q - U_2 = pV_2 - pV_1 - U_1$; Б. $\Delta U = Q - W$;
 В. $U_2 = U_1 + Q - W$; Г. Все выражения верны.
3. В изолированной системе протекает реакция окисления сернистого ангидрида $\text{SO}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{SO}_3$. Изменяются ли внутренняя энергия U и энтальпия H системы ?
 А. H и U - постоянны; Б. H и U - изменяются;
 В. H - постоянна, U - изменяется; Г. U - постоянна, H - изменяется.

4. Для какой из указанных реакций тепловой эффект при постоянном давлении $\Delta_r H$ равен тепловому эффекту при постоянном объеме $\Delta_r U$?
- А. $\text{NH}_3(\text{г}) + \text{HCl}(\text{г}) = \text{NH}_4\text{Cl}(\text{т})$;
 Б. $\text{AgNO}_3(\text{р-р}) + \text{NaCl}(\text{р-р}) = \text{AgCl}(\text{т}) + \text{NaNO}_3(\text{р-р})$;
 В. $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$;
 Г. $\text{I}_2(\text{г}) = \text{I}_2(\text{г})$.
5. Укажите процесс, стандартный тепловой эффект которого следует рассматривать как теплоту сгорания бензола ?
- А. $\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O} = 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}(\text{г})$; В. $2\text{C}_6\text{H}_6 + 15\text{O}_2 = 12\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}(\text{г})$;
 Б. $\text{C}_6\text{H}_6 + 4,5\text{O}_2 = 6\text{CO} + 3\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$; Г. $\text{C}_6\text{H}_6 + 7,5\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}(\text{ж})$.
6. Какую температурную зависимость необходимо знать для расчета теплоемкости вещества при постоянном давлении и температуре ?
- А. $U = f(T)$; Б. $H = f(T)$; В. $V = f(T)$; Г. $P = f(T)$.
7. Укажите, в каком случае тепловой эффект реакции будет увеличиваться с повышением температуры ?
- А. $\Delta_r C_p > 0$; Б. $\Delta_r C_p = 0$; В. $\Delta_r C_p < 0$;
 Г. Для ответа на вопрос нужно знать знак теплового эффекта.
8. Энергетические эффекты каких процессов можно вычислить с помощью табличных значений теплот образования веществ $\Delta_f H_{298}^0$?
- А. Любых процессов; Б. При $p = \text{const}$ и $T = 298 \text{ K}$;
 В. При $V = \text{const}$ и $T = 298 \text{ K}$; Г. Для процессов в газовой фазе.
9. Зависимость теплоемкости от температуры для неорганических веществ можно записать:
- А. $C_p = a + bT + cT^2$; Б. $C_p = aT^3$;
 В. $C_p = a + bT + c'T^{-2}$; Г. $C_p = a + bT + cT^2 + c'T^{-2}$.
10. Определите стандартный тепловой эффект $\Delta_r H^0(298)$ реакции $\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж}) = 3\text{C}_2\text{H}_2(\text{г})$, если известны стандартные теплоты сгорания жидкого бензола - 3267,62 кДж/моль и ацетилена - 1299,63 кДж/моль.
- А. -631,28; Б. 631,28; В. 1968,4; Г. -1468,4 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Запишите соотношение между теплотой, работой процесса и изменением внутренней энергии термодинамической системы. Как будет выглядеть это соотношение при $V = \text{const}$.
2. Расчет тепловых эффектов химических реакций с использованием высоко-температурных составляющих энтальпии.

3. Рассчитайте стандартную теплоту образования HF при 298 К, если энергия диссоциации H₂ при 298 К равна 435,9 кДж/моль, для F₂ 159,0 кДж/моль, для HF 566,1 кДж/моль.
4. Какое количество теплоты выделится при разбавлении раствора серной кислоты, содержащей 1 моль H₂SO₄ и 5 молей H₂O, семьюдесятью молями воды. Для расчета используйте данные об интегральных теплотах растворения H₂SO₄ (ΔH_{инт}⁰), приведенные в таблице.

Число молей H ₂ O на 1 моль кислоты	1	5	10	20	50	75	100	∞
-ΔH _{инт} ⁰ , кДж/моль	28,07	58,03	67,03	71,5	73,35	73,68	73,97	96,99

Вариант 4

ЧАСТЬ А

1. Что понимают под термодинамической системой ?
- А. Это молекулы вещества или атомы с учетом всех элементарных частиц, в них входящих.
- Б. Это система, объем которой остается постоянным.
- В. Это тело или группа тел, мысленно выделенных из окружающей среды.
- Г. Это совокупность нескольких фаз.
2. Какое из приведенных уравнений I-го закона термодинамики применимо к изолированной системе ?
- А. $dU = \delta Q - pdV - \delta W'_{\text{пол}}$; Б. $\delta Q = dU + \delta W$;
- В. $dU = 0, U = \text{const}$; Г. $\delta Q = dU + pdV$.
3. По какому уравнению можно рассчитать работу изотермического расширения W, совершенную 1 молем идеального газа ?
- А. $W = p(V_2 - V_1)$; Б. $W = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$;
- В. $W = C_v(T_2 - T_1)$; Г. $W = \Delta nRT$.
4. Для какой из указанных ниже реакций тепловой эффект процесса при постоянном давлении Δ_rH равен тепловому эффекту при постоянном объеме Δ_rU ?
- А. C₆H_{6(ж)} = C₆H_{6(г)}; Б. CaO_(т) + CO_{2(г)} = CaCO_{3(т)};
- В. SO_{2(г)} + 1/2O_{2(г)} = SO_{3(г)}; Г. CO_(г) + H₂O_(г) = CO_{2(г)} + H_{2(г)}.
5. Укажите процесс, стандартный тепловой эффект которого следует рассматривать как теплоту образования твердого серноокислого никеля.
- А. Ni_(т) + S_(ромб) + 2O_{2(г)} = NiSO_{4(т)};
- Б. Ni_(т) + SO_{3(г)} + 0,5O_{2(г)} = NiSO_{4(т)};
- В. Ni_(т) + H₂SO_{4(ж)} = NiSO_{4(т)} + H_{2(г)};
- Г. NiO_(т) + H₂SO_{4(ж)} = NiSO_{4(т)} + H₂O_(ж).

6. По какому уравнению можно рассчитать тепловой эффект химической реакции: $C_2H_6 \xrightarrow{t} C_2H_2 + 2H_2$

1 - $\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_c H_{298}^0(C_2H_2) + 2\Delta_c H_{298}^0(H_2) - \Delta_c H_{298}^0(C_2H_6)$;

2 - $\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(C_2H_2) + 2\Delta_f H_{298}^0(H_2) - \Delta_f H_{298}^0(C_2H_6)$;

3 - $\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(C_2H_2) - \Delta_f H_{298}^0(C_2H_6)$.

А - только по уравнению (2);

Б - только по уравнению (1);

В - по уравнениям (2) и (3);

Г - можно использовать любое уравнение.

7. Укажите, какие два уравнения, из приведенных ниже, можно использовать для расчета количества теплоты, необходимого для нагревания одного моля твердого вещества от T_1 до T_2 при постоянном давлении.

1 - $Q = C_p (T_2 - T_1)$; 2 - $Q = \bar{C}_p (T_2 - T_1)$; 3 - $Q = \int_{T_1}^{T_2} C_p dT$;

4 - $Q = C (T_2 - T_1)$; 5 - $Q = \int_{T_1}^{T_2} C_v dT$.

А. (1) и (3); Б. (1) и (4); В. (2) и (3); Г. (4) и (5).

8. Как изменяется теплота испарения бензола с повышением температуры ? (при решении следует учесть, что $C_p(C_6H_{6(ж)}) > C_p(C_6H_{6(г)})$).

А. Не изменяется;

Б. Уменьшается;

В. Увеличивается;

Г. Зависит от взятого интервала температур.

9. Рассчитайте разницу между тепловыми эффектами при $p = \text{const}$ ($\Delta_r H^0$) и $V = \text{const}$ ($\Delta_r U^0$) для реакции: $4NO_{(г)} + 6H_2O_{(ж)} = 4NH_{3(г)} + 5O_{2(г)}$ при 298 К;

А. -2,48 кДж/моль; Б. 0; В. 12,38 кДж/моль; Г. 2,48 кДж/моль.

10. Рассчитайте стандартную теплоту образования оксида азота, $\Delta_f H^0$ (298, $NO_{(г)}$), если даны энергии диссоциации кислорода - 498,7 кДж/моль, азота - 945,6 кДж/моль, оксида азота - 631,0 кДж/моль.

А. -803,0; Б. -91,15; В. 1363,0; Г. 91,15 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Покажите, что закон Гесса справедлив для процессов, протекающих при условиях постоянства давления или объема системы.
2. Температурная зависимость теплового эффекта образования сернистой ртути выражается уравнением:

$$\Delta H^0(T) = 10393 - 4,627T + 15,9 \cdot 10^{-3}T^2 - 18,49 \cdot 10^{-6}T^3.$$

Выведите уравнение $\Delta C_p = f(T)$ для этой реакции.

3. Рассчитайте тепловой эффект реакции горения сероводорода $H_2S_{(г)} + 3/2O_2 = H_2O_{(ж)} + SO_{2(г)}$ по известным тепловым эффектам следующих реакций:



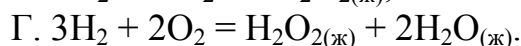
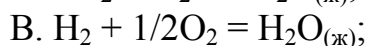
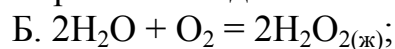
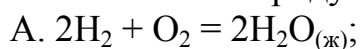
4. При растворении 1 моль безводного карбоната натрия в 400 моль H_2O выделяется 23,43 кДж/моль теплоты, а при растворении такого же количества кристаллогидрата $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ с образованием раствора той же концентрации поглощается 69,04 кДж/моль. Рассчитайте теплоту гидратации безводного карбоната натрия и объясните знаки тепловых эффектов растворения безводной соли и ее кристаллогидрата.

Вариант 5

ЧАСТЬ А

1. Для каких систем справедливо первое начало термодинамики ?
 А. Только для изолированных систем;
 Б. Только для систем, находящихся в равновесии;
 В. Для любых термодинамических систем;
 Г. Только для закрытых систем.
2. Термодинамическая система переходит из состояния 1 в состояние 2 двумя различными путями. На первом пути она получает некоторое количество теплоты Q_1 и совершает работу W_1 на втором Q_2 и W_2 . Как связаны между собой величины $Q_1 - W_1$ и $Q_2 - W_2$?
 А. $Q_1 - W_1 > Q_2 - W_2$; Б. $Q_1 - W_1 = Q_2 - W_2$; В. $Q_1 - W_1 < Q_2 - W_2$;
 Г. Все указанные выше соотношения возможны. Конкретное соотношение зависит от условий проведения процесса.
3. Выберите неверное утверждение. Тепловой эффект реакции:
 А. Не зависит от направления реакции;
 Б. Определяется состоянием исходных веществ;
 В. Определяется состоянием продуктов реакции;
 Г. Зависит от числа промежуточных стадий.
4. В каких условиях процесс перехода жидкости в пар требует больших затрат тепла при изобарическом или изохорическом испарении ?
 А. при $p = const$; Б. при $v = const$;
 В. количество тепла в обоих случаях одинаково;
 Г. это зависит от природы жидкости.

5. Тепловой эффект какой реакции является одновременно теплотой образования конечного продукта и теплотой сгорания исходного ?



6. Какое из приведенных соотношений позволяет рассчитать изменение внутренней энергии при изохорическом нагревании вещества:

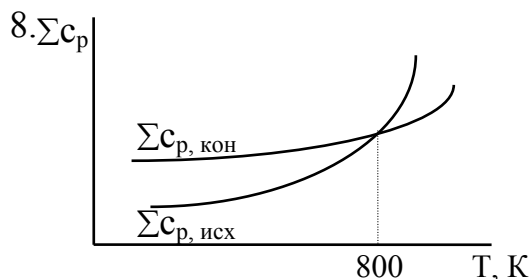
A. $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v = C_v$;

Б. $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_p = C_p$;

В. $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_v = \frac{3}{2}R$;

Г. $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_p = \frac{5}{2}R$.

7. Как изменится тепловой эффект реакции при повышении температуры в районе 800 К, если температурная зависимость суммарных теплоемкостей исходных и конечных веществ имеет вид:



A. $\Delta_r H$ уменьшается;

Б. $\Delta_r H$ увеличивается;

В. $\Delta_r H$ не изменяется;

Г. при 800 К $\Delta_r H = 0$.

8. В каком случае указаны только функции состояния ?

A. P, V, T;

Б. U, Q_p, Q_v, S, H;

В. U, S, W, Q;

Г. m, V, ρ, n.

9. Уравнение Кирхгофа показывает зависимость:

A. Теплоемкости от температуры;

Б. Теплового эффекта реакции от теплоемкости;

В. Внутренней энергии или энтальпии от температуры;

Г. Теплового эффекта реакции от температуры.

10. Определите стандартный тепловой эффект $\Delta_r H^0$ (298) реакции

$\text{C}_{(\text{т})} + \text{CO}_{2(\text{г})} = 2\text{CO}_{(\text{г})}$, если тепловой эффект реакции $\text{C}_{(\text{г})} + 0,5\text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{(\text{г})}$, равен -283,0 кДж/моль и стандартная теплота сгорания углерода равна -393,63 кДж/моль.

A. 172,37;

Б. -172,37;

В. -110,63;

Г. 110,63 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Докажите, что закон Гесса является частным случаем I начала термодинамики.

2. Зависимость $\Delta_r C_p$ реакции образования сернистой ртути от температуры выражается уравнением $\Delta_r C_p = -4,627 + 31,8 \cdot 10^{-3}T - 55,47 \cdot 10^{-6}T^2$. Выразите

уравнением зависимость теплоты образования ($\Delta_f H$) сернистой ртути от температуры.

3. Различные виды топлива характеризуются удельной теплотой сгорания, равной отношению теплоты сгорания к массе сгоревшего топлива (в кДж/кг). Определите удельную теплоту сгорания метана и пропана. Какое топливо более эффективно? (При решении используйте справочные данные).



протекающей в газовой фазе $\Delta_r H^0$ (298, г) равен - 15,06 кДж/моль. Чему равен тепловой эффект этой реакции в жидкой фазе $\Delta_r H^0$ (298, ж), если теплоты испарения н-пропилового и изопропилового спирта равны соответственно 46,2 кДж/моль и 43,3 кДж/моль.

Вариант 6

ЧАСТЬ А

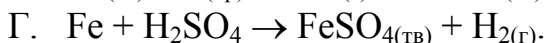
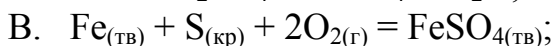
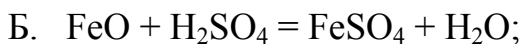
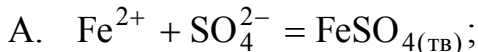
1. Что называется термодинамической системой?
- А - это отдельная молекула или атом.
Б - это тело или группа тел, мысленно выделенных из окружающей среды и находящихся со средой во взаимодействии.
В - это любое вещество в газообразном состоянии.
Г - возможны любые варианты ответа.
2. Как записать I закон термодинамики в общем виде и для адиабатического процесса?
- А. $\delta Q = dU + \delta W$; $dU = 0$;
Б. $\delta Q = 0$; $\delta Q_v = dU$;
В. $\delta Q = dU + \delta W$; $\delta Q = dH$;
Г. $\delta Q = dU + \delta W$; $\delta Q = 0$.
3. Система из состояния I в состояние 2 переведена обратимым и необратимым путем. Какие из перечисленных величин: ΔU , W и Q будут одинаковы в том и другом случае?
- А. Приращение внутренней энергии ΔU ;
Б. Величина работы W ;
В. Количество теплоты Q ;
Г. ΔU , W , Q в обратимом процессе не равны соответствующим величинам в необратимом процессе.
4. В каком случае работа обратимого расширения газа от объема V_1 до V_2 больше: при изобарическом или изотермическом расширении? Исходное состояние системы для обоих процессов одинаково.
- А. Работа в обоих случаях одинакова.

Б. При изотермическом.

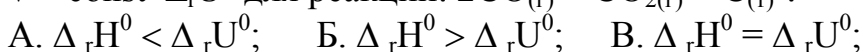
В. При изобарическом.

Г. Это зависит от конкретных условий протекания процесса (P, T).

5. Укажите процесс, стандартный тепловой эффект которого можно принять за теплоту образования FeSO_4 .



6. Каково соотношение между тепловыми эффектами при $P = \text{const}$ $\Delta_r H^0$ и при $v = \text{const}$ $\Delta_r U^0$ для реакции: $2\text{CO}_{(\text{Г})} = \text{CO}_{2(\text{Г})} + \text{C}_{(\text{Т})}$?



Г. Это зависит от конкретных условий протекания реакции (P, T).

7. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры описывается уравнением:

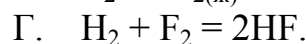
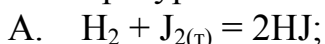
А. $\frac{d(\Delta_r H)}{dT} = \Delta_r C_p$;

Б. $C_p = a + bT + cT^2 + c'T^{-2}$;

В. $\Delta_r H^0(T) = \sum \Delta_f H_{(\text{Т})\text{прод}}^0 - \sum \Delta_f H_{(\text{Т})\text{исх}}^0$;

Г. Все вышеперечисленные уравнения в зависимости от конкретных условий.

8. Для какой из указанных реакций тепловой эффект сильнее всего зависит от температуры:



9. Рассчитайте интегральную теплоту растворения K_2SO_4 в бесконечно разбавленном растворе, если известны стандартные теплоты образования

$$\Delta_f H^0(298, \text{K}_2\text{SO}_{4,\text{Г}}) = -1433,44 \text{ кДж / моль};$$

$$\Delta_f H^0(298, \text{K}_{\text{ақ}}^+) = -251,21 \text{ кДж / моль};$$

$$\Delta_f H^0(298, \text{SO}_{4\text{ақ}}^{2-}) = -907,51 \text{ кДж / моль}.$$

Интегральная теплота растворения в кДж/моль равна:

А. 274,9; Б. 390,7; В. 23,5; Г. 781,4.

10. Рассчитайте стандартный тепловой эффект реакции $\text{Mg}_{(\text{Т})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{Ж})} = \text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{Т})} + \text{H}_{2(\text{Г})}$, если известен тепловой эффект реакции $\text{Mg}(\text{OH})_{2(\text{Т})} =$

$\text{MgO}_{(т)} + \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$ $\Delta_f H_1^0(298) = 37,58 \text{ кДж/моль}$ и стандартные теплоты образования:

$$\Delta_f H^0(298, \text{H}_2\text{O}_{(ж)}) = -285,84 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta_f H^0(298, \text{MgO}_{(т)}) = -601,24 \text{ кДж/моль}.$$

$\Delta_f H_1$ в кДж/моль равен:

А. -269,22; Б. -352,98; В. -680,5; Г. 680,5.

ЧАСТЬ Б

1. Рассмотрите частные случаи I закона термодинамики, в которых теплота не зависит от пути протекания реакции, а определяется начальным и конечным состояниями системы.
2. Рассчитайте тепловой эффект реакции горения сероводорода $\text{H}_2\text{S}_{(г)} + 3/2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}_{(ж)} + \text{SO}_{2(г)}$ по следующим данным:
 - 1) $\text{S}_{(кр)} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{S}_{(г)}$ $\Delta H_1 = -20,17 \text{ кДж/моль};$
 - 2) $\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$ $\Delta H_2 = -286,0 \text{ кДж/моль};$
 - 3) $\text{S}_{(кр)} + \text{O}_2 = \text{SO}_{2(г)}$ $\Delta H_3 = -297,0 \text{ кДж/моль}.$
3. Высокотемпературные составляющие энтальпии веществ и их использование при расчете тепловых эффектов.
4. Энтальпия образования $\text{H}_2\text{O}_{2(г)}$ из простых веществ равна (-136,1) кДж/моль, энтальпии диссоциации газообразных водорода и кислорода соответственно равны 432 и 490 кДж/моль. Вычислите энергию связи O – H в пероксиде водорода, приняв энергию связи O – O равной 138,07 кДж/моль.

Вариант 7

ЧАСТЬ А

1. На основании I закона термодинамики можно:
 - А. определять скорость химических реакций;
 - Б. рассчитывать тепловые эффекты;
 - В. предсказывать возможность самопроизвольного протекания процесса;
 - Г. решать все вышеуказанные вопросы.
2. Математическое выражение I закона термодинамики в общем виде и для изохорического процесса:
 - А. $\delta Q = dU - \delta W$; $\delta W = 0$;
 - Б. $\delta Q = dU + \delta W$; $\delta Q = dH$;
 - В. $\delta Q = dU + \delta W$; $\delta U = 0$;
 - Г. $\delta Q = dU + \delta W$; $\delta Q = dU$.
3. Система называется изолированной, если она:
 - А. Не обменивается теплотой с окружающей средой;
 - Б. Не обменивается работой с окружающей средой;

- В. Заключена в жесткую оболочку;
 Г. Энергетически изолирована от внешней среды и не обменивается с ней веществом.

4. С помощью термохимического уравнения $\text{H}_2\text{S}_{(\text{г})} + 3/2\text{O}_2 = \text{SO}_{2(\text{г})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} + 562,8 \text{ кДж}$ определите объем сгоревшего сероводорода при н.у., если известно, что в результате реакции выделяется 56,28 кДж.

- А. 11,2л; Б. 2,24л; В. 22,4л; Г. 224л.

5. Какое математическое выражение отражает зависимость энтальпии индивидуального вещества A_xB_y от температуры ?

А. $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p = C_p$; Б. $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p = \text{const}$;

В. $\left(\frac{\partial \Delta_r H}{\partial T}\right) = \Delta_r C_p$; Г. $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p = \frac{5}{2} R$.

6. Укажите процесс, тепловой эффект которого можно рассматривать как теплоту сгорания этилацетата.

- А. $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(\text{ж})} + 3\text{O}_2 = 4\text{CO}_{(\text{г})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$;
 Б. $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(\text{ж})} + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_{2(\text{г})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$;
 В. $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(\text{ж})} + 5\text{O}_2 = 4\text{CO}_{2(\text{г})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$;
 Г. $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5_{(\text{ж})} + 7\text{O}_2 = 4\text{CO}_{2(\text{г})} + 4\text{H}_2\text{O}_{2(\text{ж})}$.

7. Температурные коэффициенты тепловых эффектов реакций (I) и (II) выражаются следующими уравнениями:

(I) $\Delta_r C_p^0 = 4,57 \cdot 10^3 + 81,62 \cdot T + 2 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 - \frac{0,05 \cdot 10^5}{T}$;

(II) $\Delta_r C_p^0 = -21,8 \cdot 10^3 - 25,6 \cdot T + 0,21 \cdot 10^{-3} \cdot T^2$.

Как изменяются тепловые эффекты этих реакций $\Delta_r H_1^0$ и $\Delta_r H_2^0$ при увеличении температуры?

- А. $\Delta_r H_1^0$ уменьшается, $\Delta_r H_2^0$ растет;
 Б. $\Delta_r H_1^0$ растет, $\Delta_r H_2^0$ уменьшается;
 В. $\Delta_r H_1^0$ и $\Delta_r H_2^0$ увеличиваются;
 Г. $\Delta_r H_1^0$ и $\Delta_r H_2^0$ уменьшаются.

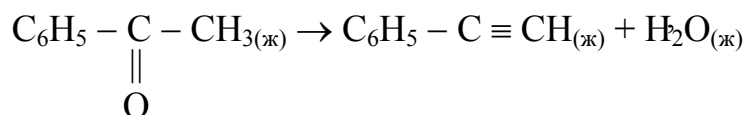
8. Рассчитайте стандартный тепловой эффект реакции $\Delta_r H_1^0$ в кДж/моль для реакции $\text{Cd}_{(\text{т})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{ж})} = \text{CdSO}_{4(\text{ж})} + \text{H}_{2(\text{г})}$, если известны тепловой эффект реакции $\text{Zn}_{(\text{т})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{ж})} = \text{ZnSO}_{4(\text{т})} + \text{H}_{2(\text{г})}$ $\Delta_r H_2^0 = -166,9 \text{ кДж/моль}$ и стандартные теплоты образования:

$$\Delta_f H^0(298, \text{CdSO}_{4(\text{т})}) = -925,9 \text{ кДж/моль} \quad \text{и}$$

$$\Delta_f H^0(298, \text{ZnSO}_{4(\text{т})}) = -978,2 \text{ кДж/моль.}$$

А. -1904,1; Б. +219,2; В. -216,6; Г. -114,6.

9. Рассчитайте разницу между тепловыми эффектами при постоянном давлении $\Delta_r H^0$ и постоянном объеме $\Delta_r U^0$ для реакции:



проведенной при 298⁰. Чему будет равна эта разница, если поднять температуру до 400 К и все вещества перевести в газообразное состояние.

А. 0; 3324 Дж; Б. 0; -3324 Дж;
В. 3324 Дж; 3324 Дж; Г. 3324 Дж; 0.

10. По приведенным в таблице данным рассчитайте тепловой эффект реакции $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{COCl}_2$ $\Delta_r H^0(500)$ кДж/моль.

Вещество	CO	Cl ₂	COCl ₂
H(500) - H(298) кДж/моль	5,941	7,136	12,845
$\Delta_f H^0(298)$ кДж/моль	-110,5	0	-223,

А. -112,268; Б. -333,792; В. -112,732; Г. +112,268 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Выведите соотношение между тепловыми эффектами реакции при $p = \text{const}$ и $V = \text{const}$.
2. Теплоты растворения MgSO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ и $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ соответственно равны (-84,85); (-55,64); и 15,9 кДж/моль. Определите теплоты гидратации при переходах:
 - а) MgSO_4 в $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$;
 - б) MgSO_4 в $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$;
 - в) $\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
3. Понятие теплоемкости, виды теплоемкости. Зависимость теплоемкости от температуры.
4. Для этана, этилена и водорода зависимость теплоемкостей от температуры описывается следующими уравнениями:

$$C_p(\text{C}_2\text{H}_6) = 4,49 - 182,3 \cdot 10^{-3} \cdot T - 74,86 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \quad \text{Дж/моль} \cdot \text{К};$$

$$C_p(\text{C}_2\text{H}_4) = 4,20 + 154,6 \cdot 10^{-3} \cdot T - 81,10 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \quad \text{Дж/моль} \cdot \text{К};$$

$$C_p(\text{H}_2) = 27,28 + 3,26 \cdot 10^{-3} \cdot T + 0,502 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 \quad \text{Дж/моль} \cdot \text{К}.$$

Вычислить температурный коэффициент теплового эффекта реакции гидрирования этилена при 1000 К. Как тепловой эффект этой реакции изменяется с увеличением температуры.

Вариант 8

ЧАСТЬ А

- Как выглядит математическая формула I закона термодинамики ? При каких условиях работа процесса приобретает свойства функции состояния ?
 - $Q = \Delta U + W$; при $\Delta U = 0$;
 - $\delta Q = dU + \delta W$; при $p = \text{const}$ или $V = \text{const}$;
 - $\delta Q = dU + \delta W$; при $\delta Q = \text{const}$;
 - все варианты возможны.
- По какому уравнению можно рассчитать тепловой эффект химической реакции $\text{CS}_{2(\text{ж})} + 3\text{O}_2 = \text{CO}_{2(\text{г})} + 2\text{SO}_{2(\text{г})}$.
 - $\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + \Delta_f H_{298}^0(\text{SO}_2) - \Delta_f H_{298}^0(\text{CS}_2) - \Delta_f H_{298}^0(\text{O}_2)$;
 - $\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_c H_{298}^0(\text{CO}_2) + 2\Delta_c H_{298}^0(\text{SO}_2) - \Delta_c H_{298}^0(\text{CS}_2) - 3\Delta_c H_{298}^0(\text{O}_2)$;
 - $\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + 2\Delta_f H_{298}^0(\text{SO}_2) - \Delta_f H_{298}^0(\text{CS}_2) - 3\Delta_f H_{298}^0(\text{O}_2)$;
 - $\Delta_r H_{298}^0 = \Delta_f H_{298}^0(\text{CO}_2) + 2\Delta_f H_{298}^0(\text{SO}_2) - \Delta_f H_{298}^0(\text{CS}_2)$.
- На основании закона Гесса и его следствий можно:
 - производить расчет тепловых эффектов химических реакций;
 - определить зависимость теплового эффекта реакции от температуры;
 - рассчитать изменение теплоемкости в ходе реакции;
 - решать все вышеперечисленные вопросы.
- В каком соотношении находятся тепловой эффект при $p = \text{const}$ и при $V = \text{const}$ (Q_p) для реакции: $\text{CS}_{2(\text{ж})} + 3\text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + 2\text{SO}_{2(\text{г})}$
 - $Q_p > Q_v$;
 - $Q_p = Q_v$;
 - $Q_p < Q_v$;
 - для ответа на вопрос нужны численные значения тепловых эффектов.
- Тепловой эффект какой реакции можно принять за теплоту образования серной кислоты ?
 - $\text{H}_{2(\text{г})} + \text{S}_{(\text{кр})} + 2\text{O}_{2(\text{г})} = \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{ж})}$;
 - $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4$;
 - $\text{CuSO}_4 + 2\text{HCl} = \text{CuCl}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$;
 - $\text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{SO}_4$.
- Чему равно соотношение C_p/C_v для одноатомных идеальных газов ?
 - 1,33; Б. 1,40; В. 1,67;
 - это отношение зависит от температуры.
- В каком случае тепловой эффект химической реакции будет увеличиваться с ростом температуры ?
 - для любой экзотермической реакции;
 - если $\Delta C_p > 0$;
 - если $\Delta C_p < 0$;
 - для реакций, протекающих в изолированной системе.

8. Теплота образования $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{тв})$ равна (-821,3 кДж/моль), а Al_2O_3 (-1675,0 кДж/моль). Чему равен тепловой эффект реакции восстановления 1 моль Fe_2O_3 металлическим алюминием.
- А. 853,7 кДж/моль;
 Б. 2496,3 кДж/моль;
 В. 1248,15 кДж/моль;
 Г. -853,7 кДж/моль.
9. Интегральная теплота растворения 1 моль BaCl_2 в 400 моль H_2O равна (-11,18) кДж/моль, а для $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - (18,74) кДж/моль. Теплота образования кристаллогидрата будет равна:
- А. -29,92 кДж/моль;
 Б. 29,92 кДж/моль;
 В. 7,56 кДж/моль;
 Г. -7,56 кДж/моль.
10. Определите стандартную энтальпию образования оксида кальция с помощью следующих термохимических уравнений:
- | | |
|---|----------------------------------|
| $\text{CaO}_{(\text{кр})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{кр})}$ | $\Delta H_1 = -64,74$ кДж/моль; |
| $\text{H}_{2(\text{г})} + 1/2\text{O}_{2(\text{г})} = \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$ | $\Delta H_2 = -286,00$ кДж/моль; |
| $\text{Ca}_{(\text{кр})} + \text{O}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})} = \text{Ca}(\text{OH})_{2(\text{кр})}$ | $\Delta H_3 = -986,2$ кДж/моль. |
- А. 1207,46 кДж/моль; Б - 635,46 кДж/моль;
 В. 764,94 кДж/моль; Г. 635,46 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Что называется тепловым эффектом химической реакции? При каких условиях он соответствует изменению энтальпии реакции ($\Delta_r H_T^0$) и изменению внутренней энергии ($\Delta_r U_T^0$)?
2. Тепловой эффект образования CO_2 из аморфного углерода $\Delta H_{298}^0 = -409,2$ кДж/моль, из графита $\Delta H_{298}^0 = -393,5$ кДж/моль, а из алмаза $\Delta H_{298}^0 = -395,4$ кДж/моль. Как можно объяснить расхождение этих данных?
3. Различные виды топлива характеризуются удельной теплотой сгорания (в кДж/моль) - величиной равной отношению теплоты сгорания к массе сгоревшего топлива. Вычислите удельную теплоту сгорания угля содержащего 87 % углерода и 13 % негорючих примесей. (При решении воспользуйтесь справочными данными).
4. Температурная зависимость теплового эффекта реакции выражается уравнением, $\Delta_r H^0(T) = 10393 - 4,627 \cdot T + 15,9 \cdot 10^{-3} T^2 - 18,49 \cdot 10^{-6} T^3$. Выведите уравнение $\Delta C_p = f(T)$ для этой реакции.

Вариант 9

ЧАСТЬ А

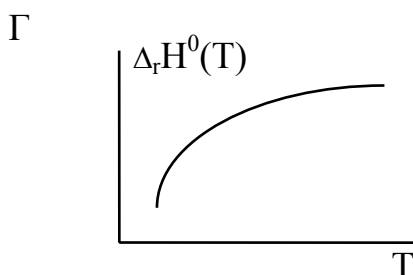
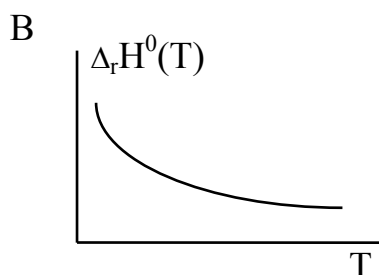
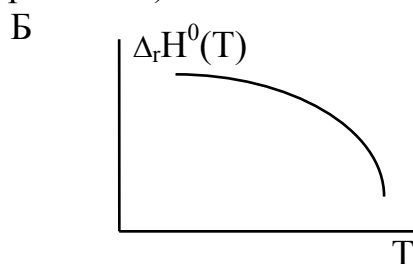
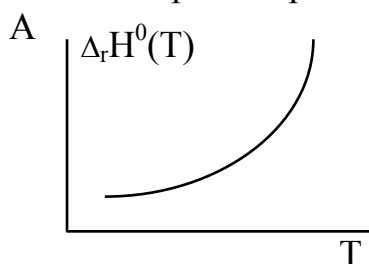
1. Стандартная теплота образования жидкого анилина при 298 К равна 29,7 кДж/моль. Укажите уравнение реакции, к которой относится этот тепловой эффект.

- А. $6\text{C} + 7\text{H} + \text{N} = \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$;
 Б. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 3\text{H}_2 = \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
 В. $6\text{C} + 7/2 \text{H}_2 + 1/2\text{N}_2 = \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$;
 Г. $\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + 9/4\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} = \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + 3/4\text{Fe}_3\text{O}_4$.

2. 1 моль газа изохорически нагревается от T_1 до T_2 . Дайте наиболее общее выражение для изменения внутренней энергии газа в этом процессе:

- А. $\Delta U = C_v(T_2 - T_1)$; Б. $\Delta U = \int_{T_2}^{T_1} \Delta C_v dT$;
 В. $\Delta U = \int_{T_1}^{T_2} C_v dT$; Г. $\Delta U = (C_p - C_v)(T_2 - T_1)$.

3. Для некоторой химической реакции изменение теплоемкости как функции температуры выражено уравнением: $\Delta c_p = \Delta a + \Delta bT + \Delta cT^2$. Коэффициенты Δa , Δb , Δc больше нуля. Как эффекта этой реакции от температуры (в том температурном интервале, для которого справедливо данное уравнение) ?



4. Пользуясь справочными данными, рассчитайте тепловой эффект реакции $\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$, протекающей при 1200К и постоянном объеме. Считайте, что теплоемкость всех веществ, принимающих участие в реакции, в интервале от 298 до 1200 К постоянна.

- А. 21330; Б. -22,5; В. -270,0; Г. -205,5 кДж/моль.

5. При температуре 300 К идеальный газ изотермически и обратимо расширяется от 10^{-2} до 10^{-1} м^3 . Количество поглощенного при этом тепла равно 17,26 кДж. Сколько молей газа участвует в этом процессе.
 А. 46; Б. 23; В. 11,5; Г. 3.
6. Система переходит из состояния 1 в 2. При этом выделяется теплота и совершается работа W . Как изменится теплота Q , если при переходе из 1 в 2 другим путем работа уменьшится на ΔW ?
 А. Q уменьшится на ΔW ; В. Q не изменится;
 Б. Q увеличится на ΔW ; Г. В общем случае этого сказать нельзя.
7. Для какой реакции тепловые эффекты при постоянном давлении $\Delta_r H^0$ и при постоянном объеме $\Delta_r U^0$ равны:
 А. $\text{N}_2\text{O}_{4(\text{г})} = 2\text{NO}_{2(\text{г})}$; Б. $2\text{H}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$;
 В. $\text{C}_{(\text{т})} + \text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})}$; Г. $2\text{H}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$.
8. Теплота процесса не зависит от его пути, если:
 А. Температура процесса постоянна;
 Б. Система не совершает работу против внешних сил;
 В. Процесс является равновесным;
 Г. Процесс протекает при постоянном объеме или давлении, температура в конце процесса равна исходной, и во время процесса не совершается полезная работа.
9. Определите стандартный тепловой эффект реакции: $2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_2 = 2\text{SO}_{3(\text{г})}$, если теплота образования $\Delta_f H^0$ (298, $\text{SO}_{2(\text{г})}$) = -296,82 кДж/моль, а стандартный тепловой эффект реакции $2\text{SO}_{3(\text{г})} = 2\text{S}_{(\text{ромб})} + 3\text{O}_{2(\text{г})}$ $\Delta_r H^0$ (298) = 790,17 кДж/моль.
10. Тепловой эффект реакции, протекающей в газовой фазе: $\text{C}_6\text{H}_6 + 3\text{H}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12}$, равен - 206,01 кДж/моль. Стандартная теплота образования бензола $\Delta_f H^0$ (298, $\text{C}_6\text{H}_{6(\text{г})}$) = 82,93 кДж/моль. Чему равна теплота испарения циклогексана, если $\Delta_f H^0$ (298, $\text{C}_6\text{H}_{6(\text{ж})}$) = -156,19 кДж/моль ?
 А. 54,0; Б. 136,85; В. -33,09; Г. 33,09 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

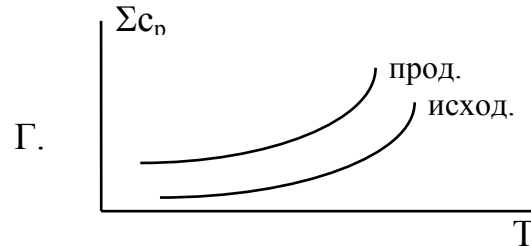
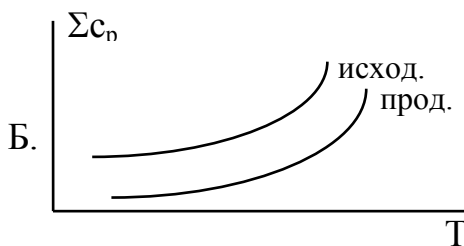
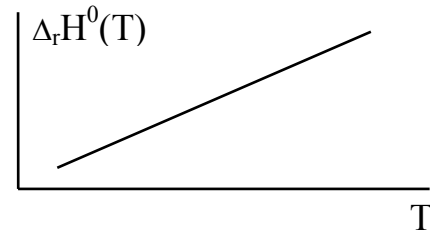
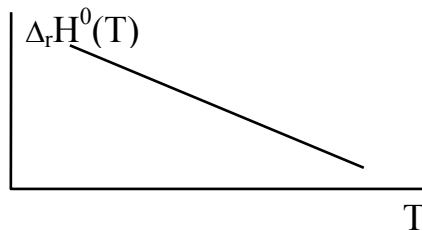
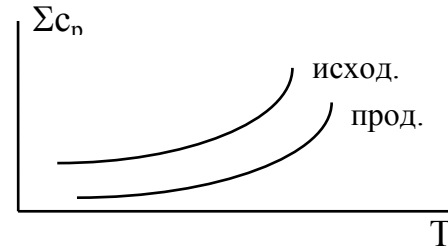
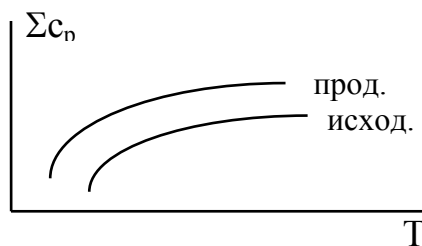
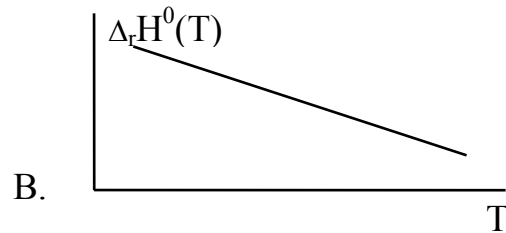
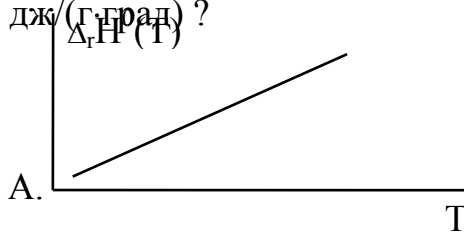
- Согласно I закону термодинамики теплота есть функция процесса. Закон Гесса утверждает, что тепловой эффект химической реакции не зависит от пути процесса. Дайте объяснение этому противоречию.
- Дайте определение понятия "термодинамическая система". Системы: закрытые, открытые и изолированные.
- Можно ли представить себе процесс, протекающий при постоянном объеме, за счет которого получается механическая работа.
- Как рассчитать тепловой эффект реакции горения углерода до оксида углерода, который не может быть найден экспериментально. Какие данные для этого необходимы.

Вариант 10

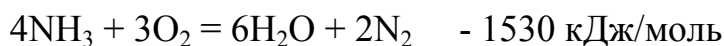
ЧАСТЬ А

1. В справочнике отсутствует величина теплоты сгорания бензильного альдегида. Какие табличные данные нужны для ее расчета при 298 К ?
- А. Теплоты сгорания альдегида, углекислого газа и воды.
 Б. Теплоты образования альдегида, углекислого газа и воды.
 В. Теплоты восстановления окислов - продуктов сгорания.
 Г. Зависимость теплоты образования бензильного альдегида от температуры.

2. Как выглядят зависимости теплового эффекта и теплоемкости продуктов и исходных веществ от температуры для процесса перехода ромбической серы в моноклиническую, если в интервале температур от 273 до 368,4 К разность теплоемкости моноклинической и ромбической серы составляет 0,029 дж/(г·град) ?



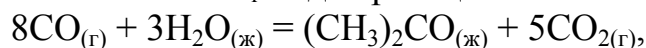
3. Если 2 моля гелия нагреть на 1° в закрытом сосуде объемом 1 л, то чему будет равна работа этого процесса ?
 А. RT; Б. R; В. нулю; Г. 2RT.
4. 100 г азота находится при 273 К и 10⁵ Н/м². Рассчитайте теплоту изотермического процесса расширения азота до объема 200 л.
 А. 7320 дж; Б. 7320 кДж; В. 3180 дж; Г. 3180кДж.
5. Рассчитайте теплоту образования аммиака при 298 К и постоянном объеме $\Delta_f U^0(T)$, если при данной температуре известны тепловые эффекты при постоянном давлении $\Delta_r H^0(T)$ следующих реакций:
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} \quad -572 \text{ кДж/моль}$



А. 90,0; Б. 92,4; В. -44,0; Г. -46,0 кДж/моль.

6. Можно ли утверждать, что если одна из 2-х величин работа W или теплота процесса Q равна нулю, то другая приобретает свойства функции состояния, независимо от природы процесса ?

7. Какова зависимость между тепловыми эффектами при постоянном давлении $\Delta_r H^0$ и постоянном объеме $\Delta_r U^0$ для реакции:

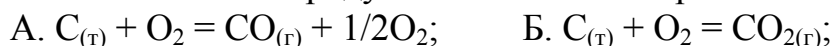


если она протекает при постоянной температуре.

А. $\Delta_r U^0 > \Delta_r H^0$; Б. $\Delta_r U^0 = \Delta_r H^0$; В. $\Delta_r U^0 < \Delta_r H^0$;

Г. Определенный вывод можно сделать, если известны конкретные условия протекания реакции - температура, давление.

8. Тепловой эффект какого процесса является одновременно теплотой образования конечного продукта и теплотой сгорания исходного ?



9. Как зависит тепловой эффект реакции $\Delta_r H^0$ от температуры, если разность суммарных теплоемкостей конечных веществ и исходных продуктов есть величина постоянная ?

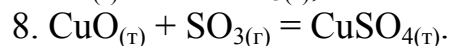
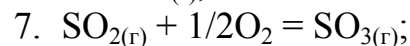
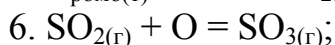
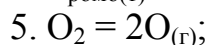
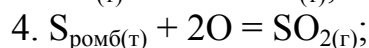
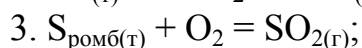
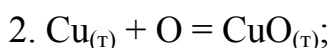
А. $\Delta_r H^0$ не зависит от температуры.

Б. С ростом температуры проходит через максимум.

В. С ростом температуры проходит через минимум.

Г. Находится в линейной зависимости от температуры.

10. Для нахождения теплоты образования CuSO_4 можно воспользоваться законом Гесса. Тепловые эффекты каких процессов из перечисленных ниже достаточны для этого ?



А. первого, третьего, седьмого, восьмого;

Б. первого, четвертого, шестого, восьмого;

В. первого, пятого, четвертого, второго;

Г. второго, третьего, шестого, восьмого.

ЧАСТЬ Б

1. Теплоты испарения D_2O и H_2O при 298 К соответственно равны 45,41 и 44,00 кДж/моль. Можно ли ожидать, что при некоторой температуре T ($298 < T < T_{\text{кр}}$) теплоты испарения этих веществ станут равны. Ответ аргументируйте.

2. Дайте определение понятия "работы". Можно ли говорить о запасе работы? Поясните, что в общем случае бесконечно малое изменение работы δW не является полным дифференциалом. Укажите на частные случаи, когда δW обладает свойствами полного дифференциала.

3. Вывести соотношение, связывающее Q_p и Q_v , для:

а) идеальных газов;

8. В каком случае тепловой эффект реакции не зависит от температуры ?
- А. Тепловой эффект реакции всегда зависит от температуры.
 Б. Если сумма теплоемкостей исходных веществ равна сумме теплоемкостей конечных веществ.
 В. Если при стандартных условиях тепловой эффект реакции равен нулю.
 Г. Если разность теплоемкостей исходных и конечных веществ зависит линейно от температуры.
9. Для реакции сгорания пирогаллола $C_6H_6O_{3(г)} + 6O_{2(г)} = 6CO_{2(г)} + 3H_2O_{(ж)}$, протекающей при $15^\circ C$, рассчитайте разницу между тепловым эффектом реакции, проведенной при постоянном давлении $\Delta_r H^0$ и постоянном объеме $\Delta_r U^0$.
- А. $\Delta_r H^0 - \Delta_r U^0 = 4,815$ кДж/моль; В. $\Delta_r H^0 - \Delta_r U^0 = 2,407$ кДж/моль;
 Б. $\Delta_r H^0 - \Delta_r U^0 = 4,815$ кДж/моль; Г. $\Delta_r H^0 - \Delta_r U^0 = 0$.
- 10 Определите теплоту образования бензола $\Delta_f H^0$ (298, C_6H_6 , ж) кДж/моль, если известны тепловые эффекты следующих реакций:
- | | |
|--|------------------------------------|
| $C_{(г)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)}$ | $\Delta_r H^0 = -393,5$ кДж/моль; |
| $H_{2(г)} + 0,5O_{2(г)} = H_2O_{(ж)}$ | $\Delta_r H^0 = -285,8$ кДж/моль; |
| $C_6H_{6(ж)} + 7,5O_{2(г)} = 6CO_{2(г)} + 3H_2O_{(ж)}$ | $\Delta_r H^0 = -3267,7$ кДж/моль. |
- А. 2564,7; Б. -49,3; В. 49,3; Г. -2564,7 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Определение функции состояния. Приведите примеры функций состояния.
2. Можно ли представить себе процесс, протекающий при постоянной температуре и сопровождающийся изменением внутренней энергии? Приведите примеры.
3. Приведите зависимость теплоемкости от температуры в интервале температур, близких к абсолютному нулю.
4. При каких условиях тепловой эффект реакции не зависит от температуры? Какой физический смысл имеет величина $\Delta_r H^0(0)$ в выражении

$$\Delta_r H^0(T) = \Delta_r H^0(0) + \int_0^T \Delta c_p dT.$$

Вариант 12

ЧАСТЬ А

1. В интервале температур 273-298 К удельная теплоемкость графита больше удельной теплоемкости алмаза на 215 Дж/(кг·град). Как изменится тепловой эффект реакции перехода графита в алмаз при повышении температуры от 273 до 298 К ?

А. Уменьшится; Б. Увеличится;

В. Не изменится; Г. Пройдет через максимум.

2. Необходимо найти тепловой эффект реакции $A + B = C$. A, B и C - горючие вещества. Имеются данные по теплотам образования и данные по теплотам сгорания этих веществ, причем и те и другие данные приведены с одинаковой степенью точности. Какими данными следует воспользоваться и почему ?

А. Данными по теплотам сгорания. Для горючих веществ эти данные пока более точные.

Б. Данными по теплотам образования. Теплоты образования меньше, чем теплоты сгорания тех же веществ, поэтому при расчете разности теплот образования погрешность будет меньше.

В. Безразлично. Можно воспользоваться и теми и другими данными.

Г. Данными по теплотам образования, так как они более распространены.

3. Температурная зависимость теплоты образования сернистой ртути выражена уравнением: $\Delta H = -10393 - 4,627 \cdot T + 15,9 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 - 18,49 \cdot 10^{-6} \cdot T^3$. Выведите уравнение зависимости $\Delta C_p = f(T)$.

А. $\Delta C_p = -10393 - 4,627 \cdot T$; Б. $\Delta C_p = -4,627 \cdot T + 15,9 \cdot 10^{-3} \cdot T^2 - 18,49 \cdot 10^{-6} \cdot T^3$;

В. Для ответа на этот вопрос необходимо знать тепловой эффект при 298К

Г. $\Delta C_p = -4,627 + 31,8 \cdot 10^{-3} \cdot T - 55,47 \cdot 10^{-6} \cdot T^2$.

4. Найти тепловой эффект реакции $CH_4 + Cl_2 = CH_3Cl + HCl$, если при данной температуре известны тепловые эффекты следующих реакций.

1. $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$ - 890 кДж;

2. $CH_3Cl + 3/2O_2 = CO_2 + H_2O_{(ж)} + HCl$ - 689, 1 кДж;

3. $H_2 + 1/2O_2 = H_2O_{(ж)}$ - 286,0 кДж;

4. $1/2H_2 + 1/2Cl_2 = HCl$ - 92,5 кДж.

А. -110; Б. 973; В. 59; Г. -1077 кДж.

5. Рассчитайте изменение энтальпии при изобарическом нагревании 1 моля газообразного циклогексана от 400 до 500 К. Для решения воспользуйтесь справочными данными о коэффициентах a, b и c в уравнении $C_p^0 = f(T)$.

А. -106,0; Б. 17,16; В. 34,68; Г. 21,01 кДж/моль.

6. Рассчитайте разницу между тепловыми эффектами при постоянном давлении $\Delta_r H^0$ и постоянном объеме $\Delta_r U^0$ для реакции: $C_{(г)} + 2H_{2(г)} = CH_{4(г)}$ протекающей при 298 К.

А. $\Delta_r H^0 - \Delta_r U^0 = -2,47$ кДж/моль; Б. $\Delta_r H^0 - \Delta_r U^0 = 2,47$ кДж/моль;

В. $\Delta_r H^0 - \Delta_r U^0 = 4,95$ кДж/моль; Г. $\Delta_r H^0 - \Delta_r U^0 = 0$.

7. Определите тепловой эффект реакции $\Delta_r H^0(298)$ кДж/моль

$CH_2OH - CH_2OH_{(ж)} \rightarrow CH_3 - COH_{(г)} + H_2O_{(ж)}$, если известны теплоты сгорания следующих веществ:

$\Delta_c H^0(298, CH_2OH - CH_2OH, ж) = -1191,3$ кДж/моль;

$\Delta_c H^0(298, C_2H_3OH, г) = -1191,7$ кДж/моль.

А. Нельзя определить, так как неизвестна теплота сгорания $H_2O_{(ж)}$;

Б. +2383; В. -0,4; Г. +0,4 кДж/моль.

8. В изолированной системе протекает реакция образования воды:

$H_2 + 1/2O_2 = H_2O_{(г)}$. Изменяются ли внутренняя энергия U и энтальпия H системы ?

А. U постоянна, H изменяется;

В. U и H постоянны;

Б. H постоянная, U изменяется;

Г. U и H изменяются.

9. Термодинамическая система переходит из состояния 1 в состояние 2 двумя различными путями. В первом случае она получает некоторое количество теплоты Q_1 и совершает работу W_1 . Во втором случае соответственно Q_2 и W_2 . Как связаны между собой величины $Q_1 - W_1$, и $Q_2 - W_2$?

А. $Q_1 - W_1 > Q_2 - W_2$; Б. $Q_1 - W_1 < Q_2 - W_2$; В. $Q_1 - W_1 = Q_2 - W_2$;

Г. Все указанные выше соотношения возможны. Конкретное соотношение зависит от условий проведения процесса.

10. Укажите процесс, стандартный тепловой эффект которого можно рассматривать как теплоту образования грамм-атома водорода.

А. $H^+_{aq} + e = H$;

Б. $Cl_{(г)} + H_2 = HCl_{(г)} + H_{(г)}$;

В. $0,5H_2 = H_{(г)}$;

Г. $H_2 = 2H_{(г)}$.

ЧАСТЬ Б

1. Будет ли изменяться внутренняя энергия идеального газа при постоянной температуре, если этот газ подвергают изотермическому сжатию или расширению ?

2. Докажите, что закон Гесса - частный случай первого закона термодинамики.
3. Какими эмпирическими уравнениями зависимости теплоемкости от температуры пользуются при выводе интегрального уравнения Кирхгоффа ? Какова область (Р и Т) применения этих эмпирических уравнений ?
4. Почему в процессе растворения солей поглощается или выделяется теплота. Изобразите в виде энтальпийной диаграммы а) экзотермический процесс б) эндотермический процесс.

Вариант 13

ЧАСТЬ А

1. Как найти теплоту сгорания органического соединения, если располагать данными по теплотам образования различных веществ?
 - А. Из теплоты образования данного соединения вычесть теплоты образования продуктов его сгорания.
 - Б. Из суммы теплот образования продуктов сгорания данного органического соединения вычесть теплоту образования этого соединения.
 - В. К сумме теплот образования продуктов сгорания данного соединения прибавить теплоту образования этого соединения.
 - Г. Из суммы теплот образования продуктов сгорания данного соединения, взятых с обратным знаком, вычесть теплоту образования данного соединения.

2. Как меняется тепловой эффект химической реакции с ростом температуры и чем определяется характер этой зависимости ?

А. Растет. Знаком ΔC_p .	Б. Падает. Знаком ΔH .
В. Не зависит от температуры.	Г. Может как расти, так и падать. Знаком ΔC_p .

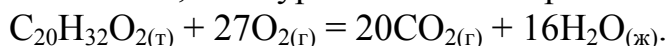
3. Определить теплоту образования окиси углерода при $P = \text{const}$ и 298 К, если известно, что при этой температуре и постоянном давлении теплота ее сгорания равна $(-282,72)\text{кДж/моль}$, а теплота образования CO_2 равна $(-393,137)\text{Дж/моль}$.

А. -105,21;	Б. -109,18;	В. -111,65;	Г. -110,39. кДж/моль.
-------------	-------------	-------------	-----------------------

4. Пользуясь справочными данными, рассчитать количество тепла, необходимое для нагревания 1 моля н-бутана от 25^0 до 300^0 С при давлении 1атм. Принять, что зависимость теплоемкости н-бутана от температуры выражена уравнением: $C_p = a + bT + cT^2$.

А. 35530;	Б. 36840;	В. 1840;	Г. 136 Дж.
-----------	-----------	----------	------------

5. При полном сгорании 1 моля куриного жира при 37°C и $V = \text{const}$ выделяется 1254 кДж/моль. Определить теплоту сгорания жира при 37°C и $P = \text{const}$, если уравнение его горения следующее:

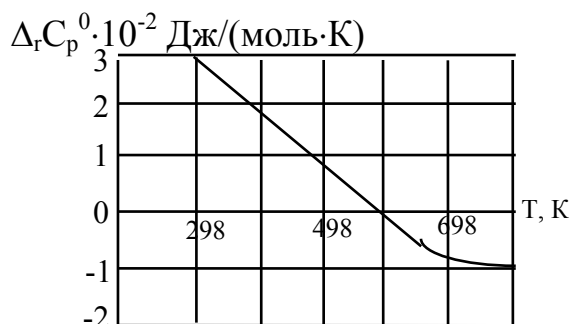


А. -1272; Б. 1236; В. 1244,3; Г. -16757 кДж/моль.

6. Стандартные теплоты образования 0 Дж/кмоль; $-233,6 \cdot 10^6$ Дж/кмоль; $121,3 \cdot 10^6$ Дж/кмоль, отвечают различным состояниям хлора: $\text{Cl}_{2(\text{r})}$, $\text{Cl}_{(\text{r})}$, $\text{Cl}^{-}_{(\text{r})}$. Какая из приведенных величин равна стандартной теплоте образования атомарного хлора $\Delta_f H^0(298)_{\text{Cl}(\text{r})}$?

А. $121,3 \cdot 10^6$; Б. 0; В. $-233,6 \cdot 10^6$;
Г. Для ответа на вопрос не хватает данных.

7. Определите тепловой эффект реакции при $T = 798$ К, если стандартный тепловой эффект составляет $\Delta_r H^0(298) = -243$ кДж/моль, а зависимость $\Delta_r C_p^0 = f(T)$ представлена на рисунке.



А. -214; Б. -284; В. -204; Г. -225. кДж/моль

8. Изобарически проводятся два процесса. Процесс $A_{(\text{r})} + B_{(\text{r})} = AB_{(\text{r})}$ сопровождается изменением энтальпии $\Delta_r H_1^0$ и внутренней энергии $\Delta_r U_1^0$. Процесс $A_{(\text{ж})} + B_{(\text{ж})} = AB_{(\text{ж})}$ соответственно $\Delta_r H_2^0$ и $\Delta_r U_2^0$. Какие из приведенных ниже соотношений вероятно отражают связь $\Delta_r H^0$ и $\Delta_r U^0$ для этих процессов?

А. $\Delta_r H_1^0 = \Delta_r U_1^0 + RT$, $\Delta_r H_2^0 = \Delta_r U_2^0 + RT$;
Б. $\Delta_r H_1^0 = \Delta_r U_1^0 + RT$, $\Delta_r H_2^0 = \Delta_r U_2^0 - RT$;
В. $\Delta_r H_1^0 = \Delta_r U_1^0 - RT$, $\Delta_r H_2^0 = \Delta_r U_2^0$;
Г. $\Delta_r H_1^0 = \Delta_r U_1^0$, $\Delta_r H_2^0 = \Delta_r U_2^0$.

9. Укажите соотношение, по которому можно рассчитать тепловой эффект реакции $A_{(\text{r})} + 2B_{2(\text{r})} = AB_{4(\text{r})}$ при температуре T , если $C_p(A_{(\text{r})}) = 5 + 3 \cdot 10^{-3}T$; $C_p(B_{2(\text{r})}) = 6 + 4 \cdot 10^{-3}T$; $C_p(AB_{4(\text{r})}) = 7 + 5 \cdot 10^{-3}T$.

$$\text{А. } \Delta_r H_T^0 = \Delta_r H_{298}^0 - 10(T-298) - 3(T^2 - 298^2) 10^{-3};$$

$$\text{Б. } \Delta_r H_T^0 = \Delta_r H_{298}^0 + 10(T-298) + 3(T^2 - 298^2) 10^{-3};$$

10. Рассчитайте интегральную теплоту растворения КОН при бесконечном разведении, если известны стандартные теплоты образования.

$$\Delta_f H^0(298, \text{KOH}_T) = -425,93 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^0(298, \text{H}^+_{\text{aq}}) = -251,21 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta_f H^0(298, \text{OH}^-_{\text{aq}}) = -229,94 \text{ кДж/моль}$$

А. -55,22; Б. -907,08; В. 55,22; Г. 453,54 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Может ли производиться работа в изолированной системе? Если может, то какая работа?
2. Что такое внутренняя энергия и энтальпия системы?
3. Уравнение Кирхгоффа в дифференциальной форме и его анализ.
4. Стандартные теплоты образования и сгорания веществ. Их использование в расчете тепловых эффектов химических реакций.

Вариант 14

ЧАСТЬ А

1. Система из состояния 1 обратимо переведена в состояние 2 одним из указанных ниже способом: 1) изобарическим; 2) изохорическим; 3) изотермическим; 4) адиабатическим. В каком из процессов изменение внутренней энергии системы ΔU будет равно теплоте Q , поглощенной или выделенной системой?

А. изотермическом; Б. изохорическом;
В. изобарическом; Г. адиабатическом.
2. Идеальный газ расширяется изотермически от V_1 до V_2 в одном случае при температуре T_1 , в другом T_2 , причем $T_1 > T_2$. В каком случае работа расширения больше?

А. $W_1 > W_2$; Б. $W_1 < W_2$; В. $W_1 = W_2$;
Г. Соотношение W_1 и W_2 зависит от теплоемкости газа.
3. Для какой из указанных реакций тепловой эффект процесса, протекающего при постоянном объеме $\Delta_r U^0$, равен тепловому эффекту при постоянном давлении $\Delta_r H^0$?

А. $4\text{NO}_{(г)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(ж)} = 4\text{NH}_3_{(г)} + 5\text{O}_2_{(г)}$;
Б. $\text{CO}_{(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} = \text{CO}_2_{(г)} + \text{H}_2_{(г)}$;
В. $2\text{N}_2_{(г)} + 6\text{H}_2\text{O}_{(г)} = 4\text{NH}_3_{(г)} + 3\text{O}_2_{(г)}$;
Г. $\text{NH}_4\text{Cl}_{(г)} = \text{NH}_3_{(г)} + \text{HCl}_{(г)}$.

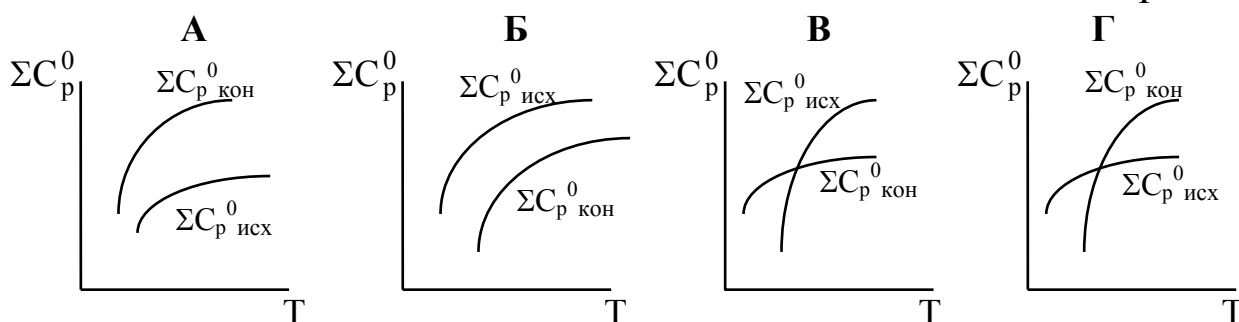
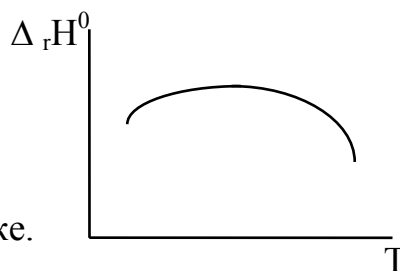
4. Какое соотношение между стандартными теплотами образования одного моля жидкого брома и одного моля газообразного брома справедливо ?

- А. $\Delta_f H^0(298, Br_{2(ж)}) = 0$; $\Delta_f H^0(298, Br_{2(г)}) = 0$;
 Б. $\Delta_f H^0(298, Br_{2(ж)}) < 0$; $\Delta_f H^0(298, Br_{2(г)}) > 0$;
 В. $\Delta_f H^0(298, Br_{2(ж)}) = 0$; $\Delta_f H^0(298, Br_{2(г)}) > 0$;
 Г. $\Delta_f H^0(298, Br_{2(ж)}) > 0$; $\Delta_f H^0(298, Br_{2(г)}) = 0$.

5. Зависимость истинной молекулярной теплоемкости водорода от температуры дается уравнением $C_p^0 = 27,10 + 0,0038T$. Рассчитайте значения для средней теплоемкости в пределах от 273 К до 373 К в Дж/(моль·град).

- А. 27,57; Б. 27,74; В. 27,40; Г. 28,42.

6. Какой вид имеет зависимость суммы теплоемкостей конечных и начальных веществ от температуры, если температурная зависимость теплового эффекта $\Delta_r H^0$ представлена на следующем рисунке.

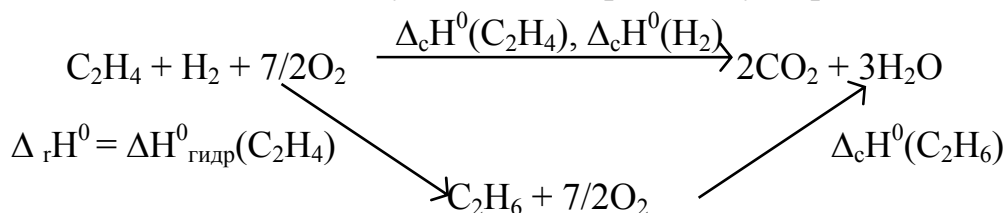


7. Рассчитайте стандартный тепловой эффект реакции:

$4NH_{3(г)} + 5O_{2(г)} = 4NO_{(г)} + 6H_2O_{(ж)}$, если известны тепловой эффект реакции $2NO_{(г)} = N_{2(г)} + O_2$ $\Delta_r H^0_1 = -180,74$ кДж/моль и стандартные теплоты образования аммиака и воды $\Delta_f H^0(298, NH_{3(г)}) = -46,19$ кДж/моль, $\Delta_f H^0(298, H_2O_{(ж)}) = -285,84$ кДж/моль.

- А. -2261,28; Б. -420,39; В. -1168,80; Г. -988,06 кДж/моль.

8. От начального состояния системы $C_2H_2 + H_2 + 7/2O_2$ к конечному состоянию $2CO_2 + 3H_2O$ можно осуществить переход двумя различными путями:



Опираясь на закон Гесса, определите выражение теплового эффекта реакции $C_2H_4 + H_2 = C_2H_6$.

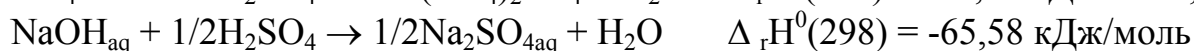
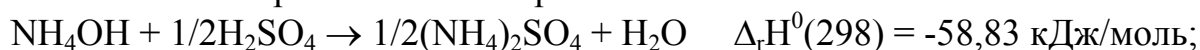
- А. $\Delta_r H^0 = \Delta_c H^0(C_2H_6) - \Delta_c H^0(C_2H_4) - \Delta_c H^0(H_2)$;

- Б. $\Delta_r H^0 = \Delta_c H^0(C_2H_6) + \Delta_c H^0(C_2H_4) - \Delta_c H^0(H_2)$;
 В. $\Delta_r H^0 = \Delta_c H^0(C_2H_4) + \Delta_c H^0(C_2H_6) + \Delta_c H^0(H_2)$;
 Г. $\Delta_r H^0 = \Delta_c H^0(C_2H_4) + \Delta_c H^0(H_2) - \Delta_c H^0(C_2H_6)$.

9. Состояние термодинамической системы можно описать следующими величинами:

- А. Температура, объем, работа.
 Б. Количество тепла, объем, давление.
 В. Работа, давление, количество тепла.
 Г. Температура, плотность, давление.

10. На основании термохимических равенств:



рассчитайте теплоту диссоциации NH_4OH $\Delta_{дисс} H^0(298)$ кДж/моль.

Теплотами разбавления кислоты, щелочи и аммиака можно пренебречь.

- А. -124,4; Б. +124,4; В. -6,75; Г. +6,75.

ЧАСТЬ Б

1. Дайте определение понятию "теплота". Докажите математически, что бесконечно малое изменение теплоты в общем случае не является полным дифференциалом. Укажите частные случаи, когда δQ обладает свойствами полного дифференциала.
2. В каком случае тепловой эффект реакции с ростом температуры увеличивается?
3. Какими данными можно описать состояние термодинамической системы?
4. Является ли отдельная молекула или атом термодинамической системой? Ответ аргументируйте.

Вариант 15

ЧАСТЬ А

1. Если система не обменивается с окружающей средой энергией и веществом, то такая система называется:
 - А. Изолированной.
 - Б. Закрытой.
 - В. Открытой.
 - Г. Адиабатической.
2. Для какого из приведенных ниже состояний брома стандартная теплота образования равна нулю?
 - А. Br (г); Б. Br^- (ж); В. Br_2 (ж); Г. Br_2 (г).
3. Средняя молярная теплоемкость водяного пара в интервале температур

298 - 2500 К составляет $C_p = 32,96$ Дж/(моль·град). Какое количество теп-
ла потребуется на нагревание 36 кг водяного пара от 340 до 380 К ?

А. 2636,8; Б. 47808; В. 1228; Г. 23904 кДж.

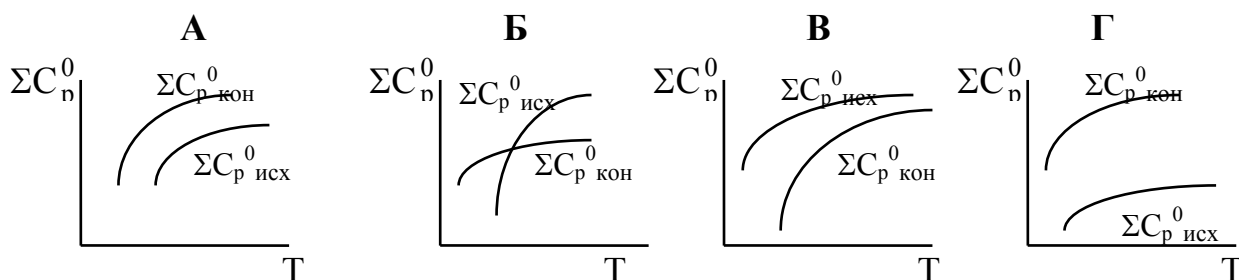
4. Укажите процесс, стандартный тепловой эффект которого можно рассмат-
ривать как стандартную теплоту образования $KCl_{(т)}$.

А. $K_{(т)} + Cl_{(г)} = KCl_{(т)}$; Б. $K_{(ж)} + Cl_{(ж)} = KCl_{(т)}$;
В. $K_{(т)} + 1/2Cl_{2(г)} = KCl_{(т)}$; Г. $2K_{(т)} + Cl_{2(г)} = 2KCl_{(т)}$.

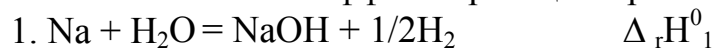
5. В каком случае при полном сгорании 1 кг углерода выделяется большее
количество тепла: при $P = const$ или $V = const$?

А. При $P = const$; Б. Одинаково; В. При $V = const$;
Г. Это зависит от температуры сжигания.

6. В каком случае тепловой эффект реакции с ростом температуры уменьша-
ется ?



7. Известны тепловые эффекты реакции при стандартных условиях:



По какому уравнению можно найти стандартную теплоту образования
оксида натрия ?

А. $\Delta_f H^0(298, Na_2O) = \Delta_r H^0_1 - 2\Delta_r H^0_2 + \Delta_r H^0_3$;

Б. $\Delta_f H^0(298, Na_2O) = 2\Delta_r H^0_1 - \Delta_r H^0_2 + \Delta_r H^0_3$;

В. $\Delta_f H^0(298, Na_2O) = \Delta_r H^0_1 + 2\Delta_r H^0_2 + \Delta_r H^0_3$;

Г. $\Delta_f H^0(298, Na_2O) = 2\Delta_r H^0_1 + \Delta_r H^0_2 + \Delta_r H^0_3$.

8. Какое количество теплоты следует затратить, чтобы изотермически расши-
рить 10 г водорода от 0,1л до 1л при 300 К ? Принять водород за идеаль-
ный газ.

А. 100; Б. 5,0; В. 6,3; Г. 28,7 кДж.

9. Рассчитайте стандартную теплоту образования метана $\Delta_f H^0(298, CH_{4(г)})$ в
кДж/моль, если известны стандартные теплоты образования

$\Delta_f H^0(298, CO_{2(г)}) = - 393,5$ кДж/моль;

$\Delta_f H^0(298, H_2O_{(ж)}) = - 285,84$ кДж/моль

и теплота сгорания $\Delta_c H^0(298, \text{CH}_{4(\text{г})}) = -890,31$ кДж/моль.

А. -74,88; Б. 210,96; В. 74,88; Г. 1569,2.

10. Рассчитайте стандартную теплоту образования окиси углерода $\Delta_f H^0(298, \text{CO}_{(\text{г})})$, если имеются следующие справочные данные:

Вещество	$[H^0(298) - H^0(0)]$ кДж/моль	$\Delta_f H^0(0)$, кДж/моль
$\text{C}_{(\text{графит})}$	0,979	0
$\text{O}_{2(\text{г})}$	8,682	0
$\text{CO}_{(\text{г})}$	8,673	-113,88

А. -117,23; Б. -132,264; В. -110,527; Г. -95,54 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Какая работа будет производиться в изолированной системе, состоящей из двух частей А и В, разделенных перегородкой при выравнивании давлений?
2. В каком случае тепловой эффект реакции с увеличением температуры увеличивается?
3. Что называют адиабатическим процессом? Запишите I закон термодинамики для адиабатического процесса.
4. Для каких систем справедливо первое начало термодинамики?

Вариант 16

ЧАСТЬ А

1. К функциям состояния термодинамической системы можно отнести:
А. Работу и мольный объем;
Б. Энтальпию и внутреннюю энергию;
В. Количество тепла и энтальпию;
Г. Внутреннюю энергию.
2. Принимая водяной пар за газ, определите изменение внутренней энергии ΔU 1 моля пара при его изохорическом нагревании от 400 до 500 К.
А. Для ответа на вопрос надо знать, как при этом изменяется давление пара;
Б. $\Delta U = 0$; В. $\Delta U = 3/2R(500-400)$; Г. $\Delta U = \int_{400}^{500} C_v dT$.
3. Каково соотношение между изменением энтальпии $\Delta_r H^0$ и изменением внутренней энергии $\Delta_r U^0$ в процессе образования циклогексана по реакции $3\text{H}_{2(\text{г})} + \text{C}_6\text{H}_{6(\text{г})} = \text{C}_6\text{H}_{12(\text{г})}$.
А. $\Delta_r H^0 < \Delta_r U^0$; Б. $\Delta_r H^0 > \Delta_r U^0$; В. $\Delta_r H^0 = \Delta_r U^0$;
Г. Соотношение зависит от температуры процесса.
4. В справочнике имеются следующие значения стандартных теплот образования воды для различных агрегатных состояний:

-241,84 кДж/моль; -285,84 кДж/моль; и -291,85 кДж/моль. Какому агрегатному состоянию отвечает каждое из них ?

	$\Delta_f H^0$ (298, H ₂ O, г)	$\Delta_f H^0$ (298, H ₂ O, ж)	$\Delta_f H^0$ (298, H ₂ O, т)
А.	-285,84	-241,84	-291,85
Б.	-291,85	-285,84	-241,84
В.	-241,84	-285,84	-291,85
Г.	-291,85	-241,84	-285,8

5. Рассчитайте тепловой эффект реакции при T = 600 К

$C_3H_{8(g)} + 0,5O_{2(g)} \rightarrow C_3H_7OH_{(g)}$ $\Delta_r H^0(600)$ кДж/моль если имеются справочные данные:

Вещество	$[H^0(600) - H^0(298)]$ кДж/моль	$\Delta_f H^0(298)$, кДж/моль
O _{2(г)}	9,242	0
C ₃ H _{8(г)}	31,087	-103,9
C ₃ H ₇ OH _(г)	36,433	-260,4

А. -155,775; Б. -156,5; В. 157,225; Г. -84,459.

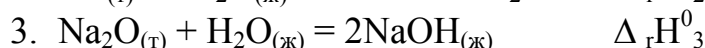
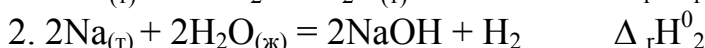
6. Система из состояния I переведена в состояние II одним из указанных ниже способов: изобарически, изохорически, изотермически, адиабатически. В каком процессе изменение энтальпии системы ΔH будет равно теплоте Q, поглощенной или выделенной системой?

А. изохорическом; Б. изобарическом;
В. изотермическом; Г. адиабатическом.

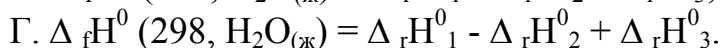
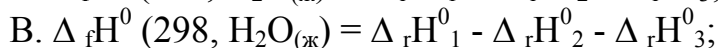
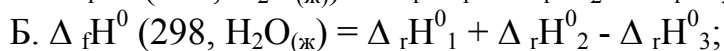
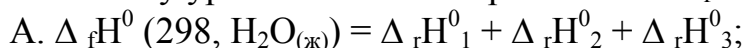
7. Для реакции $2A_{(г)} = A_{2(г)}$ стандартный тепловой эффект $\Delta_r H^0(298) = -2,09$ кДж/моль. Определите температуру, при которой тепловой эффект реакции был бы равен нулю (принять, что $\Delta_r C_p = 10,45$ Дж/(моль·град) и мало зависит от температуры).

А. Тепловой эффект реакции при любой температуре отличен от нуля.
Б. 0 К; В. 498 К; Г. 1000 К.

8. Известно, что тепловые эффекты реакций при стандартных условиях равны:



По какому уравнению можно рассчитать $\Delta_f H^0(298, H_2O_{(ж)})$?



9. Тепловой эффект растворения безводного Li₂SO₄ равен $\Delta_{раст} H(298) = -26,67$ кДж/моль, а кристаллогидрата Li₂SO₄ · H₂O $\Delta_{раст} H^0(298) = -14,29$

кДж/моль. Рассчитайте теплоту образования кристаллогидрата из безводной соли и воды в кДж/моль.

А. 12,38; Б. -12,38; В. 40,96; Г. -40,96.

10. Определите тепловой эффект реакции $\text{CaO}_{(т)} + 3\text{C}_{(т)} = \text{CaC}_{2(т)} + \text{CO}_{(г)}$, если известны теплоты образования следующих веществ:

$\Delta_f H^0 (298, \text{CaO}_{(т)}) = -635,1 \text{ кДж/моль}$;

$\Delta_f H^0 (298, \text{CaC}_{2(т)}) = -62,7 \text{ кДж/моль}$;

$\Delta_f H^0 (298, \text{CO}_{(г)}) = -110,5 \text{ кДж/моль}$;

А. 587,31; Б. 461,9; В. 288,7; Г. 808,3 кДж/моль.

ЧАСТЬ Б

1. Если в изолированной системе протекает химическая реакция, производится ли при этом работа ?
2. Что называется тепловым эффектом химической реакции? Как используются при расчете тепловых эффектов температурные ряды теплоемкости?
3. Дайте все вам известные формулировки первого закона термодинамики.
4. Какие величины в первом законе термодинамике зависят от пути процесса?