

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Физическая химия

Вариант 10

Задание 1 (№10)

Закон перехода количества в качество.

Ответ:

Закон перехода количества в качество – один из основных законов диалектики. Он выражает такую взаимозависимость характеристик материальной системы, при которой количественные изменения на определенном этапе приводят к качественным, а новое качество порождает новые возможности и интервалы количественных изменений.

Материальные системы или процессы составляют определенное единство качества и количества. Всякое изменение имеет количественную сторону, то есть сторону, которая характеризуется простым увеличением или уменьшением, которое не меняет природы того, что изменяется. Но количественное изменение – увеличение или уменьшение, не может продолжаться бесконечно. В определенный момент оно всегда ведет к качественному изменению, и тогда в этой критической точке внезапно скачком наступает качественное изменение.

«Химию можно назвать наукой о качественных изменениях тел, происходящих под влиянием изменения количественного состава» (Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 387).

Так, например, если в молекулу соединяются два атома кислорода, то образуется газ – кислород O_2 , если три атома – озон O_3 , определенно отличающийся своим запахом и действием от обыкновенного кислорода. Значительно отличаются свойства оксидов азота или серы различного

Задание 2 (№20)

В стальном баллоне емкостью 25 л находится кислород под давлением 80 атм при 18⁰С. Определите массу кислорода.

Дано: $V = 25\text{л} = 0,025\text{м}^3$; $P = 80\text{ атм} = (80 \cdot 101325) = 8,106 \cdot 10^6\text{ Па}$;
 $T = 18^0\text{С} = (18 + 273) = 291^0\text{К}$.

Найти: m .

Решение:

Используем уравнение Менделеева – Клапейрона (уравнение состояния идеального газа):

$$PV = \frac{mRT}{M}$$

где P – давление (Па); V – объем (м³); m – масса (г); T – температура (°К);

M – молярная масса (г/моль), для кислорода O_2 $M = 32\text{г/моль}$;

R – универсальная газовая постоянная, 8,314Дж/(моль·К).

Отсюда искомая масса кислорода:

$$m = \frac{PVM}{RT} = \frac{8,106 \cdot 10^6 \cdot 0,025 \cdot 32}{8,314 \cdot 291} = 2680,36\text{г}$$

Ответ: $m = 2680,36\text{г}$.

Задание 3 (№35)

Давление газа в закрытом сосуде при 31°C равно $1,12 \cdot 10^5$ Па. До какой температуры нужно охладить газ, чтобы давление его стало нормальным?

Дано: $V = \text{const}$; $T_1 = 31^{\circ}\text{C} = (31 + 273) = 304^{\circ}\text{K}$; $P_1 = 1,12 \cdot 10^5$ Па;
 $P_2 = 101325$ Па (нормальное давление).

Найти: T_2 .

Решение:

Согласно закону Шарля: при постоянном объеме (в закрытом сосуде $V = \text{const}$) давление газа изменяется прямо пропорционально абсолютной температуре:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Отсюда искомая температура:

$$T_2 = \frac{P_2 T_1}{P_1} = \frac{101325 \cdot 304}{1,12 \cdot 10^5} = 275^{\circ}\text{K}$$

Ответ: $T_2 = 275^{\circ}\text{K}$.

Задание 4 (№50)

Постулат Планка.

Ответ:

В 1911 г. Макс Планк предложил следующий постулат: энтропия правильно сформированного кристалла чистого вещества при абсолютном нуле равна нулю. В математической форме:

$$\text{при } T = 0 \quad S_0 = 0, \quad \lim_{T \rightarrow 0} |S| \rightarrow 0$$

Этот постулат может быть объяснен статистической термодинамикой, согласно которой энтропия есть мера беспорядочности системы на микроуровне.

Постулат Планка является одной из формулировок третьего начала термодинамики.

Из постулата Планка вытекает ряд следствий:

- Абсолютная энтропия идеального твердого тела равна:

$$S = \int_0^T \frac{C_P dT}{T}$$

где C_P – молярная теплоёмкость при $P = \text{const}$.

Идеальным твердым телом называется твердое вещество с идеальной кристаллической решеткой, в которой все узлы заняты атомами или молекулами. Для твердых растворов и стеклообразных веществ энтропия при абсолютном нуле не равна нулю.

- При приближении к абсолютному нулю теплоёмкость идеального тела также стремится к нулю:

$$\lim_{T \rightarrow 0} |C_P| \rightarrow 0$$

- Абсолютная энтропия 1 моль какого-либо газообразного вещества при температуре T будет равна сумме изменений энтропии при переходе вещества из одного агрегатного состояния в другое и при нагревании

Контрольная работа по химии выполнена в www.MatBuro.ru
©МатБюро – Консультации по математике, экономике, праву, естественным наукам
Поможем вам с заданиями по химии: www.matburo.ru/sub_subject.php?p=chem

твердого, жидкого и газообразного веществ от абсолютного нуля до температуры Т.

Задание 5 (№55)

Определить изменение внутренней энергии (ΔU) при испарении 250 г толуола ($C_6H_5 - CH_3$) при $30^{\circ}C$; приняв, что пары толуола подчиняются законам идеальных газов и объем жидкости незначителен по сравнению с объемом пара. Скрытая теплота испарения толуола 347,8 Дж/г.

Дано: $m = 250\text{г}$; $T = 30^{\circ}C = (30 + 273) = 303^{\circ}K$; $\Delta H_{\text{исп}} = 347,8 \text{ Дж/г}$.

Найти: ΔU .

Решение:

Согласно первому закону термодинамики изменение внутренней энергии:

$$\Delta U = Q - A.$$

где Q – теплота процесса, Дж; A – работа, Дж.

Вычислим теплоту процесса с учетом массы вещества:

$$Q = m \cdot \Delta H_{\text{исп}} = 250 \cdot 347,8 = 86950 \text{ Дж}.$$

где m – масса вещества, г; $\Delta H_{\text{исп}}$ – теплота испарения, Дж/г.

Работа при испарении:

$$A = P\Delta V = P(V_2 - V_1)$$

где P – давление; V_2 – объем пара; V_1 – объем жидкости.

Поскольку объем жидкости незначителен по сравнению с объемом пара, то

$$A = PV_2 = \frac{m}{M}RT = \frac{250}{93} \cdot 8,314 \cdot 303 = 6772 \text{ Дж}$$

где M – молярная масса вещества, для толуола $C_6H_5-CH_3$ $M = 93 \text{ г/моль}$;

R – универсальная газовая постоянная, $8,314 \text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$;

T – температура по шкале Кельвина.

Контрольная работа по химии выполнена в www.MatBuro.ru
©МатБюро – Консультации по математике, экономике, праву, естественным наукам
Поможем вам с заданиями по химии: www.matburo.ru/sub_subject.php?p=chem

Искомое значение изменения внутренней энергии:

$$\Delta U = 86950 - 6772 = 80178 \text{ Дж}$$

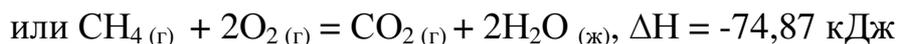
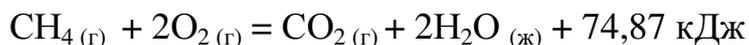
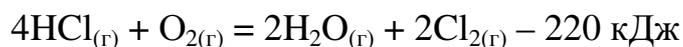
Ответ: $\Delta U = 80178 \text{ Дж}$.

Задание 6 (№60)

Термохимические уравнения.

Ответ:

Термохимическим называется уравнение химической реакции с указанием теплового эффекта и агрегатного состояния реагирующих веществ. Например:

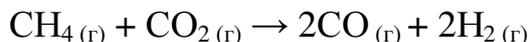


При этом знак «минус» в уравнении реакции показывает, что реакция эндотермическая, т.е. протекает с поглощением тепла ($\Delta H > 0$); знак «плюс» в уравнении реакции показывает, что реакция экзотермическая, т.е. протекает с выделением тепла ($\Delta H < 0$).

Термохимические уравнения можно складывать, вычитать, умножать на любой коэффициент, т.е. выполнять любые алгебраические действия. Таким образом можно определить тепловой эффект требуемой реакции, если известны тепловые эффекты других реакций получения этого продукта – метод термохимических уравнений. При этом должны выполняться следующие условия: реакции протекают при постоянном давлении, а начальные и конечные состояния (температура, агрегатное состояние и др.) для реакций одинаковы.

Задание 7 (№65)

Вычислите ΔH^0 , ΔS^0 , ΔG^0 для реакции



Какой является реакция в прямом направлении: экзотермической или эндотермической? В каком направлении реакция протекает самопроизвольно? Ответ обосновать.

Решение:

Стандартные энтальпии образования ΔH^0_{298} , энтропии S^0_{298} и энергии Гиббса образования ΔG^0_{298} веществ при 298 К (25°C):

Вещество	ΔH^0_{298} , кДж/моль	S^0_{298} , Дж/(моль·К)	ΔG^0_{298} , кДж/моль
$\text{CH}_4(\text{г})$	-74,85	186,27	-50,85
$\text{CO}_2(\text{г})$	-393,51	213,66	-394,37
$\text{CO}(\text{г})$	-110,53	197,55	-137,15
$\text{H}_2(\text{г})$	0	130,52	0

Согласно первому следствию из закона Гесса, тепловой эффект реакции ΔH^0_{298} равен разности между суммой энтальпий образования продуктов реакции и суммой энтальпий образования исходных веществ, взятых с соответствующими стехиометрическими коэффициентами.

Для заданной реакции:

$$\begin{aligned}\Delta H^0 &= 2\Delta H^0_{298}(\text{CO}(\text{г})) + 2\Delta H^0_{298}(\text{H}_2(\text{г})) - \Delta H^0_{298}(\text{CH}_4(\text{г})) - \Delta H^0_{298}(\text{CO}_2(\text{г})) = \\ &= 2 \cdot (-110,53) + 2 \cdot 0 - (-74,85) - (-393,51) = 247,3 \text{ кДж}\end{aligned}$$

Аналогично:

$$\begin{aligned}\Delta S^0 &= 2S^0_{298}(\text{CO}(\text{г})) + 2S^0_{298}(\text{H}_2(\text{г})) - S^0_{298}(\text{CH}_4(\text{г})) - S^0_{298}(\text{CO}_2(\text{г})) = \\ &= 2 \cdot 197,55 + 2 \cdot 130,52 - 186,27 - 213,66 = 256,21 \text{ Дж/К}\end{aligned}$$

$$\Delta G^0 = 2\Delta G^0_{298}(\text{CO}(\text{г})) + 2\Delta G^0_{298}(\text{H}_2(\text{г})) - \Delta G^0_{298}(\text{CH}_4(\text{г})) - \Delta G^0_{298}(\text{CO}_2(\text{г})) =$$

$$= 2 \cdot (-137,15) + 2 \cdot 0 - (-50,85) - (-394,37) = 170,92 \text{ кДж}$$

Изменение энергии Гиббса реакции можно также вычислить по формуле:

$$\Delta G^0 = \Delta H^0 - T\Delta S^0 = 247,3 - 298 \cdot (256,21 \cdot 10^{-3}) = 170,95 \text{ кДж}$$

Значения ΔG^0 , полученные разными способами, незначительно отличаются друг от друга.

$\Delta H^0 > 0$, при 298К реакция эндотермическая (идет с поглощением теплоты).

$\Delta S^0 > 0$, процесс протекает с увеличением беспорядка в системе (неупорядоченность системы увеличивается).

$\Delta G^0 > 0$, при 298 К процесс несамопроизвольный. При заданных условиях реакция самопроизвольно протекает в обратном направлении.

Ответ: $\Delta H^0 = 247,3 \text{ кДж}$; $\Delta S^0 = 256,21 \text{ Дж/К}$; $\Delta G^0 = 170,95 \text{ кДж}$.

Контрольная работа по химии выполнена в www.MatBuro.ru
©МатБюро – Консультации по математике, экономике, праву, естественным наукам
Поможем вам с заданиями по химии: www.matburo.ru/sub_subject.php?p=chem

Список литературы

1. Ахметов Н. С. Общая и неорганическая химия. – 4-е изд., испр. – М.: Высшая школа, Изд. центр «Академия», 2001. – 743 с.
2. Стромберг А. Г., Семченко Д. П. Физическая химия. – М.: Высшая школа, 2001. – 527 с.
3. Электронный источник: <http://www.ХиМиК.ru>