

Готовая контрольная по химии ТулГУ

10. Из 3,31 г нитрата металла получается 2,78 г его хлорида. Вычислите молярную массу эквивалента этого металла.

Решение.

По закону эквивалентов массы реагирующих друг с другом веществ, а также массы продуктов этой реакции пропорциональны молярным массам эквивалентов этих веществ. Следовательно, обозначив нитрат металла MeNO_3 и хлорид металла MeCl , можно записать:

$$m(\text{MeNO}_3) / M_{\text{э}}(\text{MeNO}_3) = m(\text{MeCl}) / M_{\text{э}}(\text{MeCl})$$

Молярная масса эквивалента сложного вещества равна сумме молярных масс эквивалентов его составных частей. Примем молярную массу эквивалента металла за X . Учитывая, что молярная масса эквивалента нитрат-аниона равна 62 г/моль, а молярная масса эквивалента хлорид-аниона равна 35,5 г/моль, и подставив значения величин в выражение закона эквивалентов, получим:

$$3,31 / (X + 62) = 2,78 / (X + 35,5)$$

Решая данное уравнение относительно X , находим: $X = 103,5$.

Таким образом, молярная масса эквивалента данного металла равна 103,5 г/моль.

26. Какая масса серной кислоты содержится в 1 л 0,5н раствора?

Решение.

Молярная концентрация эквивалента – число молей эквивалента растворенного вещества, содержащихся в одном литре раствора:

$$C_n = m / (M_{\text{э}} \cdot V),$$

где C_n – молярная концентрация эквивалента; m – масса растворенного вещества; $M_{\text{э}}$ – молярная масса эквивалента растворенного вещества; V – объем раствора.

Отсюда выражаем и рассчитываем массу серной кислоты, которая содержится в 1 л 0,5н раствора, учитывая, что молярная масса эквивалента H_2SO_4 равна $98 / 2 = 49$ г/моль:

$$m = C_n \cdot M_{\text{э}} \cdot V = 0,5 \cdot 49 \cdot 1 = 24,5 \text{ г}$$

42. Для атома бора возможны два различных электронных состояния $1s^2 2s^2 2p^1$ и $1s^2 2s^1 2p^2$. Как называют эти состояния? Как перейти от первого состояния ко второму?

Решение.

Электронное состояние $1s^2 2s^2 2p^1$ соответствует основному или нормальному состоянию атома бора, отвечающему минимальному запасу энергии (электроны занимают энергетические состояния с меньшей энергией):

©МатБюро – Консультации по математике, экономике, праву, естественным наукам

Поможем вам с заданиями и тестами ТулГУ: www.matburo.ru/sub_vuz.php?p=tulgu

2s [□□] 2p [□][□]

1s [□□]

При нагревании, электроразряде, поглощении света и т.д. происходит распаривание двух 2s-электронов и переход одного из них на свободную 2p-орбиталь. В результате атом бора переходит в возбужденное состояние $1s^2 2s^1 2p^2$:

2s [□] 2p [□][□][□]

1s [□□]

77. У какого из p-элементов пятой группы периодической системы – фосфора или сурьмы – сильнее выражены неметаллические свойства? Какое из водородных соединений данных элементов более сильный восстановитель? Ответ мотивируйте строением атома этих элементов.

Решение.

Элементы фосфор и сурьма являются элементами одной группы (VA) и имеют схожее электронное строение внешнего уровня: $ns^2 np^3$. Различие в том, что валентные электроны фосфора расположены на третьем энергетическом уровне ($n = 3$), а валентные электроны сурьмы расположены на пятом энергетическом уровне ($n = 5$). Следовательно, у фосфора неметаллические свойства выражены сильнее, чем у сурьмы (в главных подгруппах сверху вниз с увеличением числа энергетических уровней атомный радиус увеличивается, связь электронов с ядром ослабевает, атом сурьмы легче отдает валентные электроны, металлические свойства усиливаются).

©МатБюро – Консультации по математике, экономике, праву, естественным наукам

Поможем вам с заданиями и тестами ТулГУ: www.matburo.ru/sub_vuz.php?p=tulgu

Так как сурьма обладает более выраженными металлическими свойствами, то водородное соединение сурьмы будет являться более сильным восстановителем по сравнению с водородным соединением фосфора.

114. Как метод валентных связей (ВС) объясняет угловое строение молекулы H_2S и линейное молекулы CO_2 ?

Решение.

Рассмотрим строение молекулы сероводорода H_2S . Электронная конфигурация центрального атома серы $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$. Электронное строение его валентных орбиталей может быть представлено следующей схемой:



Два неспаренных электрона атома серы могут участвовать в образовании двух ковалентных связей по обменному механизму с атомами водорода ($1s^1$), имеющими по одному неспаренному электрону, с образованием молекулы H_2S .

При образовании химической связи валентные орбитали центрального атома серы образуют четыре sp^3 -гибридные орбитали, на которые приходится шесть электронов. Значит, из четырех электронных пар в молекуле H_2S две пары являются связывающими, две – несвязывающими (неподеленными). Это ведет к искажению формы и изменению валентных углов. Молекула H_2S имеет угловую форму.

Рассмотрим строение молекулы оксида углерода (IV) CO_2 . Электронная конфигурация центрального атома углерода $1s^2 2s^2 2p^2$. Электронное строение его валентных орбиталей может быть представлено следующей схемой:

©МатБюро – Консультации по математике, экономике, праву, естественным наукам

Поможем вам с заданиями и тестами ТулГУ: www.matburo.ru/sub_vuz.php?p=tulgu

2s [□□] 2p [□][□][□]

При возбуждении атом углерода переходит в состояние $1s^2 2s^1 2p^3$, а электронное строение его валентных орбиталей соответствует схеме:

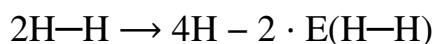
2s [□] 2p [□][□][□]

Согласно методу валентных связей, линейное строение молекулы CO_2 определяется спинвалентностью углерода равной четырем, при этом атом углерода связан с каждым из атомов кислорода двумя парами электронов (двойная связь): $\text{O}=\text{C}=\text{O}$. Каждая двойная связь состоит из одной σ - и одной π -связи, за счет 2s- и 2p-электронов.

127. Вычислите энергию s — p ковалентной связи H—S в молекуле H_2S по следующим данным: $2\text{H}_2(\text{г}) + \text{S}_2(\text{г}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{S}(\text{г}) - 40,30 \text{ кДж}$; энергии связей H—H и S—S соответственно равны $-435,9 \text{ кДж/моль}$ и $-417,6 \text{ кДж/моль}$.

Решение.

Образование двух молекул H_2S можно представить в виде последовательного процесса разрыва связей H—H в двух молекулах H_2 и связи S—S в молекуле S_2 :



где $E(\text{H—H})$, $E(\text{S—S})$ и $E(\text{H—S})$ – энергии образования связей H—H , S—S и H—S .

©МатБюро – Консультации по математике, экономике, праву, естественным наукам

Поможем вам с заданиями и тестами ТулГУ: www.matburo.ru/sub_vuz.php?p=tulgu

Суммируя левые и правые части приведенных уравнений, приходим к термохимическому уравнению:



Таким образом, тепловой эффект этой реакции равен:

$$Q = -2 \cdot E(\text{H}-\text{H}) - E(\text{S}-\text{S}) + 4 \cdot E(\text{H}-\text{S})$$

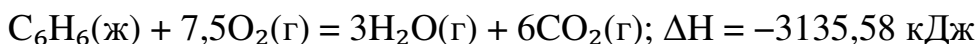
Отсюда выражаем и рассчитываем энергию связи H—S:

$$E(\text{H}-\text{S}) = (Q + 2 \cdot E(\text{H}-\text{H}) + E(\text{S}-\text{S})) / 4 = (-40,30 + 2 \cdot (-435,9) + (-417,6)) / 4 = -332,43 \text{ кДж/моль}$$

147. Тепловой эффект реакции сгорания жидкого бензола с образованием паров воды и диоксида углерода равен $-3135,58$ кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции и вычислите теплоту образования $\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж})$.

Решение.

Запишем термохимическое уравнение реакции сгорания жидкого бензола с образованием паров воды и диоксида углерода:



Согласно закону Гесса, тепловой эффект реакции равен разности между суммой теплот образования продуктов и суммой теплот образования исходных веществ с учетом их стехиометрических коэффициентов:

$$\Delta H = 3 \cdot \Delta H^0_{298}[\text{H}_2\text{O}(\text{г})] + 6 \cdot \Delta H^0_{298}[\text{CO}_2(\text{г})] - \Delta H^0_{298}[\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж})] - 7,5 \cdot \Delta H^0_{298}[\text{O}_2(\text{г})]$$

©МатБюро – Консультации по математике, экономике, праву, естественным наукам

Поможем вам с заданиями и тестами ТулГУ: www.matburo.ru/sub_vuz.php?p=tulgu

Отсюда выражаем и рассчитываем теплоту образования жидкого бензола:

$$\Delta H^0_{298}[\text{C}_6\text{H}_6(\text{ж})] = 3 \cdot \Delta H^0_{298}[\text{H}_2\text{O}(\text{г})] + 6 \cdot \Delta H^0_{298}[\text{CO}_2(\text{г})] - 7,5 \cdot \Delta H^0_{298}[\text{O}_2(\text{г})] - \Delta H = 3 \cdot (-241,84) + 6 \cdot (-393,51) - 7,5 \cdot 0 - (-3135,58) = 49 \text{ кДж/моль}$$

172. Окисление аммиака протекает по уравнению $4\text{NH}_3(\text{г}) + 3\text{O}_2(\text{г}) = 2\text{N}_2(\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{ж}) - 1528 \text{ кДж}$. Определите $\Delta H_{298} \text{ NH}_3(\text{г})$ и $\text{NH}_4\text{OH}(\text{р})$, если теплота растворения $\text{NH}_3(\text{г})$ в воде равна $-34,65 \text{ кДж}$.

Решение.

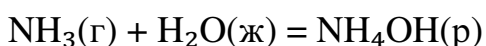
Согласно закону Гесса, тепловой эффект реакции равен разности между суммой теплот образования продуктов и суммой теплот образования исходных веществ с учетом их стехиометрических коэффициентов:

$$\Delta H = 2 \cdot \Delta H_{298}[\text{N}_2(\text{г})] + 6 \cdot \Delta H_{298}[\text{H}_2\text{O}(\text{ж})] - 4 \cdot \Delta H_{298}[\text{NH}_3(\text{г})] - 3 \cdot \Delta H_{298}[\text{O}_2(\text{г})]$$

Отсюда выражаем и рассчитываем стандартную энтальпию образования $\text{NH}_3(\text{г})$:

$$\Delta H_{298}[\text{NH}_3(\text{г})] = (2 \cdot \Delta H_{298}[\text{N}_2(\text{г})] + 6 \cdot \Delta H_{298}[\text{H}_2\text{O}(\text{ж})] - 3 \cdot \Delta H_{298}[\text{O}_2(\text{г})] - \Delta H) / 4 = (2 \cdot 0 + 6 \cdot (-285,84) - 3 \cdot 0 - (-1528)) / 4 = -46,76 \text{ кДж}$$

Запишем уравнение реакции растворения $\text{NH}_3(\text{г})$ в воде:



Тепловой эффект данной реакции равен:

$$\Delta H = \Delta H_{298}[\text{NH}_4\text{OH}(\text{р})] - \Delta H_{298}[\text{NH}_3(\text{г})] - \Delta H_{298}[\text{H}_2\text{O}(\text{ж})]$$

©МатБюро – Консультации по математике, экономике, праву, естественным наукам

Поможем вам с заданиями и тестами ТулГУ: www.matburo.ru/sub_vuz.php?p=tulgu

Отсюда выражаем и рассчитываем стандартную энтальпию образования $\text{NH}_4\text{OH}(p)$:

$$\Delta H_{298}[\text{NH}_4\text{OH}(p)] = \Delta H + \Delta H_{298}[\text{NH}_3(g)] + \Delta H_{298}[\text{H}_2\text{O}(ж)] = -34,65 + (-46,76) + (-285,84) = -367,25 \text{ кДж/моль}$$

189. Установлено, что газовая реакция, протекающая по уравнению $A + 2B \rightarrow D$ имеет первый порядок по веществу А и первый – по веществу В. Как изменится скорость реакции при снижении давления в системе в 3 раза?

Решение.

Учитывая, что рассматриваемая реакция имеет первый порядок по веществу А и первый – по веществу В, скорость данной реакции можно выразить уравнением:

$$r = k \cdot a \cdot b,$$

где r – скорость реакции; k – константа скорости реакции; a – концентрация вещества А; b – концентрация вещества В.

При снижении давления в системе в 3 раза концентрации всех газообразных веществ уменьшатся в 3 раза. При этом скорость реакции станет равна:

$$r' = k \cdot (a / 3) \cdot (b / 3) = k \cdot a \cdot b / 9 = r / 9$$

Таким образом, при снижении давления в системе в 3 раза скорость данной реакции уменьшится в 9 раз.

206. Реакция протекает по уравнению $\text{N}_2 + \text{O}_2 = 2\text{NO}$. Концентрации исходных веществ до начала реакции были: $[\text{N}_2] = 0,049$ моль/л; $[\text{O}_2] = 0,01$

моль/л. Вычислите концентрацию этих веществ, когда $[\text{NO}] = 0,005$ моль/л.

Решение.

Из стехиометрического уравнения реакции видно, что при взаимодействии 1 моль N_2 и 1 моль O_2 образуется 2 моль NO . Следовательно, на образование 0,005 моль NO потребуется $0,005 \cdot 1 / 2 = 0,0025$ моль N_2 и $0,005 \cdot 1 / 2 = 0,0025$ моль O_2 .

Учитывая исходные концентрации N_2 и O_2 , рассчитываем их концентрации в момент, когда $[\text{NO}]$ стала равной 0,005 моль/л:

$$[\text{N}_2] = 0,049 - 0,0025 = 0,0465 \text{ моль/л}$$

$$[\text{O}_2] = 0,01 - 0,0025 = 0,0075 \text{ моль/л}$$