# Бланк выполнения задания № 3

1. Записываются условия задач полностью, без искажений и сокращений.

2. Оформляются подробные решения задач, которые при необходимости подкрепляются формулами, уравнениями реакций, схемами.

3. Записываются ответы к задачам.

**Задача 1. Рассчитать массу и объем 1024 молекул азота при температуре 2500 С и давлении 170,5 кПа**

**Решение.**

1 моль вещества содержит 6,02\*1023 (число Авогадро) молекул. Тогда 1024 молекул азота содержатся в моль азота.

Молярная масса азота равна 14,007\*2 = 28,01 г/моль. Тогда масса 1024 молекул азота равна

Объём 1024 молекул азота вычислим по уравнению Менделеева – Клапейрона:

PV = nRT, отсюда

**Ответ:** 46,51 г; 42,4 л.

**Задача 2. В какой массе NаОН содержится столько же эквивалентов, сколько и в 140 г КОН?**

**Решение.**

Молярная масса КОН равна 56 г/моль.

В 140 г КОН содержится 140/56 = 2,50 моль.

Молярная масса NаОН равна 40 г/моль

Тогда масса 2,50 моль NаОН равна

2,50\*40 = = 100 г

**Ответ:** 100 г.

**Задача 3. По порядковому номеру элемента составить электронную формулу его атома. Определить природу элемента и валентные электроны. Указать квантовые числа для трех последних электронов. Охарактеризовать местоположение в периодической таблице Д. И. Менделеева. Сравнить электроотрицательности, атомные радиусы и энергии ионизации между элементом и соседними элементами в группе и периоде. Определить состав атома (количество электронов, протонов и нейтронов).**

**81, 39.**

**Решение.**

В соответствии с принципом наименьшей энергии порядок заполнения атомных орбиталей для элемента 81 имеет вид: 1s22s22р63s23р64s23d104р65s24d105p66s24f145d106p1. Так как последним заполняется p-подуровень, то элемент является p-элементом и его валентными электронами будут 6s26p1:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6s | ↑↓ | 6p | ↑ |  |  |

Квантовые числа 6s-электронов:

главное n=6;

орбитальное l = 0;

магнитное ml = 0;

спин s = +1/2 и –1/2 соответственно.

Квантовые числа 6р-электрона:

главное n=6;

орбитальное l =1;

магнитное ml = –1 (первое из возможных);

спин s = +1/2 или –1/2 соответственно.

Элемент 81 находится в 13 группе 6 периода Периодической системы элементов, это таллий.

В пределах периода энергия ионизации и электроотрицательность возрастают слева направо, поэтому энергия ионизации и электроотрицательность элемента 81 будут выше, чем у элемента 80, но ниже, чем у элемента 82.

В пределах группы энергия ионизации и электроотрицательность убывают сверху вниз, поэтому энергия ионизации и электроотрицательность элемента 81 будут ниже, чем у его соседа сверху, но выше, чем у соседа снизу.

Атомные радиусы в пределах периода снижаются с увеличением заряда ядра, поэтому радиус атома элемента 81 будет выше, чем у элемента 82, но ниже, чем у элемента 80. В пределах группы атомные радиусы возрастают сверху вниз, поэтому радиус атома нашего элемента 81 будет выше, чем у его соседа сверху, но ниже, чем у соседа снизу.

Природный таллий состоит из двух стабильных изотопов: [205Tl](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%8B_%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%8F#%D0%A2%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%B9-205)  и [203Tl](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%8B_%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%8F#%D0%A2%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%B9-203) .

Число протонов и электронов в атомах обоих изотопов равно порядковому номеру элемента 81.

Число нейтронов равно разности массового числа и заряда ядра (порядкового номера, или числа протонов). Для [205Tl](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%8B_%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%8F#%D0%A2%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%B9-205)  число нейтронов равно 205 – 81 = 124, а для  [203Tl](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D1%8B_%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D1%8F#%D0%A2%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D0%B8%D0%B9-203)  число нейтронов равно 203 – 81 = 122.

В соответствии с принципом наименьшей энергии порядок заполнения атомных орбиталей для элемента 39 имеет вид: 1s22s22р63s23р64s23d104р65s24d1. Так как последним заполняется d-подуровень, то элемент является d-элементом и его валентными электронами будут 5s24d1:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 5s | ↑↓ | 4d | ↑ |  |  |  |  |

Квантовые числа 5s-электронов:

главное n=5;

орбитальное l = 0;

магнитное ml = 0;

спин s = +1/2 и –1/2 соответственно.

Квантовые числа 4d-электрона:

главное n=4;

орбитальное l =2;

магнитное ml = –2 (первое из возможных);

спин s = +1/2 или –1/2 соответственно.

Элемент 39 находится в 3 группе 4 периода Периодической системы элементов, это иттрий.

В пределах периода энергия ионизации и электроотрицательность возрастают слева направо, поэтому энергия ионизации и электроотрицательность элемента 39 будут выше, чем у элемента 38, но ниже, чем у элемента 40.

В пределах группы энергия ионизации и электроотрицательность убывают сверху вниз, поэтому энергия ионизации и электроотрицательность элемента 39 будут ниже, чем у его соседа сверху, но выше, чем у соседа снизу.

Атомные радиусы в пределах периода снижаются с увеличением заряда ядра, поэтому радиус атома элемента 39 будет выше, чем у элемента 40, но ниже, чем у элемента 38. В пределах группы атомные радиусы возрастают сверху вниз, поэтому радиус атома нашего элемента 39 будет выше, чем у его соседа сверху, но ниже, чем у соседа снизу.

Иттрий — [моноизотопный элемент](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BF%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82" \o "Моноизотопный элемент), в природе представлен одним стабильным нуклидом [89Y](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%98%D1%82%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B9-89&action=edit&redlink=1).

Число протонов и электронов в атоме иттрия равно порядковому номеру элемента 39.

Число нейтронов равно разности массового числа и заряда ядра (порядкового номера, или числа протонов). Для иттрия число нейтронов равно 89 – 39 = 50.

**Задача 4. Кристаллический хлорид аммония образуется при взаимодействии газообразных аммиака и хлорида водорода. Написать термохимическое уравнение этой реакции и вычислить ее тепловой эффект. Сколько теплоты выделится, если в реакции было израсходовано 10 л аммиака (н. у.)?**

**Решение.**

Термохимическое уравнение реакции:

NH3(Г) + HCl(Г) = NH4Cl(KP) + Q

Для расчёта теплового эффекта выпишем из термодинамических таблиц стандартные энтальпии образования компонентов реакции:

ΔН0обр (NH3(г)) = –45,94 кДж/моль

ΔН0обр (HCl(г)) = –92,31 кДж/моль

ΔН0обр (NH4Cl(кр)) = –314,22 кДж/моль

Тогда в соответствии с законом Гесса изменение энтальпии в ходе реакции равно:

ΔН0р = ΔН0обр.NH4Cl + ΔН0обр.Н2 – (ΔН0обр.HCl + ΔН0обр.NH3)

ΔН0р = –314,22 – ((-92,31) + (-45,94)) = -175,97 кДж/моль

Тогда тепловой эффект реакции равен

Q = – ΔН0р = 175,97 кДж/моль

Тогда термохимическое уравнение реакции будет выглядеть так:

NH3(Г) + HCl(Г) = NH4Cl(KP) + 175,97 кДж/моль

1 моль аммиака при н.у. занимает объём 22,4 л.

Тогда при расходе 10 л аммиака выделится теплоты

175,97\*10/22,4 = 78,56 кДж

Ответ: 78,56 кДж

**Задача 5. Рассчитать изменение стандартной свободной энергии Гиббса и сделать вывод о направлении процесса при указанной температуре. Рассчитать температуру равной вероятности прямого и обратного процессов. Сделать вывод о направлении процесса выше и ниже этой температуры.**

**СО(г) + Н2О(г) ↔ СО2(г) + Н2(г); 6500 С**

**Решение.**

Из термодинамических таблиц выписываем стандартные энтальпии образования и стандартные энтропии веществ:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Функция | СО(г) | Н2О(г) | СО2(г) | Н2(г) |
| ΔН0обр, кДж/моль | –110,5 | –241,8 | –393,5 | 0 |
| S0, Дж/(моль\*К) | 197,4 | 189 | 213,6 | 130,1 |

Находим стандартные энтальпию и энтропию реакции

СО(г) + Н2О(г) ↔ СО2(г) + Н2(г)

ΔН0р = ΔН0обр.СО2 + ΔН0обр.Н2 – (ΔН0обр.СО + ΔН0обр.Н2О)

ΔН0р = –393,5 + 0 – ((-110,5) + (-241,8)) = -41,2 кДж/моль

ΔS0р = S0СО2 + S0Н2 – (S0СО + S0Н2О)

ΔS0р = 213,6 + 130,1 – (197,4 + 189) = -42,7 Дж/(моль\*К)

Находим стандартную энергию Гиббса:

ΔGоp = ΔН0р – T\* ΔS0р

ΔGоp = -41,2 – (650+298)\*(-42,7\*10–3) = -0,720 кДж/моль = -720 Дж/моль<0

Следовательно, при температуре 650оС процесс термодинамически возможен.

Находим равновесную температуру:

Так как ΔН0р<0 и ΔS0р<0, то прямая реакция возможна при температурах ниже равновесной, то есть прямая реакция возможна до температуры 692 К, а при температуре выше 692 К реакция невозможна.

**Ответ:** ΔGоp = -720 Дж/моль. Реакция возможна при температурах ниже 965 К.

**Задача 6. При понижении температуры на 200 С скорость гомогенной реакции понизилась в 10 раз. Как изменится скорость данной реакции при увеличении температуры с 70 до 1100 С?**

**Решение.**

Согласно правилу Вант-Гоффа, отношение констант скорости реакции *k*2 и *k*1, определенных при двух различных температурах *Т*2 и *Т*1, равно

.

Подставим в это уравнение данные из условия задачи и решим его относительно γ:

,

Отсюда γ = 3,162

Тогда при увеличении температуры с 70 до 1100С

= 102 = 100

**Ответ:** Скорость реакции увеличится в 100 раз.