



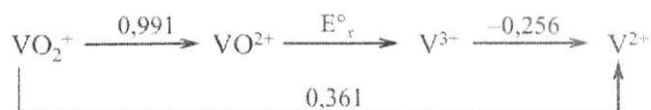
23 августа 2023 года

**Задание 1**

1. Приведите общую электронную конфигурацию валентного уровня в основном состоянии для элементов 15 группы. В чём принципиальное отличие электронного строения атома азота от остальных элементов этой группы?
2. Сравните геометрическое строение оксоанионов азота и фосфора в высшей степени окисления (полностью депротонированных). Почему оно различное несмотря на подобие электронного строения центральных атомов? Какой средний заряд на атомах кислорода в них? Почему нитраты переходных металлов, как правило, растворимы в воде, а фосфаты — нерастворимы?
3. Приведите формулы типичных бинарных соединений элементов 15-й группы с водородом. Какие химические свойства для них заметно отличаются для соединений азота и более тяжёлых элементов? Приведите не менее двух свойств, разницу подтвердите реакциями.
4. Сурьма состоит из двух устойчивых изотопов с массовыми числами 121 и 123. Рассчитайте долю каждого из них в природной сурьме.
5. Какие два соединения образуются при сгорании сурьмы в атмосфере хлора (твёрдое и жидкое)? Изобразите геометрическое строение их молекул, соотнесите структуру и агрегатное состояние. Напишите реакции этих соединений с избытком растворов: а) аммиака; б) сульфида натрия.

**Задание 2**

1. Дайте определения понятиям *степень окисления, электрод, гальванический элемент*.
2. Рассмотрите диаграмму Латимера для форм ванадия в кислом растворе (значения  $E^\circ$  в Вольтах):



- (а) Рассчитайте значение  $E^\circ_x$ . Возможно ли сопропорционирование при совместном нахождении в водных растворах для каких-то пар форм? Напишите возможные процессы в ионном виде.
  - (б) Для сопряжённой пары  $\text{VO}_2^+/\text{VO}^{2+}$  запишите уравнение электродного процесса и уравнение Нернста. Определите, при какой концентрации ионов водорода будет возможно образование жидкого брома в системе, содержащей ванадин-, ванадил- и бромид-ионы (концентрация каждого 1 М)? Для полуреакции  $\text{Br}_2(\text{ж}) + 2e = 2\text{Br}^-$   $E^\circ = 1,066$  В. Будет ли протекать реакция при добавлении твёрдого ванадата натрия к концентрированной бромоводородной кислоте (около 10 М)? Если да, напишите её уравнение.
3. Напишите уравнения следующих реакций, протекающих при нагревании без доступа воздуха:
    - (а)  $\text{TiCl}_3 + \text{NaOH}_{(p-p)} \rightarrow$
    - (б)  $\text{V} + \text{HCl}_{(\text{конц})} \rightarrow$
    - (в)  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7_{(мс)} + \text{NaCl}_{(мс)} + \text{H}_2\text{SO}_4_{(\text{конц})} \rightarrow$
    - (г)  $\text{KMnO}_4 + \text{KOH}_{(p-p)} \rightarrow$
    - (д)  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2_{(мс)} \rightarrow$
    - (е)  $\text{Co} + \text{Cl}_2_{(г)} \rightarrow$
    - (ж)  $\text{Ni}(\text{CO})_4_{(жс)} \rightarrow$
    - (з)  $\text{Cu} + \text{HI}_{(\text{конц})} \rightarrow$

### Задание 3

1. Оцените pH и концентрации частиц:  $\text{OH}^-$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  и  $\text{HPO}_4^{2-}$  в водном растворе  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  с концентрацией  $10^{-2}$  М. Для фосфорной кислоты:  $K_{a1} = 7,1 \cdot 10^{-3}$ ;  $K_{a2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$ ;  $K_{a3} = 5,0 \cdot 10^{-13}$ .
2. Рассчитайте pH водного раствора, в 1 л которого содержится по 0,01 моль  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  и  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . Какое новое значение pH установится после поглощения этим раствором 120 мл газообразного хлороводорода (ст. у.)?
3. Приведите формулы следующих солей: (а) сульфит натрия, (б) тиосульфат натрия, (в) дисульфат натрия, (г) пероксодисульфат натрия. Укажите реакцию среды (кислая/нейтральная/щелочная) их свежеприготовленных водных растворов, поясните свой ответ с помощью уравнений реакций. Как изменяется среда раствора (а) при длительном хранении его на воздухе (уравнение реакции)?
4. Какие из солей из предыдущего пункта проявляют преимущественно восстановительные, а какие — окислительные свойства? Проиллюстрируйте примерами химических реакций.

### Задание 4

1. Определите энергию диссоциации частицы  $\text{H}_2^+$  и её полную энергию, если известны потенциал ионизации молекулы водорода  $I(\text{H}_2) = 15,4$  эВ и энергия её диссоциации  $D(\text{H}_2) = 4,5$  эВ. Постройте энергетическую диаграмму системы.
2. Для реакции  $\text{H}_2\text{S}_{(г)} + \text{Hg}_{(ж)} = \text{HgS}_{(тв)} + \text{H}_2_{(г)}$ , протекающей при  $T = 298$  К, определите константы  $K_p$  и  $K_c$ , если известно  $\Delta_r H^\circ_{298} = -38,9$  кДж/моль,  $\Delta_r S^\circ_{298} = -68,7$  Дж/(моль·К). Найдите равновесный состав смеси, если в предварительно вакуумированный сосуд объёмом 12,2 л поместили 0,05 моль  $\text{H}_2\text{S}_{(г)}$  и 0,2 моль  $\text{Hg}_{(ж)}$ .
3. Константа скорости прямой реакции  $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}_{(ж)}$  равна  $1,4 \cdot 10^{11}$  л·моль $^{-1}$ ·с $^{-1}$  при 25 °С.
  - (а) Рассчитайте константу скорости обратной реакции.
  - (б) Определите скорости прямой и обратной реакции в состоянии равновесия.
  - (в) Оцените время полупревращения для нейтрализации 0,1 М раствора  $\text{HCl}$  0,1 М раствором  $\text{KOH}$ . Разбавление не учитывать.

### Задание 5

1. Приведите названия по IUPAC следующих комплексных соединений:



Укажите степень окисления и КЧ центрального атома. Для каких из этих соединений возможно существование пространственных изомеров?

2. Какие изомеры октаэдрических комплексов можно ожидать в координационном соединении состава  $\text{ReCl}_3 \cdot 2\text{PPh}_3 \cdot \text{NaSCN}$ ? Приведите структурные формулы для разных видов изомерии. Какими методами можно отличить эти изомеры?
3. Определите значение  $n$  в формулах согласно правилу 18 электронов:  $[\text{Re}(\text{CO})_n\text{Br}]$ ,  $[\text{FeCp}(\text{CO})_n]_2$ ,  $[\text{W}(\eta\text{-C}_6\text{Me}_6)(\text{CO})_n]$ . Почему это правило не соблюдается для обычных хлоро-, аква- или аминокомплексов 3d-металлов?
4. Напишите уравнения реакций (с указанием условий), позволяющих в результате следующих двухстадийных превращений **получить** вещества:
  - (а) гексахлороплатинат(IV) водорода  $\rightarrow \dots \rightarrow$  *цис*-дихлородиаминоплатина(II)
  - (б) манганат(VI) калия  $\rightarrow \dots \rightarrow$  трис(оксалато)манганат(III) калия
  - (в) хлорид кобальта(II)  $\rightarrow \dots \rightarrow$  хлорид хлоропентаамминкобальта(III)

*Желаем удачи!*