**Задание 1** (авторы А.С. Чубаров, В.А. Емельянов).

1. Названия посуды и оборудования: промывалка, чашка Петри, мерная колба, воронка химическая, химический стакан, ступка с пестиком, автоматический дозатор (пипетка, пипетор), мерный цилиндр, пробирки, штатив для пробирок (штатив с пробирками засчитывается за два ответа), газовая горелка (Бунзена), термометр, двугорлая колба, капельная воронка, обратный холодильник (шариковый или холодильник Аллина), прямой холодильник (Либиха), аллонж, колба круглодонная, насадка Вюрца, колба грушевидная, штатив с лапками. Установка на рисунке служит для перегонки (дистилляции) жидкостей.

2. Из описания солей, растворы которых содержатся в емкостях I-IV, делаем вывод, о том, что в двух из этих емкостей находятся калиевые соли, в состав анионов которых входит хром. Одна из них – это соль дихромат-аниона (аммонийная соль используется в опыте «вулкан на столе», анион придает солям оранжевую окраску), вторая – хромат-аниона (второй известный кислородсодержащий анион с хромом, желтая окраска).

В составе двух оставшихся растворов тоже присутствует какой-то один элемент 4 периода ПС. Реакция, используемая в демонстрационных экспериментах для получения искусственной крови, либо как качественная реакция на катион этого элемента в степени окисления +3, - образование роданидных комплексов железа. Тогда в одной из емкостей находится калиевая соль роданидного комплекса железа(III) (красного цвета), а в другой – калиевая соль аниона, содержащего железо в более высокой степени окисления, т.е. феррат-аниона (цвет – фиолетовый).

В растворы 1-3 помещены купоросы (сульфаты) элементов 4 периода. Голубой раствор 1, который превращается в сине-фиолетовый раствор 4 при добавлении аммиака, может быть только раствором сульфата меди. Зеленый раствор 2 мог бы быть раствором железного купороса, но при добавлении аммиака он не стал бы синим, а превратился бы в бесцветный раствор с зеленовато-белым, бурящим на воздухе осадком. А вот растворы солей никеля при добавлении избытка аммиака дают аммиачный комплекс, окрашенный в интенсивный синий цвет. Розовый раствор 3 мог бы быть сульфатом марганца(II), но при добавлении соляной кислоты он тоже не стал бы синим, а только увеличил бы интенсивность красно-розовой окраски. Зато соли кобальта при добавлении концентрированной соляной кислоты образуют хлоридный комплекс кобальта синего цвета.

Итак, в колбах I-IV находятся: I –  $K_2FeO_4$  – феррат калия, II –  $K_3[Fe(SCN)_6]$  – гексароданоферрат(III) (или гексатиоцианоферрат(III)) калия, III –  $K_2CrO_4$  – хромат калия, IV –  $K_2Cr_2O_7$  – дихромат калия.

В пробирках 1-4 находятся: 1 –  $CuSO_4$ , 2 –  $NiSO_4$ , 3 –  $CoSO_4$ , 4 –  $[Cu(NH_3)_4]SO_4$  – сульфат тетраамминмеди(II). Именно сульфат тетраамминмеди останется после испарения раствора, а ни в коем случае не гидроксид тетраамминмеди (это очень сильное основание) в смеси с сульфатом аммония.

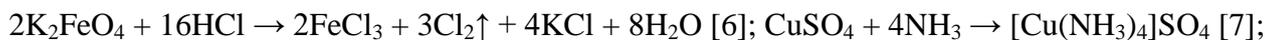
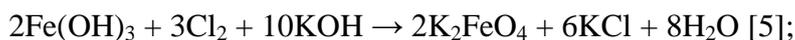
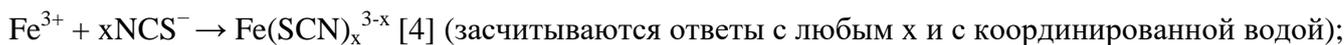
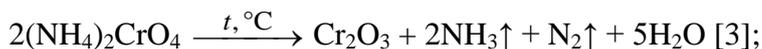
3. Для стабилизации феррат-аниона в колбе I следует поддерживать сильнощелочную среду, иначе в нейтральной и слабощелочной среде он разлагается:  $4K_2FeO_4 + 10H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3\downarrow + 3O_2\uparrow + 8KOH$ . Процесс усиливается в присутствии углекислого газа:



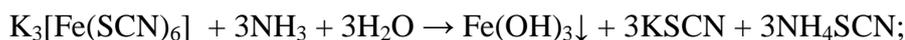
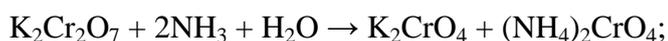
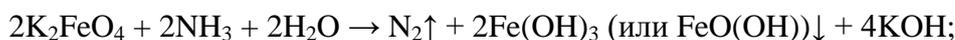
Для стабилизации раствора подходит гидроксид любого щелочного металла.

Для стабилизации роданидного комплекса железа в виде гексароданоферрат-аниона в колбу II следует добавить роданид (тиоцианат) щелочного металла, иначе анион исходной соли не будет сохраняться, а будет происходить последовательное замещение нескольких координированных роданид-ионов на воду:  $K_3[Fe(SCN)_6] + xH_2O = K_{3-x}[Fe(H_2O)_x(SCN)_{6-x}] + xKSCN$  ( $x \leq 3$ ).

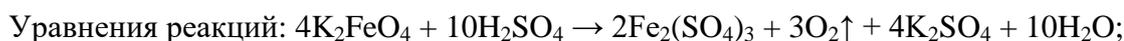
4. Уравнения реакций:  $(NH_4)_2Cr_2O_7 \xrightarrow{t, ^\circ C} N_2\uparrow + Cr_2O_3 + 4H_2O$  [1];



а) С раствором аммиака не взаимодействует только  $\text{K}_2\text{CrO}_4$ . Уравнения реакций:



б) С раствором разбавленной серной кислоты не взаимодействует только  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .



$2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{SCN})_6] + 6\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{K}_2\text{SO}_4 + 12\text{HSCN}$ . Равновесие в этой реакции смещено вправо вследствие разложения родановодорода, протекающего с заметной скоростью при его концентрации в растворе выше 5% или при повышении температуры. Продукты разложения родановодорода весьма разнообразны (сера, оксид-сульфид углерода, циановодород, аммиак, ксантановый водород и т.п.) и их состав сильно зависит от условий, поэтому писать уравнение этой реакции не требуется.

#### **Система оценивания:**

1. Посуда, оборудование, назначение установки по 0,25 б .....  $0,25 \cdot 22 = 5,5$  б.

2. Формулы солей по 0,5 б, соответствие номеру по 0,5 б, названия по 0,5 б. В случае не полностью точных формул соединений в емкостях II и 4 баллы за формулы не ставятся, а соответствие номеру и верное название для данного соединения оцениваются полным баллом...  $(0,5+0,5) \cdot 8 + 0,5 \cdot 5 = 10,5$  б.

3. Емкости по 1 б, вещества по 1 б, уравнения реакций по 2 б .....  $(1+1+2) \cdot 2 = 8$  б.

4. Уравнения реакций по 1 б. Если уравнения реакций [4]-[9] верно записаны в сокращенном ионном виде, то за них выставляется полный балл. Если продуктами реакций [7], [8] являются гидроксиды амминокомплексов, то за эти уравнения (неважно, в одну или две стадии) выставляется половина баллов. За любую частицу  $\text{CoCl}_x$ , где  $x \neq 4$  (в т.ч.  $\text{CoCl}_2$ ) выставляется половина баллов.  $1 \cdot 9 = 9$  б.

5. Верное указание «не идет» / «идет» по 0,5 б (наличие уравнения, даже неверного, расценивается как ответ «идет», отсутствие уравнения или указания не оценивается как ответ «не идет»), неверное указание минус 0,5 б, но в целом за ответ на вопрос «не идет» / «идет» не меньше 0 баллов. Верные уравнения реакций для роданидного комплекса по 2 б., остальные по 1 б.  $0,5 \cdot 8 + 2 \cdot 2 + 1 \cdot 4 = 12$  б.

**Всего** ..... **45 баллов.**

#### **Задание 2 (авторы В.А. Емельянов, Р.А. Бредихин).**

1. Поскольку все минералы – это либо соединения железа с кислородом, либо с серой, формула каждого из них может быть представлена в виде  $\text{Fe}_n\text{O}_m$  (либо  $\text{Fe}_n\text{S}_{m/2}$ , т.к. атомная масса серы ровно в 2 раза больше атомной массы кислорода), где  $n$  и  $m$  для разных минералов разные.

Для минерала **А** отношение  $n : m = 72,4/56 : (100-72,4)/16 = 1,293 : 1,725 = 1 : 1,33 = 3 : 4$ , формула оксида  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (такой есть), сульфида  $\text{Fe}_3\text{S}_2$  (такого нет). То есть **А** –  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

Для минерала **Б** отношение  $n : m = 70/56 : (100-70)/16 = 1,25 : 1,875 = 1 : 1,5 = 2 : 3$ , формула оксида  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (такой есть), сульфида  $\text{Fe}_2\text{S}_{1,5}$  или  $\text{Fe}_4\text{S}_3$  (такого нет). То есть **Б** –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

Для минерала **В** отношение  $n : m = 46,6/56 : (100-46,6)/16 = 0,832 : 3,338 = 1 : 4$ , формула оксида  $\text{FeO}_4$  (такого нет), сульфида  $\text{FeS}_2$  (такой есть). То есть **В** –  $\text{FeS}_2$ .

**2. А** –  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  – магнетит (магнитный железняк), оксид железа (II, III). Собственное название – железная окалина – происходит от способа получения этого соединения накаливанием, т.е. нагреванием железа до температуры красного или белого каления на воздухе.

**Б** –  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – гематит (красный железняк, железный блеск), оксид железа (III).

**В** –  $\text{FeS}_2$  – пирит (железный колчедан, серный колчедан), дисульфид железа (II). Собственное название – золото глупцов или золото дураков – происходит от того, что не очень умные золотоискатели путали золотистые блестящие кристаллы пирита с настоящим золотом.

**3. Уравнения реакций:** а)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{разб.}} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ ,

$\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{разб.}} \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{разб.}} \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ,

$\text{FeS}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{разб.}} \neq$  не идет.

Существует общее правило, согласно которому взаимодействие соли слабой кислоты (сульфида) с неокисляющей сильной кислотой должно приводить к образованию соли этой сильной кислоты и выделению слабой кислоты (сероводорода, дисульфана) в свободном виде. Однако это правило не работает, если исходная соль имеет очень низкое произведение растворимости (другими словами, малую растворимость, высокую энергию кристаллической решетки, очень прочную кристаллическую решетку и т.п.), что мы и имеем в случае дисульфида железа.

б)  $2\text{Fe}_3\text{O}_4 + 10\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{конц.}} \rightarrow 3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{SO}_2\uparrow + 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{конц.}} \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ ,

$2\text{FeS}_2 + 14\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{конц.}} \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 15\text{SO}_2\uparrow + 14\text{H}_2\text{O}$ ,

$2\text{Fe} + 6\text{H}_2\text{SO}_4_{\text{конц.}} \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{SO}_2\uparrow + 6\text{H}_2\text{O}$  (идет только при нагревании).

$\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4_{\text{конц.}} \neq$  при комнатной температуре не идет. Существует общее правило, согласно которому взаимодействие неблагородного металла (или металла средней активности) с окисляющими кислотами (концентрированной серной кислотой) должно приводить к образованию соответствующей соли (сульфата) этого металла и продукта восстановления кислоты (сернистого газа). Однако, это правило не работает, если металл соответствующей кислотой пассивируется (при их взаимодействии образуется тонкая, но плотная и непроницаемая для кислоты пленка соли либо оксида в такой модификации, которая в этой кислоте не растворяется), что мы и имеем в случае обработки железа концентрированной серной кислотой при комнатной температуре.

**4. Уравнения реакций:**  $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2\uparrow$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{C} \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 3\text{Fe} + 4\text{CO}$ ,

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \xrightarrow{t, ^\circ\text{C}} 2\text{Fe} + 3\text{CO}$ . Отметим, что в п. **6** условия изначально предполагалось указание на то, что углерод окисляется до высшего оксида в процессе нагрева печи, однако неполная однозначность трактовки этой фразы предполагает, что в качестве правильных ответов в п. **4** и в п. **6** будет также засчитано и окисление кокса до углекислого газа. Это вполне оправдано, поскольку CO тоже работает как восстановитель оксидов железа, окисляясь до углекислого газа.

**5.** Масса минерала **А** в 1 тонне этой руды составляет  $0,7 \cdot 1000 = 700$  кг, масса железа  $0,724 \cdot 700 = 506,8$  кг. Масса железа в готовом чугуна  $0,96 \cdot 490 = 470,4$  кг. Эффективность (выход) процесса выплавки железа в этой смене составляет  $470,4/506,8 = 0,928$  или 92,8 %.

**6.** Количество минерала **А** в 1 тонне руды составляло  $700/232 = 3,017$  кмоль. При окислении кокса до угарного газа в процессе получения железа (п. **4**) расход кокса на восстановление составит  $3,017 \cdot 4 \cdot 12 = 144,8$  кг, при окислении до углекислого газа (как можно понять из п. **6** условия) расход будет в 2 раза меньше  $3,017 \cdot 2 \cdot 12 = 72,4$  кг. Масса кокса, вошедшего в состав чугуна, составила  $0,04 \cdot 490 = 19,6$  кг. Масса кокса, израсходованная на нагрев доменной печи,  $500 - 144,8 - 19,6 = 335,6$  кг либо  $500 - 72,4 - 19,6 = 408$  кг. Это составляет  $335,6/500 = 0,671$  либо  $408/500 = 0,816$  от общей массы кокса.

**7.** Средняя плотность человеческого тела варьируется от 0,93 (при вдохе) до 1,07 г/см<sup>3</sup>, поэтому для нашей оценки вполне логично принять ее равной 1 г/см<sup>3</sup>. Средняя масса мужчины средних лет от 70 до 80 кг, для оценки возьмем 75 кг. Масса такого мужчины, если его перековать в Железного Дровосека, составит  $(1 - 0,2) \cdot 7,9 \cdot 75/1 = 474$  кг, иначе говоря, 450-500 кг. Массой воздуха (и доброго сердца, конечно) внутри Железного Дровосека однозначно можно пренебречь.

### Система оценивания:

1. Расчет формул по 2 б, (подтверждение расчетом по 1 б), отказ от несуществующего соединения с другим элементом по 1 б .....  $(2+1)*3 = 9$  б.
  2. Названия по 1 б, происхождение собственных названий по 1 б.....  $1*(8+2) = 10$  б.
  - 3-4. Уравнения реакций по 1 б., их отсутствие по 0,5 б, правило 1,5 б, почему не подчиняется 1 б. Если сказано, что железо не реагирует с холодной серной кислотой 0,5 б., из-за пассивации еще 0,5 б. Если нет реакции с горячей кислотой, но сформулировано правило, то еще 1 б.....  $1*10+0,5+1,5+1+0,5+0,5 = 14$  б.
  5. Эффективность 3 б ..... 3 б.
  6. Масса кокса на восстановление 2 б, масса в чугуна 2 б., доля на нагрев 2 б. (если не учтен углерод, пошедший на образование чугуна, то 1 б.) .....  $2+2+2 = 6$  б.
  7. Обоснованная оценка массы 3 б ..... 3 б.
- Всего ..... 45 баллов.**

### Задание 3 (авторы В.А. Емельянов, М.П. Юткин).

1. То, что неизвестное вещество – кислород ( $O_2$ ), легко установить по его содержанию в атмосфере и даже по внешнему виду при 70 К. Проверим молярную массу, которую легко посчитать из заданного значения плотности при н.у.:  $1,429*22,4 = 32$  г/моль, что и требовалось доказать.

2. Характеристики молекул: 1, 3, 9, 12, 13, 14. Характеристики вещества: 2, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 15, 16.

3. В 1 мл воды растворяется  $4,89*10^{-2}$  мл или  $4,89*10^{-5}$  л кислорода, что составит  $4,89*10^{-5}/22,4 = 2,183*10^{-6}$  моля или  $2,183*10^{-6}*6,02*10^{23} = 1,31*10^{18}$  молекул. Масса кислорода составит  $2,183*10^{-6}*32 = 6,986*10^{-5}$  г, масса раствора примерно 1 г, отсюда массовая доля кислорода примерно  $7*10^{-3}$  %.

Уравнение реакции для процесса растворения кислорода:  $O_{2\text{газ}} (+ H_2O) = O_{2\text{водн}}$ . (воду слева можно не писать). Константа равновесия для процесса растворения газов в жидкостях называется константой Генри и в классическом варианте вычисляется как отношение равновесной концентрации газа в жидкости к его парциальному давлению над раствором  $K_{с,р} = [O_{2\text{водн}}]/p(O_2)$ . Молярная концентрация кислорода в насыщенном растворе равна  $2,183*10^{-6}/10^{-3} = 2,183*10^{-3}$  моль/л. Справочные данные по растворимости газов приводят для случая, когда над раствором находится только этот газ, т.е. парциальное давление газа над раствором равно внешнему давлению. Следовательно, константа равновесия для процесса растворения кислорода в воде при н.у. будет равна  $K_{с,р} = 2,183*10^{-3}/1 = 2,183*10^{-3}$  моль/(л\*атм). Существуют и другие способы выражения константы Генри, в частности, только через равновесные молярные концентрации, как в жидкости, так и в газе:  $K_{с,с} = [O_{2\text{водн}}]/[O_{2\text{г}}]$ . При н.у. 1 моль газа занимает объем 22,4 л, следовательно, молярная концентрация кислорода в чистом кислороде при н.у. будет равна  $[O_{2\text{г}}] = 1/22,4 = 4,464*10^{-2}$  моль/л. Для этого случая  $K_{с,с} = 2,183*10^{-3}/4,464*10^{-2} = 4,89*10^{-2}$ .

4. Количество кислорода в 100 г равно  $100/32 = 3,125$  моля. Общие затраты тепла – сумма трех слагаемых: нагрев жидкого кислорода от 70 до 90,1 К, испарение (переход жидкости в газ), нагрев газообразного кислорода от 90,1 до 273,15 К. Для расчета первого и третьего слагаемых воспользуемся теплоемкостями, которые и показывают, сколько тепла надо затратить, чтобы нагреть 1 моль вещества на 1 градус. Итого получится  $3,125*(55,7*20,1 + 3410 + 29,3*183,05) = 30915$  Дж или 30,915 кДж.

5.  $O_2 = O_2^+ + e$  (3);  $O_2 + e = O_2^-$  (9);  $O_{2(ж)} = O_{2(газ)}$  (10);  $O_2 + H^+ = HO_2^+$  (12);  $O_2 = 2O$  (13). Процессы 3, 10 и 13 – безусловно, идут с затратами энергии, т.е. эндотермические. Поскольку энергетические характеристики процессов 9 и 12 имеют противоположный знак, то эти процессы как раз и являются экзотермическими.

6. Допустим, соединения не являются смешанными оксидами и имеют состав  $M_2O_x$  и  $M_2O_y$ . По процентному содержанию металла составим два уравнения:  $2M/(2M + 16x) = 0,83$  и  $2M/(2M + 16y) = 0,71$ , решив которые, получим  $M = 39,1x$  и  $M = 19,6y$ . Единственное разумное решение получается при  $x=1$  и  $y=2$ :  $M = K$ . Помимо оксида ( $K_2O$ ) и пероксида ( $K_2O_2$ ), с элементом кислородом калий образует еще надпероксид ( $KO_2$ ) и озонид ( $KO_3$ ). При сжигании калия на воздухе или в кислороде получают смеси продуктов, практически всегда содержащие надпероксид. Относительно чистый надпероксид получают нагреванием калия в избытке кислорода:  $K + O_2 = KO_2$ . Для получения пероксида надперок-

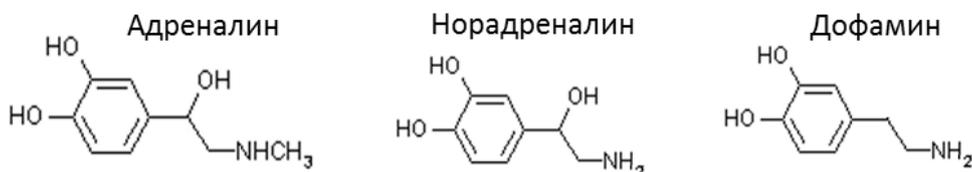
сид нагревают в вакууме при  $t \sim 300^\circ\text{C}$ :  $2\text{K}_2\text{O}_2 = \text{K}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$ . Оксид можно получить нагреванием пероксида, либо смеси калия с надпероксидом или гидроксидом:  $2\text{K}_2\text{O}_2 = 2\text{K}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$  ( $500^\circ\text{C}$ ),  $3\text{K} + \text{KO}_2 = 2\text{K}_2\text{O}$  ( $700^\circ\text{C}$ , р),  $2\text{K} + 2\text{KOH} = 2\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2 \uparrow$  ( $450^\circ\text{C}$ ). Озонид обычно получают взаимодействием озона с гидроксидом калия при температуре ниже комнатной:  $4\text{KOH} + 4\text{O}_3 = 4\text{KO}_3 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ .

**Система оценивания:**

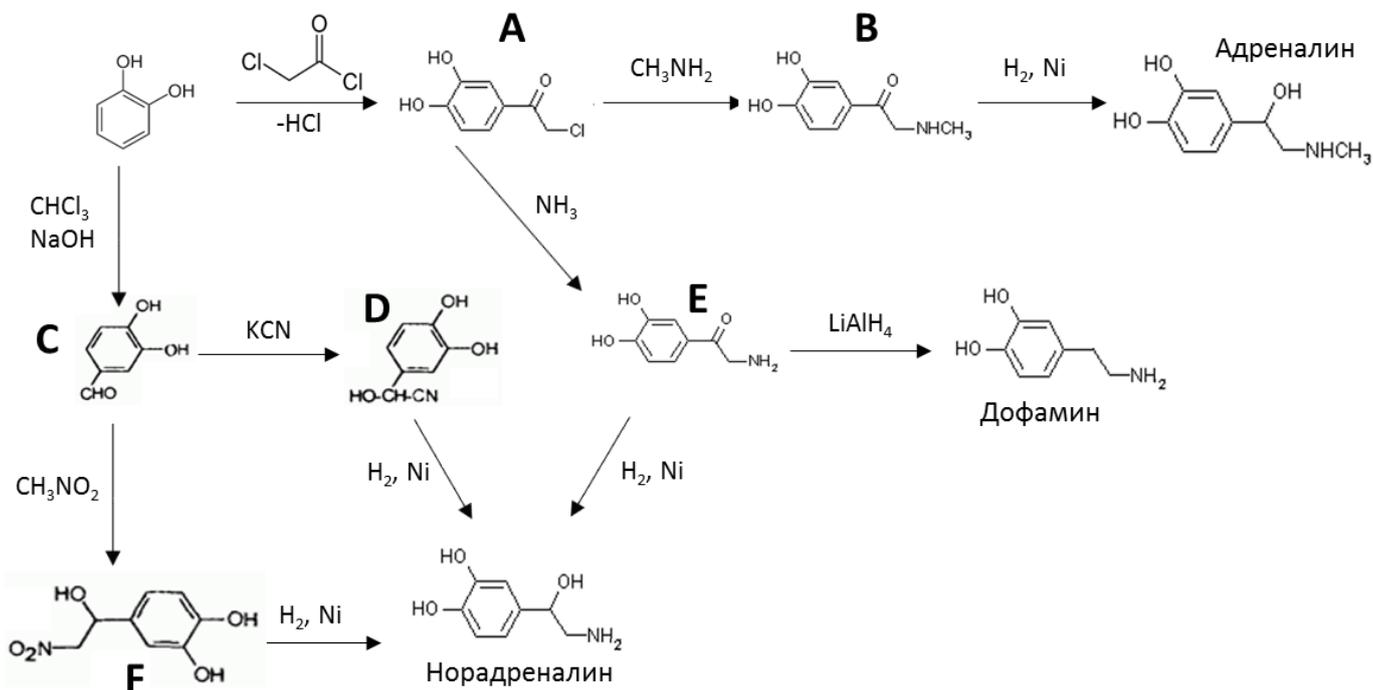
1. Кислород или  $\text{O}_2$  1 б, подтверждение расчетом 1 б ..... 1+1 = 2 б.
  2. Верное соответствие 0,5 б, неверное минус 0,5 б, но в целом за пункт не меньше 0 баллов  
0,5\*6+0,5\*10 = 8 б.
  3. Число молекул 2 б, массовая доля 1 б, уравнение 1 б, константа 2 б..... 2+1+1+2 = 6 б.
  4. Расчет количества тепла 4 б. (если не учтена теплота ф.п., то 2 б., если на всем интервале грели только жидкость или только газ, то 0 б.) ..... 4 б.
  5. Уравнения реакций по 1 б., экзотерм. процессы по 1 б. (если выбран хотя бы один неверный ответ, то за этот подпункт 0 б.) ..... 1\*5+1\*2 = 7 б.
  6. Вычисление атомной массы 2 б, металл 1 б, формулы (КО не засчитывается), названия и способы получения по 1 б  
2+1+1\*4+1\*4+1\*4 = 15 б.
- Всего** ..... 42 балла.

**Задание 4 (автор Н.М. Антонова).**

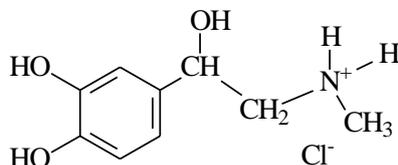
**1. Структурные формулы гормонов.**



**2. Структурные формулы соединений А-Ф.**



**3. Структурная формула хлорида адреналиния (формула «адреналин»\*HCl не засчитывается):**



Многие ароматические амины в воде растворяются плохо, поэтому в качестве лекарственных препаратов обычно используют их соли (продукты взаимодействия с кислотами), которые имеют значительно более высокую растворимость в воде.

4. Количество хлорида адреналина в 1 мг этой соли равно  $0,001/219,5 = 4,56 \cdot 10^{-6}$  моль, количество адреналина такое же. Масса адреналина составит  $4,56 \cdot 10^{-6} \cdot 183 = 8,34 \cdot 10^{-4}$  г или 0,834 мг, а число его молекул  $4,56 \cdot 10^{-6} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,75 \cdot 10^{18}$  шт.

5. Для проведения десятикратной терапии у 20 пациентов потребуется по  $20 \cdot 10 \cdot 0,5 = 100$  л растворов. Масса норадреналина в каждом из растворов составит  $0,004 \cdot 20 \cdot 100 = 0,8$  г, его количество  $0,8/169 = 4,73 \cdot 10^{-3}$  моль. Столько же в молях потребуется и его виннокислой соли, а масса этой соли составит  $4,73 \cdot 10^{-3} \cdot 337 = 1,60$  г для каждого из растворов.

Масса раствора глюкозы составит  $1,0175 \cdot 100 \cdot 1000 = 101750$  г, масса глюкозы в нем  $0,05 \cdot 101750 = 5087,5$  г, ее количество  $5087,5/180 = 28,26$  моль.

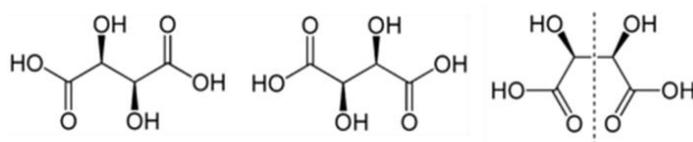
Масса раствора хлорида натрия составит  $1,0045 \cdot 100 \cdot 1000 = 100450$  г, масса хлорида натрия в нем  $0,009 \cdot 100450 = 904,05$  г, его количество  $904,05/180 = 15,45$  моль.

6. Чтобы вычислить массу воды в 100 л раствора глюкозы, вычтем массу глюкозы из массы раствора:  $101750 - 5087,5 = 96662,5$  г или 96,6625 кг. На один кг воды в этом растворе приходится  $28,26/96,6625 = 0,292$  моль глюкозы. Следовательно  $m_1 = 0,292$  моль/кг.

Для раствора хлорида натрия масса воды  $100450 - 904,05 = 99545,95$  г или 99,54595 кг. На 1 кг воды в этом растворе приходится  $15,45/99,54595 = 0,155$  моль глюкозы. Следовательно,  $m_2 = 0,155$  моль/кг.

Отношение  $m_1/m_2 = 0,292/0,155 = 1,88 \approx 2$ . Это число оказалось близким к двойке, поскольку каждый моль хлорида натрия при растворении в воде образует 2 моля частиц (за счет диссоциации), а моль глюкозы при растворении в воде дает 1 моль частиц. Эти растворы будут иметь очень близкие значения осмотического давления (особенно если учесть кажущуюся степень диссоциации NaCl), которое пропорционально моляльной концентрации растворенных частиц. Растворы с одинаковыми значениями осмотического давления химики называют изотоническими. А поскольку такое же значение осмотического давления имеет плазма крови, медики используют именно эти растворы глюкозы и хлорида натрия для инъекций, инфузий и других физиологических процедур. Поэтому медики называют эти растворы физиологическими или инфузионными.

7. Строение стереоизомерных форм винной кислоты.



8. Через 9 минут останется 50% дофамина (по определению периода полувыведения), через 18 минут – 25%, через 36 минут – 6,25%.

На приведенной схеме можно видеть, что предшественником гормона является дигидроксифенилаланин, который в русском варианте называется ДОФА, а в английском варианте DOPA (dihydroxyphenylalanine). Отсюда дофамин и dopamine (допамин).

#### Система оценивания:

1. Структурные формулы гормонов по 2 б.	$2 \cdot 3 = 6$ б.
2. Структурные формулы А-Е по 1 б.	$1 \cdot 6 = 6$ б.
3. Структурная формула и объяснение через растворимость по 1 б	$1 + 1 = 2$ б.
4. Масса и число молекул по 2 б.	$2 + 2 = 4$ б.
5. Массы и количество глюкозы, хлорида натрия и лекарства по 2 б.	$(2+2) \cdot 3 = 12$ б.
6. Моляльности по 2 б, отношение 1 б, 2 иона 1 б. Как и почему по 1 б	$2 \cdot 2 + 1 + 1 + (1+1) \cdot 2 = 10$ б
7. Структурные формулы стереоизомеров по 1 б.	$1 \cdot 3 = 3$ б.
8. Доля оставшегося дофамина 3 б., объяснение названия 2 б. (если только ссылка на англ. язык 1 б.)	$3 + 2 = 5$ б.
<b>Всего:</b>	<b>48 баллов</b>