

Поволжская открытая олимпиада школьников

«Будущее медицины» 2018 год

Эталоны ответов 2 этапа

9 класс

1X. «... Бекетов и Щербачев (1894 г.) приготовили цезий из его алюмината накаливанием с порошком магния, и весь цезий получился в металлическом виде... Алюминат цезия был приготовлен чрез осаждение цезиевых квасцов едким баритом и чрез выпаривание полученного раствора...»

1. Вы прочли отрывок из известной книги Д.И. Менделеева «Основы химии», где описывается способ получения щелочного металла – цезия. Этот метод применялся в конце XIX века. Постарайтесь правильно написать уравнения реакций, лежащих в основе этого процесса, учитывая, что цезиевые квасцы изоморфны алюмокалиевым и являются двенадцативодными кристаллогидратами.
2. Сколько металлического цезия можно получить по этой методике из 568 г цезиевых квасцов, если общие потери синтеза составляют 15%?
3. Приведите химические реакции, лежащие в основе современного производства щелочных металлов.

(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. Приведены формулы цезиевых квасцов – $\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ и едкого барита – $\text{Ba}(\text{OH})_2$	0,5 0,5
2. Приведены уравнения реакций, лежащих в основе синтеза цезия: - осаждение цезиевых квасцов едким баритом $\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ba}(\text{OH})_2 = 2\text{BaSO}_4 + \text{Cs}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 12 \text{H}_2\text{O}$ - обезвоживание гидроксокомплекса при упаривании раствора $\text{Cs}[\text{Al}(\text{OH})_4] = \text{CsAlO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ - восстановление магнием по схеме $2\text{CsAlO}_2 + \text{Mg} = \text{Mg}(\text{AlO}_2)_2 + 2\text{Cs}$	2,0 1,0 1,0
3. Приведен расчет массы цезия, с учетом выхода реакции: $M(\text{CsAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 568 \text{ г/моль}$ $M(\text{Cs}) = 133 \text{ г/моль}$ Количество вещества квасцов и количество вещества металлического цезия равны при 100% выходе по всем реакциям, следовательно,	0,5

$n(\text{Cs}) = 568\text{г}/568\text{г/моль} = 1 \text{ моль}; m(\text{Cs}) = 1 \text{ моль} \cdot 133\text{г/моль} = 133\text{г};$ учитывая потери: $m(\text{Cs}) = 133\text{г} \cdot 0,85 = 113 \text{ г}$	0,5
4. Приведены уравнения химических реакций (с указанием условий), лежащие в основе современного производства щелочных металлов: - электролиз расплавов хлоридов $2\text{MeCl} \xrightarrow{\text{электролиз_расплава}} 2\text{Me} + \text{Cl}_2$ - безэлектролизный способ получения активных металлов, так называемый, вакуумно-термический метод, например, для получения цезия применяют: $2\text{CsCl} + \text{Ca} \xrightarrow{\text{вакуум,t}} 2\text{Cs} + \text{CaCl}_2$	2,0 2,0

2X. Растворы имеют большое значение как в жизни отдельно взятого человека, так и в целом для всех живых организмов и растений на земле. В повседневной практике мы часто имеем дело с растворами жидких, твердых и газообразных веществ, порою не задумываясь о том, что природа процесса растворения сложна, связана с теми или иными физическими и химическими процессами.

Вопросы:

- Какие факторы влияют на растворимость газов в жидкостях?
- Какова связь между растворимостью газов в жидкостях и
 - образованием пены при откупоривании бутылки с шампанским или с газированной водой;
 - кессонной болезнью, от которой страдают водолазы, опускающиеся на большую глубину;
 - лечением больных путем помещения в барокамеру с повышенным содержанием кислорода?
- Какую воду, прокипяченную или не кипевшую, стоит использовать для аквариумов, поливки комнатных цветов? Почему?
- Из предложенных газов: HCl , N_2 , CH_4 , CO_2 , NH_3 , O_2 выберите те, растворимость которых в воде превышает их растворимость в керосине. Ответ обоснуйте.

(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. Растворимость газов зависит от следующих факторов:	
- давления;	0,5
- температуры;	0,5
- природы газов и растворителя.	0,5

<p>2. Описанные явления объединяет зависимость растворимости газов от давления.</p> <p>Согласно закону Генри:</p> <p>Масса газа, растворяющегося при постоянной температуре в данном объеме жидкости, прямо пропорциональна давлению газа.</p> <p>а) газированные напитки насыщаются углекислым газом при повышенном давлении. При открывании бутылки с газированным напитком давление уменьшается до атмосферного, растворимость газа снижается – газы выделяются из раствора (пена).</p> <p>б) При растворении смеси газов растворимость каждого из них пропорциональна его парциальному давлению (закон Генри-Дальтона).</p> <p>Если при погружении на глубину водолазы дышат сжатым воздухом, где парциальное давление азота больше чем кислорода, то растворимость азота в крови на глубине (повышенное давление) больше чем кислорода.</p> <p>При быстром поднятии водолаза с большой глубины на поверхность (пониженное давление) растворимость газов в крови резко снижается, кислород быстрее выводится из организма. Пузырьки азота не успевают достигать лёгких и выходить из организма наружу. Кровь подводника «закипает». Затем к пузырькам прикрепляются тромбоциты, а следом и другие кровяные тельца. Так формируются локальные сгустки крови (тромбы), делающие её неравномерно вязкой и способные даже закупорить небольшие сосуды (кессонная болезнь).</p> <p>в) Больного помещают в барокамеру с повышенным давлением кислорода, в результате чего растворимость кислорода в биологических жидкостях и тканях возрастает, что приводит к хорошим результатам, например, при лечении газовых гангрен.</p> <p><i>Допустимо обоснование изменения растворимости газов при изменении давления на основании принципа Ле-Шателье.</i></p>	<p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p> <p>0,5</p>
<p>3. Растворение газа – экзотермический процесс, поэтому с повышением температуры (при кипячении) растворимость газов уменьшается. Таким образом, прокипевшая вода содержит гораздо меньшие количества растворенного кислорода, чем не кипевшая. Поэтому прокипевшую воду не стоит использовать для аквариумов, поливки цветов.</p>	<p>0,5</p> <p>1,0</p>

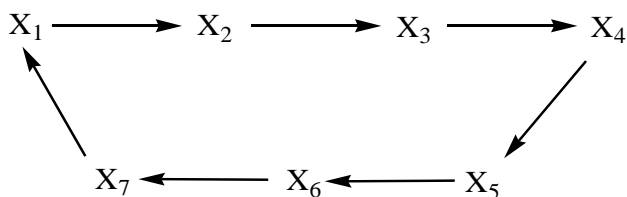
4. Действует принцип: «подобное растворяется в подобном», газы с полярными связями в молекулах лучше растворимы в полярном растворителе – воде, а газы с не- и малополярными связями в молекулах – в неполярном растворителе – керосине. Таким образом, в воде лучше, чем в керосине растворимы: HCl, CO₂, NH₃. Кроме того, стоит отметить, что растворение этих газов в воде сопровождается их химическим взаимодействием с водой, что также способствует хорошей растворимости: HCl + H₂O ↔ H₃O⁺ + Cl⁻ (диссоциация) CO₂ + H₂O ↔ H₂CO₃ NH₃ + H₂O ↔ NH₃ · H₂O	0,5 0,5 0,5 1,0 1,0 1,0
--	--

3X. Некоторый металл растворили в избытке разбавленной азотной кислоты. При добавлении к полученному раствору избытка щелочи и кипячении выделился газ, масса которого оказалась в 8,784 раза меньше массы исходного металла. Установите этот металл. Приведите уравнения всех реакций.

(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. Сделан вывод об образовании нитрата аммония в реакции металла с азотной кислотой.	1,0
2. Составлены уравнения химических реакций, где степень окисления металла принята за +x 8 Me + 10x HNO₃ = 8 Me(NO₃)_x + x NH₄NO₃ + 3x H₂O (1) NH₄NO₃ + NaOH = NaCl + NH₃ + H₂O (2)	3,0 1,0
3. Пусть n(Me) = 1 моль. Тогда n(NH ₄ NO ₃) = n(NH ₃); n(NH ₃) = x/8 моль. m(Me) = 1 моль · M(Me) г/моль. m(NH ₃) = 17 г/моль · x/8 моль. По условию $\frac{m(Me)}{m(NH_3)} = 8,784$ или $\frac{M(Me) \cdot 8}{17x} = 8,784$; 17x · 8,784 = 8 · M(Me); M(Me) = 18,67x (г/моль).	2,0 1,0
4. Подбором степени окисления определён металл: если x = 1, M(Me) = 18,67 г/моль, такого металла нет; если x = 2, M(Me) = 37,34 г/моль, такого металла нет; если x = 3, M(Me) = 56 г/моль, металл – железо (Fe)	2,0

4X. Осуществите цепь превращений, учитывая, что все зашифрованные вещества – растворимые соединения калия. Вещества не повторяются, в схеме четыре окислительно-восстановительные реакции. Дайте названия каждому соединению.



(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. $\text{KHSO}_4 + \text{KOH} = \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$	0,5
2. $\text{K}_2\text{SO}_4 + \text{BaBr}_2 = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{KBr}$	0,5
3. $2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{эл.ток}} 2\text{KOH} + \text{H}_2 + \text{Br}_2$	2,0
4. $6\text{KOH} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{t} 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	2,0
5. $4\text{KClO}_3 \xrightarrow{t} \text{KCl} + 3\text{KClO}_4$	2,0
6. $\text{KClO}_4 \xrightarrow{t} \text{KCl} + 2\text{O}_2$	2,0
7. $\text{KCl}_{(\text{т})} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{к})} = \text{KHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$	0,5
8. Даны названия всем зашифрованным соединениям калия $X_1 = \text{KHSO}_4$ гидросульфат калия $X_2 = \text{K}_2\text{SO}_4$ сульфат калия $X_3 = \text{KBr}$ бромид калия $X_4 = \text{KOH}$ гидроксид калия $X_5 = \text{KClO}_3$ хлорат калия $X_6 = \text{KClO}_4$ перхлорат калия $X_7 = \text{KCl}$ хлорид калия	0,5
<i>Принимаются верными иные варианты решения цепи, не противоречащие условию (при этом реакции ионного обмена оцениваются по 0,5 балла; окислительно-восстановительные реакции – по 2 балла).</i>	

5X. Хлорсодержащее органическое вещество с массовой долей кислорода 10,85% при 120°C и давлении 1,2 атм имеет плотность 5,492 г/л. Из навески этого вещества массой 7,375 г можно получить 21,525 г хлорида серебра. Установите молекулярную формулу этого вещества, предложите возможные структурные формулы, основываясь на известной валентности атомов углерода (IV), водорода (I), кислорода (II) и хлора (I).

(10 баллов)

Решение:	Баллы
<p>1. На основании уравнения Менделеева-Клапейрона рассчитана молярная масса вещества $C_xH_eCl_zO_m$</p> $PV = nRT; \quad PV = \frac{m}{M}RT; \quad M = \frac{mRT}{VP} = \frac{\rho RT}{P};$ $M = \frac{5,492\text{г/л} \cdot 8,31 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot \text{Па/моль} \cdot \text{К} \cdot 393\text{К}}{101,3 \cdot 1,2 \cdot 10^3 \text{ Па}} = 147,6\text{г/моль}$	3,0
<p>2. Определены масса и количество вещества кислорода в 1 моль органического вещества:</p> $m(\text{O}) = 147,5 \cdot 0,1085 = 16 \text{ г}$ $n(\text{O}) = 16/16 \text{ г/моль} = 1 \text{ моль, т.е. в молекуле один атом кислорода.}$	1,0
<p>3. Рассчитано количество органического вещества:</p> $n(C_xH_eCl_zO) = \frac{7,375\text{г}}{147,6\text{г/моль}} = 0,05\text{моль.}$ $n(\text{AgCl}) = \frac{21,525\text{г}}{143,5\text{г/моль}} = 0,15\text{моль. } n(\text{Cl}) = 0,15 \text{ моль.}$ <p>$n(\text{Cl})$ в молекуле $C_xH_eCl_zO$ равно $0,05z$.</p> $0,05z = 0,15; z = 3.$	2,0
<p>4. Определены количества атомов углерода и водорода в 1 моль вещества:</p> $m(\text{C+H}) = 147,5 - (16 + 35,5 \cdot 3) = 25 \text{ г,}$ <p>если $n(\text{C}) = x$ моль, $n(\text{H}) = y$ моль, то</p> $12x + 1y = 25$ <p>Подбором, с учетом максимальных валентностей атомов установлен единственно возможный вариант $x = 2, y = 1$.</p> <p>Определена молекулярная формула вещества – C_2HCl_3O.</p>	2,0
<p>5. Предложена любая структурная формула, удовлетворяющая валентностям элементов, образующих вещество. Одна из формул</p> $ \begin{array}{c} \text{Cl} \\ \\ \text{Cl}-\text{C}-\text{C} \\ \quad \quad // \\ \text{Cl} \quad \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \quad \quad \quad \text{H} \end{array} $	2,0

6Б. У нескольких детей перед отправкой их в лагерь обнаружен педикулез. Кто является возбудителем данного заболевания? Перечислите основные морфологические признаки насекомых, вызывающих педикулез? Можно ли детей с педикулезом отправить в лагерь? Объясните. Основные меры профилактики.

(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. Возбудитель педикулеза – вошь человеческая.	2,0
2. Представлена двумя подвидами: головная и платяная.	2,0
3. Ротовой аппарат колюще-сосущий. Конечности снабжены коготками. Три отдела тела: голова, грудь, брюшко.	2,0
4. Детей с педикулезом нельзя отправлять в лагерь, так как заражение происходит контактно-бытовым путем (при контакте с больными людьми и их личными вещами).	2,0
5. Профилактика – соблюдение правил личной и общественной гигиены. Соблюдение санитарного режима, выявление больных, их лечение.	2,0

7Б. По каким причинам вскармливание ребенка на первых месяцах жизни молоком животных вместо материнского молока – мера достаточно опасная? Как можно сделать молоко животных более безопасным для ребенка?

(15 баллов)

Решение:	Баллы
1. Состав материнского молока у млекопитающих является признаком, подверженным отбору. В процессе эволюции в пределах каждого вида выработалось соответствие между составом молока и потребностям детеныша.	2,0
2. Молоко животных продукт неадаптированный. У человека и животных набор аминокислот и состав молока различный.	2,0
3. Содержание макро- и микроэлементов в молоке животных превышает показатели состава грудного молока, что увеличивает нагрузку на почки.	2,0
4. Железа в молоке животных мало и оно не усваивается, что может вызвать анемию.	1,0
5. Белок казеин вызывает аллергические реакции.	1,0
6. В составе коровьего молока нет компонентов, способных укреплять иммунитет, мало углеводов, цинка, витамина С.	1,0
7. В желудочно-кишечном тракте грудничков не вырабатываются ферменты для усвоения коровьего молока.	1,0
8. Через молоко от животного к ребенку могут быть перенесены патогенные микроорганизмы (например, возбудитель бруцеллеза от больных коров).	1,0

9. Для того, чтобы вскармливание младенцев коровьем молоком было безопасным, его приходится разбавлять и добавлять в него некоторые вещества (например, углеводы).	2,0
10. Молоко – отличная среда для размножения микробов, поэтому необходимо стерилизовать молоко перед употреблением.	2,0

8Б. В осенний период быстрее развиваются гиповитаминозы водорастворимых витаминов. Объясните эту закономерность. Приведите примеры жирорастворимых и водорастворимых витаминов.

(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. Жирорастворимые витамины растворяются в липидах, их избыток может откладываться в жировой ткани, а потом использоваться при необходимости. Жирорастворимые витамины практически не выводятся из организма, поэтому при рациональном питании недостатка в них не наблюдается.	3,0
2. Водорастворимые витамины растворяются в воде, и избыток их выводится с мочой, по этой причине наш организм не может хранить избыточное количество таких витаминов для последующего использования и их нужно постоянно пополнять в организме.	3,0
3. Жирорастворимые витамины – А (ретинол), Д (холекальциферол), Е (токоферол), К (филлохинон).	2,0
4. Водорастворимые витамины – Н (биотин), С – аскорбиновая кислота, Р – биофлавоноиды, витамины группы В (В1 – тиамин, В2 – рибофлавин, В3(РР) – никотинамид (никотиновая кислота), В5 – пантотеновая кислота, В6 – пиридоксин, В9 – фолиевая кислота, В12 – кобаламин).	2,0

9Б. Процессы, происходящие в печени, играют важную роль в поддержании постоянства состава веществ в организме. В течение 1 мин через печень протекает 1,5 л крови. Рассчитайте, сколько раз кровь проходит через печень в течение суток (если масса среднего человека 75 кг, в кровь составляет 8%. Определите, какое значение для человека имеет высокое кровоснабжение печени. Какие функции выполняет печень? (Плотность крови принять за 1,06 г/см³)

(15 баллов)

Решение:	Баллы
В сутках 24 часа переводим в минуты – 1440мин.	1,0
Определяем объем крови, проходящей за сутки $1440 \times 1,5 = 2160$ (л)	1,0
Находим объем крови у человека $75 \times 0,08/1,06 = 5,66$ (л)	2,0
Сколько раз проходит кровь через печень $2160/5,66 = 381,6$ 381(раз)	2,0
Обильное кровоснабжение печени связано с разнообразием ее важных функций, особенно в поддержании постоянства внутренней среды.	3,0
Функции печени:	
-барьерная,	1,0
-обеспечение организма глюкозой,	1,0
-пополнение и хранение некоторых витаминов (А, Д, В12),	1,0
-синтез желчных кислот, билирубина, продукция и секреции желчи,	1,0
-участие в обмене жиров, белков, витаминов,	1,0
-иммунологическая.	1,0

Поволжская открытая олимпиада школьников

«Будущее медицины» 2018 год

Эталоны ответов 2 этапа

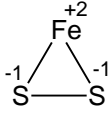
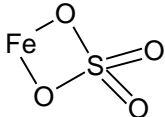
10 класс

1X. Роман Ж. Верна «Таинственный остров» можно назвать химической энциклопедией, доказательством тому служит следующий отрывок:

...8 мая инженер приступил к делу. Серный колчедан состоит главным образом из угля, кремнезема, глинозема и сернистого железа, которое находится в нем в избытке. Задача заключалась в том, чтобы его выделить и как можно быстрее обратить в железный купорос. Из железного купороса можно будет получить серную кислоту.

Сайрес Смит... набросал на землю груды веток и мелкого хвороста и положил сверху несколько кусков сернистого сланца, ... покрыл тонким слоем предварительно измельченного колчедана. Затем ветки подожгли, и сланец, содержащий уголь и серу, воспламенился. Тогда подбавили еще колчедана, который образовал огромную кучу; сверху ее покрыли травой и землей, оставив несколько отверстий для тяги. После этого химическая реакция должна была протекать сама собой. Требуется, по меньшей мере, десять-двенадцать дней, чтобы сернистое железо превратилось в железный купорос, а глинозем - в сернокислый глинозем. За оставшееся время колонисты успели ... построить особого устройства кирпичную печь, которая должна была служить для перегонки железного купороса. Все это было выполнено к тому времени, когда закончилась химическая реакция. Когда куча серного колчедана окончательно разложилась под действием огня, получившиеся вещества, то есть железный купорос, сернокислый глинозем, кремнезем, золу и остатки угля сложили в большие тазы с водой, смесь взболтали, дали ей отстояться и затем слили с осадка: получилась прозрачная жидкость, содержащая в растворе железный купорос и сернистый глинозем. Остальные вещества, как нерастворимые, остались в твердом состоянии... В конце концов, когда жидкость частично испарилась, образовались кристаллы железного купороса...

В промышленности для изготовления серной кислоты применяются различные аппараты. У инженера их не было, но он знал, что кое-где... серную кислоту изготавливают не столь сложным способом, причем она получается крепкой. Так добывают нордгаузенскую кислоту. Чтобы получить серную кислоту, инженеру оставалось произвести еще только одну операцию...прокалить кристаллы железного купороса в замкнутом сосуде, чтобы кислота выделилась в виде пара. Сгустившись, пары превратятся в серную кислоту...

$2FeSO_4 = Fe_2O_3 + SO_2 + SO_3 \quad (2)$ $SO_3 + H_2O = H_2SO_4 \quad (3)$	1,0 0,5
<p>2. Приведены структурные формулы солей, даны названия, определены валентность и степень окисления серы:</p> <p>FeS₂ - дисульфид железа (II), серный или железный колчедан, пирит; валентность серы 2; степень окисления -1.</p> 	0,3 0,2 0,5
<p>FeSO₄ – сульфат железа (II),</p> 	0,1 0,2
валентность серы 6, степень окисления +6	0,2
<p>FeSO₄·7H₂O – гептагидрат сульфата железа(II), семиводный сульфат железа(II), железный купорос.</p> <p>валентность серы 6, степень окисления +6.</p>	0,1
<p>3. Объяснено происхождение старинного названия серной кислоты, связанное со способом ее получения, который известен с 11 в. и сохранился вплоть до 18 в. По этому способу серную кислоту получали прокаливанием железного купороса.</p>	0,4
<p>4. Рассчитано количество пирита, с учетом доли пирита:</p> $n(FeS_2) = \frac{m}{M}; \quad n(FeS_2) = \frac{100000г \cdot 0,85}{120г / моль} = 708,33 моль;$	0,5
<p>5. Определено количество оксида серы (VI) с учетом потерь:</p> $n(SO_3)_2 = \frac{1}{2} n(FeSO_4)_1 = 708,33 моль \cdot \frac{1}{2} \cdot 0,7 = 247,92 моль.$	0,5
<p>1. Пусть n(SO₃) = x расходуется на образование нордгаузенской серной кислоты. m(SO₃) = 80x (г).</p> <p>Тогда n(SO₃) = (247,92 – x) расходуется на образование H₂SO₄ по реакции (3), из которой образуется H₂SO₄·H₂O.</p> $m(H_2SO_4 \cdot H_2O) = (247,9 - x) \cdot 116 (г).$ <p>Нордгаузенская серная кислота состоит из SO₃ (16% по массе) и H₂SO₄·H₂O (84% по массе).</p> $\begin{array}{l} 80x \text{ составляют } 16\% \\ (247,9 - x) \cdot 116 \text{ ----- } 84\% \end{array}$	1,0
Решая пропорцию получаем, что x = 53,65 моль.	1,0
<p>m(конечного раствора): $m(H_2SO_4 \cdot H_2O \cdot SO_3) = \frac{80 \cdot 53,65}{0,16} = 26825(г);$</p> <p>V(конечного раствора)=26825г/1,93г/мл =13899 мл =13,9л.</p>	0,5

2X. В круглодонную колбу диаметром 6,6 см, наполовину заполненную водой с температурой 20° С, бросили 1 г бария. После окончания реакции температура раствора оказалась равной 28,7° С.

Вопросы:

1. Рассчитайте массовую долю продукта реакции;
2. Напишите термохимическое уравнение реакции бария с водой (потерями тепла, изменением массы воды и её теплоемкости вследствие образования продуктов реакции пренебречь).

В расчетах учесть: теплоемкость воды равна 4,19 кДж/(кг·град); $V_{\text{шара}} = 4/3\pi r^3$.

(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. Приведено уравнение реакции; $\text{Ba} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2 \uparrow$	1,0
2. Рассчитаем объем колбы по формуле: $V_{\text{шара}} = 4/3\pi r^3$. $r = 6,6 : 2 = 3,3$ (см) $V = 4/3 \cdot 3,14 \cdot (3,3)^3 = 150,456$ см ³ Вода занимает половину объема колбы: $V(\text{H}_2\text{O}) = 150,456 : 2 = 75,228$ (см ³) С учетом того, что $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1\text{г/мл} = 1\text{г/см}^3$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 75,23$ г или 0,0752 кг	2,0
3. Рассчитаны массы гидроксида бария, водорода $n(\text{Ba}) = \frac{m}{M}$; $n(\text{Ba}) = \frac{1\text{г}}{137\text{г/моль}} = 0,0073\text{моль}$; барий в недостатке, все расчеты ведутся по нему: $n[\text{Ba}(\text{OH})_2] = n(\text{H}_2) = n(\text{Ba}) = 0,0073$ моль $m(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 171\text{г/моль} \cdot 0,0073\text{моль} = 1,25$ г $m(\text{H}_2) = 0,0073\text{моль} \cdot 2\text{г/моль} = 0,0146$ г.	2,0
4. Определена масса раствора: $m(\text{р-ра}) = m(\text{H}_2\text{O}) + m(\text{Ba}) - m(\text{H}_2) = 75,23 + 1 - 0,0146 = 76,22$ г. Вычислена массовая доля гидроксида бария в полученном растворе: $\omega(\text{Ba}(\text{OH})_2) = 1,25/76,22 = 0,0164$ или 1,64%.	1,0 0,5
5. Количество теплоты, пошедшее на нагревание воды в колбе при растворении 1 г бария, рассчитаем по формуле: $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$. $\Delta t = 28,7 - 20 = 8,7^\circ \text{C}$ $Q = 0,0752 \text{ кг} \cdot 4,19 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{град)} \cdot 8,7^\circ \text{C} = 2,74$ кДж	2,0
6. Тепловой эффект реакции рассчитывается на образование 1 моль продукта.	

При образовании 0,0073 моль Ва(ОН) ₂ выделяется 2,74 кДж теплоты, а при образовании 1 моль Ва(ОН) ₂ выделяется 2,74 кДж : 0,0073 моль = 375,34 кДж/моль.	1,0
2. Приведено термохимическое уравнение $\text{Ba} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\uparrow + 375,34 \text{ кДж}$	0,5

3X. Согласно теории Вернадского, в процессе эволюции сложилось так, что большую долю вещества живых организмов составляют элементы, которые имеют высокую распространенность в земной коре. Однако, содержание кремния и алюминия в земной коре достаточно велико: 27,6% и 7,45% соответственно, а в живых организмах эти элементы присутствуют в незначительных количествах.

Вопросы:

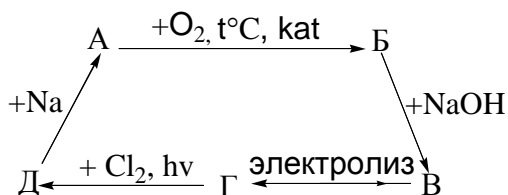
1. Чем можно объяснить подобное непропорциональное содержание этих элементов в организме и среде?
2. В виде каких соединений встречаются кремний и алюминий в природе?
3. Установите формулу одного из природных минералов, если известно, что в его состав входит 46,0432% кислорода, 30,216% кремния, а также калий и алюминий (% по массе).

(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. Указана причина низкого содержания кремния и алюминия в организме по сравнению с окружающей средой: Непропорциональное содержание элементов в организме и среде связано с тем, что на усвоение элементов влияет растворимость их природных соединений в воде. Природные соединения кремния SiO ₂ и алюминия Al ₂ O ₃ практически нерастворимы, поэтому не усваиваются живыми организмами.	1,0
2. Приведены формулы природных минералов кремния и алюминия: Состав алюмосиликатов обычно записывается как соединение нескольких оксидов, например Na ₂ O · Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂ или NaAlSi ₃ O ₈ – полевошпатовый шпат (альбит) K ₂ O · Al ₂ O ₃ · 6SiO ₂ или KAlSi ₃ O ₈ – полевошпатовый шпат (ортоклаз) Al ₂ O ₃ · 2SiO ₂ · 2H ₂ O – белая глина (каолин) ; Na ₃ AlF ₆ или AlF ₃ · 3 NaF – криолит; SiO ₂ – кварц или кремнезем; Al ₂ O ₃ · nH ₂ O – бокситы; Al ₂ O ₃ – корунд.	0,5 0,5 0,2 0,1 0,1 0,1

<p>3. Рассчитаны количества вещества кислорода и кремния в минерале: $m(\text{O}_q\text{Si}_z\text{K}_y\text{Al}_x) = 100 \text{ г}$ $m(\text{O}) = 46,0432 \text{ г}, n(\text{O}) = 46,0432\text{г}/16\text{г/моль} = 2,878 \text{ моль}$ $m(\text{Si}) = 30,216 \text{ г}, n(\text{Si}) = 30,216\text{г}/28\text{г/моль} = 1,0791 \text{ моль}.$</p>	0,5
<p>4. Составлена система уравнений, определены количества вещества алюминия и калия: Масса алюминия и калия в 100 г минерала составит $m(\text{Al} + \text{K}) = 100 - (46,0432 + 30,216) = 23,7408 \text{ г}.$ Введем переменные для обозначения количества вещества алюминия и калия: $n(\text{Al}) = x \text{ моль}, n(\text{K}) = y \text{ моль}.$ $m(\text{Al}) = 27 \cdot x \text{ (г)} \quad m(\text{K}) = 39 \cdot y \text{ (г)},$ $27x + 39y = 23,74 \quad (1).$ В молекуле алгебраическая сумма отрицательных и положительных зарядов равна нулю, с учетом того, что степень окисления кремния +4; алюминия +3; калия +1; кислорода -2, получаем уравнение: $1,0791 \cdot 4 + 3 \cdot x + 1 \cdot y = 2,878 \cdot 2 \quad (2).$ Решаем систему уравнений (1) и (2), получаем: $x = 0,36 \text{ моль}, y = 0,36 \text{ моль}$</p>	5,0
<p>5. Определена простейшая брутто формула минерала: $n(\text{O}) : n(\text{Si}) : n(\text{Al}) : n(\text{K}) = q : z : x : y = 2,878 : 1,0791 : 0,36 : 0,36 =$ $= 8 : 3 : 1 : 1$ состав минерала: KAlSi_3O_8</p>	0,5
<p>6. Выведена окончательная формула минерала: Учитывая, что состав обычно выражают через формулы оксидов, удваиваем коэффициенты - $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$, окончательно получаем $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$.</p>	1,5

4X. Напишите уравнения реакций, соответствующие схеме:



А, Б, В, Г, Д – органические вещества.

Вещество А – газообразный углеводород неразветвленного строения, содержащийся в нефтяных, природных газах, имеющий в стандартных условиях ($t = 25^\circ\text{C}$, $p = 101,3 \text{ кПа}$) плотность равную 2,373 г/л.

(10 баллов)

Решение:	Баллы
<p>1. Определена молярная масса углеводорода:</p> $PV = \frac{m}{M}RT; \quad M = \frac{mRT}{VP} = \frac{\rho RT}{P};$ $M = \frac{2,373\text{г/л} \cdot 8,31 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot \text{Па/моль} \cdot \text{К} \cdot 298\text{К}}{101,3 \cdot 10^3 \text{ Па}} = 58\text{г/моль}$	2,0
<p>2. Установлена формула вещества А:</p> <p>Основные компоненты нефтяных и попутных газов – предельные углеводороды, ближайшие гомологи метана.</p> <p>На основании молярной массы и формулы гомологического ряда алканов C_nH_{2n+2} определяем вещество А: $12n + 2n + 2 = 58; n = 4$</p> <p>А = C_4H_{10} – н-бутан</p>	1,0 0,5
<p>3. Приведено уравнение реакции, установлена формула соединения Б:</p> <p>А → Б: $2C_4H_{10} + 5O_2 \rightarrow 4CH_3COOH + 2H_2O$</p> <p>Б = CH_3COOH</p>	1,0 0,5
<p>4. Приведено уравнение реакции, установлена формула соединения В</p> <p>Б → В: $CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$</p> <p>В = CH_3COONa</p>	0,5 0,5
<p>5. Приведено уравнение реакции, установлена формула соединения Г:</p> <p>В → Г; электролиз</p> <p>а) раствора соли: $2CH_3COONa + 2H_2O = C_2H_6 + 2CO_2 + H_2 + 2NaOH$ или</p> <p>б) расплава соли: $2CH_3COONa = C_2H_6 + 2CO_2 + 2Na$</p> <p>Г = C_2H_6</p>	1,0 0,5 0,5
<p>6. Приведено уравнение реакции, установлена формула соединения Д:</p> <p>Г → Д (hν): $C_2H_6 + Cl_2 \rightarrow C_2H_5Cl + HCl$</p> <p>Д = C_2H_5Cl</p>	0,5 0,5
<p>7. Приведено уравнение реакции перехода Д в А:</p> <p>Д → А: $2C_2H_5Cl + 2Na \rightarrow 2NaCl + C_4H_{10}$</p>	1,0

5X. При пиролизе смеси бариевых солей предельных монокарбоновых кислот было получено 5,91 г карбоната бария и 2,16 г эквимольной смеси трех органических веществ, являющихся гомологами.

Вопросы:

1. Сколько солей было взято для пиролиза?
2. К какому классу органических соединений относятся полученные при пиролизе гомологи? Приведите уравнение реакции пиролиза.
3. Каков количественный состав смеси продуктов?
4. Определите качественный состав исходной смеси солей.

(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. При пиролизе бариевых солей предельных карбоновых кислот образуются кетоны. При пиролизе соли одной кислоты образуется один органический продукт. Две соли разных кислот могут дать три органических продукта.	1,0
2. Приведено уравнение пиролиза с выходом на три различных кетона: $(C_xH_{2x+1}COO)_2Ba = C_xH_{2x+1}C(O)C_xH_{2x+1} + BaCO_3$ (1) $(C_yH_{2y+1}COO)_2Ba = C_yH_{2y+1}C(O)C_yH_{2y+1} + BaCO_3$ (2) $(C_xH_{2x+1}COO)_2Ba + (C_yH_{2y+1}COO)_2Ba = 2C_xH_{2x+1}C(O)C_yH_{2y+1} + 2BaCO_3$ (3)	1,0 1,0 1,0
3. Определено количество вещества каждого кетона в смеси: Обозначим количество вещества каждого из кетонов за x моль. Тогда $n(BaCO_3)_{1-3} = 3x$; $n(BaCO_3)_{1-3} = 5,91г/197 г/моль = 0,03$ моль $3x = 0,03$ моль; $x = 0,01$ моль.	1,0
4. Согласно закону сохранения массы, общая масса исходных солей бария равна сумме масс продуктов реакции: $m(\text{солей}) = 5,91 \text{ г} + 2,16 \text{ г} = 8,07 \text{ г}$ $n[(C_xH_{2x+1}COO)_2Ba]_1 = 0,01$ моль; $n[(C_xH_{2x+1}COO)_2Ba]_3 = 0,005$ моль. $n[(C_yH_{2y+1}COO)_2Ba]_2 = 0,01$ моль; $n[(C_yH_{2y+1}COO)_2Ba]_3 = 0,005$ моль. $m[(C_xH_{2x+1}COO)_2Ba] = 0,015 \cdot (28x+90+137) = 0,42x + 3,405$ (г) $m[(C_yH_{2y+1}COO)_2Ba] = 0,015 \cdot (28y + 90 + 137) = 0,42y + 3,405$ (г) $0,42x + 3,405 + 0,42y + 3,405 = 8,07$ $0,42x + 0,42y = 1,26$; $x + y = 3$ $x+y = 3$; $x = 1$, $(CH_3COO)_2Ba$. $y = 2$, $(C_2H_5COO)_2Ba$.	3,0
3. Определен качественный состав исходной смеси: $(CH_3COO)_2Ba$ и $(C_2H_5COO)_2Ba$.	0,5
4. Продукты реакции: $CH_3C(O)CH_3$ – пропанон, диметилкетон, ацетон. $C_2H_5C(O)C_2H_5$ – пентанон-3, диэтилкетон. $CH_3C(O)C_2H_5$ – бутанон-2, метилэтилкетон.	0,5 0,5 0,5

6Б. В каких органах и тканях человеческого организма количество капилляров на 1 мм² сечения больше, а в каких – меньше? Почему? Какие органы, структуры и ткани лишены кровеносных сосудов, как осуществляется их питание?

(20 баллов)

Решение:	Баллы
Одна из основных функций крови – снабжение тканей кислородом и питательными веществами.	1,0
Плотность капилляров наибольшая в тех тканях и органах, где наиболее активно протекают метаболические процессы:	2,0
в сердце,	1,0
в сером веществе центральной нервной системы,	1,0
в эндокринных железах,	1,0
в почках,	1,0
в дольках (вокруг альвеол) легких.	1,0
Плотность капилляров невелика там, где интенсивность метаболизма низкая: прежде всего в разных типах соединительной ткани (костной, жировой).	2,0
Отсутствуют кровеносные капилляры в тканях и структурах с крайне низкой интенсивностью метаболизма, которые могут обходиться без специальных механизмов доставки кислорода и питательных веществ, получая их путем диффузии из окружающих тканей:	2,0
ногти, питание обеспечивают пальцевые артерии,	1,0
волосы, питание обеспечивает волосяная луковица,	1,0
роговица, питание обеспечивает слезная жидкость, жидкость передней камеры глаза	1,0
хрящевая гиалиновая ткань, питание обеспечивает синовиальная жидкость, сосуды связочного аппарата	1,0
хрусталик, питание обеспечивает внутриглазная жидкость,	1,0
эпидермис, (отмершие клетки) их не нужно обеспечивать питательными веществами,	1,0
эпителиальная ткань, ограниченная от сосудов базальной мембраной, питание обеспечивается за счет диффузии и активного транспорта веществ из сосудов подлежащей соединительной ткани.	2,0

7Б. Может быть две причины стеатореи (появление липидов в кале): нарушение синтеза панкреатической липазы в поджелудочной железе и отсутствие в тонком кишечнике жёлчных кислот (например, при желчекаменной болезни). Объясните, почему в обоих случаях липиды не всасываются?

(14 баллов)

Решение:	Баллы
Панкреатическая липаза гидролитически расщепляет триацилглицеролы (жиры) до двух жирных кислот и моноацилглицерола.	2,0
Целые триацилглицеролы не способны всасываться, поэтому при недостаточной выработке панкреатической липазы негидролизованные триацилглицеролы выводятся с калом.	3,0
Продукты гидролиза могут всасываться в тонком кишечнике в составе мицелл.	1,0
Жёлчные кислоты эмульгируют липидные капли (крупные капли разбивают на более мелкие, снижая поверхностное натяжение) в водной среде кишечника, увеличивая тем самым площадь соприкосновения панкреатических ферментов с липидами. При этом увеличивается активность расщепления панкреатической липазой жиров.	3,0
Жёлчные кислоты участвуют в формировании мицелл – структур, благодаря которым проходит всасывание липидов.	3,0
При отсутствии жёлчных кислот снижается активность переваривания и всасывания липидов, поэтому большая часть их выводится с калом.	2,0

8Б. Группа геологов готовится к отправке в таежный район Западной Сибири. Природный очаг какого заболевания наиболее характерен для этого района? Перечислите биологические виды, составляющие этот природный очаг. Как может произойти заражение геологов данным природноочаговым заболеванием? Какие меры могут предупредить заражение людей в этом очаге?

(8 баллов)

Решение:	Баллы
Для данного района характерен природный очаг клещевого весеннего энцефалита.	2,0
Компоненты: возбудитель – вирус, переносчик - таежный клещ, резервуарные хозяева - различные виды млекопитающих и птиц.	2,0
Путь заражения - передача вируса через колюще-сосущий ротовой аппарат клеща.	2,0
Меры предупреждения - прививки, защитные костюмы с пропиткой их репеллентами, обладание навыками при удалении присосавшихся клещей.	2,0

9Б. Кроме людей с половыми хромосомами ХУ и ХХ, описаны и случаи аномалий, например, ХХУ, ХУУ. Объясните, почему не встречается набор хромосом УУ?

(8 баллов)

Решение:	Баллы
Формирование зиготы УУ при обычных родителях требует стечения двух редких событий: (яйцеклетка без Х – хромосомы и сперматозоид с двумя У – хромосомами).	2,0
УУ не выживают, т.к. Х – хромосома содержит гены, необходимые для жизни, а У – хромосомы их не содержат.	2,0
Люди с аномалиями по половым хромосомам характеризуются пониженной выживаемостью и плодовитостью, так что «растянуть» данные две случайности на разные поколения вряд ли удастся.	2,0
Аномальные генотипы – ХХУ, ХУУ, ХО – требуют лишь одного такого события (нормальная яйцеклетка по набору хромосом и аномальный сперматозоид или наоборот).	2,0

Поволжская открытая олимпиада школьников
«Будущее медицины» 2018 год
Эталоны ответов 2 этапа
11 класс

1X. Русское название этого элемента произошло от «мышь» и «яд», так как его препараты применялись для истребления мышей. Вы, конечно, поняли, что речь пойдет о мышьяке. Соединения мышьяка создали себе «отличную репутацию» у отравителей всех времен и народов. Достаточно вспомнить роман Дюма «Королева Марго»: книгу о соколиной охоте, страницы которой были пропитаны Екатериной Медичи составом из мышьяка. Или историю Наполеона Бонапарта, возможной причиной гибели которого также называют отравление мышьяком, он был обнаружен в его волосах. Действительно, мышьяк накапливается в костях, волосах и в течение нескольких лет не выводится из них полностью. Эта особенность используется в судебной экспертизе для выяснения вопроса, имело ли место отравление соединениями мышьяка. Определение мышьяка в биологическом материале проводят методом Марша:

- а) биологический материал растирают в ступке, добавляют цинк и соляную кислоту;
- б) образующийся газ собирают, пропускают через нагретую стеклянную трубку.

Если на стенках трубки образуется черный блестящий налет, так называемое «мышьяковистое зеркало», то делают вывод о наличии соединений мышьяка в биологическом материале.

Вопросы:

1. В виде каких соединений мышьяк может попадать в организм и накапливаться в нем?
2. Приведите с одним из этих веществ уравнения реакций, на которых основан метод Марша.
3. Цитата из романа Дюма «Королева Марго»:
«Рене вырвал страницу из книги, поднес к пламени свечи. Бумага вспыхнула, и едкий запах чеснока распространился по всей комнате...».
Какое соединение мышьяка обладает подобным запахом?
Прокомментируйте возможность его образования в описанной ситуации.
4. Лучшим противоядием при отравлении мышьяком во времена Дюма считались яичные белки, взбитые с молоком. Сегодня используют растворимые сульфиды, например, Na_2S , или соединения группы дитиолов –

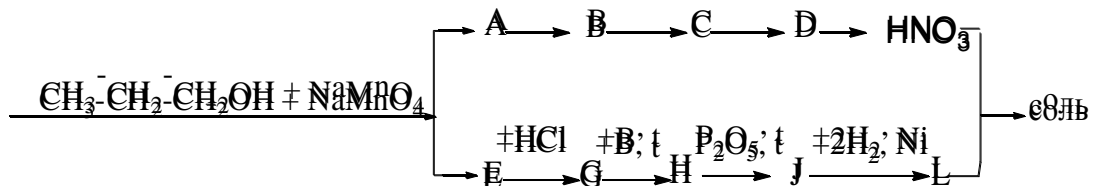
(2,3-димеркаптосульфонат натрия) $\text{CH}_2(\text{SH}) - \text{CH}(\text{SH}) - \text{CH}_2\text{SO}_3\text{Na}$ или унитиол (димеркаптоглицерин) $\text{CH}_2(\text{SH}) - \text{CH}(\text{SH}) - \text{CH}_2\text{OH}$. С помощью уравнений химических реакций объясните сущность применения перечисленных антидотов (противоядий).

(10 баллов)

Решение:	Баллы
<p>1) Попасть в организм и проявить свое токсическое действие мышьяк может только в виде соединения, растворимого в воде. Это могут быть арсениты или арсенаты щелочных металлов, например, Na_3AsO_3, Na_3AsO_4, или растворимый в воде оксид мышьяка (III) As_2O_3.</p> <p><i>Приведены формулы растворимых соединений мышьяка.</i></p>	0,5
<p>2) В основе определения мышьяка по методу Марша следующие реакции:</p> <p>а) $\text{As}_2\text{O}_3 + 3\text{Zn} + 6\text{HCl} = 3\text{ZnCl}_2 + 2\text{AsH}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ <u>или</u> $\text{Na}_3\text{AsO}_4 + 4\text{Zn} + 11\text{HCl} = 3\text{NaCl} + 4\text{ZnCl}_2 + \text{AsH}_3 + 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>б) Образующийся при восстановлении арсин разлагается при нагревании, с образованием мышьяка (черный блестящий налет на стенках трубки):</p> $2\text{AsH}_3 = 2\text{As} + 3\text{H}_2$	1,0
<p>3) Чистый арсин – газ без запаха, но примеси придают ему чесночный запах.</p> <p>Однако, образование арсина при горении – маловероятно, т.е. этот факт, описанный автором, химически недостоверен.</p>	0,5
<p>4) Применение яичного белка, как противоядия при отравлении соединениями мышьяка, основано, на высоком химическом сродстве мышьяка к сере. Белок яйца (альбумин) образует прочные связи с мышьяком посредством $-\text{SH}$ групп, связывает мышьяк и выводит его из организма. Схематично это можно показать так:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Применение сульфидов основано на реакции связывания мышьяка в полисульфидный комплекс и выведении его из организма:</p> $\text{Na}_3\text{AsO}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_3[\text{AsS}_3] + 6\text{NaOH}$ $\text{Na}_3\text{AsO}_4 + 4\text{Na}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O} = \text{Na}_3[\text{AsS}_4] + 8\text{NaOH}$	2,0

<p><i>Допустимы другие варианты состава полисульфидов.</i></p> <p>Унитиол, дитиоглицерин (димеркаптопропанол или британский антилюизит) и другие вещества из группы тиолов также связывают мышьяк в прочное комплексное соединение. Напишем реакцию на примере дитиоглицерина:</p> $3\text{CH}_2(\text{SH})-\text{CH}(\text{SH})-\text{CH}_2-\text{OH} + 2\text{As}^{+3} \rightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} \\ \quad \\ \text{S} \quad \text{S} \\ \diagdown \quad / \\ \text{S} \quad \text{As} \\ / \quad \backslash \\ \text{S} \quad \text{S} \\ \quad \\ \text{HOCH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2 \quad \text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} \end{array} + 6\text{H}^+$ <p>Унитиол дает аналогичную реакцию с мышьяком. И является более сильным антидотом, чем димеркаптопропанол.</p> <p><i>Объяснена химическая сущность применения каждого противоядия; приведены соответствующие уравнения реакций (по 2 балла за каждое).</i></p>	2,0
<p>Унитиол дает аналогичную реакцию с мышьяком. И является более сильным антидотом, чем димеркаптопропанол.</p> <p><i>Объяснена химическая сущность применения каждого противоядия; приведены соответствующие уравнения реакций (по 2 балла за каждое).</i></p>	2,0

2X. Осуществите цепь превращений, определите неизвестные вещества:



(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. $3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + 4\text{NaMnO}_4 \rightarrow 3\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa} + 4\text{MnO}_2 + \text{NaOH} + 4\text{H}_2\text{O}$ A = NaOH; E = CH ₃ CH ₂ COONa	1,0
2. $\text{NaOH} + \text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ B = NH ₃ <i>Или другая соль аммония</i>	1,0
3. $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 \xrightarrow{\text{кат}} 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$ C = NO	1,0
4. $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ D = NO ₂	1,0
5. $4\text{NO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4\text{HNO}_3$ <i>Или другой способ получения азотной кислоты из NO₂, например:</i> $3\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} (\text{горячая}) \rightarrow 2\text{HNO}_3 + \text{NO}\uparrow$	1,0

Или $2\text{NO}_2 + \text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3 + 2\text{HF}$ Или $5\text{NO}_2 + \text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 5\text{HNO}_3 + \text{MnSO}_4 + \text{KHSO}_4$	
6. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COONa} + \text{HCl} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{NaCl}$ G = $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	1,0
7. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH} + \text{NH}_3 \xrightarrow{t} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ H = $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONH}_2$	1,0
8. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CONH}_2 \xrightarrow{\text{P}_2\text{O}_5, t} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN} + \text{H}_2\text{O}$ J = $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN}$	1,0
9. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CN} + 2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$ L = $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2$	1,0
10. $\text{HNO}_3 + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_2 \rightarrow [\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3]\text{NO}_3$ Соль = $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NH}_3]\text{NO}_3$	1,0
Итого: Принимаются верными иные варианты решения цепи, не противоречащие условию. Например: 3. $4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{\text{кат}} 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ C = N_2 4. $\text{N}_2 + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{NO}$ D = NO 5. $2\text{NO} + 3\text{HClO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{HCl} + 2\text{HNO}_3$	10,0

3X. Смесь водного раствора серной и азотной кислот выдерживали в контакте с бензолом при 20°C в течение 20 часов. Площадь контакта слоев – 10 см². В результате масса водного слоя уменьшилась на 0,45 г. Определите выход нитробензола через 2 часа после начала реакции, если на реакцию взяли 200 г бензола, проводили её при 60°C и площадь контакта двух слоёв составляла 200 см². Температурный коэффициент скорости равен 2,6. Нитробензол в водном растворе нерастворим.

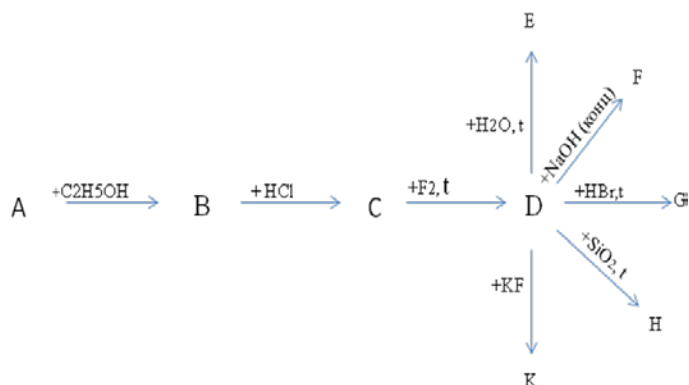
(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. $\text{C}_6\text{H}_6 + \text{HNO}_3 = \text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	1,0
2. Изменение массы водного слоя связано с удалением на реакцию азотной кислоты и поступлением воды из реакции, т.е.: $\Delta m = m(\text{HNO}_3) - m(\text{H}_2\text{O})$ Примем количество вещества азотной кислоты, вступившей в реакцию за x моль, тогда количество образовавшейся воды x моль. Т.е. $0,45 = 63 \cdot x - 18 \cdot x$	1,0

$x = 0,01 \text{ моль} = n(\text{HNO}_3)_{\text{прореаг}} = n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)$	2,0
3. Скорость гетерогенной реакции рассчитывают, как отношение количества n прореагировавшего (или образовавшегося вещества) за единицу времени τ на единице поверхности S : $\vartheta = \frac{n}{\tau \cdot S}$ Рассчитаем скорость реакции при начальной температуре: $\vartheta_{20^\circ\text{C}} = \frac{0,01}{20 \cdot 10} = 5 \cdot 10^{-5} = 0,00005 \text{ моль}/(\text{час} \cdot \text{см}^2)$	2,0
4. Скорость реакции при другой температуре рассчитаем по закону Вант-Гоффа: $\vartheta_{T_2} = \vartheta_{T_1} \cdot \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$ $\vartheta_{60^\circ\text{C}} = 5 \cdot 10^{-5} \cdot 2,6^{\frac{60 - 20}{10}} = 2,285 \cdot 10^{-3} \text{ моль}/(\text{час} \cdot \text{см}^2)$	2,0
5. Определим количество вещества нитробензола, образовавшегося в реакции при 60°C , учитывая площадь контакта двух слоев 200 см^2 и время 2 часа: $n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2) = 0,002285 \text{ моль}/(\text{час} \cdot \text{см}^2) \cdot 200 \text{ см}^2 \cdot 2 \text{ час} = 0,914 \text{ моль}$	1,0
6. Если исходное количество бензола 200 г бензола, т.е. $n(\text{C}_6\text{H}_6) = 200/78 = 2,564 \text{ моль} = n(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)_{\text{теорет}}$ Следовательно, выход процесса нитрования составит: $\eta = 0,914/2,564 = 0,356 \text{ (или } 35,6 \%)$	0,5
	0,5

4X. Крокоит – первый минерал, открытый на территории России, был обнаружен на Среднем Урале в конце XVIII века. Крокоит иначе называют «красная свинцовая руда» из-за входящего в его состав оксида свинца (массовая доля – 69,06%) и красной окраски, обусловленной веществом А (массовая доля – 30,94%) – оксидом элемента X. Доля элемента X в минерале составляет 16,09%.

1. Определите элемент X и состав вещества А.
2. Осуществите цепь превращений:



(10 баллов)

Решение:	Баллы
<p>1. Определим элемент X и вещество A. Пусть масса минерала 100 г. Тогда масса вещества A: $m(A) = 100 \cdot 0,3094 = 30,94$ г. Вещество A содержит элемент X и кислород. Масса элемента X: $m(X) = 100 \cdot 0,1609 = 16,09$ г. Тогда $m(O) = m(A) - m(X) = 30,94 - 16,09 = 14,85$ г. Представим вещество A как оксид X_2O_n. Тогда $n(X):n(O) = 2:n$. Или $\frac{16,09}{M(X)} : \frac{14,85}{16} = 2:n$ $\frac{16,09}{M(X)} : 0,928 = 2:n$. $M(X) = 8,67n$ г/моль.</p> <p>Предположим, что валентность X: $n = 1$, тогда $M(X) = 8,67$. Это Be, но он не бывает одновалентным. Значит методом подбора ищем другой вариант. При $n = 6$ $M(X) = 52,02$ г/моль. Это Cr (VI). Значит A – оксид CrO_3. Он имеет красно-оранжевую окраску. Элемент X – хром Cr.</p>	2,0
$4CrO_3 + C_2H_5OH = 2Cr_2O_3 + 2CO_2 + 3H_2O$	1,0
$Cr_2O_3 + 6HCl = 2CrCl_3 + 3H_2O$	1,0
$2CrCl_3 + 4F_2 = 2CrF_4 + 3Cl_2$	1,0
$3CrF_4 + 10H_2O = 2Cr(OH)_3 + H_2CrO_4 + 12HF$	1,0
$3CrF_4 + 20NaOH = 2Na_3[Cr(OH)_6] + Na_2CrO_4 + 12NaF + 4H_2O$	1,0
$2CrF_4 + 8HBr = 2CrBr_3 + Br_2 + 8HF$	1,0
$CrF_4 + SiO_2 = CrO_2 + SiF_4$	1,0
$CrF_4 + 2KF = K_2[CrF_6]$	1,0

5X. В электролизер поместили 2 л 19%-ного раствора поваренной соли ($\rho = 1,2315$ г/см³) и пропустили электрический ток. Как только электролиз соли завершился, ток отключили. Выяснилось, что объём выделившегося водорода, оказался в 1,33 раза больше объёма выделившегося хлора (объёмы измерены при одинаковых условиях). Определите концентрацию ионов водорода в растворе ($\rho = 1,1210$ г/см³) после электролиза. Гидролизом солей пренебречь.

(10 баллов)

Решение:	Баллы
1. Составим химические реакции $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{эл. ток}} 2\text{NaOH} + \text{H}_2 + \text{Cl}_2(1)$	1,0
2. $m_{\text{р-ра}}(\text{NaCl}) = V \cdot \rho = 2000 \cdot 1,2315 = 2463 \text{ г}$ $m(\text{NaCl}) = 2463 \cdot 19/100 = 468 \text{ г}$ $n(\text{NaCl}) = 468/58,5 = 8 \text{ моль}$	1,0
3. $V(\text{H}_2) = 1,33 V(\text{Cl}_2)$, т.е. $n(\text{H}_2) = 1,33 \cdot n(\text{Cl}_2)$ $n(\text{H}_2) = 1/2 \cdot n(\text{NaCl}) = 4 \text{ моль}$. Значит $n(\text{Cl}_2)_{\text{ост}} = 4/1,33 = 3 \text{ моль}$. По уравнению (1), $n(\text{Cl}_2)$ должно быть равно $n(\text{H}_2) = 4 \text{ моль}$. Следовательно, часть хлора вступило в дополнительную реакцию. В данных условиях возможна такая: $2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O} (2)$ $n(\text{Cl}_2)_{\text{прореаг.}} = 4 - 3 = 1 \text{ моль}$	0,5 1,0 1,0
<i>Верным следует считать и решение, в котором предложено взаимодействие хлора с горячей водой.</i> $6\text{NaOH} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 5\text{NaCl} + \text{NaClO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Возможно и протекание дополнительно электролиза воды.	
4. Количество щелочи, образовавшееся по уравнению (1): $n(\text{NaCl}) = n(\text{NaOH})_{(1)} = 8 \text{ моль}$. Вступило в реакцию (2): $n(\text{NaOH})_{\text{прореаг.}} = 2n(\text{Cl}_2)_{\text{прореаг.}} = 2 \text{ моль}$, следовательно, $n(\text{NaOH})_{\text{ост.}} = 8 - 2 = 6 \text{ моль}$	0,5 1,0
5. $m_{\text{конечного р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{NaCl}) - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2)_{\text{ост}} =$ $= 2463 - 4 \cdot 2 - 3 \cdot 71 = 2242 \text{ г}$	1,0
6. $V_{\text{конечного р-ра}} = 2242/1,121 = 2000 \text{ мл} = 2 \text{ л}$	0,5
7. $C(\text{NaOH})_{\text{ост}} = n/V = 6/2 = 3 \text{ моль/л}$	1,0
8. $[\text{OH}^-] = 3 \text{ моль/л}$, $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$, $[\text{H}^+] = 10^{-14}/3 = 0,33 \cdot 10^{-14} = 3,3 \cdot 10^{-15} \text{ моль/л}$	0,5 1,0

6Б. Одно из великих физиологических открытий было сделано на основании анализа следующих фактов: а) если у собаки удаляли поджелудочную железу, ее моча становилась очень привлекательной для мух; б) если закупоривали проток поджелудочной железы (например, воском), то нарушалось пищеварение, но мухи своего отношения к моче не изменяли. Какой вывод можно сделать исходя из этой информации?

(15 баллов)

Решение:	Баллы
Открытие гормона поджелудочной железы – инсулина, важнейшего регулятора углеводного обмена в организме.	2,0
Особенностью поджелудочной железы состоит в том, что она одновременно является железой внешней и внутренней секреции.	3,0
В части поджелудочной железы, которая расположена ближе к двенадцатиперстной кишке, образуется и выделяется через проток в кишечник поджелудочный (панкреатический) сок, содержащий большое количество пищеварительных ферментов (внешняя секреция).	2,0
Другая половина поджелудочной железы играет роль органа внутренней секреции: там синтезируется и секретируется в кровь инсулин и глюкагон. Действие глюкагона в организме «дублируется» рядом других гормонов, тогда как инсулин является незаменимым.	2,0
Недостаточное образование инсулина приводит к тяжелейшему заболеванию – сахарному диабету.	2,0
При удалении поджелудочной железы в организме исчезает источник инсулина, концентрация глюкозы в крови критически повышается и её избыток удаляется из организма с мочой, что и привлекает большое количество мух.	2,0
При закупоривании протока поджелудочной железы нарушается секреция пищеварительных ферментов, но внутрисекреторная функция сохраняется, поэтому углеводный обмен почти не нарушается.	2,0

7Б. Больной – профессиональный рыбак – обратился к врачу с жалобами на общую слабость, тошноту, снижение аппетита, тупые ноющие боли в животе. При исследовании фекалий больного обнаружены фрагменты гельминта, состоящие из широких, но коротких члеников, в центре каждого членика наблюдается темное пятно в виде розетки.

Вопросы:

1. Какой вид паразита является возбудителем данного заболевания?
2. Как называется болезнь, возбудителем которой является данный вид?
3. Опишите цикл развития данного возбудителя.

4. Могут ли окружающие люди заразиться этой болезнью при непосредственном контакте с человеком?

Ответы обоснуйте.

(10 баллов)

Решение:	Баллы
Вид гельминта – лентец широкий (ленточный червь).	2,0
Заболевание – дифиллоботриоз.	2,0
Цикл развития: яйцо(в воде) → корацидий (в воде) → процеркоид (первый промежуточный хозяин – циклоп) → плероцеркоид (рыбы) → половозрелая особь (человек, рыбаодные животные).	4,0
Окружающие люди не могут заразиться при непосредственном контакте с больным человеком, так как инвазионная стадия плероцеркоид находится в мышцах и икре рыб.	2,0

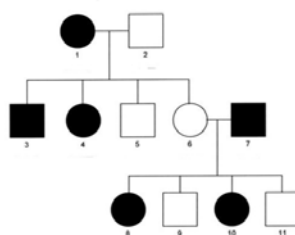
8Б. При проверке зрения врачи капают в глаза атропин, вызывающий расширение зрачка. Кроме того, зрачки расширяются в темноте, при испуге, от боли. Как вы полагаете, каковы механизмы расширения зрачка в каждом из этих случаев?

(15 баллов)

Решение:	Баллы
Зрачок – это отверстие в радужной оболочке глаза, его диаметр изменяется под действием мускулатуры радужной оболочки, а именно двух гладких мышц: кольцевой и радиальной.	4,0
Кольцевая мышца возбуждается волокнами парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (медиатор – ацетилхолин), а радиальная – симпатическими волокнами (медиатор – норадреналин). Обе гладкие мышцы обычно постоянно напряжены, и диаметр зрачка определяется их взаимным действием.	4,0
Расширение зрачка может быть вызвано или расслаблением кольцевой мышцы, или сокращением радиальной.	2,0
Атропин блокирует действие ацетилхолина, что делает невозможным сокращение кольцевой мышцы.	2,0

Адреналин, выделяющийся из надпочечников при сильных эмоциях, действует подобно норадреналину, возбуждая радиальную мышцу. Это объясняет расширение зрачка при испуге или от боли (механизм регуляции – гуморальный).	2,0
Расширение зрачка в сумерках обусловлено нервной регуляцией, работой соответствующей рефлекторной дуги.	1,0

9Б. По родословной человека, представленной на рисунке, установите характер наследования признака, определите генотипы родителей и потомков F₁. Объясните.



(10 баллов)

Решение:	Баллы
X – сцепленное доминантное наследование. Признак проявляется в каждом поколении.	2,0
Ген, определяющий признак, сцеплен с X – хромосомой, так как - чаще имеют признак (больны) женщины (♀); - признак (заболевание) проявляется в каждом поколении; - у больной матери больны и сыновья и дочери (♀ → ♂, ♀) - у больного отца больны все дочери (♂ → все ♀)	4,0
Генотипы родителей: ♀ X ^A X ^a ; ♂ X ^a Y	2,0
Генотипы F ₁ : №3 ♂ X ^A Y; №4 ♀ X ^A X ^a ; №5 ♂ X ^a Y; №6 ♀ X ^a X ^a	2,0