Всероссийская олимпиада школьников
Муниципальный этап

Задания по химии
7-8 классы

Задание 1 (*6 баллов*)

Возвратившись домой с урока химии, Юный химик Петя подумал: «Как же много вокруг нас химических явлений! Например:

1) идет тепло от батареи отопления;
2) горят именинные свечи;
3) мама «гасит» соду уксусом при приготовлении теста;
4) засахаривается варенье;
5) скисает молоко;
6) плавится сливочное масло на горячей сковороде;
7) растворяется сахар в чае;
8) на гвоздях в гараже появляется ржавчина;
8) бродит сок;
9) зимой на окнах образуются снежинки;
10) вода кипит в чайнике.»

Вы наверняка заметили ошибки, которые допустил Петя. Помогите ученику разобраться, какие процессы не относятся к химическим явлениям. Ответ обоснуйте.

Система оценки:

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
Юный химик Петя назвал кроме химических и физические явления: 1) идет тепло от батареи отопления (тепловые явления); 4) засахаривается варенье (кристаллизация сахара); 6) плавится сливочное масло на горячей сковороде (переход из твердого в жидкое состояние при достижении температуры плавления); 7) растворяется сахар в чае (диффузия); 9) зимой образуются снежинки (кристаллизация воды); 10) вода кипит в чайнике (процессы кипения и испарения воды)	По 1 баллу за каждый правильно указанный пункт
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**6 баллов**

Задание 2 (*10 баллов*)

Названия некоторых химических элементов входят в состав часто употребляемых словосочетаний. Определите эти элементы и напишите их

символы вместо многоточия (каждый элемент использовать в словосочетаниях только один раз):
а) …. батарейка; б) …. век; в)… сечение; г) … всадник; д) … тяжесть;
е)… ванны; ж)…чума; з) … человек; и)….коктейль; к)…. муки.

Система оценки:

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
а) литиевая батарейка (Li); б) серебряный век (Ag); в) золотое сечение (Au); г) медный всадник (Cu); д) свинцовая тяжесть(Pb); е) радоновые ванны (Rn); ж) оловянная чума (Sn); з) железный человек (Fe); и) кислородный коктейль (O); к) танталовы муки (Ta)	По 1 баллу за каждый правильно указанный пункт
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**10 баллов**

Задание 3 (*4 балла*)

В школьном химическом кабинете при проведении лабораторных опытов один из нерадивых учеников пролил на пол немного раствора соляной кислоты и не предпринял никаких попыток ее нейтрализовать. К концу урока кислота полностью испарилась. Хотя хлороводород сильно токсичен и при вдыхании оказывает раздражающее действие, ученики не почувствовали никакого постороннего запаха. Много ли молекул HCl оказалось в воздухе, если масса хлороводорода, перешедшего в газообразное состояние равна 1 г. Почему школьники не почувствовали постороннего запаха?

Система оценки:

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
1) Найдено количество вещества HCl: $n(HCl) = m(HCl) / M(HCl) = \frac{1\ г}{36{,}5\ г/моль} = 0{,}027$ моль	1
2) Найдено число молекул HCl: $N(HCl) = n(HCl) \times N_A = 0{,}027$ моль $\times 6{,}02 \cdot 10^{23}$(моль$^{-1}$) = $= 1{,}65 \cdot 10^{22}$	1
3) При проведении опытов с токсическими веществами должна быть включена вытяжная вентиляция (или, по крайней мере, организовано проветривание). Так как по мере испарения раствора кислоты молекулы HCl	2

переходили в воздух постепенно, то за счет организованной вентиляции их число не накапливалось в объеме кабинета.	
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**4 балла**

Задание 4 (5 *баллов*)

Борная кислота широко используется в отоларингологии как обеззараживающее и антисептическое средство (для закапывания в ухо при остром и хроническом отите) в виде 3%-ного спиртового раствора. В качестве растворителя для получения раствора борной кислоты используется 96 %-ный (по массе) раствор этилового спирта. Определите массовую долю воды в указанном фармацевтическом препарате.

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
1) Определены масса борной кислоты и масса 96%-ного раствора этилового спирта. Пусть масса раствора составляет 100 г, тогда в нем содержится $\mathrm{m(борной\ кислоты)} = 100 \times 0{,}03 = 3$ г Следовательно, масса 96 %-ного раствора спирта равна m(раствора спирта) = 100 – 3 = 97 г	2
2) Определены массовая доля и масса воды в 96 %-ном растворе этилового спирта. Массовая доля воды в 96 %-ном растворе этилового спирта составляет 4%. Тогда масса воды определяется выражением $m\ (\text{воды}) = 97 \times 0{,}04 = 3{,}88\ г$	2
3) Следовательно, массовая доля воды в фармацевтическом препарате: $\omega(\text{воды}) = \frac{3{,}88\ \text{г}}{100\ \text{г}} \times 100\% = 3{,}88\ \%$	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**5 баллов**

Задание 5 (*10 баллов*)

Кислород – один из самых распространённых элементов на земле. Он входит в состав литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы. Масса гидросферы — примерно $1{,}46 \cdot 10^{21}$ кг. Это в 275 раз больше массы атмосферы, в которой содержание свободного кислорода (в пересчёте на нормальные условия) составляет 21 % по объёму (средняя плотность атмосферы земли – 1,2 кг/м^3). Биомасса Земли составляет 2420 миллиардов

тонн, а содержание связанного кислорода в ней около 75%. В какой из этих оболочек земли абсолютные запасы кислорода по массе наибольшие? Во сколько раз различаются по содержанию этого элемента атмосфера и гидросфера (учитывать только кислород в молекуле воды)?

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
1) Найдена масса кислорода в гидросфере: $m(\text{O})\text{в гидросфере} = \frac{1{,}46\times10^{24}\text{г}}{18\ \text{г/моль}} \times 16\ \text{г/моль} = 1{,}30 \times 10^{24}\text{г}$	2
2) Найдена масса кислорода в биомассе: 2420 миллиардов тонн = $2{,}42 \times 10^{18}$г $m(\text{O})\text{в биомассе} = 2{,}42 \times 10^{18}\text{г} \times 0{,}75 = 1{,}82 \times 10^{18}\text{г}$	2
3) Найдена масса кислорода в атмосфере: m(атмосферы) = $\frac{1{,}46\times10^{24}\text{г}}{275} = 5{,}31\times10^{21}$ г $V(O_2)\text{в атмосфере} = \frac{5{,}31\times10^{21}\text{г}}{1{,}2\ \text{г/л}} \times 0{,}21 = 9{,}29 \times 10^{20}\text{л}$ n(O)в атмосфере = $2 \times \frac{9{,}29\times10^{20}\text{л}}{22{,}4\ \text{л/моль}} = 8{,}29\times10^{19}$ моль $m(\text{O})\text{в атмосфере} = 8{,}29 \times 10^{19}\text{моль} \times 16\ \text{г/моль} = 1{,}33 \times 10^{21}\text{г}$	4
4) Проведено ранжирование содержания кислорода по массе: $m(\text{O})\text{в биомассе} < m(\text{O})\text{в атмосфере} < m(\text{O})\text{в гидросфере}$	1
5) Найдено соотношение содержания кислорода в гидросфере и атмосфере $1{,}30 \times 10^{24}\text{г} / 1{,}33 \times 10^{21}\text{г} = 977$ раз	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**10 баллов**

Задание 6 (5 ***баллов*****)**

Искусство разделения смесей сыграло важную роль в открытии многих химических веществ. Попробуйте решить аналогичную задачу.

Вам выдан химический стакан с помещенными в воду веществами: поваренной солью, нефтью, медными и железными опилками. Как разделить эту смесь? Ответ обоснуйте.

Система оценки:

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
1) Провести отстаивание смеси: нефть всплывет на поверхность, после чего ее осторожно удалить.	2

2) Провести фильтрование оставшейся смеси: медные и железные опилки останутся на фильтре. Вещества с фильтра высушить, разделить магнитом.	2
3) Образовавшийся после фильтрования раствор подвергнуть выпариванию. Вода испарится, а в чашке для выпаривания останутся кристаллы соли.	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**5 баллов**

Суммарный балл за выполнение шести заданий - 40

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап

9 класс
Теоретический тур

Задание 9-1 (***4 балла***)

При работе в химической лаборатории неаккуратная ученица Маша опрокинула на пол 10 г 9,8%-ой серной кислоты. Сколько потребуется ученице раствора гидроксида натрия для полной нейтрализации пролитой кислоты, если в лаборатории имеется раствор с концентрацией 5%.

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
1. Составлено уравнение химической реакции: $2NaOH + H_2SO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$	1
2. Проведен расчет массы серной кислоты, содержащейся в пролитом растворе: $m(H_2SO_4) = \omega\%(H_2SO_4) \times m(\text{раствора}) / 100\% = 9{,}8\% \times 10\text{г} / 100\%$ $m(H_2SO_4)=0{,}98$ г Рассчитано количество вещества серной кислоты: $n(H_2SO_4) = m(H_2SO_4)/M(H_2SO_4) = 0{,}98\text{г} / 98\text{г/моль}=0{,}01$ моль	1
3. По уравнению химической реакции произведен расчет необходимого количества гидроксида натрия для нейтрализации серной кислоты $n(NaOH) = 2n(H_2SO_4) = 0{,}02$моль Произведен расчет массы щелочи: $m(NaOH) = n(NaOH) \times M(NaOH) = 0{,}02$ моль $\times$ 40 г/моль = 0,8г	1
4. Рассчитана масса раствора гидроксида натрия: $m(\text{раствора NaOH}) = m(NaOH) \times 100\% / \omega\%(NaOH)$ $m(\text{раствора NaOH})= 0{,}8\text{ г} \times 100\% / 5\% = 16$г	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**4 балла**

Задание 9-2 (5 ***баллов***)

Вода, заполняющая маленькую тонкостенную стеклянную ампулу объёмом 9 мл, полностью подвергается электролизу, в результате чего ампула раскалывается. Какой объём занимают продукты реакции при нормальных условиях? Какое минимальное давление должны выдерживать стенки такой ампулы при 25 ^{0}С?

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**

1) Записано суммарное уравнение электролиза воды: $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$	1
2) Найден объём продуктов реакции электролиза при н.у.: $n(H_2O) = \frac{9\,г}{18\text{ г/моль}} = 0{,}5\,моль$, тогда по уравнению реакции $n(H_2) = 0{,}5$ моль; $n(O_2) = 0{,}25$ моль $V(\text{газа}) = (0{,}5\text{ моль} + 0{,}25\text{ моль}) \times 22{,}4\frac{\text{л}}{\text{моль}} = 16{,}8$ л	2
3) Найдено давление, которое должны выдержать стенки ампулы. Из уравнения состояния идеального газа: $PV = nRT$ $P = \frac{nRT}{V} = \frac{0{,}75\text{моль}\times 8{,}314\frac{\text{Дж}}{\text{моль}\times\text{К}}\times 298\text{К}}{9\times 10^{-6}\text{м}^3} = 2{,}06 \times 10^8$Па = 2038 атм.	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**5 баллов**

Задание 9-3 (*5 баллов*)

Спектральный анализ природного минерала показал, что в его состав входят в качестве основных следующие химические элементы: хлор, калий и натрий. Другие элементы присутствуют в следовых количествах. Также было установлено, что навеска образца данного минерала массой 0,1330 г содержит $6{,}02\cdot 10^{20}$ частиц. Установите состав минерала.

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
1. Проведено определение количества вещества и средней молярной массы минерала $n = \frac{N}{N_a} = \frac{6{,}02\cdot 10^{20}}{6{,}02\cdot 10^{23}} = 0{,}001$ моль $\text{M} = \frac{m}{n} = \frac{0{,}1330\text{ г}}{0{,}001\text{ моль}} = 133\,{}^{\text{г}}/_{\text{моль}}$	2
2. Сделано предположение о составе минерала: x KCl·y NaCl Найдены x и y: x M(KCl) + y M(NaCl) = 133 $74{,}5x + 58{,}5y = 133$ Уравнение имеет решение при $x = y = 1$	2
3. Следовательно, состав минерала KCl · NaCl (сильвинит)	1
Все элементы ответа записаны неверно	0 баллов
Максимальный балл за задание	**5 баллов**

Задание 9-4 (*6 баллов*)

Малахитовых дел мастер Данила, вернувшись от Хозяйки Медной горы, рассердился на свою резную вазу, разбил ее, а осколки бросил в огонь. При сгорании образовался твердый остаток черного цвета. Составьте термохимическое уравнение реакции, случайно проведенной Данилой-мастером. Рассчитайте, какое количество теплоты необходимо затратить, для того чтобы сжечь 3 кг малахита?

Справочные данные: теплота образования ($Q_{обр}$) оксида меди (II), водяного пара, углекислого газа и малахита соответственно равны 162,0 кДж/моль; 241,8 кДж/моль; 393,5 кДж/моль; 1051,0 кДж/моль.

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
1. Составлено термохимическое уравнение реакции разложения малахита: $(CuOH)_2CO_3 \xrightarrow{°C} 2CuO + H_2O\uparrow + CO_2\uparrow - Q$	2
2. По закону Гесса рассчитана теплота сгорания 1 моль малахита: $Q_{р\text{-}ции} = 2Q_{обр}(CuO) + Q_{обр}(H_2O) + Q_{обр}(CO_2) - Q_{обр}((CuOH)_2CO_3) =$ $=2\cdot162{,}0$кДж/моль+241,8кДж/моль+393,5кДж/моль–1051,0кДж/моль= = -91,7 кДж/моль	2
3. Найдено количество вещества в 3 кг малахита: $n((CuOH)_2CO_3)$ = 3000г / 222г/моль = 13,51 моль	1
3) Q = 13,5моль × (-91,7кДж/моль) = -1239,2 кДж Вывод: на сжигание 3000 кг малахита необходимо затратить 1239,2 кДж теплоты.	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**6 баллов**

Задание 9-5 (*10 баллов*)

В четыре открытых стаканах с водными растворами питьевой соды, железного купороса, цинкового купороса и кислого сернокислого аммония опустили по кусочку металлического натрия. Какие процессы будут протекать в каждом их этих стаканов? Запишите уравнения реакций.

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
1. Во всех стаканах происходит выделение водорода $2Na + 2H_2O \rightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$	2
2. В стакане с питьевой содой – образуется средняя соль: $NaHCO_3 + NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$	1
3. В стакане с железным купоросом выпадет белый осадок,	

который будет быстро приобретать бурую окраску за счет окисления кислородом воздуха: $FeSO_4 + 2NaOH \rightarrow Fe(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$; $4Fe(OH)_2 + O_2 + 2H_2O \rightarrow 4Fe(OH)_3\downarrow$	1 1
4. В стакане с цинковым купоросом выпадет осадок гидроксида цинка, который растворится в избытке щелочи: $ZnSO_4 + 2NaOH \rightarrow Zn(OH)_2\downarrow + Na_2SO_4$; $Zn(OH)_2\downarrow + 2NaOH \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4]$	1 1
5. В стакане с сернокислым аммонием – образование средних солей с последующим выделением аммиака: $2NH_4HSO_4 + 2NaOH \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + Na_2SO_4 + 2H_2O$; $(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3\uparrow + 2H_2O$ *(За суммарное уравнение – только 1 балл)*	2 1
Все элементы ответа записаны неверно	0 баллов
Максимальный балл за задание	**10 баллов**

Суммарный балл за выполнение заданий теоретического тура - 30

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап

10 класс
Теоретический тур

Задание 10-1 (*4 балла*)

Лаборанту А.А. было выдано задание: очистить растворы азотной, азотистой и ортофосфорной кислот от примесей. Чтобы провести очистку, он применил самый примитивный метод – перегонку (см. рисунок).

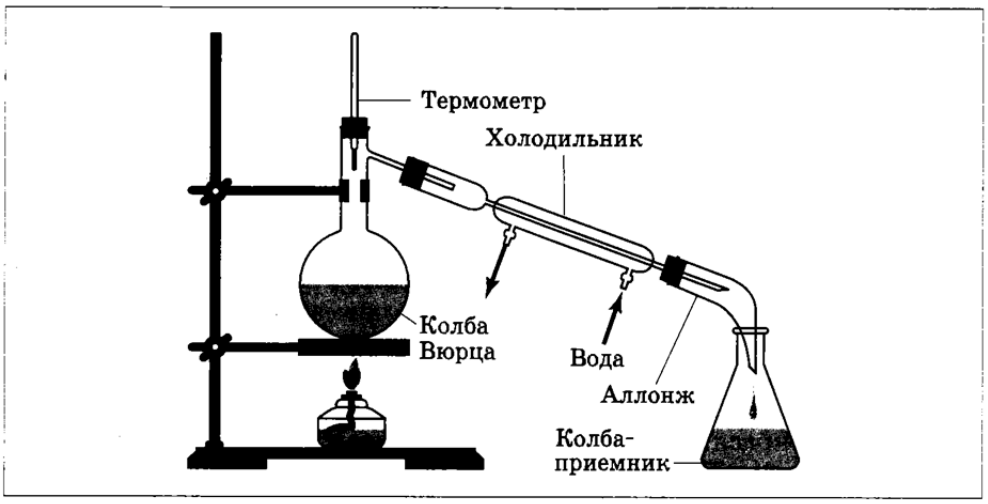


Рис. 1. Лабораторная перегонная установка

После проведения «очистки веществ» неопытный лаборант во всех случаях получил неожидаемый результат.

При перегонке раствора азотной кислоты в перегонной колбе наблюдалось выделение бурого газа, а в колбе-приемнике оказалась вода.

При перегонке раствора азотистой кислоты в колбе – приемнике конденсата оказался раствор азотной кислоты.

При перегонке ортофосфорной кислоты в колбе–приемнике обнаружилась вода, но в перегонной колбе исходный раствор превратился в бесцветную вязкую жидкость, которая при охлаждении затвердевала в стекловидную массу.

Объясните полученные результаты проведения серий опытов и составьте уравнения протекаемых реакций.

Система оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
1) При нагревании азотная кислота разлагается по реакции: $4HNO_3 \quad 4NO_2 + O_2 + 2H_2O$	1
2) При перегонке азотистой протекает реакция: $3HNO_2 \quad HNO_3 + 2NO\uparrow + H_2O$	1

3) Ортофосфорная кислота при перегонке теряет воду и превращается в триметафосфорную кислоту, которая является твердым веществом: $6H_3PO_4 \xrightarrow{t^\circ} 2(HPO_3)_3 + 6H_2O$	2
Максимальный балл за задание	**4 балла**

Задание 10-2 (*13 баллов*)

В XV веке немалый вклад в развитие химии как науки внесли алхимики. Монах-алхимик Василий Валентин большую часть своих экспериментов проводил с солями. Однажды при прокаливании смеси каменной соли с железным купоросом он получил жидкость, дымящуюся на воздухе, вызывающую кашель, разъедающую ткань, бумагу и металлы. Алхимики назвали эту жидкость «спиритус салис», «кислый спирт», «дух из солей».

Позднее аптекарь-алхимик Иоганн Рудольф Глаубер предложил для получения «соляного духа» сильно нагревать в реторте смесь каменной соли с «кислым купоросным маслом». Остаток в реторте после проведения реакции Глаубер растворил в воде и оставил кристаллизоваться. При этом из раствора выпали большие прозрачные кристаллы, имеющие соленый вкус. При постепенном нагревании кристаллическое вещество теряло массу. Глаубер убедился, что это та самая «чудесная соль», которую он изучал в молодости, выпаривая природную воду из источника. Так был разработан способ получения не только кислоты, называемой алхимиками «духом из солей», но и синтетического вещества, которое благодарные потомки назвали глауберовой солью.

Вопросы:

1. Какое едкое вещество получали алхимики?

2. Укажите формулы каменной соли и железного купороса. Составьте уравнение реакции, проводимой Василием Валентином.

3. Экспериментально установлено, что в зависимости от степени нагревания смеси реакция, проведенная Иоганом Глаубером, идет в две стадии. Приведите уравнения этих реакций. Какое вещество называли «кислым купоросным маслом»?

4. Приведите формулу глауберовой соли, если известно, что ее химический состав: Na_2O - 19,3 %, SO_3 - 24,8 %, H_2O - 55,9 % (подтвердите расчетами).

Почему при постепенном нагревании соль теряет массу?

В какой области рекомендовал использовать ее аптекарь?

Приведите название минерала, содержащего эту «чудесную соль Глаубера».

5. Укажите современный способ получения кислоты, полученной алхимиками.

Система оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
1) Алхимики получали соляную (хлороводородную) кислоту HCl.	1
2) NaCl – каменная соль; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ – железный купорос. Василий Валентин проводил реакцию $2(FeSO_4 \cdot 7H_2O) + 4NaCl = 4HCl\uparrow + 2FeO + 2Na_2SO_4 + 12H_2O\uparrow$ (Возможно написание реакции $2NaCl + 2FeSO_4 \cdot 7H_2O \xrightarrow{t^\circ C} 2HCl\uparrow + F_2O_3 + SO_2\uparrow + Na_2SO_4 + 13H_2O\uparrow$)	3
3) При умеренном нагревании образуется кислая соль - гидросульфат натрия: $NaCl + H_2SO_4 = NaHSO_4 + HCl\uparrow$, а при сильном нагреве получается средняя соль – сульфат натрия: $2NaCl + H_2SO_4 = Na_2SO_4 + 2HCl\uparrow$. «Кислое купоросное масло» это серная кислота H_2SO_4	3
4) Формула глауберовой соли $Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$. Формулу глауберовой соли можно представить $Na_2SO_4 \cdot n\ H_2O$: $Na_2O + SO_3 = Na_2SO_4$, $\omega(Na_2SO_4) = \omega(Na_2O) + \omega(SO_3) = 44{,}1\ \%$, $\omega(H_2O) = \frac{n \cdot M(H_2O)}{M(Na_2SO_4 \cdot nH_2O)}$, откуда n = 10 При постепенном нагревании кристаллогидрат теряет воду и переходит в безводную соль: $Na_2SO_4 \cdot 10\ H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 10\ H_2O$. Глаубер рекомендовал использовать глауберову соль в медицине, в том числе и как слабительное средство. Это вещество, встречающееся в природе, называют минералом мирабилитом.	5
5) Современный способ получения соляной кислоты основан на использовании водородно-хлорного пламени: $H_2 + Cl_2 \rightarrow 2HCl$. Избыток водорода позволяет получить хлороводород, свободный от примесей хлора. HCl затем поглощается водой и получается абсолютно чистая соляная кислота.	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**13 баллов**

Задание 10-3 (*8 баллов*)

При сплавлении натриевой соли предельной одноосновной карбоновой кислоты с едким натром образуется 30 г углеводорода А, а при электролизе водного раствора такого же количества этой соли получается 29 г углеводорода В. Определите и назовите углеводороды А и В, полученные в

результате приведенных реакций, и неизвестную соль. Напишите уравнения протекающих реакций.

Система оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
1) Составлено уравнение реакции сплавления в общем виде: $C_nH_{2n+1}COONa + NaOH = C_nH_{2n+2}\uparrow + Na_2CO_3$	1
2) Составлено уравнение электролиза по Кольбе в общем виде: $2C_nH_{2n+1}COONa + 2H_2O \rightarrow C_nH_{2n+1}–C_nH_{2n+1}\uparrow + 2CO_2\uparrow + H_2\uparrow + 2NaOH$	1
3) Составлено и решено уравнение с использованием данных задачи по уравнениям 1 и 2 (с учетом, что в обе реакции вступило одинаковое количество соли): $2(14n + 2) / (28n + 2) = 30 / 29$, откуда $n=2$	1
4) Названы углеводороды: А - C_2H_6 (этан) и В - C_4H_{10} (бутан); неизвестная соль – C_2H_5COONa –пропионат натрия	3
5) Составлены два уравнения реакции: $C_2H_5COONa + NaOH = C_2H_6\uparrow + Na_2CO_3$ $2C_2H_5COONa + 2H_2O \rightarrow C_4H_{10}\uparrow + 2CO_2\uparrow + H_2\uparrow + 2NaOH$	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**8 баллов**

Задание 10-4 (7 *баллов*)

Дано твердое кристаллическое вещество А черного цвета; при добавлении к нему воды образуется малиновый раствор. При нагревании вещество А разлагается; при этом образуется бесцветный газ Б, поддерживающий горение. При взаимодействии вещества А с концентрированной соляной кислотой образуется газ В – желтовато-зеленого цвета с резким запахом. Назовите вещества А, Б и В. Составьте схемы уравнения реакций, о которых говорилось в задании. Поясните, как можно собрать вещества Б и В с целью проведения с ними в дальнейшем химических экспериментов.

Система оценивания

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
1) За определение природы веществ по 1 баллу за каждое вещество: А – $KMnO_4$; Б – O_2; В – Cl_2	3
2) За уравнения химических реакций – по 1 баллу за каждое уравнение: $2KMnO_4 \rightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$ $2KMnO_4 + 16HCl \rightarrow 2MnCl_2 + 5Cl_2 + 2KCl + 8H_2O$	2
3. Предложены методы сбора кислорода и хлора. Поскольку как хлор, так и кислород тяжелее воздуха, их можно собирать методом вытеснения воздуха. *В случае с хором эксперимент проводить только под тягой!*	2

Кислород малорастворим в воде, поэтому его можно собирать также методом вытеснения воды. Хлор достаточно хорошо растворим в воде с образованием на свету соляной и хлорноватистой кислот ($Cl_2 + H_2O = HCl + HClO$), поэтому собирать его методом вытеснения воды не рекомендуется.	
Все элементы ответа записаны неверно	0 баллов
Всего	**7 баллов**

Задание № 10-5 (*8 баллов*).

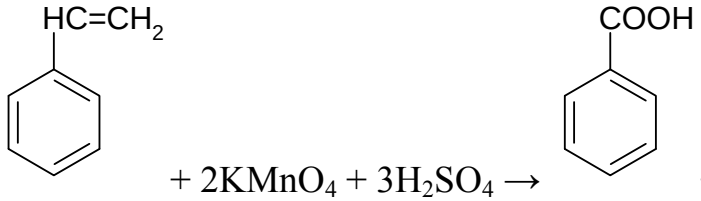
Небольшой кусочек пластикового одноразового стаканчика нагрели без доступа воздуха до 400°С. В результате нагревания был получен углеводород **X** (содержание углерода 92,26% по массе, плотность его паров по кислороду 3,25). Известно, что при окислении углеводорода **X** раствором перманганата калия в кислой среде в качестве единственного органического продукта образуется бензойная кислота.

Вопросы:

1. Рассчитайте молекулярную формулу **X.**
2. Приведите структурную формулу, и название углеводорода **X**. Как называется исходный полимер?
3. Напишите уравнение реакции (со всеми продуктами и стехиометрическими коэффициентами) окисления углеводорода **X** раствором перманганата калия, подкисленного серной кислотой.

Система оценки:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
1) M(X) = 3,25·32 = 104 г/моль Найдем молекулярную формулу углеводорода X: C : H = 92,26/12,01 : 7,74/1,008 = 7,68 : 7,68 = 1 : 1. Простейшая формула CH С учетом молекулярной массы получаем M(X) / M(CH) = 104/13 = 8 Молекулярная формула углеводорода X - C_8H_8.	2
2) Поскольку при окислении углеводорода X раствором перманганата калия в кислой среде в качестве единственного органического продукта образуется бензойная кислота (C_6H_5COOH), то его молекула содержит в своем составе бензольное кольцо с одним заместителем. Вычитая из брутто-формулы C_8H_8 фрагмент C_6H_5, получаем заместитель C_2H_3. Единственно возможный вариант заместителя – винил, а углеводород *X – стирол* (винилбензол). Следовательно, полимер, из которого был изготовлен одноразовый стаканчик, – *полистирол*.	4
3) Уравнение реакции окисления стирола раствором $KMnO_4$,	2

подкисленного H_2SO_4:  + $2KMnO_4$ + $3H_2SO_4$ → + CO_2 + $2MnSO_4$ + + K_2SO_4 +$4H_2O$	
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание:	**8 баллов**

Суммарный балл за выполнение заданий теоретического тура - 40

Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап

11 класс
Теоретический тур

Задание 11-1 (*5 баллов*)

Согласно протолитической теории кислот и оснований Бренстеда - Лоури, азотная и хлорная кислоты, являясь сильными электролитами, в водном растворе подвергаются необратимому протолизу. Этот факт был знаком юному химику Пете Сидорову. Однако ученику не удалось составить соответствующие уравнения реакций. Помогите ему составить уравнения необратимого протолиза указанных кислот.

Любознательный Петя решил провести эксперимент: слил в одну колбу по 5 мл растворов азотной и хлорной кислот с одинаковой молярной концентрацией. Как Вы считаете, получил ли юный химик раствор, обладающей суммарной силой этих кислот? Ответ обоснуйте.

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (*допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла*)	**Баллы**
1) Согласно протолитической теории азотная и хлорная кислоты являются донорами протонов. При этом растворитель – вода - выступает в качестве основания – акцептора протонов. В водной среде кислоты подвергаются необратимому протолизу: $HNO_3 + H_2O \rightarrow NO_3^- + H_3O^+$ $HClO_4 + H_2O \rightarrow ClO_4^- + H_3O^+$	2
2) В среде хлорной (более сильной) кислоты HNO_3 приобретает основные свойства, поэтому ее можно представить как основание - NO_2OH (гидроксид нитроилия). В предложенных условиях протекает реакция: $HNO_3 + HClO_4 \rightarrow (NO_2)ClO_4 + H_2O$, где $(NO_2)ClO_4$ – перхлорат нитроилия	2
3) Таким образом, юный химик не сможет получить раствор, обладающей суммарной силой обеих кислот.	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**5 баллов**

Задание 11-2 (*7 баллов*)

Смесь бутилена с водородом, имеющую плотность по водороду 17,2 нагрели в замкнутом сосуде с никелевым катализатором. Рассчитайте выход продукта реакции от теоретически возможного в процентах, если известно, что в результате ее протекания давление в сосуде уменьшилось на 10 %.

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
1. Пусть в закрытом сосуде находится 1 моль газовой смеси, имеющий среднюю молярную массу: M(газовой смеси) = 17,2 · 2 = 34,4 г.	1
2. Обозначим через x – количество моль H_2, а $(1–x)$ – количество моль C_4H_8 в газовой смеси. Составим уравнение $2x + 56(1–x) = 34,4$, откуда $x = n(H_2) = 0,4$ моль; $1–x = n(C_4H_8) = 0,6$ моль, т. е. отношение количества вещества водорода и бутилена в реакционной смеси $\frac{n(H_2)}{n(C_4H_8)} = 2 : 3$.	2
3. Из уравнения реакции $H_2 + C_4H_8 = C_4H_{10}$ следует, что вещества реагируют в отношении 1:1, следовательно, водород находится в недостатке, по нему будет производиться расчёт выхода продукта. Если бы в реакцию вступило 0,4 моль водорода и 0,4 моль бутилена, то при 100% выходе получилось бы 0,4 моль бутана и общее количество вещества после реакции уменьшилось бы на 0,4 моль (только за счёт расходования водорода)	1
4. Исходя из уравнения состояния идеального газа Менделеева-Клапейрона $P·V = n·R·T$ следует, что при постоянных V и T изменение давления будет определяться только изменением общего числа моль газообразных участников реакции: $\Delta P·V = \Delta n·R·T$. Так как в ходе протекания реакции давление в сосуде уменьшилось на 10%, то в результате реакции происходит расходование только 10% водорода.	2
5. Если первоначально в сосуде находилось 1 моль смеси, а в результате реакции израсходовано только 0,1 моль водорода, то практически образуется также 0,1 моль бутана, что составляет $\eta = (0,1/0,4)$□100% = 25% от теоретически возможного.	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**7 баллов**

Задание 11-3 (*10 баллов*)

Смешением двух растворов NaOH объёмом по 200 мл и с массовыми долями щёлочи в них 5% и 15% получили раствор с массовой долей гидроксида натрия 10,2% и плотностью 1,111 г/мл. Укажите номера ареометров, которыми необходимо воспользоваться, чтобы установить плотности исходных растворов.

Справочные данные:

№	Диапазон измерений, г/см³
1	0.600-0.660
2	0.650-0.710
3	0.700-0.760
4	0.760-0.820
5	0.820-0.880
6	0.880-0.940
7	0.940-1.000
8	1.000-1.060
9	1.060-1.120
10	1.120-1.180
11	1.180-1.240
12	1.240-1.300
13	1.300-1.360
14	1.360-1.420
15	1.420-1.480
16	1.480-1.540
17	1.540-1.600
18	1.600-1.660
19	1.660-1.720
20	1.720-1.780
21	1.780-1.840
22	1.840-1.900
23	1.900-1.960
24	1.960-2.020

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
1. Обозначены плотности исходных растворов ρ_1 и ρ_2 соответственно, тогда массы растворов соответственно равны $m_1 = V_1\rho_1 = 200\rho_1$ $m_2 = V_2\rho_2 = 200\rho_2$ $m_3 = (V_1+V_2)\rho_3 = 400 \times 1{,}111 = 444{,}4\ г$	3
2. Составлены выражения для расчета массы чистого NaOH в каждом растворе $m_1(NaOH) = V_1\rho_1\omega_1 = 200\rho_1 \times 0{,}05 = 10\rho_1$ $m_2(NaOH) = V_2\rho_2\omega_2 = 200\rho_2 \times 0{,}15 = 30\rho_2$ $m_3(NaOH) = 444{,}4 \times 0{,}102 = 45{,}33\ г$	3
3. Составлена систему уравнений с двумя неизвестными:	2

$\begin{cases} 200\rho_1 + 200\rho_2 = 444{,}4 \\ 10\rho_1 + 30\rho_2 = 45{,}33 \end{cases}$ Решение системы даёт значения: $\rho_1 = 1{,}066\ ^{г}/_{мл}$; $\rho_2 = 1{,}156\ ^{г}/_{мл}$	
4. Для определения плотности первого раствора потребуется ареометр №9, для второго – ареометр №10	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**10 баллов**

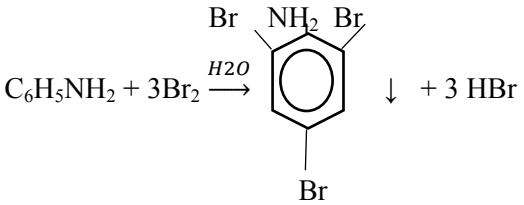
Задание 11-4 (*7 баллов*)

Анилин – важнейший из ароматических аминов, находит широкое применение в качестве полупродукта в производстве красителей, взрывчатых веществ и лекарственных средств. Для Вас предложена цепочка синтеза данного вещества из неорганического соединения. Осуществите ее.

2,4,6-трибромманилин

$\mathbf{X_1} \xrightarrow{H2O} CH_4 \xrightarrow{>1500°C} \mathbf{X_2} \rightarrow C_6H_6 \xrightarrow{HNO3} \mathbf{X_3} \xrightarrow{\textit{реакция Зинина}} C_6H_5NH_2 \rightarrow$ хлорид фениламмония

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
1) $Al_4C_3 + 12H_2O \rightarrow 3CH_4\uparrow + 4Al(OH)_3\downarrow$ X_1 –к арбид алюминия	1
2) $2CH_4 \xrightarrow{>1500°C} C_2H_2\uparrow + 3H_2\uparrow$ X_2 - ацетилен (этин)	1
3) $3C_2H_2 \xrightarrow{Сакт} C_6H_6$	1
4) $C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$ X_3 - нитробензол	1
5) $C_6H_5NO_2 + 3(NH_4)_2S \rightarrow C_6H_5NH_2 + 6NH_3 + 3S + 2H_2O$	1
6) 	1
7) $C_6H_5NH_2 + HCl \rightarrow [C_6H_5NH_3]Cl$ - хлорид фениламмония	1
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**7 баллов**

Задание 11-5 (*11 баллов*)

Через 28-процентный раствор гидроксида калия объемом 158,73 мл (ρ = 1,26 г/см^3) пропустили одновременно по 5,6 л сернистого газа и хлора (объемы газов измерены при нормальных условиях). Затем к этому раствору добавили 13-процентный раствор хлорида бария массой 400 г. Вычислите массовую долю вещества в полученном растворе. Какие вещества образуются, если полученный раствор подвергнуть электролизу (с диафрагмой, разделяющей катодное и анодное пространство, и без диафрагмы)? Напишите соответствующие уравнения реакций.

Система оценивания

Содержание верного ответ и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	**Баллы**
1) Вычислена масса исходного раствора и массу содержащегося в нем гидроксида калия и его количество вещества: m(р-ра КОН) = V · ρ = 158,73 мл · 1,26 г/мл = 200 г; m(КОН) = m(р-ра КОН) · ω(КОН) = 200 г · 0,28 = 56 г; n(КОН) = $\frac{m}{M}$ = 56 г : 56 г/моль = 1 моль	1
2) Определены количество и массы сернистого газа и хлора: $n(SO_2) = n(Cl_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{5{,}6\ л}{22{,}4 л/моль}$ = 0,25 моль. $m(SO_2) = M(SO_2) \cdot n(SO_2)$ = 64 г/моль · 0,25 моль = 16 г; $m(Cl_2) = M(Cl_2) \cdot n(Cl_2)$ = 71 г/моль · 0,25 моль = 17,75 г.	1
3) Составлено уравнение реакции взаимодействия газов со щелочью: $4KOH + SO_2 + Cl_2 \rightarrow K_2SO_4 + 2KCl + 2H_2O$. (1) *Возможно написание этой реакции в две стадии:* $2KOH + SO_2 \rightarrow K_2SO_3 + H_2O$; $2KOH + K_2SO_3 + Cl_2 \rightarrow K_2SO_4 + 2KCl + H_2O$. Согласно уравнению реакции (1): $n(K_2SO_4) = n(SO_2) = n(Cl_2)$ = 0,25 моль; **$n_1(KCl) = 2n(SO_2) = 2n(Cl_2)$ = 0,5 моль;** $n(KOH) = 4n(SO_2) = 4n(Cl_2)$ = 1 моль **Щелочь прореагировала полностью.**	2
4) Рассчитаны масса и количество вещества добавленного хлорида бария: $m(BaCl_2)$ = m(р-ра $BaCl_2$) · $\omega(BaCl_2)$ = 400г · 0,13 = 52 г; $n(BaCl_2) = \frac{m}{M}$ = 52 г / 208 г/моль = 0,25 моль	1

5) Составлено уравнение реакции взаимодействия K_2SO_4 и $BaC1_2$: $K_2SO_4 + BaC1_2 = BaSO_4\downarrow + 2KC1$ (2) Вычислены количество вещества и масса осадка сульфата бария $n(BaSO_4) = n(K_2SO_4) = 0,25$ моль; $m(BaSO_4) = M(BaSO_4) \cdot n(BaSO_4)$=233 г/моль · 0,25 моль=58,25 г, **Сульфат калия прореагировал полностью**, и при этом образовалось еще 0,5 моль КС1: **$n_2(KC1) = 2n(K_2SO_4) = 2n(Cl_2) = 0,5$ моль**	2
6) Рассчитана масса конечного раствора равна: $m_{кон.\ р\text{-}ра}$=m(р-ра КОН)+m(SO_2)+m(Cl_2)+m(р-ра $BaC1_2$) - m($BaSO_4$) $m_{кон.\ р\text{-}ра}$ = 200 г + 16 г + 17,75 г + 400 г — 58,25 г = 575,5 г. В нем содержится КС1 количеством и массой: **$n_{общ}(KC1)$ = 0,5 моль + 0,5 моль = 1 моль** m(KCl) = n(KCl) · M(KCl) = 1 моль · 74,5 г/моль = 74,5 г Определена массовая доля KCl в растворе равна: $\omega(KCl) = \frac{m(KCl)}{m(р\text{-}ра)}$ = 74,5 г / 575,5 г = 0,129 (12,9 %)	2
7) При электролизе такого раствора образуется водород, гидроксид калия и хлор. Суммарное уравнение реакций, протекающих при <u>*электролизе с диафрагмой*</u>: $2KC1 + 2H_2O = H_2\uparrow + 2KOH + C1_2\uparrow$. $KCl = K^+$(к катоду) + Cl^-(к аноду) <u>*На катоде:*</u> <u>*На аноде:*</u> $2H_2O + 2e^- = H_2\uparrow + 2OH^-$; $2C1^- — 2e^- = C1_2\uparrow$. $K^+ + OH^- = KOH$. При <u>*электролизе без диафрагмы*</u> выделяющийся на аноде хлор может взаимодействовать с гидроксидом калия: $KOH + C1_2 = KC1O + KC1 + H_2O$ При электролизе с диафрагмой образуются $H_2\uparrow$, $C1_2\uparrow$, р-р КОН; при электролизе без диафрагмы обравзуются $H_2\uparrow$, р-ры КОН, КС1О, КС1.	2
Все элементы ответа записаны неверно	0
Максимальный балл за задание	**11 баллов**

Суммарный балл за выполнение заданий теоретического тура - 40