

Материалы заданий заключительного этапа Всероссийской Сеченовской олимпиады школьников по химии 2023г. с ответами на задания, с указанием выставяемых баллов за каждое задание.

10 класс

ВАРИАНТ 1

ЗАДАНИЕ 1 (6 баллов)

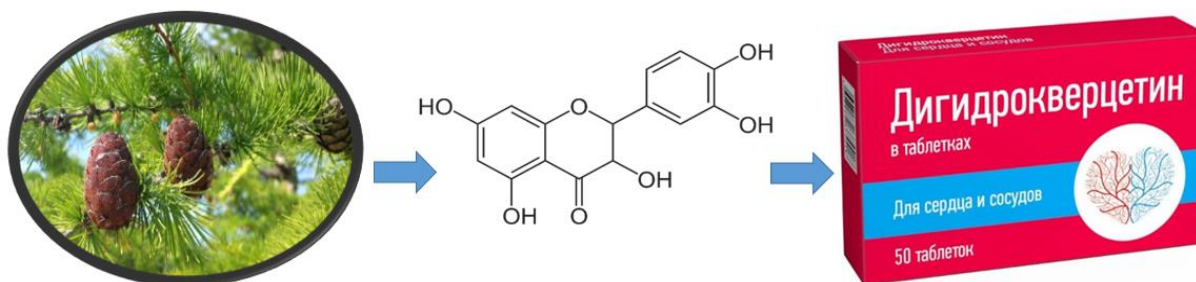
1-1. Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А., по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*.



Профессор Тюкавкина Нонна
Арсеньевна



Формула дигидрокверцетина приведена на схеме. Рассчитайте во сколько раз массовая доля атомарного кислорода в соединении меньше массовой доли атомарного углерода, а также объем углекислого газа (давление 101кПа, температура 30⁰ С), который выделится при сжигании 64 г дигидрокверцетина, содержащего помимо основного вещества 5% примесей, не содержащих углерод.



РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула дигидрокверцетина $C_{15}H_{12}O_7$. $M(C_{15}H_{12}O_7)=304$ г \моль;	2
Рассчитаем массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцитине: $\omega(O)=m(O)\backslash M(C_{15}H_{12}O_7)=36,8\%$ $\omega(C)=m(C)\backslash M(C_{15}H_{12}O_7)=59,2\%$ $\omega(C)\backslash\omega(O)=1,61$ рного кислорода в 1,61 раза меньше массовой доли атомарного углерода.	2

Уравнение реакции горения: $2C_{15}H_{12}O_{29}O_2=30CO_2+12H_2O$ $m(C_{15}H_{12}O_7 \text{ чистого вещества})=64 \cdot 0,95=60,8 \text{ г}$ $n(C_{15}H_{21}O_7) = 60,8/304=0,2 \text{ моль}$ $n(CO_2) = 15n(C_{15}H_{21}O_7) = 3 \text{ моль}$ $V(CO_2) = 3 \cdot 8,31 \cdot 303/101 = 74,8 \text{ л}$	2
Максимальный балл	6

ЗАДАНИЕ 2 (6 баллов)

2-1. Железную окалину сплавляли при $500^{\circ}C$ с избытком гидроксида натрия, при этом образовалась смесь двух солей. В первой соли массовая доля кислорода 24,49%, а массовая доля натрия 46,94%. Во второй соли на один атом железа приходится 5 атомов натрия, а суммарное число всех атомов равно $9,045 \cdot 10^{23}$. Напишите уравнение реакции. Определите массу взятой железной окалины.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Первая соль: $Na:Fe:O = 46,94/23: 27,58/56 :24,49/16 = 4:1:3 \Rightarrow Na_4FeO_3 (Fe^{+2})$ Вторая соль: т.к. $Fe^{+3} \Rightarrow Na_5FeO_4$	2
Уравнение реакции: $Fe_3O_4 + 14NaOH \rightarrow Na_4FeO_3 + 2Na_5FeO_4 + 7H_2O$	2
$v(\text{атомов}) = 9,045 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 1,5 \text{ моль}$ $v(Na_5FeO_4) = 1,5/10 = 0,15 \text{ моль}$ $v(Fe_3O_4) = 0,15/2 = 0,075 \text{ моль}$ $m(Fe_3O_4) = 232 \cdot 0,075 = 17,4 \text{ г}$	2
Максимальный балл	6

ЗАДАНИЕ 3 (6 баллов)

3-1. К веществам, предназначенные для применения в аэрозольных упаковках медицинских препаратов, относятся пропелленты (эвакуирующие газы). Наиболее часто применяемыми пропеллентами в аэрозольных рецептурах являются фреоны, азот, диоксид углерода. Фреоны – производные алканов, в которых все атомы водорода замещены на атомы фтора и хлора. В эквимольной (содержащей равные количества вещества) смеси фреона и азота с относительной плотностью по аргону 2,49 массовая доля атомарного фтора составляет 38,19%. Определите общее число атомов всех элементов в 5,04 л (н.у.) такой смеси.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{смеси}) = 2,49 \cdot 40 = 99,6 \text{ г/моль}$ $M(\text{фреона}) = 99,6 \cdot 2 - 28 = 171,2 \text{ г/моль}$ $m(F) = 99,6 \cdot 2 \cdot 0,3819 = 76$ $n(F) = 76/19 = 4$ – число атомов фтора в молекуле фреона $C_xF_4Cl_z$	2
$4+Z=2x+2$ откуда $Z=2x-2$, следовательно $C_xF_4Cl_{2x-2}$ $12x+76+71x-71=171,2$ $X=2$	2

Формула $C_2F_4Cl_2$	
Количество вещества смеси: $\nu(C_2F_4Cl_2 + N_2) = 5,04/22,4 = 0,225$ моль Количество вещества атомов в смеси: $\nu(\text{атомов}) = (8+2) \cdot 0,225/2 = 1,125$ моль $N(\text{атомов}) = 1,125 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 6,77 \cdot 10^{23}$	2
Максимальный балл	6

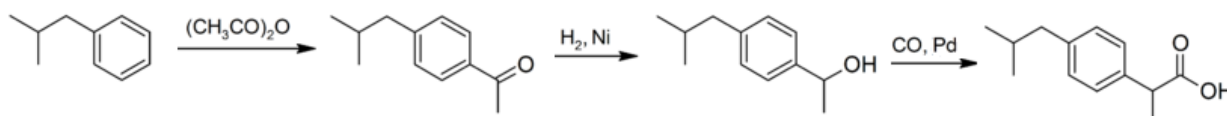
ЗАДАНИЕ 4 (8 баллов)

4-1. В фармацевтическом производстве в качестве сульфлирующего водоотнимающего реагента находят применение олеум. Рассчитайте соотношение, в котором следует смешать 85% раствор H_2SO_4 и 25% олеум, для получения 100% безводной серной кислоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$m(\text{р-ра } H_2SO_4) = x$ $m(\text{олеум}) = y$ $m(H_2SO_4) = 0,85x$ $m(SO_3) = 0,25y$ $m(H_2O) = 0,15x$ $m(H_2SO_4) = 0,75y$ $\nu(H_2O) = 0,0083x$ $\nu(SO_3) = 0,003125y$	4
$H_2O + SO_3 = H_2SO_4$ $\nu(H_2O) = \nu(SO_3)$ $0,0083x = 0,003125y$	2
$y = 2,7x$ $m(\text{олеума}) : m(\text{кислоты}) = 2,7 : 1$	2
Максимальный балл	8

ЗАДАНИЕ 5 (10 баллов)

5-1. Ибупрофен – нестероидное противовоспалительное лекарственное средство (НПВС), является производным пропионовой кислоты. Ибупрофен синтезируют из изобутилбензола согласно схеме:



Масса изобутилбензола равна 603 г, масса 1-(4-изобутилфенил)этанола равна 320,4 г. Определите массу полученного ибупрофена, если выход каждой следующей реакции в 1,6 раз меньше, чем предыдущей.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\nu(C_{10}H_{14}) = 603/134 = 4,5$ моль $\nu(C_{12}H_{18}O) = 320,4/178 = 1,8$ моль	2
Пусть выход первой реакции $\eta_1 = 1,6x$, тогда выход второй реакции $\eta_2 = x$ $4,5 \cdot 1,6x \cdot x = 1,8$ $X^2 = 0,25$ $X = 0,5$	4
Выход третьей реакции $\eta_3 = 0,5/1,6 = 0,3125$	2

$v(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 1,8 \cdot 0,3125 = 0,5625$ моль $M(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 206$ г/моль $m(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 0,5625 \cdot 206 = 115,9$ г	2
Максимальный балл	10

ЗАДАНИЕ 6 (10 баллов)

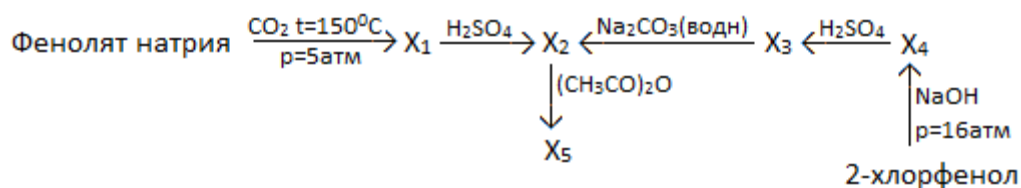
6-1. Свинец применяется в медицине для изготовления защитных пластин и фартуков от рентгеновского излучения, поскольку не пропускает гамма-лучи. Соединения свинца (оксиды, ацетат) используются в медицине в качестве антисептиков, противовоспалительных и вяжущих средств в составе пластырей, примочек. Имеются два оксида свинца А и В, в которых массовые доли свинца относятся как 20:21. Оксид А не растворяется в разбавленной азотной кислоте, но реагирует с пероксидом водорода в присутствии азотной кислоты, а также реагирует с горячей концентрированной серной кислотой; в каждой реакции выделяется газ Х. Оксид В растворяется в разбавленной азотной кислоте с образованием осадка. Оба оксида А и В вступают в реакцию с горячей концентрированной соляной кислотой с образованием осадка и выделением газа Y. Напишите уравнения пяти реакций.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Оксид А – PbO_2 Оксид В – Pb_3O_4 $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$2\text{PbO}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{PbO}_2 + 4\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 8\text{HCl} \rightarrow 3\text{PbCl}_2 + \text{Cl}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	10

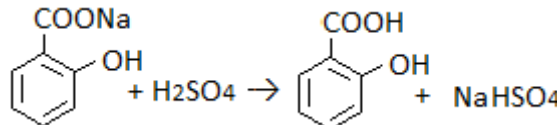
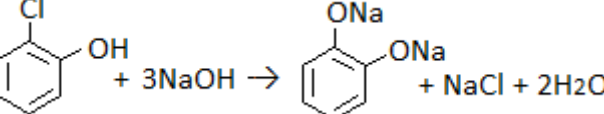
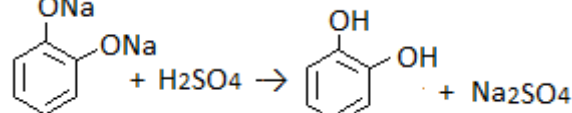
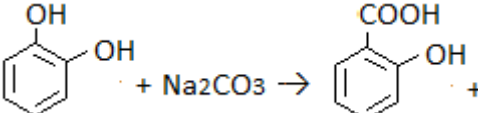
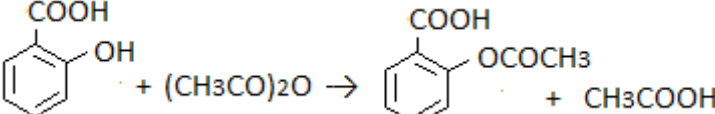
ЗАДАНИЕ 7 (12 баллов)

7-1. Ацетилсалициловая кислота (аспирин) — лекарственное средство, оказывающее обезболивающее, жаропонижающее, противовоспалительное действие, также является блокатором циклооксигеназы тромбоцитов. Напишите уравнения реакций, соответствующих получению ацетилсалициловой кислоты (X_5), если известно, что в веществе X_1 функциональные группы находятся у соседних атомов углерода.



РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2

	2
	2
	2
	2
	2
Максимальный балл	12

ЗАДАНИЕ 8 (12 баллов)

8-1. Элемент X, широко используемый в качестве конструкционного материала в ортопедической стоматологии, образует соединение CaXO_3 , в котором массовая доля кислорода составляет 35,29%. Простое вещество X реагирует с концентрированным горячим раствором хлороводородной кислоты в молярном соотношении 1:3, при этом образуется вещество (А) темно-фиолетового цвета. Вещество А выделили из раствора в виде кристаллогидрата (В) светло-фиолетового цвета. Массовая доля кислорода в кристаллогидрате составляет 36,57%. При взаимодействии (В) с разбавленным раствором гидроксида натрия образуется темно-красный осадок вещества (С). Осадок отделили от раствора и прокалили со смесью нитрата калия и гидроксида калия, при этом выделился газ (Д), вызывающий почернение бумаги, смоченной раствором $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$. Рассчитайте объем газа Д (н.у.), если масса взятого кристаллогидрата В равна 105 г.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{CaXO}_3) = 3 \cdot 16 / 0,3529 = 136 \text{ г/моль}$ $A_r(\text{X}) = 136 - 40 - 48 = 48 \Rightarrow \text{X} - \text{это Ti}$	2
$2\text{Ti} + 6\text{HCl} \rightarrow 2\text{TiCl}_3 + 3\text{H}_2$ $\text{TiCl}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $16n = 0,3657(154,5 + 18n)$ $n = 6$	2
$v(\text{TiCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 105 / 262,5 = 0,4 \text{ моль}$	2
$\text{TiCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Ti}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$	2
$8\text{Ti}(\text{OH})_3 + \text{KNO}_3 + 15\text{KOH} \rightarrow 8\text{K}_2\text{TiO}_3 + \text{NH}_3 + 18\text{H}_2\text{O}$	2
$v(\text{NH}_3) = 0,4 / 8 = 0,05 \text{ моль}$ $V(\text{NH}_3) = 22,4 \cdot 0,05 = 1,12 \text{ л}$	2

Максимальный балл	12
-------------------	----

ЗАДАНИЕ 9 (12 баллов)

9-1. Лекарственные препараты сульфата цинка используются в медицине в качестве противомикробных (антисептических) средств для наружного применения и в зависимости от концентрации оказывают вяжущее, раздражающее или прижигающее действие. При электролизе 300 г раствора сульфата цинка с плотностью 1,2 г/мл и концентрацией соли 1,2 моль/л образовалось 35,84 л (н.у.) смеси газов с относительной плотностью по воздуху 0,457. К полученному после электролиза раствору добавили 160 г 20%-ного раствора гидроксида натрия. Определите молярные концентрации веществ в итоговом растворе, если его плотность 1,11 г/мл.

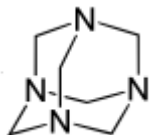
РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Zn} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ $V(\text{раствора}) = 300/1,2 = 250 \text{ мл} = 0,25 \text{ л}$ $\nu(\text{ZnSO}_4) = 1,2 \cdot 0,25 = 0,3 \text{ моль}$	2
$\nu(\text{смеси газов}) = 35,84/22,4 = 1,6 \text{ моль}$ $m(\text{смеси газов}) = 1,6 \cdot 0,457 \cdot 29 = 21,2 \text{ г}$	2
Пусть разложилось: $\nu(\text{ZnSO}_4) = x$; $\nu(\text{H}_2\text{O}) = y$ $\begin{cases} 0,5x + 1,5y = 1,6 \\ 16(x + y) + 2y = 21,2 \end{cases}$ $\begin{cases} x = 0,2 \\ y = 1 \end{cases}$	2
$\nu(\text{ZnSO}_4) \text{ ост.} = 0,3 - 0,2 = 0,1 \text{ моль}$ $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{раствора}) = 300 - 0,2 \cdot 65 - 21,2 = 265,8 \text{ г}$ $\nu(\text{NaOH}) = 160 \cdot 0,2/40 = 0,8 \text{ моль}$	2
$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnSO}_4 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ $\nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) \text{ ост.} = 0,2 + 0,1 = 0,3 \text{ моль}$ $\nu(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,1 \text{ моль}$ $m(\text{раствора}) = 265,8 + 160 = 425,8 \text{ г}$	2
$V(\text{раствора}) = 425,8/1,08 = 383,6 \text{ мл} = 0,3836 \text{ л}$ $C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,3/0,3836 = 0,782 \text{ моль/л}$ $C(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,1/0,3836 = 0,26 \text{ моль/л}$	2
Максимальный балл	12

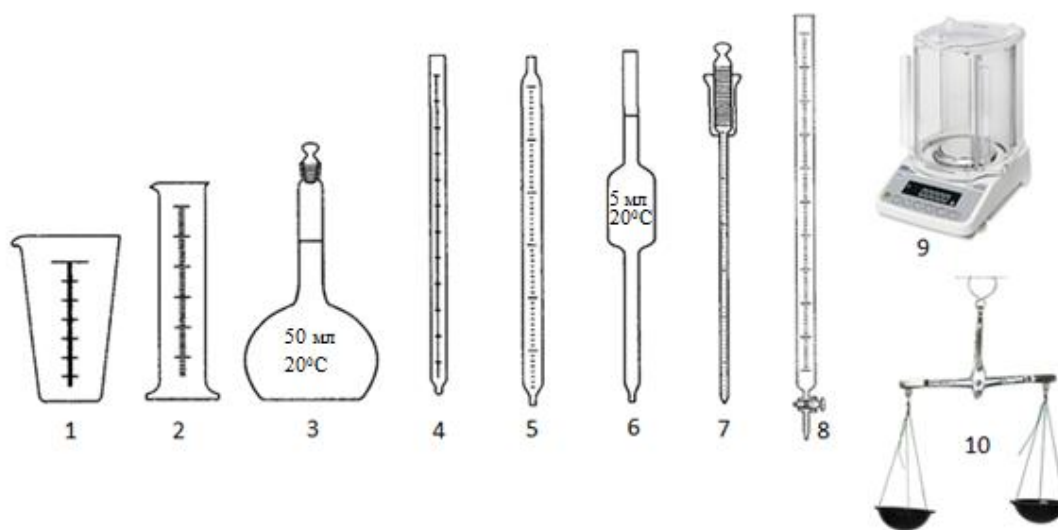
ЗАДАНИЕ 10 (18 баллов)

10-1. Хлорид аммония используется в медицине в качестве диуретического средства при метаболическом алкалозе, отеках сердечного происхождения, а также в качестве

отхаркивающего средства при заболеваниях легких. Для количественного определения хлорид аммония растворяют в мерной колбе объемом 25,0 мл. К пробе раствора объемом 2,0 мл добавляют избыток раствора формальдегида (метаналь) и индикатор фенолфталеин. Полученный бесцветный раствор титруют раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,1 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 10,5 мл раствора щелочи. Напишите уравнения реакций, если известно, что при взаимодействии соли аммония с избытком формальдегида образуется уротропин. Рассчитайте массу хлорида аммония в исходном растворе. Уротропин (Гексаметилентетрамин):



Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



РЕШЕНИЕ

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $4 \text{NH}_4\text{Cl} + 6 \text{CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4 \text{HCl} + 6 \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	4
2) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в аликвоте: $v(\text{NH}_4\text{Cl}) = v(\text{HCl}) = v(\text{NaOH}) = 0,1 \cdot 10,5 = 1,05 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в растворе: $v(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,05 \cdot 25,0 / 2,0 = 13,125 \text{ ммоль}$	2
4) Рассчитана масса хлорида аммония в исходном растворе: $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 13,125 \cdot 53,5 = 702 \text{ мг} = 0,702 \text{ г}$	2
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества;	6

6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора; 8 – бюретка – для определения объема титранта; 9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	
Максимальный балл	18

Материалы заданий заключительного этапа Всероссийской Сеченовской олимпиады школьников по биологии 2023г. с ответами на задания, с указанием выставяемых баллов за каждое задание.

10 класс

ВАРИАНТ 2

ЗАДАНИЕ 1 (6 баллов)

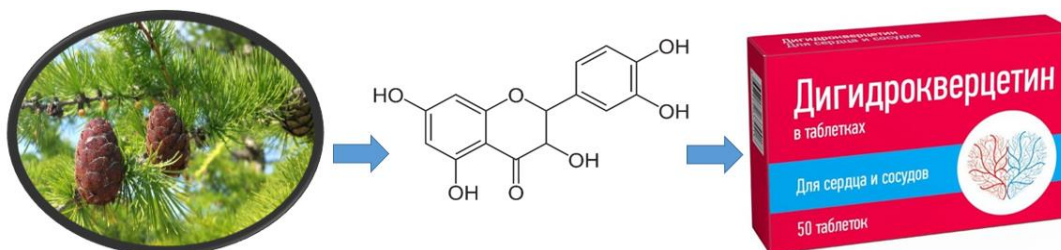
1-2. Ученые кафедры химии Семёновского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*



Профессор Тюкавкина Нонна
Арсеньевна



Формула дигидрокверцетина приведена на схеме. Рассчитайте, во сколько раз массовая доля атомарного кислорода в соединении меньше массовой доли атомарного углерода, а также объем углекислого газа (давление 103,5 кПа, температура 20⁰С), который выделится при сжигании 71,5294 г дигидрокверцетина, содержащего помимо основного вещества 15% примесей, не содержащих углерод.



РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула дигидрокверцетина C ₁₅ H ₁₂ O ₇ .	2

$M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль};$	
Рассчитаем массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцитине: $\omega(O) = m(O) / M(C_{15}H_{12}O_7) = 36,8\%$ $\omega(C) = m(C) / M(C_{15}H_{12}O_7) = 59,2\%$ $\omega(C) / \omega(O) = 1,61$ Массовая доля атомарного кислорода в 1,61 раза меньше массовой доли атомарного углерода.	2
Уравнение реакции горения: $2C_{15}H_{12}O_7 + 29O_2 = 30CO_2 + 12H_2O$ $m(C_{15}H_{12}O_7 \text{ чистого вещества}) = 71.5294 \cdot 0,85 = 60,8 \text{ г}$ $n(C_{15}H_{12}O_7) = 60,8 / 304 = 0,2 \text{ моль}$ $n(CO_2) = 15n(C_{15}H_{12}O_7) = 3 \text{ моль}$ $V(CO_2) = 3 \cdot 8,31 \cdot 293 / 103,5 = 70,6 \text{ л}$	2
Максимальный балл	6

ЗАДАНИЕ 2 (6 баллов)

2-2. Железную окалину сплавляли при $450^{\circ}C$ с избытком гидроксида натрия, при этом образовалась смесь двух солей. В первой соли массовая доля кислорода 27,23%, а массовая доля натрия 48,94%. Во второй соли каждый второй атом – атом натрия. Напишите уравнение реакции. Определите массу взятой железной окалины, если в результате реакции масса твердого вещества уменьшилась на 9,45 г.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Первая соль: $Na:Fe:O = 48,94/23: 23,83/56 : 27,23/16 = 5:1:4 \Rightarrow Na_5FeO_4 (Fe^{+3})$ Вторая соль (Fe^{+2}): Na_xFeO_y $x = y + 1$ $x + 2 = 2y$ отсюда $x = 4$; $y = 3 \Rightarrow Na_4FeO_3$	2
Уравнение реакции: $Fe_3O_4 + 14NaOH \rightarrow Na_4FeO_3 + 2Na_5FeO_4 + 7H_2O$	2
$v(H_2O) = 9,45 / 18 = 0,525 \text{ моль}$ $v(Fe_3O_4) = 0,525 / 7 = 0,075 \text{ моль}$ $m(Fe_3O_4) = 232 \cdot 0,075 = 17,4 \text{ г}$	2
Максимальный балл	6

ЗАДАНИЕ 3 (6 баллов)

3-2. К веществам, предназначенные для применения в аэрозольных упаковках медицинских препаратов, относятся пропелленты (эвакуирующие газы). Наиболее часто применяемыми пропеллентами в аэрозольных рецептурах являются фреоны, азот, диоксид углерода. Фреоны – производные углеводородов, в которых все атомы водорода замещены на атомы фтора. В эквимольной (содержащей равные количества вещества) смеси фреона и углекислого газа с относительной плотностью по неону 6,1 массовая доля атомов углерода составляет 24,59%. Определите общее число атомов всех элементов в 7,84 л (н.у.) такой смеси.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{смеси}) = 6,1 \cdot 20 = 122 \text{ г/моль}$ $M(\text{фреона}) = 122 \cdot 2 - 44 = 200 \text{ г/моль}$ $m(\text{C}) = 122 \cdot 2 \cdot 0,2459 = 60$ $n(\text{C}) = (60/12) - 1 = 4$ – число атомов углерода в молекуле фреона C_4F_x	2
$12 \cdot 4 + 19x = 200$ $X = 8$ Формула C_4F_8	2
Количество вещества смеси: $\nu(\text{C}_4\text{F}_8 + \text{CO}_2) = 7,84/22,4 = 0,35 \text{ моль}$ Количество вещества атомов в смеси: $\nu(\text{атомов}) = (12+3) \cdot 0,35/2 = 2,625 \text{ моль}$ $N(\text{атомов}) = 2,625 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,58 \cdot 10^{24}$	2
Максимальный балл	6

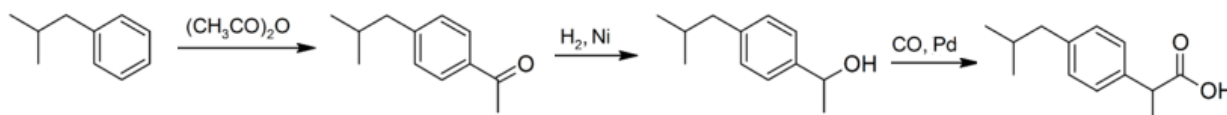
ЗАДАНИЕ 4 (8 баллов)

4-2. В фармацевтическом производстве в качестве сульфорирующего водоотнимающего реагента находят применение олеум. Рассчитайте соотношение, в котором следует смешать 90% раствор H_2SO_4 и 30% олеум, для получения 100% безводной серной кислоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$m(\text{р-ра } \text{H}_2\text{SO}_4) = x$ $m(\text{олеум}) = y$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9x$ $m(\text{SO}_3) = 0,3y$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,1x$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,7y$ $\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,0055x$ $\nu(\text{SO}_3) = 0,000121y$	4
$\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4$ $\nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{SO}_3)$ $0,0055x = 0,000121y$	2
$y = 45,5x$ $m(\text{олеума}) : m(\text{кислоты}) = 45,5 : 1$	2
Максимальный балл	8

ЗАДАНИЕ 5 (10 баллов)

5-2. Ибупрофен – нестероидное противовоспалительное лекарственное средство (НПВС), является производным пропионовой кислоты. Ибупрофен синтезируют из изобутилбензола согласно схеме:



Масса полученного ибупрофена равна 61,8 г, масса (4-изобутилфенил)метилкетона равна 220 г. Определите массу взятого изобутилбензола, если выход каждой следующей реакции в 1,5 раза меньше, чем предыдущей.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\nu(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 61,8/206 = 0,3 \text{ моль}$	2

$v(\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}) = 220/176 = 1,25$ моль	
Пусть выход второй реакции $\eta_2 = 1,5x$, тогда выход третьей реакции $\eta_3 = x$ $1,25 \cdot 1,5x \cdot x = 0,3$ $x^2 = 0,16$ $x = 0,4$	4
Выход первой реакции $\eta_1 = 0,4 \cdot 1,5 \cdot 1,5 = 0,9$	2
$v(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 1,25/0,9 = 1,389$ моль $M(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 134$ г/моль $m(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 1,389 \cdot 134 = 186,1$ г	2
Максимальный балл	10

ЗАДАНИЕ 6 (10 баллов)

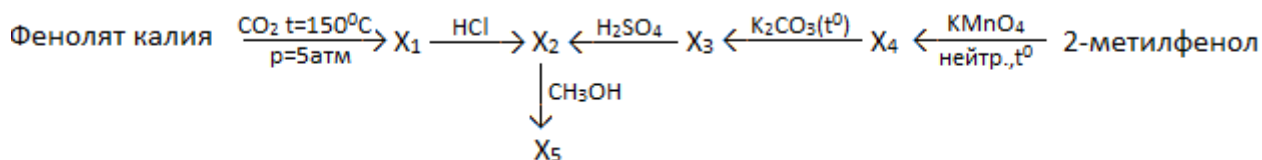
6-2. Свинец применяется в медицине для изготовления защитных пластин и фартуков от рентгеновского излучения, поскольку не пропускает гамма-лучи. Соединения свинца (оксиды, ацетат) используются в медицине в качестве антисептиков, противовоспалительных и вяжущих средств в составе пластырей, примочек. Имеются два оксида свинца А и В, в которых массовые доли кислорода относятся как 3:4. Оксид А растворяется в разбавленной азотной кислоте, при этом осадок не образуется, а также растворяется в разбавленной соляной кислоте с образованием осадка. Оксид В растворяется в разбавленной азотной кислоте с образованием осадка и не реагирует с разбавленной соляной кислотой. Оба оксида А и В растворяются в горячем концентрированном растворе щелочи с образованием комплексных солей разного состава. Напишите уравнения пяти реакций.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Оксид А – PbO Оксид В – Pb ₃ O ₄ $\text{PbO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{PbO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{PbO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 6\text{NaOH} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] + \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6]$	2
Максимальный балл	10

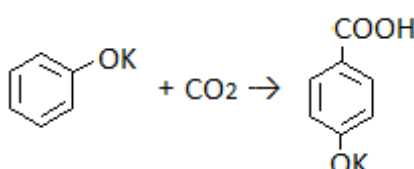
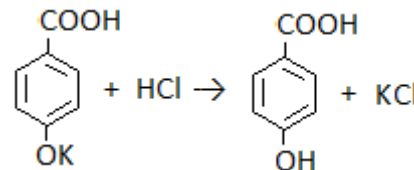
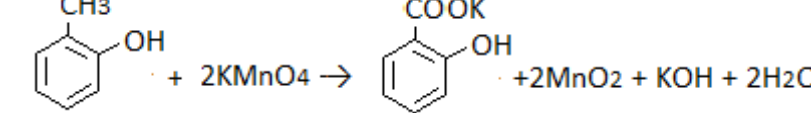
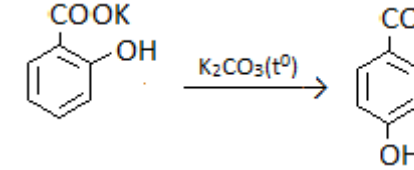
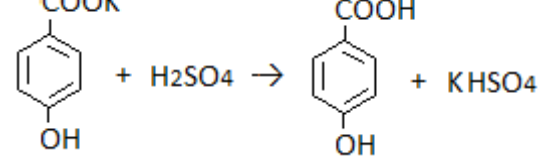
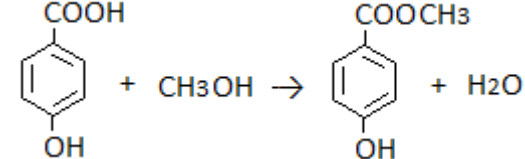
ЗАДАНИЕ 7 (12 баллов)

7-2. Парабены — сложные эфиры пара-гидроксибензойной кислоты, широко используемые в качестве консервантов в офтальмологических растворах, в фармацевтической и пищевой промышленности благодаря антисептическим и фунгицидным свойствам. Напишите уравнения реакций, соответствующих получению метилпарабена (X₅), если известно, что в веществе X₃ функциональные группы максимально удалены друг от друга.



РЕШЕНИЕ

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

	2
	2
	2
	2
	2
	2
Максимальный балл	12

ЗАДАНИЕ 8 (12 баллов)

8-2. Элемент X, широко используемый в качестве конструкционного материала в ортопедической стоматологии, образует соединение K_4XO_4 , в котором массовая доля калия составляет 58,21%. Простое вещество X реагирует с концентрированным горячим раствором хлороводородной кислоты в молярном соотношении 1:3, при этом образуется вещество (А) темно-фиолетового цвета. Вещество А выделили из раствора в виде кристаллогидрата (В) светло-фиолетового цвета. Массовая доля хлора в кристаллогидрате составляет 40,57%. При взаимодействии (В) с разбавленным раствором гидроксида натрия образуется темно-красный осадок вещества (С). Осадок отделили от раствора и прокалили со смесью нитрата калия и гидроксида калия, при этом выделился газ (Д) вызывающий почернение бумаги, смоченной раствором $Hg_2(NO_3)_2$. Рассчитайте объем газа Д (н.у.), если масса взятого кристаллогидрата В равна 84 г.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(K_4XO_4) = 4 \cdot 39 / 0,5821 = 268$ г/моль $A_r(X) = 268 - 4(39+16) = 48 \Rightarrow X$ – это Ti	2
$2Ti + 6HCl \rightarrow 2TiCl_3 + 3H_2$ $TiCl_3 \cdot nH_2O$ $35,5 \cdot 3 = 0,4057(154,5 + 18n)$ $n = 6$	2

$v(\text{TiCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 84/262,5 = 0,32$ моль	2
$\text{TiCl}_3 + 3\text{NaOH} \rightarrow \text{Ti}(\text{OH})_3 + 3\text{NaCl}$	2
$8\text{Ti}(\text{OH})_3 + \text{KNO}_3 + 15\text{KOH} \rightarrow 8\text{K}_2\text{TiO}_3 + \text{NH}_3 + 18\text{H}_2\text{O}$	2
$v(\text{NH}_3) = 0,32/8 = 0,04$ моль $V(\text{NH}_3) = 22,4 \cdot 0,04 = 0,896$ л	2
Максимальный балл	12

ЗАДАНИЕ 9 (12 баллов)

9-2. Лекарственные препараты сульфата цинка используются в медицине в качестве противомикробных (антисептических) средств для наружного применения и в зависимости от концентрации оказывают вяжущее, раздражающее или прижигающее действие. При электролизе 360 г раствора сульфата цинка с плотностью 1,2 г/мл и концентрацией соли 1,5 моль/л образовалось 19,6 л (н.у.) смеси газов с плотностью 0,663 г/л. К полученному после электролиза раствору добавили 70 г 20%-ного раствора гидроксида калия. Определите молярные концентрации веществ в итоговом растворе, если его плотность 1,075 г/мл.

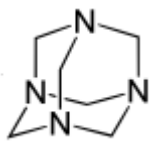
РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Zn} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ $V(\text{раствора}) = 360/1,2 = 300$ мл = 0,3 л $v(\text{ZnSO}_4) = 1,5 \cdot 0,3 = 0,45$ моль	2
$v(\text{смеси газов}) = 19,6/22,4 = 0,875$ моль $m(\text{смеси газов}) = 19,6 \cdot 0,663 = 13$ г	2
Пусть разложилось: $v(\text{ZnSO}_4) = x$; $v(\text{H}_2\text{O}) = y$ $\begin{cases} 0,5x + 1,5y = 0,875 \\ 16(x + y) + 2y = 13 \end{cases}$ $\begin{cases} x = 0,25 \\ y = 0,5 \end{cases}$	2
$v(\text{ZnSO}_4) \text{ ост.} = 0,45 - 0,25 = 0,2$ моль $v(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25$ моль $m(\text{раствора}) = 360 - 0,25 \cdot 65 - 13 = 330,75$ г $v(\text{KOH}) = 70 \cdot 0,2/56 = 0,25$ моль	2
$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{KHSO}_4$ $v(\text{KHSO}_4) = 0,25$ моль $m(\text{раствора}) = 330,75 + 70 = 400,75$ г	2
$V(\text{раствора}) = 400,75 / 1,075 = 372,8$ мл = 0,3728 л $C(\text{KHSO}_4) = 0,25/0,3728 = 0,67$ моль/л $C(\text{ZnSO}_4) = 0,2/0,3728 = 0,536$ моль/л	2
Максимальный балл	12

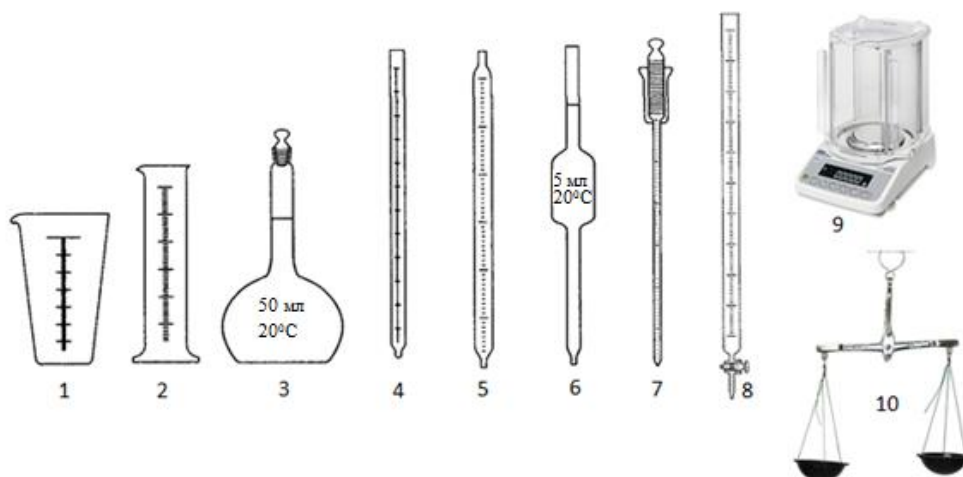
ЗАДАНИЕ 10 (18 баллов)

10-2. Хлорид аммония используется в медицине в качестве диуретического средства при метаболическом ацидозе, отеках сердечного происхождения, а также в качестве отхаркивающего средства при заболеваниях легких. Для количественного определения хлорид аммония растворяют в мерной колбе объемом 50,0 мл. К пробе раствора объемом 5,0 мл добавляют избыток раствора формальдегида (метанала) и индикатор фенолфталеин. Полученный бесцветный раствор титруют раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,2 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 8,0 мл раствора щелочи. Напишите уравнения реакций, если известно, что при

взаимодействии соли аммония с избытком формальдегида образуется уротропин .
 Рассчитайте массу хлорида аммония в исходном растворе.
 Уротропин (Гексаметилентетрамин):



Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



РЕШЕНИЕ

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $4 \text{NH}_4\text{Cl} + 6\text{CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4 \text{HCl} + 6 \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	4
2) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в аликвоте: $\nu (\text{NH}_4\text{Cl}) = \nu (\text{HCl}) = \nu (\text{NaOH}) = 0,2 \cdot 8,0 = 1,6 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в растворе: $\nu (\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,6 \cdot 50,0 / 5,0 = 16 \text{ ммоль}$	2
4) Рассчитана масса хлорида аммония в исходном растворе: $m (\text{NH}_4\text{Cl}) = 16 \cdot 53,5 = 856 \text{ мг} = 0,856 \text{ г}$	4
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества; 6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора; 8 – бюретка – для определения объема титранта; 9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	6
Максимальный балл	18

ВАРИАНТ 3

ЗАДАНИЕ 1 (6 баллов)

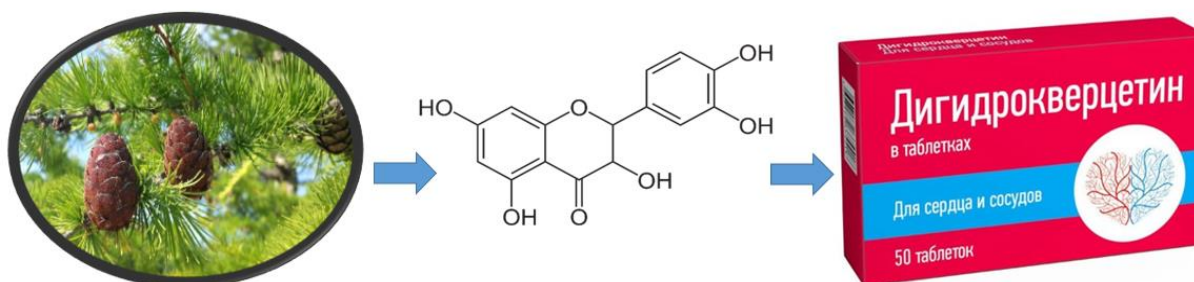
Ученые кафедры химии Сеченовского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А., по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*.



Профессор Тюкавкина Нонна
Арсеньевна



Формула дигидрокверцетина приведена на схеме. Рассчитайте во сколько раз массовая доля атомарного водорода в соединении меньше массовой доли атомарного углерода, а также объем углекислого газа (давление 100кПа, температура 200С), который выделится при сжигании 97 г дигидрокверцетина, содержащего помимо основного вещества 6% примесей, не содержащих углерод.



РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
<p>Формула дигидрокверцетина $C_{15}H_{12}O_7$. $M(C_{15}H_{12}O_7) = 304 \text{ г/моль}$;</p>	2
<p>Рассчитаем массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцитине: $\omega(H) = m(H) \backslash M(C_{15}H_{12}O_7) = 3,95\%$ $\omega(C) = m(C) \backslash M(C_{15}H_{12}O_7) = 59,2\%$ $\omega(C) \backslash \omega(H) = 15$ или $\omega(C) \backslash \omega(H) = 12 \cdot 15 / 12 = 15$ в 15 раз.</p>	2
<p>Уравнение реакции горения: $2C_{15}H_{12}O_7 + 33,5O_2 = 30CO_2 + 21H_2O$ $m(C_{15}H_{12}O_7 \text{ чистого вещества}) = 97 \cdot 0,94 = 91,2 \text{ г}$ $n(C_{15}H_{12}O_7) = 91,2 / 304 = 0,3 \text{ моль}$ $n(CO_2) = 15n(C_{15}H_{12}O_7) = 15 \cdot 0,3 = 4,5 \text{ моль}$ $V(CO_2) = 4,5 \cdot 8,31 \cdot 293 / 100 = 109,5 \text{ л}$</p>	2

Максимальный балл	6
-------------------	---

ЗАДАНИЕ 2 (6 баллов)

Железную окалину сплавляли при 5000С с избытком гидроксида калия, при этом образовалась смесь двух солей. В первой соли массовая доля кислорода 18,46%, а массовая доля калия 60,0%. Во второй соли на один атом железа приходится 5 атомов калия, а суммарное число всех атомов равно $1,806 \cdot 10^{24}$. Напишите уравнение реакции. Определите массу взятой железной окалины.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Первая соль: $K:Fe:O = 60/39: 21,54/56 :18,46/16 = 4:1:3 \Rightarrow K_4FeO_3 (Fe+2)$ Вторая соль: т.к. $Fe+3 \Rightarrow K_5FeO_4$	2
Уравнение реакции: $Fe_3O_4 + 14KOH \rightarrow K_4FeO_3 + 2K_5FeO_4 + 7H_2O$	2
$\nu(\text{атомов}) = 1,806 \cdot 10^{24} / 6,02 \cdot 10^{23} = 3$ моль $\nu(K_5FeO_4) = 3/10 = 0,3$ моль $\nu(Fe_3O_4) = 0,3/2 = 0,15$ моль $m(Fe_3O_4) = 232 \cdot 0,15 = 34,8$ г	2
Максимальный балл	6

ЗАДАНИЕ 3 (6 баллов)

К веществам, предназначенные для применения в аэрозольных упаковках медицинских препаратов, относятся пропелленты (эвакуирующие газы). Наиболее часто применяемыми пропеллентами в аэрозольных рецептурах являются фреоны, азот, диоксид углерода. Фреоны – производные алканов, в которых все атомы водорода замещены на атомы фтора и хлора. В эквимолярной (содержащей равные количества вещества) смеси фреона и азота с относительной плотностью по кислороду 2,586 массовая доля атомарного хлора составляет 64,66%. Определите общее число атомов всех элементов в 7,84 л (н.у.) такой смеси.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{смеси}) = 2,586 \cdot 32 = 82,75$ г/моль $M(\text{фреона}) = 82,75 \cdot 2 - 28 = 137,5$ г/моль $m(Cl) = 82,75 \cdot 2 \cdot 0,6466 = 107$ $n(Cl) = 107/35,5 = 3$ – число атомов хлора в молекуле фреона $C_xF_yCl_3$	2
$3+Y = 2x + 2$ откуда $Y = 2x - 1$, следовательно $C_xF_{2x-1}Cl_3$ $12x + 38x - 19 + 106,5 = 137,5$ $X = 1$ Формула $CFCl_3$	2
Количество вещества смеси: $\nu(CFCl_3 + N_2) = 7,84/22,4 = 0,35$ моль Количество вещества атомов в смеси: $\nu(\text{атомов}) = (5+2) \cdot 0,35/2 = 1,225$ моль $N(\text{атомов}) = 1,225 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 7,37 \cdot 10^{23}$	2
Максимальный балл	6

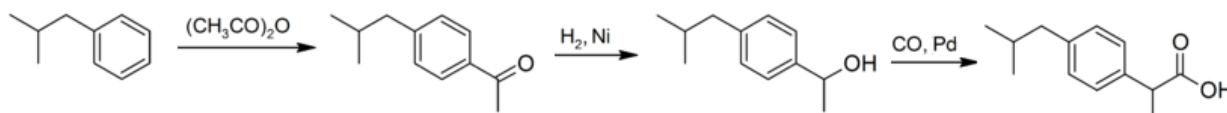
ЗАДАНИЕ 4 (8 баллов)

В фармацевтическом производстве в качестве сульфорирующего водоотнимающего реагента находят применение олеум. Рассчитайте соотношение, в котором следует смешать 90% раствор H₂SO₄ и 30% олеум, для получения 100% безводной серной кислоты.

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$m(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) = x$ $m(\text{олеум}) = y$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,9x$ $m(\text{SO}_3) = 0,3y$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,1x$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,7y$	2
$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,0055x$ $\nu(\text{SO}_3) = 0,00375y$ $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4$	4
$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{SO}_3)$ $0,0055x = 0,00375y$ $y = 1,48x$ $m(\text{олеума}) : m(\text{кислоты}) = 1,48 : 1$	2
Максимальный балл	8

ЗАДАНИЕ 5 (10 баллов)

Ибупрофен – нестероидное противовоспалительное лекарственное средство (НПВС), является производным пропионовой кислоты. Ибупрофен синтезируют из изобутилбензола согласно схеме:



Масса изобутилбензола равна 335 г, масса 1-(4-изобутилфенил)этанол равна 161,5 г. Определите массу полученного ибупрофена, если выход первой реакции в 1,2 раза больше, чем второй реакции, а выход третьей реакции в 1,5 раза меньше, чем первой.
РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\nu(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 335/134 = 2,5$ моль $\nu(\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}) = 161,5/178 = 0,9073$ моль	2
Пусть выход первой реакции $\eta_1 = 1,2x$, выход второй реакции $\eta_2 = x$ $2,5 \cdot 1,2x \cdot x = 0,9073$ $x^2 = 0,3024$ $x = 0,55$	4
Выход третьей реакции $\eta_3 = 0,55 \cdot 1,2/1,5 = 0,44$	2
$\nu(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 0,9073 \cdot 0,44 = 0,4$ моль $M(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 206$ г/моль $m(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 0,4 \cdot 206 = 82,4$ г	2
Максимальный балл	10

ЗАДАНИЕ 6 (10 баллов)

Свинец применяется в медицине для изготовления защитных пластин и фартуков от рентгеновского излучения, поскольку не пропускает гамма-лучи. Соединения свинца (оксиды, ацетат) используются в медицине в качестве антисептиков, противовоспалительных и вяжущих средств в составе пластырей, примочек. Имеются два оксида свинца А и В, в которых массовые доли свинца относятся как 20:21. Оксид А не растворяется в разбавленной азотной кислоте, но реагирует с пероксидом водорода в присутствии азотной кислоты, а также реагирует с горячей концентрированной серной кислотой; в каждой реакции выделяется газ Х. Оксид В растворяется в разбавленной азотной кислоте с образованием осадка. Оба оксида А и В вступают в реакцию с горячей концентрированной соляной кислотой с образованием осадка и выделением газа Y. Напишите уравнения пяти реакций.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Оксид А – PbO ₂ Оксид В – Pb ₃ O ₄ PbO ₂ + H ₂ O ₂ + 2HNO ₃ → Pb(NO ₃) ₂ + O ₂ + 2H ₂ O	2
2PbO ₂ + 2H ₂ SO ₄ → 2PbSO ₄ + O ₂ + 2H ₂ O	2
Pb ₃ O ₄ + 4HNO ₃ → 2Pb(NO ₃) ₂ + PbO ₂ ↓ + 2H ₂ O	2
PbO ₂ + 4HCl → PbCl ₂ + Cl ₂ + 2H ₂ O	2
Pb ₃ O ₄ + 8HCl → 3PbCl ₂ + Cl ₂ + 4H ₂ O	2
Максимальный балл	10

ЗАДАНИЕ 7 (12 баллов)

Из этилена в три стадии получите вещество X состава C₁₃H₁₆O₄, которое при нагревании с раствором гидроксида калия образует вещество Y состава C₉H₁₂O₂. Вещество Y при взаимодействии с хлороводородом превращается в вещество Z состава C₉H₁₀Cl₂, а при взаимодействии вещества Y с подкисленным раствором перманганата натрия, образуется вещество C₉H₆O₆

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
C ₂ H ₄ + 1/2 O ₂ → CH ₃ -CHO кат PdCl ₂	2
CH ₃ -CHO + [O] → CH ₃ -COOH	2
2 CH ₃ -COOH + CH ₃ -C ₆ H ₃ -(CH ₂ OH) ₂ → CH ₃ -C ₆ H ₃ -(CH ₂ OOC-CH ₃) ₂ + 2H ₂ O	2
CH ₃ -C ₆ H ₃ -(CH ₂ OOC-CH ₃) ₂ + 2KOH → CH ₃ -C ₆ H ₃ -(CH ₂ OH) ₂ + CH ₃ -COOH	2
CH ₃ -C ₆ H ₃ -(CH ₂ OH) ₂ + 2HCl → CH ₃ -C ₆ H ₃ -(CH ₂ Cl) ₂ + 2H ₂ O	2
5CH ₃ -C ₆ H ₃ -(CH ₂ OH) ₂ + 14 KMnO ₄ + 21H ₂ SO ₄ → → 5-C ₆ H ₃ -(COOH) ₂ + 14MnSO ₄ + 7K ₂ SO ₄ + 36H ₂ O	2
Максимальный балл	12

ЗАДАНИЕ 8 (12 баллов)

Элемент X, широко используемый в качестве конструкционного материала в ортопедической стоматологии, образует соединение X₂FeO₄, в котором массовая доля X составляет 46,43%. Простое вещество X реагирует с концентрированным горячим раствором серной кислоты, при этом образуется вещество (А) темно-фиолетового цвета. Вещество А выделили из раствора в виде кристаллогидрата (В), в котором число атомов водорода в 1,2 раз больше, чем число атомов кислорода. При нагревании (В) до 8000С образуется твердый остаток вещества (С) темно-зеленого цвета. Вещество (С) прокалили со смесью нитрата натрия и карбоната натрия, при этом выделился газ (Д). Напишите уравнения реакций и рассчитайте объем газа Д (н.у.), если масса взятого кристаллогидрата В равна 35,8 г.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(X_2FeO_4) = 2X/0,4643 = 4,31X$ $2X + 56 + 64 = 4,31X$ $X = 52 \Rightarrow X - \text{это Cr}$	2
$2Cr + 6H_2SO_4 \rightarrow Cr_2(SO_4)_3 + 3SO_2 + 6H_2O$ $Cr_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ $2n = 1,2(12 + n)$ $n = 18$	2
$v(Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O) = 35,8/716 = 0,05$ моль	2
$2Cr_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O \rightarrow 2Cr_2O_3 + 6SO_2 + 3O_2 + 36H_2O$	2
$Cr_2O_3 + 3NaNO_3 + 2Na_2CO_3 \rightarrow 2Na_2CrO_4 + 3NaNO_2 + 2CO_2$	2
$v(CO_2) = 0,05 \cdot 2 = 0,1$ моль $V(NH_3) = 22,4 \cdot 0,1 = 2,24$ л	2
Максимальный балл	12

ЗАДАНИЕ 9 (12 баллов)

Лекарственные препараты сульфата цинка используются в медицине в качестве противомикробных (антисептических) средств для наружного применения и в зависимости от концентрации оказывают вяжущее, раздражающее или прижигающее действие. При электролизе 420 г раствора сульфата цинка с плотностью 1,05 г/мл и концентрацией соли 1,5 моль/л образовалось 17,92 л (н.у.) смеси газов с относительной плотностью по водороду 8,5. К полученному после электролиза раствору добавили 280 г 32%-ного раствора гидроксида калия. Определите молярные концентрации веществ в итоговом растворе, если его плотность 1,06 г/мл.

РЕШЕНИЕ

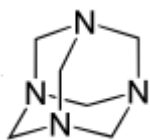
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2ZnSO_4 + 2H_2O \rightarrow 2Zn + O_2 + 2H_2SO_4$ $2H_2O \rightarrow 2H_2 + O_2$ $V(\text{раствора}) = 420/1,05 = 400$ мл = 0,4 л $v(ZnSO_4) = 1,5 \cdot 0,4 = 0,6$ моль	2
$v(\text{смеси газов}) = 17,92/22,4 = 0,8$ моль $m(\text{смеси газов}) = 0,8 \cdot 8,5 \cdot 2 = 13,6$ г	2
Пусть разложилось: $v(ZnSO_4) = x$; $v(H_2O) = y$ $\begin{cases} 0,5x + 1,5y = 0,8 \\ 16(x + y) + 2y = 13,6 \end{cases}$ $\begin{cases} x = 0,4 \\ y = 0,4 \end{cases}$	2
$v(ZnSO_4)_{\text{ост.}} = 0,6 - 0,4 = 0,2$ моль $v(H_2SO_4) = 0,4$ моль $m(\text{раствора}) = 420 - 0,4 \cdot 65 - 13,6 = 380,4$ г $v(KOH) = 280 \cdot 0,32/56 = 1,6$ моль	2
$H_2SO_4 + 2KOH \rightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$ $ZnSO_4 + 4KOH \rightarrow K_2SO_4 + K_2[Zn(OH)_4]$ $v(K_2SO_4) = 0,4 + 0,2 = 0,6$ моль $v(K_2[Zn(OH)_4]) = 0,2$ моль $m(\text{раствора}) = 380,4 + 280 = 660,4$ г	2

$V(\text{раствора}) = 660,4/1,06 = 623 \text{ мл} = 0,623 \text{ л}$ $C(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,6/0,623 = 0,96 \text{ моль/л}$ $C(\text{K}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,2/0,623 = 0,32 \text{ моль/л}$	2
Максимальный балл	12

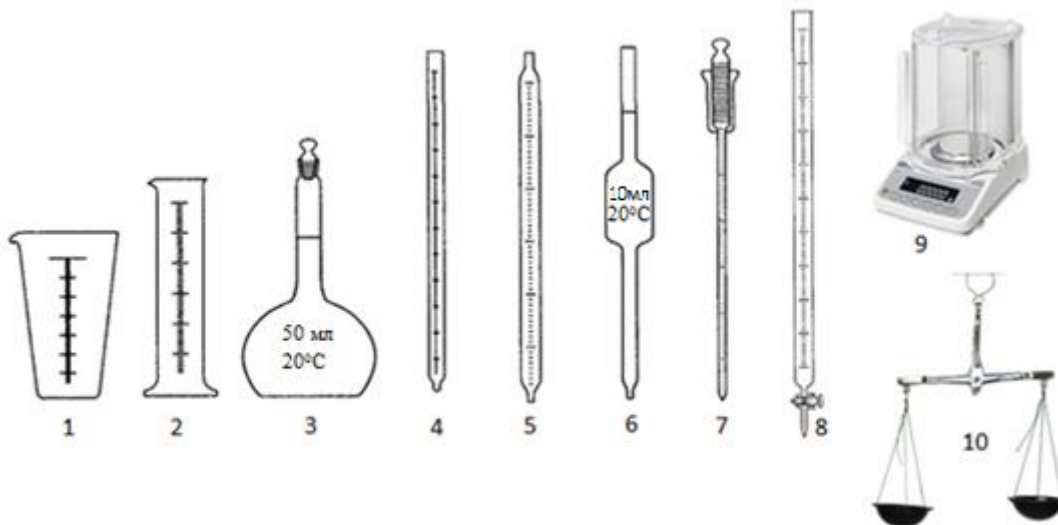
ЗАДАНИЕ 10 (18 баллов)

Хлорид аммония используется в медицине в качестве диуретического средства при метаболическом ацидозе, отеках сердечного происхождения, а также в качестве отхаркивающего средства при заболеваниях легких. Для количественного определения навеску технического (содержащего инертные примеси) хлорида аммония массой 0,400 г растворяют в мерной колбе объемом 50,0 мл. К пробе раствора объемом 10,0 мл добавляют избыток раствора формальдегида (метаналь) и индикатор фенолфталеин. Полученный бесцветный раствор титруют раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,2 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 6,4 мл раствора щелочи. Напишите уравнения реакций, если известно, что при взаимодействии соли аммония с избытком формальдегида образуется уротропин. Рассчитайте массовую долю хлорида аммония в навеске.

Уротропин (Гексаметилентетрамин):



Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



РЕШЕНИЕ

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $4 \text{ NH}_4\text{Cl} + 6 \text{ CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4 \text{ HCl} + 6 \text{ H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	4
2) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в аликвоте: $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = \nu(\text{HCl}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,2 \cdot 6,4 = 1,28 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в растворе: $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = 1,28 \cdot 50,0 / 10,0 = 6,4 \text{ ммоль}$	2
4) Рассчитана масса и массовая доля хлорида аммония: $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 6,4 \cdot 53,5 = 342 \text{ мг} = 0,342 \text{ г}$	2

$\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,342 \cdot 100/0,4 = 85,5\%$	
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества; 6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора; 8 – бюретка – для определения объема титранта; 9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	6
Максимальный балл	18

ВАРИАНТ 4

ЗАДАНИЕ 1 (6 баллов)

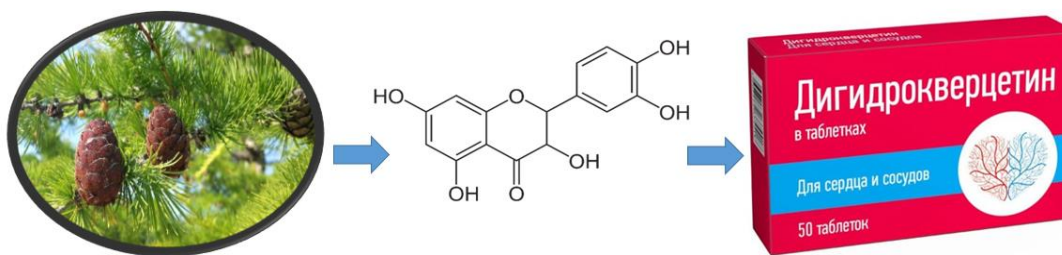
Ученые кафедры химии Семёновского университета активно участвуют в научных исследованиях, начатых в конце 20-го века под руководством доктора хим. наук, профессора, Заслуженного деятеля науки РФ Тюкавкиной Н.А. по разработке методов анализа и стандартизации лекарственных средств на основе дигидрокверцетина – флавоноидного соединения, обладающего высокой антиоксидантной активностью, выделенного из древесины лиственницы *Larix lignum*



Профессор Тюкавкина Нонна
Арсеньевна



Формула дигидрокверцетина приведена на схеме. Рассчитайте, во сколько раз массовая доля атомарного углерода в соединении больше массовой доли атомарного водорода, а также объем углекислого газа (давление 105 кПа, температура 270С), который выделится при сжигании 54 г дигидрокверцетина, содержащего помимо основного вещества 10% примесей, не содержащих углерод.



РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Формула дигидрокверцетина $\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7$. $M(\text{C}_{15}\text{H}_{12}\text{O}_7) = 304 \text{ г/моль}$;	2
Рассчитаем массовые доли атомарных кислорода и водорода в дигидрокверцетине: $\omega(\text{C}) \backslash \omega(\text{H}) = 12 \cdot 15 / 12 = 15$	2

в 15 раз.	
Уравнение реакции горения: $2C_{15}H_{21}O_7 + 33,5O_2 = 30CO_2 + 21H_2O$ $m(C_{15}H_{21}O_7 \text{ чистого вещества}) = 54 \cdot 0,9 = 48,6 \text{ г}$ $n(C_{15}H_{21}O_7) = 48,6/304 = 0,16 \text{ моль}$ $n(CO_2) = 15n(C_{15}H_{21}O_7) = 15 \cdot 0,16 = 2,4 \text{ моль}$ $V(CO_2) = 2,4 \cdot 8,31 \cdot 300/105 = 57 \text{ л}$	2
Максимальный балл	6

ЗАДАНИЕ 2 (6 баллов)

Железную окалину сплавляли при 5000С с избытком гидроксида калия, при этом образовалась смесь двух солей. В первой соли массовая доля кислорода 20,32%, а массовая доля калия 61,9%. Во второй соли каждый второй атом – атом калия. Напишите уравнение реакции. Определите массу взятой железной окалины, если в результате реакции масса твердого вещества уменьшилась на 12,6 г.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Первая соль: $K:Fe:O = 61,9/39 : 17,78/56 : 20,32/16 = 5:1:4 \Rightarrow K_5FeO_4 (Fe+3)$ Вторая соль (Fe+2): K_xFeO_y $x = y + 1$ $x+2 = 2y$ отсюда $x = 4 ; y = 3 \Rightarrow K_4FeO_3$	2
Уравнение реакции: $Fe_3O_4 + 14KOH \rightarrow K_4FeO_3 + 2K_5FeO_4 + 7H_2O$	2
$v(H_2O) = 12,6/18 = 0,7 \text{ моль}$ $v(Fe_3O_4) = 0,7/7 = 0,1 \text{ моль}$ $m(Fe_3O_4) = 232 \cdot 0,1 = 23,2 \text{ г}$	2
Максимальный балл	6

ЗАДАНИЕ 3 (6 баллов)

К веществам, предназначенные для применения в аэрозольных упаковках медицинских препаратов, относятся пропелленты (эвакуирующие газы). Наиболее часто применяемыми пропеллентами в аэрозольных рецептурах являются фреоны, азот, диоксид углерода. Фреоны – производные алканов, в которых все атомы водорода замещены на атомы фтора и хлора. В эквимолярной (содержащей равные количества вещества) смеси фреона и углекислого газа с относительной плотностью по азоту 3,84 массовая доля атомов углерода составляет 16,744%. Определите общее число атомов всех элементов в 10,304 л (н.у.) такой смеси.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{смеси}) = 3,84 \cdot 28 = 107,5 \text{ г/моль}$ $M(\text{фреона}) = 107,5 \cdot 2 - 44 = 171 \text{ г/моль}$ $m(C) = 107,5 \cdot 2 \cdot 0,16744 = 36$ $n(C) = (36/12) - 1 = 2$ – число атомов углерода в молекуле фреона, тогда суммарное число атомов фтора и хлора равно 6. $C_2F_xCl_{(6-x)}$	2
$12 \cdot 2 + 19x + 35,5(6 - x) = 171$	2

X = 4 Формула C2F4Cl2	
Количество вещества смеси: $\nu(\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2 + \text{CO}_2) = 10,304/22,4 = 0,46$ моль Количество вещества атомов в смеси: $\nu(\text{атомов}) = (8+3) \cdot 0,46/2 = 2,53$ моль $N(\text{атомов}) = 2,53 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 1,523 \cdot 10^{24}$	2
Максимальный балл	6

ЗАДАНИЕ 4 (8 баллов)

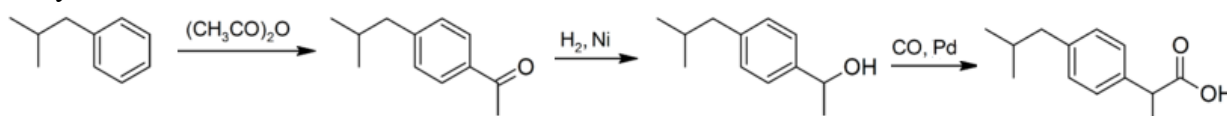
В фармацевтическом производстве в качестве сульфорирующего водоотнимающего реагента находят применение олеум. Рассчитайте соотношение, в котором следует смешать 85% раствор H₂SO₄ и 25% олеум, для получения 100% безводной серной кислоты.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$m(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) = x$ $m(\text{олеум}) = y$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,85x$ $m(\text{SO}_3) = 0,25y$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,15x$ $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,75y$	2
$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,0083x$ $\nu(\text{SO}_3) = 0,003125y$ $\text{H}_2\text{O} + \text{SO}_3 = \text{H}_2\text{SO}_4$	4
$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{SO}_3)$ $0,0083x = 0,003125y$ $y = 2,7x$ $m(\text{олеума}) : m(\text{кислоты}) = 2,7 : 1$	2
Максимальный балл	8

ЗАДАНИЕ 5 (10 баллов)

Ибупрофен – нестероидное противовоспалительное лекарственное средство (НПВС), является производным пропионовой кислоты. Ибупрофен синтезируют из изобутилбензола согласно схеме:



Масса полученного ибупрофена равна 50,9 г, масса (4-изобутилфенил)метилкетона равна 246,4 г. Определите массу взятого изобутилбензола, если выходы второй и третьей реакции одинаковы, а выход первой реакции равен их суммарному выходу.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$\nu(\text{C}_{13}\text{H}_{18}\text{O}_2) = 50,9/206 = 0,247$ моль $\nu(\text{C}_{12}\text{H}_{16}\text{O}) = 246,4/176 = 1,4$ моль	2
Пусть выход второй реакции $\eta_2 = x$, тогда выход третьей реакции $\eta_3 = x$ $1,4 \cdot x \cdot x = 0,247$ $X^2 = 0,1764$ $X = 0,42$	4

Выход первой реакции $\eta_1 = 0,42 \cdot 2 = 0,84$	2
$\nu(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 1,4/0,84 = 1,667$ моль $M(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 134$ г/моль $m(\text{C}_{10}\text{H}_{14}) = 1,667 \cdot 134 = 223,3$ г	2
Максимальный балл	10

ЗАДАНИЕ 6 (10 баллов)

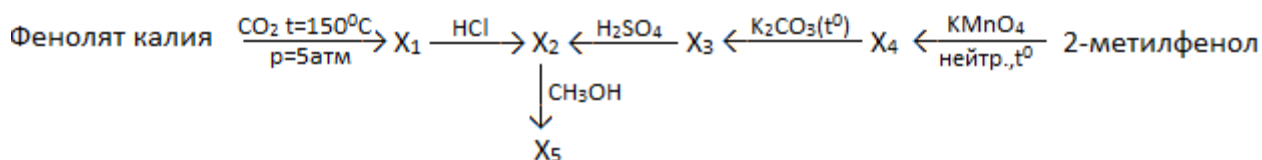
Свинец применяется в медицине для изготовления защитных пластин и фартуков от рентгеновского излучения, поскольку не пропускает гамма-лучи. Соединения свинца (оксиды, ацетат) используются в медицине в качестве антисептиков, противовоспалительных и вяжущих средств в составе пластырей, примочек. Имеются два оксида свинца А и В, в которых массовые доли кислорода относятся как 3:4. Оксид А растворяется в разбавленной азотной кислоте, при этом осадок не образуется, а также растворяется в разбавленной соляной кислоте с образованием осадка. Оксид В растворяется в разбавленной азотной кислоте с образованием осадка и не реагирует с разбавленной соляной кислотой. Оба оксида А и В растворяются в горячем концентрированном растворе щелочи с образованием комплексных солей разного состава. Напишите уравнения пяти реакций.

РЕШЕНИЕ

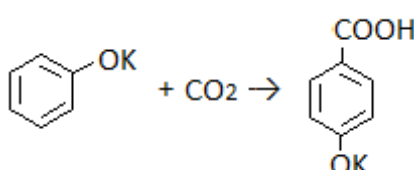
Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
Оксид А – PbO Оксид В – Pb ₃ O ₄ $\text{PbO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{PbO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 4\text{HNO}_3 \rightarrow 2\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{PbO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$	2
$\text{Pb}_3\text{O}_4 + 6\text{NaOH} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] + \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_6]$	2
Максимальный балл	10

ЗАДАНИЕ 7 (12 баллов)

Парабены — сложные эфиры пара-гидроксибензойной кислоты, широко используемые в качестве консервантов в офтальмологических растворах, в фармацевтической и пищевой промышленности благодаря антисептическим и фунгицидным свойствам. Напишите уравнения реакций, соответствующих получению метилпарабена (X5), если известно, что в веществе X3 функциональные группы максимально удалены друг от друга.



РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
	2

$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{OK}) + \text{HCl} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{OH}) + \text{KCl}$	2
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)(\text{OH}) + 2\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})(\text{OH}) + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH} + 2\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})(\text{OH}) \xrightarrow{\text{K}_2\text{CO}_3(t^\circ)} \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{OH})$	2
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})(\text{OH}) + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{OH}) + \text{KHSO}_4$	2
$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOH})(\text{OH}) + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{COOCH}_3)(\text{OH}) + \text{H}_2\text{O}$	2
Максимальный балл	12

ЗАДАНИЕ 8 (12 баллов)

Элемент X, широко используемый в составе конструкционных материалов в ортопедической стоматологии, образует соль $\text{X}_2(\text{SO}_4)_3$, в которой массовая доля кислорода составляет 49%. При взаимодействии концентрированного раствора этой соли с концентрированным раствором сульфата калия в осадок выпадают фиолетовые кристаллы двойной соли в виде кристаллогидрата А. В веществе (А) число атомов кислорода в 10 раз больше, чем число атомов атомов серы. При нагревании (А) до 8000С образуется твердый остаток вещества (С) темно-зеленого цвета. Вещество (С) прокалили со смесью хлората калия и карбоната калия, при этом выделился газ (Д). Напишите уравнения реакций и рассчитайте объем газа Д (н.у.), если масса взятого кристаллогидрата А равна 44,9 г.

РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$M(\text{X}_2(\text{SO}_4)_3) = 12 \cdot 16 / 0,49 = 392 \text{ г/моль}$ $Ar(\text{X}) = (392 - 3 \cdot 96) / 2 = 52 \Rightarrow \text{X} - \text{это Cr}$	2
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2n\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ $8+n = 10 \cdot 2$ $n = 12$	2
$v(\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 44,9 / 499 = 0,09 \text{ моль}$	2
$4\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cr}_2\text{O}_3 + 6\text{SO}_2 + 3\text{O}_2 + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 48\text{H}_2\text{O}$	2
$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KClO}_3 + 2\text{K}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KCl} + 2\text{CO}_2$	2
$v(\text{CO}_2) = 0,09 \text{ моль}$ $V(\text{NH}_3) = 22,4 \cdot 0,09 = 2,016 \text{ л}$	2
Максимальный балл	12

ЗАДАНИЕ 9 (12 баллов)

Лекарственные препараты сульфата цинка используются в медицине в качестве противомикробных (антисептических) средств для наружного применения и в зависимости от концентрации оказывают вяжущее, раздражающее или прижигающее действие. При электролизе 370 г раствора сульфата цинка с плотностью 1,06 г/мл и концентрацией соли 1,72 моль/л образовалось 13,6 г смеси газов с плотностью 0,759 г/л (н.у.). К полученному после электролиза раствору добавили 250 г 25,6%-ного раствора гидроксида натрия. Определите молярные концентрации веществ в итоговом растворе, если его плотность 1,04 г/мл.

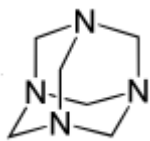
РЕШЕНИЕ

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
$2\text{ZnSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Zn} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ $V(\text{раствора}) = 370/1,06 = 349 \text{ мл} = 0,349 \text{ л}$ $\nu(\text{ZnSO}_4) = 1,72 \cdot 0,349 = 0,6 \text{ моль}$	2
$V(\text{смеси газов}) = 13,6 / 0,759 = 17,92 \text{ л}$ $\nu(\text{смеси газов}) = 17,92/22,4 = 0,8 \text{ моль}$	2
Пусть разложилось: $\nu(\text{ZnSO}_4) = x$; $\nu(\text{H}_2\text{O}) = y$ $\begin{cases} 0,5x + 1,5y = 0,8 \\ 16(x + y) + 2y = 13,6 \end{cases}$ $\begin{cases} x = 0,4 \\ y = 0,4 \end{cases}$	2
$\nu(\text{ZnSO}_4) \text{ ост.} = 0,6 - 0,4 = 0,2 \text{ моль}$ $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,4 \text{ моль}$ $m(\text{раствора}) = 370 - 0,4 \cdot 65 - 13,6 = 330,4 \text{ г}$ $\nu(\text{NaOH}) = 250 \cdot 0,256/40 = 1,6 \text{ моль}$	2
$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{ZnSO}_4 + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$ $\nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ моль}$ $\nu(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,2 \text{ моль}$ $m(\text{раствора}) = 330,4 + 250 = 580,4 \text{ г}$	2
$V(\text{раствора}) = 580,4/1,04 = 558 \text{ мл} = 0,558 \text{ л}$ $C(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,6/0,558 = 1,075 \text{ моль/л}$ $C(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,2/0,558 = 0,36 \text{ моль/л}$	2
Максимальный балл	12

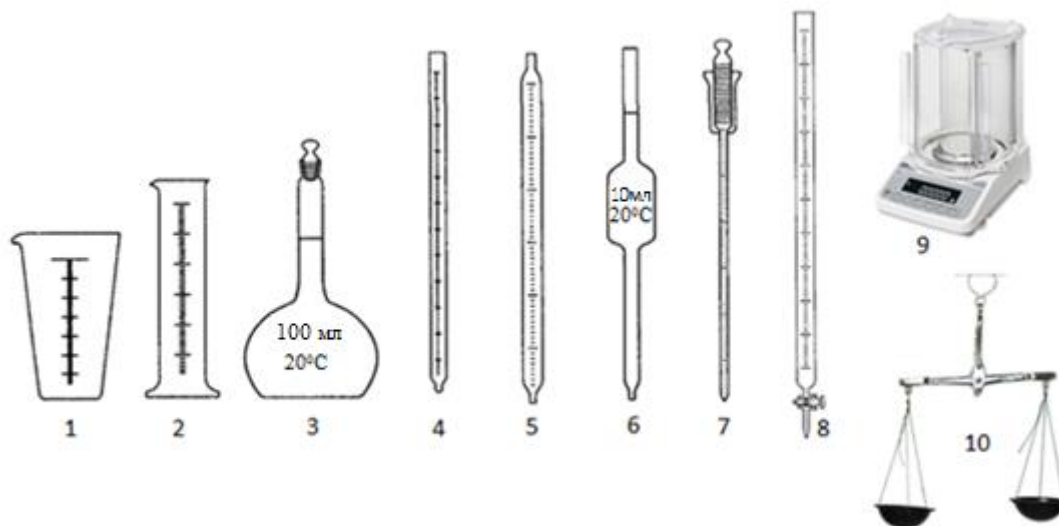
ЗАДАНИЕ 10 (18 баллов)

Хлорид аммония используется в медицине в качестве диуретического средства при метаболическом ацидозе, отеках сердечного происхождения, а также в качестве отхаркивающего средства при заболеваниях легких. Для количественного определения навеску технического (содержащего инертные примеси) хлорида аммония массой 0,500 г растворяют в мерной колбе объемом 100,0 мл. К пробе раствора объемом 10,0 мл добавляют избыток раствора формальдегида (метаналь) и индикатор фенолфталеин. Полученный бесцветный раствор титруют раствором гидроксида натрия с концентрацией 0,25 моль/л. До появления бледно-розовой окраски раствора потребовалось добавить 3,6 мл раствора щелочи. Напишите уравнения реакций, если

известно, что при взаимодействии соли аммония с избытком формальдегида образуется уротропин. Рассчитайте массовую долю хлорида аммония в навеске. Уротропин (Гексаметиленetetрамин):



Выберите необходимую для проведения анализа аналитическую посуду и оборудование, назовите их и укажите, для чего данная посуда и оборудование используются.



РЕШЕНИЕ

Элемент ответа	балл
1) Написаны уравнения реакций: $4 \text{NH}_4\text{Cl} + 6 \text{CH}_2\text{O} \rightarrow (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4 \text{HCl} + 6 \text{H}_2\text{O}$ $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	4
2) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в аликвоте: $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = \nu(\text{HCl}) = \nu(\text{NaOH}) = 0,25 \cdot 3,6 = 0,9 \text{ ммоль}$	2
3) Рассчитано количество вещества хлорида аммония в растворе: $\nu(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,9 \cdot 100,0 / 10,0 = 9 \text{ ммоль}$	2
4) Рассчитана масса и массовая доля хлорида аммония: $m(\text{NH}_4\text{Cl}) = 9 \cdot 53,5 = 481,5 \text{ мг} = 0,4815 \text{ г}$ $\omega(\text{NH}_4\text{Cl}) = 0,4815 \cdot 100/0,5 = 96,3\%$	2
3 – мерная колба – для приготовления точного объема раствора анализируемого вещества; 6 – пипетка Мора – для взятия аликвотной доли анализируемого раствора; 8 – бюретка – для определения объема титранта; 9 – аналитические весы – для взятия точной навески анализируемого вещества.	6
Максимальный балл	18

Материалы заданий заключительного этапа Всероссийской Сеченовской олимпиады школьников по химии 2023г. с ответами на задания, с указанием выставяемых баллов за каждое задание.