11 КЛАСС

Залача 1.

Какой объём этилена (н.у.), образуется при дегидратации 400 мл. этилового спирта, с массовой долей этилового спирта 96% и плотностью $0.8~^{\rm r}/_{\rm MR}$, если объёмная доля выхода этилена, равна 40%?

Запишите уравнения окисления этилена нейтральным раствором перманганата калия, и рассчитайте массу органического продукта образующегося при этом при стопроцентной массовой доле выхода.

Задача 2.

600 л. смеси газов, образовавшейся при неполном сгорании угля, с плотностью 1,917 г/л, при нуле градусов Цельсия, пропустили через 8696 мл. раствора гидроксида натрия, с массовой долей растворённого вещества равной 14 %. Плотность раствора гидроксида натрия равна 1,15 г/мл. Определите массовые доли веществ в образовавшемся растворе.

Залача 3.

В раствор соли ртути, масса которого 50 г., с массовой долей растворённого вещества 2, 6%, опустили цинковую пластинку массой 10 г. После окончания реакции пластинку достали и высушили. Её масса составила 10,544 г. Определите состав соли, запишите её формулу и приведите название. Запишите уравнение реакции разложения этой соли при нагревании и взаимодействия с металлической ртутью.

Задача 4.

К твёрдому веществу белого цвета (вещество A), осторожно по каплям прилили воду. Вещество окрасилось в синий цвет (вещество B). Вещество В широко используется в сельском хозяйстве как для борьбы с грибковыми заболеваниями, так и для подкормки животных. Помимо этого, вещество В широко используется в качестве минерального удобрения. Ионы металла входящие в состав веществ A и B, способствуют срастанию костей при переломах. Затем это вещество растворили в воде, и к раствору прилили раствор гидроксида натрия. Образовался осадок синего цвета (вещество С). Вещество С нагрели и при этом осадок синего цвета, приобрёл чёрный цвет (вещество D). Чёрный осадок отделили и растворили в концентрированном растворе соляной кислоты. Осадок растворился, а раствор окрасился в зелёный цвет (вещество H). Если раствор разбавить водой, цвет раствора меняется на голубой. В полученный раствор поместили медную фольгу и плотно закрыли сосуд пробкой. Через некоторое время на дне сосуда появился белый осадок (вещество G). Осадок отделили и растворили в концентрированном растворе аммиака (вещество F). Через полученный раствор пропустили ацетилен, при этом образовался осадок красно-коричневого цвета, массовая доля углерода в котором составляет 15,79%. Интересным свойством этого вещества, является способность взрываться при очень ярком освещении. Определите вещества, перечисленные в условии задания (А - F), и запишите уравнения химических реакций упомянутых в условии.

Задача №5

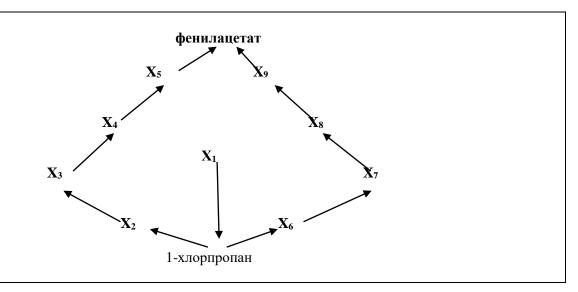
Старые советские монеты, изготовленные из медно-никелевого сплава, для изготовления которого использовали металлы с достаточно большим содержанием примесей, выпущенные в период с 1935 по 1957 год, извлечённые из земли, часто бывают покрыты налётом розового цвета (вещество А). Смыть этот налёт водой не удаётся. Для проведения химического анализа собрали некоторое количество этого вещества. При нагревании 0,595 г. вещества розового цвета, вещество поменяло цвет на коричневый (вещество В), а его масса уменьшилась до 0,375 г. Массовая доля кислорода в полученном веществе коричневого цвета составляет 21,333%. При дальнейшем нагревании вещества В, масса вещества увеличилась и составила 0,4017 г. (вещество С). При попытке растворить вещество С в концентрированной соляной кислоте, вещество растворилось и при этом выделился газ (вещество D), изменяющий окраску влажной йодокрахмальной индикаторной бумажки на синюю.

Определите, о каких веществах идёт речь. Составьте уравнения химических реакций описанных в условии задачи. Задача 6.

Осуществите следующие превращения:

Определите вещества $X_1,\,X_2,\,X_3,\,X_4,\,X_5,\,X_6,\,X_7,\,X_8,\,X_9.$ Составьте уравнения реакций зашифрованных в

превращениях.



Подсказки.

Вещество X_1 , используется в медицине в качестве вещества для общего наркоза. Вещество X_2 в качестве растворителя. Вещество X_4 широко применяется в быту, химической и фармацевтической промышленности. Вещество X_8 применяется в производстве пластмасс, резин, лекарств, моющих средств, ядохимикатов, топлива и других веществ.

Решения и критерии оценивания. Задача 1.

Критерии оценивания	Этапы решения	Балл за компонент
Найдена масса раствора этилового спирта	Найдём массу раствора этилового спирта $m_{p-pa} = 400_{\text{ мл.}} * 0.8^{\text{ г}}/_{\text{мл.}} = 320 \text{ г}.$	16
Определена масса спирта в растворе	Определим массу спирта в растворе $m_{\text{спирта}} = 320 \ \Gamma.*0,96 = 307,2 \ \Gamma.$	16
Определено количество спирта	Определим количество спирта $n_{\text{спирта}} = 307,2 \text{ г.}/46 ^{\text{г/}}_{\text{моль}} = 6,68 \text{ моль}$	16
Составлено уравнение реакции дегидротации этилового спирта	Составим уравнение реакции дегидротации этилового спирта CH_3 - CH_2OH $\overset{t>140}{\sim} EH_2 = CH_2 + H_2O$	16
Определено количество этилена, которое должно было образоваться	Определим количество этилена, которое должно было образоваться 1 моль1 моль СН ₃ -СН ₂ ОН ^{t > 140} СН ₂ = СН ₂ + H ₂ О 6,68 моль 6,68 моль	16
Определён объём этилена, который должен был образоваться	Определим объём этилена, который должен был образоваться $V_{\text{этилена}}=n*V_{m}=6,68$ моль * 22,4 $^{n}/_{\text{моль}}=149,63$ л.	16
Определён объём этилена, который образуется при объёмной доле выхода 40%	Определим объём этилена, который образуется при объёмной доле выхода 40% $V_{\text{этилена}} = 149,63 \text{ л.} * 0,4 = 59,85 \text{ л.}$	16
Составлено уравнение реакции окисления этилена (определены степени	Составим уравнение реакции окисления этилена $3CH_2 = CH_2 + 2KMnO_4 + 4H_2O = 3CH_2 - CH_2 + 2MnO_2 + 2KOH$ OH OH	
окисления элементов, составлена схема электронного баланса, указаны окислитель и	On On	max 26

восстановитель – 1балл. Расставлены коэффициенты в уравнении – 1балл).		
Определено количество и масса образующегося этиленгликоля	Определим количество и массу образующегося этиленгликоля 3 моль3 моль $3 \text{СH}_2 = \text{CH}_2 + 2 \text{KMnO}_4 + 4 \text{H}_2 \text{O} = 3 \text{CH}_2 - \text{CH}_2 + 2 \text{MnO}_2 + 2 \text{KOH}$	16
	,	$\Sigma = 106$

Задача 2.

Критерии оценивания	Этапы решения	Балл за компонент
Составлено уравнение реакции горения угля и	Составляем уравнения реакций горения угля: $C + O_2 = CO_2$ $2C + O_2 = 2CO$	16
определена средняя	$M_{(\text{углекислого газа})} = 44 {}^{\Gamma}/_{\text{моль}}; M_{(3 \text{гарного газа})} = 28 {}^{\Gamma}/_{\text{моль}}$	10
молярная масса смеси.	Определяем среднюю молярную массу смеси	
	$M_{\text{смеси}} = 1.917 {}^{\Gamma}/_{\pi} * 22.4 {}^{\pi}/_{\text{моль}} = 42.94 {}^{\Gamma}/_{\text{моль}}$	
Составлены уравнения	Составляем уравнения реакций горения угля и рассчитываем	
реакций горения угля,	молярные массы газов:	16
рассчитаны молярные массы	$C + O_2 = CO_2$ $2C + O_2 = 2CO$	
газов и определены	$M_{(\text{углекислого газа})} = 44 {}^{\Gamma}/_{\text{моль}}; M_{(3 \text{гарного газа})} = 28 {}^{\Gamma}/_{\text{моль}}$	
объёмные доли газов в	Исходя из того, что мольная доля компонентов в смеси газов,	
смеси.	численно равна объёмной доле, определяем объёмные доли	
	компонентов в смеси.	
	Обозначим объёмную долю СО ₂ в смеси через X, тогда объёмная	
	доля СО в смеси будет 100 – Х. Откуда:	
	X*44 + (100 - X)*28/100 = 42,94	
	Решаем уравнение и находим X. $X = 93,375\%$	
	То есть V%(CO ₂) = 93,375%, а V%(CO) = 6,625%	
Рассчитаны объёмы газов в	Рассчитаем объёмы газов в смеси:	
смеси.	$V(CO_2) = 600 *0,93375 = 560,25$ л.	16
	V(CO) = 600 - 560,25 = 39,75 л.	
Записаны уравнения	Запишем уравнения возможных реакций углекислого газа с	
возможных реакций	раствором гидроксида натрия	16
углекислого газа с раствором	2NaOH + CO2 = Na2CO3 + H2O NaOH + CO2 = NaHCO3	
гидроксида натрия	Угарный газ с раствором гидроксида натрия не реагирует.	
Определено количество	Определяем количество гидроксида натрия в растворе. Для этого:	
гидроксида натрия в	а) находим массу раствора $m_{p-pa} = 8696$ мл. * 1.15 г/мл. = 10000 г.	16
растворе	б) находим массу гидроксида натрия в растворе	
	m(NaOH) = 10000 * 14 / 100 = 1400 r.	
	в) находим количество NaOH	
	$n(NaOH) = 1400 \ r / 40 \ r_{MoJIb} = 35 \ моль$	
Определено количество	Определяем количество углекислого газа	16
углекислого газа	$n(CO_2) = 560,25 \text{ л./22,4}$ л/моль = 25 моль	
Определено количество	Рассмотрим уравнения реакций углекислого газа с гидроксидом	
углекислого газа пошедшего	натрия	
на образование карбоната и	Пусть на образование Na ₂ CO ₃ пойдёт X моль CO ₂ , тогда на	
гидрокарбоната натрия	образование NaHCO ₃ пойдёт 25 – X моль CO. Соответственно на	
	образование Na ₂ CO ₃ пойдёт 2X моль NaOH, а на образование	
	NaHCO ₃ 25-X моль NaOH/.	16
	2 моль1 моль 1 моль—1 моль	
	$2\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NaOH} + \text{CO}_2 = \text{NaHCO}_3$	
	2X моль—X моль 25 – X25- X	
	Теперь можем составить уравнение: $2X + (25 - X) = 35$	
	Решая его находим X. X = 10 моль. Таким образом на образование	
	Na ₂ CO ₃ пойдёт 10 моль CO ₂ , а на образование	
	$NaHCO_3 25 - 10 = 15$ моль CO_2 .	

Найдены массы карбоната и	Тогда n(Na ₂ CO ₃) = 10 моль, а n(NaHCO ₃) = 15 моль	
гидрокарбоната натрия в	1 моль - 1 моль 1 моль—1 моль	
растворе	$2NaOH + CO_2 = Na_2CO_3 + H_2O$ $NaOH + CO_2 = NaHCO_3$	
	10моль—10 моль 15 моль15моль	1б
	Откуда $m = n * M$	
	$m(Na_2CO_3) = 10$ моль $*106$ $^{\Gamma}/_{\text{моль}} = 1060$ $^{\Gamma}$.	
	$m(NaHCO_3) = 15 \text{ моль} * 84 ^{\Gamma}/_{\text{моль}} = 1260 \Gamma.$	
Определена масса раствора	Найдём массу раствора $m_{p-pa} = m_{p-pa(NaOH)} + m(CO_2)$	
	$m(CO_2) = 25 \text{ моль} * 44 ^{\Gamma}/_{\text{моль}} = 1100 \text{ г}.$	1б
	$m_{p-pa} = 10000 + 1100 = 11100 \ \Gamma.$	
Определены массовые доли	Определяем массовые доли солей в растворе	
солей в растворе	$\Theta(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1060 \text{ r.} / 11100 \text{ r.} = 0.0955 * 100\% = 9.55\%$	1б
	$\Theta(\text{ NaHCO}_3) = 1260 \text{ r.} / 11100 \text{ r.} = 0,1135 * 100\% = 11,35\%$	
		$\Sigma = 106$

Задача 3.

Критерии оценивания	Этапы решения	Балл за
		компонент
Составлена условная формула соли ртути и записано уравнение реакции	Так как, исходя из таблицы растворимости, ртуть образует растворимые соли, только с однозарядными анионами, то формулу соли ртути условно можно записать как $Hg(An)_2$ Соответственно уравнение реакции можно записать	16
Определено количество ртути выделившейся на пластинке	$Hg(An)_2 + Zn = Hg + Zn(An)_2$ При опускании цинковой пластинки в раствор соли, цинк растворяется, а на поверхности цинка оседает ртуть. Обозначим количество цинка вступившего в реакцию: $n(Zn) = X$, тогда количество ртути выделившейся на цинковой пластинке тоже равно X . $n(Hg) = X$ Составим уравнение $m_{nn,2} = 10 - 65 * X + 201 * X = 10,544$ Решаем уравнение и находим значение X . $X = 0,004$ моль	26
Определена масса соли ртути в растворе	Исходя из массы раствора и массовой доли соли в растворе, найдём массу соли $m_{\text{соли}} = 50 \text{ г.} * 0,026 = 1,3 \text{ г.}$	16
Определена молярная масса соли ртути	Исходя из массы соли и её количества определим молярную массу соли $M_{\text{соли}} = 1,3:0,004 = 325^{\text{г}}/_{\text{моль}}$	16
Определена формула соли ртути	Запишем, чему равна молярная масса соли $M_{\text{соли}} = M(Hg) + 2*M(An) 325^{\text{г}}/_{\text{моль}} = 201^{\text{г}}/_{\text{моль}} + 2*M(An)$ Откуда $M(An) = 325^{\text{г}}/_{\text{моль}} - 201^{\text{г}}/_{\text{моль}}/2 = 62^{\text{г}}/_{\text{моль}}$ Методом подбора легко определяем, что это анион NO_3 - Следовательно, формула соли $Hg(NO_3)_2$	26
Записано уравнение реакции разложения соли ртути при нагревании	Запишем уравнение реакции разложения соли при нагревании $Hg(NO_3)_2 = Hg + 2NO_2\uparrow + O_2\uparrow$ или $2Hg(NO_3)_2 = 2HgO + 4NO_2\uparrow + O_2\uparrow$	16
Записано уравнение реакции нитрата ртути (2) с ртутью	$Hg(NO_3)_2 + Hg = Hg_2(NO_3)_2$	26 Σ = 106

Задача 4.

Критерии оценивания	Этапы решения	Балл за
	_	компонент
Определён металл и и	Массовая доля углерода в веществе М равна 15,79%, но так как в	
установлена формула	составе молекулы ацетилена два атома углерода	
вещества М	$15,79\% - 24$ $^{\Gamma}/_{\text{моль}}$ $X = 128$ $^{\Gamma}/_{\text{моль}}$	26
	84,21% - X	
	Следовательно, это может быть только медь и тогда формула	
	вещества Cu_2C_2 ацетиленид меди (1) (вещество М)	
Определены вещество А и В и	Так как очевидно речь идёт о соединениях меди, то можно	
записано уравнение реакции	предположить, что вещество A — CuSO ₄ , тогда вещество	16
получения вещества В	$B CuSO_{4*}5H_2O -$ медный купорос $CuSO_4 + 5H_2O = CuSO_{4*}5H_2O$	
Определено вещество С и	При приливании раствора гидроксида натрия к раствору CuSO ₄ ,	
записано уравнение реакции	образуется осадок гидроксида меди (2)	16
получения вещества С	$CuSO_4 + 2NaOH = Cu(OH)_2 \downarrow + Na_2SO_4$ (вещество $C \longrightarrow Cu(OH)_2 \downarrow$)	

Определено вещество D и записано уравнение реакции получения вещества D	При нагревании $Cu(OH)_2$, гидроксид меди (2) разлагается с образованием оксида. $Cu(OH)_2 = CuO + H_2O$ (вещество D – CuO)	16
Определено вещество H и записано уравнение реакции получения вещества H	При растворении оксида меди (2) в соляной кислоте образуется хлорид меди (2) — вещество H CuO + 2HCl = CuCl ₂ + H ₂ O Допустима формула $H_2[CuCl_4]$ и соответственно уравнение $CuO + 4HCl = H_2[CuCl_4] + H_2O$ При разбавлении водой образование аквакомплекса меди $[Cu(H_2O)_6]Cl_2$ для участников не должно учитываться.	16
Определено вещество G и записано уравнение реакции получения вещества G	При помещении в раствор хлорида меди (2), медной фольги в закрытом сосуде протекает реакция $CuCl_2 + Cu = 2CuCl_1$ Вещество G — CuCl	26
Определено вещество F и записано уравнение реакции получения вещества F	Хлорид меди (1) растворили в аммиаке. Уравнение реакции процесса: $CuCl + 3NH_{3*}H_2O = [Cu(NH_3)_2]OH + NH_4Cl + 2H_2O$ (вещество F — $[Cu(NH_3)_2]OH$)	26
		$\Sigma = 106$

Задача 5.

Критерии оценивания	Этапы решения	Балл за компонент
Высказано предположение, что вещество В оксид, определённы возможные элементы и записаны возможные формулы оксидов СоО или NiO.	Предположим, что вещество В оксид, тогда: если массовая доля кислорода $21,333\%$, то массовая доля элемента $100-21,333=78,667\%$ Предположим, что в составе оксида один атом кислорода $16^{\Gamma}/_{\text{моль}}-21,333\%$ $X - 78,667\%$ $X = 59^{\Gamma}/_{\text{моль}}$ Следовательно, кобальт или никель. Предположим, что в составе оксида два атома кислорода $32^{\Gamma}/_{\text{моль}}-21,333\%$ $X - 78,667\%$ $X = 118^{\Gamma}/_{\text{моль}}$ С такой молярной массой устойчивого изотопа нет. Предположим, что в составе оксида три атома кислорода Следовательно $M = 177^{\Gamma}/_{\text{моль}}$ С такой молярной массой устойчивого изотопа нет. Аналогично исследуем для четырёх атомов кислорода и приходим к	26
Определён металл, определенно вещество В и высказаны предположения о составе вещества С	Такому же результату. Высказано предположение, что если при дальнейшем нагревании масса оксида увеличилась, то оксид прореагировал с кислородом, проявив более высокую степень окисления. Но в условии задачи говорится, что металлы используемые в сплаве для изготовления монет содержат большое количество примесей. Никель один из основных компонентов. Поэтому речь может идти о кобальте. Следовательно металл кобальт, а формула оксида СоО (вещество В) Так как для кобальта в соединениях возможны степени окисления +2 и +3, то при нагревании СоО, образовался Со ₂ О ₃ или Со ₃ О ₄ .	16
Найдена масса кислорода вступившего в реакцию с CoO и его количество, а также количество CoO и определена формула вещества C.	$M(CoO) = 0,4017 - 0,375 = 0,0267 г.$ $n(O) = 0,0267 г.: 16 °V_{моль} = 0,001669 моль$ $n(CoO) = 0,375 г.: 75 °V_{моль} = 0,005 моль$ Найдено соотношение количества CoO и кислорода участвующих в реакции $n(CoO) : n(O) = 0,005 : 0,001669 = 3 : 1 = 6 : 2$ Составлено уравнение химической реакции получения оксида кобальта $6CoO + O_2 = 2Co_3O_4$ и определена формула оксида (вещество $C - Co_3O_4$)	26
Записано уравнение химической реакции взаимодействия Co_3O_4 и (или) Co_2O_3 с концентрированной соляной кислотой,	Co_3O_4 — смешанный оксид $CoO*Co_2O_3$. При взаимодействии с концентрированной соляной кислотой Co^{+3} выступает в роли окислителя окисляя Cl^{-1} в составе соляной кислоты до свободного хлора $Co_2O_3 + 6HCl = 2CoCl_2 + Cl_2 + 3H_2O$ $Co_3O_4 + 8HCl = 3CoCl_2 + Cl_2 + 4H_2O$ (вещество $D - Cl_2$)	26

йодокрахмальную бумажку подтверждённое уравнением химической реакции и указана причина её посинения	пропитанную раствором йодида калия и крахмального клейстера. При действии хлора на йодид калия, хлор вытесняет йод из йодида калия, и крахмал окрашивается в синий цвет. $2KI + Cl_2 = 2KCl + I_2$	16
Определена формула вещества А и записано уравнения его разложения при нагревании.	При нагревании вещества A, масса вещества уменьшилась. Так как монеты лежали в земле, и розовый налёт не смывается, можно предположить, что вещество A соль, которая при нагревании разложилась с образованием оксида кобальта и некоторого газа. m(газа) = 0,595 − 0,375 = 0,22 г. Предположим, что на один моль CoO приходится 1 моль газа, тогда n(газа) = 0,005 моль. Следовательно M(газа) = 0.22/0.005 = 44 ^г /моль. Т.е. речь идёт об углекислом газе. Очевидно, что вещество A карбонат кобальта CoCO ₃ СоCO ₃ = CoO + CO ₂ ↑	26
		$\Sigma = 106$

Задача 6.

Критерии оценивания	Этапы решения	Балл за компонент
Определено вещество Х ₁ и	1-хлорпропан проще всего получить из циклопропана	Rownonchi
составлено уравнение	используемого в медицине в качестве вещества для общего	
реакции получения	наркоза.	
1-хлорпропана	Вещество X_1 – циклопропан	16
1 1	CH ₂	
	+ HCl = CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ Cl	
	H_2C CH_2	
Определено вещество Х ₂ и	Вещество X_2 – пропанол-1	
составлено уравнение	$CH_3-CH_2-CH_2Cl + H_2O = CH_3-CH_2-CH_2OH + HCl$	16
реакции получения	1 – пропанол широко применяется в качестве растворителя	
пропилового спирта из		
1-хлорпропана		
Определено вещество Х ₃ и	Вещество X_3 – пропен	16
составлено уравнение	$CH_3-CH_2-CH_2OH^{t>140}CH_2 = CH - CH_3 + H_2O$	
реакции получения	$ m H_2SO_{4(конц.)}$	
пропена из пропилового		
спирта		
Определено вещество Х ₄ и	Вещество Х ₄ – уксусная кислота	
составлено уравнение	$CH_2 = CH - CH_3 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 = CO_2 + CH_3COOH + K_2SO_4 +$	
реакции получения	$2MnSO_4 + 4H_2O$	16
уксусной кислоты из	Уксусная кислота широко применяется в быту, химической и	
пропена	фармацевтической промышленности.	
Определено вещество Х ₅ и	Вещество X_5 – хлорангидрид уксусной кислоты	16
составлено уравнение	$CH_3COOH + PCl_5 = CH_3COCl + POCl_3 + HCl$	
реакции получения		
хлорангидрида уксусной		
кислоты из уксусной		
кислоты		
Составлено уравнение	CH_3 - CH_2 - CH_2 Cl + KOH_{CHIMPT} CH_2 = $CH - CH_3 + KOH_2$ + H_2O	16
реакции получения		
пропена из 1-хлорпропана		
Определено вещество X ₆ и	Вещество Х ₆ – Кумол	
составлено уравнение	C-H AICI, или H+ CC-CH-CH ₃	
реакции получения	$+ CH_2 = CH - CH_3 \xrightarrow{AlCl_3 WM H}$	1б
кумола путём	♥ CH ₃	
взаимодействия бензола и	изопропилбензол (кумол)	
пропена		
Определено вещество Х ₇ и	Вещество Х7 – фенол	
составлено уравнение	Democrator IX, wonon	
реакции получения		1б
фенола из кумола		10
фенола по кумола	L	

	$ \begin{array}{c} CH_{3} \\ CH \\ CH_{3} + O_{2} \xrightarrow{H_{2}SO_{4}} \end{array} $ $ \begin{array}{c} OH \\ + H_{3}C - C - CH_{3} $	
	изопропилбензол фенол пропанон (ацетон)	
Определено вещество X ₈ и составлено уравнение реакции получения фенолята натрия	Вещество X_8 — фенолят натрия $C_6H_5OH + NaOH = C_6H_5ONa + H_2O$	16
Составлено уравнение реакции получения фенилацетата	$CH_3COCl + C_6H_5ONa = CH_3COOC_6H_5 + NaCl$	16
		$\Sigma = 106$