

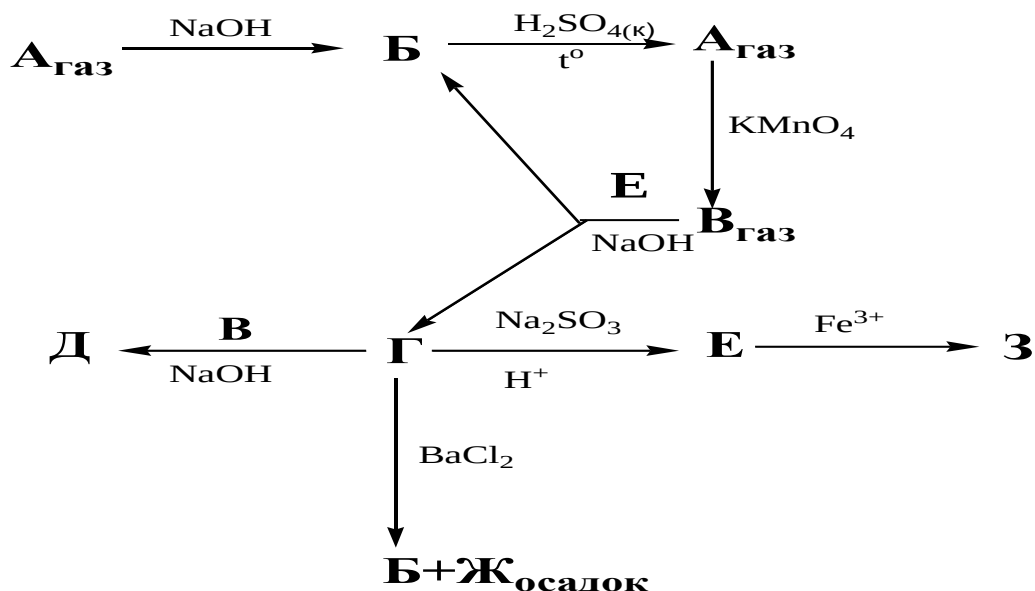
**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
МУНИПАЦИАЛЬНЫЙ ЭТАП**

Химия

11 класс

Критерии проверки

Задание 1.



- Вещество **З** – черно-серые кристаллы; легко образуют фиолетовые пары, обладающие резким запахом; кристаллическая решетка ромбическая.
 - Вещество **В** – желто-зеленый газ с резким запахом; т. пл. – 100,98 °С; т. кип – 33,97 °С. Хорошо растворим в неполярных жидкостях, хуже в воде.
1. Приведите формулы веществ **А** – **З**.
 2. Запишите уравнения происходящих реакций.

КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. А – HCl $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	1 балл 0,5 балла
2. Б - NaCl $\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}\uparrow$ или $2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}\uparrow$	1 балл 0,5 балла
3. В – Cl ₂ $16\text{HCl} + 2\text{KMnO}_4 = 5\text{Cl}_2 + 2\text{MnCl}_2 + 2\text{KCl} + 8\text{H}_2\text{O}$	1 балл 2 балла
4. Е – NaI $3\text{Cl}_2 + \text{NaI} + 6\text{NaOH} = 6\text{NaCl} + \text{NaIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$	1 балл 3 балла
5. Г – NaIO ₃	1 балл

$\text{NaIO}_3 + 3\text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{NaI} + 3\text{Na}_2\text{SO}_4$	1 балл
6. Г – NaIO_3 $2\text{NaIO}_3 + \text{BaCl}_2 = 2\text{NaCl} + \text{Ba}(\text{IO}_3)_2\downarrow$	16балл
7. Ж – $\text{Ba}(\text{IO}_3)_2$ Б - NaCl	1 балл
8. Д – NaIO_4 $\text{NaIO}_3 + \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaIO}_4 + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$	1 балл 2 балла
9. З – I_2 $\text{NaI} + 2\text{FeCl}_3 = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{NaCl} + \text{I}_2$	1 балл 2 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 2.

Неизвестный металл сгорает в кислороде, разбрасывая искры, и образует 23,2 г оксида металла. Для восстановления образовавшегося оксида необходимо затратить 8,96 л оксида углерода (II). Если полученный при восстановлении металл растворить в разбавленном растворе серной кислоты, то образовавшийся при этом раствор дает темно-синий осадок с красной кровяной солью.

Вопросы:

1. Назовите металл;
2. Приведите формулы всех возможных оксидов данного металла;
3. Напишите уравнения реакций восстановления оксидов металла оксидом углерода (II);
4. Используя числовые данные, докажите, о каком оксиде неизвестного металла идет речь;
5. Напишите уравнение реакции взаимодействия металла с раствором разбавленной серной кислоты и с красной кровяной солью;
6. Назовите соль, образующуюся при взаимодействии ионов железа (II) с раствором красной кровяной соли.

КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. С раствором красной кровяной соли темно-синий осадок образуют ионы железа (II), следовательно, неизвестный металл – железо.	2 балла
2. Приведены формулы оксидов железа: FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4	0,5 x 3 1,5 балла
3. Составлены уравнения реакций восстановления оксидов железа оксидом углерода (II): $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$ (1) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ (2) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{CO} = 3\text{Fe} + 4\text{CO}_2$ (3)	1 балл 1 балл 1 балл
4. Рассчитаны количества веществ углекислого газа и оксида железа: $n(\text{CO}_2) = 8,96 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,4 \text{ моль}$; $n(\text{FeO}) = n(\text{CO}_2) = 0,4 \text{ моль}$ (уравнение 1) $n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 1/3 n(\text{CO}_2) = 0,133 \text{ моль}$ (уравнение 2)	1 балл 1 балл 1 балл

$n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 1/4n(\text{CO}_2) = 0,1 \text{ моль}$ (уравнение 3) Рассчитаны молярные массы оксидов железа: $m(\text{FeO}) = 23,2 \text{ г} / 0,4 \text{ моль} = 56,22 \text{ г/моль} \neq 82 \text{ г/моль};$ $m(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 23,2 \text{ г} / 0,133 \text{ моль} = 173,6 \text{ г/моль} \neq 160 \text{ г/моль};$ $m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 23,2 \text{ г} / 0,1 \text{ моль} = 232 \text{ г/моль};$	1 балл 1 балл 1 балл 1 балл
Доказано, что оксидом железа является Fe_3O_4 – железная окалина: $M(\text{Fe}_x\text{O}_y) = 23,2 \text{ г} / 0,1 \text{ моль} = 232 \text{ г/моль}; M(\text{Fe}_x\text{O}_y) = M(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 232 \text{ г/моль}.$	1 балла 1 балл
5. Написаны уравнения реакций взаимодействия железа с разбавленным раствором серной кислоты и красной кровяной солью: $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ $3\text{FeSO}_4 + 2\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2 \downarrow + 3\text{K}_2\text{SO}_4$ темно-синий	1 балл 3 балла
6. Приведено название соли: $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ – «турнбулевая синь».	0,5 балла
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 3.

Раствор массой 9,21 г свежеприготовленной смеси анилина, фенола, уксусной кислоты и этанола в гексане при реакции с избытком мелкоизмельченного натрия выделяет 1568 мл газа (н.у.). Обработка того же количества исходной смеси бромной водой приводит к образованию 9,91 г осадка. Такое же количество исходной смеси может прореагировать с 17,86 мл 11,2%-ного раствора гидроксида калия (плотность 1,12 г/мл).

Вычислите содержание всех компонентов смеси в процентах по массе.

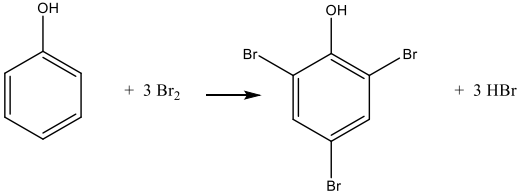
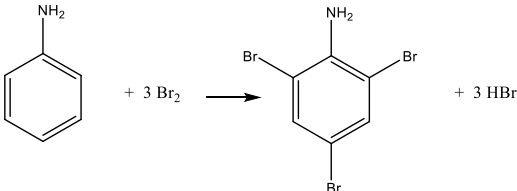
Напишите уравнения всех протекающих реакций, для ароматических соединений используйте структурные формулы.

Для расчетов используйте атомные массы, округленные до сотых.

КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Введены переменные для компонентов смеси и рассчитана масса раствора через эти переменные: Пусть в смеси <i>a</i> моль анилина, <i>b</i> моль фенола, <i>c</i> моль уксусной кислоты и <i>d</i> моль этанола. Тогда масса исходной смеси: $aM(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2) + bM(\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}) + cM(\text{CH}_3\text{COOH}) + dM(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 9,21$ $93,12a + 94,11b + 60,05c + 46,05d = 9,21$ (1)	2 балла
2. Написаны уравнения взаимодействия с металлическим натрием: $2 \text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} = 2 \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\uparrow$ $2 \text{CH}_3\text{COOH} + 2\text{Na} = 2 \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\uparrow$ $2 \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{Na} = 2 \text{C}_2\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\uparrow$	0,6 балла 0,6 балла 0,6 балла
3. Рассчитано количество водорода, выделяющегося в каждой реакции и общее количество во всех трех реакциях: $1,568 \text{ л} / 22,4 \text{ л} = 0,07 \text{ моль}$ $0,5b + 0,5c + 0,5d = 0,07$ или $b + c + d = 0,14$ (2)	1 балл 2 балла

4. Написаны уравнения взаимодействия с бромом:   Примечание: Без использования структурных формул за уравнение выставляется 0,5 балла	1 балл 1 балл
5. Составлено уравнение для расчета массы осадка после бромирования: $aM(\text{триброманилина}) + bM(\text{трибромфенола}) = 9,91$ $329,80a + 330,79b = 9,91$	2 балла
6. Написаны уравнения взаимодействия с водным раствором щелочи: $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{NaOH} = \text{C}_6\text{H}_5\text{ONa} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$	0,6балла 0,6 балла
7. Рассчитано количество щелочи вступившей в реакции и составлено уравнение связывающее количество щелочи с количеством прореагировавших веществ: В реакцию вступило $17,86 \cdot 1,12 \cdot 0,112 = 2,24$ г КОН, что составляет $2,24 / 56,11 = 0,04$ моль $b + c = 0,04$	1 балл 1 балл
8. Составлена система из 4 уравнений: $93,12a + 94,11b + 60,05c + 46,05d = 9,21$ $b + c + d = 0,14$ $329,80a + 330,79b = 9,91$ $b + c = 0,04$	1 балл
9. Правильно решена система уравнений: $a = 0,02; b = 0,01; c = 0,03; d = 0,1$	3 балла
10. Вычислено содержание всех компонентов: Анилина 20,2 % Фенола 10,2 % Уксусной кислоты 19,6 % Этанола 49,9 %	0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла 0,5 балла
Примечание: Если в пунктах 2, 4, 6 написаны уравнения для веществ не вступающих в данные взаимодействия снимается по 0,5 балла за каждое неправильное уравнение. При отсутствии коэффициентов или неправильной расстановке коэффициентов баллы не начисляются.	
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 4.

При сжигании 1 л бутана (н.у.) в избытке кислорода выделяется 128,5 кДж, а при сгорании 1г циклогексана в тех же условиях выделяется 47,1 кДж.

1. Вычислите средние энергии связей $C - C$ и $C - H$, если теплоты образования H_2O и CO_2 равны, соответственно, 286 кДж/моль и 394 кДж/моль, а энергии атомизации графита и водорода составляют 715 кДж/моль и 436 кДж/моль, соответственно. Тепловые эффекты приведены для стандартной температуры 25°C, первоначальный объем бутана измерен при нормальных условиях.
2. Объясните, почему по этим данным можно вычислить только примерные средние значения энергии разрыва и образования связи.

КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)	Баллы
1. Вычислена мольная энергия сгорания бутана: $Q_1 = 128,5 * 22,4 = 2878$ кДж	0,5 балла
2. Вычислена мольная энергия сгорания циклогексана: $Q_2 = 47,1 * M(C_6H_{12}) = 47,1 * 84 = 3956$ кДж	0,5 балла
3. Написаны уравнения сгорания бутана и циклогексана: $C_4H_{10(g)} + 6,5 O_{2(g)} = 4 CO_{2(g)} + 5 H_2O_{(ж)} + 2878$ кДж $C_6H_{12(ж)} + 9 O_{2(g)} = 6 CO_{2(g)} + 6 H_2O_{(ж)} + 3956$ кДж	1 балл 1 балл
4. С использованием следствия из закона Гесса вычислены теплоты образования бутана и циклогексана: $Q(C_4H_{10}) = 4 Q(CO_2) + 5 Q(H_2O) - 2878 = 1576 + 1430 - 2878 = 128$ кДж $Q(C_6H_{12}) = 6Q(CO_2) + 6Q(H_2O) - 3956 = 2364 + 1716 - 3956 = 124$ кДж	1 балл 1 балл
5. Написаны уравнения распада бутана и циклогексана на элементарные углерод и водород: $C_4H_{10(g)} = 4 C_{(г)} + 10 H_{(г)} + Q_3$ $C_6H_{12(ж)} = 6 C_{(г)} + 12 H_{(г)} + Q_4$	1 балл 1 балл
6. Написаны уравнения для распада бутана и циклогексана на графит и молекулярный водород, полного испарения (атомизации) графита до атомарного углерода и диссоциации молекул водорода на атомы: $C_4H_{10(g)} = 4 C_{(графит)} + 5 H_{2(г)} - 128$ кДж (1) $C_6H_{12(ж)} = 6 C_{(графит)} + 6 H_{2(г)} - 124$ кДж (2) $C_{(графит)} = C_{(г)} - 715$ кДж (3) $H_{2(г)} = 2H_{(г)} - 436$ кДж (4)	1 балл 1 балл 1 балл 1 балл
7. Суммируя уравнения 1, 3, 4 находим Q_3 $Q_3 = 4*(-715) + 5*(-436) - 128 = -5168$ кДж Суммируя уравнения 2, 3, 4 находим Q_4 $Q_4 = 6*(-715) + 6*(-436) - 124 = -7030$ кДж	2 балла 2 балла
8. Введем переменные: пусть x – энергия одной связи $C - C$, а y – энергия одной связи $C - H$ В молекуле бутана 3 связи $C - C$ и 10 связей $C - H$ В молекуле циклогексана 6 связей $C - C$ и 12 связей $C - H$, тогда получаем систему из двух уравнений: $3x + 10y = - 5168$ $6x + 12y = - 7030$	1 балл 1 балл
9. Решая систему уравнений находим: $X = -345$ кДж/моль $Y = -413$ кДж/моль	0,5 балла 0,5 балла
10. Вычисленные величины приблизительны, т.к. изначально предполагалось, что все связи $C - C$ и $C - H$ в молекулах одинаковые. Но	2 балла

энергии разрыва связи С – Н при первичном, вторичном и третичном атомах углерода различны. Кроме того, последующий отрыв атомов водорода от возникающих радикалов ($\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_2 \rightarrow \text{CH} \rightarrow \text{C}$) связан с различными энергетическими затратами.	
Максимальный балл:	20 баллов

Задание 5.

В шести пробирках находятся водные растворы глицерина, глюкозы, формалина, фенола, уксусной кислоты и муравьиной кислоты. Используя только следующие реактивы: CuSO_4 , 5%-ный раствор; NaOH , 5%-ный раствор; NaHCO_3 , 10%-ный раствор бромную воду, определите в какой пробирке какое вещество находится. В вашем распоряжении есть оборудование: штатив с чистыми пробирками, пипетки, водяная баня, плитка.

Составьте таблицу мысленного эксперимента.

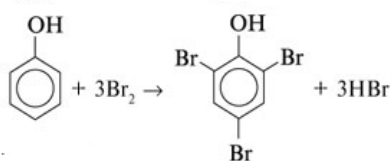
Напишите все уравнения реакций, которые помогут идентифицировать вещества. При написании реакций используйте структурные формулы

КОЛИЧЕСТВО БАЛЛОВ 20

Решение:

Содержание верного ответа и указания по оцениванию (допускаются иные формулировки ответа, не искажающие его смысла)					Баллы
1. Составлена таблица мысленного эксперимента					4 балла
	NaHCO_3	$\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$ без t	$\text{CuSO}_4 + \text{NaOH}$, t	
Глицерин	-	Обесцвечивание, t	Темно-синий раствор	Темно-синий раствор	
Глюкоза	-	Обесцвечивание	Темно-синий раствор	Оранжевый осадок	
Формалин	-	Обесцвечивание $\text{CO}_2 \uparrow$	Голубой творожистый осадок не исчезает	Оранжевый осадок $\text{CO}_2 \uparrow$	
Фенол	-	Белый осадок			
Уксусная кислота	$\text{CO}_2 \uparrow$	Без изменений			
Муравьиная кислота	$\text{CO}_2 \uparrow$	Обесцвечивание, $\text{CO}_2 \uparrow$			
Примечание: Данный перечень визуальных изменений позволяет идентифицировать вещества с использованием минимального количества стадий. Дополнительные правильные данные в таблице не оцениваются. За каждую неправильно заполненную графу снимается 0,5 балла					
2. Написаны уравнения, проведенных реакций:					
А) Реакции с гидрокарбонатом натрия:					
• $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$					0,5 балла
• $\text{HCOOH} + \text{NaHCO}_3 = \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$					0,5 балла

Б) реакции с бромной водой
фенола

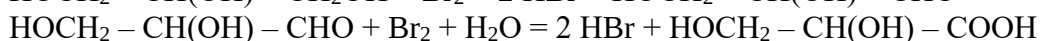
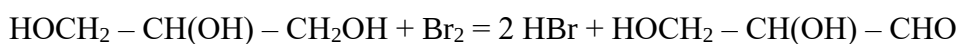


1 балл

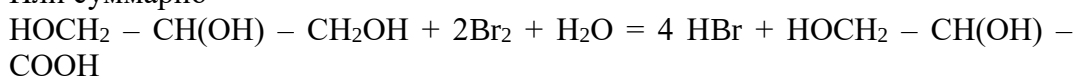
Муравьиной кислоты $\text{HCOOH} + \text{Br}_2 = 2 \text{HBr} + \text{CO}_2 \uparrow$

Глицерина Глицерин может окисляться бромной водой до различных продуктов: глицеринового альдегида, 1,2-дигидроксиаcetона (при нагревании) или до глицериновой кислоты.

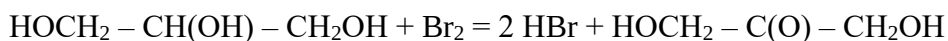
2 балла



Или суммарно

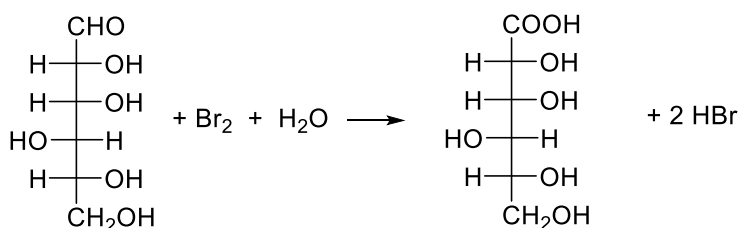


За любой
продукт
1 балл



Формалина $\text{HCHO} + 2\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 4\text{HBr}$

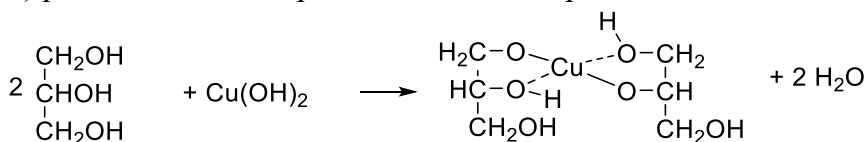
Глюкозы



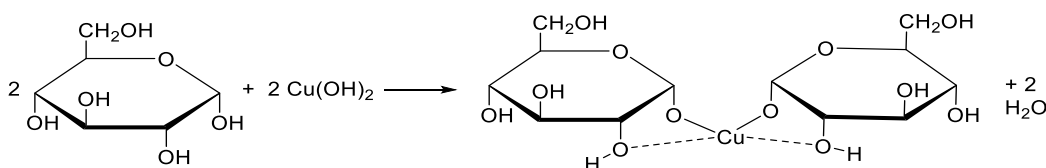
1 балл

2 балла

В) реакции со свежеприготовленным гидроксидом меди без нагревания

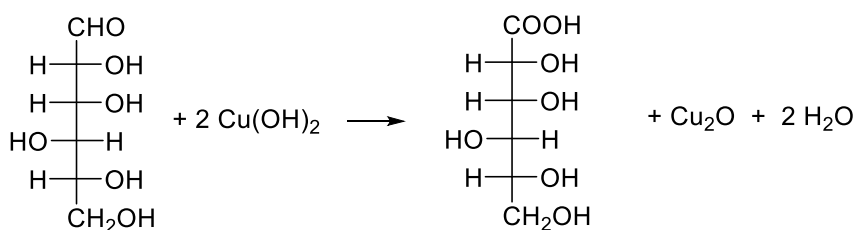


2 балла

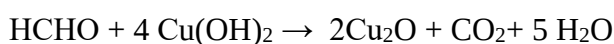


2 балла

Г) реакции со свежеприготовленным гидроксидом меди при нагревании



2 балла



	2 балла
Максимальный балл:	20 баллов