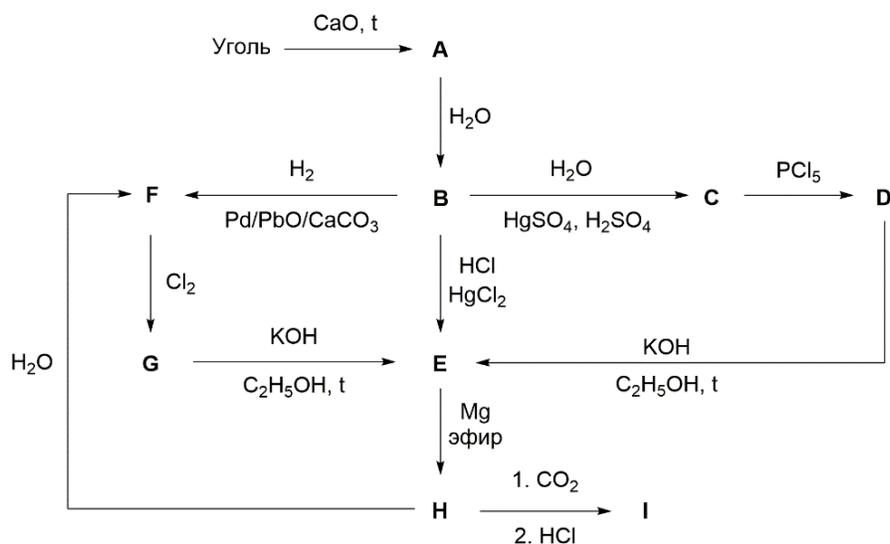


10 КЛАСС

Задание 1. Чёрный порошок массой 8 г при внесении в 100 г горячего 20%-го раствора серной кислоты и кипячении частично растворился с образованием голубого раствора. Никакие газообразные продукты при этом не образовались. Нерастворившаяся часть порошка плавала на поверхности раствора. Её отфильтровали и взвесили. Масса составила 2 г. Определите состав исходного порошка в массовых процентах. Рассчитайте массовую долю соли в полученном растворе. **(10 баллов)**

Задание 2. Некоторое бинарное соединение при 25°C и 1,0 атм представляет собой бесцветный газ, плотность которого в данных условиях равна 4,42 г/л. Это соединение при сильном нагревании разлагается на два вещества – простое (твёрдое при обычных условиях, входит в состав земной коры) и сложное, которое в 5,03 раза тяжелее воздуха. Установите формулу газа и запишите уравнение реакции. **(10 баллов)**

Задание 3. Определите неизвестные вещества **A–G** (вещества **H** и **I** приведены для самоконтроля, определять не надо) и запишите **уравнения** всех приведённых ниже на схеме реакций (кроме реакций для самоконтроля). **(10 баллов)**



Задание 4. Для того, что полностью сжечь 50 л газовой смеси метана и пропана, потребовалось 130 л кислорода (объёмы газов измерены при одинаковых условиях). Рассчитайте объёмные доли алканов в исходной смеси. **(10 баллов)**

Задание 5. Газообразная смесь формальдегида и пропаналя имеет относительную плотность по водороду 25,5. После добавления к этой смеси 28 л водорода (н.у.), плотность по водороду уменьшилась в 1,815 раз. Полученную смесь пропустили над катализатором, причём

обе реакции прошли с выходом 32%. Рассчитайте массу кальция, который сможет вступить в реакцию с полученной смесью спиртов. (10 баллов)

ОТВЕТЫ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ДЛЯ 10 КЛАССА

(Гришин Д. А.)

Всего 50 баллов

Задание 10-1.

Так как исходный порошок лишь частично растворился в существенном количестве горячего раствора серной кислоты, можно сделать вывод, что порошок представляет собой смесь.	1 балл
Образование раствора голубого цвета после реакции исходного порошка с серной кислотой свидетельствует скорее всего о присутствии катионов меди (II).	1 балл
В таком случае, образующаяся в результате реакции соль – сульфат меди(II). Порошок ведь чёрного цвета. С учётом вышесказанного, можно предположить, что основным его компонентом является оксид меди(II), который как раз тоже чёрного цвета. $m(\text{CuO}) = 8 - 2 = 6$ г.	2 балла
Что-то остаётся плавать на поверхности раствора. И видимо это “что-то” тоже чёрного цвета, так как иначе исходный порошок не был бы чёрного цвета. Скорее всего, это просто измельчённый древесный уголь. $m(\text{C}) = 2$ г.	2 балла
Состав исходного порошка: $\omega(\text{CuO}) = 0,75$ или 75%, $\omega(\text{C}) = 0,25$ или 25%.	2 балла
$m(\text{раствора}) = 8 + 100 - 2 = 106$ г; $m(\text{CuSO}_4) = 12$ г; $\omega(\text{CuSO}_4) = 0,113$ или 11,3%.	2 балла
Итого:	10 баллов

Задание 10-2.

Определена молярная масса исходного бесцветного газа: $M = \rho RT/p = 4,42 \cdot 8,314 \cdot 298 / 101,3 = 108$ г/моль.	3 балла
Найдено, что после разложения образуется газообразное сложное вещество с молярной массой $M = 29 \cdot 5,03 = 146$ г/моль.	2 балла
Подмечено, что молярная масса увеличивается на 38 г/моль, что соответствует двум молям F. Всем условиям задачи удовлетворяет SF_4 – тетрафторид серы. Найдено зашифрованное вещество.	3 балла
При разложении тетрафторида серы сера диспропорционирует: $3\text{SF}_4 \rightarrow \text{S} + 2\text{SF}_6$. Записано уравнение реакции.	2 балла
Итого:	10 баллов

Задание 10-3.

Полный балл за каждое уравнение реакции ставится только в том случае, если приведены условия превращения, если они необходимы (над стрелочкой/знаком равно в уравнении или же в скобочках возле уравнения)!	
$3\text{C} + \text{CaO} = \text{CaC}_2 + \text{CO}$ (нагревание). Вещество A – CaC_2 , карбид кальция.	1 балл
$\text{CaC}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HC}\equiv\text{CH}\uparrow$. Вещество B – $\text{HC}\equiv\text{CH}$, ацетилен.	1 балл

HC≡CH + H ₂ O = CH ₃ CHO (присутствие катионов ртути(II) и серной кислоты). Вещество С – CH ₃ CHO, ацетальдегид. Реакция Кучерова.	2 балла
CH ₃ CHO + PCl ₅ = CH ₃ CHCl ₂ + POCl ₃ . Вещество D – CH ₃ CHCl ₂ , 1,1-дихлорэтан.	1 балл
CH ₃ CHCl ₂ + KOH → H ₂ C=CHCl + KCl + H ₂ O (спиртовой раствор, нагревание). Вещество E – H ₂ C=CHCl, винилхлорид.	1 балл
HC≡CH + H ₂ → H ₂ C=CH ₂ (процесс осуществляется на катализаторе Линдлара – “отравленный” свинцом палладий на подложке из карбоната кальция). Вещество F – H ₂ C=CH ₂ , этилен.	2 балла
H ₂ C=CH ₂ + Cl ₂ → ClH ₂ C–CH ₂ Cl. Вещество G – ClH ₂ C–CH ₂ Cl, 1,2-дихлорэтан.	1 балл
ClH ₂ C–CH ₂ Cl + KOH → H ₂ C=CHCl + KCl + H ₂ O (спиртовой раствор, нагревание). Вещество E – H ₂ C=CHCl, винилхлорид.	1 балл
H ₂ C=CHCl + Mg → H ₂ C=CH–MgCl (абсолютированный диэтиловый эфир). Вещество H – H ₂ C=CH–MgCl, винилмагнийхлорид. Синтез Гриньяра.	
H ₂ C=CH–MgCl + CO ₂ → H ₂ C=CH–COO [–] MgCl ⁺ ; H ₂ C=CH–COO [–] MgCl ⁺ + HCl → H ₂ C=CH–COOH + MgCl ₂ . Вещество I – H ₂ C=CH–COOH, акриловая кислота.	
H ₂ C=CH–MgCl + H ₂ O → H ₂ C=CH ₂ + Mg(OH)Cl. Вещество F – H ₂ C=CH ₂ , этилен.	
Итого:	10 баллов

Задание 10-4.

Записаны уравнения реакций сгорания углеводородов: CH ₄ + 2O ₂ = CO ₂ + 2H ₂ O; C ₃ H ₈ + 5O ₂ = 3CO ₂ + 4H ₂ O.	2 балла
Приняв за неизвестные (например, x и y) объёмы исходных газов, составлена система двух уравнений. Первое уравнение описывает общий объём смеси, второе – объём кислорода, израсходованный на сжигание.	3 балла
В результате решения системы двух уравнений найдены объёмы метана и пропана: V(CH ₄) = 40 л, V(C ₃ H ₈) = 10 л.	3 балла
Найдены объёмные доли газов в исходной смеси: φ(CH ₄) = 0,8 или 80%, φ(C ₃ H ₈) = 0,2 или 20%.	2 балла
Итого:	10 баллов

Задание 10-5.

Рассчитана средняя молярная масса газовой смеси формальдегида и пропаналя: M _{ср} = 25,5 · 2 = 50,4 г/моль.	1 балл
Рассчитано количество водорода: n(H ₂) = 28/22,4 = 1,25 моль.	1 балл
Рассчитана изменившаяся плотность газовой смеси по водороду: D _{по водороду} = 25,5/1,815 = 14,05. Рассчитана изменившаяся средняя молярная масса газовой смеси: M _{ср} = 14,05 · 2 = 28,1 г/моль.	1 балл
Приведены уравнения двух протекающих реакций с водородом: HCHO + H ₂ → CH ₃ OH (нагревание, катализатор); CH ₃ CH ₂ CHO + H ₂ → CH ₃ CH ₂ CH ₂ OH (нагревание, катализатор).	2 балла
Приняв за неизвестные (например, x и y) количества исходных двух газов, составлена система двух уравнений. Первое уравнение описывает среднюю	1 балл

молярную массу смеси формальдегида и пропаналя, второе – среднюю молярную массу смеси формальдегида, пропаналя и водорода.	
В результате решения системы двух уравнений найдены количества формальдегида и пропаналя: $n(\text{НСНО}) = 0,4$ моль; $n(\text{СН}_3\text{СН}_2\text{СНО}) = 1,07$ моль.	1 балл
В теории, количества, образующихся при каталитическом гидрировании, спиртов должны быть равны количествам соответствующих альдегидов. Однако стоит заметить, что водорода не хватило бы для протекания двух реакций со 100%-ным выходом. Но нам, собственно, и дано, что реакции прошли с 32%-ным выходом. А значит, количества соответствующих спиртов: $n(\text{СН}_3\text{ОН}) = 0,128$ моль; $n(\text{СН}_3\text{СН}_2\text{СН}_2\text{ОН}) = 0,34$ моль.	1 балл
Приведены уравнения двух протекающих реакций с кальцием: $2\text{СН}_3\text{ОН} + \text{Са} \rightarrow \text{Са}(\text{СН}_3\text{О})_2 + \text{Н}_2$; $2\text{СН}_3\text{СН}_2\text{СН}_2\text{ОН} + \text{Са} \rightarrow \text{Са}(\text{СН}_3\text{СН}_2\text{СН}_2\text{О})_2 + \text{Н}_2$. Как видно, кальция требуется в два раза меньше, чем спиртов, по количеству. Таким образом $n(\text{Са}) = 0,2$ моль, $m(\text{Са}) = 8$ г.	2 балла
Итого:	10 баллов