

Пермский край  
2024-2025 учебный год  
**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ**  
**МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП**  
**11 КЛАСС**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

*Каждая из задач оценивается в 10 баллов. Время на выполнение 180 минут.*

**Задача № 11-1**

Газообразные вещества **А**, **Б** и **В** входят в состав атмосферы и могут реагировать с магнием. При взаимодействии магниевой стружки с **А** образуется белый порошок **Г**, который незначительно растворяется в горячей воде, что сопровождается образованием продукта **Д**.

Взаимодействие магния с газом **Б**, который играет важную роль в жизнедеятельности всех живых организмов, приводит к образованию **Г** и черного вещества **Е**. Вещество **Е** не реагирует с разбавленными растворами кислот и оснований, но при действии на него концентрированной азотной кислоты может быть получен газ **Б**.

При сжигании магния в атмосфере **В** происходит образование белого вещества **Ж**, которое легко растворяется в хлороводородной кислоте с образованием газа **З** (имеет резкий специфичный запах) и вещества **И**. Действие воды на **Ж** приводит к образованию **Д** и **Е**.

Известно, что вещества **Г** и **И** являются основными компонентами магнезиального цемента, а продукт взаимодействия **Б** и **Г** (вещество **К**) встречается в природе в виде минерала магнезита. Пропускание же **Б** через суспензию **Д** приводит к образованию «белой магнезии» **Л**, используемой в качестве наполнителя резины или пищевой добавки.

*Определите вещества А–Л и напишите все описанные уравнения реакций*

**Задача № 11-2**

Металлы в твердом состоянии образуют металлические кристаллические решетки в узлах которой ионы и атомы металлов, между которыми свободно передвигаются электроны. Примером таких решеток является объемно-центрированная кубическая упаковка (ОЦК решетка). Она представляется собой правильный куб, у которого в каждой вершине расположены ионы металла и еще один атом в центре объема, то есть на пересечении его диагоналей. Одна из модификаций металла **М** имеет ОЦК решетку, в которой минимальное расстояние между центрами ионов составляет 0,2482 нм.

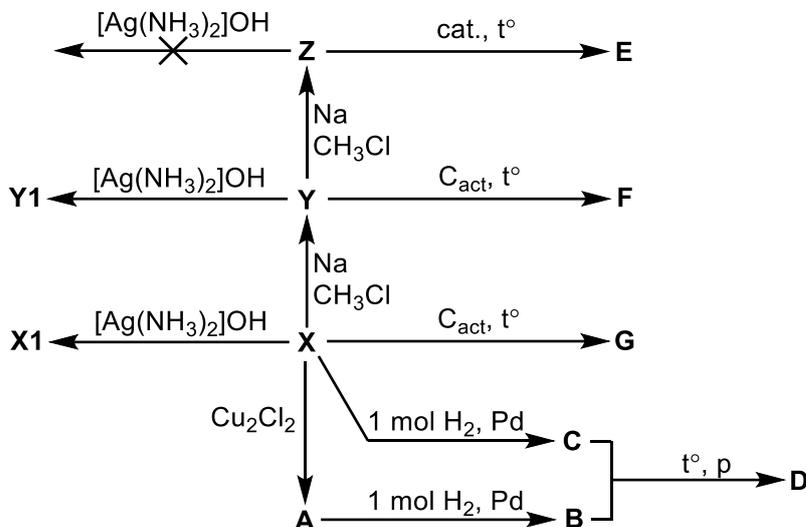
В раствор, содержащий хлорид металла **М**, объемом 250 мл с молярной концентрацией 0,4 моль/л внесли цинковую пластинку (*р-ция 1*). В результате реакции масса пластинки изменилась на 4,15 г в сравнении с исходной. Добавление к хлориду металла **М** раствора кальцинированной соды приводит к образованию темно-бурого осадка **А**, массовая доля металла **М** в котором составляет 52,34 % и выделению газа (*р-ция 2*). Если к хлориду добавить сульфид аммония, то наблюдается образование черного осадка **В**, с содержанием **М** 63,64 % (*р-ция 3*).

- 1. Определите металл **М**, считая что реакция 1 – это реакция замещения.*
- 2. Приведите уравнения реакций 1–3, описанных в задаче, определите веществ **А** и **В**.*
- 3. Укажите побочные процессы, которые могут протекать в р-ции 1 (не менее двух).*

4. Рассчитайте плотность металла *M* в кристаллическом состоянии.

### Задача № 11-3

Углеводороды *X*, *Y* и *Z*, имеющие высокую теплоту сгорания, способны вступать в следующие превращения:



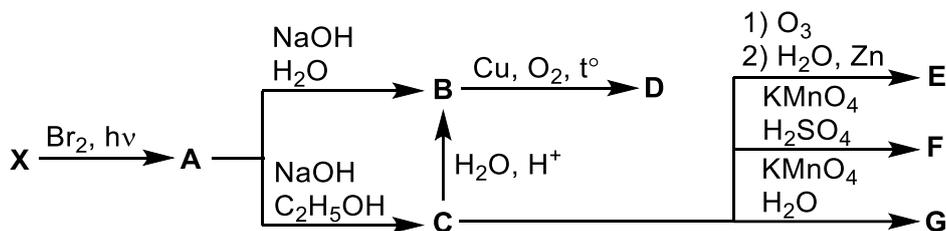
Соединение *X* в промышленности получают пиролизом метана или смеси углеводородов. В веществе *Y1* содержится 24,52 мас.% углерода и 2,06 мас. % водорода.

Реакции  $Y \rightarrow F$  и  $Z \rightarrow E$  протекают аналогично реакции  $X \rightarrow G$ . Взаимодействие *B* и *C* приводит к образованию одного продукта присоединения (соотношение  $C : H = 3 : 5$ ). Газообразное вещество *A* содержит 92,26 мас. % углерода и 7,74 мас. % водорода.

1. Определите структурные формулы веществ *X*, *Y*, *Z*, *X1*, *Y1*, *Z1* и *A–G*.
2. За счет какой особенности *X* и *Y* реагируют с реактивом Толленса?

### Задача № 11-4

Жидкий при стандартных условиях углеводород *X* характеризуется достаточной стабильностью по Байеру и генетически связан с бензолом. Вещество *X* может участвовать в следующих превращениях:



Известно, что при масс-спектрометрическом анализе вещества *E* обнаружен один сигнал, соответствующий молекулярной массе 114 а.е.м, что на 2 меньше, чем молекулярная масса *G*. Элементный анализ в обоих случаях показывает наличие трех элементов. Соединение *G* содержит 62,04 мас.% углерода, 10,41 мас.% водорода и 27,55 мас.% кислорода. Молекулярная масса вещества *B* больше, чем *C*, на 18.

1. Определите структурные формулы веществ *X* и *A–G*.
2. Возможно ли существование геометрических изомеров вещества *G*? Если возможно, изобразите их.

### Задача № 11-5

В современной промышленности распространены два способа производства металлов – пирометаллургия и гидрометаллургия. Зачастую один и тот же металл может быть получен различными методами. Например, металлическая медь из медного блеска, основным компонентом которого является вещество А ( 80,0 мас.% Cu) может быть получена двумя путями:

- обжиг А в токе кислорода, в результате которого образуется вещество Б (88,9 мас.% Cu), с последующим взаимодействием А и Б с образованием так называемой черновой меди.
- взаимодействие А с концентрированной серной кислотой с получением вещества В и последующий электролиз водного раствора В.

*1. Определите вещества А, Б и В, а также напишите уравнения реакций получения меди двумя описанными способами.*

Для получения металлической меди может использоваться также минерал ковеллин, который представляет собой сульфид меди (II). Первая стадия процесса заключается в обжиге ковеллина в токе кислорода.

*2. Напишите уравнение реакции обжига ковеллина и рассчитайте тепловой эффект данной реакции, если известно, что при получении 1,5 моль сульфида меди (II) из простых веществ выделяется 179,7 кДж теплоты, а теплоты образования оксида меди (II), оксида серы (IV) и воды равны 162, 297 и 286 кДж/моль соответственно.*

Вторая стадия – восстановление полученного на первом этапе оксида меди водородом.

*3. Напишите уравнение реакции восстановления оксида меди (II) и рассчитайте, какое количество теплоты выделится при получении 1 кг меди из сульфида меди. Выходы всех реакций примите равными 100 %.*

## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

	1	2	3		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,008																		2 He 4,0026
2	3 Li 6,941	4 Be 9,0122												5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
3	11 Na 22,9897	12 Mg 24,3050												13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
4	19 K 39,0983	20 Ca 40,078	21 Sc 44,9559		22 Ti 47,867	23 V 50,9415	24 Cr 51,9961	25 Mn 54,9380	26 Fe 55,845	27 Co 58,9332	28 Ni 58,6934	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,4678	38 Sr 87,62	39 Y 88,9059		40 Zr 91,224	41 Nb 92,9064	42 Mo 95,94	43 Tc 98,9063	44 Ru 101,07	45 Rh 102,9055	46 Pd 106,42	47 Ag 107,868	48 Cd 112,411	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,905	54 Xe 131,29
6	55 Cs 132,9054	56 Ba 137,327	57 La 138,9055	*	72 Hf 178,49	73 Ta 180,9479	74 W 183,84	75 Re 186,207	76 Os 190,23	77 Ir 192,217	78 Pt 195,078	79 Au 196,966	80 Hg 200,59	81 Tl 204,383	82 Pb 207,2	83 Bi 208,980	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	**	104 Rf [265]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [280]	112 Cn [285]	113 Uut [284]	114 Fl [289]	115 Uup [288]	116 Lv [293]	117 Uus [294]	118 Uuo [294]

*	58 Ce 140,116	59 Pr 140,9077	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,964	64 Gd 157,25	65 Tb 158,9253	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,9342	70 Yb 173,04	71 Lu 174,967
**	90 Th 232,0381	91 Pa 231,0359	92 U 238,0289	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Pb, (H), Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au

## РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

анион катион	OH <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	F <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Br <sup>-</sup>	I <sup>-</sup>	S <sup>2-</sup>	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
H <sup>+</sup>		P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P
K <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Na <sup>+</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Ag <sup>+</sup>	–	P	P	H	H	H	H	H	M	H	–	H	M
Ba <sup>2+</sup>	P	P	M	P	P	P	P	H	H	H	H	H	P
Ca <sup>2+</sup>	M	P	H	P	P	P	M	H	M	H	H	H	P
Mg <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	M	H	P	H	H	H	P
Zn <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Cu <sup>2+</sup>	H	P	P	P	P	–	H	H	P	–	–	H	P
Co <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Hg <sup>2+</sup>	–	P	–	P	M	H	H	–	P	–	–	H	P
Pb <sup>2+</sup>	H	P	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	P
Fe <sup>2+</sup>	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P
Fe <sup>3+</sup>	H	P	H	P	P	–	–	–	P	–	–	H	P
Al <sup>3+</sup>	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	M
Cr <sup>3+</sup>	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
Sn <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	M	H	–	P	–	–	H	P
Mn <sup>2+</sup>	H	P	H	P	P	H	H	H	P	H	H	H	P

P – растворимо M – малорастворимо (< 0,1 М) H – нерастворимо (< 10<sup>-4</sup> М) – – не существует или разлагается водой