

**Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Химия»
2012-2013 учебный год
9 класс**

I. Задача про сильный окислитель, калий содержащий (20 баллов).

При сгорании на воздухе металлический калий образует надпероксид. Качественный состав надпероксида калия совпадает с качественным составом оксида калия, содержание калия в этом соединении составляет 54.93% (по массе).

?1. *Определите эмпирическую формулу надпероксида калия.*

Надпероксид калия является сильным окислителем и реагирует со многими простыми и сложными веществами, при этом одним из продуктов таких реакций часто (но не всегда) является продукт реакции оксида калия с этими же веществами.

?2. *Запишите уравнение реакций надпероксида калия с:*

- a. *Оксидом водорода*
- b. *Оксидом углерода(IV)*
- c. *Оксидом углерода(II)*
- d. *Оксидом азота(IV)*
- e. *Соляной кислотой*
- f. *Серой*
- g. *Металлическим калием*

II. Задача про не совсем обычную периодичность(20 баллов).

При внимательном анализе Периодической системы мы можем обнаружить один не совсем обычный тип изменения свойств элементов и их соединений – диагональную периодичность.

Диагональная периодичность – повторяемость свойств простых веществ и соединений по диагоналям Периодической системы. Она связана с возрастанием неметаллических свойств в периодах слева направо и в группах снизу вверх. Особенно ярко диагональная периодичность проявляется в соотношении свойств элементов II и III периодов.

?1. *На примере пары металлов, один из которых относится ко II периоду, а другой – к III периоду, а также пары неметаллов, тоже из II и III периодов, проиллюстрируйте проявления диагональной периодичности. В ответе запишите уравнения соответствующих реакций и свойства простых веществ и соединений, указывающие на повторяемость их параметров при перемещении по диагоналям.*

?2. *Фосфорорганических соединений (соединений со связью P-C) гораздо больше, чем кремнийорганических соединений (соединений со связью Si-C). Объясните, какими причинами это может быть обусловлено.*

III. Задача про пищевую добавку E-523(20 баллов).

Пищевая добавка E-523, относящаяся к классу эмульгаторов, представляет собой кристаллогидрат формулы $XY(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, где X и Y –катионы с зарядами +3 и +1 соответственно. Процентное содержание кислорода в E-523 равно 70.64% (по массе); водорода – 6.181% (по массе).

?1. *Определите эмпирическую формулу добавки E-523.*

IV. Задача про растворимость индийской селитры (20 баллов).

Растворимость вещества (константа растворимости) определяется как масса твердого или жидкого вещества, способная при определенной температуре раствориться в 100 граммах растворителя с образованием насыщенного раствора.

1. Что такое насыщенный раствор?

2. Как с увеличением температуры изменяется растворимость а) твердых веществ; б) газов?

Растворимость индийской селитры (нитрата калия, KNO_3) при $10^\circ C$ составляет 20.9 г. К 200 граммам горячего 15% раствора KNO_3 добавили еще 50.0 г KNO_3 до полного растворения. Полученный раствор охладили до $10^\circ C$.

3. Рассчитайте массовую долю KNO_3 в охлажденном растворе после полного выпадения осадка, массу этого раствора и массу осадка.

V. Задача на опознание неизвестных химических элементов (20 баллов).

Ниже приведены некоторые факты из истории или свойств десяти химических элементов. Определите их по этой информации, в ответе укажите их название и атомный символ:

1. Самый легкий металл, его плотность составляет всего 0.543 г/см^3 .

2. Металл, применяющийся в аэрокосмической технике, значительным источником сырья для получения которого является морская вода.

3. Ионы этого металла окрашивают бесцветное пламя горелки в фиолетовый цвет.

4. Этот металл наряду с медью входит в состав латуни.

5. В период арабской алхимии этот элемент считался отцом всех металлов и обязательной их частью.


6. В Древнем Египте этот металл называли «небесным» и ценили гораздо выше золота.

7. Этот металл входит в состав таких минералов, как каменная соль, криолит, селитра, мирабилит, бура, нефелин и ультрамарин.

8. Этот металл получил свое название (латинское) в честь острова Кипр.

9. В газообразном виде это вещество бесцветно, в жидком – светло-голубого цвета, а в твердом – светло-синего цвета.

10. Этот элемент, недавно появившийся в таблице Менделеева, получил свое имя в честь советского ученого, благодаря идеям которого был получен целый ряд сверхтяжелых (трансурановых) химических элементов.

		Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева										VII (H)		VIII							
		I		II		III		IV		V		VI		VII (H)		VIII					
1	1	H водород 1,00794												2	He гелий 4,002602	 Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г.					
2	2	Li литий 6,941	Be бериллий 9,01218	3	B бор 10,811	4	C углерод 12,011	5	N азот 14,0067	6	O кислород 15,9994	7	F фтор 18,998403	8	Ne неон 20,179						
3	3	Na натрий 22,98977	Mg магний 24,305	11	Al алюминий 26,98154	12	Si кремний 28,0855	13	P фосфор 30,97376	14	S сера 32,066	15	Cl хлор 35,453	16	Ar аргон 39,948						
4	4	K калий 39,0983	Ca кальций 40,078	19	Sc скандий 44,95591	20	Ti титан 47,88	21	V ванадий 50,9415	22	Cr хром 51,9961	23	Mn марганец 54,9380	24	Fe железо 55,847			25	Co кобальт 58,9332	26	Ni никель 58,69
	5	Cu медь 63,546	Zn цинк 65,39	29	Ga галлий 69,723	30	Ge германий 72,59	31	As мышьяк 74,9216	32	Se селен 78,96	33	Br бром 79,904	34	Kr криптон 83,80						
5	6	Rb рубидий 85,4678	Sr стронций 87,62	37	Y иттрий 88,9059	38	Zr цирконий 91,224	39	Nb ниобий 92,9064	40	Mo молибден 95,94	41	Tc технеций [98]	42	Ru рутений 101,07			43	Rh родий 102,9055	44	Pd палладий 106,42
	7	Ag серебро 107,8682	Cd кадмий 112,41	47	In индий 114,82	48	Sn олово 118,710	49	Sb сурьма 121,75	50	Te теллур 127,60	51	I йод 126,9045	52	Xe ксенон 131,29						
6	8	Cs цезий 132,9054	Ba барий 137,33	55	La* лантан 138,9055	56	Hf гафний 178,49	57	Ta тантал 180,9479	72	W вольфрам 183,85	73	Re рений 186,207	74	Os осмий 190,2			75	Ir иридий 192,22	76	Pt платина 195,08
	9	Au золото 196,9665	Hg ртуть 200,59	79	Tl галлий 204,383	80	Pb свинец 207,2	81	Bi висмут 208,9804	82	Po полоний [209]	83	At астат [210]	84	Rn радон [222]						
7	10	Fr франций [223]	Ra радий [226]	87	Ac** актиний [227]	88	Rf резерфордий [261]	89	Db дубний [262]	104	Sg сигборгий [263]	105	Bh борий [262]	106	Hs гасий [265]			107	Mt майтнерий [266]	108	Ds дармштадтий [271]
	11	Rg рентгений [272]	Uub унубий [285]	111	(Uut) унунтрий []	112	Uuq унунквадий [287]	113	(Uup) унунпентий []	114	Uuh унунгексий [292]	115	(Uus) унунсептий []	116	Uuo унуноктий [293]						

* Лантаноиды

Ce 58 140,12 церий	Pr 59 140,9077 празеодим	Nd 60 144,24 неодим	Pm 61 [145] прометий	Sm 62 150,36 самарий	Eu 63 151,96 европий	Gd 64 157,25 галлолий	Tb 65 158,9254 тербий	Dy 66 162,50 диспрозий	Ho 67 164,9304 гольмий	Er 68 167,26 эрбий	Tm 69 168,9342 тулий	Yb 70 173,04 иттербий	Lu 71 174,967 лютеций
---------------------------------	---------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------

** Actinoidy

Th 90 232,0381 торий	Pa 91 [231] протактиний	U 92 238,0289 уран	Np 93 [237] нептуний	Pu 94 [244] плутоний	Am 95 [243] амерций	Cm 96 [247] курий	Bk 97 [247] берклий	Cf 98 [251] калifornий	Es 99 [252] эйнштейний	Fm 100 [257] фермий	Md 101 [258] менделевий	No 102 [259] нобелий	Lr 103 [260] лоренсий
-----------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	--------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	------------------------------------

Целое число в скобках – массовое число наиболее устойчивого изотопа

**Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Химия»
2012-2013 учебный год
10 класс**

I. Задача про многообразие органических соединений(20 баллов).

Многообразие органических соединений связано с уникальным свойством углерода образовывать цепочки из атомов, что в свою очередь обусловлено высокой прочностью связи углерод-углерод, которая может быть как одинарной, так и кратной – двойной или тройной.

- ?1. Запишите структурные формулы десяти углеводородов состава C_5H_n (содержащих пять атомов углерода и любое правильное количество атомов водорода), относящихся к различным классам этих органических соединений.*
- ?2. Назовите записанные Вами соединения по номенклатуре IUPAC.*

II. Задача про титанические усилия при получении титана(20 баллов).

Для получения титана используют минералы, основным компонентом которых является TiO_2 , для получения также требуются магний, углерод и хлор, которые используются (не все сразу, конечно) в двух последовательно протекающих реакциях.

- ?1. Запишите уравнения химических реакций, лежащих в основе получения титана.*
В химической промышленности расходным коэффициентом по сырью называется масса сырья, необходимая для получения одной тонны конечного продукта.
- ?2. Рассчитайте расходные коэффициенты на получение одной тонны титана по оксиду титана(IV), магнию, углероду и хлору.*

III. Задача про бром, который успокаивает двойные связи(20 баллов).

Присоединение Br_2 к кратным связям протекает стереоспецифично. Монозамещенный циклогексен может содержать как аксиальные заместители (расположенные перпендикулярно плоскости цикла), так и экваториальные (расположенные в плоскости цикла).

- ?1. Изобразите структуру основного продукта, образующегося при бромировании 4-трет-бутилциклогексена-1.*
- ?2. Объясните стереоселективность (пространственную или геометрическую) протекания этой реакции.*

Присоединение Br_2 к сопряженным диенам может протекать с образованием продуктов 1,2- и 1,4-присоединения.

- ?3. Как условия проведения реакции повлияют на выходы продуктов 1,2- и 1,4-присоединения?*
- ?4. При комнатной температуре изопрен присоединяет бром. Изобразите структуры продуктов реакции.*

IV. Старая и злая задача про определение состава смеси(20 баллов).

Смесь CaO и $CaCO_3$ полностью прореагировала со взятым в стехиометрическом количестве HCl . При этом выделилось 8.04 л углекислого газа(объем измерен при

температуре 290 К и давлении 120 кПа), а масса полученного CaCl_2 на 50.61% больше, чем масса исходной смеси.

?1. Определите состав исходной смеси (по молям).


?2. Чему равна масса раствора HCl с концентрацией 1 моль/л и плотностью 1.02 г/см³, использованного в этой реакции?

V. Задача про составление уравнений реакций (20 баллов).

?1. Допишите уравнения нижеприведенных химических реакций, добавив недостающие продукты и расставив коэффициенты.

- $\text{Zn}_{(\text{тв.})} + \text{HNO}_{3(\text{разб.})} \rightarrow \dots$
- $\text{Ga}_{(\text{тв.})} + \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH}_{(\text{р-р})} \rightarrow \dots$
- $\text{SiH}_{4(\text{газ})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
- $\text{NO}_{2(\text{газ})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
- $\text{AlCl}_{3(\text{р-р})} + \text{NH}_{3(\text{г})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \dots$
- $\text{As}_2\text{O}_{5(\text{тв.})} + \text{NaOH}_{(\text{р-р})} \rightarrow \dots$
- $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{тв.})} + \text{KNO}_{3(\text{р-р})} + \text{KOH}_{(\text{р-р})} \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_{4(\text{р-р})} + \dots$
- $\text{MnSO}_{4(\text{тв.})} + \text{NaNO}_{3(\text{тв.})} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{тв.})} \rightarrow \text{Na}_2\text{MnO}_{4(\text{тв.})} + \text{NaNO}_{2(\text{тв.})} + \dots$
- $\text{XeF}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{Xe} + \text{ClF}_3 + \dots$

?2. Укажите, какие из этих реакций не являются окислительно-восстановительными.

		Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева							VII		VIII						
		I		II		III		IV		V		VI		(H)		2 He	
1	1	H 1,00794 водород														4,002602 гелий	 Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г.
2	2	Li 6,941 литий	Be 9,01218 бериллий	B 10,811 бор	C 12,011 углерод	N 14,0067 азот	O 15,9994 кислород	F 18,998403 фтор	Ne 20,179 неон								
3	3	Na 22,98977 натрий	Mg 24,305 магний	Al 26,98154 алюминий	Si 28,0855 кремний	P 30,97376 фосфор	S 32,066 сера	Cl 35,453 хлор	Ar 39,948 аргон								
4	4	K 39,0983 калий	Ca 40,078 кальций	Sc 44,95591 скандий	Ti 47,88 титан	V 50,9415 ванадий	Cr 51,9961 хром	Mn 54,9380 марганец	Fe 55,847 железо	Co 58,9332 кобальт	Ni 58,69 никель						
	5	Cu 63,546 медь	Zn 65,39 цинк	Ga 69,723 галлий	Ge 72,59 германий	As 74,9216 мышьяк	Se 78,96 селен	Br 79,904 бром	Kr 83,80 криптон								
5	6	Rb 85,4678 рубидий	Sr 87,62 стронций	Y 88,9059 иттрий	Zr 91,224 цирконий	Nb 92,9064 ниобий	Mo 95,94 молибден	Tc [98] технеций	Ru 101,07 рутений	Rh 102,9055 родий	Pd 106,42 палладий						
	7	Ag 107,8682 серебро	Cd 112,41 кадмий	In 114,82 индий	Sn 118,710 олово	Sb 121,75 сурьма	Te 127,60 теллур	I 126,9045 йод	Xe 131,29 ксенон								
6	8	Cs 132,9054 цезий	Ba 137,33 барий	La* 138,9055 лантан	Hf 178,49 гафний	Ta 180,9479 тантал	W 183,85 вольфрам	Re 186,207 рений	Os 190,2 осмий	Ir 192,22 иридий	Pt 195,08 платина						
	9	Au 196,9665 золото	Hg 200,59 ртуть	Tl 204,383 галлий	Pb 207,2 свинец	Bi 208,9804 висмут	Po [209] полоний	At [210] астат	Rn [222] радон								
7	10	Fr [223] франций	Ra [226] радий	Ac** [227] актиний	Rf [261] резерфордий	Db [262] дубний	Sg [263] сигборгий	Bh [262] борий	Hs [265] гасий	Mt [266] майгнерий	Ds [271] дармштадтий						
	11	Rg [272] рентгений	Uub [285] унубий	(Uut) [] унундий	Uuq [287] унункваллий	Uup [] унунпентий	Uuh [292] унунгексий	(Uus) [] унунсептий	Uuo [293] унуноктий								
* Лантаноиды																	
Ce 58 140,12 церий	Pr 59 140,9077 празеодим	Nd 60 144,24 неодим	Pm 61 [145] прометий	Sm 62 150,36 самарий	Eu 63 151,96 европий	Gd 64 157,25 гадолиний	Tb 65 158,9254 тербий	Dy 66 162,50 диспрозий	Ho 67 164,9304 гольмий	Er 68 167,26 эрбий	Tm 69 168,9342 тулий	Yb 70 173,04 иттербий	Lu 71 174,967 лютеций				
** Актиноиды																	
Th 90 232,0381 торий	Pa 91 [231] протактиний	U 92 238,0289 уран	Np 93 [237] нептуний	Pu 94 [244] плутоний	Am 95 [243] америсий	Cm 96 [247] куриум	Bk 97 [247] берклий	Cf 98 [251] калifornий	Es 99 [252] эйнштейний	Fm 100 [257] фермий	Md 101 [258] менделевий	No 102 [259] нобелий	Lr 103 [260] лоренсий				

Целое число в скобках – массовое число наиболее устойчивого изотопа

Межрегиональная предметная олимпиада Казанского федерального университета
по предмету «Химия»

2012-2013 учебный год

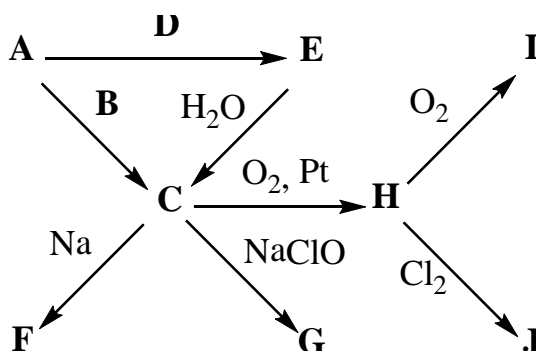
11 класс

I. Задача про серебро, облагораживающее карбоновые кислоты(20 баллов).

Серебряные соли двух органических карбоновых кислот содержат соответственно 64.7 и 54.8% серебра (по массе). Количественный состав обеих кислот одинаков – они содержат 40% углерода и 6.67% водорода.

1. Определите молекулярные формулы кислот, о солях которых идет речь в условии.
2. Запишите структурные формулы, которые могут соответствовать этим кислотам и назовите их в соответствии с номенклатурой.

II. Задача про безжизненный элемент(20 баллов).



1. Расшифруйте схему превращений, запишите формулы и названия веществ А – J, а также уравнения соответствующих реакций, если дополнительно известно, что вещество А является основным компонентом атмосферы, вещества В и D – простые, содержание элемента А в веществах С, Е и G равно 82.4%, 40.2% и 87.5% соответственно.

2. Приведите 3 примера использования вещества А в промышленности.

Элемент А входит в состав солей М и N, причем его содержание в них составляет 35 и 43.75% соответственно. Кроме элемента А эти соли содержат еще 2 элемента – кислород и водород.

3. Определите вещества М и N, напишите уравнения реакций их термического разложения.
4. Является ли элемент А «безжизненным»?

III. Задача о «запахе смерти»(20 баллов).

При гниении белков под действием микроорганизмов образуются диамины - путресцин (бутандиамин-1,4) и кадаверин (пентандиамин-1,5). И тот, и другой ядовиты и обладают отвратительным запахом.

1. Из каких α-аминокислот и в результате каких реакций получают эти диамины?
2. Какой полимер получают из мономера - аналога этих соединений?
3. Почему люди «одеваются» в изделия из этого полимера?
4. Почему материалы из этого полимера не пахнут гниющим мясом и не ядовиты?

IV. Задача про кровавую соль(20 баллов).

Два соединения А и В состоят из калия, углерода, азота и некоторого элемента С. Соединение А содержит 35.64% калия, 21.88% углерода и 25.51% азота, а соединение В – 42.47%, 19.55% и 22.81% соответственно.

?1. Определите элемент С и формулы соединений А и В, ответ подтвердите расчетами.

?2. Приведите исторические названия соединений А и В.

Элемент С образует два хлорида D и E с содержанием C 44.06% и 34.43% соответственно. При сливании растворов хлорида D и соединения A образуется синий осадок F с содержанием элемента C 36.41%. Такой же синий осадок образуется при взаимодействии растворов хлорида E и соединения B.

?3. Приведите формулы и названия веществ D и E, ответ подтвердите расчетами.

?4. Определите вещество F, приведите уравнения упомянутых реакций.

?5. Как получить вещества D и E из элемента C? Приведите уравнения реакций.

При взаимодействии соединения А с перекисью водорода в щелочной среде образуется соединение В. Если к раствору хлорида E добавить йодид калия, то выпадет бурый осадок.


?6. Приведите уравнения упомянутых реакций.

V. Задача про совершенство молекулярных форм (20 баллов).

В теории химической связи (параллельно концепции гибридизации) существует подход к объяснению и предсказанию геометрии молекул, который называется теорией отталкивания валентных электронных пар (ОВЭП). Несмотря на «страшное» название, суть этого подхода очень проста и понятна: пары электронов, образующие химические связи и неподеленные электронные пары в молекулах стремятся расположиться как можно дальше друг от друга. Например: в молекуле метана имеется 4 связи C—H. Электронные пары, ответственные за образование этих 4 связей, расположатся максимально далеко друг от друга только тогда, когда молекула примет форму тетраэдра, у которого в центре находится атом C, а в вершинах – атомы H.

?1. Используя концепцию ОВЭП, предскажите и изобразите расположение атомов, указав примерное значение валентных углов (углов между химическими связями) для следующих соединений: BeF_2 , $AlCl_3$, SiH_4 , CO_2 , MoF_6 , H_2O , NCl_3 .

?2. Связь C—F является сильнополярной связью (обладает дипольным моментом, указывающим на смещение электронной плотности от углерода к фтору), однако молекула CF_4 , содержащая целых четыре связи C—F, неполярна, ее дипольный момент равен 0. Объясните, почему.

		Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева										VII		VIII					
		I		II		III		IV		V		VI		(H)		2 He			
1	1	H	1											2	He	 Периодический закон открыт Д.И. Менделеевым в 1869 г.			
		1,00794 водород												4,002602 гелий					
2	2	Li	3	Be	4	5	B	6	C	7	N	8	O	9	F			10	Ne
		6,941 литий	9,01218 бериллий	10,811 бор	12,011 углерод	14,0067 азот	15,9994 кислород	18,998403 фтор	20,179 неон										
3	3	Na	11	Mg	12	13	Al	14	Si	15	P	16	S	17	Cl			18	Ar
		22,98977 натрий	24,305 магний	26,98154 алюминий	28,0855 кремний	30,97376 фосфор	32,066 сера	35,453 хлор	39,948 аргон										
4	4	K	19	Ca	20	Sc	21	Ti	22	V	23	Cr	24	Mn	25			Fe	26
		39,0983 калий	40,078 кальций	44,95591 скандий	47,88 титан	50,9415 ванадий	51,9961 хром	54,9380 марганец	55,847 железо	58,9332 кобальт	58,69 никель								
4	5	Cu	29	Zn	30	Ga	31	Ge	32	As	33	Se	34	Br	35			Kr	
		63,546 медь	65,39 цинк	69,723 галлий	72,59 германий	74,9216 мышьяк	78,96 селен	79,904 бром	83,80 криптон										
5	6	Rb	37	Sr	38	Y	39	Zr	40	Nb	41	Mo	42	Tc	43	Ru	44		
		85,4678 рубидий	87,62 стронций	88,9059 иттрий	91,224 цирконий	92,9064 ниобий	95,94 молибден	98,9062 технеций [98]	101,07 рутений	101,07 родий	106,42 палладий								
5	7	Ag	47	Cd	48	In	49	Sn	50	Sb	51	Te	52	I	53	Xe			
		107,8682 серебро	112,41 кадмий	114,82 индий	118,710 олово	121,75 сурьма	127,60 теллур	126,9045 йод	131,29 ксенон										
6	8	Cs	55	Ba	56	La*	57	Hf	72	Ta	73	W	74	Re	75	Os	76		
		132,9054 цезий	137,33 барий	138,9055 лантан	178,49 гафний	180,9479 тантал	183,85 вольфрам	186,207 рений	190,2 осмий	192,22 иридий	195,08 платина								
6	9	Au	79	Hg	80	Tl	81	Pb	82	Bi	83	Po	84	At	85	Rn			
		196,9665 золото	200,59 ртуть	204,383 галлий	207,2 свинец	208,9804 висмут	[209] полоний	[210] астат	[222] радон										
7	10	Fr	87	Ra	88	Ac**	89	Rf	104	Db	105	Sg	106	Bh	107	Hs	108		
		[223] франций	[226] радий	[227] актиний	[261] резерфордий	[262] дубний	[263] сиборгий	[263] борий	[265] гасний	[266] майгнерий	[271] дармштадтий								
7	11	Rg	111	Uub	112	(Uut)	113	(Uuq)	114	(Uup)	115	(Uuh)	116	(Uus)	117	(Uuo)			
		[272] рентгений	[285] унгвобий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий	[] унгвирбий		

* Лантаноиды																											
Ce	58	Pr	59	Nd	60	Pm	61	Sm	62	Eu	63	Gd	64	Tb	65	Dy	66	Ho	67	Er	68	Tm	69	Yb	70	Lu	71
140,12 церий	140,9077 прасодим	144,24 неодим	[145] прометий	150,36 самарий	151,96 европий	157,25 гадолиний	162,50 тербий	164,9304 диспрозий	167,26 гольмий	168,9342 эрбий	173,04 тулий	174,967 иттербий	175,054 лютеций														

** Актиноиды																											
Th	90	Pa	91	U	92	Np	93	Pu	94	Am	95	Cm	96	Bk	97	Cf	98	Es	99	Fm	100	Md	101	No	102	Lr	103
232,0381 торий	[231] протактиний	238,0289 уран	[237] нептуний	[244] плутоний	[243] амерций	[247] куриум	[251] берклий	[252] калifornий	[257] эйнштейний	[258] фермий	[259] менделеевий	[260] нобелий	[261] лоуренсий														

Целое число в скобках – массовое число наиболее устойчивого изотопа

Решения:

9 класс

I. Задача про сильный окислитель, калий содержащий.

Если качественный состав надпероксида калия совпадает с качественным составом оксида, то он состоит из калия и кислорода, формула этого соединения K_xO_y . Определим простейшую формулу:

$$x:y = \frac{\omega(K)}{A_r(K)} : \frac{\omega(O)}{A_r(O)} = \frac{54.93}{39} : \frac{45.07}{16} = 1:2$$

и формула надпероксида калия – KO_2

Уравнения реакций(без коэффициентов):

1. $KO_2 + H_2O = KOH + O_2$
2. $KO_2 + CO_2 = K_2CO_3 + O_2$
3. $KO_2 + CO = K_2CO_3$
4. $KO_2 + NO_2 = KNO_3 + O_2$
5. $KO_2 + HCl = KCl + H_2O + O_2$
6. $KO_2 + S = K_2SO_4$
7. $KO_2 + K = K_2O$

II. Задача про не совсем обычную периодичность.

Ответ на первый вопрос скорее творческий, поэтому общий шаблон тут сложно предложить. Главное, чтобы уравнения реакций присутствовали в ответе. Возможные пары металлов и неметаллов, которые можно сравнить: литий и магний, бериллий и алюминий, бор и кремний.

Так, *литий и магний* могут гореть в азоте при комнатной температуре, сгорают до оксидов на воздухе.

Бериллий и алюминий проявляют амфотерные свойства.

Бор и кремний образуют летучие, весьма реакционноспособные молекулярные гидриды.

Диагональную периодичность не следует понимать как абсолютное сходства атомных, молекулярных, термодинамических и других свойств. Так, в своих соединениях атом лития имеет степень окисления (+1), а атом магния - (+2). Однако свойства ионов Li^+ и Mg^{2+} очень близки, проявляясь, в частности, в малой растворимости карбонатов и ортофосфатов.

Большее количество фосфорорганических соединений по сравнению с кремнийорганическими связано с тем, что между элементами 2-го и 3-го периода в большей степени проявляется диагональная, а не вертикальная периодичность, поэтому фосфор больше похож по свойствам на углерод, перекрывание орбиталей углерода и фосфора более эффективно, чем перекрывание орбиталей углерода и кремния, поэтому связь углерод-кремний менее прочна, чем связь углерод-фосфор.

III. Задача про пищевую добавку E-523

Если обозначить атомную массу катионов X и Y как $A_r(X)$ и $A_r(Y)$, соответственно, то можно определить их сумму:

$$\omega(O) = \frac{8 \times 16 + 12 \times 16}{[A_r(X) + A_r(Y)] + 2 \times 96 + 12 \times 18} = 0.7064$$

где 96 – относительная молекулярная масса кислотного остатка сульфата (SO_4^{2-}), а 18 – относительная молекулярная масса воды. Решая это уравнение, получим:

$$[A_r(X) + A_r(Y)] = 45$$

Если искать однозарядные катионы среди металлов, способных проявлять валентность (I), трехзарядный ион с соответствующей массой не найдется. Рассчитаем $[A_r(X) + A_r(Y)]$, используя информацию о содержании водорода:

$$\omega(H) = \frac{12 \times 2}{[A_r(X) + A_r(Y)] + 2 \times 96 + 12 \times 18} = 0.06181$$

Решая это уравнение, получим:

$$[A_r(X) + A_r(Y)] = -19.7$$

Значения $[A_r(X) + A_r(Y)]$, вычисленные по содержанию кислорода и водорода, радикально отличаются, это говорит о том, что водород входит в состав одного из катионов, а сумма масс катионов, полученная во втором случае, неверна.

Тогда наиболее логично предположить, что однозарядный катион Y – содержащий водород катион аммония NH_4^+ , относительная молекулярная масса которого составляет 18, тогда масса второго иона – 27, что соответствует алюминию.

Формула добавки E-523 – $Al(NH_4)(SO_4)_2 \times 12H_2O$, это алюмоаммонийные квасцы.

IV. Задача про растворимость индийской селитры.

1. *Насыщенный раствор — раствор, в котором растворённое вещество при данных условиях достигло максимальной концентрации и больше не растворяется. Осадок данного вещества находится в равновесном состоянии с веществом в растворе.*
2. *С увеличением температуры растворимость а) твердых веществ увеличивается; б) газов - уменьшается?*

В 200 граммах 15%-го раствора содержится 30 грамм селитры и 170 грамм воды, после прибавления к раствору твердой селитры масса воды останется прежней, а вот масса селитры станет равной 80 граммам. При охлаждении раствора до $10^\circ C$ растворимость селитры падает, в 100 граммах растворителя может раствориться только 20.9 грамм KNO_3 , в 170 граммах воды соответственно может раствориться 35.53 грамма селитры.

В таком случае масса выпадающего осадка селитры $80 - 35.53 = 44.47$ грамма; масса раствора после осаждения нитрата калия – 205.53 грамма; массовая доля селитры в растворе – $(35.53/205.53) \times 100\% = 17.29\%$.

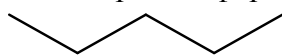
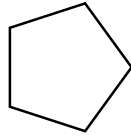
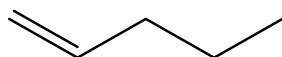
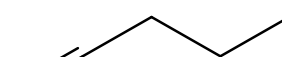

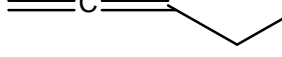
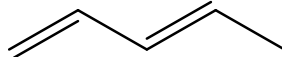
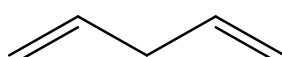
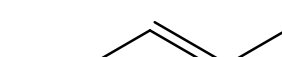
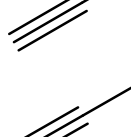
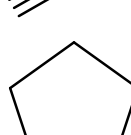
V. Задача на опознание неизвестных химических элементов.

1. Самый легкий металл, его плотность составляет всего 0.543 г/см^3 **Литий**
2. Металл, применяющийся в аэрокосмической технике, значительным источником сырья для получения которого является морская вода. **Магний**
3. Ионы этого металла окрашивают бесцветное пламя горелки в фиолетовый цвет. **Калий**
4. Этот металл наряду с медью входит в состав латуни. **Цинк**
5. В период арабской алхимии этот элемент считался отцом всех металлов, и обязательной их частью. **Сера**.
6. В Древнем Египте этот металл называли «небесным» и ценили гораздо выше золота. **Железо**
7. Этот металл входит в состав таких минералов, как каменная соль, криолит, селитра, мирабилит, бура, нефелин и ультрамарин. **Натрий**
8. Этот металл получил свое название (латинское) в честь острова Кипр. **Медь**
9. В газообразном виде это вещество бесцветно, в жидком – светло-голубого цвета, а в твердом – светло-синего цвета. **Кислород**
10. Этот элемент, недавно появившийся в таблице Менделеева, получил свое имя в честь советского ученого, благодаря идеям которого был получен целый ряд сверхтяжелых (трансуранных) химических элементов. **Флеровий(F1)**

10 класс

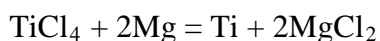
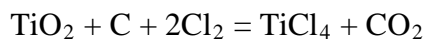
I. Задача про многообразие органических соединений.

Можно отобразить формулы следующих соединений:

-  - алканы, пентан
-  - циклоалканы, циклопентан
-  - алкены, пентен-1
-  - алкины, пентин-1
-  - кумулированные диены, пентадиен-1,2
-  - сопряженные диены, пентадиен-1,3
-  - изолированные диены, пентадиен-1,4
-  - енины, пентен-3-ин-1
-  - диины, пентадиин-1,4
-  - циклоалкены, циклопентен
-  - циклодиены, циклопентадиен

II. Задача про титанические усилия при получении титана.

Получение титана из его диоксида реализуется в ходе двухстадийного процесса:



На получение 1 моль титана требуется 1 моль TiO_2 , 1 моль C , 2 моль Cl_2 , 2 моль Mg

1 тонна титана составляет 20.83 кмоль, следовательно для ее получения потребуется:

20.83 кмоль TiO_2 или 1.666 тонна – **расходный коэффициент по диоксиду титана**

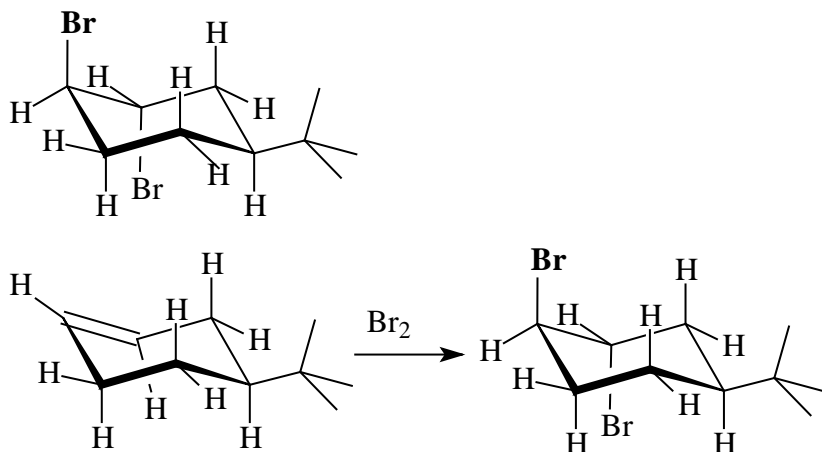
20.83 кмоль C или 0.220 тонны – **расходный коэффициент по углероду**

41.66 кмоль Cl_2 или 2.98 тонны – расходный коэффициент по хлору

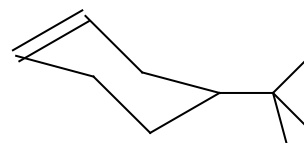
41.66 кмоль Mg или 1.00 тонна – расходный коэффициент по магнию

III. Задача про бром, который успокаивает двойные связи.

1. Продукт транс присоединения или диаксиальноеобромирование.

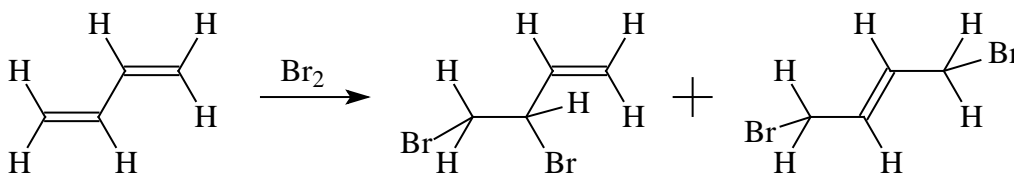


2. 4-трет-Бутилциклогексен-1 существует преимущественно в конформации с

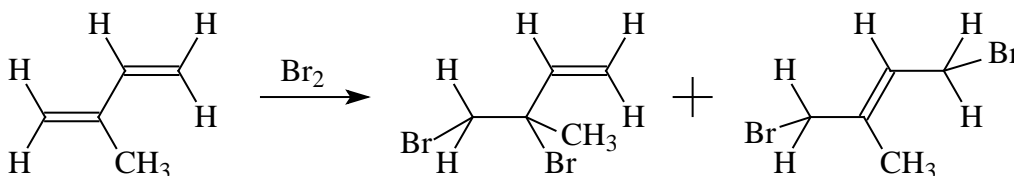


экваториальной объемистой трет-бутильной группой.

3. Образование продуктов 1,2- и 1,4-присоединения Br_2 к сопряженным диенам является кинетически и термодинамически контролируемыми процессами соответственно. Продукт 1,2-присоединения является основным при низких температурах -50° - -70°C , продукт 1,4-присоединения – при повышенных температурах 60° - 80°C .

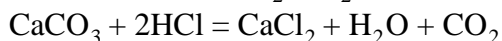
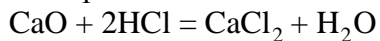


4. $\text{CH}_2\text{Br}-\text{C}(\text{CH}_3)\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}_2$ (1,2-присоединение), $\text{CH}_2\text{Br}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$ (1,4-присоединение).



IV. Старая и злая задача про определение состава смеси.

Произошли реакции:



Определяем количество выделившегося CO_2 :

$$pV = \nu RT; 120 \text{ кПа} \cdot 8.04 \text{ л} = \nu [8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \times \text{К})] \cdot 290 \text{ К}$$

$$\nu(\text{CO}_2) = 0.4 \text{ моль}$$

По стехиометрическому уравнению $\nu(\text{CaCO}_3) = 0.4 \text{ моль}$.

Обозначим $\nu(\text{CaO})$ за x моль.

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль}; M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}; M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ г/моль}$$

$$\text{Масса исходной смеси } m_1 = 0.4 \cdot 56 + 100x.$$

$$\text{Масса образовавшегося хлорида кальция } m_2 = 111(0.4 + x).$$

Исходя из того, что масса образовавшегося хлорида составляет 150.61% от массы исходной смеси, получаем: $m_2/m_1 = 1.5061$, отсюда $x = 0.6$ и $\nu(\text{CaO}) = 0.6 \text{ моль}$.

В соответствии с уравнениями с **0.6 моль** CaO прореагирует **1.2 моль** HCl , а с **0.4 моль** CaCO_3 – **0.8 моль** HCl , то есть суммарное количество хлороводорода для этой реакции – 2 моль, такое количество будет содержаться в 2 литрах раствора с концентрацией 1 моль/л, с учетом плотности раствора это соответствует **2040 граммам**.

V. Задача про составление уравнений реакций

Схемы реакций (без коэффициентов). **Жирным** выделены реакции, протекающие без изменения степени окисления

1. $\text{Zn}_{(\text{тв.})} + \text{HNO}_{3(\text{разб.})} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Ga}_{(\text{тв.})} + \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH}_{(\text{р-р})} \rightarrow \text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
3. $\text{SiH}_{4(\text{газ})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2$ (можно H_2SiO_3) + H_2
4. $\text{NO}_{2(\text{газ})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$
5. $\text{AlCl}_{3(\text{р-р})} + \text{NH}_{3(\text{г})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$
6. $\text{As}_2\text{O}_{5(\text{тв.})} + \text{NaOH}_{(\text{р-р})} \rightarrow \text{NaAsO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
7. $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{тв.})} + \text{KNO}_{3(\text{р-р})} + \text{KOH}_{(\text{р-р})} \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_{4(\text{р-р})} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
8. $\text{MnSO}_{4(\text{тв.})} + \text{NaNO}_{3(\text{тв.})} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{тв.})} \rightarrow \text{Na}_2\text{MnO}_{4(\text{тв.})} + \text{NaNO}_{2(\text{тв.})} + \text{CO}_2$
9. $\text{XeF}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{Xe} + \text{ClF}_3 + \text{HF}$

11 класс

I. Задача про серебро, облагораживающее карбоновые кислоты.

Из процентного состава искомым кислот получаем, что их простейшая формула CH_2O , а молекулярная $(\text{CH}_2\text{O})_n$

Поскольку состав карбоксильной группы $-\text{COOH}$, минимальное $n=2$. Для $n = 2$ формула $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ может соответствовать только одной кислоте – уксусной (CH_3COOH), при этом для $n>2$ кислород должен входить в состав радикала кислоты ($\text{R}-\text{COOH}$), поскольку по условию кислоты одноосновны.

Серебряные соли этих кислот имеют формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{O}_n\text{Ag}$, их молекулярная масса:

$$M = 30n + 107$$

$$\text{Процентное содержание серебра: } \omega(\text{Ag}) = \frac{107}{30n+107} \cdot 100\%$$

Отсюда вычисляем, что для первой кислоты $n = 2$, и это уксусная кислота, CH_3COOH ; для второй кислоты $n=3$, ее молекулярная формула $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$, ей могут соответствовать три структурных формулы:

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ – 2-гидроксипропановая кислота (молочная кислота)

$\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ – 3-гидроксипропановая кислота

$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2\text{COOH}$ – метоксиуксусная кислота

II. Задача про безжизненный элемент.

Вещества:

A – N_2 , азот

B – H_2 , водород

C – NH_3 , аммиак

D – Li , литий

E – Li_3N , нитрид лития

F – NaNH_2 , амид натрия

G – N_2H_4 , гидразин

H – NO , оксид азота(II)

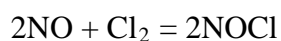
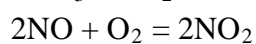
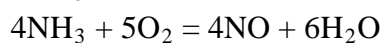
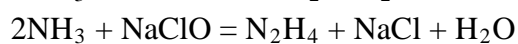
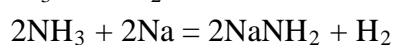
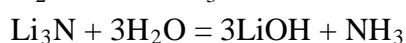
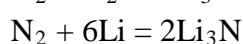
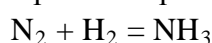
I – NO_2 , оксид азота(IV)

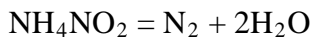
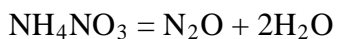
J – NOCl , оксохлорид азота(II)

M – NH_4NO_3 , нитрат аммония

N – NH_4NO_2 , нитрит аммония

Уравнения реакций:



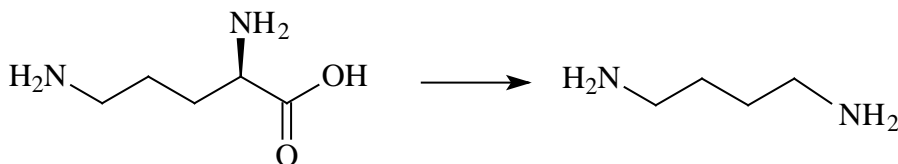


Примеры использования азота в промышленности: получение аммиака, создание инертной атмосферы, криотехника.

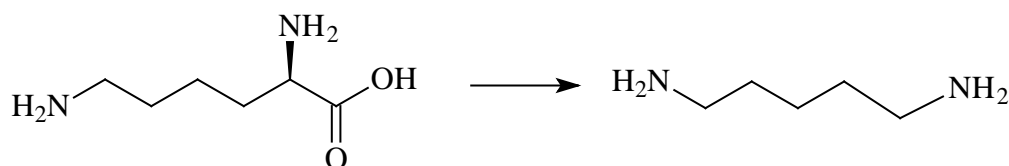
Хотя название «азот» и отрицает жизнь, тем не менее, азот является жизненно важным элементом, т.к. входит в состав белков и нуклеиновых кислот.

III. Задача «запахе смерти».

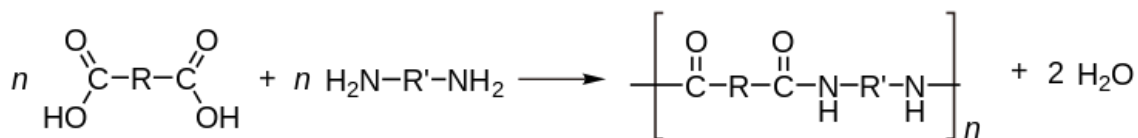
1. Из орнитина образуется путресцин



из лизина – кадаверин

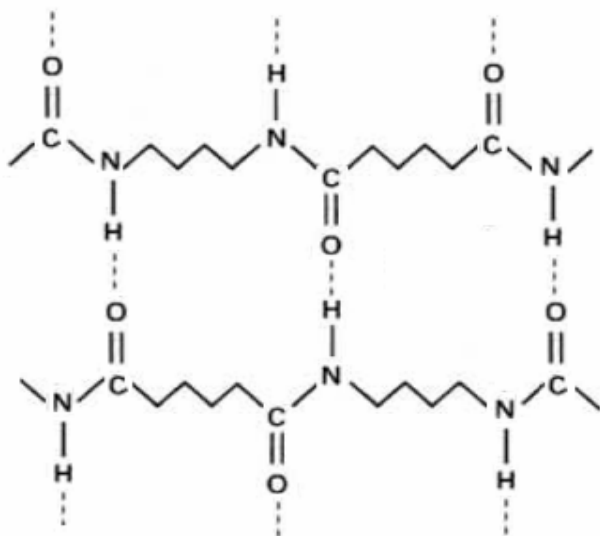


2. Продуктом полимеризации гексаметилендиамина и адипиновой кислоты является нейлон-6,6 (полигексаметиленадипамид).

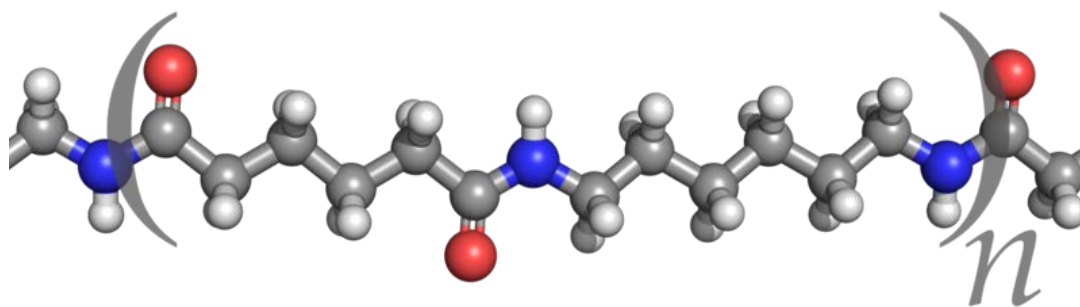


$\text{R} = (\text{CH}_2)_4$, $\text{R}' = (\text{CH}_2)_6$

3. Параллельные цепи полигексаметиленадипамида связываются за счет водородных связей между амидными группами. Это придает волокнам большую прочность и эластичность и позволяет изготавливать из них нейлоновые чулки.



4. Найлон-6,6 представляет собой прочный, упругий, устойчивый к истиранию материал с умеренной водостойкостью. Полипептид не содержит аминогрупп, поэтому материалы из него не пахнут гниющим мясом и не ядовиты.



IV. Задача про кровавую соль.

Определить элемент **С** можно из состава хлоридов:

$$M_{\text{экв.}}(\text{C}) = M_{\text{экв.}}(\text{Cl})/W_{\text{D}}(\text{Cl}) - M_{\text{экв.}}(\text{Cl}) = 35.45 \text{ г/моль}/0.5594 - 35.45 \text{ г/моль} = 27.92 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{экв.}}(\text{C}) = M_{\text{экв.}}(\text{Cl})/W_{\text{E}}(\text{Cl}) - M_{\text{экв.}}(\text{Cl}) = 35.45 \text{ г/моль}/0.6557 - 35.45 \text{ г/моль} = 18.61 \text{ г/моль}$$

Наименьшее общее кратное этих чисел 55.85 г/моль, что соответствует железу. Тогда:

С– железо

Д– FeCl_2 , хлорид железа(II)

Е– FeCl_3 , хлорид железа(III)

Состав соединений **А** и **В** можно вычислить из массового содержания элементов.

Соединение **А**:

$$N(\text{K}):N(\text{Fe}):N(\text{C}):N(\text{N}) = 35.64/39.1 : 16.97/55.85 : 21.88/12 : 25.51/14 = 3:1:6:6$$

Т.о. **А** – $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

Соединение **В**:

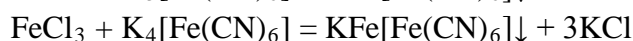
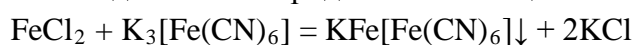
$$N(\text{K}):N(\text{Fe}):N(\text{C}):N(\text{N}) = 42.47/39.1 : 15.17/55.85 : 19.55/12 : 22.81/14 = 4:1:6:6$$

Т.о. **В** – $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

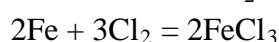
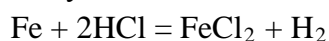
Исторические названия соединений **А** и **В**– красная кровавая соль и желтая кровавая соль соответственно.

Г– $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, что можно установить из содержания железа.

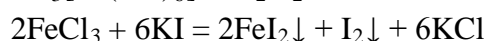
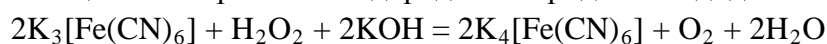
Взаимодействие хлоридов **Д** и **Е** с веществами **А** и **В** соответственно:



Получение веществ **Д** и **Е** из элемента **С**:



Реакции **А** с перекисью водорода и хлорида **Е** с йодидом калия соответственно:



V. Задача про совершенство молекулярных форм.

1. BeF_2 – линейная молекула, угол F–Be–F 180°
2. AlCl_3 – плоский треугольник, угол Cl–Al–Cl 120°
3. SiH_4 – тетраэдр, угол H–Si–H $109^\circ 28'$
4. CO_2 – линейная молекула, угол O–C–O 180°

5. MoF_6 – октаэдр, угол F–Mo–F 90°
6. H_2O – угольная молекула, искаженный тетраэдр угол H–O–H чуть меньше $109^\circ 28'$
7. NCl_3 – пирамидальная молекула, искаженный тетраэдр угол Cl–N–Cl чуть меньше $109^\circ 28'$

Строение молекулы CF_4 тетраэдрическое, дипольный момент – величина векторная, и четыре вектора дипольного момента связей C–F, организуясь в тетраэдрическую форму, в соответствии с правилами векторного сложения, компенсируются, в результате чего у молекулы CF_4 нет дипольного момента.

Решения и разбалловка:

9 класс

I. Задача про сильный окислитель, калий содержащий.

Если качественный состав надпероксида калия совпадает с качественным составом оксида, то он состоит из калия и кислорода, формула этого соединения K_xO_y . Определим простейшую формулу:

$$x:y = \frac{\omega(K)}{A_r(K)} : \frac{\omega(O)}{A_r(O)} = \frac{54.93}{39} : \frac{45.07}{16} = 1:2$$

и формула надпероксида калия – KO_2

Уравнения реакций(без коэффициентов):

1. $KO_2 + H_2O = KOH + O_2$
2. $KO_2 + CO_2 = K_2CO_3 + O_2$
3. $KO_2 + CO = K_2CO_3$
4. $KO_2 + NO_2 = KNO_3 + O_2$
5. $KO_2 + HCl = KCl + H_2O + O_2$
6. $KO_2 + S = K_2SO_4$
7. $KO_2 + K = K_2O$

Разбалловка:

За определение формулы пероксида –

6 баллов

За каждую реакцию – по 2 балла (если коэффициентов нет, или они расставлены неправильно – по 1 баллу) –

14 баллов

ИТОГО: 20 баллов

II. Задача про не совсем обычную периодичность.

Ответ на первый вопрос скорее творческий, поэтому общий шаблон тут сложно предложить. Главное, чтобы уравнения реакций присутствовали в ответе. Возможные пары металлов и неметаллов, которые можно сравнить: литий и магний, бериллий и алюминий, бор и кремний.

Так, *литий и магний* могут гореть в азоте при комнатной температуре, сгорают до оксидов на воздухе.

Бериллий и алюминий проявляют амфотерные свойства.

Бор и кремний образуют летучие, весьма реакционноспособные молекулярные гидриды.

Диагональную периодичность не следует понимать как абсолютное сходства атомных, молекулярных, термодинамических и других свойств. Так, в своих соединениях атом лития имеет степень окисления (+1), а атом магния - (+2). Однако свойства ионов Li^+ и Mg^{2+} очень близки, проявляясь, в частности, в малой растворимости карбонатов и ортофосфатов.

Большее количество фосфорорганических соединений по сравнению с кремнийорганическими связано с тем, что между элементами 2-го и 3-го периода в большей степени проявляется диагональная, а не вертикальная периодичность, поэтому фосфор больше похож по свойствам на углерод, перекрывание орбиталей углерода и фосфора более эффективно, чем перекрывание орбиталей углерода и кремния, поэтому связь углерод-кремний менее прочна, чем связь углерод-фосфор.

Разбалловка:

<i>За сравнение пары металл-металл (с уравнениями) –</i>	8 баллов
<i>За сравнение пары неметалл-неметалл (с уравнениями) –</i>	8 баллов
<i>За объяснение причин большего распространения ФОС –</i>	4 балла

ИТОГО: 20 баллов

III. Задача про пищевую добавку E-523

Если обозначить атомную массу катионов X и Y за $A_r(X)$ и $A_r(Y)$, соответственно, то можно определить их сумму:

$$\omega(O) = \frac{8 \times 16 + 12 \times 16}{[A_r(X) + A_r(Y)] + 2 \times 96 + 12 \times 18} = 0.7064$$

где 96 – относительная молекулярная масса кислотного остатка сульфата (SO_4^{2-}), а 18 – относительная молекулярная масса воды. Решая это уравнение, получим:

$$[A_r(X) + A_r(Y)] = 45$$

Если искать однозарядные катионы среди металлов, способных проявлять валентность (I), трехзарядный ион с соответствующей массой не найдется. Рассчитаем $[A_r(X) + A_r(Y)]$, используя информацию о содержании водорода:

$$\omega(H) = \frac{12 \times 2}{[A_r(X) + A_r(Y)] + 2 \times 96 + 12 \times 18} = 0.06181$$

Решая это уравнение, получим:

$$[A_r(X) + A_r(Y)] = -19.7$$

Значения $[A_r(X) + A_r(Y)]$, вычисленные по содержанию кислорода и водорода, радикально отличаются, это говорит о том, что водород входит в состав одного из катионов, а сумма масс катионов, полученная во втором случае, неверна.

Тогда наиболее логично предположить, что однозарядный катион Y–содержащий водород катион аммония NH_4^+ , относительная молекулярная масс которого составляет 18, тогда масса второго иона – 27, что соответствует алюминию.

Формула добавки E-523 – $Al(NH_4)(SO_4)_2 \times 12H_2O$, это алюмоаммонийные квасцы.

Разбалловка:

За определение искомой формулы - **20 баллов**(если человек использует информацию о процентном содержании и кислорода и водорода – либо таком, которое описано в авторском решении, либо догадывается про аммоний, а водород использует без проверки) Если человек ведет расчет только по содержанию кислорода, догадывается о ионе аммония, но не использует содержание водорода, - **12 баллов** (надо использовать все результаты анализа).

Если человек выводит математическую модель поиска катионов, но ошибается в расчетах или не догадывается об аммонии – от **1** до **11** баллов (в зависимости от валидности модели и уровня ошибок).

ИТОГО: 20 баллов**IV. Задача про растворимость индийской селитры.**

1. Насыщенный раствор — раствор, в котором растворённое вещество при данных условиях достигло максимальной концентрации и больше не растворяется. Осадок данного вещества находится в равновесном состоянии с веществом в растворе.
2. С увеличением температуры растворимость а) твердых веществ увеличивается; б) газов - уменьшается?

В 200 граммах 15%-го раствора содержится 30 грамм селитры и 170 грамм воды, после прибавления к раствору твердой селитры масса воды останется прежней, а вот масса селитры станет равной 80 граммам. При охлаждении раствора до 10°C растворимость селитры падает, в 100 граммах растворителя может раствориться только 20.9 грамм KNO_3 , в 170 граммах воды соответственно может раствориться 35.53 грамма селитры.

В таком случае масса выпадающего осадка селитры $80 - 35.53 = 44.47$ грамма; масса раствора после осаждения нитрата калия – 205.53 грамма; массовая доля селитры в растворе – $(35.53/205.53) \times 100\% = 17.29\%$.

Разбалловка:

За определение насыщенного раствора –	4 балла
За предсказание изменения растворимости от температуры (2 балла – твёрдые в-ва + 2 балла газы) –	4 балла
Расчет массы осадка –	6 баллов
Расчет массы раствора –	3 балла
Расчет массовой доли селитры в растворе–	3 балла

ИТОГО: 20 баллов**V. Задача на опознание неизвестных химических элементов.**

1. Самый легкий металл, его плотность составляет всего 0.543 г/см³ **Литий**
2. Металл, применяющийся в аэрокосмической технике, значительным источником сырья для получения которого является морская вода. **Магний**

3. Ионы этого металла окрашивают бесцветное пламя горелки в фиолетовый цвет.
Калий
4. Этот металл наряду с медью входит в состав латуни. **Цинк**
5. В период арабской алхимии этот элемент считался отцом всех металлов, и обязательной их частью. **Сера**.
6. В Древнем Египте этот металл называли «небесным» и ценили гораздо выше золота.
Железо
7. Этот металл входит в состав таких минералов, как каменная соль, криолит, селитра, мирабилит, бура, нефелин и ультрамарин. **Натрий**
8. Этот металл получил свое название (латинское) в честь острова Кипр. **Медь**
9. В газообразном виде это вещество бесцветно, в жидком – светло-голубого цвета, а в твердом – светло-синего цвета. **Кислород**
10. Этот элемент, недавно появившийся в таблице Менделеева, получил свое имя в честь советского ученого, благодаря идеям которого был получен целый ряд сверхтяжелых (трансурановых) химических элементов. **Флеровий(F1)**

Разбалловка:

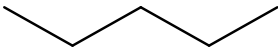
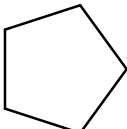
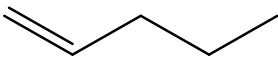
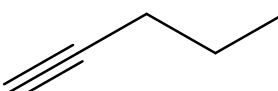
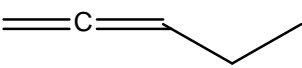
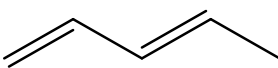
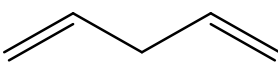
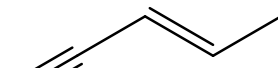
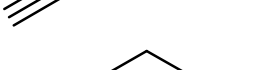
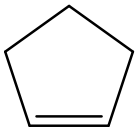
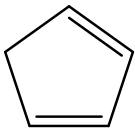
За каждый элемент с символом – по 2 балла (если без символов – по 1 баллу).

ИТОГО: 20 баллов

10 класс

I. Задача про многообразие органических соединений.

Можно отобразить формулы следующих соединений:

-  - алканы, пентан
-  - циклоалканы, циклопентан
-  - алкены, пентен-1
-  - алкины, пентин-1
-  - кумулированные диены, пентадиен-1,2
-  - сопряженные диены, пентадиен-1,3
-  - изолированные диены, пентадиен-1,4
-  - енины, пентен-3-ин-1
-  - диины, пентадиин-1,4
-  - циклоалкены, циклопентен
-  - циклодиены, циклопентадиен

Разбалловка:

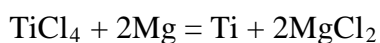
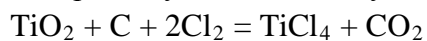
За каждую правильную структуру, относящегося к новому классу (изомеры положения связей для алкенов и алкинов, изомеры цепи не являются межклассовыми) – по 1 баллу

За каждое правильное название – по 1 баллу

ИТОГО: 20 баллов

II. Задача про титанические усилия при получении титана.

Получение титана из его диоксида реализуется в ходе двухстадийного процесса:



На получение 1 моль титана требуется 1 моль TiO_2 , 1 моль C , 2 моль Cl_2 , 2 моль Mg

1 тонна титана составляет 20.83 кмоль, следовательно для ее получения потребуется:

20.83 кмоль TiO_2 или 1.666 тонна – **расходный коэффициент по диоксиду титана**

20.83 кмоль C или 0.220 тонны – **расходный коэффициент по углероду**

41.66 кмоль Cl_2 или 2.98 тонны – **расходный коэффициент по хлору**

41.66 кмоль Mg или 1.00 тонна – **расходный коэффициент по магнию**

Разбалловка:

За уравнения реакций

8 баллов (4 балла/реакция)

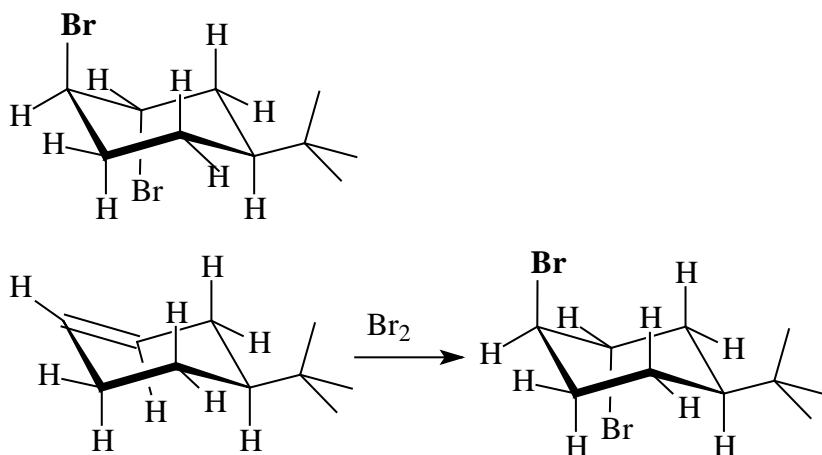
Расчет расходных коэффициентов –

12 баллов (3 балла/коэффициент)

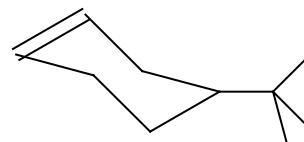
ИТОГО: 20 баллов

III. Задача про бром, который успокаивает двойные связи.

1. Продукт транс присоединения или диаксиальное бромирование.

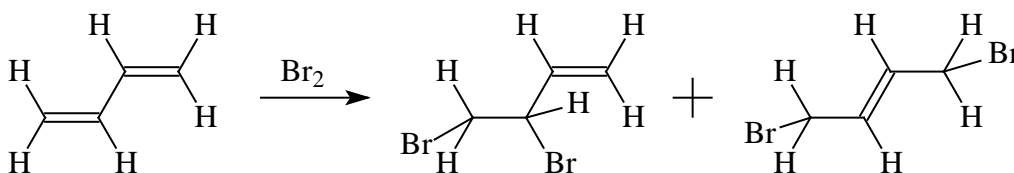


2. 4-трет-Бутилциклогексен-1 существует преимущественно в конформации с

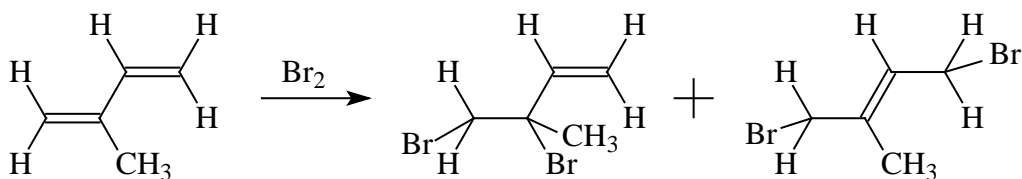


экваториальной объемистой трет-бутильной группой.

3. Образование продуктов 1,2- и 1,4-присоединения Br_2 к сопряженным диенам является кинетически и термодинамически контролируемыми процессами соответственно. Продукт 1,2-присоединения является основным при низких температурах -50° - -70°C , продукт 1,4-присоединения – при повышенных температурах 60° - 80°C .



4. $\text{CH}_2\text{Br}-\text{C}(\text{CH}_3)\text{Br}-\text{CH}=\text{CH}_2$ (1,2-присоединение), $\text{CH}_2\text{Br}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2\text{Br}$ (1,4-присоединение).



Разбалловка:

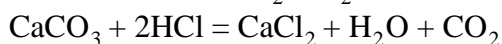
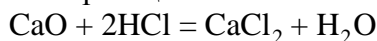
За каждый правильный ответ

5 баллов (4 балла/реакция)

ИТОГО: 20 баллов

IV. Старая и злая задача про определение состава смеси.

Произошли реакции:



Определяем количество выделившегося CO_2 :

$$pV = \nu RT; 120 \text{ кПа} \cdot 8.04 \text{ л} = \nu [8,314 \text{ Дж}/(\text{моль} \times \text{К})] \cdot 290 \text{ К}$$

$$\nu(\text{CO}_2) = \mathbf{0.4 \text{ моль}}$$

По стехиометрическому уравнению $\nu(\text{CaCO}_3) = \mathbf{0.4 \text{ моль}}$.

Обозначим $\nu(\text{CaO})$ за x моль.

$$M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль}; M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}; M(\text{CaCl}_2) = 111 \text{ г/моль}$$

$$\text{Масса исходной смеси } m_1 = 0.4 \cdot 56 + 100x.$$

$$\text{Масса образовавшегося хлорида кальция } m_2 = 111(0.4 + x).$$

Исходя из того, что масса образовавшегося хлорида составляет 150.61% от массы исходной смеси, получаем: $m_2/m_1 = 1.5061$, отсюда $x = 0.6$ и $\nu(\text{CaO}) = \mathbf{0.6 \text{ моль}}$.

В соответствии с уравнениями с $\mathbf{0.6 \text{ моль CaO}}$ прореагирует $\mathbf{1.2 \text{ моль HCl}}$, а с $\mathbf{0.4 \text{ моль CaCO}_3}$ – $\mathbf{0.8 \text{ моль HCl}}$, то есть суммарное количество хлороводорода для этой реакции – 2 моль, такое количество будет содержаться в 2 литрах раствора с концентрацией 1 моль/л, с учетом плотности раствора это соответствует **2040 граммам**.

Разбалловка:

Определение количества CO_2 по уравнению Менделеева-Клапейрона

4 балла

Определение количества CaCO_3

2 балла

Определение количества CaO (и состава смеси)

8 баллов

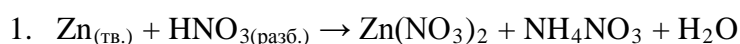
Определение массы раствора HCl

6 баллов

ИТОГО: 20 баллов

V. Задача про составление уравнений реакций

Схемы реакций (без коэффициентов). **Жирным** выделены реакции, протекающие без изменения степени окисления



2. $\text{Ga}_{(\text{тв.})} + \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH}_{(\text{р-р})} \rightarrow \text{Na}[\text{Ga}(\text{OH})_4] + \text{H}_2$
3. $\text{SiH}_{4(\text{газ})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2$ (можно H_2SiO_3) + H_2
4. $\text{NO}_{2(\text{газ})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$
5. $\text{AlCl}_{3(\text{р-р})} + \text{NH}_{3(\text{г})} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$
6. $\text{As}_2\text{O}_{5(\text{тв.})} + \text{NaOH}_{(\text{р-р})} \rightarrow \text{NaAsO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
7. $\text{Fe}_2\text{O}_{3(\text{тв.})} + \text{KNO}_{3(\text{р-р})} + \text{KOH}_{(\text{р-р})} \rightarrow \text{K}_2\text{FeO}_{4(\text{р-р})} + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
8. $\text{MnSO}_{4(\text{тв.})} + \text{NaNO}_{3(\text{тв.})} + \text{Na}_2\text{CO}_{3(\text{тв.})} \rightarrow \text{Na}_2\text{MnO}_{4(\text{тв.})} + \text{NaNO}_{2(\text{тв.})} + \text{CO}_2$
9. $\text{XeF}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{Xe} + \text{ClF}_3 + \text{HF}$

Разбалловка:

За уравнения реакций с коэффициентами **18 баллов** (2 балла/реакция с коэффициентами. Если коэффициенты не расставлены или расставлены неправильно – по 1 баллу за реакцию, если продукты предсказаны неверно, но коэффициенты расставлены верно, тоже 1 балл за реакцию)

За указание реакций, не являющихся окислительно-восстановительными – **2 балла**

ИТОГО: 20 баллов

11 класс

I. Задача про серебро, облагораживающее карбоновые кислоты.

Из процентного состава искомым кислот получаем, что их простейшая формула $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n$, а молекулярная $(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_n)_n$

Поскольку состав карбоксильной группы $-\text{COOH}$, минимальное $n=2$. Для $n = 2$ формула $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$ может соответствовать только одной кислоте – уксусной (CH_3COOH), при этом для $n>2$ кислород должен входить в состав радикала кислоты ($\text{R}-\text{COOH}$), поскольку по условию кислоты одноосновны.

Серебряные соли этих кислот имеют формулу $\text{C}_n\text{H}_{2n-1}\text{O}_n\text{Ag}$, их молекулярная масса:

$$M = 30n + 107$$

$$\text{Процентное содержание серебра: } \omega(\text{Ag}) = \frac{108}{30n+107}.$$

Отсюда вычисляем, что для первой кислоты $n = 2$, и это уксусная кислота, CH_3COOH ; для второй кислоты $n=3$, ее молекулярная формула $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$, ей могут соответствовать три структурных формулы:

$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$ – 2-гидроксипропановая кислота (молочная кислота)

$\text{HO}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$ – 3-гидроксипропановая кислота

$\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2\text{COOH}$ – метоксиуксусная кислота

Разбалловка:

<i>За определение общей (эмпирической) формулы кислоты –</i>	4 балла
<i>За определение молекулярной формулы соли первой кислоты –</i>	4 балла
<i>За определение молекулярной формулы соли второй кислоты –</i>	4 балла
<i>За вывод о том, что кислород может входить в состав радикала</i>	4 балла
<i>За структурные формулы 4-х кислот и названия</i>	4 балла

ИТОГО: 20 баллов

II. Задача про безжизненный элемент.

Вещества:

A – N_2 , азот

B – H_2 , водород

C – NH_3 , аммиак

D – Li, литий

E – Li_3N , нитрид лития

F – NaNH_2 , амид натрия

G – N_2H_4 , гидразин

H – NO, оксид азота(II)

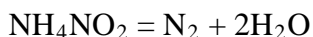
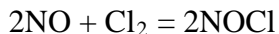
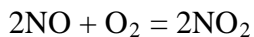
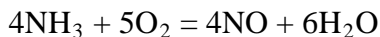
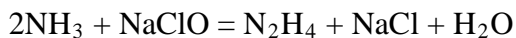
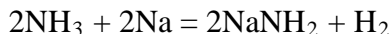
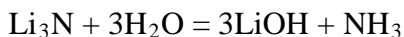
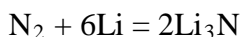
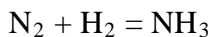
I – NO_2 , оксид азота(IV)

J – NOCl, оксохлорид азота(II)

M – NH_4NO_3 , нитрат аммония

N – NH_4NO_2 , нитрит аммония

Уравнения реакций:



Примеры использования азота в промышленности: получение аммиака, создание инертной атмосферы, криотехника.

Хотя название «азот» и отрицает жизнь, тем не менее, азот является жизненно важным элементом, т.к. входит в состав белков и нуклеиновых кислот.

Разбалловка:

За определение веществ –

6 баллов (0.5 балла/вещество)

За уравнения реакций –

10 баллов (1 балл/реакция, если

коэффициенты стоят неправильно – по 0.5 балла за реакцию)

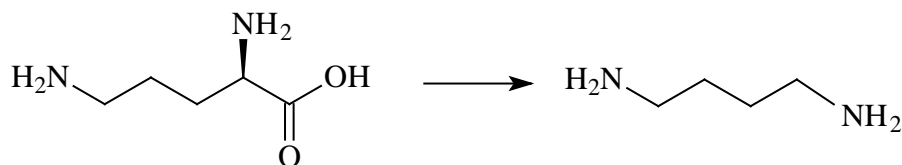
За примеры использования вещества **A** в промышленности – **1.5 балла (0.5 балла/пример)**

За ответ на вопрос о «безжизненности» элемента **A** – **2.5 балла**

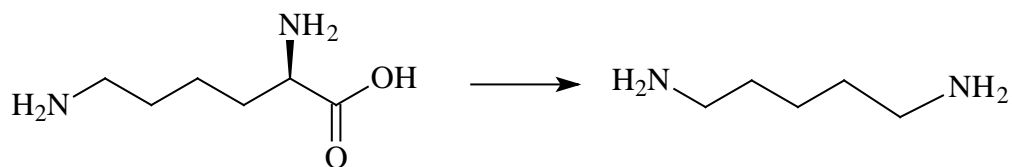
ИТОГО: 20 баллов

III. Задача о «запахе смерти».

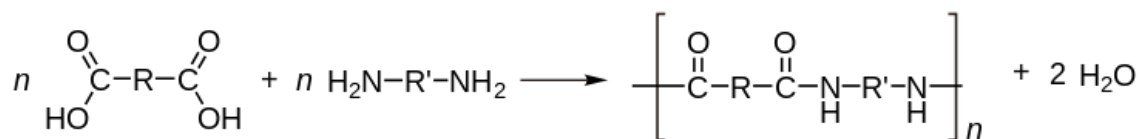
1. Из орнитина образуется путресцин



из лизина – кадаверин

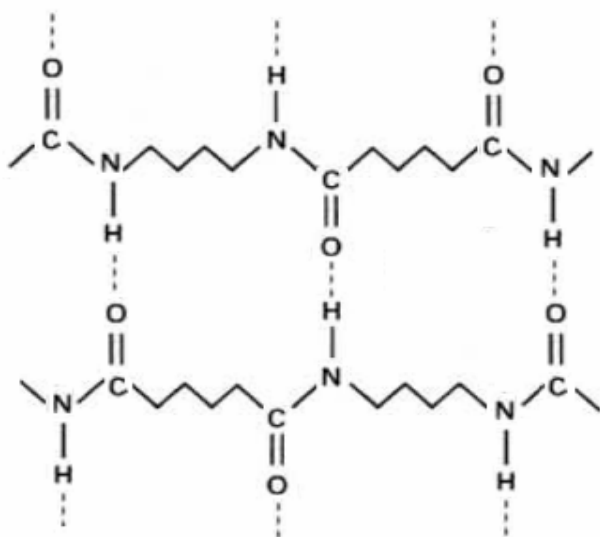


2. Продуктом полимеризации гексаметилендиамина и адипиновой кислоты является нейлон-6,6 (полигексаметиленадипамид).

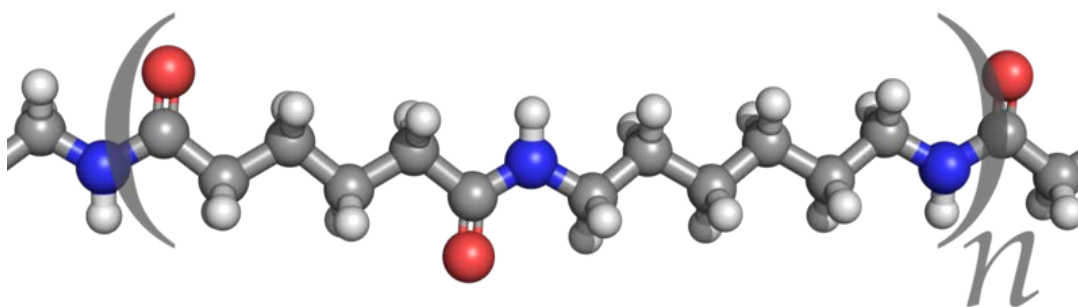


$\text{R} = (\text{CH}_2)_4$, $\text{R}' = (\text{CH}_2)_6$

3. Параллельные цепи полигексаметиленадипамида связываются за счет водородных связей между амидными группами. Это придает волокнам большую прочность и эластичность и позволяет изготавливать из них нейлоновые чулки.



4. Нейлон-6,6 представляет собой прочный, упругий, устойчивый к истиранию материал с умеренной водостойкостью. Полипептид не содержит аминогрупп, поэтому материалы из него не пахнут гниющим мясом и не ядовиты.



Разбалловка:

За каждый правильный ответ

5 баллов (4 балла/реакция)

ИТОГО: 20 баллов

IV. Задача про кровавую соль.

Определить элемент **С** можно из состава хлоридов:

$$M_{\text{экв.}}(\text{C}) = M_{\text{экв.}}(\text{Cl})/W_{\text{D}}(\text{Cl}) - M_{\text{экв.}}(\text{Cl}) = 35.45 \text{ г/моль}/0.5594 - 35.45 \text{ г/моль} = 27.92 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{экв.}}(\text{C}) = M_{\text{экв.}}(\text{Cl})/W_{\text{E}}(\text{Cl}) - M_{\text{экв.}}(\text{Cl}) = 35.45 \text{ г/моль}/0.6557 - 35.45 \text{ г/моль} = 18.61 \text{ г/моль}$$

Наименьшее общее кратное этих чисел 55.85 г/моль, что соответствует железу. Тогда:

С– железо

Д– FeCl_2 , хлорид железа(II)

Е– FeCl_3 , хлорид железа(III)

Состав соединений **А** и **В** можно вычислить из массового содержания элементов.

Соединение **А**:

$$N(\text{K}):N(\text{Fe}):N(\text{C}):N(\text{N}) = 35.64/39.1 : 16.97/55.85 : 21.88/12 : 25.51/14 = 3:1:6:6$$

Т.о. **А** – $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$

Соединение **В**:

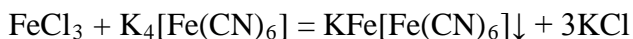
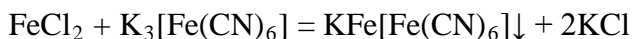
$N(K):N(Fe):N(C):N(N) = 42.47/39.1 : 15.17/55.85 : 19.55/12 : 22.81/14 = 4:1:6:6$

Т.о. **В** – $K_4[Fe(CN)_6]$

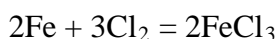
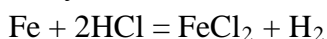
Исторические названия соединений **А** и **В** – красная кровяная соль и желтая кровяная соль соответственно.

Г – $KFe[Fe(CN)_6]$, что можно установить из содержания железа.

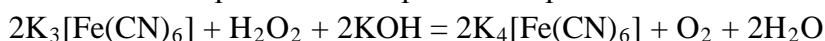
Взаимодействие хлоридов **Д** и **Е** с веществами **А** и **В** соответственно:



Получение веществ **Д** и **Е** из элемента **С**:



Реакции **А** с перекисью водорода и хлорида **Е**с йодидом калия соответственно:



Разбалловка:

За определение веществ – **9 баллов** (за **А, В, Г** по 2 балла; за **С, Д, Е** – по 1 баллу, если определение веществ не подтверждено расчетами, то за **А, В, Г** по 1 баллу; за **С, Д, Е** – по 0.1 балла)

За исторические названия – **2 балла** (1 балл/название)

За уравнения реакций – **9 баллов** (1.5 балла/реакция, если коэффициенты стоят неправильно – по 0.5 балла за реакцию)

ИТОГО: 20 баллов

V. Задача про совершенство молекулярных форм.

1. BeF_2 – линейная молекула, угол F–Be–F 180°
2. $AlCl_3$ – плоский треугольник, угол Cl–Al–Cl 120°
3. SiH_4 – тетраэдр, угол H–Si–H $109^\circ 28'$
4. CO_2 – линейная молекула, угол O–C–O 180°
5. MoF_6 – октаэдр, угол F–Mo–F 90°
6. H_2O – угловая молекула, искаженный тетраэдр угол H–O–H чуть меньше $109^\circ 28'$
7. NCl_3 – пирамидальная молекула, искаженный тетраэдр угол Cl–N–Cl чуть меньше $109^\circ 28'$

Строение молекулы CF_4 тетраэдрическое, дипольный момент – величина векторная, и четыре вектора дипольного момента связей C–F, организуясь в тетраэдрическую форму, в соответствии с правилами векторного сложения, компенсируются, в результате чего у молекулы CF_4 нет дипольного момента.

Разбалловка:

За правильные формы молекул **14 баллов** (2 балла/вещество)

Объяснение неполярности тетрафторметана – **6 баллов**

ИТОГО: 20 баллов