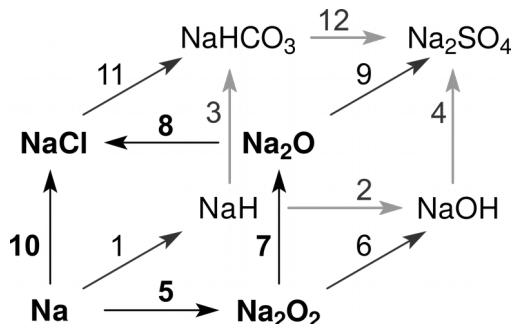


Открытое соревнование по химии Младшая группа (9 и 10 класс)

Кохтла-Ярве, Курессааре, Нарва, Пярну, Таллинн и Тарту
6 октября 2018

1. (12 б) Напишите для каждой обозначенной на схеме реакции одно подходящее уравнение.



2. (7 б) Жизнь Наверна Чудакулли, арканцлера Незримого Университета – самого известного учебного заведения плоского мира, в опасности: пропали 0,1 моль/дм³ растворы HgCl₂, CuSO₄, Pb(CH₃COO)₂, CdI₂ и Ba(OH)₂. Однако и жизнь вора небеззаботна – согласно порядкам учебного заведения, чей девиз звучит *Nunc Id Vides, Nunc Ne Vides* (только что было, и вот уже нет), с виалов 1–5 пропали этикетки. Вор попытался определить содержание каждого сосуда путём попарного смешивания растворов и аккуратно записал результаты в таблицу. При смешивании содержимого 1-го и 5-го виалов образовался I₂; при смешивании растворов из виалов 3 и 4 вор получил маслорастворимую соль. В виале 2 находится основание. ↓ – одно вещество выпало в осадок, ↓↓ – два вещества выпали в осадок, Н – гидролиз.

Виал	1	2	3	4	5
1	–				
2	↓	–			
3	↓	↓	–		
4	↓	↓	↓	–	
5	↓, I ₂	↓↓	↓	Н	–

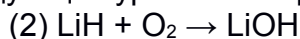
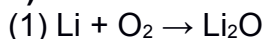
а) Какие растворы находятся в виалах 1–5? (5)

Поскольку вору не удалось идентифицировать растворы, он испёк пирог, используя все пять растворов. Наверн Чудакулли был предостережен. Он последовал ηβтп-девизу и съел свой кусок пирога лишь после того, как посыпал его всем, что стояло на столе: сахаром, содой, столовой солью, уксусом и вареньем, подкисленным фосфорной кислотой.

б) Какие из вышеперечисленных веществ или смесей выбрали бы Вы в качестве противоядия? (2)

3. (12 б) Атомы в молекулах соединены химическими связями. В простых веществах и бинарных соединениях химическая связь может быть в большей или меньшей степени ковалентной, ионной или металлической. В химическом треугольнике вещества располагаются в соответствии со степенью ковалентности, ионности или металличности связей. По углам расположены металл, ковалентное вещество и ионное соединение (например, Li, O₂ и Li₂O). Чем выше расположено соединение, тем ярче выражена ионная связь. Чем правее – тем сильнее ковалентная связь. Чем левее – тем сильнее проявляется металлический характер связи. На нижней грани расположены простые вещества.

а) Расставьте коэффициенты в следующих уравнениях реакций: (3)

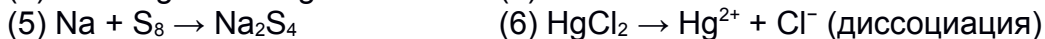
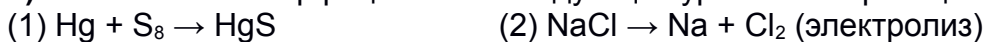




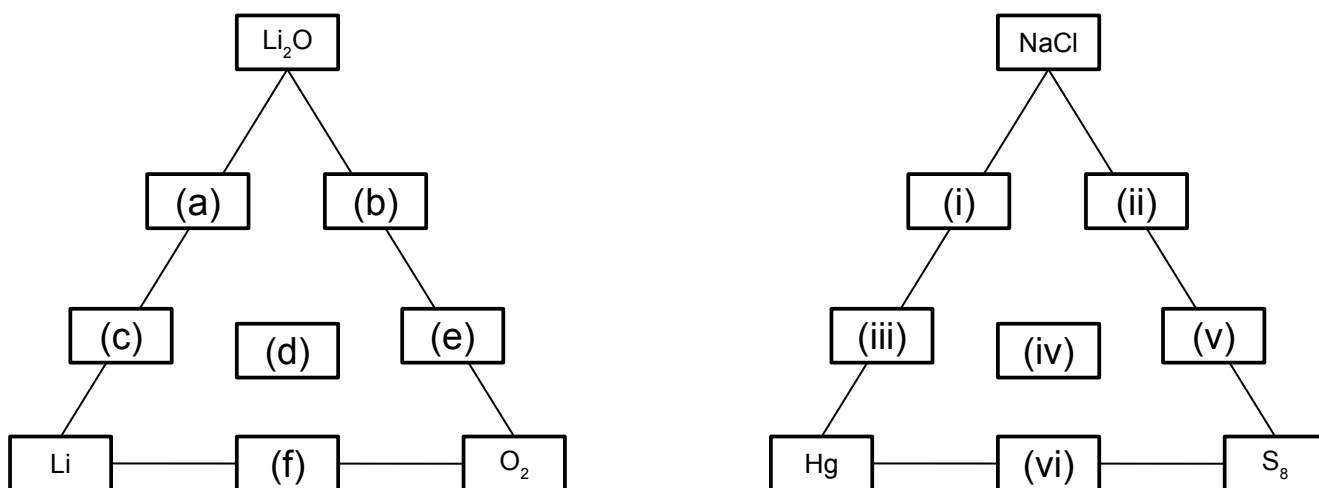
b) Определите позиции (a)–(f) для веществ CH_4 , CO_2 , LiH , H_2O , LiC_6 и C (графит) согласно степени ковалентности, ионности и металличности связей в этих веществах. (3)

Согласно ртутно-серной теории, происходящей со времён алхимии, путём смешивания ртути, серы и соли можно получить любое вещество. Хотя эта теория и ошибочна, из S_8 , NaCl и Hg можно получить вещества с разной степенью ковалентности, ионности и металличности. Среди этих веществ ковалентная связь наиболее ярко выражена в S_8 , ионная в NaCl и металлическая в Hg .

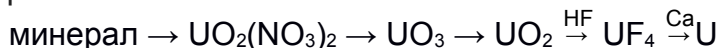
c) Расставьте коэффициенты в следующих уравнениях реакций: (3)



d) Определите позиции (i)–(vi) для веществ HgS , Na_3Hg_2 , HgCl_2 , Na_2S_4 , S_2Cl_2 и Ge согласно степени ковалентности, ионности и металличности связей в этих веществах. (3)

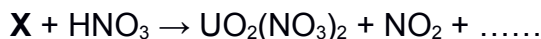


4. (10 б) Граптолитовый аргирит – минерал из семейства сланцевых, содержащий в среднем 354 г оксида урана **X** ($\omega_{\text{U}} = 84,80\%$) на тонну. Получение урана из граптолитового аргирита может быть описано схемой:



a) Определите формулу оксида урана **X** и напишите его название. (2)

b) Закончите уравнение реакции: (2)



c) Запасы граптолитового аргирита в Эстонии насчитывают около 70 млрд тонн. Рассчитайте содержание урана (в тоннах) в данном количестве граптолитового аргирита. (2)

d) Рассчитайте, сколько тонн i) CaF_2 надо будет переработать во фтороводород и ii) CaCO_3 в кальций, чтобы произвести 10 млн тонн урана? (4)

5. (12 б) Фейерверк был изобретён в Китае около тысячи лет назад. Четыре основные составляющие современного фейерверка – это топливо, окислитель, краситель и связующее вещество. Ниже приведены реакции, происходящие при выстреле фейерверка, где **J** и **K** – это простые вещества, **L** – это соль, а **M** и **N** – газы: i) $\text{KNO}_3 \xrightarrow{t} \text{K}_2\text{O} + \text{J} + \text{K}$, ii) $\text{KClO}_3 \xrightarrow{t} \text{L} + \text{KCl}$, iii) $\text{L} \xrightarrow{t} \text{KCl} + \text{J}$, iv) $\text{S} + \text{J} \rightarrow \text{M}$, v) $\text{C} + \text{J} \rightarrow \text{N}$.

a) Определите и напишите формулы веществ **J**, **K**, **L**, **M** и **N**. (2,5)

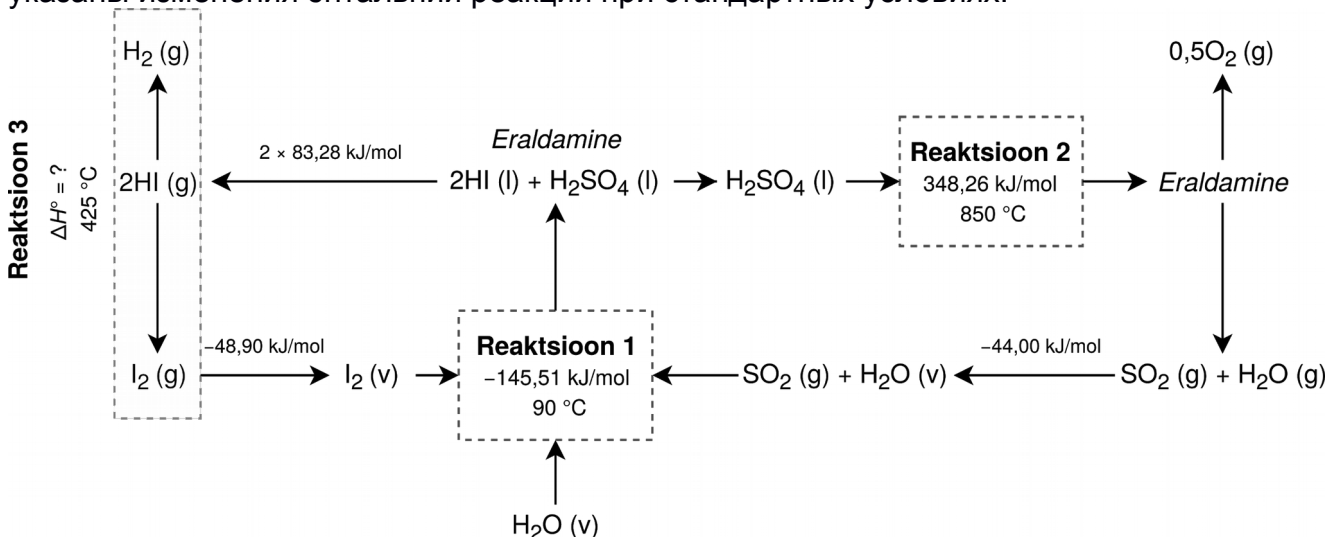
b) Определите функцию следующих веществ в фейерверке (топливо, окислитель, краситель): KNO_3 , S , CuCl , C , LiCl , KClO_3 . (3)

- c) Цвет фейерверка определяется окрашиванием пламени в присутствии определенным элементов. Сопоставьте ион/металл с цветом пламени или испускаемым в результате горения светом: Na^+ , Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg , Sr^{2+} ; красный, оранжевый, зелёный, жёлтый, белый/серебристый. (2,5)
- d) Ракета фейерверка содержит 15 граммов $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. Рассчитайте, сколько граммов i) BaCO_3 и ii) 30% HNO_3 кислоты понадобится, чтобы произвести данное количество $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, если выход реакции по обоим исходным веществам составляет 90%. (4)

6. (8 б) В смеси концентрированных азотной и серной кислот в отношении 1:2 образуются NO_2^+ и H_3O^+ . Данную смесь используют при синтезе тринитроглицерина ($M = 227$ г/моль, 1,2,3-тринитроксипропан) из глицерина ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$). Тринитроглицерин – нестабильное вещество, разлагающееся уже при слабом ударе с образованием азота, кислорода и ещё двух веществ.

- a) Напишите ионное уравнение реакции образования NO_2^+ . (2)
- b) Назовите одну отрасль промышленности, где глицерин образуется в качестве побочного продукта. (1)
- c) Напишите реакцию разложения тринитроглицерина. (2)
- d) Рассчитайте, сколько м³ газов образуется при нормальных условиях ($V_m = 22,4$ дм³/моль) из тринитроглицерина, полученного из 0,80 кг глицерина. (3)

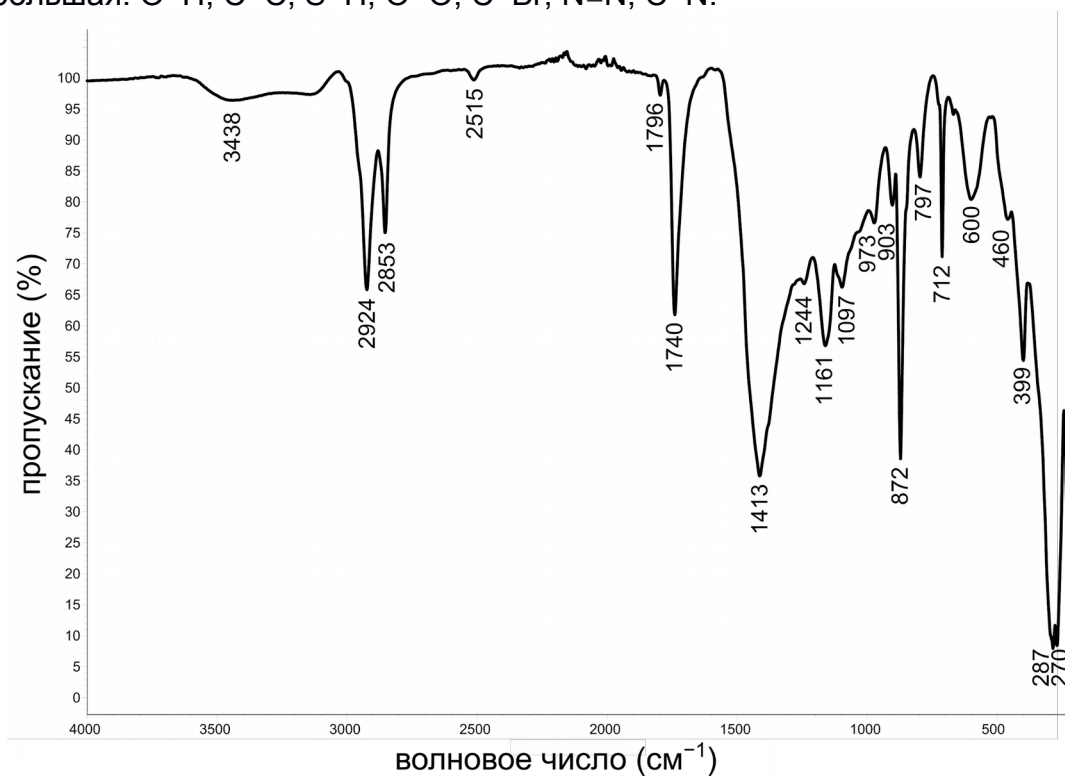
7. (11 б) Одна из проблем связанных с использованием водорода в качестве топлива заключается в поиске процесса его производства. На схеме приведён возможный вариант производства водорода из воды при повышенной температуре. На схеме указаны изменения энтальпии реакций при стандартных условиях.



- a) Напишите уравнения реакций 1–3 и расставьте коэффициенты. Напишите суммарное уравнение процесса производства. (4)
- b) Рассчитайте изменение энтальпии реакции 3, используя энтальпии образования химических связей. Энтальпии связей H–I, I–I и H–H равны 298,26, 152,25 и 435,78 кДж/моль, соответственно. (2)
- c) Рассчитайте изменение энтальпии реакции горения H_2 . (2)
- d) Предположив, что при горении одного грамма водорода выделяется в три раза больше энергии, чем при горении одного грамма бензина ($\rho = 0,740$ г/см³), рассчитайте объем газообразного водорода при нормальных условиях ($V_m = 22,4$ дм³/моль), при сгорании которого выделяется столько же энергии, что и при горении 10,0 дм³ бензина. (2)
- e) Рассчитайте объем количества водорода из пункта d) в жидком состоянии ($\rho = 0,0710$ г/см³)? (1)

8. (10 б) Инфракрасная спектроскопия – это метод анализа, при котором измеряют интенсивность поглощённого веществом инфракрасного (ИК) излучения. Коэффициент пропускания равен отношению потока излучения, прошедшего через пробу, к изначальному потоку излучения. Волновое число – это характеризующая излучение величина, которая показывает, сколько раз волна помещается в единице длины. Полосы поглощения определённой интенсивности при определённых волновых числах в ИК спектре строго соответствуют определённым частям молекулы. Зная, при каких волновых числах и в какой степени ИК излучение было поглощено пробой, можно определить, из какого вещества состоит эта проба. На основе интенсивности поглощения можно сделать некоторые умозаключения относительно содержащихся в молекуле атомов. Чем полярнее связь между атомами, тем интенсивнее поглощение ИК излучения. Полярность связи в свою очередь пропорциональна частичным зарядам атомов и расстоянию между атомами.

- a)** Рассчитайте длину волны излучения (м) с волновым числом равным 1740 см^{-1} . (1)
b) Сколько процентов излучения с волновым числом 1740 см^{-1} поглотила проба? (1)
c) Обоснуйте, для какой из приведённых связей интенсивность поглощения наибольшая. O–H; C–C; S–H; O=O; C–Br; N≡N; C–N. (2)



Материал	Интенсивные поглощения (см ⁻¹)	Поглощения средней интенсивности (см ⁻¹)	Менее интенсивные поглощения (см ⁻¹)
Глицерин (связующее)	3268 (широкая), 1031, 546, 479	2934, 2880, 1414, 1328, 1108, 993, 922, 850	1652, 1456, 1210, 669, 404
Желток (связующее)	2923, 1632, 1537, 1083, 1065, 514	3280 (широкая), 2853, 1743, 1456, 1395, 1233	1162, 970, 816, 698, 417
Дамарская смола (связующее)	2928, 2867, 1704, 1453, 1377	888	3446 (широкая), 1640, 1307, 1284, 1181, 1109, 972, 827, 660, 581, 467
Масло семян льна (связующее)	2923, 2853, 1742, 1160	1461, 1098, 721	3010, 1417, 1376, 1237, 1025, 967, 914, 865, 581, 459
Пеленая земля (пигмент)	1114, 1020 (широкая), 460, 414, 297	3528 (широкая), 3401 (широкая), 1421 (широкая), 872, 668, 598, 520,	2089, 1682, 1619, 798, 711
Пеленая умбра (пигмент)	1412 (широкая), 1002 (широкая), 872, 287 (широкая)	1081, 914, 797, 779, 712, 519, 462, 420, 395	2514, 1796, 1163
Зелень Гинье (пигмент)	3050 (широкая), 678 (широкая), 541 (широкая), 466 (широкая), 414 (широкая), 352	1286, 1061, 792	1457 (широкая), 1252, 1197 (широкая)
Хромовая зелень (пигмент)	606, 504 (широкая), 441, 406 (широкая), 304		

Известно, что краска содержит один пигмент и одно связующее вещество, использованное для взаимного связывания частиц пигмента. Если поглощения справочного спектра встречаются в спектре исследуемой пробы при таком же волновом числе и такой же формы, то можно утверждать, вещество из справочного спектра содержится в пробе. Интенсивность поглощения зависит также от количества вещества в пробе, кроме того волновые числа поглощений могут отклоняться максимум на $\pm 10 \text{ см}^{-1}$.

- д)** Какой пигмент содержит проба краски? (3)
- е)** Какое связующее использовали для приготовления краски? (3)