

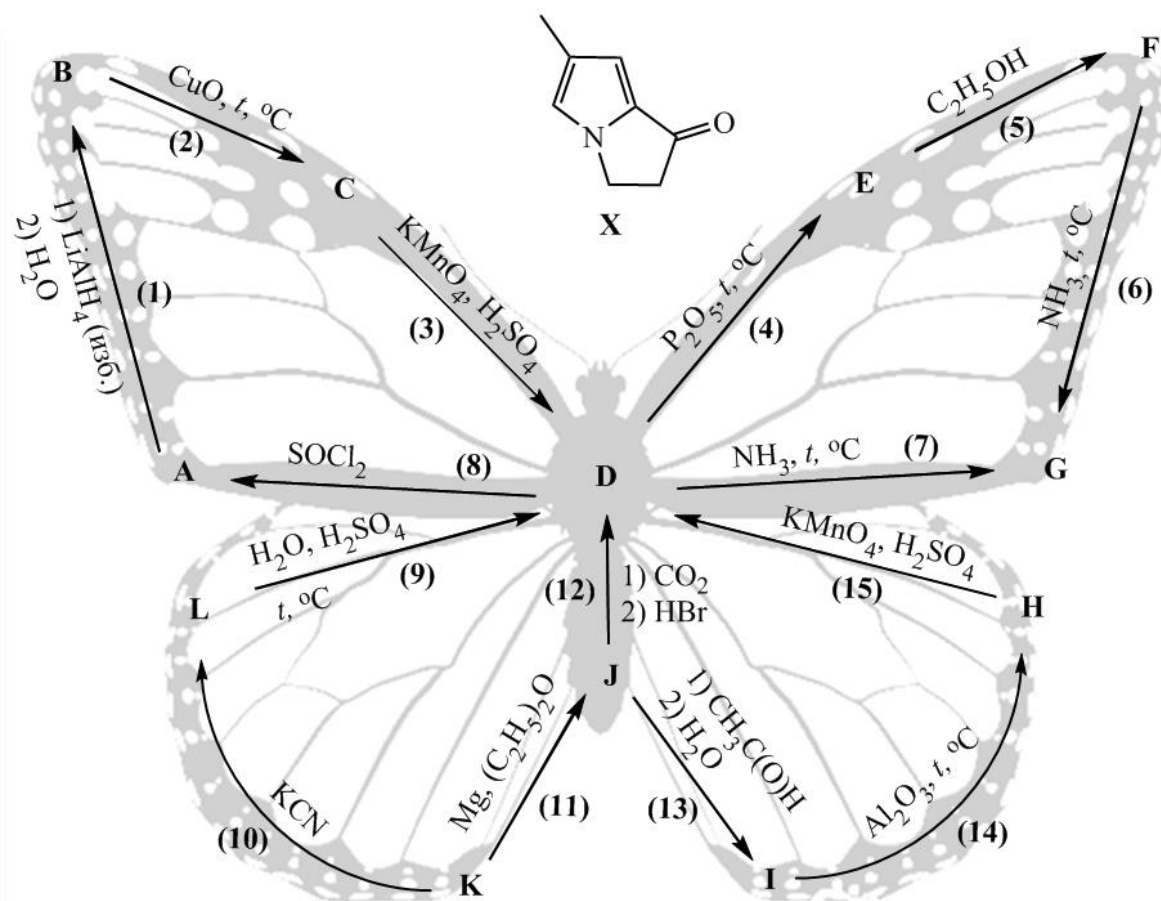


Задание 1. «ФЕН – значит первый!».

Одним из самых увлекательных предметов, изучаемых на факультете естественных наук (ФЕН) НГУ является органическая химия, которую изучают как «химики», так и «биологи», ведь органические соединения играют ключевую роль в существовании живых организмов.

На нашей схеме представлены превращения органических веществ **A-L**, в центре которых находится вещество **D**. Вещество **D** представляет собой слабую одноосновную органическую кислоту, которая является продуктом брожения вина и известна человеку с давних времен. Вещество **D** вы можете найти и дома в виде 3 % водного раствора, который применяется для консервирования и в кулинарии. В таблице приведены массовые доли нескольких элементов в некоторых из представленных веществ.

	Массовая доля элементов в веществах, %				
Элемент	D	E	G	J	I
C	40	47,06	40,67	10,07	59,96
H	6,71	5,92	8,53	2,54	13,42
O	53,29	47,02	27,09	0	26,62



1. Напишите уравнения реакций 1-15, представленных на схеме.
2. Изобразите структурные формулы органических веществ (**A-L**) и назовите их.
3. Как вы думаете, какое отношение имеют бабочка Данаида монарх и органическая молекула (**X**), представленные на картинке, к Факультету естественных наук НГУ? Какая связь прослеживается между веществом **X** и бабочкой Данаида монарх? Как называется гетероцикл в составе **X**?

Задание 2. «Поздравляем всех с наступившей весной, а девушек с Международным женским днем!»



В японских головоломках, в отличие от более привычных для Вас кроссвордов, зашифрованы не слова, а изображения. При решении японского кроссворда необходимо восстановить картинку по числам. Числа в сетке такого кроссворда показывают, сколько групп черных клеток находится в соответствующей строке или столбце и сколько слитных черных клеток содержит каждая такая группа. Например, набор чисел 5, 1, и 3 в девятой строке Вашего японского кроссворда означает, что в этой строке есть три группы: первая – из пяти черных клеток подряд, вторая – из одной, третья – из трех. Группы разделены как минимум одной пустой клеткой. Пустые клетки могут быть и по краям рядов. Для ускорения решения головоломки часть картинка нарисована, а уже использованные числа зачеркнуты. То есть в девятой строке (5_1_3) уже не может быть других черных клеток, а во второй строке (2_3_1) левее закрашенных клеток должна быть ещё группа из двух черных клеток и больше ничего.

1. Ответьте на вопросы и решите короткие задачи, описанные в пунктах а) - ж). Ответы на вопросы и решения задач приведите в своей работе.
2. Напишите уравнения всех описанных в этих пунктах реакций [1-16].

Чтобы справиться со следующим пунктом, кроссворд перерисовывать в свою работу не нужно! Работайте с той картинкой, которая приведена на листе с заданиями. Более того, даже если Вы разгадали не весь кроссворд, стоит попробовать ответить на вопросы, имея перед глазами лишь часть изображения.

Целыми числами, которые получились у Вас в п.1, замените знаки вопроса в столбцах нашего кроссворда. После этого попробуйте закрасить нужные группы клеток, ориентируясь на целые числа в соответствующих строках и столбцах.

3. Опишите словами (опять же, ничего перерисовывать не нужно), какой предмет изображен в нашем кроссворде. Какие буквы оказались расположены под этим предметом, и как расшифровывается аббревиатура, состоящая из этих букв?

Столбец №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
											2									
			2								3									
		?	3	2			?	2	5	8	4	2								
		4	2	3	?	?	5	?	3	3	1	5	2	?	?	3	3	2	9	
		2	5	1	5	3	5	1	1	2	?	?	5	?	5	4	1	3	2	1
		2	3	4																
		4	2	1																
		8	3																	
		2	7	5																
		1	2	6	2															
		2	4	1																
		3	2	1																
		5	1	3																
		8	4	1																
		3	3	5	1															
		2	2	5	1															
		2	3	4	2															
		2	2	2																
		3	1	1	1	2														
		1	1	1	1	2														
		3	1	3	1	2														
		1	1	1	1	1														
		1	1	1	1	1														
		1	3	2																

а) Укажите порядковый номер в периодической системе (ПС) (Столбец б) (далее Ст.) самого малораспространённого на Земле элемента второго периода, название которого происходит от греческого «новый». Для каких целей человек активно использует нереакционноспособное простое вещество, образуемое этим элементом?

б) Укажите порядковый номер (Ст. 10) самого распространенного элемента во Вселенной. Образуемое им простое вещество может с взрывом реагировать с кислородом воздуха [реакция 1]. Среди изотопов этого элемента встречается сверхтяжёлый, массовое число которого на 2 больше, чем у основного изотопа. Напишите уравнение его радиоактивного распада (β -распад, период полураспада $\tau_{0,5} = 12,3$ года) [2]. Оцените количество атомов этого изотопа через 1 год, если исходно взяли 1 г простого вещества элемента, содержащего только этот изотоп.

в) Обычную пищевую соду (гидрокарбонат натрия) можно использовать для создания вулкана в домашних условиях. Для этого можно взять 5,7 г соды и добавить избыток уксусной кислоты [3]. Сколько грамм газа (Ст. 14) получится в этой реакции? При пропускании этого количества газа через раствор гашеной извести получен осадок [4] с выходом 73,5 %, определите его массу (Ст. 7).

г) Укажите порядковый номер (Ст. 2) элемента, образуемое которым простое вещество является одним из самых легких газов. В каком периоде ПС находится этот элемент (Ст. 11)? Для этого элемента до недавнего времени считалось принципиально невозможным образование сложных веществ. Однако некоторые стабильные соединения этого элемента все же были известны (например, $\text{Э} @ n\text{H}_2\text{O}$, где Э-элемент). Правда, в этих соединениях он связан с другими атомами не ковалентными, а другими (какими?) связями. Что означает запись $\text{Э} @ n\text{H}_2\text{O}$?

д) Укажите порядковый номер (Ст. 8) элемента и номер группы ПС (в коротком варианте), в которой он находится (Ст. 15). Известно, что в природе этот элемент встречается в виде двух стабильных изотопов, массовые числа которых отличаются на 1. Более легкий изотоп используется в атомных реакторах для регулирования скорости реакции, а также для биологической защиты от тепловых нейтронов. Известно, что после захвата этим изотопом нейтрона из его ядра испускается альфа частица (ядро атома ${}^4\text{He}$) и образуется стабильный изотоп лития [5]. Одно из соединений этого элемента можно использовать для проведения опыта с "холодным" огнем. Соединение для этого опыта получают при смешивании кислоты этого элемента с этиловым спиртом, добавляют каплю концентрированной серной кислоты и слегка подогревают смесь ($\sim 60\text{-}70^\circ\text{C}$) [6]. При горении вещества на воздухе [7] можно видеть огонь зеленого цвета, который практически не обжигает руку.

е) Установите формулу бинарного (двухэлементного) соединения, образованного элементами первых двух периодов ПС (для кроссворда сложите порядковые номера этих элементов, Ст. 5). Оно является сильным восстановителем, легко реагирует с водой, осадка в реакции не образуется [8]. Какой вид химической связи в этом соединении, если известно, что соединение может быть подвергнуто электролизу в расплаве [9]? При добавлении этого вещества к этиловому спирту реакция [10] может пойти настолько бурно, что спирт может загореться [11].

ж) Укажите порядковый номер (Ст. 13) элемента, название которого происходит от древнегреческого «разрушение». Простое вещество (бледно-жёлтый газ) является чрезвычайно сильным окислителем и может реагировать даже с такими химически стойкими веществами, как вода [12], стекло (SiO_2) [13], платина [14]. Реакция пропана с этим газом настолько экзотермична, что часто протекает со взрывом [15]. Получающееся в реакции [14] вещество тоже является сильным окислителем и реагирует с кислородом с образованием ионного соединения [16]. Назовите это ионное соединение по химической номенклатуре.

Задание 3. «Кипящее вещество».

С середины XIX века и до сих пор бесцветные водные растворы вещества А активно применяются как в традиционной медицинской практике, так и при лечении «народными» методами. Как кровоостанавливающее и дезинфицирующее средство, его чаще всего используют в виде 3 % раствора, который продается в аптеках и зачастую является компонентом многих домашних аптечек; в продажу иногда также поступает довольно концентрированный 30-35 % раствор (препарат Б). Домашние хозяйки с помощью этого раствора выводят пятна и отбеливают ткани, а современные модницы обесцвечивают волосы перед покраской.

Однако, обращаться с препаратом Б надо очень аккуратно: попадая на кожу рук, он вызывает сильные ожоги. **Особенно надо беречь глаза.** По этой причине для бытовых целей удобнее использовать твердое соединение вещества А с мочевиной, которое также можно купить в аптеке (препарат В). Действие раствора, содержащего одну таблетку В массой 1,25 г в стакане воды, будет таким же, как если

бы Вы взяли одну столовую ложку (15 г) 3 %-го раствора **A** на такой же стакан воды. Мочевина никакого влияния на действие **A** не оказывает, а служит растворимым «контейнером» для его хранения.

Установлено, что вещество **A** всегда образуется в небольшом количестве во влажной атмосфере при грозовом разряде. Тем не менее, известно, что в концентрированных растворах это вещество не переносит прямого солнечного света, а некоторые добавки разлагают его так быстро, что оно будто вскипает.

1. Приведите названия вещества **A** и препаратов **B** и **B**.
2. Приведите два примера добавок, ускоряющих процесс разложения **A** при комнатной температуре.
3. Рассчитайте мольное соотношение вещества **A** и мочевины в препарате **B**. К какому классу соединений следует отнести вещество, из которого состоит этот препарат?
4. Какой из продуктов разложения **A** обеспечивает его дезинфицирующие и отбеливающие свойства? Почему вещество **A** не образуется во влажной атмосфере в обычных условиях, а получается только при грозовом разряде?



В XIX веке вещество **A** получали взаимодействием вещества **Г** с разбавленной серной кислотой (этот способ до сих пор используется в лабораторной практике) [реакция 1]. Само вещество **Г** получается при сильном прокаливании карбоната бария в токе воздуха [2].

С конца XIX до середины XX века основным способом получения **A** являлся электролиз раствора гидросульфата аммония [3] с последующим гидролизом образующейся соли **Д** [4].

С середины XX века эти способы заменил антрахиноновый процесс, разработанный компанией BASF. С точки зрения химика-органика в этом процессе **A** является побочным продуктом окисления 2-этилгидроантрахинона в соответствующий хинон кислородом воздуха [5]. Однако, на самом деле реакцию проводят именно для получения вещества **A**, поскольку хинон затем возвращают в процесс, восстанавливая его водородом в присутствии палладия [6].

5. Установите формулы веществ **Г** и **Д** и напишите уравнения реакций [1-6] (для органических соединений используйте структурные формулы), а также реакции [7], представляющей сумму [5+6].

Вещество **A** чрезвычайно реакционноспособно: при комнатной температуре легко реагирует с гидроксидами железа(II) [8] и марганца(II) [9], подкисленным раствором иодида калия [10], концентрированной соляной кислотой [11], сульфидом свинца [12], оксидом серебра(I) [13], обесцвечивает подкисленный раствор перманганата калия [14] и помогает диоксиду марганца раствориться в разбавленной серной кислоте [15].

6. Напишите уравнения реакций [8-15], описывающих реакционную способность вещества **A**.

Задание 4. «Бугринский мост».

«Соединяя берега и судьбы»

Из репортажа об открытии моста

В 2014 г. в Новосибирске была открыта новая транспортная развязка, включающая третий по счету мост через Обь, названный «Бугринским», с самым большим в СНГ арочным пролетом. Как правило, современные конструкции подобных мостов возводят из специальных сплавов. Чтобы повысить устойчивость такого сплава к внешним воздействиям, в сталь добавляют легирующие компоненты. Известно, что сталь некоторой марки **M**, которая в настоящее время используется для изготовления металлоконструкций мостов, содержит 3 основных элемента. Этими элементами являются металл **A**, неметалл-раскислитель **B** (2-е место в земной коре по распространенности) и легирующий компонент **B**, являющийся одним из самых твердых металлов.



Для определения количественного состава компонентов стали **M** ее навеску массой 1,000 г кипятили в растворе смеси серной (30 %) и ортофосфорной (10 %) кислот почти до полного ее растворения [реакции 1, 2]. После этого к зеленому раствору добавили концентрированной азотной кислоты, и упарили раствор до появления белых паров серной кислоты [3-4]. Затем раствор разбавили водой, твердый остаток оксида неметалла **B** отфильтровали и прокалили до постоянного веса для удаления воды. Масса полученного белого вещества составила 12,8 мг.

Содержание металла **В** в **М** установили методом титрования. Для этого к отфильтрованному раствору зеленого цвета прибавили избыток твердого $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$, несколько капель раствора AgNO_3 и нагрели этот раствор. После того, как раствор окрасился в оранжевый цвет, присущий аммонийной соли **Г** [5], его прокипятили до полного разложения избытка $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ [6]. Затем добавили избыток раствора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (14,6 мл, $C = 0,100$ моль/л) [7] и оттитровали полученный зеленый раствор перманганатом калия [8]. На титрование затратили 12,3 мл раствора KMnO_4 с концентрацией 0,0200 моль/л.

Соль **Г** является довольно сильным окислителем и легко восстанавливается сульфитом натрия в сернокислой [9] и щелочной [10] среде с образованием зеленых растворов, а в нейтральной – серо-зеленого осадка [11].

1. Определите элементы **А-В**. Установите формулу и напишите название вещества **Г**.
2. Напишите уравнения реакций [1-11].
3. С какой целью при анализе к растворам добавляли такие вещества, как ортофосфорная кислота и нитрат серебра (они ведь не потребовались Вам в п.2)? Напишите уравнения реакций [12, 13], поясняющих Ваш ответ.
4. Приведите номенклатурные и тривиальные названия веществ $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ и $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
5. Вычислите массовые доли компонентов стали **М**, считая что она содержит только упомянутые в задаче элементы **А – В**.

Известно, что длительная эксплуатация металлических мостов при динамических нагрузках в условиях атмосферного воздействия создает предпосылки к их разрушению. Наиболее легким способом антикоррозийной обработки металлоконструкций является их окраска. Для этих целей можно использовать органические и неорганические составы. Последние отличаются большей световой, атмосферной и химической стойкостью. Разнообразие возможных цветов делает такой способ защиты более привлекательным. Так, для окраски в насыщенный красный цвет арки Бугринского моста, могли использоваться такие неорганические вещества как **Д** и **Е**, а для получения зеленого цвета самого длинного в мире новосибирского метромоста – вещество **Ж**. Все эти вещества являются атмосферостойкими и предотвращают разрушение стали, однако имеют различную устойчивость по отношению к кислотам и щелочам. Соединение **Ж**, представляющее собой оксид металла **В**, химически инертно. Оксид **Д** растворяется в разбавленном растворе азотной кислоты с образованием в качестве продуктов соли металла **А** и воды [14]. Оксид тяжелого металла **Е** в этих же условиях, кроме воды, дает два соединения с различными степенями окисления этого металла [15]. Известно, что этот тяжелый металл применяется в производстве боеприпасов и автомобильных аккумуляторов. Кроме того **Е**, в отличие от **Д**, растворяется и в концентрированном растворе NaOH [16].

Еще одним способом получения зеленого окрашивания является смешение веществ желтого и синего цветов. В качестве желтого антикоррозионного компонента можно выбрать соединение **З**. Это вещество выпадает в осадок в результате взаимодействия нитрата некоторого металла с **Г** [17] и содержит 28,7 % **В** по массе в своем составе. Синим компонентом может выступать комплексное соединение **И** (массовая доля **А** 45,5 %), которое получается в результате широко известной качественной реакции на ионы металла A^{3+} [18].

6. Какие способы борьбы с коррозией, кроме легирования стали и окраски поверхности, Вы знаете? Приведите два примера, поясняющих, как еще можно защитить конструкцию.
7. Установите состав веществ **Д – И** и напишите уравнения реакций [14-18]. Какое из соединений (**Д** или **Е**) предпочтительнее использовать для окраски Бугринского моста и почему?
8. В первоначальном проекте Бугринский мост назывался «...заводским», из-за его близкого расположения к одному из крупнейших в мире заводов по производству металла **К**. Этот металл также находит широкое применение для предохранения **А** от ржавления, например, при лужении консервных банок. О каком металле идет речь? В чем недостаток подобного способа защиты **А**?