

«Предложи новую задачу»

Описываемый в заявке элемент преподавания «Предложи новую задачу» я использовала в 2020/21 и 2021/22 уч.гг. при преподавании дисциплины «Органическая химия для биологии и медицины», программа «Клеточная и молекулярная биотехнология». Это обязательная дисциплина трудоемкостью 6 кредитов, 128 контактных часов. Студентам читаются лекции, следом за лекциями идут семинарские занятия с разбором задач, а параллельно с этими теоретическими занятиями обязательно проходят практические занятия в химическом практикуме. Итоговая оценка по дисциплине складывается из оценки за письменный экзамен (50%) и из оценки, накопленной во время семестра (50%, включает оценки за контрольные работы, за работу на семинарах, за решение тестов в SmartLMS).

Данная заявка, вероятно, могла бы быть рассмотрена и в номинации «Оригинальные решения при проведении контрольных/оценочных мероприятий», но заявитель считает, что правильнее представить ее в Вольной номинации. Главной целью элемента преподавания «Предложи новую задачу» было не создание и проведение оценочного мероприятия, а развитие креативного мышления студентов, складывающегося из нескольких этапов любознательность (активный интерес к заданию) - создание идеи задачи – развитие идеи и доведение ее до конкретного результата.

Если перейти к формулировкам, используемым в образовательном стандарте бакалавра НИУ ВШЭ, то этот элемент преподавания позволяет развить ряд универсальных и профессиональных компетенций:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач;

УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни;

ПК-9 Способен к разработке и реализации в образовательных организациях образовательных модулей и программ отдельных дисциплин в конкретной предметной области.

Все знают, как сложно заставить себя хорошо делать то, что не нравится. Это в полной мере можно отнести и к процессу обучения. Органическая химия не без оснований считается сложным и непопулярным предметом, и в школе только очень немногие проникаются к ней любовью. В вузах, как правило, студентам-биологам органическая химия преподается менее глубоко, чем химикам и фармацевтам. Однако исследователь-биолог при современном уровне развития биологической науки уже никак не может обойтись без серьезных знаний по органической химии (а также следующих за ней курсов по биохимии и биоорганической химии). Одна из задач преподавателя – преодолеть сложившееся у многих студентов-биологов убеждение, что химию они никогда не поймут и не полюбят.

На наших семинарах мы со студентами успеваем разобрать и решить 10 -15 заданий за пару. Среди заданий много задач, взятых из известных и заслуженных учебников. Недостатка ни в задачах, ни в учебниках нет, среди них как проверенные советские, так и современные российские и иностранные задачки. Эти классические задачи представляют из себя типовые задания со специфическими формулами/цепочками превращений/расчетными задачами, но студентам часто кажется, что эти задания однотипны, скучны и далеки от жизни (см. примеры в приложенном к заявке файле). Вероятно, можно сравнить классические задачи с гаммами при обучении в музыкальной школе. И те и другие нужны и важны, без них невозможно представить изучение предмета. Правда, помимо такой необходимой классики существуют и химические задачи другого типа, чаще всего они создаются специально для конкурсов и олимпиад высокого уровня. Они совсем по-другому сформулированы и иначе воспринимаются, они нестандартны и интересны. На семинарах я пробовала развлекать «классические» задачи хотя бы парой таких нестандартных задач. Выяснилось, что студенты решают их с большей охотой и удовольствием, нежели

классические, поэтому при подготовке к семинарским занятиям стала искать интересные задачи в разных источниках (и это по большей части вовсе не учебники), что-то придумывала сама. Все бы хорошо, но есть проблема: непосредственно «олимпийские» задания трудны и их тяжело использовать в недостаточно подготовленной аудитории. Нужно искать задачки попроще или трансформировать трудные олимпийские задачи с учетом подготовленности студентов, но это сложно, ведь от этого может пострадать логика задачи. Конечно, приятно, когда ты видишь отдачу в виде возникающего интереса со стороны студентов, но на все эти поиски уходит очень много времени и сил...

Вот тогда появилась мысль использовать молодые пытливые умы и предложить студентам в качестве задания самим попробовать придумать нестандартные задачи по органической химии. Так в моем курсе появился новый элемент «Предложи новую задачу». Поскольку дополнительная работа студента должна быть каким-то образом оценена, то я пообещала авторам качественных задач дополнительные 0,5 балла к их итоговой оценке по дисциплине. Задачи могли быть предложены на любые темы из курса органической химии, по объему задач и темам никаких ограничений не вводилось.

Было несколько условий того, что присланная задача будет принята и за нее автор получит дополнительные 0,5 балла:

1. *задача должна быть оригинальной, а не взятой из чужих учебников или из Сети;*
2. *должна быть интересной, касаться той тематики, которую мы затрагиваем в рамках курса по органической химии;*
3. *задача должна быть правильно оформлена (это важно – в химии есть свои специфические правила, им нужно следовать);*
4. *задача должна быть «решаемой».*

Элемент «Предложи новую задачу» стал апофеозом демократизма на моей дисциплине: он был заявлен как дополнительный и студенты могли его проигнорировать без каких-либо штрафных санкций. Я не была уверена, что с учетом этой добровольности кто-то вообще откликнется и что-то предложит. Тем приятнее было получить отклик в виде студенческих задач.

В 2020/21 уч.г. собрано 13 адекватных задач - неплохой результат, если принять во внимание немногочисленность курса (контингент за время обучения изменился от 56 до 45 человек). Правда, задачи предлагались теми студентами, которые хорошо разбирались в предмете и были самыми активными. Присланные предложения оказались очень разными и по качеству, и по уровню сложности, и по тематикам, но среди них были весьма яркие и неожиданные, а некоторые были еще и прекрасно оформлены. Мы в индивидуальном порядке с каждым студентом обсуждали предложенное, что-то меняли в задаче и доводили ее до состояния «под ключ». Авторы принятых и одобренных задач получили свои честно заработанные дополнительные полбалла.

Я поняла, что часть задач я смогу использовать потом при преподавании своей дисциплины. Так потом и сделала.

На следующий год 2021/22 мы с новым курсом уже решали задачи, придуманные предшественниками. При этом всегда указывалось название задачи и ее автор, так что каждая студенческая задача стала «именной». Где-то ближе к середине дисциплины я опять объявила опцию «Предложи новую задачу». При практически том же контингенте студентов (менее 50 человек) отклик оказался существенно выше, чем в предыдущий год, и был собран урожай уже в 30 задач. Такое резкое увеличение студенческой активности даже немного застало меня врасплох, поскольку пришлось изрядно поработать с обсуждением задач и их доведением до финального состояния. Не знаю, с чем был связан этот резкий рост активности. Мне показалось, что на ребят большое впечатление произвел тот факт, что обязательно указывается автор задачи. Многих старшекурсников своего факультета

студенты знали и им было приятно решать задачи своих старших товарищей. И, по-моему, многим захотелось, чтобы следующие поколения студентов решали их «именные» задачи.

При таком неожиданно большом количестве предложений в 2021/22 решила немного доработать правила и устроить **конкурс задач**. По-прежнему за качественную задачу студент мог заработать 0,5 балла к итоговой оценке, это осталось неизменным, но авторам 3 лучших задач был обещан целый балл, а не стандартные 0,5 балла. Осталось продумать систему определения чемпионов. С одной стороны, это очень здорово, когда есть из чего выбирать, а с другой стороны, сложно выбрать всего три задачи из большого числа достойных. При подведении итогов учитывалось мнение двух сторон:

а. Мнение преподавателей. Два преподавателя, ведущие наш органический практикум, и я (лектор и семинарист) посмотрели все задачки и выбрали своих фаворитов. Просто указали те задачи, которые максимально понравились четкостью изложения, идеей, оформлением и важным критерий – правильность задачи¹;

б. Мнение студентов. В системе SmartLMS было организовано студенческое голосование по задачам. Каждый студент мог указать не более трех самых симпатичных, на его взгляд, задач. Результаты голосования отчасти напомнили голосование на Евровидении: в качестве лучших задач студенты часто выбирали задачи своих друзей 😊. Тем не менее, обозначились лидеры вне зависимости от личных привязанностей. Удивительно или наоборот - закономерно, но они совпадали с тем, что выбрали преподаватели.

Так довольно легко определилась тройка задач-победительниц, которые понравились и преподавателям, и студентам. Авторы этих задач получили чуть больше – вместо стандартного полбалла целый дополнительный балл к итоговой оценке.

Для студентов создание собственных задач стало новым опытом, и большинству участников он понравился. Ребята с удовольствием рассказывали, кто каким образом набрел на идею своей задачи, почему его привлекла именно эта тема, что интересного узнал, пока искал информацию и разбирался в материале. Оказалось, что они и между собой активно обсуждали, что можно придумать и как это лучше подать. Среди комментариев, которые студенты оставляют при проведении СОП, были комментарии и по «задачетворчеству», все - положительного характера.

Результат использования элемента «Предложи новую задачу» оказался неплох для обеих сторон образовательного процесса: студенты узнавали новое и учили органическую химию незаметно для себя и не «из-под палки», а у меня за эти два года получился сборник из 43 нестандартных задач. Планирую многие из них разбирать на семинарах, во всяком случае в текущем 2022/23 уч. году совершенно точно. И уже не на одной программе, а на двух («Клеточная и молекулярная биотехнология» и «Когнитивная нейробиология» на факультете биологии и биотехнологии).

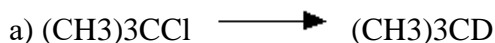
Не уверена, что могу посоветовать использовать такой элемент всем без исключения, но для естественно-научных дисциплин он точно может оказаться полезным.

¹ Среди присылаемых предложений встречались варианты задач с «неправильной» химией

Примеры типовых задач по органической химии, решаемых на семинарах и используемых при текущем и промежуточном контроле знаний¹

1. Написать реакции гидролиза дигалогенпроизводных: а) 1,1-дибром-3-метилпентана и б) 2-метил-3,3-дихлорпентана. Дать названия получившимся соединениям.

2. Предложите методы и реагенты для проведения следующих превращений:



3. Напишите структуры:

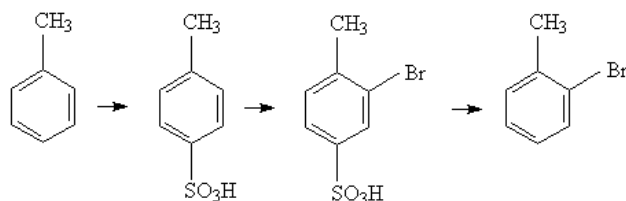
диэтилацеталь ацетальдегида,
цианогидрин бензальдегида,
оксима циклогексанона,
енолов метилэтилкетона,
N-этилимина ди-n-бутилкетона,
2,4-динитрофенилгидразона ацетофенона.

4. Приведите простые химические тест-реакции для того, чтобы различить:

- а) гексаналь и 2-гексанон,
- б) бензиловый спирт и бензальдегид,
- в) циклопентанон и 2-циклопентенон.

5. Расположите в ряд по убыванию легкости монобromирования в ядро следующие соединения: 1) бензол, 2) м-динитробензол, 3) толуол, 4) м-ксилол, 5) п-нитротолуол. Напишите формулы продуктов реакции.

6. Предложите реагенты и условия осуществления приведенных ниже превращений в химической цепочке:

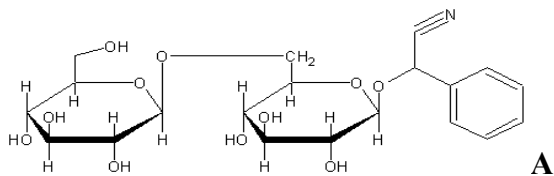


¹ Приведенные задачи разработаны на кафедре органической химии химического факультета МГУ. Часть из них размещена в качестве методических материалов на сайте химфака <http://www.chem.msu.ru/rus/library/welcome.html#teachingчасть>, а часть взята из задачника М.В. Ливанцов, Г.С. Зайцева, Л.И. Ливанцова, Н.С. Гулюкина, И.Г. Болесов «Органическая химия. Задачи по общему курсу с решениями» учебное пособие в 2 ч., 3-е изд. под ред. Н.С. Зефирова М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019.

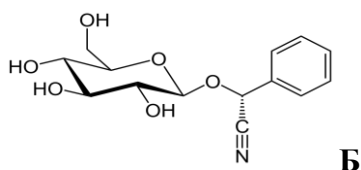
Для сравнения: примеры студенческих задач

«Горькие косточки»

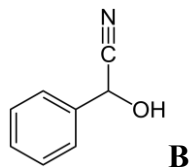
Известно, что в косточках и семенах многих растений содержится вещество **амигдалин** (**формула А**), придающее им горький вкус и запах миндаля. Амигдалин - цианогенный гликозид, содержащий в своей структуре нитрильную группу.



В желудке человека действуют различные ферменты, под действием которых амигдалин превращается в пруназин Б:



А далее в работу включается фермент пруназин-β-глюкозидаза, которая «откусывает» последнюю оставшуюся глюкозу, после чего от исходной молекулы остается соединение манделонитрил В (нитрил миндальной кислоты).



После этого манделонитрил В способен распадаться на две небольшие молекулы **Х** и **У**, каждая из которых опасна для человека. **Х** часто используется авторами детективных романов как средство совершения преступления.

1. Определите структуры веществ Х, У.

2. Объясните, почему риски отравления веществом Х снижаются при употреблении сладких компотов и варенья? Для этого вспомните строение глюкозы и химические свойства цианидов.

*Известная история, связанная с одним из получившихся веществ **Х**, случилась чуть более ста лет назад с заговорщиками князем Юсуповым, великим князем Дмитрием Павловичем Романовым, политическим деятелем Пуришкевичем и врачом Лазавертом, решившимся на убийство Григория Распутина. Заговорщики явно не были сильны в химии, поэтому они очень удивились, когда обнаружили, что страшный яд **Х**, добавленный в вино и в любимые пирожные Распутина, не подействовал. Вот как пишет об этих минутах в своем дневнике Пуришкевич: «Ничего не понимаю, -- разведя руками и обернувшись к великому князю, прошептал я ему. -- Что он заколдован, что ли, что на него даже яд не действует!»

Через две или три минуты в кабинет вошел Юсупов: «Представьте себе, он выпил две рюмки с ядом, съел несколько розовых пирожных, и, как видите, ничего. Решительно ничего, а прошло уже после этого минут, по крайней мере, пятнадцать!»

Во дворце на Мойке случившаяся драма проиллюстрирована с помощью восковых фигур.



Краткие ответы:

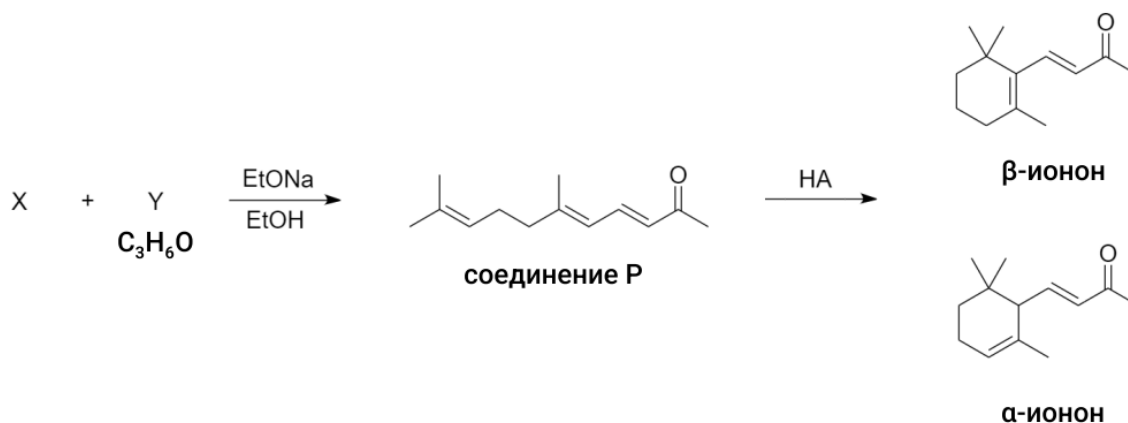
1. Молекулы X и Y: синильная кислота и бензальдегид.
2. При реакции с глюкозой синильная кислота X образуется циангидрин, неопасный для человека, поэтому глюкоза может рассматриваться как антидот для синильной кислоты и цианидов. Реакция нейтрализации основана на взаимодействии синильной кислоты с альдегидной группой глюкозы с образованием малотоксичного циангидрина. Глюкоза используется даже в антидотной терапии при отравлении синильной кислотой или ее солями, но глюкоза реагирует только с ядом, циркулирующим в крови, связанная в тканях циангруппа для нее недосягаема.

Задача о чудесных запахах Парижа

«Вечных запахов Парижа
Только два. Они всё те же:
Запах жареных каштанов
И фиалок запах свежий.»

Дон-Аминадо

Viola odorata, или фиалка душистая, — такое название носит один из видов фиалок. Чем же обусловлен восхитительный аромат этих растений? Ответ довольно прост: смесь двух изомеров — α - и β -ионона — придает фиалкам их характерный запах. Неудивительно, что эти соединения получили широкое распространение в парфюмерии. **Ниже представлена схема синтеза α - и β -ионона из природного соединения X**



Дополнительная информация

Спектр 1H ЯМР соединения Y содержит один сигнал

Взаимодействие веществ X и Y является альдольно-кетоновой конденсацией

Задание

1. Определите строение веществ X и Y
2. Дайте название соединению P по номенклатуре IUPAC
3. Предложите механизм образования любого из изомеров ионона (HA — кислота)
4. Изобразите продукты взаимодействия α -ионона со следующими реагентами
 - A. DIBAL-H
 - B. MeLi
 - C. Me_2CuLi
 - D. KCN

Задача о винных пробках



Молодой винодел, не имеющий большого опыта, был нанят в крупное винодельческое хозяйство. Пробки для закупорки бутылей для хорошего вина подготовили не из пластмассы, а в более дорогом варианте - из натурального пробкового дерева. Наш винодел решил их продезинфицировать и обработал хлорсодержащим реагентом. В результате вино, закупоренное такими пробками, приобрело ужасный аромат и вкус. Когда неопытного винодела спросили, в чем причина и какое органическое соединение может присутствовать в коре пробкового дерева после такой обработки и вызывать столь негативный эффект, то он ничего не смог ответить, за что и был уволен. Начальник при этом сказал: «Ты уволен из-за плесени».

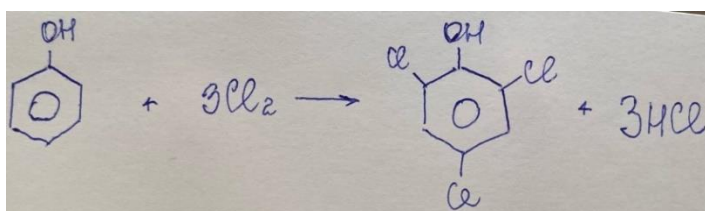
Помогите бедняге-виноделу понять, что же находится в коре пробкового дерева и при чем тут плесень, чтобы более не допускать подобных ошибок. Какого рода реакции произошли в вине, закупоренном этими пробками?

Подсказка от автора: искать причину в плесневых грибах.

Решение задачи:

А.) Начнем с того, при обработке хлорорганикой в микрополостях пробки развились группы плесневых грибков и бактерий, которые вполне благополучно усваивают хлорсодержащие вещества. Эти плесневые грибки вырабатывают соединение **S-аденозил-L-метионин**.

Б.) В коре пробкового дерева всегда присутствуют природные фенолы, которые при обработке раствором хлора дают **2,4,6-трихлорфенол**. Это знакомая реакция электрофильного замещения в ароматическом ряду.



В.) Кофермент S-аденозил-L-метионин, который появился в пробке после ее неправильной обработки, взаимодействует с 2,4,6-трихлорфенолом с образованием **2,4,6-трихлоранизола**. Этот 2,4,6-трихлоранизол не вредит здоровью человека, но имеет ужасный вкус и, попав в вино, делает его совершенно непригодным для употребления.

