

Задание теоретического тура РХО – 2018 для 10 класса

(Время на выполнение 300 минут). 70 баллов.

Можно пользоваться периодической таблицей и микрокалькулятором.

№10-1-2018 респ. 6 баллов.

Имеются две равные порции смеси Al, Mg, Fe и Zn, каждая массой 7,40 г. Одну порцию полностью растворили в соляной кислоте, при этом выделился 3,584 л (н.у.) газа, другую – в избытке раствора щелочи, при этом выделился 2,016 л (н.у.) газа. Известно, что на 1 атом Al в обеих смесях приходится 3 атома Zn. Найдите массовые доли металлов в их смеси.

№10-2-2018 респ. 6 баллов.

При количественном дегидрировании 15,2 г смеси двух алканолов потребовалось 24 г CuO. При действии на полученную смесь избытком аммиачного раствора оксида серебра образовалось 86,4 г осадка. Определите массовые доли спиртов в исходной смеси.

№10-3-2018 респ. 5 баллов.

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить цепочки превращений.

а)	$\text{H}_2\text{SO}_4, 200^\circ\text{C, кат.} \quad [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \quad \text{H}_2\text{O (уравняйте методом полуреакций!)} \\ \text{этанол} \rightarrow \text{X}_1 \rightarrow \text{X}_2 \rightarrow \text{Ag}_2\text{C}_2 \rightarrow \text{X}_2 \rightarrow \text{X}_3$			
б)	Осуществите цепочку превращений: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{X}_1 \xrightarrow{\text{KClO}_3, \text{KOH}} \text{X}_2 \xrightarrow{\text{HCl, конц}} \text{X}_3 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \xrightarrow{\text{HI}} \text{X}_4$ Назовите вещества X ₁ – X ₄ . Коэффициенты 2 уравнения подберите методом полуреакции.			

№10-4-2018 респ. 6 баллов.

В два последовательно соединенных электролизера поместили избыток раствора нитрата серебра (электролизер I) и раствор сульфата неизвестного металла (раствор II). В результате электролиза в первом электролизере выделилось 2,16 г серебра, а во втором 0,635 г неизвестного металла. Затем электролиз продолжали. По окончании электролиза в первом электролизере выделилось еще 2,16 г серебра. Объем газов, выделившихся во втором электролизере, в два раза превысил объем газов, выделившихся в нем же в условиях первого опыта.

Задание: 1) Определите неизвестный металл; 2) Напишите уравнения всех электрохимических реакций в первом и втором опытах; 3) Рассчитайте массу сульфата металла во втором электролизере.

№10-5-2018 респ. 7 баллов.

Растворы двух неизвестных веществ смешали в эквивалентных количествах, выпало 1,25 г осадка, представляющего собой соль двухвалентного металла М. При нагревании до 1100°C осадок разлагается с образованием 0,70 г твердого оксида MO и газообразного оксида. При упаривании фильтрата осталось 2,0 г сухого остатка, дающего при термическом разложении при 215°C два продукта: газообразный оксид и 0,90 г водяных паров. Общий объем газообразных продуктов 1,68 л (н.у.).

Определите неизвестные вещества и напишите уравнения упомянутых реакций.

№10-6-2018 РХО. Аналитика. 8 баллов.

Пункт	5.1.	5.1.2.	5.2.a	5.2.б	5.3.	□
Баллы	2	1	1.5	1.5	2	8

Юный химик взвесил 1.5 г железных кнопок и нагрел их со 100 мл раствора лимонной кислоты H₃Cit(см. рисунок). Сразу после исчезновения ржавчины (но пока железо еще не начало растворяться) он слил всю жидкость и повторил нагревание со свежей порцией раствора лимонной кислоты. Декантировав раствор после окончания реакции (нерастворившиеся кнопки весили 0.1 г), он выпарил раствор досуха. Сухую соль (одноводный средний цитрат) он поместил во взвешенную пробирку, заткнул ее стекловатой и прокалил, проветривая комнату, чтобы не отравиться образующимся газом. Твердый продукт, общая масса которого составила 1.0 г притягивался магнитом. Когда он сыпал вещество из пробирки, оно сгорало на воздухе, образуя красивые искры. На стенках пробирки осталась сажа.

6.1. Приведите реакции растворения кнопок и ржавчины, считая ее соответствующей составу $Fe(OH)_3$, простейшее уравнение разложения цитрата и реакцию горения продукта.

6.1.2. Рассчитайте массу растворенной ржавчины.

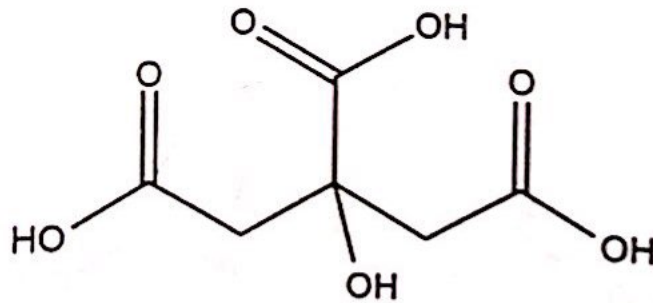
6.2. а) Рассчитайте, какое минимальное количество серной кислоты следует разбавить водой до 100 мл, чтобы обеспечить полное растворение 0.4 г ржавчины.

6.2.б) Оцените, мог ли юный химик полностью перевести эту массу ржавчины в раствор, используя такой же объем лимонного сока (67 г/л лимонной кислоты)? Предварительно рассчитайте концентрацию свободного Fe^{3+} в такой системе.

6.3. Во сколько раз будут отличаться скорости растворения в лимонном соке и в 0.005 М серной кислоте: а) ржавчины и б) железа? Для ответа рассчитайте pH кислоты, запишите схемы реакций и выражения для их скоростей.

Произведение растворимости $Fe(OH)_3$: $K_s = 4 \cdot 10^{-38}$; константы кислотности: $K_a(H_3Cit) = 8.4 \cdot 10^{-4}$, $1.7 \cdot 10^{-5}$, $4 \cdot 10^{-7}$, $K_a(CH_3COOH) = 1.74 \cdot 10^{-5}$; константа устойчивости цитрата железа: $\beta(FeCit) = 10^{11.2}$; мольная доля цитрат-иона $\alpha(Cit^{3-})$ в зависимости от pH приведена в таблице:

pH	1.0	1.4	1.8	2.2	2.6	3.0	3.4	3.8	4.2
$\alpha(Cit^{3-})$	$5.6 \cdot 10^{-12}$	$8.9 \cdot 10^{-11}$	$1.4 \cdot 10^{-9}$	$2.01 \cdot 10^{-3}$	$2.7 \cdot 10^{-7}$	$3.08 \cdot 10^{-6}$	$2.83 \cdot 10^{-5}$	$2.09 \cdot 10^{-4}$	$1.27 \cdot 10^{-3}$

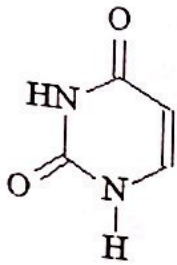


№10-7-2018 РХО. Нуклеиновые кислоты. 7 баллов.

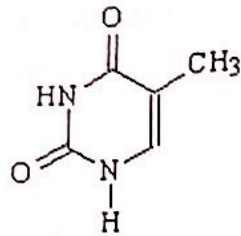
Пункт и вещества	9.1	9.2. а	9.2. б	9.3	9.4	A	B	C	D	E	<input type="checkbox"/>
Баллы	0,5	0,5	0,5	1	1	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	7

Нуклеиновые кислоты представляют собой полимеры, построенные из нуклеотидов, соединенных между собой фосфодиэфирными связями. Каждый нуклеотид состоит из остатков азотистого основания, пентозы и фосфорной кислоты. Существует два различных типа нуклеиновых кислот – дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК) и рибонуклеиновые кислоты (РНК).

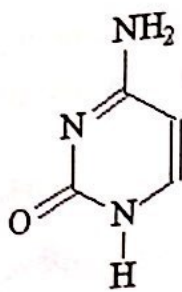
Различают пиримидиновые и пуриновые основания, называемые также соответственно пиримидины и пурины. К пиримидинам относятся также тимин и цитозин, к пуринам – аденин и гуанин;



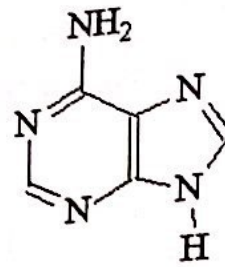
Урацил
(У)



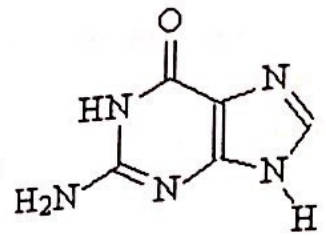
Тимин (Т)



Цитозин
(Ц)



Аденин (А)



Гуанин (Г)

В состав ДНК входят тимин, цитозин, аденин и гуанин, в состав РНК – те же основания, только вместо тимина входит урацил.

7.1. ДНК состоит из двух цепей, образующих правовращающую спираль, в которой обе полинуклеотидные цепи закручены вокруг одной и той же оси. Азотистые основания находятся внутри, а углеводные компоненты – снаружи.

Нарисуйте пространственную структуру ДНК. Укажите направление цепи в молекуле.

7.2. В 1960 году Маршалл Ниренберг расшифровал генетический код, в своем эксперименте по синтезу полинуклеотидной цепи, состоящей исключительно из урациловых остатков. После поместил это вещество в пробирку, содержащее все компоненты нужные для синтеза белка.

а. Какой полипептид образовался в результате синтеза?

б. Какой полипептид образовался бы, если в данную «бесклеточную» систему добавить поли(А), поли(Ц) и поли(Г)?

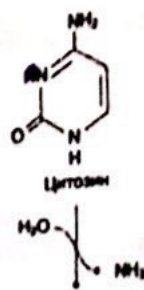
7.3. Напишите реакцию депуринизации, где происходит самопроизвольное отщепление аденина и гуанина.

7.4. Помимо использования в качестве строительных блоков ДНК и РНК, нуклеотиды выполняют множество других функций в клетке. Многие ферментативные реакции включают перенос электронов или групп атомов с одного субстрата на другой. В таких реакциях всегда принимают участие вспомогательные соединения (коферменты), которые выполняют функцию промежуточных переносчиков атомов или функциональных групп. Наиболее важные окислительно-восстановительные коферменты это НАД (никотинамидадениндинуклеотид) и ФАД (флавинадениндинуклеотид), которые подвергаются обратимому окислению и восстановлению во время ряда метаболических реакций.

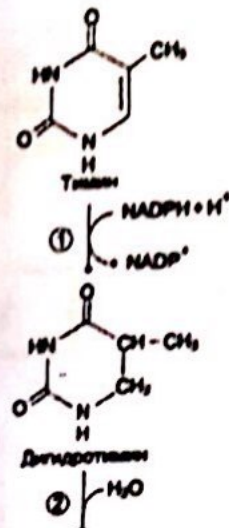
Напишите структурные формулы кофермента А, НАД и ФАД. Каковы функциональные различия между ними?

7.5. Катаболизм пиримидиновых нуклеотидов.

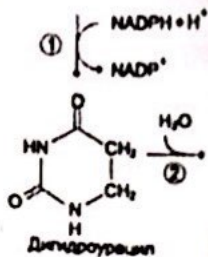
Ниже приведена схема катаболизма пиримидиновых оснований. Напишите структурные формулы соединений А, В, С, D, E.



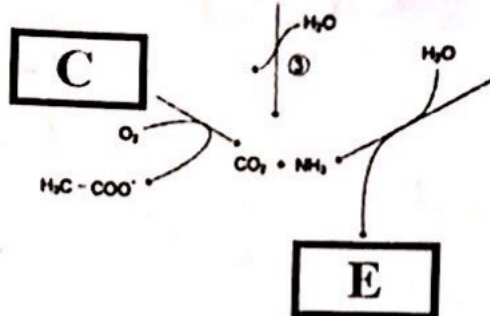
A



D



B



C

1 — дигидропиримидиндегидрогеназа; 2 — дигидропиримидинциклогидролаза; 3 — уреидопропионаза.

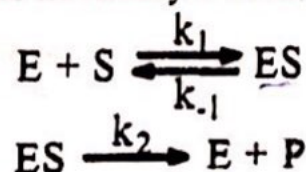
2

№10-8-2018 РХО. Ферментативный катализ. 6 баллов.

Пункт	8.1.	8.2.	8.3.	□
Баллы	2	2	2	6

Ферменты являются катализаторами биохимических процессов в организме. Они катализируют реакции с участием субстратов (реагентов).

8.1. Используя следующий механизм действия ферментов на субстрат и квазистационарное приближение выразите максимальное значение скорости получения продукта, V_{max} , через начальную концентрацию фермента, $[E]_0$:



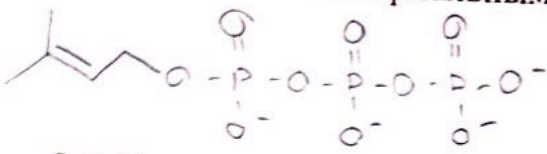
8.2. Для этой же схемы выразите значение скорости получения продукта V через V_{max} , концентрацию субстрата, $[S]$, и константу Михаэлиса, K_m . Какое значение будет у скорости, когда концентрация субстрата будет равна константе Михаэлиса по значению?

8.3. Изобразите графически зависимость скорости данной реакции от концентрации субстрата. Также изобразите на графике зависимость $1/V$ от $1/[S]$.

№10-9-2018 РХО. Химический синтез природного вещества – Фарнезола. 10 баллов.

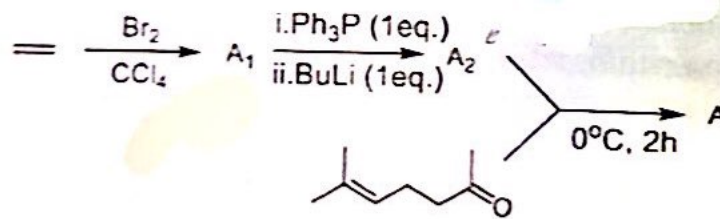
Пункт и вещества	9.1.	A ₁	A ₂	A	B	C	D	E	9.2.2.	□
Баллы	0.5	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5	0.5	10

Фарнезол (E) является ациклическим спиртом который хорошо растворяется в маслах, но не растворяется в воде. Его применение широко распространено в народной медицине в качестве составного компонента в растениях *Acacia farnesiana* (Акация Фарнеза), известная благодаря своим сильным антибактериальными свойствами и лечению малярии:

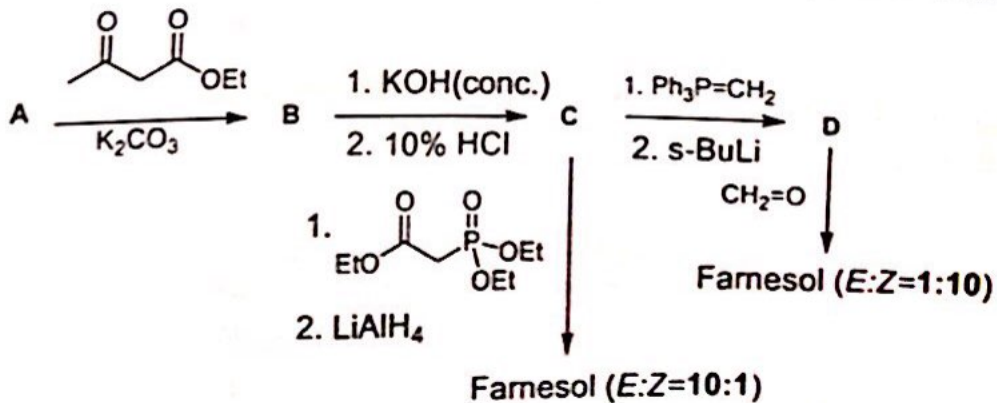


9.1. Нарисуйте структуру терпена, если он принадлежит к классу алкадиенов.

9.2. Синтез (E)-Фарнезола *in vitro* (в лаборатории) начинается с А. Он является производным другого природного соединения, изомера главного компонента розового масла – Гераниола. Установите структуры А₁, А₂, А.



9.2.1. Определите структуру веществ В, С, D и (E)-Фарнезола (1.5 x 4 = 6 балл).



9.2.2. Укажите способ разделения изомеров (1 балл).

Пункты	1	2	3	4	5	6	7	8	9	□
Баллы	2	1	1	1	1	0.5	1	0.5	1	9

1. Нарисуйте диаграмму расщепления d-орбиталей комплексобразителя в сферическом, октаэдрическом и тетраэдрическом поле лигандов. Нарисуйте расположение d_e и d_{σ} орбиталей.
2. Расположите нижеперечисленные лиганды в порядке повышения энергии расщепления: Br^- , F^- , OH^- , I^- , H_2O , Cl^- , NH_3 , CN^- , F^- . (всего 1 балл, а за каждую ошибку - 0,1 б)
3. Напишите уравнение для вычисления энергии расщепления в расчета на 1 моль поглощающего вещества, указывая что и как обозначено!

Различным окрашенным участкам видимой части спектра соответствуют следующие длины волн (нм):

Фиолетовый	Голубой	Зеленый	Желтый	Оранжевый	Красный
400-424	424-490	490-575	575-585	585-647	647-710

При поглощении веществом определенной части спектра само вещество оказывается окрашенным в дополнительный цвет:

Поглощаемая часть	Фиолетовая	Синяя	Голубая	Сине-зел.	Зеленая
Окраска вещества	Зелено-желт.	Желтая	Оранжевая	Красная	Пурпурн.

4. Объясните, почему соединения меди (II) окрашены, а соединения меди (I) нет!
5. Для комплексного иона $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ максимум поглощения видимого света соответствует длине волны 304 нм, а для иона $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$ - длине волны 365 нм. Вычислите энергию расщепления d-подуровня в этих комплексных ионах. Как изменяется сила поля лиганда при переходе от NH_3 к H_2O ?
6. Какова окраска соединений марганца (III) в водных растворах, если для иона $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+} \Delta = 250,5$ кДж/моль. Какой длине волны соответствует максимум поглощения видимого света этим ионом?
7. Для иона $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O}_6)]^{2+} \Delta = 321,6$ кДж/моль. Определите окраску этого иона и положения максимума поглощения.
8. Почему бесцветны ионы Ag^+ и Zn^{2+} ?
9. Какие из перечисленных ионов бесцветны и почему? (во второй строчке напротив бесцветного иона напишите слово «бесцветен»!)

Ион	$[\text{CuCl}_2]^-$	$[\text{CuCl}_4]^{2-}$	$[\text{ZnCl}_4]^{2-}$	$[\text{FeCl}_4]^-$	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$	$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$