

Задание теоретического тура РХО-2007 для 10 класса

№10-1-2007респ. Докажите следующие теоремы:

1. Если формула первого члена гомологического ряда C_pH_q , то общая формула углеводов этого ряда - $C_nH_{2n-2p+q}$ где $n \geq p$.
2. На основании предыдущей теоремы доказать что молекулярная формула углеводорода заданного гомологического ряда однозначно определяется его молекулярной массой.
3. На том же основании доказать, что, за исключением ряда C_nH_{2n} , молекулярную формулу углеводорода заданного гомологического ряда можно однозначно вывести, зная процентный состав.

№10-2-2007респ. В лаборатории при разборе старинных запасов реактивов были найдены четыре больших склянки с истлевшими от времени этикетками. На каждой из них читалось только слово «спирт». Лаборант Вася, пронумеровав склянки, попытался установить, какие спирты в них находятся. После ряда опытов ему удалось установить, что:

1. Смесь равных количеств всех четырех «спиртов» представляет собой бесцветную жидкость с характерным запахом. При попытку её перегнать запах сначала резко усиливался, а потом практически исчезает. После окончания перегонки в колбе остается небольшое количество твёрдого белого осадка, растворимого в большом количестве горячей воды.
2. «Спирты» №1 и №2 реагируют между собой. При упаривании их смеси выделяется твердое белое вещество, хорошо растворимое в воде. При его прокаливании от него остается только запах, твёрдый остаток не образуется.
3. Реакция спиртов №1, №3 и №4 с кусочком металлического Na массой 5 г протекает спокойно; «спирт» №2 с кусочком Na той же массы реагирует со взрывом.
4. «Спирты» №1 и №3 легко реагируют со щелочью. При этом для нейтрализации 10 г 6% раствора NaOH требуется 13,8 г спирта №1 или 37,2 спирта №3.
5. При нагревании со щелочью твердого продукта реакции «спирта» №1 с NaOH (опыт 4) образуется вещество, которое можно успешно применять для чистки раковин в лаборатории.
6. В определённых условиях «Спирты» №1, №3 и №4 реагируют с концентрированной H_2SO_4 с выделением одного и того же горючего газа, обесцвечивающего серноокислый раствор $KMnO_4$.
7. «Спирт» №2 образует с концентрированной H_2SO_4 не газ, а твёрдый продукт, хорошо растворимый в воде; из 10 г «спирта» №2 может быть получено 3.9 г этого вещества.
8. Если к «спирту» №3 прилить небольшое количество концентрированной H_2SO_4 и поджечь полученную смесь, то пламя будет окрашено в зелёный цвет. Остальные «спирты» не окрашивают пламя ни при каких условиях.
9. «Спирт» №1 даёт реакцию «серебряного зеркала», причём 10 г «спирта» №1 выделяют 2,35 г Ag в виде осадка. Остальные «спирты» с аммиачным раствором оксида серебра не взаимодействуют.
10. При добавлении к «спиртам» №1, №3 и №4 избытка водной щелочи и йода образуется желтое вещество с характерным запахом, нерастворимое в воде. При этом из 10 г «спирта» №4 может быть получено 85.7 г этого вещества

От такого набора данных у Васи голова пошла кругом, и он прекратил эксперименты. Сможете ли вы помочь ему подписать этикетки на банках. Если да - то напишите уравнения протекающих реакций.

№10-3-2007респ. Допишите следующие уравнения и подберите коэффициенты методами электронного баланса и полуреакций.

- 1) $As_2O_3 + HNO_3 + H_2O \rightarrow$
- 2) $Zn + HNO_3(\text{разб}) \rightarrow$
- 3) $K_2Cr_2O_7 + C_2H_4(OH)_2 + H_2SO_4 \rightarrow$

- 4) $\text{KClO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow$
- 5) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Br}_2 + \text{KOH} \rightarrow$
- 6) $\rightarrow \text{NO} + \text{S} + \text{H}_2\text{O}$
- 7) $\rightarrow \text{CrCl}_3 + \text{Cl}_2 + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$
- 8) $\rightarrow \text{K}[\text{Au}(\text{CN})_4] + \text{KOH}$
- 9) $\rightarrow \text{AsH}_3 + \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 10) $\rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

№10-4-2007респ. Соединение X состоит из азота и водорода. Сильное нагревание 3,2 г соединения X ведет к его полному разложению без образования твердого остатка. Оставшаяся смесь газов частично адсорбируется серной кислотой (объем газовой смеси уменьшается в 2,8 раза). Не адсорбированный газ, представляющий собой смесь водорода и азота, при нормальных условиях занимает объем 1,4 л и имеет плотность 0,786 г/л. Определите формулу соединения X.

№10-5-2007респ. Газ А (плотность по воздуху 0.966) объемом 8.96л (н.у.) сожгли в избытке кислорода. Сконденсировавшийся при 20°C продукт сгорания слили в колбу, прокипятили для удаления следов растворенного в нём другого продукта сгорания (газообразного при 20°C) и охладили. Затем в колбу бросили кусочек натрия массой 0.92 г. После окончания бурной реакции, сопровождавшейся выделением легкого горючего газа, в колбе остался раствор щелочи с массовой долей растворенного вещества, равной 18.55%.

1. Определите формулу газа А.
2. Напишите уравнения проведенных реакций.

№10&-2007респ.

1. Нарисуйте схему распределения *d*-орбиталей атома в октаэдрическом и тетраэдрическом поле лигандов.
2. Расположите следующие лиганды в порядке убывания вызываемой ими энергии расщепления в (спектрохимический) ряд: Br^- , Cl^- , F^- , CN^- , H_2O , I^- , NH_3 , OH^- , NO_2^- .
3. Предскажите магнитные свойства следующих комплексных соединений с позиций теории кристаллического поля: $[\text{CoF}_6]^{3-}$, $[\text{Co}(\text{CN})_6]^{3-}$

Различно окрашенным участкам видимого спектра соответствует следующие длин волн.

Длина волны, нм	710-647	647-585	585-575	575-490	490-424		424-400
Часть спектра	красный	оранж	желтый	зеленый	голубой	синий	фиолет
Окраска вещества				красная	оранж	желтая	Зел-желт

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

4. Максимум поглощения видимого света ионом $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ соответствует длине волны $\lambda = 304$ нм. Вычислить энергию расщепления *d*-подуровня.
5. Для иона $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ энергия расщепления равна 167,2 кДж/моль. Какова окраска соединений хрома (III) в водных растворах?
6. Ион $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$ окрашен в красный цвет. Укажите соотношение длин волн, отвечающих максимумам поглощения света ионами $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]$ и $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$:
 - a) $\lambda_{\text{Cr}} > \lambda_{\text{Co}}$
 - b) $\lambda_{\text{Cr}} = \lambda_{\text{Co}}$
 - c) $\lambda_{\text{Cr}} < \lambda_{\text{Co}}$
7. Какие из перечисленных ионов бесцветны:
 - a) $[\text{CuCl}_2]^-$
 - b) $[\text{CuCl}_4]^{2-}$

- c) $[\text{ZnCl}_4]^{2-}$
- d) $[\text{FeCl}_4]^-$
- e) $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$
- f) $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$

Потому что:

- 1) в этих ионах центральный атом проявляет высшую степень окисленности
- 2) в этих ионах центральный атом не проявляет высшую степень окисленности
- 3) в этих ионах центральный ион имеет завершенную $3d$ -оболчку
- 4) в этих ионах центральный ион имеет незавершенную $3d$ -оболчку

Укажите правильный ответ.

8. Какие из перечисленных ионов парамагнитны:

- a) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3-}$
- b) $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$
- c) $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$
- d) $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$
- e) $[\text{FeF}_6]^{4-}$

Потому что:

- 1) лиганд создает сильное поле, и шесть d -электронов заполняют три орбитали d_e - подуровня;
- 2) лиганд создает слабое поле, и все орбитали заполняются в соответствии с правилом Хунда
- 3) центральный ион содержит нечетное число электронов.

Укажите правильный ответ.

9. Одинакова ли пространственная структура диамагнитного иона $[\text{NiCl}_4]^{2-}$ и парамагнитного иона $[\text{PdCl}_4]^{2-}$:

- a) одинакова;
- b) не одинакова

Потому что:

- 1) электронная конфигурация валентных орбиталей центральных ионов выражается общей формулой nd^8
- 2) σ -связи образуются при участии неодинаковых акцепторных орбиталей сравниваемых центральных ионов.

Укажите правильный ответ.

№10-7-2007респ. Период полураспада радиоактивного изотопа ^{14}C - 5730 лет. При археологических раскопках было найдено дерево, содержание ^{14}C в котором составляет 56% от нормального. Каков возраст дерева? Ответьте также на следующие вопросы:

- 1. Изложите принцип радиометрического датирования с помощью изотопа ^{14}C
- 2. Перечислите допущения, которые предполагаются при применении радиометрического датирования? Укажите их недостатки.

№10-8-2007респ. Смесь изобутановой и синтетической насыщенной дикарбоновой аминокислоты обработали избытком раствора гидрокарбоната натрия, при этом выделилось 7,84 л газа (н.у.). При сжигании такого же количества исходной смеси в избытке кислорода выделилось 29,12 л газовой смеси (н.у.), которую пропустили через избыток раствора гидроксида натрия. Оставшаяся газовая смесь уменьшилась на 92,3% (по объему) и имела плотность по кислороду 0,9375. Определите возможную структурную формулу аминокислоты.