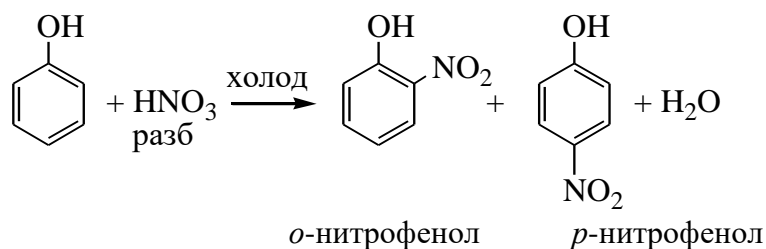
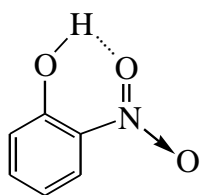


Решения задач очного тура

Задача 1 (6 баллов)



Реакция нитрования протекает с преимущественным образованием *орто*- и *пара*-изомеров, так как группа OH – в молекуле фенола является электронодонором и ориентантом I рода.



– схема образования внутримолекулярной водородной связи

Орто-изомер кипит ниже.

Орто-изомер более летуч.

Это связано с тем, что *орто*-изомер, образовав внутримолекулярную водородную связь, образует меньшее количество межмолекулярных водородных связей, чем *пара*-изомер. Температуру кипения повышают именно межмолекулярные водородные связи. Следовательно, *орто*-изомер кипит ниже и более летуч.

Уравнение реакции и объяснение – по 1 баллу.

Схема образования водородной связи – 1 балл.

Сравнение температур кипения и летучести – по 1 баллу.

Объяснение – 1 балл.

Задача 2 (8 баллов)

BF_3 имеет плоское строение, углы между связями составляют 120° . Это связано с sp^2 гибридизацией атома бора. Молекула неполярна, дипольный момент равен нулю.

NF_3 имеет форму правильной треугольной пирамиды с атомом азота в вершине. Это связано с sp^3 гибридизацией атома азота. Молекула полярна и имеет дипольный момент.

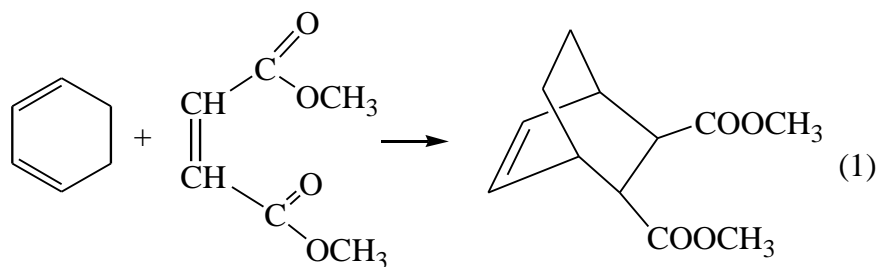
BF_4^- имеет тетраэдрическую форму. Это связано с sp^3 гибридизацией бора в составе иона.

Строение каждой частицы – по 1 баллу.

Объяснение с указанием гибридизации – по 1 баллу.

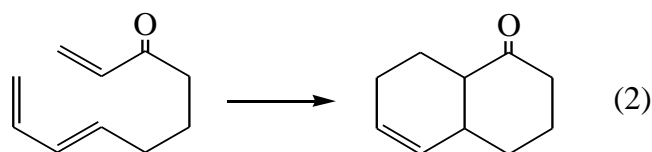
Оценка полярности (дипольного момента) – по 1 баллу

Задача 3 (10 баллов)



Диен – циклогексадиен-1,3

Диенофил – диметилвый эфир бутендиовой кислоты (диметилбутендиоат).

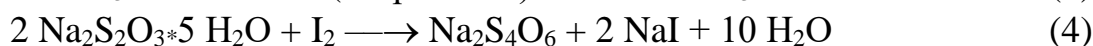
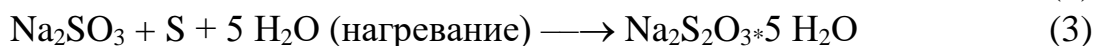


Исходное вещество – дектриен-1,7,9-он-3

Реакции (1) и (2) – по 2 балла

Название диена, диенофила и исходного вещества в реакции (2) – по 2 балла

Задача 4 (10 баллов)



А – кислород, В – сера, С – оксид серы (IV), D – сульфит натрия, E – пентагидрат тиосульфата натрия, J – тетрагидрат натрия

Расчет: $v(E) = 4,96/248 = 0,02$ моль

Согласно (4): $v(I_2) = v(E)/2 = 0,02/2 = 0,01$ моль

$m(I_2) = 0,01 \cdot 254 = 2,54$ г в соответствии с условием.

За каждую реакцию – по 1 баллу

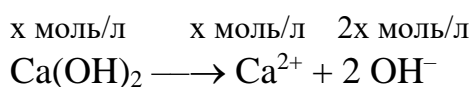
За названия веществ А и В – по 0,5 балла

За названия веществ С, D, E, J – по 1 баллу

За расчет – 1 балл

Задача 5 (10 баллов)

Пусть концентрация $Ca(OH)_2$ в насыщенном растворе x моль/л. Тогда



Используем выражение для ПР:

$$x \cdot (2x)^2 = 5,5 \cdot 10^{-6}$$

$$4x^3 = 5,5 \cdot 10^{-6}$$

$x = 1,112 \cdot 10^{-2}$ моль/л = $c(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ в насыщенном растворе

Расчет pH:

$$[\text{OH}^-] = 2x = 2,224 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-14} / 2,224 \cdot 10^{-2} = 0,45 \cdot 10^{-12}$$

$$\text{pH} = -\lg 0,45 \cdot 10^{-12} = 12,35$$

Расчет объема воды:

В одном литре воды с образованием насыщенного раствора растворится $1,112 \cdot 10^{-2}$ моль/л $\text{Ca}(\text{OH})_2$ или $1,112 \cdot 10^{-2}$ моль $\cdot 74$ г/моль = 0,823 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$

1 г $\text{Ca}(\text{OH})_2$ растворится в $1/0,823 = 1,215$ л воды или в 1215 мл

Ответ: pH = 12,35, 1215 мл воды

Использование выражения для ПР, составление алгебраического уравнения, его решение и интерпретация в качестве молярной концентрации гидроксида кальция в насыщенном растворе – 4 балла – по 1 баллу за элемент

Расчет концентрации гидроксид-ионов, катионов водорода и величины pH – 3 балла – по 1 баллу за элемент

Расчет объема воды (может выполняться различными способами) – 3 балла

Задача 6 (16 баллов)

1) Пусть концентрация вещества в водной фазе x моль/л, тогда концентрация вещества в органической фазе – $1,5 \cdot x$ моль/л. Объемы фаз составляют по 1 литру. Значит в водной фазе x моль вещества, а в органической – $1,5 \cdot x$ моль.

Исходное количество вещества $x + 1,5 \cdot x = 2,5 \cdot x$ моль.

Следовательно, $\alpha = 1,5 \cdot x / 2,5 \cdot x = 0,6$ или 60%.

2) Пусть концентрация вещества в водной фазе x моль/л, тогда концентрация вещества в органической фазе – $1,5 \cdot x$ моль/л. Объем водной фазы составляет 1 литр, а объем органической фазы – V литров. Значит в водной фазе x моль вещества, а в органической – $1,5 \cdot x \cdot V$ моль.

Исходное количество вещества $x + 1,5 \cdot x \cdot V$ моль.

Составляем уравнение: $0,95 = 1,5 \cdot x \cdot V / (x + 1,5 \cdot x \cdot V)$

Решаем: $V = 12,67$ л.

3) Согласно части (1) этой задачи при однократной экстракции 1 литром органической фазы 1 литра водной фазы в органическую фазу переходит 60% вещества. Остаток вещества в водной фазе составляет 40% или 0,4 от исходного количества.

Вторая экстракция в тех же условиях извлечет $0,6 \cdot 0,4 = 0,24$ от исходного вещества, а в водной фазе останется $0,4 \cdot 0,4 = 0,16$ (16%).

Третья экстракция в тех же условиях извлечет $0,6 \cdot 0,16 = 0,096$ от исходного вещества, а в водной фазе останется $0,4 \cdot 0,16 = 0,064$ (6,4%).

Четвертая экстракция в тех же условиях извлечет $0,6 \cdot 0,064 = 0,0384$ от исходного вещества, а в водной фазе останется $0,4 \cdot 0,064 = 0,0256$ (2,56%). То есть по-

сле четвертой экстракции в водной фазе останется менее 5% исходного вещества, что соответствует условию задачи.

Общий объем экстрагента составляет 4 литра.

4) Однократная экстракция для извлечения 95% вещества требует 12,67 литра экстрагента, а многократная – 4 литра. Вывод – многократная экстракция малыми порциями экстрагента эффективнее.

Ответ: 60%, 12,67 л экстрагента, 4 экстракции и 4 л экстрагента, многократная экстракция эффективнее.

Расчет (1) – 2 балла

Расчет (2) – 6 баллов

Расчет (3) – 6 баллов

Расчет (4) – 2 балла