

**ОЛИМПИАДА ПО ХИМИИ**  
**республиканский тур, XII класс, 15-18 марта 2024**

Время работы: 240 минут

Желаем успехов!

**Тест (15 баллов)**

1. Правила ИЮПАК допускают использование тривиальных названий для ряда известных фенолов. Некоторые примеры перечислены ниже, наряду с систематическими названиями. Представьте структурные формулы каждого соединения:

- а) Ванилин (4-гидрокси-3-метоксибензальдегид) – компонент ванильного масла с характерным приятным ароматом;
- б) Тимол (2-изопропил-5-метилфенол) – компонент масла тимьяна (*Thymus vulgaris*);
- в) Эвгенол (4-аллил-2-метоксифенол) – компонент гвоздичного масла (*Eugenia caryophyllata*);
- г) Салициловый спирт (о-гидроксибензиловый спирт) – соединение родственное аспирину, получаемое из коры тополя или ивы.

1.0 балл

2. Глюкоза – углевод с несколькими асимметричными (хиральными) атомами углерода, вызывающими стереоизмерию в ряду альдогексоз. Каково общее число стереоизомеров глюкозы с открытой цепью, имеющих одинаковый углеродный скелет и положение функциональных групп, но различающихся только стереохимической конфигурацией при асимметрических атомах углерода.

- а) 8; б) 12; в) 16; г) 48

2.0 балла

3. Укажите условия, при которых выход метанола в реакции, уравнение которой  $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH} + \text{Q}$  будет максимальным:

- а)  $P = 5 \text{ МПа}$ ,  $t = 250^\circ\text{C}$ ; б)  $P = 10 \text{ МПа}$ ,  $t = 400^\circ\text{C}$ ;  
в)  $P = 10 \text{ МПа}$ ,  $t = 250^\circ\text{C}$ ; г)  $P = 5 \text{ МПа}$ ,  $t = 400^\circ\text{C}$ .

0.5 балла

4. Было установлено, что при увеличении температуры от  $0^\circ\text{C}$  до  $40^\circ\text{C}$ , скорость реакции разложения 3-Оксопентандиовой кислоты ( $\text{CO}(\text{CH}_2\text{COOH})_2 \rightarrow \text{CO}(\text{CH}_3)_2 + 2\text{CO}_2$ ), выросла в 300 раз. Температурный коэффициент в данной реакции равен:

- а) 1,73; б) 2,75; в) 3,00; г) 4,16

1.0 балл

5. Относительная атомная масса магния равна 24,31. У магния три стабильных изотопа с массовыми числами  $A=24$ ,  $A=25$  и  $A=26$ . Зная, что мольная доля изотопа с массовым числом  $A=25$  равна 10,1%, то мольная доля у изотопа с массовым числом  $A=24$  равна:

- а) 20,22%; б) 44,95%; в) 60,38%; г) 79,45%

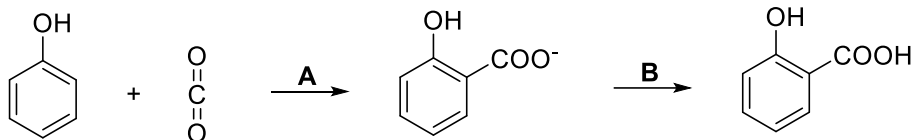
1.5 балла

6. Кислородосодержащие кислоты фосфора  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_2$ ,  $\text{HPO}_3$  являются соответственно:

- а) четырехосновной, трехосновной, двухосновной, трехосновной
- б) трехосновной, одноосновной, двухосновной, одноосновной
- в) трехосновной, двухосновной, одноосновной, одноосновной
- г) трехосновной, трехосновной, трехосновной, одноосновной

1.0 балл

7. Производство нижеуказанной гидроксibenзойной кислоты, имеющей большое значение для фармацевтической промышленности, основано на реакции между фенолом и диоксидом углерода:



Это важное превращение происходит при высоком давлении в присутствии реагента А, затем при взаимодействии продукта с реагентом В получается требуемая гидроксibenзойная кислота.

I. Выберите реагент А, в присутствии которого фенол реагирует с  $\text{CO}_2$ :

- а)  $\text{HCl}$ ; б)  $\text{NaOH}$ ; в)  $\text{KMnO}_4$ ; г)  $\text{Br}_2$ .

II. Выберите реагент В, в присутствии которого получается требуемая кислота:

- а)  $\text{HCl}$ ; б)  $\text{NaOH}$ ; в)  $\text{KMnO}_4$ ; г)  $\text{Br}_2$ .

2.0 балла

8. При производстве мыла из жира получено 7898,2 кг глицерина, что соответствует выходу 85%. Какую массу жира взяли для реакции, если в молекуле жира одна из гидроксильных групп глицерина этерифицирована пальмитиновой (гексадекановой) кислотой, а две другие – бутановой кислотой.

- а) 86658 кг; б) 47470 кг; в) 34297 кг; г) 50298 кг

1.0 балл

9. При изучении реакции разложения ацетона в газовой фазе  $(\text{CH}_3)_2\text{CO}(\text{г}) \rightarrow \text{C}_2\text{H}_4(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) + \text{CO}(\text{г})$  было установлено, что, спустя 690 с от момента начала реакции, концентрация ацетона равна 7,05 моль/л, а, спустя 1380 с – 5 моль/л. Средняя скорость реакции в моль/(л·с) равна:

- а)  $2,97 \cdot 10^{-3}$ ; б)  $5,00 \cdot 10^{-4}$ ; в)  $9,04 \cdot 10^{-3}$ ; г)  $9,98 \cdot 10^{-2}$

1.0 балл

**10.** Цинковую пластину массой 4 г опустили в 20 г раствора  $\text{FeSO}_4$  ( $\omega = 35\%$ ). Через некоторое время массовая доля  $\text{FeSO}_4$  в растворе стала равной 15%. (Для расчетов используйте  $M(\text{Fe})=55,8 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$ ;  $M(\text{Zn})=65,4 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$ ;  $M(\text{S})=32 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$ ;  $M(\text{O})=16 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$ ). Если предположить, что всё замещенное железо осело на пластине, то масса исходной пластины изменилась на:

- a) 1,3%;      b) 2,4%;      c) 6,3%;      d) 10,3%

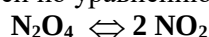
4.0 балла

### Задача 1. (15 баллов)

Раствор муравьиной кислоты с массовой долей 3% ( $\rho = 1,0049 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ ) имеет pH, равный 1,97. Рассчитайте степень диссоциации кислоты в исходном растворе. Во сколько раз нужно разбавить раствор, чтобы степень диссоциации кислоты увеличилась в 10 раз? В расчетах не пренебрегайте значениями степеней диссоциации и используйте  $M(\text{H}) = 1,01 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$ ;  $M(\text{C}) = 12,01 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$ ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ г}\cdot\text{моль}^{-1}$ .

### Задача 2. (20 баллов)

Одним из классических примеров влияния температуры на химическое равновесие является изменение окраски смеси обратимой реакции, протекающей по уравнению

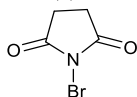


Даны 2 моль  $\text{N}_2\text{O}_4$ , которые нагрели в контейнере объемом 12  $\text{дм}^3$  до  $t=25^\circ\text{C}$ . При равновесии в данных условиях продиссоциировало 35% тетраоксида диазота.

- 2.1. Рассчитайте константу равновесия  $K_1$  в  $\text{моль}/\text{дм}^3$  для данной реакции.
- 2.2. На основании величины  $K_1$ , сделайте вывод о направлении протекания реакции при  $t=25^\circ\text{C}$ .
- 2.3. Константа равновесия данной реакции при температуре  $100^\circ\text{C}$  равна  $K_2 = 14,64 \text{ моль}/\text{дм}^3$ . Определите количество (в %)  $\text{N}_2\text{O}_4$  продиссоциировавшего в новых равновесных условиях при  $100^\circ\text{C}$ , если исходное количество  $\text{N}_2\text{O}_4$  и объем контейнера те же, что и в начальных условиях.
- 2.4. а) На основе полученных результатов, укажите, в какую сторону сдвинется химическое равновесие при увеличении температуры от  $25^\circ\text{C}$  до  $100^\circ\text{C}$ . Приведите возможные аргументы;  
 б) Ответьте на вопрос: прямая реакция экзотермическая или эндотермическая? Приведите возможные аргументы.

### Задача 3. (20 баллов)

Соединение N-бромсукцинимид (NBS) используется в качестве формального источника  $\text{Br}^+$  в реакциях электрофильного замещения или присоединения.

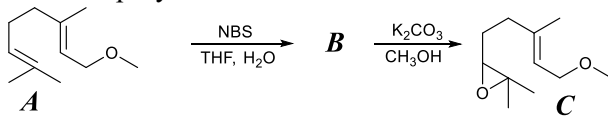


N-бромсукцинимид (NBS)



Тетрагидрофуран (THF)

В показанной ниже последовательности превращений на первом этапе N-бромсукцинимид селективно взаимодействует с диеном **A** в растворителе, представляющем собой смесь тетрагидрофурана (THF) с водой, образуя неизвестный продукт **B**. Второй этап включает обработку соединения **B** карбонатом калия в растворе метилового спирта, в результате чего образуется соединение **C**.



- 3.1 Какова молекулярная формула исходного диена **A**?
- 3.2 Определите и назовите гетероатомные функциональные группы в соединениях **A** и **C**.
- 3.3 Представьте структурную формулу продукта реакции **B**.
- 3.4 Предложите альтернативный путь, который гипотетически мог бы обеспечить синтез **C** из **A** без использования N-бромсукцинимид.