

**LXXIV Московская олимпиада школьников по химии**  
**Отборочный этап**  
**2017-2018 уч.год**  
**11 класс**

**Каждое задание – 10 баллов**  
**Всего за 10 заданий – 100 баллов**

**11-1-1.** При прокаливании образца кристаллогидрата хлорида кобальта(II) его масса уменьшилась на 35,65%. Установите формулу кристаллогидрата. В качестве ответа приведите количество молекул воды, приходящихся на одну формульную единицу хлорида кобальта(II). (Пример: 3)

**Ответ:** 4

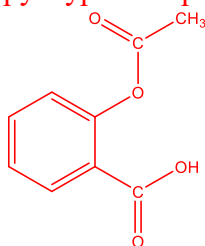
**Решение:** Количество молекул кристаллизационной воды можно рассчитать по формуле:

$$x = n(H_2O):n(CoCl_2) = \frac{w(H_2O)}{M(H_2O)} : \frac{(100 - w(H_2O))}{M(CoCl_2)}$$

**11-1-2.** Чему равно количество сигма-связей в молекуле ацетилсалициловой кислоты (аспирина)? (Пример: 5)

**Ответ:** 21

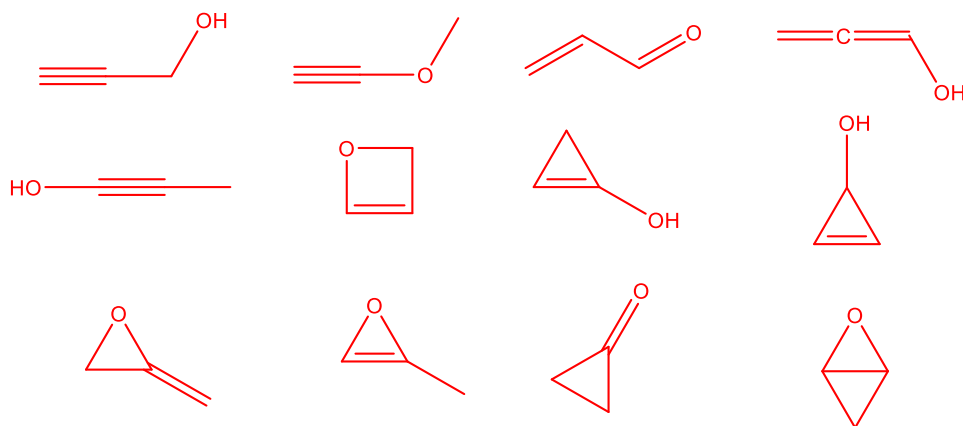
**Структура аспирина**



**11-1-3.** Сколько различных органических молекул скрывается за формулой  $C_3H_4O$ ? Устойчивость соединений в расчет не принимать. (Пример: 50)

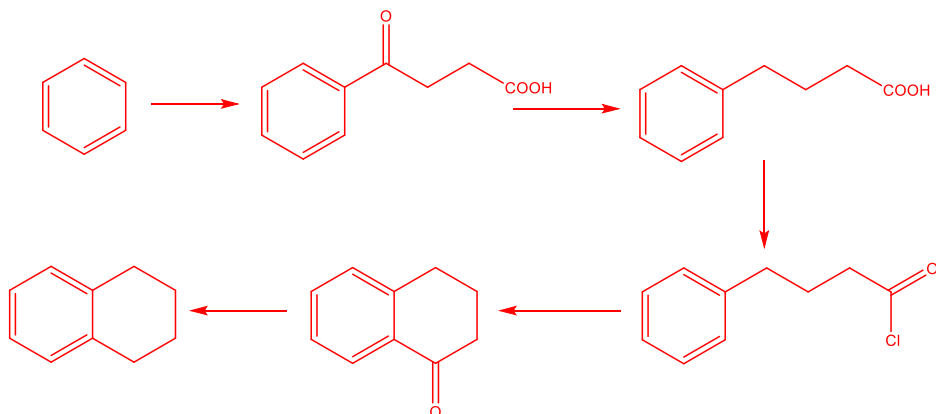
**Ответ:** 12

**Решение:**



**11-1-4.** Бензол ввели в следующую последовательность превращений: 1) янтарный ангидрид,  $AlCl_3$ , t; 2) амальгама цинка,  $HCl$  (конц.); 3)  $PCl_3$ ; 4)  $AlCl_3$ , t; 5) гидразин,  $KOH$ , t. В качестве ответа приведите молярную массу конечного продукта синтеза с точностью до целых. (Пример: 777)

**Ответ:** 132



**11-1-5.** Напишите формулу бинарного соединения с максимальной массовой долей водорода (в виде протия). (Пример: HCl).

Ответ: CH<sub>4</sub> (засчитывать H<sub>4</sub>C, учесть варианты с русскими буквами)

**11-1-6.** Период полураспада радиоактивного элемента X 2018 лет. За какое время распадется 97% исходного X? Ответ приведите в годах, с точностью три значащих цифры. (Примеры: 0,123 или 12,3 или 123 или 1230 или 123000)

Ответ: 10200 (засчитывать 10100 и 10300)

Решение:

Если распалось 97%, значит осталось 3% от исходного количества

$$k = \ln 2 / \tau_{1/2} = 3,435 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1}$$

$$C = C_0 e^{-kt}$$

$$-kt = \ln(C/C_0) = \ln 0,03$$

$$t = -\ln 0,03 / k = 10200 \text{ лет}$$

**11-1-7.** Для полного восстановления 10 г оксида некоторого распространенного металла, известного с древности, требуется 3,862 л (при н.у.) водорода. Приведите формулу исходного оксида. (Пример: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Ответ: Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> (засчитывать FeO\*Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*FeO)

Решение:

Стандартный подбор по валентности не дает вменяемого результата, что должно навести на мысли о смешанном оксиде (в котором формальная степень окисления дробная). Из известных в древности металлов распространенным является только железо, для которого хорошо известен оксид Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>.

**11-1-8.** При увеличении температуры на 15 °C скорость некоторой реакции уменьшилась в 2 раза. Чему равен коэффициент Вант-Гоффа для данной реакции? Ответ приведите с точностью до сотых. (Пример: 7,77)

Ответ: 0,63

Решение: по правилу Вант-Гоффа  $\frac{1}{2} = \gamma^{1,5}$ , откуда  $\gamma = 0,63$

**11-1-9.** Некий металл реагирует в присутствии воздуха с водой при комнатной температуре, образуя щелочь. При добавлении к полученному раствору иодида калия выпадает желтый осадок, а при добавлении пероксида водорода образуется нерастворимое основание. Назовите русское название неизвестного металла. (Пример: протактиний).

Ответ: галлий

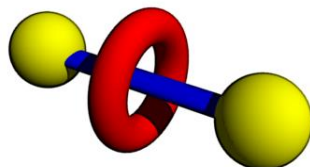
ТОН – щелочь

ТИ – нерастворимый желтый иодид

ТИ(ОН)<sub>3</sub> – нерастворимое основание

**11-1-10.** Соединение А содержит один цикл и имеет общую формулу C<sub>n</sub>H<sub>2n+2</sub>. К какому классу соединений относится вещество А? (Пример: циклоалкены)

Ответ: ротоксаны



**11-2-1.** При прокаливании образца кристаллогидрата хлорида кобальта (II) его масса уменьшилась на 45,38%. Установите формулу кристаллогидрата. В качестве ответа приведите количество молекул воды приходящихся на одну формульную единицу хлорида кобальта. (Пример: 3)

Ответ: 6

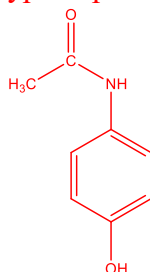
Решение: Количество молекул кристаллизационной воды можно рассчитать по формуле:

$$x = n(H_2O):n(CoCl_2) = \frac{w(H_2O)}{M(H_2O)} : \frac{(100 - w(H_2O))}{M(CoCl_2)}$$

**11-2-2.** Чему равно количество сигма-связей в молекуле 4-гидроксиацетанилида (парацетамола)? (Пример: 5)

Ответ: 20

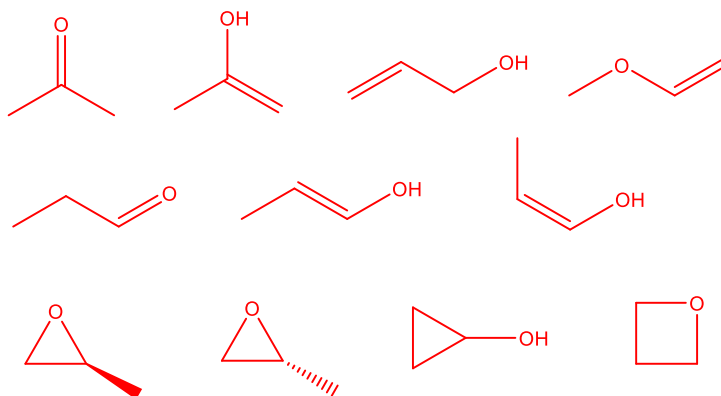
Структура парацетамола



**11-2-3.** Сколько различных органических молекул соответствует молекулярной формуле C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O? Устойчивость соединений в расчет не принимать. (Пример: 50)

Ответ: 11

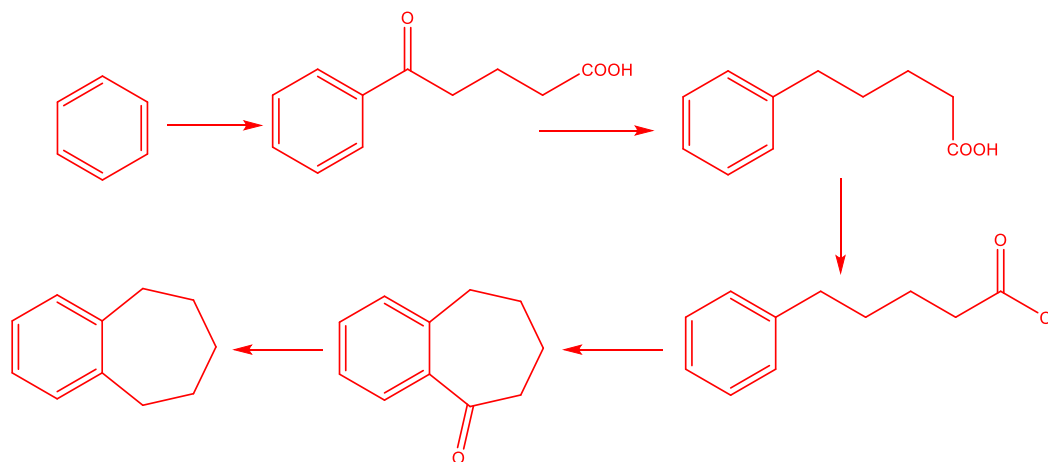
Решение:



**11-2-4.** Бензол ввели в следующую последовательность превращений: 1) глутаровый ангидрид,  $\text{AlCl}_3$ , t; 2) амальгама цинка,  $\text{HCl}$  (конц.); 3)  $\text{PCl}_3$ ; 4)  $\text{AlCl}_3$ , t; 5) гидразин,  $\text{KOH}$ , t. В качестве ответа приведите молярную массу конечного продукта синтеза с точностью до целых. (Пример: 777)

Ответ: 146

Решение:



**11-2-5.** Напишите формулу бинарного соединения с максимальной массовой долей азота. (Пример:  $\text{NO}_2$ ).

Ответ:  $\text{HN}_3$  (или  $\text{N}_3\text{H}$ )

**11-2-6.** 95% радиоактивного элемента  $\text{Y}$  распадается за 2018 лет. Рассчитайте период полураспада элемента  $\text{Y}$  в годах. Ответ округлите до целых. (Пример: 365)

Ответ: 467 (засчитывать 464; 465; 466; 468; 469; 470)

Решение:

$$-kt = \ln(C/C_0) = \ln 0,05$$

$$k = -\ln 0,05 / t = 1,485 \cdot 10^{-3} \text{ лет}^{-1}$$

$$\tau_{1/2} = \ln 2 / k = 467 \text{ лет}$$

**11-2-7.** Для полного восстановления 10 г оксида некоторого легкоплавкого металла, известного со времен античности, требуется 1,308 л (при н.у.) водорода. Приведите формулу исходного оксида. (Пример:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Ответ:  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  (засчитывать  $2\text{PbO} \cdot \text{PbO}_2$ ,  $\text{PbO}_2 \cdot 2\text{PbO}$ )

Решение:

Стандартный подбор по валентности не дает вменяемого результата, что должно навести на мысли о смешанном оксиде (в котором формальная степень окисления дробная). Из известных в древности металлов легкоплавкими являются олово, свинец и ртуть, из которых известный смешанный оксид (сурик) дает только свинец  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ .

**11-2-8.** При увеличении температуры на  $25^\circ\text{C}$  скорость некоторой реакции уменьшилась в 3 раза. Чему равен коэффициент Вант-Гоффа для данной реакции? Ответ приведите с точностью до сотых. (Пример: 7,77)

Ответ: 0,64

Решение: по правилу Вант-Гоффа  $\frac{1}{3} = \gamma^{2,5}$ , откуда  $\gamma = 0,63$

**11-2-9.** Высший оксид некоторого металла, известный своей каталитической активностью, растворили в щелочи. Затем подкислили серной кислотой и прибавили

раствор пероксида водорода. Наблюдали интенсивное красное окрашивание. К полученному раствору прибавили избыток водного раствора сульфита натрия. Окраска раствора изменилась на голубую. Назовите русское название неизвестного металла. (Пример: гадолиний).

Ответ: ванадий

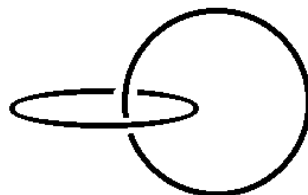
Оксид –  $V_2O_5$  (катализатор окисления сернистого газа и бензола)

Красное окрашивание – пероксованадаты

Голубая окраска –  $VOSO_4$

**11-2-10.** Соединение А содержит в своей структуре два цикла и имеет общую формулу  $C_nH_{2n}$ . К какому классу соединений относится вещество А? (Пример: циклоалкены)

Ответ: катенаны



**11-3-1.** При прокаливании образца кристаллогидрата хлорида кобальта(II) его масса уменьшилась на 21,69%. Установите формулу кристаллогидрата. В качестве ответа приведите количество молекул воды приходящихся на одну формульную единицу хлорида кобальта. (Пример: 3)

Ответ: 2

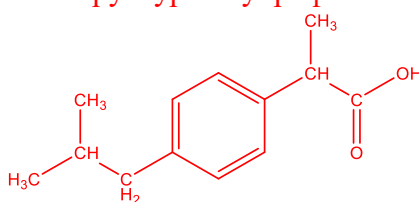
Решение: Количество молекул кристаллизационной воды можно рассчитать по формуле:

$$x = n(H_2O):n(CoCl_2) = \frac{w(H_2O)}{M(H_2O)} : \frac{(100 - w(H_2O))}{M(CoCl_2)}$$

**11-3-2.** Определите число сигма-связей в молекуле 2-(4-изобутилфенил)пропионовой кислоты (ибупрофена)? (Пример: 5)

Ответ: 33

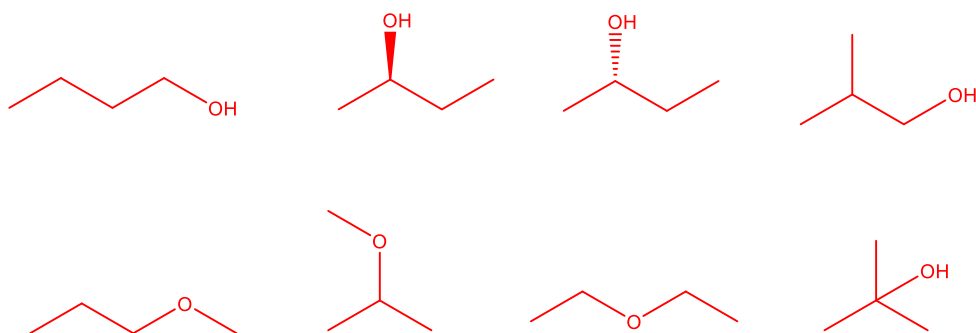
Структура ибупрофена



**11-3-3.** Сколько различных органических молекул соответствует молекулярной формуле  $C_4H_{10}O$ ? Устойчивость соединений в расчет не принимать. (Пример: 50)

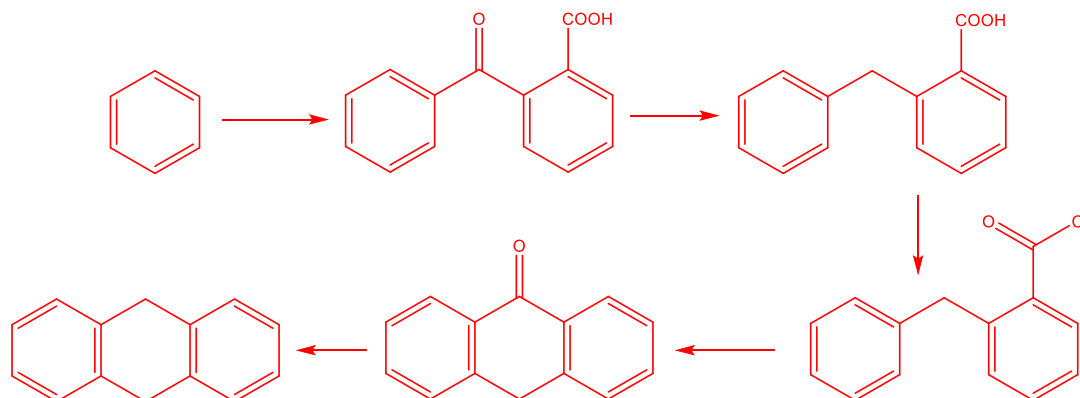
Ответ: 8

Решение:



**11-3-4.** Бензол ввели в следующую последовательность превращений: 1) фталевый ангидрид,  $\text{AlCl}_3$ , t; 2) амальгама цинка,  $\text{HCl}$  (конц.); 3)  $\text{SOCl}_2$ ; 4)  $\text{AlCl}_3$ , t; 5) гидразин,  $\text{KOH}$ , t. В качестве ответа приведите молярную массу конечного продукта синтеза с точностью до целых. (Пример: 777)

Ответ: 180



**11-3-5.** Напишите формулу бинарного соединения с максимальной массовой долей кислорода (устойчивого при комнатной температуре). (Пример:  $\text{NO}_2$ ).

Ответ:  $\text{H}_2\text{O}_2$  (или  $\text{O}_2\text{H}_2$ ,  $\text{HOOH}$ )

**11-3-6.** 75% радиоактивного элемента Y распадается за 2018 дней. Рассчитайте период полураспада элемента Y в днях. Ответ округлите до целых. (Пример: 365)

Ответ: 1009

Решение:

Если распалось 75%, значит осталось 25% (четверть), т.е. прошло 2 периода полураспада. Таким образом, период полураспада равен  $2018/2 = 1009$  дней

**11-3-7.** Для полного восстановления 10 г оксида самого известного актиноида, требуется 2,128 л (при н.у.) водорода. Приведите формулу исходного оксида. (Пример:  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ).

Ответ:  $\text{U}_3\text{O}_8$  (засчитывать  $2\text{UO}_3 \cdot \text{UO}_2$ ,  $\text{UO}_2 \cdot 2\text{UO}_3$ )

Решение: Самым известным актиноидом является уран. Найдя количество кислорода по реакции с водородом, приходим к формуле  $\text{U}_3\text{O}_8$  (вариант  $\text{U}_5\text{O}_{12}$  также принимался, хотя подходит под условие чуть хуже).

**11-3-8.** При увеличении температуры на  $25^\circ\text{C}$  скорость некоторой реакции уменьшилась в 2 раза. Чему равен коэффициент Вант-Гоффа для данной реакции? Ответ приведите с точностью до сотых. (Пример: 2,77)

Ответ: 0,76 (засчитывать 0,75, учитывать различные варианты десятичного разделителя)

Решение: по правилу Вант-Гоффа  $\frac{1}{2} = \gamma^{2,5}$ , откуда  $\gamma = 0,76$

**11-3-9.** Высший оксид некоторого металла, используемый в качестве белого пигмента, смешали с углем, поместили в кварцевую трубку и прокалили в токе хлора. При конденсации паров выходящих из трубки получили бесцветную жидкость, дымящую на воздухе. Полученная жидкость реагирует с магнием с образованием металла, имеющего широкое применение в стоматологии и авиастроении. Назовите русское название неизвестного металла. (Пример: гадолиний).

Ответ: титан

Белый пигмент –  $\text{TiO}_2$  (титановые белила)

Бесцветная дымящая жидкость –  $\text{TiCl}_4$

**11-3-10.** Соединение **A** содержит в своей структуре три цикла и имеет общую формулу  $C_nH_{2n-2}$ . К какому классу соединений относится вещество **A**? (Пример: циклоалкены)

Ответ: катенаны

