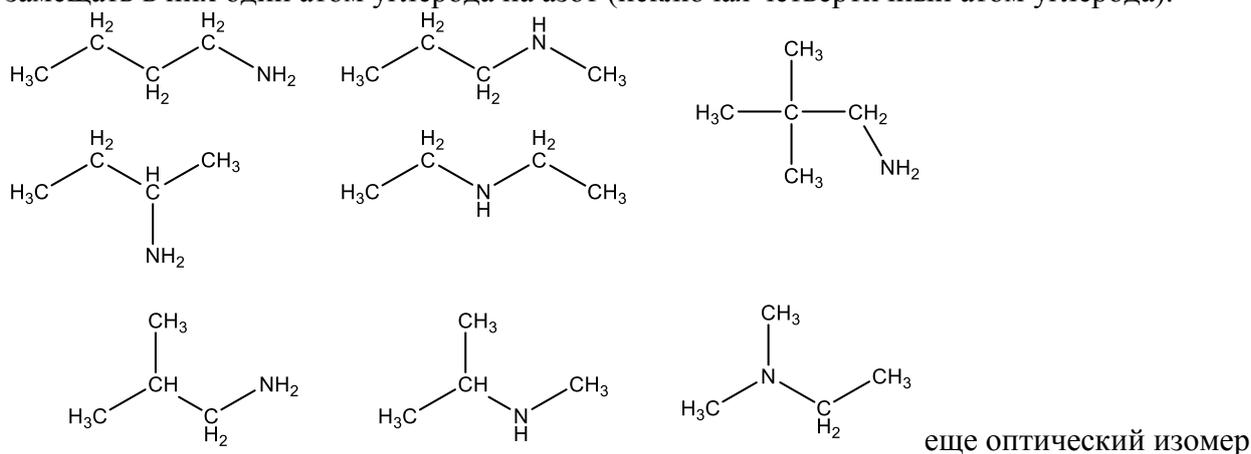


**Разбор заданий интернет-тура  
Московской олимпиады школьников по химии  
2011 г.**

**11 класс**

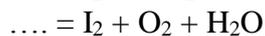
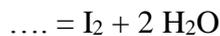
**11-1.** Сколько изомерных органических соединений имеют молекулярную формулу  $C_4H_{11}N$ ? В ответе запишите только *число* изомеров.

Решение: Для решения этой задачи удобно нарисовать все изомеры пентана и затем замещать в них один атом углерода на азот (исключая четвертичный атом углерода).



**Ответ: 9**

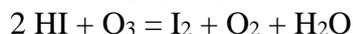
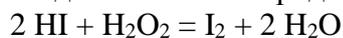
**11-2.** Отгадайте исходные вещества и расставьте коэффициенты в уравнениях реакций:



В ответе запишите одно *число* - сумму всех коэффициентов в обоих уравнениях (не забудьте единичные коэффициенты).

Решение:

По составу продуктов можно предположить, что происходит реакция окисления HI соединением кислорода:



**Ответ: 12**

**11-3.** На титрование 7,2 г двухосновной карбоновой кислоты было израсходовано 100 мл раствора NaOH с концентрацией 1,0 моль/л. Определите массу продукта присоединения, полученного при взаимодействии такой же порции кислоты с избытком бромной воды. В ответе запишите только *число* граммов с точностью *до целого*.

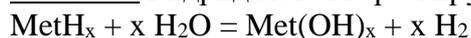
Решение: Количество моль кислоты равно  $0,1 \text{ л} \times 1,0 \text{ моль/л} / 2 = 0,05 \text{ моль}$ . Молярная масса кислоты равна:  $7,2 \text{ г} / 0,05 \text{ моль} = 144 \text{ г/моль}$ . На два остатка карбоновой кислоты COOH приходится 90 г / моль, следовательно, углеводородная часть имеет массу 54 г / моль, что соответствует формуле  $C_4H_6$ . Таким образом, молекула кислоты имеет формулу

$C_4H_6(COOH)_2$ , содержит одну двойную связь и может присоединить одну молекулу брома. Масса продукта присоединения  $C_4H_6Br_2(COOH)_2$  равна  $0,05 \text{ моль} \times 304 \text{ г / моль} \approx 15 \text{ г}$ .

**Ответ: 15**

**11-4.** Бинарное соединение металла с водородом (гидрид металла) легко реагирует с водой. При обработке 2,1 г этого гидрида избытком воды выделилось 2,24 л газа (н.у.). Определите металл. В ответе запишите только *атомный номер* металла в виде целого числа.

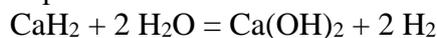
**Решение:** Гидрид металла реагирует с водой по уравнению:



Таким образом, количество вещества (моль) гидрида равно количеству вещества (моль) водорода, разделенное на  $x$ . Водорода образовалось  $2,24 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,1 \text{ моль}$ . Попробуем выразить отсюда молярную массу металла:

$M(\text{Met}) = (2,1 \text{ г} / (0,1 \text{ моль} / x)) - 1 \text{ г/моль} \times x$ , где  $x$  – целое число.

Подбираем  $x = 1$ ,  $M(\text{Met}) = 20$  – такого металла нет;  $x = 2$ ,  $M(\text{Met}) = 40$  – кальций. Таким образом:



**Ответ: 20**

**11-5.** Химик Вася из 1-бутанола получил метилэтилкетон, используя следующие реагенты: 1)  $H_2O$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HgSO_4$ ; 2)  $Br_2$ ; 3)  $H_2SO_4$ , нагрев; 4)  $KOH$ , нагрев. Расставьте эти реагенты в том порядке, в котором их использовал Вася. В ответе запишите только *номера* реагентов, не разделяя их запятыми или пробелами (например, 1234).

**Решение:** Из всех приведенных реагентов с 1-бутанолом взаимодействует только №3 ( $H_2SO_4$ , нагрев). При этом может получиться либо 1-бутен, либо дибутиловый эфир. Последнее, однако, маловероятно, поскольку дибутиловый эфир не может взаимодействовать далее с приведенными реагентами. 1-бутен может реагировать с  $Br_2$ , давая 1,2-дибромбутан, который далее может взаимодействовать с  $KOH$  при нагревании, давая 1-бутин. Последний реагент можно определить методом исключения либо вспомнить о реакции Кучерова, для которой необходимо использование солей ртути ( $HgSO_4$ ).

**Ответ: 3241**

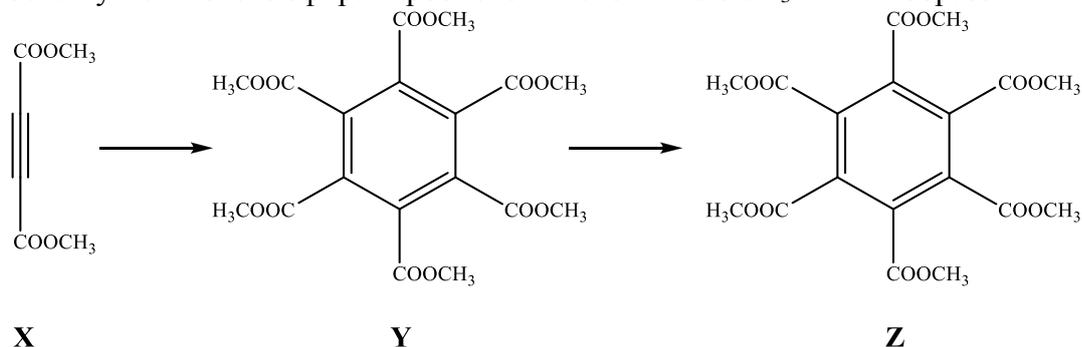
**11-6.** При нагревании до  $400 \text{ }^\circ\text{C}$  в закрытом сосуде водород и йод обратимо реагируют по уравнению:  $H_2 + I_2 = 2 HI$ . Равновесная смесь при этой температуре состоит из 1,52 моль  $HI$ , 0,24 моль  $I_2$  и 0,24 моль  $H_2$ . Вычислить константу равновесия указанной реакции. В ответе запишите только *число* с точностью до целого.

**Решение:** Константа этой реакции равна:  $K = [HI]^2 / ([H_2] \times [I_2])$ , где в квадратных скобках приведены концентрации веществ. Общее количество веществ в смеси – 2 моль. Поэтому,  $K = (1,52/2)^2 / ((0,24/2) \times (0,24/2)) \approx 40$

**Ответ: 40**

**11-7.** Органическое соединение X с молекулярной формулой  $C_6H_6O_4$  при нагревании с катализатором превращается в вещество Y с молярной массой 426 г/моль. При исчерпывающем гидролизе Y в кислых условиях образуется кислота Z. Известно, что 3,42 г кислоты Z может прореагировать максимум с 60 мл раствора NaOH с концентрацией 1,0 моль/л. Расшифруйте формулу вещества Z. В ответе запишите только *число* атомов углерода в соединении Z.

**Решение:** Молярная масса исходного вещества X равна 142 г/моль, а молярная масса продукта Y – в три раза больше (426 г/моль). Таким образом можно предположить, что при нагревании X с катализатором происходит реакция тримеризации. В школьном курсе химии есть только одна реакция тримеризации – это превращение алкинов в производные бензола. Таким образом, X – это алкин состава  $C_6H_6O_4$ . Два атома углерода X образуют тройную связь, а остаток формулы  $C_4H_6O_4$  приходится на два заместителя. Если предположить, что заместители одинаковые, то каждый из них имеет формулу  $C_2H_3O_2$ , что соответствует остатку метилового эфира карбоновой кислоты  $COOCH_3$ . Таким образом:



Решение подтверждается данными титрования Z.

**Ответ: 12**