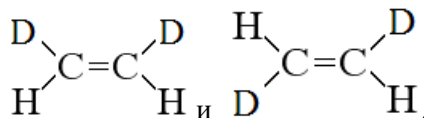


ОЛИМПИАДА ДЛЯ ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
2024 год

1. Какое органическое вещество с минимальной молярной массой может существовать в виде *цис*- и *транс*-изомеров? Приведите их структурные формулы.

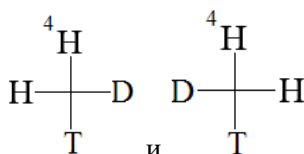
Решение.



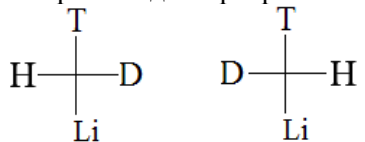
Если использовать ^{11}C , то молярная масса будет 28 г/моль (как у «обычного» этилена).

2. Какое вещество с минимальной молярной массой может существовать в виде зеркальных изомеров? Приведите их формулы Фишера.

Решение.

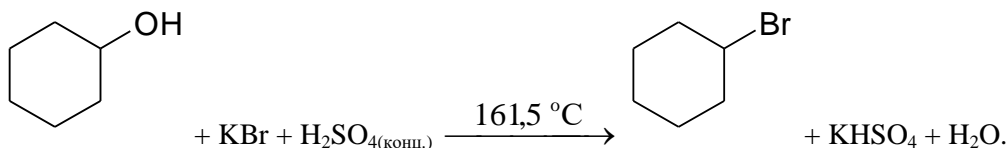


Чисто формально . Но т. к. период полураспада квадия (${}^4\text{H}$) порядка 10^{-23} с, то в качестве ответа (не вполне корректного) можно принять дейтеротритиометиллитий.



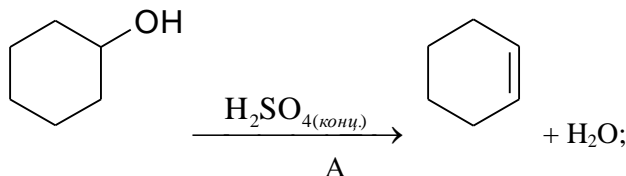
3. Для получения циклогексилбромида соответствующий спирт нагревали до кипения ($t_{\text{кип}} = 161,5^\circ\text{C}$) с бромидом калия в присутствии концентрированной серной кислоты. В результате, кроме целевого продукта были получены еще два органических вещества А ($t_{\text{кип}} = 83^\circ\text{C}$) и Б ($t_{\text{кип}} \approx 240^\circ\text{C}$). Определите структурные формулы веществ А и Б и напишите уравнения соответствующих реакций.

Решение.

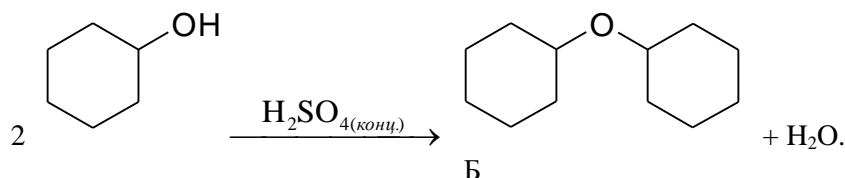


При указанной температуре в присутствии $\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})}$ может протекать дегидратация спирта обоих типов:

а) внутримолекулярная



б) межмолекулярная



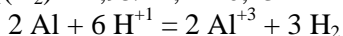
Из соотношения температур кипения видно, что более летучий А – это циклогексен, а менее летучий Б – это дициклогексильовый эфир.

4. Состав, используемый на практике, представляет собой твердую стехиометрическую смесь алюминия и некоторого оксида, способную к самопроизвольному полному превращению без изменения массы. При обработке концентрированным раствором щёлочи 10 г этой смеси выделяется 2,95 л (н. у.) газа. 10 г продуктов самопроизвольной реакции при обработке разбавленной соляной кислотой выделяют 2,21 л (н. у.) того же газа. Найдите состав смеси, укажите ее название. Напишите уравнение реакции превращения исходной смеси.

Решение.

Al реагирует с раствором щелочи, выделяя водород.

$$n_1(\text{H}_2) = 2,95/22,4 = 0,132 \text{ моль};$$



$$n(\text{Al})/n_1(\text{H}_2) = 2/3 \Rightarrow n(\text{Al}) = 2 \cdot 0,132/3 = 0,088 \text{ моль}.$$

$$m(\text{Al}) = 0,088 \cdot 27 = 2,38 \text{ г}.$$

Водород, выделяющийся при обработке продуктов разбавленной соляной кислотой, скорее всего, указывает на металл М, стоящий левее водорода в «ряду напряжений».

$$n_2(\text{H}_2) = 2,21/22,4 = 0,0987 \text{ моль}.$$



$$n(\text{M})/n_2(\text{H}_2) = 1/(0,5x) = 2/x \Rightarrow n(\text{M}) = 2 \cdot 0,0987/x = 0,197/x.$$

Исходная смесь состоит из Al и оксида металла М, самопроизвольная реакция протекает с образованием М и Al_2O_3 .

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = n(\text{Al})/2 = 0,088/2 = 0,044 \text{ моль}.$$

$$m(\text{Al}_2\text{O}_3) = 0,044 \cdot 102 = 4,49 \text{ г}.$$

$$m(\text{M}) = 10 - 4,49 = 5,51 \text{ г}.$$

$$M(\text{M}) = 5,51x/0,197 = 28,0x.$$

Для металла, растворяющегося в разбавленной соляной кислоте, $x = 1, 2, 3$.

x	1	2	3
$M(\text{M}), \text{ г/моль}$	28	56	84
М	—	Fe	—

$$n(\text{Fe}) = 0,197/2 = 0,0985 \text{ моль}$$

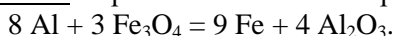
$$n(\text{O}) = 3n(\text{Al}_2\text{O}_3) = 3 \cdot 0,044 = 0,132 \text{ моль}.$$

$$n(\text{Fe})/n(\text{O}) = 0,0985/0,132 = 0,75 = 3 : 4 \Rightarrow \text{формула оксида металла М} - \text{Fe}_3\text{O}_4.$$

$$m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 10 - m(\text{Al}) = 10 - 2,38 = 7,36 \text{ г}.$$

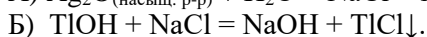
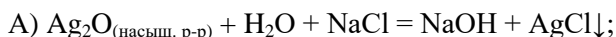
Состав смеси: 2,38 г Al и 7,36 г Fe_3O_4 или $n(\text{Al}) : n(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 8 : 3$.

Название: термитная смесь или термит.



5. Предложите два способа получения гидроксида натрия из его хлорида в одну стадию без использования электрического тока.

Решение.



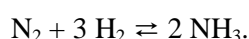
6. Имеются две одинаковые запаянные ампулы с ^{226}Ra (период полураспада 1590 лет) и с ^{239}U (период полураспада 23,5 мин). Массы обеих ампул соизмеримы. Как, не вскрывая ампулы, определить, какое вещество находится в какой ампуле?

Решение.

Измерить температуру. Ампула с ^{239}U будет значительно горячее ампулы с ^{226}Ra .

7. В закрытом сосуде находится смесь азота и водорода, к которой добавлен катализатор. Сосуд нагрели до некоторой температуры, при которой установилось равновесие реакции синтеза аммиака. Известно, что в равновесии находятся А г азота, В г водорода и С г аммиака. Найдите исходные массы азота и водорода.

Решение.



формула вещества	N_2	H_2	NH_3
равновесное количество вещества, моль	$A/28$	$B/2$	$C/17$
исходное количество вещества, моль	$A/28 + 0,5C/17 =$ $= A/28 + C/34$	$B/2 + 1,5C/17$	0
исходная масса вещества, г	$(A/28 + C/34) \cdot 28 =$ $= A + 0,82C$	$(B/2 + 1,5C/17) \cdot 2 =$ $= B + 0,18C$	0