**Пример 1.** 448 мл (н. у.) газообразного предельного нециклического углеводорода сожгли, и продукты реакции пропустили через избыток известковой воды, при этом образовалось 8 г осадка. Какой углеводород был взят?

**Решение примера 1.**

1. Общая формула газообразного предельного нециклического углеводорода (алкана) — CnH2n+2  
   Тогда схема реакции сгорания выглядит так:  
   CnH2n+2 + О2 → CO2 + H2O  
   **Нетрудно заметить, что при сгорании 1 моль алкана выделится n моль углекислого газа.**  
   Количество вещества алкана находим по его объёму (не забудьте перевести миллилитры в литры!):  
   ν(CnH2n+2) = 0,488 / 22,4 = 0,02 моль.
2. При пропускании углекислого газа через известковую воду Са(ОН)2 выпадает осадок карбоната кальция:  
   СО2 + Са(ОН)2 = СаСО3 + Н2О  
   Масса осадка карбоната кальция — 8 г, молярная масса карбоната кальция 100 г/моль.  
   Значит, его количество вещества  
   ν(СаСО3) = 8 / 100 = 0,08 моль.  
   Количество вещества углекислого газа тоже 0,08 моль.
3. Количество углекислого газа в 4 раза больше чем алкана, значит формула алкана С4Н10.

Ответ: С4Н10.

**Пример 2.** Определить формулу алкадиена, если г его могут обесцветить 80 г 2%-го раствора брома.

**Решение примера 2.**

1. Общая формула алкадиенов — СnH2n−2.  
   Запишем уравнение реакции присоединения брома к алкадиену, не забывая, что в молекуле диена **две двойные связи** и, соответственно, в реакцию с 1 моль диена вступят 2 моль брома:  
   СnH2n−2 + 2Br2 → СnH2n−2Br4
2. Так как в задаче даны масса и процентная концентрация раствора брома, прореагировавшего с диеном, можно рассчитать количества вещества прореагировавшего брома:

m(Br2) = mраствора • ω = 80 • 0,02 = 1,6 г  
ν(Br2) = m / M = 1,6 / 160 = 0,01 моль.

1. Так как количество брома, вступившего в реакцию, в 2 раза больше, чем алкадиена, можно найти количество диена и (так как известна его масса) его молярную массу:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **0,005** |  | **0,01** |
| СnH2n−2 | + 2Br2 → | СnH2n−2Br4 |

1. Мдиена = m / ν = 3,4 / 0,05 = 68 г/моль.
2. Находим формулу алкадиена по его общей формул, выражая молярную массу через n:

14n − 2 = 68  
n = 5.

Это пентадиен С5Н8.

Ответ: C5H8.

**Пример 3.** При взаимодействии 0,74 г предельного одноатомного спирта с металлическим натрием выделился водород в количестве, достаточном для гидрирования 112 мл пропена (н. у.). Что это за спирт?

**Решение примера 3.**

1. Формула предельного одноатомного спирта — CnH2n+1OH. Здесь удобно записывать спирт в такой форме, в которой легко составить уравнение реакции — т.е. с выделенной отдельно группой ОН.
2. Составим уравнения реакций (нельзя забывать о необходимости уравнивать реакции):

2CnH2n+1OH + 2Na → 2CnH2n+1ONa + H2  
C3H6 + H2 → C3H8

1. Можно найти количество пропена, а по нему — количество водорода. Зная количество водорода, по реакции находим количество вещества спирта:

ν(C3H6) = V / Vm = 0,112 / 22,4 = 0,005 моль => ν(H2) = 0,005 моль,  
νспирта = 0,005 • 2 = 0,01 моль.

1. Находим молярную массу спирта и n:

Mспирта = m / ν = 0,74 / 0,01 = 74 г/моль,  
14n + 18 = 74  
14n = 56  
n = 4.

Спирт — бутанол С4Н7ОН.

Ответ: C4H7OH.

**Пример 4.** Определить формулу сложного эфира, при гидролизе 2,64 г которого выделяется 1,38 г спирта и 1,8 г одноосновной карбоновой кислоты.

**Решение примера 4.**

1. Общую формулу сложного эфира, состоящего из спирта и кислоты с разным числом атомов углерода можно представить в таком виде:  
   CnH2n+1COOCmH2m+1  
   Соответственно, спирт будет иметь формулу  
   CmH2m+1OH,  
   а кислота  
   CnH2n+1COOH.  
   Уравнение гидролиза сложного эфира:  
   CnH2n+1COOCmH2m+1 + H2O → CmH2m+1OH + CnH2n+1COOH
2. Согласно закону сохранения массы веществ, сумма масс исходных веществ и сумма масс продуктов реакции равны.  
   Поэтому из данных задачи можно найти массу воды:

mH2O = (масса кислоты) + (масса спирта) − (масса эфира) = 1,38 + 1,8 − 2,64 = 0,54 г  
νH2O = m / M = 0,54 / 18 = 0,03 моль

Соответственно, количества веществ кислоты и спирта тоже равны моль.  
Можно найти их молярные массы:

Мкислоты = m / ν = 1,8 / 0,03 = 60 г/моль,  
Мспирта = 1,38 / 0,03 = 46 г/моль.

Получим два уравнения, из которых найдём m и n:

MCnH2n+1COOH = 14n + 46 = 60, n = 1 — уксусная кислота  
MCmH2m+1OH = 14m + 18 = 46, m = 2 — этанол.

Таким образом, искомый эфир — это этиловый эфир уксусной кислоты, этилацетат.

Ответ: CH3COOC2H5

**Пример 5.** Определить формулу аминокислоты, если при действии на 8,9 г её избытком гидроксида натрия можно получить 11,1 г натриевой соли этой кислоты.

**Решение примера 5.**

1. Общая формула аминокислоты (если считать, что она не содержит никаких других функциональных групп, кроме одной аминогруппы и одной карбоксильной):  
   NH2–CH(R)–COOH.  
   Можно было бы записать её разными способами, но для удобства написания уравнения реакции лучше выделять в формуле аминокислоты функциональные группы отдельно.
2. Можно составить уравнение реакции этой аминокислоты с гидроксидом натрия:  
   NH2–CH(R)–COOH + NaOH → NH2–CH(R)–COONa + H2O  
   Количества вещества аминокислоты и её натриевой соли — равны. При этом мы не можем найти массу какого-либо из веществ в уравнении реакции. Поэтому в таких задачах надо выразить количества веществ аминокислоты и её соли через молярные массы и приравнять их:

M(аминокислоты NH2–CH(R)–COOH) = 74 + МR   
M(соли NH2–CH(R)–COONa) = 96 + МR  
νаминокислоты = 8,9 / (74 + МR),  
νсоли = 11,1 / (96 + МR)  
8,9 / (74 + МR) = 11,1 / (96 + МR)  
МR = 15

Легко увидеть, что R = CH3.  
Можно это сделать математически, если принять, что R — CnH2n+1.   
14n + 1 = 15, n = 1.  
Это аланин — аминопропановая кислота.

Ответ: NH2–CH(CH3)–COOH

**3-0.** Углекислый газ, полученный при сгорании 3,4 г углеводорода, пропустили через избыток раствора гидроксида кальция и получили 25 г осадка. Выведите простейшую формулу углеводорода.

**3–1.** Определить формулу алкена, если известно, что к 5,6 г его при присоединении воды образуют 7,4 г спирта.

**3–2.** Для окисления 2,9 г предельного альдегида до кислоты потребовалось 9,8 г гидроксида меди (II). Определить формулу альдегида.

**3–3.** Одноосновная моноаминокислота массой 3 г с избытком бромоводорода образует 6,24 г соли. Определить формулу аминокислоты.

**3–4.** При взаимодействии предельного двухатомного спирта массой 2,7 г с избытком калия выделилось 0,672 л водорода. Определить формулу спирта.

**3–5. (ЕГЭ–2011)** При окислении предельного одноатомного спирта оксидом меди (II) получили 9,73 г альдегида, 8,65 г меди и воду. Определить молекулярную формулу этого спирта.