***Масс-спектральный анализ.***

Масс-спектральный анализ основан на способности газообразных ионов разделятся в магнитном поле в зависимости от отношения *m/e*, где *m* – масса, *е* – заряд иона. Ионизация молекул в газе происходит под действием потока электронов. Наиболее вероятными являются процессы образования однозарядных положительных ионов:

|  |
| --- |
| М + *е-* = М+ + 2*е-* |

Образование двух- и более высокозаряженных ионов, а также захват электрона с образованием отрицательных ионов являются менее вероятными процессами. По величине *m/e* определяют массовое число иона, а по интенсивности соответствующего сигнала судят о концентрации ионов.

Принципиальная схема масс-спектрометра приведена на рисунке 5.12.

|  |
| --- |
|  |
| **Рис. 5.12.** Принципиальная схема масс-спектрометра: *1 – газообразная проба; 2 – катод; 3 – анод; 4 – ускоряющие пластинки; 5 – магнитное поле; 6 - детектор* |

В камере анализируемое вещество переводится в газообразное состояние при давлении 10-2 – 10-3 Па. Далее молекулярный пучок ионизируется. Наибольшее распространение в аналитической практике получили приборы, в которых ионизация осуществляется электронной или ионной бомбардировкой либо искровым разрядом. Для ионизации, например, электронным ударом используется стабилизированный пучок электронов, перпендикулярный потоку пробы с энергией 10 – 100 эВ.

Образовавшиеся положительно заряженные ионы проходят через ускоряющие пластины, разность потенциалов между которыми достаточна высока (несколько тысяч вольт). Здесь они приобретают энергию *eV* , а их скорость возрастает до *v*. Энергия *eV*, очевидно, будет равна кинетической энергии ионов *mv2/2*, покидающий ионный источник со скоростью *v*:

|  |  |
| --- | --- |
| *eV = mv2/2* | (5.15) |

После ускорения в электрическом поле ионы под прямым углом пересекают магнитное поле напряжённостью *Н*, подвергаясь, таким образом, действию силы *Hev*, направленной перпендикулярно движению иона. Поэтому траекторией движения ионов будет окружность радиуса *r*.

Приравнивая силы *Hev = mv2/r*, находим

|  |
| --- |
| . |

Подставляем эту величину в уравнение (5.15):

|  |
| --- |
| . |

Отсюда получаем радиус окружности:

|  |  |
| --- | --- |
| . | (5.16) |

Ионы, описывающие дугу радиуса *r*, попадают в детектор. Детектирование ионов производится фотографическим или электрическим способом. При фотографическом детектировании пучок ионов попадает на фотопластинку, вызывая почернение пропорциональное числу ионов. В электрических детекторах масс-спектрометров измеряется ионный ток. В современных масс-спектрометрах информация из детектора передаётся на компьютер.

Перепишем уравнение (5.16) в виде

|  |  |
| --- | --- |
| . | (5.17) |

Меняя (сканируя) *Н* при постоянном *V* или меняя *V* при постоянном *Н*, можно направлять на детектор ионы с различным отношением *m/e*. Масс-спектр представляют зависимостью в виде спектрограммы или таблицы, содержащей величины *m/e* и соответствующие им интенсивности.

*Качественный анализ.* Масс-спектры многих веществ достаточно подробно изучены. Изданы специальные атласы и справочная литература. С помощью таких изданий и идентифицируются экспериментальные спектры.

*Количественный анализ.* Количественные измерения в масс-спектроскопии проводят по току, фиксируемому детектором. Пик ионного тока пропорционален содержанию компонента или его парциальному давлению:

|  |
| --- |
| *I = kc =* а*p*, |

где *к,* а – коэффициенты пропорциональности; *с* – концентрация; *р* – давление.

***Практическое применение.***Практическое применение масс-спектрометрии весьма разнообразно. Она нашла применение при изучении изотопного состава различных веществ, в органической химии для определения строения сложных молекулярных структур, в нефтехимии для анализа многокомпонентных веществ, для определения газов в металлах, в технологии неорганических соединений и т. д.