

先端物性測定講義 I 質量分析 その2 真空と質量分析装置 試験

1. 次の語句のうちから2つを選択して、簡単に説明しなさい。
適宜図を用いてもよい。
 - ① 平均自由行程
 - ② 粘性流と分子流
 - ③ ロータリーポンプ（油回転ポンプ）
 - ④ ターボ分子ポンプ
 - ⑤ ピラニ真空計
 - ⑥ 電離真空計
 - ⑦ コンダクタンス
 - ⑧ 電子イオン化（EI）法
 - ⑨ 高速原子衝撃（FAB）法
 - ⑩ 四重極質量分析装置(QMASS)
 - ⑪ 飛行時間型質量分析計（TOFMS）
 - ⑫ チャンネル電子増倍管
 - ⑬ マイクロチャンネルプレート
2. 圧力 1 Pa、温度 20°C で空気 1 m³ 中の分子密度（個/m³）を求めなさい。
ただし、ボルツマン定数、 k は、 $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{JK}^{-1}$ である。
3. ロータリーポンプ（油回転ポンプ）の構造と動作原理について、
図を用いて説明しなさい。
4. ターボ分子ポンプの構造と動作原理について、図を用いて説明しなさい。
5. 電離真空計の構造と動作原理について、図を用いて説明しなさい。
6. 電子イオン化（EI）法に用いるイオン源の構造と試料イオンの生成機構について、
図を用いて説明しなさい。
7. 化学イオン化（CI）法に用いるイオン源の構造と試料イオンの生成機構について、
図を用いて説明しなさい。
8. 高速原子衝撃（FAB）法における試料イオンの生成過程について、
簡単に説明しなさい。適宜図を用いてもよい。
9. 磁場型質量分析装置(Sector MS)について、以下の間に答えなさい。

イオンが磁場中を運動するとき、ローレンツ力と遠心力とは釣り合う。
よって曲率半径 r について、次の式が成り立つ。

$$r = \frac{mv}{qB}$$

ただし、 m はイオンの質量、 v はイオンの速度、 q はイオンの電荷、 B は磁場の強さとする。

- (1) 磁場によってイオンの受ける力と、イオンの運動方向が曲がる時の遠心力に基づいて、上式を導きなさい。
- (2) 磁場を用いて質量分析するためには、イオンの速度 v をそろえる必要がある。その理由について簡単に説明しなさい。

10. 四重極質量分析装置(QMASS)の構造と動作原理について、
図を用いて説明しなさい。

11. 飛行時間型質量分析計 (TOFMS) について、以下の問に答えなさい。

- (1) 飛行時間型質量分析計において、飛行時間 t は試料イオンの質量 m の $1/2$ 乗に比例する。簡単な数式を用いて、その理由を説明しなさい。
- (2) リフレクターを用いた飛行時間型質量分析計は、リニア型のものよりも質量分解能が向上する。その理由を簡単に説明しなさい。適宜図を用いてもよい。

12. ディスクリートダイノード電子増倍管の構造と動作原理について、
図を用いて説明しなさい。