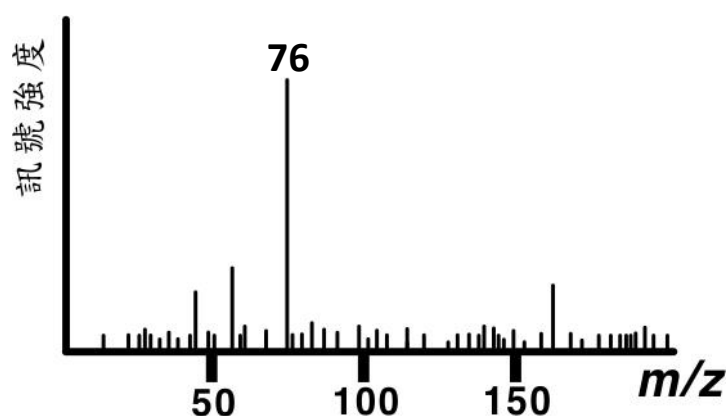


質譜法 (mass spectrometry, MS) 是關鍵的分析技術之一，此方法能夠偵測並分辨化學物質。使用質譜法時，樣品將會從固相或液相轉換至氣相（除非該樣品已為氣相）然後在質譜儀中被電離，例如：透過移除電子或增減質子，或是增加金屬離子等。氣相離子隨後進入真空室（除非該離子已存在於真空室），並透過電場或磁場將氣相離子依照質量和電荷的比例(質荷比, m/z)分離。

正離子將會於正離子模式進行分析，負離子則於負離子模式中進行。最終得出的結果即為質譜。在質譜中會顯示每個質荷比的離子含量。

舉例來說，若想要分析甘胺酸(glycine, $\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$)溶液，我們可以添加弱酸，例如醋酸(acetic acid, CH_3COOH)，增加甘胺酸質子化為 $(\text{NH}_3\text{CH}_2\text{COOH})^+$ 的比例，使之更容易於正離子模式被測得，下圖為質譜結果。



甘胺酸於正離子模式下所得之質譜

若要用負離子模式偵測，則可以加入弱鹼，例如氨水($\text{NH}_3(\text{aq})$)，增加甘胺酸去質子化為 $(\text{NH}_2\text{CH}_2\text{COO})^-$ 的比例，使之更容易於負離子模式被測得。

1) 依照題幹所述，甘胺酸在負離子模式下的質荷比應為多少？

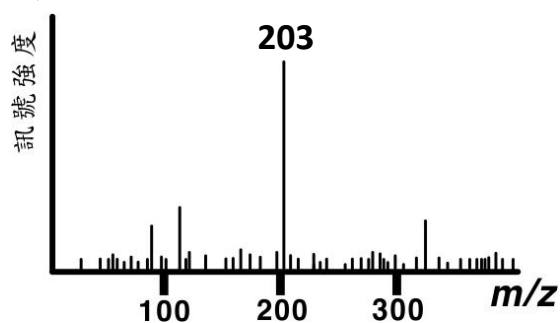
- A) 74
- B) 75
- C) 76
- D) 77

2) 於負離子模式中，醋酸離子的質荷比為？

- A) 58
- B) 59
- C) 60
- D) 61

3) 下圖為葡萄糖($C_6H_{12}O_6$)溶液在正離子模式中的實驗結果，請問該峰值最可能來自於哪個分子式？(原子量：Na 23 amu, K 39 amu)

- A) 質子化之葡萄糖 $[C_6H_{12}O_6+H]^+$
- B) 去質子化之葡萄糖 $[C_6H_{12}O_6-H]^-$
- C) 單鈉加成之葡萄糖 $[C_6H_{12}O_6+Na]^+$
- D) 單鉀加成之葡萄糖 $[C_6H_{12}O_6+K]^+$

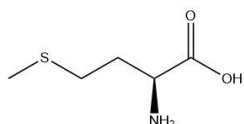


4) 一學生欲使用質譜法分析乙酸正丙酯(propyl acetate)和丙酸乙酯(ethyl propionate)50%酒精水溶液。在正離子模式下，此學生卻發現質譜中除了背景雜訊只有一個峰值，請問下列何者是最可能的原因？

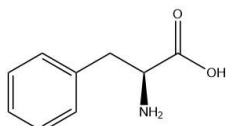
- A) 兩化合物完全不溶於50%酒精水溶液
- B) 兩化合物可帶電荷相同
- C) 分析物難以汽化
- D) 兩化合物分子量相同

5) 一學生使用質譜法分析某未知樣品，得到質譜結果如下，請問標示的峰值可能代表哪一種化合物質子化後的產物？

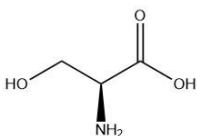
- A) 甲硫胺酸(methionine, 分子量 149 amu)



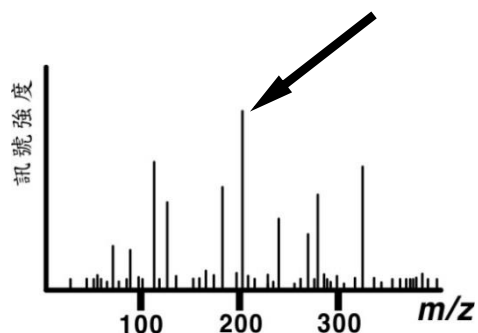
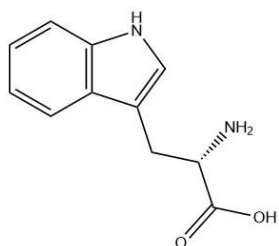
- B) 苯丙胺酸(phenylalanine, 分子量 165 amu)



- C) 絲胺酸(serine, 分子量 105 amu)



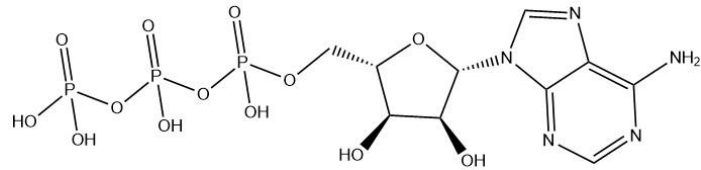
- D) 色胺酸(tryptophan, 分子量 204 amu)



6) 1958 年馬修梅瑟生 (Matthew Meselson) 與富蘭克林史達 (Franklin Stahl) 做了一系列實驗，他們將細菌培養於氮同位素 ^{15}N 的培養基中一段時間，等細菌體內所有的 ^{14}N 皆被替代成 ^{15}N 之後，再換至常見的 ^{14}N 培養基 1 個世代，並分析細菌 DNA 中含 ^{15}N 和 ^{14}N 的比例，發現比例為 1:1，證明了 DNA 複製的半保留性質。

三磷酸腺苷 (adenosine triphosphate, ATP) 是細胞不僅是重要的能量貨幣，也在核酸合成過程中扮演重要的角色，在培養過程中 ATP 中的 ^{14}N 也會被替換為 ^{15}N 。我們可以利用質譜法區分這兩種化合物，一般含 ^{14}N 的 ATP 常在負離子模式下質荷比 506 的位置被偵測，請問同狀態下完全被 ^{15}N 替代的 ATP 的質荷比為何？

- A) 501
- B) 506
- C) 507
- D) 511



三磷酸腺苷(ATP)結構式

7) 在質譜法中，有時分析物也可能帶有複數個電荷，尤其是像蛋白質這樣的大分子，擁有許多可被質子化或去質子化的位置，因此同一物質在質譜圖中會擁有多個質荷比，而變得較為複雜，下圖為一未知物的質譜結果圖，峰值上標示的是該離子所帶之電荷數，請問下列何者最可能是此未知物？

- A) 丙酮酸(分子量 88 amu)
- B) 維生素 B12(分子量 1355 amu)
- C) 人類肌紅蛋白(分子量約 17000 amu)
- D) 人類血紅蛋白(分子量約 64500 amu)

