



d)

Lo spettro  $^1\text{H-NMR}$  del composto ionico  $[\text{Ph}_3\text{MeP}][\text{Al}(\text{BH}_4)_4]$  mostra 3 segnali, quindi ci aspettiamo in linea di massima di avere tre diversi tipi di protoni:

- i protoni aromatici dei fenili
- i protoni metilici
- i protoni legati al boro

I protoni aromatici originano il multipletto a 7.5–8.0 ppm a causa dell'anisotropia diamagnetica; il multipletto va inteso come multipletto di multipletto in quanto i 5 protoni aromatici non sono equivalenti, ma molto simili tanto da cadere nello stesso intervallo di chemical shift.

I protoni metilici danno il doppietto a 2.8 ppm. Solitamente i protoni di un metile danno segnale intorno ad un'unità di ppm. In questo caso la presenza del fosforo, più elettronegativo di un carbonio, sposta il segnale a campi bassi (effetto di deschermatura). Il segnale corrispondente è un doppietto come previsto dalla formula della molteplicità:

$$m = (2NI+1)(2MI'+1) = 2$$

$$N = 1 \text{ (atomo di P)}$$

$$I = 1/2 \text{ (per P)}$$

$$M = 1 \text{ (atomo di C)}$$

$$I' = 0 \text{ (per C)}$$

Il segnale broad band (cioè a banda larga) per esclusione è da attribuirsi agli H legati al B.

Tale segnale che cade a 0.5 ppm ha una temperatura di coalescenza di 203 K (ovvero a tale T il segnale inizia a splittare).

L'effetto della banda larga può essere dovuto a fenomeni di interscambio degli H legati a ponte tra B e Al. Possiamo immaginare che al di sotto dei 203 K l'interscambio avviene con velocità minore con cui avviene la raccolta dei dati da parte dello strumento NMR per cui è possibile distinguere gli H legati esclusivamente al boro da quelli a ponte tra boro e alluminio.

Il segnale cade a valore 0.5 ppm in quanto H ha maggiore elettronegatività sia di B che di Al per cui gli elettroni sono maggiormente localizzati sul protone aumentando enormemente il campo magnetico indotto che si oppone a quello esterno: i protoni risultano così fortemente schermati.

Soluzione proposta da Valerio Fasano,

ex allievo dell' ITIS "Luigi Dell' Erba" di Castellana Grotte

allievo ordinario dell'Università di Catania e della Scuola Superiore di Catania