

Wiederholung letzte Vorlesungsstunde



Echo (aus Wikipedia)

Echo unterhielt im Auftrag [Zeus'](#) dessen Gattin [Hera](#) mit dem Erzählen von Geschichten, damit Zeus Zeit für amouröse Abenteuer hatte. Als Hera dieses Komplott entdeckte, beraubte sie Echo zur Strafe der Sprache und ließ ihr lediglich die Fähigkeit, die letzten an sie gerichteten Wörter zu wiederholen.

Aus diesem Grund war Echo nicht in der Lage, dem schönen Jüngling [Narziss](#) ihre Liebe zu gestehen. Eines Tages jedoch, als Narziss im Wald auf Hirschjagd war, wurde er von seinen Gefährten getrennt. Echo folgte ihm leise durch das Unterholz, konnte aber selbst kein sinnvolles Gespräch beginnen. Endlich rief Narziss:

Ist jemand hier?

Hier, hier! antwortete Echo zur Verwunderung des Narziss, der niemanden sehen konnte.

Komm!

Komm, komm!

Warum meidest du mich?

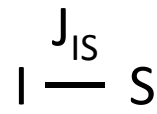
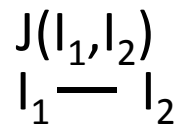
Meidest du mich, meidest du mich?

Lass uns hier zusammenkommen!

Hier zusammenkommen!, wiederholte Echo und trat mit ausgestreckten Armen zwischen den Bäumen hervor.

Doch Narziss verschmähte grausam ihre Umarmung, und Echo fühlte sich so elend und gedemütigt, dass sie sich in einer Höhle versteckte, keine Nahrung mehr zu sich nahm und schließlich verkümmerte, bis sie nur noch Stimme war. Ihre hageren Gebeine wurden zu den Felsen, die das Echo zurückwerfen, jedoch zugleich das Aussehen einer wunderschönen jungen Frau haben.

2-Spinsysteme

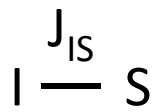


Beispiele:

I: ^1H

S: ^{13}C , ^{15}N

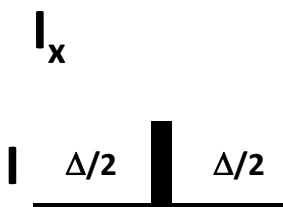
Echo-Sequenzen



Was passiert während Echo-Sequenzen mit

- chemischer Verschiebung Ω ?
- heteronuklearer Kopplung J_{IS} ?
- homonuklearer Kopplung J_{II} ?

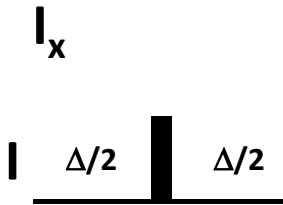
Echo-Sequenzen



- Ω_I : refokussiert
- J_{IS} : refokussiert
- J_{II} : evolviert während Δ

Startzustand: I_x

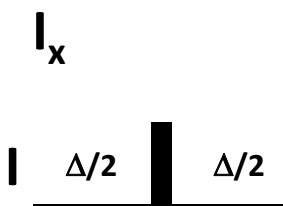
Echo-Sequenzen



- Ω_I : refokussiert
- J_{IS} : refokussiert
- J_{II} : evolviert während Δ

$$\begin{aligned}
 \Omega: I_x &\xrightarrow{\Omega I_z(\Delta/2)} I_x \cos \Omega(\Delta/2) + I_y \sin \Omega(\Delta/2) \\
 &\xrightarrow{180^\circ_x(I)} I_x \cos \Omega(\Delta/2) - I_y \sin \Omega(\Delta/2) \\
 &= I_x \cos \Omega(-\Delta/2) + I_y \sin \Omega(-\Delta/2) \quad \text{ZEITUMKEHR} \\
 &\xrightarrow{\Omega I_z(\Delta/2)} I_x
 \end{aligned}$$

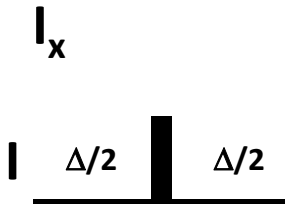
Echo-Sequenzen



- Ω_I : refokussiert
- J_{IS} : refokussiert
- J_{II} : evolviert während Δ

$$\begin{aligned}
 \Omega: I_x &\xrightarrow{2\pi J_{IS} I_z S_z(\Delta/2)} I_x \cos \pi J(\Delta/2) + 2I_y S_z \sin \Omega \pi J(\Delta/2) \\
 &\xrightarrow{180^\circ_x(I)} I_x \cos \pi J(\Delta/2) - 2I_y S_z \sin \Omega \pi J(\Delta/2) \\
 &= I_x \cos \pi J(-\Delta/2) + 2I_y S_z \sin \Omega \pi J(-\Delta/2) \quad \text{ZEITUMKEHR} \\
 &\xrightarrow{2\pi J_{IS} I_z S_z(\Delta/2)} I_x
 \end{aligned}$$

Echo-Sequenzen



- Ω_I : refokussiert
- J_{IS} : refokussiert
- J_{II} : **evolviert während Δ**

$$\Omega: I_x \xrightarrow{2\pi J_{IS} I_{1z} I_{2z} (\Delta/2)} \xrightarrow{180^\circ_{x(I)}}$$

$$I_{1x} \cos \pi J (\Delta/2) + 2 I_{1y} I_{2z} \sin \Omega \pi J_{II} (\Delta/2)$$

$$I_{1x} \cos \pi J (\Delta/2) + 2 I_{1y} I_{2z} \sin \Omega \pi J_{II} (\Delta/2)$$

keine ZEITUMKEHR

$$\xrightarrow{2\pi J_{IS} I_z S_z (\Delta/2)}$$

$$I_{1x} \cos \pi J (\Delta) + 2 I_{1y} I_{2z} \sin \Omega \pi J_{II} (\Delta)$$