

Opgave 1

Bereken de absorptiefrequentie (Hz) en golflengte (m) van het waterstofatoom in een magneetveld met als veldsterkte respectievelijk:

1,00; 2,00; 3,00 en 4,00 Tesla.

$$f = \frac{\gamma B}{2\pi}$$

γ "gyromagnetische verhouding" van waterstof ($2,68 \times 10^8 \text{ rad/T}\cdot\text{s}$)

B magnetische veldsterkte (Tesla)

$B = 1,00 \text{ Tesla}$	►	$f = 2,68 \times 10^8 \text{ rad/T}\cdot\text{s} \times 1,00 \text{ T} / 2\pi = 4,27 \times 10^7 \text{ Hz}$	
	►	$\lambda = c / f$	► $\lambda = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s} / 4,27 \times 10^7 \text{ Hz} = 7,02 \text{ m}$
$B = 2,00 \text{ Tesla}$	►	$f = 2,68 \times 10^8 \text{ rad/T}\cdot\text{s} \times 2,00 \text{ T} / 2\pi = 8,53 \times 10^7 \text{ Hz}$	
	►	$\lambda = c / f$	► $\lambda = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s} / 8,53 \times 10^7 \text{ Hz} = 3,51 \text{ m}$
$B = 3,00 \text{ Tesla}$	►	$f = 2,68 \times 10^8 \text{ rad/T}\cdot\text{s} \times 3,00 \text{ T} / 2\pi = 1,28 \times 10^8 \text{ Hz}$	
	►	$\lambda = c / f$	► $\lambda = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s} / 1,28 \times 10^8 \text{ Hz} = 2,34 \text{ m}$
$B = 4,00 \text{ Tesla}$	►	$f = 2,68 \times 10^8 \text{ rad/T}\cdot\text{s} \times 4,00 \text{ T} / 2\pi = 1,71 \times 10^8 \text{ Hz}$	
	►	$\lambda = c / f$	► $\lambda = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s} / 1,71 \times 10^8 \text{ Hz} = 1,76 \text{ m}$

Opgave 2

Stel men meet een absorptiefrequentie van 60 MHz voor waterstofatomen

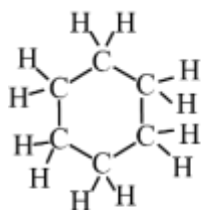
Hoe sterk is dan het magneetveld?

$$f = \frac{\gamma B}{2\pi} \quad 6,0 \times 10^7 = 2,68 \times 10^8 \times B / 2\pi \quad \text{►} \quad B = 1,41 \text{ Tesla}$$

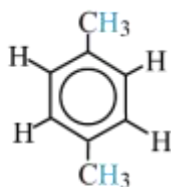
Opgave 3

Hoeveel pieken "wide line" verwacht je voor de volgende verbindingen?

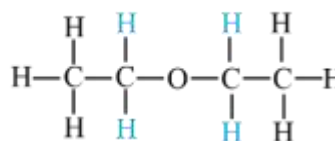
- | | | | | |
|---|---|--|---|----------|
| a | CH_4 | Alle H's zitten op de zelfde wijze in het molecuul | ► | 1 piek |
| b | $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ | Alle H's zitten op de zelfde wijze in het molecuul | ► | 1 piek |
| c | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{Cl}$ | Plaatsing van de H's aan de CH_3 -groep is anders dan die aan de CH_2C -groep | ► | 2 pieken |
| d | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ | Vier soorten H's: CH_3 -groep, CH_2 -groep, CH_2OH -groep en dan de H van de OH-groep. | | |



cyclohexaan



p-xyleen



diethylether

- e cyclohexaan C_6H_{12} Alle H's zijn gelijk geplaatst ► 1 piek
 f p-xyleen 2 soorten: aan de CH_3 -groepen en aan de benzeenring ► 2 pieken
 g diethylether 2 soorten: CH_2 -groepen en CH_3 -groepen ► 2 pieken

Opgave 4

Welke verbinding hoort bij elk van de volgende gegevens?

brutoformule	δ	opsplitsing	aantal H's
a C_3H_6O	2,3	singlet	6
b C_3H_6O	0,3	triplet	3
	2,4	kwintet	2
	9,2	triplet	1
c $C_3H_6Br_2$	3,7	triplet	4
	2,5	kwintet	2
d $C_2H_4Br_2$	2,5	doublet	3
	5,9	kwartet	1

a 6 H-atomen. Er is maar 1 piek dus: alle H-atomen equivalent (gelijksoortig geplaatst).

$\delta = 2,3$ duidt op plaatsing naast $C=O$ gelegen CH_x -groep. Met $C=O$ houden we C_2H_6 over:
 2 CH_3 -groepen: propanon (aceton).

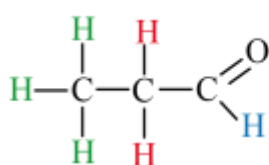
b 3 pieken: 3 verschillend geplaatste H's.

3 H's met $\delta = 0,3$ zitten naast 2 andere ► CH_3 -groep naast CH_2

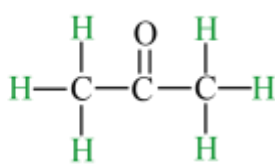
2 H's met $\delta = 2,4$ zitten naast 4 andere ► CH_2 -groep naast CH_3 en CH

Gezien $\delta = 2,4$ deze CH_2 mogelijk naast $C=O$: propanal

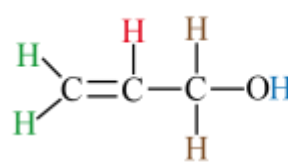
Je kunt de puzzel natuurlijk ook andersom aanpakken, voor C_3H_6O kun je de volgende structuren verzinnen:



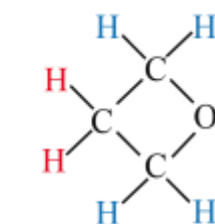
propanal geeft 3 pieken



propanon geeft 1 piek



propenol geeft 4 pieken



trimethyleenoxide
geeft 2 pieken

Propanon past bij a en propanal bij b.

c $C_3H_6Br_2$

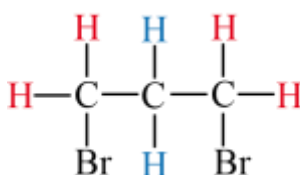
2 pieken: 2 verschillend geplaatste H's.

4 H's met $\delta = 3,7$ zitten naast 2 andere ► naast CH_2

2 H's met $\delta = 2,5$ zitten naast 4 andere ► CH_2 -groep naast

Tja, hoe maak je 4 gelijke H's in $C_3H_6Br_2$ waarin een CH_2 -groep zit? Teken de mogelijkheden en kies voor:

1,3-dibroompropaan



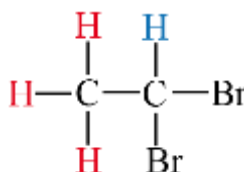
d $C_2H_4Br_2$

2 pieken: 2 verschillend geplaatste H's.

3 H's met $\delta = 3,7$ naast één andere H ► CH_3 -groep

1 H met $\delta = 5,9$ naast 3 andere

1,1-dibroomethaan



Opgave 5

Bereken de absorptiefrequentie en golflengte van het waterstofatoom in een magneetveld met als veldsterkte respectievelijk:

5,0; 6,0; 7,0 en 8,0 Tesla.

$$f = \frac{\gamma B}{2\pi}$$

γ "gyromagnetische verhouding" van waterstof ($2,68 \times 10^8$ rad/T·s)

B magnetische veldsterkte (Tesla)

$$\begin{aligned}
 B = 5,00 \text{ Tesla} & \quad \blacktriangleright \quad f = 2,68 \times 10^8 \text{ rad/T} \cdot \text{s} \times 5,00 \text{ T} / 2\pi = 2,13 \times 10^8 \text{ Hz} \\
 & \quad \blacktriangleright \quad \lambda = c / f \quad \blacktriangleright \quad \lambda = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s} / 2,13 \times 10^8 \text{ Hz} = 1,41 \text{ m} \\
 B = 6,00 \text{ Tesla} & \quad \blacktriangleright \quad f = 2,68 \times 10^8 \text{ rad/T} \cdot \text{s} \times 6,00 \text{ T} / 2\pi = 2,56 \times 10^8 \text{ Hz} \\
 & \quad \blacktriangleright \quad \lambda = c / f \quad \blacktriangleright \quad \lambda = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s} / 2,56 \times 10^8 \text{ Hz} = 1,17 \text{ m} \\
 B = 7,00 \text{ Tesla} & \quad \blacktriangleright \quad f = 2,68 \times 10^8 \text{ rad/T} \cdot \text{s} \times 7,00 \text{ T} / 2\pi = 2,99 \times 10^8 \text{ Hz} \\
 & \quad \blacktriangleright \quad \lambda = c / f \quad \blacktriangleright \quad \lambda = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s} / 2,99 \times 10^8 \text{ Hz} = 1,00 \text{ m} \\
 B = 8,00 \text{ Tesla} & \quad \blacktriangleright \quad f = 2,68 \times 10^8 \text{ rad/T} \cdot \text{s} \times 8,00 \text{ T} / 2\pi = 3,41 \times 10^8 \text{ Hz} \\
 & \quad \blacktriangleright \quad \lambda = c / f \quad \blacktriangleright \quad \lambda = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s} / 3,41 \times 10^8 \text{ Hz} = 0,88 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Opgave 6

Hoe sterk moet een magneetveld zijn om protonen een straling te doen absorberen van 25 MHz?

$$f = \frac{\gamma B}{2\pi} \quad 2,5 \times 10^7 = 2,68 \times 10^8 \times B / 2\pi \quad \blacktriangleright \quad B = \mathbf{0,586 \text{ Tesla}}$$

Opgave 7

Hoeveel pieken “wide line”, dus zonder opsplitsing, verwacht je voor de volgende verbindingen?

- | | | |
|---|---------------|---|
| a | propanal | 3 soorten H's: CH ₃ -groep, CH ₂ -groep, CHO-groep |
| b | propanon | 1 soort H's |
| c | benzeen | 1 soort H's |
| d | methylbenzeen | 2 soorten H's |

Opgave 8

Welke structuurformule hoort bij elk van de volgende meetresultaten?

	brutoformule	δ	opsplitsing	aantal H's
a	C ₂ H ₃ F ₃	1,5	singlet	3
b	C ₂ H ₄ O	9,6	quartet	1
		7,8	doublet	3
c	C ₂ H ₆ O	2,2	singlet	1
		4,1	quartet	2
		1,2	triplet	3
d	C ₈ H ₁₀	2,4	singlet	6
		7,0	singlet	4

a C₂H₃F₃ 1,5 singlet 3

1 piek, alle H's gelijk geplaatst: CH_3CF_3 **1,1,1-trifluorethaan**

b $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ 9,6 quartet 1
7,8 doublet 3

2 pieken = 2 soorten geplaatste H's,

1 H heeft 3 buur H's dus $-\text{CH}_3$

3 H's hebben 1 buur lijkt op: $\text{CH}_3\text{CH} \dots$ met nog een zuurstofatoom: CH_3CHO , **ethanal**.

c $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ 2,2 singlet 1
4,1 quartet 2
1,2 triplet 3

3 pieken = 3 soorten geplaatste H's,

1 H niet opgesplitst: geïsoleerde H (bijvoorbeeld op OH)

2 H's naast 3 andere (CH_2 naast CH_3)

3 H's naast 2 andere (CH_3 naast CH_2)

Dus ethylgroep met OH: $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, **ethanol**

d C_8H_{10} 2,4 singlet 6
7,0 singlet 4

2 pieken = 2 soorten geplaatste H's, 4 van ene type, 6 van het andere type.

6 kan duiden op $2 \times \text{CH}_3$

$\delta = 7,0$ duidt op aromatische H...

Dus: **1,4-dimethylbenzeen** (p-xyleen)

