

Problem A

6 rp \triangleq 16 bp; $f = \frac{6}{16} = 0,375$

Multiple Choice

- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------|------------|
| 1. $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2$ | 1bp | 6. Fe^{3+} | 2bp |
| 2. Calcium | 1bp | 7. BH_3 | 1bp |
| 3. I und III | 2bp | 8. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | 2bp |
| 4. K | 1bp | 9. $3+$ | 1bp |
| 5. $\text{H}_2 < \text{He} < \text{CH}_4 < \text{CO}_2 < \text{SO}_2$ | 2bp | 10. $a = 1, b = 20, c = 10, d = 6, e = 11$ | 3bp |

Problem B

15 rp \triangleq 42 bp; $f = \frac{15}{42} = 0,357$

Manches aus der Physikalischen Chemie

B.1. Physikalische Chemie von Kern und Hülle

a) ^{232}Th ist ein α -Strahler, ^{14}C ist ein β^- -Strahler, ^{40}K ist ein β^+ -Strahler. Geben Sie die jeweiligen Tochternuklide mit Ordnungs- und Massenzahl an	
$^{228}_{88}\text{Ra}$	$^{14}_7\text{N}$ $^{40}_{18}\text{Ar}$ je 1bp – max 3bp
b) Geben Sie die Zerfallskonstante von ^{131}I an.	
$\lambda = \frac{\ln 2}{\tau} = \frac{\ln 2}{8,0(d)} = 8,7 \cdot 10^{-2} \text{ d}^{-1}$ (auch jede andere richtige Zahl+Einheit akzept.) 1bp	
c) Berechnen Sie die Zeit, die vergehen muss, damit nur mehr 1,0% der ursprünglichen Menge an ^{131}I vorhanden ist.	
$N_t = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{\ln 2 \cdot t}{\tau}} \Rightarrow \ln \frac{N_0}{N_t} = \frac{\ln 2 \cdot t}{\tau} \Rightarrow t = \frac{\tau}{\ln 2} \cdot \ln \frac{N_0}{N_t}$ $N_t = 1,0; N_0 = 100;$ $t = \frac{8,0(d)}{\ln 2} \cdot \ln 100 = 53 \text{ d}$ (auch jede andere richtige Zahl+Einheit akzept.) 3bp	
d) Geben Sie die Energie des Grundzustandes ($n = 1$) im Wasserstoffatom in Joule J an.	
$E = -\frac{13,6}{1^2} = -13,6 \text{ eV}$ $1 \text{ eV} = 1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ $\Rightarrow E = -13,6(\text{eV}) \cdot 1,6022 \cdot 10^{-19}(\text{J eV}^{-1}) = -2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ 1,5bp (für $2,18 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ 1bp)	
e) Geben Sie für Wasserstoff die Ionisierungsenergie, also die Energie, die nötig ist, das Elektron von $n = 1$ auf $n = \infty$ zu heben, in eV an.	
$\Delta E = -\frac{13,6}{\infty^2} - \left(-\frac{13,6}{1^2}\right) = 13,6 \text{ eV}$ 1,5bp	
f) Berechnen Sie die Wellenlänge des spektralen Überganges der Balmer-Serie, $n = 3$ auf $n = 2$ in nm.	
$\Delta E = -\frac{13,6}{3^2} - \left(-\frac{13,6}{2^2}\right) = 1,889 \text{ eV} = 3,026 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ $\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E}$ $\lambda = \frac{6,6261 \cdot 10^{-34}(\text{J s}) \cdot 2,9979 \cdot 10^8(\text{m s}^{-1})}{3,026 \cdot 10^{-19}(\text{J})} = 6,56 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 656 \text{ nm}$ 3bp	

B.2. Ionengleichgewicht in der Analytik

a) Schreiben Sie abgestimmte Reaktionsgleichungen (Ionengleichungen) für die Titrations- und die Indikationsreaktion auf.	
$\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightleftharpoons \text{AgCl}$	1bp
$2 \text{Ag}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{CrO}_4$	1bp
b) Zeigen Sie, dass die Löslichkeit s von AgCl in reinem Wasser geringer ist als die von Ag_2CrO_4 , indem Sie beide Löslichkeiten s in mol L^{-1} berechnen.	
$K_L(\text{AgCl}) = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = s \cdot s \Rightarrow s = \sqrt{K_L} = \sqrt{1,78 \cdot 10^{-10}} = 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$ $K_L(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = [\text{Ag}^+]^2[\text{CrO}_4^{2-}] = (2s)^2 \cdot s$ $\Rightarrow s = \sqrt[3]{\frac{K_L}{4}} = \sqrt[3]{\frac{1,12 \cdot 10^{-12}}{4}} = 6,54 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1} > 1,33 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$	
c) Schreiben Sie abgestimmte Ionengleichungen für die beiden genannten Vorgänge auf.	
$2 \text{CrO}_4^{2-} + 2 \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{H}_2\text{O}$	1,5bp
$2 \text{Ag}^+ + 2 \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	1,5bp
d) Berechnen Sie das Titrationsvolumen.	
$n(\text{Cl}^-) = \frac{250(\text{mg})}{10 \cdot 35,45(\text{mg mmol}^{-1})} = 0,7052 \text{ mmol}$ $V(\text{AgNO}_3) = \frac{n}{c} = \frac{0,7052(\text{mmol})}{49,6(\text{mmol L}^{-1})} = 0,01422 \text{ L} = 14,2 \text{ mL}$	

B.3. Thermochemie und Gasgleichgewicht

a) Geben Sie mit Hilfe der Daten die Standardreaktionsenthalpie an und entscheiden Sie, ob das Verfahren exo- oder endotherm ist (ankreuzen!).	
$\Delta_r H_{733}^0 = 2 \cdot (-226) + 2 \cdot 14,7 - 6,40 - 4 \cdot (-79,6) = -110,6 \text{ kJ mol}^{-1}$	2,5bp
<input checked="" type="checkbox"/> exotherm	<input type="checkbox"/> endotherm
b) Welcher Anteil von HCl setzt sich unter den oben genannten Bedingungen um? Verwenden Sie das Diagramm.	
Es wurden 75% umgesetzt.	1bp
c) Berechnen Sie die Anfangskonzentrationen der in den Versuchsreaktor gefüllten Stoffe.	
$c_0(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{M(\text{HCl})V} = \frac{364,6(\text{g})}{36,46(\text{g mol}^{-1}) \cdot 5,00(\text{L})} = 2,00 \text{ mol L}^{-1}$ $c_0(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M(\text{O}_2)V} = \frac{80,0(\text{g})}{32,00(\text{g mol}^{-1}) \cdot 5,00(\text{L})} = 0,500 \text{ mol L}^{-1}$	

d) Berechnen Sie die Gleichgewichtskonstante K_C unter Verwendung der Resultate von b) und c). Sollten Sie bei b) keinen Wert haben, verwenden Sie 80%.

	HCl	O ₂	Cl ₂	H ₂ O
$c_0(\text{mol L}^{-1})$	2,00	0,500	0	0
$\Delta c(\text{mol L}^{-1})$	-1,50 (-1,60)	-0,375 (-0,40)	+0,75 (+0,80)	+0,75 (+0,80)
$c_{eq}(\text{mol L}^{-1})$	0,50 (0,40)	0,125 (0,10)	0,75 (0,80)	0,75 (0,80)
$K_C = \frac{0,75^2 \cdot 0,75^2}{0,50^4 \cdot 0,125} = 40,5$	$(K_C = \frac{0,80^2 \cdot 0,80^2}{0,40^4 \cdot 0,10} = 160)$			6bp

e) Berechnen Sie die Reaktionsentropie $\Delta_R S_{733}^0$ des Vorganges. Wenn Sie bei a) und d) keine Werte erhalten haben, dann rechnen Sie mit $\Delta_R H_{733}^0 = -115 \text{ kJ mol}^{-1}$ und $K_C = 20,0$.

$$\Delta_r G^0 = -RT \ln K_C = -8,3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} \cdot (733\text{K}) \cdot \ln 40,5 = -22558 \text{ J mol}^{-1}$$

$$\Delta_r G^0 = \Delta_r H^0 - T \Delta_r S^0 \Rightarrow \Delta_r S^0 = \frac{\Delta_r H^0 - \Delta_r G^0}{T}$$

$$\Delta_r S^0 = \frac{-110,6 \cdot 10^3 (\text{J mol}^{-1}) + 22558 (\text{J mol}^{-1})}{733 (\text{K})} = -120 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

4bp

Problem C

17 rp $\hat{=}$ 47 bp; $f = \frac{17}{47} = 0,362$

Fluor

C.1 Vorkommen von Fluor

a) Geben Sie die Formel von Flussspat an.	
CaF ₂	1bp
b) Welchen Wert muss x in dieser Formel haben, damit die beiden Formeln übereinstimmen?	
x = 3	1bp
c) Geben Sie den Massenanteil an Fluor im Na ₃ AlF ₆ in Prozent an.	
w _F = 54,30 %	1bp
d) Geben Sie die ganzzahligen Werte a und b an, die beide Formeln äquivalent machen.	
a = 3	b = 1
	2bp
e) Vervollständigen Sie die Formel von Bastnäsit mit genau einem La ³⁺ -Kation.	
LaCO ₃ F	1bp

C2 Eigenschaften des Elementes

f) Kreuzen Sie jeweils an, ob die Aussage zutreffend ist, oder nicht.			
	Aussage trifft zu	ja	nein
Fluor ist das elektronegativste Element.		X	O
Fluor ist das leichteste Gas.		O	X
Fluor ist das Element mit der höchsten Ionisierungsenergie.		O	X
In der 2. Periode ist Fluor das kleinste Atom.		O	X
In der 17. Gruppe ist Fluor das Atom mit den wenigsten p-Elektronen.		X	O
je richtiger Antwort 0,5 bp, max 2,5bp			
g) Geben Sie eine abgestimmte Gleichung für die Bildung von Fluor und Wasserstoff aus Fluorwasserstoff an.			
2 HF → F ₂ + H ₂ (oder HF → ½ F ₂ + ½ H ₂)			1bp
h) Bei der Elektrolyse entsteht das Fluor an der... (richtig ankreuzen)			
X Anode O Kathode			1bp
i) Wie beim H ₂ O ist auch beim HF Eigendissoziation (Autoprotolyse) möglich. Schreiben Sie eine einfache abgestimmte Gleichung für diesen Vorgang an.			
HF + HF ⇌ H ₂ F ⁺ + F ⁻ (oder 3 HF ⇌ H ₂ F ⁺ + HF ₂ ⁻)			1,5bp
j) Geben Sie eine abgestimmte Gleichung für diesen Vorgang an.			
CaF ₂ + H ₂ SO ₄ → CaSO ₄ + 2 HF			1bp
k) Berechnen Sie das Volumen an HF, das hier erzeugt wurde.			
$V = \frac{nRT}{p} = \frac{0,286 \text{ mol} \cdot 8,3145 \text{ Pam}^3\text{K}^{-1}\text{mol}^{-1} \cdot 304,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = 7,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$			2bp
l) Berechnen Sie die theoretische Ausbeute an HF, die man aus der genannten Menge Fluorit erhalten sollte, in mol.			
n _{HF} = 2n _{CaF} = 2 · m _{CaF} /M _{CaF} = 2 · 15,30g/78,08 gmol ⁻¹ = 0,392 mol			2bp
m) Geben Sie die tatsächliche Ausbeute in % dieser theoretischen Ausbeute an.			
Ausbeute = 0,286 mol / 0,392 mol = 0,7296 ≅ 73,0 %			1bp

C.3 Verbindungen von Fluor

n) Schreiben Sie unter jedes Elementsymbol die Formel der binären Verbindung dieses Elementes mit dem höchstmöglichen Fluorgehalt.			
B	C	S	N
BF ₃	CF ₄	SF ₆	NF ₃
je 0,5 bp max 2bp			
o) Finden Sie die Formeln für X1, X2 und X3. Zeigen Sie die Berechnung an einem Beispiel.			
X1: XeF₄ (1,5 bp)		X2: XeF₆ (1,5 bp)	
X3: XeF₂ (1,5 bp)			
allgemein XeF _x mit $x = \frac{M_{Xe}}{w_{Xe}} \cdot \frac{w_F}{M_F}$ z.B. $\frac{131,29}{1-0,3666} \cdot \frac{0,3666}{19} = 4$			
oder ein anderer gültiger Rechenweg			
Achtung: Hier nur bp geben, wenn eine Berechnung gezeigt wurde!! max. 4,5bp			

p) Zeichnen Sie eine Elektronenstrichformel (Lewis-Formel) für KrF_2 samt allen nicht-bindenden Elektronenpaaren.		
$\begin{array}{c} \text{F} \quad \text{Kr} \quad \text{F} \\ \quad \diagup \quad \diagdown \quad \\ \text{---} \quad \text{---} \quad \text{---} \end{array}$	- 0,5 bp für jedes fehlende e-Paar, min 0 bp, max 2bp	
q) Welche Molekülgeometrie kann KrF_2 nach VSEPR haben?		
quadratisch bipyramidal	<input type="radio"/> möglich	<input checked="" type="radio"/> nicht möglich
trigonal bipyramidal	<input type="radio"/> möglich	<input checked="" type="radio"/> nicht möglich
oktaedrisch	<input type="radio"/> möglich	<input checked="" type="radio"/> nicht möglich
tetraedrisch	<input type="radio"/> möglich	<input checked="" type="radio"/> nicht möglich
linear	<input checked="" type="radio"/> möglich	<input type="radio"/> nicht möglich
je 0,5 bp max 2,5bp		

C.4 Was Fluor mit der Atombombe zu tun hat

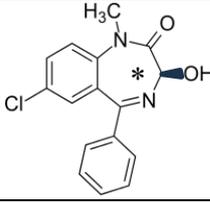
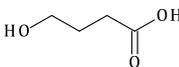
r) Geben Sie die Formel von U_3O_8 in der Art $a UO_x \cdot b UO_y$ an.		
$UO_2 \cdot 2 UO_3$	2bp	
s) Stimmen Sie die Gleichung mit den kleinstmöglichen ganzzahligen Koeffizienten ab. Schreiben Sie auch allfällige „1“ explizit an.		
$1 U_3O_8 + 8 HNO_3 \rightarrow 3 UO_2(NO_3)_2 + 4 H_2O + 2 NO_2$	3,5bp	
t) Geben Sie die Formeln der Verbindungen an.		
A: UO_2	B: UF_4	
X: NH_3	Y: H_2O	Z: NH_4NO_3
je 0,5bp max 2,5bp		
u) Geben Sie abgestimmte Gleichungen für die 4 Reaktionen an.		
Reaktion 1:	$2 UO_2(NO_3)_2 + 6 NH_3 + 3 H_2O \rightarrow (NH_4)_2U_2O_7 + 4 NH_4NO_3$	2bp
Reaktion 2:	$(NH_4)_2U_2O_7 + 2 H_2 \rightarrow 2 NH_3 + 3 H_2O + 2 UO_2$	2bp
Reaktion 3:	$UO_2 + 4 HF \rightarrow UF_4 + H_2O$	1bp
Reaktion 4:	$UF_4 + F_2 \rightarrow UF_6$	1bp
v) Kreuzen Sie das Molekül an, das bei gleicher E_{kin} die höhere Geschwindigkeit haben sollte.		
<input checked="" type="checkbox"/> $^{235}UF_6$	<input type="checkbox"/> $^{238}UF_6$	1bp
w) Berechnen Sie den weitestmöglich vereinfachten mathematischen Ausdruck für den Faktor, um den das $^{235}UF_6$ aufgrund des Massenunterschiedes nach einem einzelnen Trennvorgang angereichert sein sollte.		
$^{235}UF_6 = 1$	$^{238}UF_6 = 2$, es gilt: $\frac{1}{2} M_1 v_1^2 = \frac{1}{2} M_2 v_2^2$	1bp
$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{M_2}{M_1}} = \sqrt{\frac{352,04}{349,03}} = 1,0043$	(Berechnung des Zahlenwerts nicht nötig)	2bp

Problem D

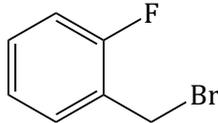
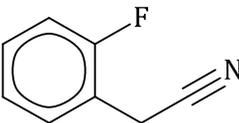
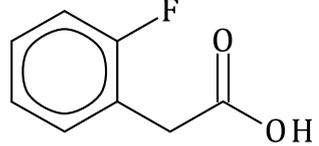
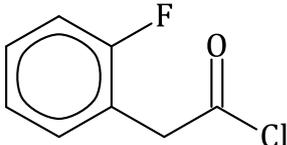
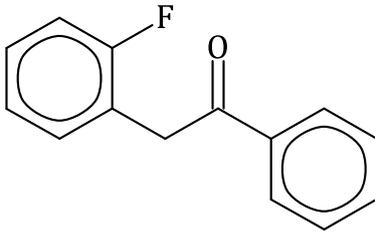
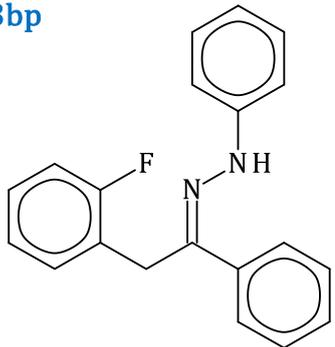
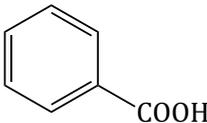
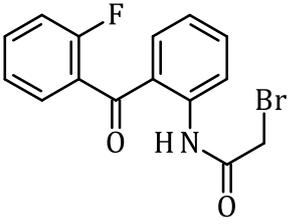
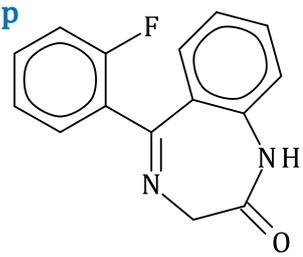
16 rp $\hat{=}$ 45 bp; $f = \frac{16}{45} = 0,356$

**K.O-Tropfen.
Nomenklatur, Isomerie & organische Synthese**

D.1 Temazepam und GHB (Liquid Ectasy, 4-Hydroxybutansäure)

a) Bestimmen Sie die Anzahl an C- und H-Atomen in Temazepam.			
C-Atome: 16 (1bp)	H-Atome: 13 (2bp)	max. 3bp	
b) Entscheiden Sie, ob die Aussagen über Temazepam zutreffen.			
	Aussage trifft zu	ja	nein
Temazepam enthält eine tertiäre Hydroxygruppe.		O	X
Temazepam enthält mindestens einen Benzen-Rest.		X	O
Temazepam enthält ein Halogen.		X	O
Temazepam ist ein sekundäres Amin.		O	X
je richtiger Auswahl 0,5bp, max. 2 bp			
c) Bestimmen Sie die Gesamtzahl aller nichtbindender Elektronenpaare von Temazepam an.			
9	2bp		
d) Wie nennt man die in der Struktur von Temazepam eingekreiste funktionelle Gruppe?			
Amid (oder Lactam)	2bp		
e) Kennzeichnen Sie in der Temazepam-Struktur unten das chirale Zentrum mit einem Stern*chen und bestimmen Sie die absolute Konfiguration.			
		* an richtiger Stelle: 1 bp Konfiguration R: 2bp	
f) Temazepam neigt nach Verabreichung zur Racemisierung. Entscheiden Sie, ob die Aussagen dazu zutreffen.			
	Aussage trifft zu	ja	nein
Es verliert seine Chiralität.		O	X
Es verliert die optische Aktivität.		X	O
Es wird das Diastereomere gebildet.		O	X
Es kommt zur Bildung des Enantiomers.		X	O
je richtiger Auswahl 1bp, max. 4bp			
g) Zeichnen Sie die Konstitutionsformel von 4-Hydroxybutansäure.			
		2bp	
h) Durch intramolekulare Veresterung entsteht GBL (Gammahydroxybutyrolacton). Zeichnen Sie den intramolekularen Ester von 4-Hydroxybutansäure.			
		2bp	

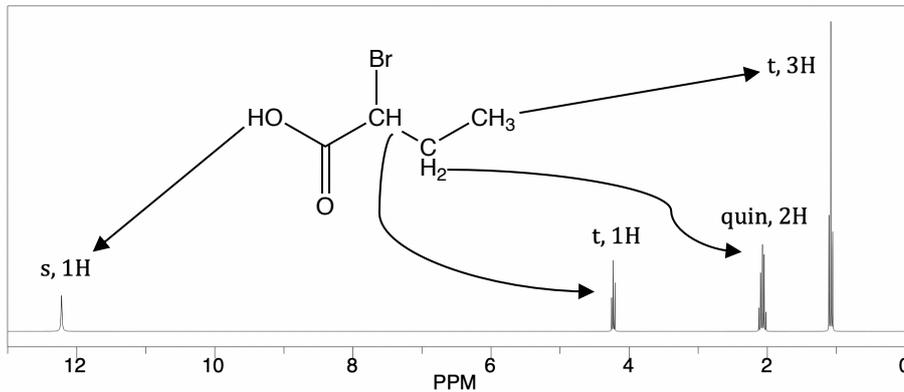
D.2. Synthese von Rohypnol

<p>i) Nach welchen Reaktionsmechanismen laufen folgende Reaktionen des Reaktionsschemas ab (z.B. A_E für elektrophile Addition)?</p>		
<p>Bildung von A: S_R</p>		<p>1bp</p>
<p>A → B: S_N</p>		<p>1bp</p>
<p>Bildung von I: A_N</p>		<p>1bp</p>
<p>j) Welche Reagenzien sind notwendig, um aus I Rohypnol zu synthetisieren?</p>		
<p>HNO_3/H_2SO_4</p>		<p>1bp</p>
<p>CH_3I (allgemein Methylhalogenid)</p>		<p>1bp</p>
<p>k) Zeichnen Sie die Konstitutionsformeln der Verbindungen A bis I.</p>		
<p>A: 2bp</p> 	<p>B: 2bp</p> 	<p>C: 2bp</p> 
<p>D: 2bp</p> 	<p>E: 2bp</p> 	<p>F: 3bp</p> 
<p>G: 2bp</p> 	<p>H: 2bp</p> 	<p>I: 3bp</p> 

Problem E, Strukturaufklärung

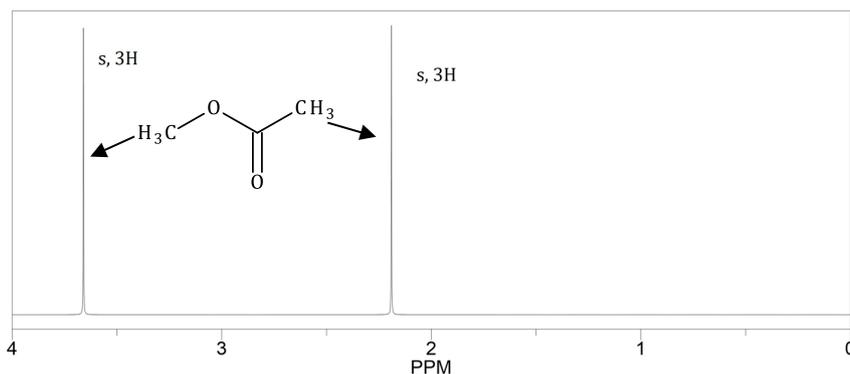
6 rp $\hat{=}$ 16 bp; $f = \frac{6}{16} = 0,375$

a) Zeichnen Sie die Konstitutionsformel von $C_4H_7BrO_2$ in das Spektrum und ordnen Sie mit Pfeilen die Signale den entsprechenden Protonen zu.



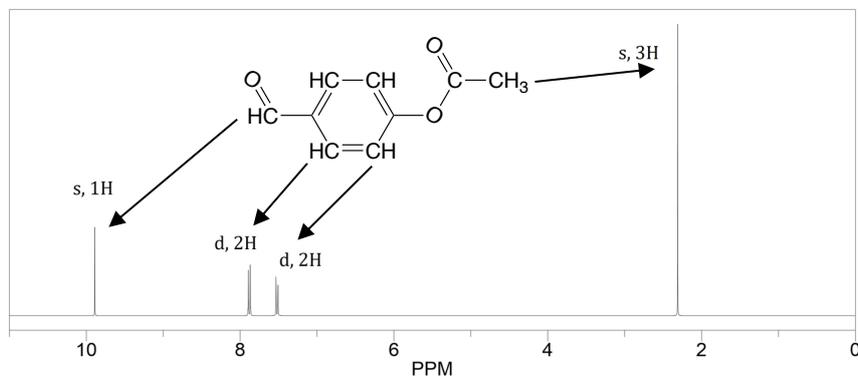
Struktur: 4bp; Zuordnung: 2bp

b) Zeichnen Sie die Konstitutionsformel von $C_3H_6O_2$ in das Spektrum und ordnen Sie mit Pfeilen die Signale den entsprechenden Protonen zu.



Struktur: 3bp; Zuordnung: 1bp

c) Zeichnen Sie die Konstitutionsformel von $C_9H_8O_3$ in das Spektrum und ordnen Sie mit Pfeilen die Signale den entsprechenden Protonen zu.



Struktur: 4bp; Zuordnung: 2bp

Für ...benzoesäuremethylester 3bp; bei umgek. Aromaten-H-Zuordnung kein Abzug