

הקדמה

בעבודה במחקר או בתעשייה בכימיה אורגנית או ברוקחות, הכרחי להשתמש בשיטות זיהוי שונות לאשר מבנה של תרכובות אורגניות שהוכנו או בודדו בראקציה ולקבוע את נקיונם. לצורך בדיקות הללו משתמשים הרבה בשיטות ספקטרוסקופיות.

הספר שלפנינו "מבוא לזיהוי תרכובות אורגניות בשיטות ספקטרוסקופיות" עוסק בזיהוי תרכובות אורגניות בשיטות ספקטרוסקופיות הבאות: מס ספקטרומטריה, תמ"ג NMR של פרוטונים ושל פחמן ^{13}C , ספקטרוסקופיה באינפרא אדום IR ובאולטרא סגול UV. לכל השיטות יש הקדמה תיאורטית ואחרי כן הדגמות בשימוש שלהן בפתרון תרגילים.

הספר מבוסס על נסיונו של המחבר במתן קורס כזה לתלמידים. הספר מכיל הרבה תרגילים פתורים לפי השיטות השונות, וכן בשיטות משולבות. הפתרונות נעשו שלב אחרי שלב באופן סיסטמטי ודידקטי עד הוכחת מבנה התרכובות באופן סופי, כדי להקנות מיומנות לתלמיד בזיהוי תרכובות אורגניות לא מסובכות במיוחד. בסוף הספר, יש פרק מיוחד המכיל תרגילים לא פתורים, אבל עם אפשרות לדעת, מהנתונים הכלליים שנמסרים על החומר, אם התלמיד פתר נכונה את התרגיל.

הספר מיועד כקורס מתחיל בספקטרוסקופיה ובזיהוי תרכובות אורגניות בשיטות ספקטרוסקופיות לתלמידי כימיה (או רוקחות) באוניברסיטאות ובמכללות הן כמקצוע ראשי והן כמקצוע משני, שיעזור להם לקבל מיומנות בשיטות ספקטרוסקופיות שונות המשמשות לפענוח מבנה של תרכובות אורגניות.

השתדלתי לעבור על החומר ועל המושגים בצורה קצרה ועניינית. ולתת הדרכה איך לגשת באופן סיסטמטי לזיהוי תרכובות בשיטות ספקטרוסקופיות. אני מקווה שהתלמידים ימצאו ענין ויפיקו תועלת מהחומר המסוכם בספר.

תודה מיוחדת לכל אלה שעזרו בהדפסה ולהכין את הספר לדפוס, לבני ידידי יעקב זלכה ובמיוחד לבני ידידי מאיר זלכה שסידר וערך את הספר.

תשע"ג (2013)

יא - כב	תוכן עניינים
ה	הקדמה
ז-ו	תודות Acknowledgements
ט	ספרות
427-445	אינדקס אלפא-ביתי
48-1	פרק א- מס ספקטרומטריה
1	מס ספקטרומטריה- כללי
1	מס ספקטרומטריה- תיאור
1	יוניזציה של מולקולה ע"י הפגזת אלקטרונים ויצירת קטיון-רדיקל
2	שבירת קשרים ויצירת פרגמנטים
2	אנלייזרים במס ספקטרומטר
2	הפרדה בין היונים לפי יחס מסה למטען m/z m/e
3	רזולוציה גבה וקבלת דיוק רב במשקל המולקולרי
4	ספקטרום המסות הצגה גרפית
4	פיק בסיסי
4	פיק מתאסטבילי
5	איזוטופים
	איך מתוך הפיק המולקולרי M^+ , $M+1$ ו $M+2$ ניתן למצוא את
6	הנוסחה האמפירית
8-7	הכרת הפיק המולקולרי M^+
8	חוזק הפיק המולקולרי M^+ בתלות במבנה המולקולה
9	פיק M^+ זוגי ואי-זוגי
9	חוק אלקטרוניים זוגיים
10-9	יציבות קטיונים ורדיקל קטיונים
10	אינדקס אי-רוויון של מימן

	שיטות יוניזציה במס ספקטרומטריה :
	יוניזציה אלקטרונית
	יוניזציה עי פוטונים – פוטו יוניזציה
	יוניזציה כימית
11-10,16-15	יוניזציה ע"י הפגזה עם חלקיקים בעלי אנרגיה חזקה
12	קבלת מס ספקטרום מחומרים בעלי משקל מולקולרי גבה
15-12	שיטת מאלדי
16	שיטת אלקטרו-ספריי Electro spray
16	GC-MS מס ספקטרומטר שמחובר לגז כרומטוגרף
16	שיפור נדיפותו של חומר עבור מס ספקטרומטריה
20-17	חוקים כלליים לפרגמנטיה
17	פרגמנטציה בסריה הומולוגית
17	שבירה במקום הסתעפות
17	ייצוב היון המולקולרי ע"י קשרים כפולים מצומדים וטבעות ארומטיות
17	פירוק אלילי בקשרים כפולים
18,26	ראקצית רטרודילס-אלדר בטבעות אליפטיות בלתי רוויות
18	פירוק בטבעות ארומטיות
19-18	פירוק קשרי C-C סמוכים להטרו אטום
20-19	אין חוקיות מושלמת מבחינת פרגמנטציה במס ספקטרומטריה
20	שחלופים במס ספקטרומטריה
21-20	שחלוף מקלפרתי, מנגנון
22	שחלוף אורתו
24	פרגמנטציה של סוגי תרכובות שונות
24	פחממנים אליפטיים רוויים עם שרשרת ישרה ומסועפים
25	טבעות אליפטיות רוויות
25	אולפינים
26	אולפינים ציקליים

26	פחממנים אראלקילים
27-26	קבלת בנזיל ויון טרופיליום ופירוקי המשך
30-28	פרגמנטציה בכהלים מסוגים שונים
31	פנולים
31	דיאולים
32-31	אתרים
33-32	אצטאלים וקטאלים
35-33	קטונים
36-35	אלדהידים
37-36	חומצות קרבוקסיליות
39-37	אסטרים
39	לקטונים
42-40	אמינים
42	אמידים
43-42	ניטרילים
43	תרכובות ניטרו
44	תרכובות גפרית
46-45	תרכובות הלוגן
47-46	תרכובות הטרזיקליות : פוראן, פירול, תיופן, פירידין
108-49	פרק ב – תרגילים במס ספקטרומטריה
58-49	תרגילים לא פתורים
	זיהוי התרכובות הבאות במס ספקטרומטריה
59	1. אתיל יודיד
62-60	2. טרט. אמיל בנזן
	3. זיהוי אסטרים ציקליים שהתקבלו בראקציה בין פוליאטילן
65-63	גליקול 400 לאיטקוניל כלוריד

67-66	4. n-הכסאן
69-68	5. 2,2' דימיתילבוטאן
73-70	6. זיהוי התוצרים שהתקבלו בראקציה בחום בין בנוזל כלוריד לטטרא אתילן גליקול בנוכחות נתרן הידרוקסיד מימי בעזרת GCMS
75-74	7. דיאתיל אתר
76	8. אצטופנון
78-77	9. מתיל פרופיונט
80-79	10. 1-אוקטאנול
	11. זיהוי התוצר העקרי שהתקבל בפולימריזציה אניונית של דימיתיל איטקונט (דימיתיל מתילן סוקסינט) בעזרת בסיסים
86-81	12. סטירן
88-87	13. פרא – סימן
92-89	14. צינמאלדהיד
94-93	15. N,N- דיאתילאנילין
97-95	16. 2,5 – דימיתילפירידין
100-98	17. קרוטונוניטריל
102-101	18. בנזהידרול
104-103	19. 2,4 – דימיתיל כלורו בנזן
106-105	טבלת עזר במס ספקטרומטריה, מסה של קבוצות שיכולות להנתק בזמן פרגמנטציה
108-107	

פרק ג – תהודה מגנטית גרעינית תמ"ג H-NMR

137-109	בסיס תאורטי לקבלת ספקטרום NMR
111-109	איזה גרעינים של אטומים נותנים NMR
109	איך מתקבל ספקטרום NMR, הסבר מופשט והסבר יותר מפורט
113-110	מעברים בין רמות אנרגטיות של הגרעין
110	

111	סכימה של מכשיר NMR
	קשר בין התדירות שבה פרוטון עושה רזוננס עם עצמת השדה המגנטי
111,113	החיצוני
113	קבוע גיירו מגנטי
113	היסט כימי Chemical shift
114	מיסוך מגנטי סביב הגרעין, הדגמה עם אתנול
114	טרא מתיל סילאן, בחירתו בתור סטנדרד
	בחירת סקלה על בסיס היסט כימי δ שניתנת ב-ppm שאינה תלויה
115-114	בעצמת השדה המגנטי של מכשיר ה-NMR
115-114	הבדל בין יחידות ppm ליחידות תדירות Hz (cps)
116	תיאור סכימטי של איזורי הספקטרום
116	הדגמה תיאור ספקטרום NMR של בנזיל אלכהל
117	רגישות של מכשיר ה-NMR
117	גורמים אינטראמולקולריים המשפיעים על ההיסט הכימי
117	אפקט אינדוקטיבי, מיסוך ואל-מיסוך
118	יצירת שדה מגנטי משני שכיוונו הפוך לשדה החיצוני
	אניזוטרופיה אלקטרונית של קשר כימי והשפעתה דרך המרחב –איזורי
118	מיסוך ואל-מיסוך במקרים הבאים:
120-118	בקשר קרבונילי, באתילן, באצטילן, בבנזן
121	ב [18] אנולין $C_{18}H_{18}$
	השפעת מתמירים בטבעת בנזנית על הבליעות של הפרוטונים בעמדות
121	אורתו, מטא, פרא
122	אל-מיסוך ואן דר ואלס (הצטופפות מתמירים)
122	מקומות בליעה של CH_3 , CH_2 , CH
124-122	השפעת ריכוז, ממס, טמפרטורה על בליעות NMR
123	חילוף דויטריום וזיהו מימן חומצי
124	השפעת קשרי מימן על הבליעות

124	פיצול ספין-ספין Spin-Spin coupling
124	H-NMR של HF, הופעתו בתור דובלט
126-125	H-NMR של 1,2-טריוכלורואתאן, פיצול לדובלט ולטריפלט
126	קבוע פיצול J
126	קשר בין מספר הפיצולים וערך הספין של הגרעין
127-126	מספר הפיצולים של פרוטון בתלות במספר השכנים שלו
127	משולש פסקל
	NMR של מערכת AX ו-AMX שבה מקומות הבליעה של המפצלים
130-128	רחוקים אחד מהשני
129-128	NMR של מערכת AB, כששני המימנים בולעים קרוב אחד לשני
131-130	מערכת ABX ומערכת ABC
133-132	טבלת קבועי פיצול J, H, H'
133	אלקטרו נגטיביות של המתמירים לפי Huggins לחישוב קבועי פיצול
	משוואת קרפלוס Karplus לחישוב קבועי פיצול J בתלות בזווית \varnothing
133	הדיהידרלית בין H, H'
134	השפעת מרכז אסימטרי במלקולה על ה-NMR
134	פיצול אלילי עובר דרך שלושה פחמנים (4- קשרים)
135	פיצול הומו אלילי עובר דרך 4 פחמנים ו-5 קשרים
	שימוש בלנתנידים להסיט מקום הבליעה של מימן ב-NMR
135	NMR Shift reagents
	ביטול פיצול בין פרוטונים Spin decoupling ע"י הקרנת
136	המימן $^1\text{H}\{-^1\text{H}\}$
137	ביטול פיצולים של כל המימנים בספקטרום NMR
185-139	פרק ז – תרגילים ב-H-NMR
140-139	הדרכה כללית איך לגשת לפענוח ספקטרום H-NMR

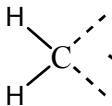
- 143-140 טבלת הערכת ההיסט הכימי ב-HNMR לפי קבועי קורפי-מוריסון
זיהוי התרכובות הבאות ב-H-NMR:
- 147-144 1, דיאתילמלאט, פנתיל אצטט, בנזיל אצטט, בנזיל בנזואט
2, איזופרופיל אלכהל, בנזיל אלכהל, חומצת חומץ
- 153-148 חומצה קרוטונית
- 157-154 3, γ -פנוקסי- η - פרופיל ברומיד
- 161-158 4, אתיל 2- פירידיל אצטט
5, זיהוי תוצרים וחומרי מוצא בראקציות פרידל קרפטס, בין אצטיל
- 172-162 כלוריד ואלקיל בנזנים
- 176-173 6, בנזילידין אצטון
- 178-177 7, די – 1,1 – פרא טוליל אתאן
- 180-179 8, די – 1,1 – פרא דימיתיל אמינו פניל אתאן
- 184-181 9, פיפרונאל
- 185-184 טבלת H-NMR של ממיסים

פרק ה – תמ"ג ^{13}C -NMR ותמ"ג זו מימדי 228-187

- 187 פחמן ^{13}C ערך ספין שלו ושכיחותו ביחס לפחמן הטבעי ^{12}C
עצמת הבליעה של ^{13}C ביחס ל- ^1H תלויה ביחס הקבועים
- 187 הגירו מגנטים שלהם
ב ^{13}C -NMR לא ניתן בדרך כלל לסמוך על עצמות הפיקים
- 188 כדי להתחשב באופן כמותי כמה פחמנים יש – הסיבות לכך
- 188 רלקסציה של ^{13}C והשפעתה על עצמת הפיק
- 188 קבלת ספקטרום C-NMR ע"י Pulse fourier transform
- 218,194-193,189-188 אוברהאוזר אפקט NOE
פיצול קשרי ^1H - ^{13}C תלותם במרחק בין הגרעינים,
- 190,188,187 ובמצב ההיברידיזציה של הפחמן sp^3, sp^2, sp

190	משואה להערכת קבוע הפיצול ב $^1\text{J}_{\text{C-H}}$
193-190	הבדלים בין NMR של פרוטונים לבין ^{13}C
191-190	ביטול כל הפיצולים בין ^1H - ^{13}C
	ביטול חלקי של הפיצולים ע"י off-resonance decoupling לקביעת
192	מספר המימנים הקשורים לאטום פחמן מסויים
196	שיטת DEPT לקביעת מספר מימנים שקשורים לפחמן מסויים
	ספקטרום דו ממדי (Hetcor) של הספקטרום החד מימדי של ^{13}C כנגד
197	החד ממדי של ^1H לקביעת מספר מימנים שקשורים לפחמן מסויים
	דוגמא ספקטרום של ^{13}C של אנילין בלי ביטול הפיצולים עם המימן
192	ועם ביטול הפיצולים
198	השפעת מתמירים על ההיסט הכימי של ^{13}C
198	מקומות בליעה של קרבונל באסטר, אמיד או קטון
198	מספר הפיצולים נקבע ע"י $2I+1$ (I ערך הספין)
203-201	^{13}C NMR של אלקאנים, השפעת פחמנים סמוכים על הבליעה
191	השוואת האינפורמציה מספקטרום ^{13}C של פחמנים לזו מ- ^1H -NMR
	פחממנים ציקלו אלקאנים, השפעת עמדות אקסיאליות ואקואטוריאליות
203	על ה-C-NMR
198,203	הלוגנידים – השפעת הלוגנים שונים על הבליעות, השפעת הלוגן כבד
206	אולפינים – השפעת קבוצות אלקיל ואחרות על מקומות הבליעה
207	אצטילינים
208-207	ארומטים – טבלת השפעת מתמירים על הבליעה של בנזן
209	הטרוציקלים
211-209	מקומות בליעה של קבוצות פונקציונליות ב-C-NMR
	קביעת מבנה איזוטקטי, סינדיוטקטי ואטקטי בפוליפרופילן בעזרת
213-212	C-NMR
217-214	תמ"ג NMR דו ממדי
214,216	ספקטרום COSY

- 222 ספקטרום NOESY
- 215 קביעת קבועי פיצול מספקטרום דו ממדי
- 217 ספקטרום ^1H כנגד ספקטרום C-NMR החד ממדיים
אפקט Nuclear Overhauser Effect–NOE, אינטראקציה
- 222-218 דיפול-דיפול דרך המרחב בין קבוצות
תלות NOE ביחס הקבועים הגירו מגנטים של האטומים,
ועצמת גידול הסיגנל של קשר $^1\text{H}-^{13}\text{C}$
דוגמאות לאפקט NOE:
- בדימיתלפורמאמיד, ב- 3- מתיל חומצה קרוטונית,
בתולדה של פרא-מתוקסי פנול
- 222-220
- 227-222 NOESY בטבעת ושרשרת מושחלת בתוכה להוכיח השחלה ע"י
- 259-229 פרק ו – ספקטרוסקופיה באינפרא אדום IR**
- 229 מעברים מולקולרים
- 229 טבלה – אורכי הגל בספקטרוסקופיות השונות
- 230 קרינה אלקטרומגנטית יש לה מרכיב שדה חשמלי ושדה מגנטי
- 230 תדירות המרכיב החשמלי והאנרגיה הקשורה עמו
- ספקטרופוטומטר IR, עצמת הקרינה שמודד ניתנת ע"י העברה T או
בליעה A
- 231 קרינת IR גורמת למעבר מרמה אנרגטית הנמוכה של רוטציה לרמה
יותר גבהה של ויברציה
- 231 במולקולה די-אטומית הויברציה שמתרחשת היא מתיחה
פריודית (stretch) לאורך הקשר A---B שנכנעת לחוק Hooke
- 231
- 232 חישוב תדירות הויברציה עבור מתיחת קשר C-H
- 232 איזוטופים – השפעתם על תדירות המתיחה ב-IR
- תדירות המתיחה של קשרי C-C, C-O, C-N וכן של קשרים כפולים
C=C, C=N, C=O וקשר משולש
- 233-232

- ויברציות המתרחשות בקרינת IR הם מתיחה (סימטרית ולא סימטרית) וכיפופים במישור וחוץ למישור
- 233 כל צורת תנועה יש לה בליעה אופיינית ב-IR, ועצמת הבליעה תלויה במידת השינוי בדיפול מומנט
- 234 ויברציות בהשפעת IR הקורות ב- CO_2 ובקבוצות מתילן
- 235-233 
- 234 Overtone יסוד (fundamental) ובליעות בתדירות כפולה
- 235 תחום "טביעת האצבעות" שאופייני למולקולה כולה
- 236 בדיקת ה-IR של מוצקים כמו שהם – Internal reflection spectroscopy
- 237 טבלת חלוקת אזורי בליעה ב-IR
- 238 טבלת בליעות מתיחה של קשרי O-H, N-H, C-H
- 240-239 טבלת בליעות של אלקינים מותמרים
- 241 טבלת בליעות של בנזנים מותמרים
- 242 טבלת בליעות אופייניות של קבוצות פונקציונליות
- 244-243 בליעות של אצטילינים
- 245 מתיחה של קשר משולש באיזור $2100-2260 \text{ cm}^{-1}$
- 247-246 טבלת בליעות של קשר קרבונילי בתלות במבנה
- 259-248 תרגילים ב-IR - ניתוח ספקטרומי IR של תרכובות שונות
- 276-262 פרק ז – ספקטרוסקופיה באולטרא סגול**
- 261 חוק ביר-למברט Beer-Lambert
- 262 ספקטרוסקופיה ב-UV – רקע תאורטי
- 262 מעברים אלקטרוניים $n \rightarrow \sigma^*$, $\pi \rightarrow \pi^*$, $\sigma \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \pi^*$
- 263 בליעת UV של $\text{CH}_3-\ddot{\text{I}}:$, $\text{Et}_3\ddot{\text{N}}$, $\text{CH}_3\ddot{\text{O}}\text{H}$ בגלל מעבר $n \rightarrow \sigma^*$
- פולריות של המצב המעורר ב-UV, שינוי במקום הבליעה בממס פולרי או לא פולרי
- 263 קבוצות כרומופור ואוקסוכרום – השפעתם על חיזוק הבליעה
- 270,265-264

	חוקים לפענוח מבנה של תרכובות אורגניות בעזרת UV,
266-265	השפעת צימוד, מבנה ציס וטרנס
266	β -קרטיין וליקופין – בליעות באור נראה
	חוקי הקורלציה של Woodward – אפקט אדיטיבי, השפעת קבוצות
267-266	שונות קשורות לדיאין מצומד
268	חוקי Nielsen עבור α, β חומצות או אסטרים בלתי רוויים
269	מערכות ארומטיות – בליעות ב-UV
267	חוקי הקורלציה של וודוארד עבור תרכובות אין-און $C=C-C=O$ enone
269	פחממנים ארומטים לא בנוואידים – בליעות ב-UV
270	הטרוציקלים ארומטים – בליעות ב-UV
270	פחממנים ארומטים פוליציקלים – בליעות באור נראה
270	בליעות UV של פנול ואנילין ומלחיהם
271	בליעות תרכובות בנזן דו-מותמרות ב-UV
272	תרגיל – חישוב מקום הבליעה ב-UV של 2,3-דיאתילבוטדיין
274	טבלת בליעות של כרומופורים ב-UV
408-277	פרק ח – תרגילים משולבים
	זיהוי התרכובות הבאות בשילוב שיטות ספקטרוסקופיות שונות
278-277	שלבים מומלצים לפענוח מבנה של חומר מנתונים אנליטיים
	חומרים שזוהו:
279	1. N-אתיל מורפולין
289	2. α -ברומואתיל בוטיראט
299	3. אתיל 3-הקסנואט
306	4. 3,4-דימתוקסי - 6-קרבתוקסימתיל-אצטופנון
317	5. 6,6-דיפיניל-1,3-דיוקסאן
321	6. (1,1-5,5) – טטראפניל – 1,4 – פנטאדיאין
324	7. די-1,1 פרא דימיתיל אמינו פניל-n-פרופאן

- 328 .8 ביס – 2 – מתוקסיפניל – 1,1 – אתאן
- 332 .9 איזוספרול
- 337 .10 חומצה איטקונית (מתילן סוקסינית)
- 341 .11 איזופורון
- 346 .12 חומצה סורבית
- 348 .13 3- מתוקסי – 4 – הידרוקסי – חומצה בנוואית
- 353 .14 גליצרולאצטוניד
- 359 .15 אתיל סורבאט
- 362 .16 מתיל אסטר של חומצה הפטי – 2 – אינואט (קשר משולש)
- 365 .17 פנילגליצידיל אתר
- 369 .18 1,2 – די פרא מתוקסיפניל – 1,2 – די פרא מתוקסיבנוואיל אתילן
- 374 .19 פנילאלנין
- 378 .20 N – בנוילידין טרט. בוטיל אמין – N – אוקסיד
- 383 .21 פרא – β – ברומו אתיל חומצה בנוואית
- 388 .22 N – (מתיל פנתיל) אצטאמיד
- 394 .23 7 – אמינו – 4 – מתיל – 2 – כרומון

400-403 ריכוז בליעות ב-CNMR

404-407 טבלת הערכת ההיסט הכימי ב-HNMR (טבלת קורפי- מוריסון)

426-409 פרק ט – תרגילים לא פתורים

הדרכה לפיתרון התרגילים באופן עצמאי, והדרך לאמת את הפתרון באופן עצמאי.

נתונים 36 תרגילים לא פתורים, עם הנתונים האנליטיים וספקטרוסקופים שלהם.

אינדקס אלפא-ביתי

אובר האוזר אפקט –NOE

188,189,193	
194,218	
25	אולפינים - פרגמנטציה
205	אולפינים ב - CNMR
205	השפעת קבוצות אלקיל על מקום בליעות של הפחמן האולפיני
206	השפעת קבוצות על מקומות הבליעה של אולפינים
80-79	אוקטנול-1 זיהויו במס ספקטרומטריה
264	אוקסוכרום, השפעתו על חיזוק הבליעה
229	אורכי הגל בספקטרוסקופיות השונות – טבלה
109	אטומים שנותנים NMR: ^3T , ^1H , ^{19}F , ^{15}N , ^{13}C , ^{31}P , ^{29}Si
6	איזוטופ ^{13}C , הופעתו ועצמתו במס ספקטרום בתור פיק $M^+ + 1$
232	איזוטופים – השפעתם על תדירות המתיחה ב-IR
5	איזוטופים ושכיחותם
148,150	איזופרופילאלכהל, זיהויו בHNMR
10	אינדקס אי-רוויון של מימן
111	אינטגרציה למדידת עצמת פיק בליעה בNMR
36-35	אלדהידים אליפטים, וארומטים - פרגמנטציה
30	אליל אלכהל - פרגמנטציה
207	אלינים ב- CNMR
203-201	אלקאנים –CNMR שלהם
16	אלקטרו ספריי במס ספקטרומטריה
133	אלקטרונוגטיביות של מתמירים לפי Huggins לחישוב קבועי פיזור
42	אמידים – פרגמנטציה

62-60	אמיל בנזן שלישוני, זיהויו במס ספקטרומטריה
40	אמינים אליפטיים - פרגמנטציה
42-41	אמינים ארומטיים - פרגמנטציה
41	אמינים ציקליים - פרגמנטציה
118	אניזטרופיה אלקטרונית של קשר כימי
121-118	השפעתו דרך המרחב, איזור מיסוך ואל-מיסוך
119-118	בקשר קרבונילי
120-119	באתילן
120-119	באצטילן
120	בבנזן
121-120	באנולין $C_{18}H_{18}$ [18]
265,270	אנילין - UV שלו ושל ההידרוכלוריד אנילין - ספקטרום ^{13}C
192	כולל ביטול הפיצולים עם כל המימנים,
192	בלי ביטול,
192	ועם ביטול חלקי
41	אנילין - פרגמנטציה שלו
-	אסטרים ציקליים שנוצרו בראקציה בין פולי אתילן גליקול 400 ואיטקוניל כלוריד -
65-63	פענוח מבנה במס ספקטרום
39	אסטרים של די חומצות - פרגמנטציה
41-40	אסטרים של חומצות אמינו - פרגמנטציה
39-37	אסטרים, מתיל אסטרים וגבהים יותר - פרגמנטציה

222-218	אפקט NOE (Nuclear Overhauser Effect)
218	אינטראקציה דיפול – דיפול דרך המרחב בין קבוצות
219-218	הגברת עצמת הסיגנל מכוחה
218	תלותה ביחס הקבועים הגירומגנטים של האטומים
219	עצמת גידול הסיגנל ב-NOE של קשר ^{13}C - ^1H ובקשר ^1H - ^1H
220	דוגמאות לאפקט NOE בדימיתילפורמאמיד
220	ב-3- מתיל חומצה קרוטונית
222	בתולדה של פרא מתוקסי פנול
227-222	בטבעת ושרשרת מושחלת בתוכה, להוכיח השחלה ע"י NOESY
33-32	אצטאלים וקטאלים - פרגמנטציה
35	אצטופנון - פרגמנטציה
76	אצטופנון, זיהויו במס ספקטרומטריה
207	אצטילינים ב-CNMR
208-207	ארומטים CNMR שלהם
208	טבלת השפעת מתמירים על הבליעה של בנזן
161-158	אתיל-2- פירידין אצטט, זיהויו בHNMR
59	אתיל יודיד, זיהויו במס ספקטרומטריה
32-31	אתרים, אליפטטים וארומטים - פרגמנטציה
	בדיקת ספקטרום IR של חומר מוצק כמו שהוא ע"י בדיקת הקרניים
237	המוחזרות ממנו (internal reflection spectroscopy)
	ביטול חלקי של הפיצולים בין ^{13}C ל- ^1H ע"י off resonance decoupling
192	לקביעת מספר המימנים הקשורים לפחמן
191-190	ביטול כל הפיצולים ב-CNMR ^{13}C עם הפרוטונים

136	ביטול פיצול בין פרוטונים – Spin decoupling
137	ע"י הקרנת המימן $^1\text{H}\{H\}$
137	ביטול כל הפיצולים של המימנים בספקטרום NMR
137	קביעת מבנה של חומר בעזרת ביטול פיצולים
239	בליעות IR הקשורות בכיפופים ובמתיחה של קשר C-C
269	בליעות UV של בנזנים
	בליעות אולפנינים ב-IR תלויות בהתמרה סביב הקשר הכפול, בצימוד,
245	ובמבנה ציס או טרנס
	בליעות ב-IR של אצטילנים: קשר $\equiv\text{C-H}$, בליעה דקה ב- $3310\text{-}3300\text{ cm}^{-1}$, מתיחה
246	של קשר משולש - $\text{C}\equiv\text{C}$ - היא באזור $2100\text{-}2260\text{ cm}^{-1}$ (בליעה חדה)
246	בליעות ב-IR של פחממנים ארומטים
246	מתיחת קשר C-H ב- $3080\text{-}3030\text{ cm}^{-1}$,
246	כיפוף מחוץ למישור ב- $900\text{-}700\text{ cm}^{-1}$,
246	וכפוף בתוך המישור ב- $1300\text{-}1000\text{ cm}^{-1}$,
246	הבדלים הנוצרים בגלל התמרה באורתו, מטא ופרא
237	בליעות ב-IR שמלמדות מבחינה דיאגנוסטית
236	בליעות ב-IR שמקורן בצימוד של שתיים או יותר סוגי ויברציה
236	בליעות ב-IR שמקורן בקומבינציה של שתי בליעות
263	בליעת UV של CH_3I , Et_3N , CH_3OH בגלל מעבר $n \rightarrow \sigma^x$
198	בליעת קשר קרבוניל - באסטר, חומצה, אמיד, קטון או אלדהיד ב-CNMR
104-103	בנוהידרול, זיהויו במס ספקטרומטריה
30	בנוזל אלכהל - פרגמנטציה
116,148, 151-150	בנוזל אלכהל, זיהויו ב-HNMR
39	בנוזל אצטט - פרגמנטציה
145,147	בנוזל אצטט, זיהויו ב-HNMR
147-146	בנוזל בנוואט, זיהויו ב-HNMR

176-173	בנזילידין אצטון, זיהויו ב-HNMR
5	ברום גילוי במס ספקטרומטריה
121-117	גורמים המשפיעים על ההיסט הכימי
118-117	אפקט אינדוקטיבי, מיסוך ואל-מיסוך
118	יצירת שדה מגנטי משני שכוונו הפוך לשדה החיצוני
16	גז כרומוגרף קשור למס ספקטרומטר
180-179	די – 1,1 – פרא דימתיל אמינו פנילאתאן, זיהויו ב-HNMR
178-177	די – 1,1 – פרא טולילאתאן, זיהויו ב-HNMR
31	דיאולים- פרגמנטציה
75-74	דיאתיל אתר, זיהויו במס ספקטרומטריה
97-95	דיאתילאנילין (N,N-), זיהויו במס ספקטרומטריה
144,146	דיאתילמלאט, זיהויו ב-HNMR
86-81	דימתילאיטקונט, פלמורו בתנאים בסיסיים, זיהויו מה שנוצר
69-68	דימתילבוטאן (2,2), זיהויו במס ספקטרומטריה
100-98	דימתילפירידין (2,5), זיהויו במס ספקטרומטריה
233	דרגות חופש של תנועה במולקולה לינארית ולא לינארית
193-190	הבדלים בין NMR של פרוטונים לבין ^{13}C
47-46	הטרוציקלים - מס ספקטרומטריה
270	הטרוציקלים ארומטים – בליעות ב-UV
209	הטרוציקלים-CNMR
198	היברידיזציה sp^3, sp^2, sp והשפעתה על ההיסט הכימי של ^{13}C
198	היסט הכימי חשיבותו ב-CNMR
114-113	היסט כימי Chemical Shift

237	הכנת חומר לבדיקה ב-ספקטרופוטומטר IR
237	שימוש בתאים של NaCl שקופים לקרינת IR לבדיקת נוזלים
237	שימוש בנוזיל (פרפין נקי) לבדיקה
237	שימוש באבקת KBr נקי לבדיקת מוצקים
237	המסת החומר הנבדק ב- CCl_4 או CS_2 בתוך תא NaCl
67-66	הכסאן, זיהוי במס ספקטרומטריה
198,203	הלוגנידים – השפעתם על CNMR
204	השפעת הלוגן כבד
143-140	הערכת ההיסט הכימי – טבלת קבועי קורפי-מוריסון
122	הפרעה סטרית ב-NMR גורמת לאל-מיסוך
122	השוואת הבליעה של CH_3 , CH_2 , CH
236	השפעה של המבנה הכללי של המולקולה סביב לקשר הבולע ב-IR
122-121	השפעת מתמיר מושך או דוחה אלקטרוניים
245	השפעת צימוד עם קשר כפול או טבעת ארומטית על מקום הבליעה ב-IR
235	השפעת קרינת IR על רמות האנרגיה של הויברציות
235-234	השפעת קרינת IR על המומנט דיפול
235	אי השפעתה על מתיחות סימטריות
123-122	השפעת רכוז, ממס, טמפרטורה על בליעות NMR
188	התחשבות בעוצמת פיק ^{13}C בספקטרום NMR מבחינה כמותית
193	התפלגות בולצמן Boltzmann של הפרוטונים
122	ואן דר ואלס, הצטופפות מתמירים והשפעת אל-מיסוך שלהם
234	ויברציות בהשפעת IR הקורות ב- CO_2
234	הקורות בקבוצת מתילן

233	ויברציות המתרחשות בקרינת IR
233	מתיחה סימטרית ואי סימטרית וכיפופים במישור וחוץ למישור
233	בטבעות יש ויברציות של "נשימה" (התרחבות והתכווצות)
233	כל צורה של תנועה יש לה בליעה אופיינית ב-IR
200-199	ויניל פרופיונאט – זיהויו ב-CNMR
195-194	וקטור מגנטיזציה
123	זיהוי מימן חומצי ב-HNMR בעזרת D ₂ O

408-279	זיהוי של 23 החומרים הבאים בשיטות משולבות
279	N- אתיל מורפולין
289	α -ברומו אתיל בוטיראט
299	אתיל 3- הכסנואט
306	3,4- דימתוקסי -3- קרבתוקסימתיל-אצטופנון
317	6,6 – דיפיניל – 3,1- דיוקסאן
321	(1,1-5,5) – טטראפניל – 1,4 – פנטאדיאין
324	די - 1,1- פראדימיתיל אמינו פניל-n-פרופאן
328	ביס – 2 – מתוקסיפניל – 1,1 – אתאן
332	איזוספרול
337	חומצה איטקונית (מתילן סוקסינית)
341	איזופורון
346	חומצה סורבית
348	3- מתוקסי – 4 – הידרוקסי חומצה בנוואית
353	גליצרילאצטוניד
359	אתיל סורבאט
362	מתיל 2 - הפטינואט (מכילה קשר אצטילני)
365	פניל גליצידיל אתר
369	1,2 דיפרא מתוקסיפניל – 1,2 דיפראמתוקסיבנוואיל אתילן
374	פנילאלנין
378	N- בנזילידן טרט. בוטילאמין-N-אוקסיד
383	פרא – בטא - ברומו אתיל חומצה בנוואית
388	N-(בטא-מתיל) פנטיל אצט אמיד
394	7- אמינו - 4 - מתיל - 2 – כרומנון

163,167,169,172	זיהוי תוצרים וחומרי מוצא בהכנת פרא אתיל אצטופנון
171-170, 165	2,4-דימתיל אצטופנון
170-169,164	2,4,6-טרמתיל אצטופנון
171,166	פרא-איזופרופיל אצטופנון
168,172	3,4-דימתיל אצטופנון
194-193	זמן רלקסציה (T_1) של פחמן ^{13}C בהשוואה ל ^1H
193	חשיבותו בקבלת ספקטרום ^{13}C
193	עצמת פיק של פחמן רבעוני כמו $\text{O}=\text{C}$
7,8	חוזק הפיק המולקולרי במס ספקטרום, תלותו בסוג התרכובת
189	חוזק פיק בליעה קטוני או אסטרי ב-CNMR
152-153, 149	חומצה קרוטונית, זיהוי ב-HNMR
211	חומצות ותולדותיהם - כלורידים, אסטרים, אמידים בליעותיהם ב-CNMR
37-36	חומצות קרבוקסיליות - פרגמנטציה
149,151	חומצת חומץ, זיהוי ב-HNMR
231	חוק Hooke
9	חוק אלקטרוניס זוגיים
261	חוק ביר-למברט Beer-Lambert
268	חוקי Nielsen עבור β, α חומצות או אסטרים בלתי רוויים
266	חוקי הקורלציה של Woodward - אפקט אדיטיבי
267-266	השפעות קבוצות שונות קשורות לדיאין מצומד
	חוקי הקורלציה של וודווארד עבור בליעות ב-UV של תרכובות אין-און (enone)
267	$\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{O}$
267	השפעת קבוצות שונות

19-17	חוקים כלליים לפרגמנטציה
17	תקציר על אופן פירוק פחממנים ישרים, פחממנים מסועפים
17	תרכובות לא רוויות
18	תרכובות ארומטיות
19	תרכובות המכילות הטרו אטום
265	חוקים לפענוח מבנה של תרכובות אורגניות בעזרת UV
266-265	השפעת צימוד, מבנה ציס וטרנס
272	חישוב מקום הבליעה ב-UV של 2,3-דיאתילבוטדיין
232	חישוב תדירות הויברציה עבור מתיחת קשר C-H
238	חלוקת איזורי בליעה ב-IR – טבלה
241	טבלת בליעות IR של אלקינים מותמרים (בליעות כיפוף מחוץ למישור)
243,244	טבלת בליעות אופייניות ב-IR של קבוצות פונקציונליות
242	טבלת בליעות ב-IR של בנזנים מותמרים בגלל כיפוף מחוץ למישור
240-239	טבלת בליעות מתיחה של קשר O-H, N-H, C-H
274	טבלת בליעות של כרומופורים ב-UV
247-246	טבלת בליעות של קשר קרבונילי בתלות במבנה
241	טבלת בליעות תנועות הכיפוף של קשר C-H בתלות במבנה
408-404	טבלת הערכת ההיסט הכימי ב-HNMR - קבועי קורפי-מוריסון
108-107	טבלת עזר במס ספקטרומטריה
108-107	מסות של קבוצות שיכולות להנתק בזמן פרגמנטציה
25	טבעות אליפטיות רוויות - פרגמנטציה
114	טרא מתיל סילאן (TMS) כסטנדרט ב-NMR
27-26	טרופיליום ופירוקי המשך שלו
135	טריכלורואצטילאיזוציאנט, להסטת מקום הבליעה של OH – ב-NMR
46-45	יודידים - פרגמנטציה
12-11	יוניזציה כימית

117	יחידות τ במקום δ
233	יחידות הבליעה בספקטרום IR
193	יחס סיגנאל לרעש ב $^{13}\text{CNMR}$
30	כהל אלילי ובנזיל אלכהל - פרגמנטציה
29-27	כהלים, ראשוני, שניוני ושלישוני - פרגמנטציה
238	כיול מכשיר ספקטרופוטומטר IR
5	כלור - גילוי במס ספקטרומטריה
45	כלורידים וברומידים - פרגמנטציה
126	כללים בנוגע למספר הפיצולים בNMR
202	כללים על השפעת התמרה באלקנים
27	כסילן - פרגמנטציה
264	כרומופור, השפעתו על חיזוק הבליעה
266	ליקופין, בליעות באור נראה
136	לנתנידים שמוש בNMR
39	לקטון- פרגמנטציה
15	מאלדי דו שלבית
15	אפשרות קביעת מבנה של חלבון
14-12	מאלדי- פירוט השיטה לקביעת מסה
14	פיזור היונים להגעתן לאנלייזר לפי חוק ניוטון
213-212	מבנה איזוטקטי, סינדיוטקטי ואטקטי של פוליפרופילן, קביעתם מ- CNMR
120-119	מיסוך ואל-מיסוך
114-113	מיסוך מגנטי סביב הגרעין, הדגמה עם אתנול
185-184	ממיסים - טבלת H-NMR שלהם
124-122	ממיסים לבדיקת ספקטרום NMR
123	תלות מקום הבליעה של H_2O בממיסים שונים

9	מסה מולקולרית זוגית ואי-זוגית
231	מסה מצומצמת
232	מסה של אטום C בודד ושל H בודד
5	מסות מדוייקות של אלמנטים
198	מספר הפיצולים נקבע על ידי $2I+1$ (I ערך הספין)
262	מעברים אלקטרוניים $\sigma \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \sigma^*$, $n \rightarrow \pi^*$, $\pi \rightarrow \pi^*$
231	מעברים אנרגטיים הנגרמים מקרינת IR
231	מתחה פריודית לאורך הקשר B---A שנכנעת לחוק Hooke
269	מערכות ארומטיות בליעות ב-UV
131,129-128	מערכת AB, כששני הפרוטונים בולעים אחד קרוב לשני
129	איך מחשבים את מקום הבליעה המדוייק של A ושל B
131-130	מערכת ABX ו-ABC, דוגמאות
	מערכת AX ו-AMX שבה מקומות הבליעה של המפצלים רחוקים אחד מהשני
130-128	
130	דוגמאות למערכות כאלו
211-210	מקומות בליעה של קבוצות פונקציונליות ב-CNMR
134	מרכז אסימטרי במולקולה והשפעתו על ה-NMR
190	משואה להערכת קבועי פיצול $^1J_{CH}$
127	משולש פסקל וצורת הפיצולים ב-NMR
127	מתי צורת הפיצולים מתאימה למשולש פסקל
191	מתיל -n-הכסאן- השוואת CNMR ו- 1H NMR שלו
40-39	מתיל פורמאט - פרגמנטציה
78-77	מתיל פרופיונט, זיהויו במס ספקטרומטריה
121	מתמירים בטבעת בנונית בעמדות אורתו, מטא, פרא, השפעתם על הבליעות

198	מתמירים השפעתם על ההיסט הכימי של ^{13}C
16	נדיפות של חומר במס ספקטרומטריה
6,7	נוסחה אימפירית של חומר מתוך ידיעה של M , $M+1$ ו- $M+2$
23	ניו הכסאן - פרגמנטציה
43-42	ניטרילים – פרגמנטציה
117	נקיפה (פרסציה) של הגרעינים ותלותה בעצמת השדה המגנטי
109	סוג הקרינה שבה מקרינים את הגרעינים לקבלת ספקטרום NMR
88-87	סטירן, זיהוי במס ספקטרומטריה
214,216	ספקטרום COSY
191	ספקטרום HNMR של פחממנים בהשוואה לספקטרום CNMR
125	ספקטרום NMR של 1,1,2-טריכלורואתאן, פיצול לדובלט ולטריפלט
124	ספקטרום NMR של HF, והסבר הופעתו בתור דובלט
116	ספקטרום NMR של בנוזל אלכהל
116	ספקטרום NMR, תיאור סכימטי
222	ספקטרום NOESY
197	ספקטרום דו ממדי לקביעת מספר מימנים שקשורים לפחמן מסויים
217	ספקטרום הטרוכור- ציור ספקטרום HNMR כנגד CNMR החד ממדיים
262	ספקטרוסקופיה ב-UV-רקע תאורטי
229,231	ספקטרוסקופיה באינפרא אדום, מעברים מולקולריים
231	ספקטרופוטומטר IR
	עצמת הקרינה שמוודד ניתנת ע"י העברה T (transmittance) או
231	בליעה A (absorbance)
231	קשר בין T ל A
114	סקלה δ על בסיס היסט כימי ביחידות ppm
262	עבודה ב-UV מתחת ל-220nm
235	עצמת הבליעה ב-IR תלויה במידת השינוי בדיפול מומנט

188	ערכי קבועי הפיצול JC-H תלותם במרחק בין ה- ^{13}C ל- ^1H
188,190	ערכי קבועי הפיצול JC-H, תלותם בפחמן ^{13}C במצב sp^3, sp^2, sp
8	פוטנציאל היוניזציה במס ספקטרומטריה
227-222	פולימר מצולב ללא קשר כימי
227	הוכחת הצילוב מספקטרום NOESY
194	פולס – איך הוא עובד
196-194	פולס בפוריה טרנספורם ב- ^{13}C NMR
263	פולריות של המצב המעורר ב-UV
263	שינוי במקום הבליעה בממס פולרי או לא פולרי
47-46	פוראן - פרגמנטציה
24	פחמנים אליפטים – שרשרת ישרה - פרגמנטציה
26	פחמנים אראלקילים - פרגמנטציה
269	פחמנים ארומטיים לא בנוזאידים – בליעות ב-UV
270	פחמנים ארומטיים פוליציקלים – בליעות באור נראה
25-24	פחמנים מסועפים – אליפטיים רוויים – פרגמנטציה פחמנים ציקלואלקאנים –
203	השפעת עמדות אקסיאליות ואקואטוראליות על CNMR
187	פחמן ^{13}C ערך ספין שלו ושכיחותו ביחס לפחמן הטבעי
187	עצמת הבליעה שלו ב-NMR ביחס למימן
184-181	פיפרונאל, זיהויו ב-HNMR
134	פיצול אלילי דרך שלושה פחמנים
134	קבוע פיצול אלילי ציסואידי וטרנסואידי
130	פיצול ג'מינלי ופיצול ויצנאלי
135	פיצול הומואלילי, דרך ארבעה פחמנים

124	פיצול ספין-ספין
187,189	פיצול קשרי $^1\text{H}-^{13}\text{C}$
6,7	פיק M+1 ו-M+2 במס ספקטרום
3,4	פיק בסיסי במס ספקטרומטריה
7,8,9	פיק מולקולרי במס ספקטרום – הכרתו
4	פיק מטאסטבילי במס ספקטרומטריה
47-46	פירול - פרגמנטציה
47	פירידין, α -אלקיל - פרגמנטציה
46	פלורידים ופרפלורו תרכובות - פרגמנטציה
31	פנול - פרגמנטציה
270	פנול, בליעות UV שלו ושל המלח
31	פנולים - פרגמנטציה
157-154	פנוקסי-n – פרופיל ברומיד, זיהויו ב-HNMR
39	פניל אצטט - פרגמנטציה
147-145	פנתיל אצטט, זיהויו ב-HNMR
106-105	פרא קסילן-2 – כלורו, זיהויו במס ספקטרום
201-200	פרא-איזוציאנטו מתיל בנוזאט, זיהויו ב-CNMR
92-89	פרא-סימן, זיהויו במס ספקטרומטריה
2,8	פרגמנטציה במס ספקטרומטריה
24	פרגמנטציה של סוגי תרכובת שונים
262	פרופאן, ספקטרום UV
172-161	פרידל קרפטס בהכנת אצטופנונים
48-1	פרק א-מס ספקטרומטריה
1	הסבר של השיטה
2-1	קבלת יונים והפרדתם באנלייזר לפי יחס מסה למטען שלהם

108-49	פרק ב – תרגילים במס ספקטרומטריה
58-49	תרגילים לא פתורים
108-59	פתרונות התרגילים
137-109	פרק ג תהודה מגנטית גרעינית
111-109	בסיס תאורטי לקבלת ספקטרום NMR
109	אטומים שהגרעינים שלהם נותנים NMR
113-110	איך מתקבל ספקטרום NMR, הסבר מופשט והסבר יותר מפורט
110-109	מעברים בין רמות אנרגטיות של הגרעין
111	סכימה של מכשיר NMR
	קשר בין התדירות בה פרוטון עושה רזוננס עם עצמת השדה המגנטי החיצוני
111	
185-139	פרק ד – תרגילים ב-H-NMR
141-139	זיהוי תרכובות ב-H-NMR – הדרכה כללית
228-187	פרק ה – תמ"ג ^{13}C-NMR ותמ"ג דו ממדי
260-229	פרק ו – ספקטרוסקופיה באינפרא אדום – IR
276-261	פרק ז – ספקטרוסקופיה באולטרא סגול
408-277	פרק ח – תרגילים משולבים בכל השיטות
278-277	שילובים מומלצים לפענוח מבנה של חומר מנתונים אנליטיים
426-409	פרק ט – תרגילים לא פתורים
	36 חומרים שלהם ניתן נתונים אנליטיים וספקטרוסקופיים שיש לזהותם,
426-409	והוראות כלליות איך לגשת לפתרון.
84-93	צינמאלדהיד, זיהוי במס ספקטרומטריה
25	ציקלו הכסאן – פרגמנטציה
34	ציקלו הכסנון – פרגמנטציה
34	ציקלו פנטנון – פרגמנטציה

261	צפיפות אופטית – optical density – בליעה (A) absorbance
261	כיצד נמדדת צפיפות אופטית
261	בליעה מולרית
111	קבוע גיירו מגנטי
231	קבוע הכוח של קשר בודד וכפול
126	קבוע פיצול J
133-132	קבועי פיצול J_H, H' – טבלה
237	קבוצה כמו $O=C-O$ אמורה לתת ב-IR בליעה גם עבור הקרבוניל וגם $-C-O$
215	קביעת קבועי פיצול מספקטרום דו ממדי
236	קבלת בליעה רחבה ב-IR
188	קבלת ספקטרום ^{13}C -NMR ע"י Pulse fourier transform
211	קטונים ואלדהידים בליעות שלהם ב-CNMR
35-33	קטונים, אליפטים, ציקליים וארומטים – פרגמנטציה
39,42	קטן [keten], קבלתו בפרגמנטציה
	קרבוניל - בליעת קשר קרבוניל - באסטר, חומצה, אמיד, קטון או אלדהיד ב-CNMR
198	
102-101	קרוטונו ניטריל, זיהוי במס ספקטרומטריה
266	קרוטין, בליעות באור נראה
230	קרינה אלקטרו מגנטית – מרכיב שדה חשמלי ושדה מגנטי
230,231	האנרגיה הקשורה עם השדה החשמלי $E=hv$ [קבוע פלנק]
230	תדירות המרכיב החשמלי $v=c/\lambda$ (c = מהירות האור, λ = אורך הגל)
	קרינת IR גורמת למתיחה לאורך הקשר A-B במולקולה דיאטומית שנכנעת לחוק
231	Hooke
	קרפלוס (Karplus) משוואתו לחישוב קבועי פיצול J בתלות בזווית הדיהדרלית בין
134-133	H, H'
126	קשר בין מספר הפיצולים וערך הספין של הגרעין

124	קשר מימני והשפעתו על הבליעה ב NMR
136-135	ראגנטים שמסיטים מקום הבליעה ב NMR, NMR Shift reagents
136	לנתנידים פרא-מגנטים
135	טריכלורו אצטיל איזוציאנט
117	רגישות של מכשיר NMR
2,3	רזולוציה במס ספקטרומטריה, נמוכה וגבוהה
18,26	רטרו דילס אלדר
403-400	ריכוז בליעות ב- CNMR
188	רלקסציה של ^{13}C והשפעתה על עצמת הפיק
235	רמות האנרגיה של הויברציות ב-IR, בליעות יסוד ו- overtone
23,31-22	שחלוף אורתו
20	שחלוף מקלפרתי
21,37	איך להבדיל מחיתוך רגיל
20	שחלופים במס ספקטרומטריה
137	שיוך מקומות הבליעה בשרשרת של מתילנים בעזרת הקרנות
11	שיטות יוניזציה אחרות לקבלת מס ספקטרום
12,15	שיטות לקביעת מסה של פולימרים במס ספקטרומטריה
196	שיטת DEPT לקביעת מספר מימנים שקשורים לפחמן מסויים
	שימוש ב-GCMS לפענח את תוצרי הראקציה בין בנזיל כלוריד וטטרא אתילן גליקול
73-70	בנוכחות NaOH מימי
1	תא יוניזציה
1	יצירת קטיון רדיקל
2	אנרגיה הנחוצה ליוניזציה
114	תדירות ביחידות הרץ Hz או cps
	תדירות בליעת מתחה, כיפוף במישור וכיפוף מחוץ למישור של קשר C-H אולפיני

- 245
- 232 תדירות המתיחה של קשר C-D בהשוואה ל - C-H
- 233 תדירות המתיחה של קשר N-H ,O-H ,C-H
- 233 תדירות המתיחה של קשר כפול בין C=O ,C=N ,C=C
- 233 תדירות המתיחה של קשר משולש
- 232 תדירות המתיחה של קשרי C-O ,C-N ,C-C
- 115-114 תדירות הרזוננס של פרוטון ואיך משתנה עם עצמת השדה המגנטי
- 236 תחום "טביעת האצבעות" ב-IR שאופיינית למולקולה כולה
- 47-46 תיופן - פרגמנטציה
- 127-126 תלות מספר הפיצולים של פרוטון במספר השכנים שלו
- 217-214 תמ"ג דו ממדי
- תרגילים ב-IR – ניתוח ספקטרום IR של שמונה תרכובות
איזו פרופיל אלכהל, אנילין, אקרילוניטריל, אתילאמין, n-בוטיל אצטט,
260-248 m-דיניטרובנזן, טולואין, מתיל איזופרופיל קטון.
- 271 תרכובות בנזן דו-מותמרות בליעות ב-UV, השפעת עמדות פרא מטא ואורתו
- 44 תרכובות גפרית, מרקפטנים וסולפידים – פרגמנטציה
- 47-46 תרכובות הטרזיקליות- פרגמנטציה
- 45 תרכובות הלוגן, כללי - פרגמנטציה
- 43 תרכובות ניטרו אליפטיות וארומטיות – פרגמנטציה