

## תכנית ההלימה לקראת בגרות קיץ 2020

### מבנה וקישור

נושאים	מושגים	הבהרות
קשר קוולנטי	קשר טהור, קשר קוטבי קשר יחיד, כפול, משולש אלקטרושליליות מטען חלקי (חיובי/שלילי)	ערכי האלקטרושליליות נתונים
	אנרגיית קשר אורך קשר	הכרת הגורמים המשפיעים: סדר הקשר, רדיוס האטומים המשתתפים בקשר וקוטביות הקשר. התלמידים ידעו לציין את הגורמים המשפיעים ולא יידרשו לנמק.
מולקולה	צורות ייצוג של מולקולות: נוסחה מולקולרית, נוסחת ייצוג אלקטרונית, ייצוג מקוצר, ייצוג מלא של נוסחת מבנה איזומרים	נוסחאות ייצוג אלקטרוניות נדרשות עבור: מולקולות, אטומים בודדים ויונים חד אטומיים
	מבנה מולקולה: טטראדר, פירמידה משולשת, זווית, משולש מישורי, קווי	הכרת המושג התלמידים ידעו לזהות איזומרים על פי נוסחאות מבנה נתונות. שרטוט איזומרים התלמידים יידרשו לשרטט איזומרים רק בפרק כימיה של מזון עבור חומצות שומן בלתי רוויות (איזומרים גאומטריים)
	קוטביות מולקולה	התלמידים יידרשו להכיר את המבנה אך לא לקבוע אותו
	קבוצות פונקציונליות בתרכובות הפחמן (ללא תגובות): קשר כפול, הידרוכסיל (כהל), קרבוקסיל (חומצה"קרבוקסילית),	התלמידים ידעו לקבוע קוטביות של מולקולות עם אטום מרכזי אחד, כשהמבנה הגיאומטרי של המולקולות נתון.
		תלמידים יידרשו לזהות קבוצות אטומים האופייניות לקבוצות הפונקציונליות אלו, כולל זיהוי שם הקבוצה.

נושאים	מושגים	הבהרות
חומרים מולקולריים	אמין	
	קבוצות פונקציונליות בתרכובות הפחמן (ללא תגובות): אתר קטון, אלדהיד אסטר, אמיד	התלמידים יידרשו לזהות קבוצות אטומים האופייניות לקבוצות הפונקציונליות אלו, כולל זיהוי שם הקבוצה, מתוך דף נוסחאות שבו יופיעו נוסחאות מבנה כלליות של הקבוצות הפונקציונליות
	קשרים בין מולקולריים: אינטראקציות ון דר וולס (ו.ד.ו.)	התלמידים יידרשו לדעת את הגורמים המשפיעים על חוזק אינטראקציות ון דר וולס (ו.ד.ו.): מספר האלקטרונים הכולל במולקולה (גודל ענן האלקטרונים), קוטביות המולקולות שטח הפנים של המולקולות.
	קשרים בין מולקולריים: קשרי מימן	התלמידים יידרשו לדעת את הגורמים המשפיעים על חוזק קשרי מימן: מספר מוקדים ליצירת קשרי מימן, הפרש האלקטרושליליות בקשר הקוולנטי בו קשור אטום המימן. כיוונית קשרי מימן.
	תכונות: טמפרטורת היתוך, טמפרטורת רתיחה מסיסות	התלמידים יידרשו לדעת את ההסבר לפי חוזק הקשרים הבין מולקולריים. השוואה בין טמפרטורות רתיחה של חומרים מולקולריים <b>בלבד</b> . התלמידים יידרשו לתאר ברמה מיקרוסקופית חומרים מולקולריים ותמיסות כמפורט בנספח 3 <b>תיאור חומרים ברמות הבנה שונות תשע"ג</b>

## תכנית ההלימה לקראת בגרות קיץ 2020

נושאים	מושגים	הבהרות
חומרים יוניים	יונים חד אטומיים, יונים רב אטומים פשוטים	התלמידים ידרשו לדעת לכתוב נוסחאות ייצוג אלקטרוניות של יונים חד אטומים בלבד
	נוסחה אמפירית של חומר יוני מודל הסריג היוני, קשר יוני בסריג	
	תכונות: מוליכות חשמלית, מסיסות במים מצב צבירה בטמפרטורת החדר ניסוח תהליכי היתוך, ניסוח תהליכי המסה במים יונים ממוימים	התלמידים ידעו להסביר את התכונות ברמה המיקרוסקופית
חומרים מתכתיים	מודל הסריג המתכתי, קשר מתכתי בסריג תכונות: מצב צבירה בטמפרטורת החדר מוליכות חשמלית	התלמידים לא ידרשו לדעת בעל פה אילו חומרים הם קלי תמס ואילו חומרים הם קשי תמס המודל יונים חיוביים ב"ים אלקטרוניים" התלמידים ידעו להסביר את התכונות ברמה המיקרוסקופית

### חישובים בכימיה (סטוכיומטריה)

הנוסחאות לחישוב מספר מולים על פי: מסה מולרית, ריכוז תמיסה ונפח של גז, יינתנו בבחינת הבגרות לכל התלמידים בדף נוסחאות.

דף הנוסחאות מופיע באתר המפמ"ר לשימוש המורים והתלמידים

<http://cms.education.gov.il/NR/rdonlyres/A00A5037-815B-4249-AE78-78BCC6C54078/176460/nuschaot4.pdf>

נושאים	מושגים	הבהרות
המול	הגדרת המול מספר אבוגדרו	
	מסה מולרית	חישובים של הקשר בין מסה, מספר מולים ומסה מולרית
	ניסוח מאוזן של תגובה יחס מולים בתגובה	התלמידים ידעו לאזן ניסוחים של תגובות כימיות פשוטות
תמיסות	חישובים בתגובה ריכוז מולרי	ללא גורם מגביל פרט לחישובים בתגובות סתירה חלקית קשר בין מולים של מומס, נפח תמיסה וריכוז התמיסה. חישובים על פי ניסוח תגובה ללא גורם מגביל
	לחץ נפח טמפרטורה	התלמידים ידעו באופן איכותי בלבד (ללא חישובים) את ההשפעה של: שינוי טמפרטורה על הנפח והלחץ של גז שינוי מספר מולי הגז על הנפח והלחץ של גז שינוי נפח על הלחץ של גז, ולהפך שינוי לחץ על הנפח של גז
המצב הגזי	השערת אבוגדרו נפח מולרי של גז	כולל קביעת נוסחה מולקולרית של חומר במצב צבירה גז קשר בין נפח הגז, מספר מולים ונפח מולרי של גז חישובים על פי ניסוח תגובה ללא גורם מגביל

## תכנית ההלימה לקראת בגרות קיץ 2020

### חמצון חיזור

נושאים	מושגים	הבהרות
מושגי יסוד	חומר מחמצן, חומר מחזר, תהליך חמצון, תהליך חיזור	
פעילות יחסית של מתכות	ניסוח תגובות חמצון חיזור בין יוני מתכת לבין מתכת	
דרגות חמצון	שורה אלקטרוכימית	אין צורך לזכור בעל פה את השורה האלקטרוכימית
	כללים לקביעת דרגות חמצון	התלמידים יידעו לקבוע דרגות חמצון
איזון תגובות חמצון חיזור	דרגות חמצון של תרכובות פחמן	קביעת דרגות חמצון של אטומים בתרכובות פחמן על פי נוסחת מבנה
	קביעת מחמצן ומחזר על פי שינוי בדרגות חמצון	תגובות פשוטות בלבד. התלמידים לא יידרשו לאזן ניסוחי תגובות בהן יש גם שימוש בסכום מטענים
אנטיאוקסידנטים	קביעת היחס בין מספר מולים של המגיב או התוצר למספר המולים של אלקטרונים שעובר בתגובה	התלמידים לא יידרשו לדעת לחשב דרגת חמצון על פי מספר מולי האלקטרונים שעברו בתגובה.
	אנטיאוקסידנט כחומר מחזר	

### חומצות ובסיסים

נושאים	מושגים	הבהרות
מושגי יסוד	בסיס, חומצה	הגדרת בסיס וחומצה לפי ברונסטד ולאורי
חומצות	אינדיקטור חומר בוחן	השימוש באינדיקטורים כמדד לאופי התמיסה (חומצית, ניטרלית, בסיסית). התלמידים יכירו מגוון אינדיקטורים. אין צורך לזכור צבעים
	תגובות חומצה בסיס	יש להיצמד לדף תגובות
בסיסים	הכרה וניסוח תגובות של מגוון חומצות עם מים חומצה קרבוקסילית, $\text{RCOOH}$	<a href="http://cms.education.gov.il/NR/ronlyres/A00A5037-815B-4249-AE78-78BCC6C54078/175927/tguvot1.pdf">http://cms.education.gov.il/NR/ronlyres/A00A5037-815B-4249-AE78-78BCC6C54078/175927/tguvot1.pdf</a>
מים	הכרה וניסוח תגובות של מגוון בסיסים עם מים	התלמידים יכירו את המושגים תמיסה מימית חומצית ותמיסה מימית בסיסית
	אמין ראשוני, $\text{RNH}_2$	
pH	מים כחומצה וכבסיס	
	תגובות סתירה	ללא חישוב
	סקלת ה-pH	בסתירה מלאה וחלקית
	קביעת תחום pH בתמיסה	

## תכנית ההלימה לקראת בגרות קיץ 2020

### כימיה של מזון

נושאים	מושגים	הבהרות
אבות המזון	פחמימות, שומנים, חלבונים, ויטמינים, מינרלים	הכרות כללית עם אבות המזון התלמידים לא יידרשו לזכור בעל פה נוסחאות של אבות המזון. התלמידים יידרשו להבחין בין ויטמינים מסיסים במים לבין ויטמינים מסיסים בשמן ולהסביר את קביעתם
	חישוב ערך קלורי של מזון	התלמידים לא יידרשו לזכור בעל פה את הערכים הקלוריים של אבות המזון
חומצות שומן	נוסחאות ייצוג שונות	נוסחה מולקולרית נוסחת מבנה ייצוג מקוצר של נוסחת מבנה רישום מקוצר (על פי המפורט בנספח 1)
	חומצות שומן רוויות ובלתי רוויות	ללא חמצון עצמי של קשר כפול
	חומצות שומן בלתי רוויות בעלות איזומריה גיאומטרית ציס וטרנס	התלמידים יידרשו לדעת לשרטט איזומרים גאומטריים
	השוואת טמפרטורות היתוך של חומצות שומן	גורמים משפיעים: אורך השרשרת דרגת ריוויון סוג איזומריה גיאומטרית
	חומצות שומן חיוניות	
	תגובת הידרוגנציה: סיפוח מימן לקשר כפול	

### אנרגיה ודינמיקה שלב 1

### אנרגיה

נושאים	מושגים	הבהרות
מושגי יסוד	אנרגיה פנימית אנרגיה פוטנציאלית אנרגיה קינטית (כוללת)	הכרת מושגים אלו בלבד (ללא תרגול), הבנה איכותית אנרגיה פוטנציאלית כמרכיב של אנרגיה פנימית
	אנרגיה קינטית ממוצעת טמפרטורה	התלמידים ידעו את הקשר בין אנרגיה קינטית ממוצעת לבין טמפרטורה. אנרגיה וטמפרטורה ואבחנה ביניהן
שינויי אנתלפיה בתגובות כימיות	מערכת וסביבה תגובה בכלי פתוח / סגור / מבודד	מושגי מערכת וסביבה. הכרת המושגים בלבד
	אנתלפיה ושינוי אנתלפיה תגובות אקסותרמיות ותגובות אנדותרמיות	שיטות ייצוג שונות: <input type="checkbox"/> בגרף <input type="checkbox"/> בציון $\Delta H^0$ ליד ניסוח התגובה יחידות: קילוג'אול, kJ, ג'אול, J
	יחידות מידה	
	שינויי אנתלפיה במהלך שינויים במצבי צבירה	אנתלפיית היתוך אנתלפיית איזוי אנתלפיית המראה
	חישוב השינוי באנתלפיה לפי חוק הס	

### קצב תגובה

נושאים	מושגים	הבהרות
קצב תגובה	קצב תגובה הבנת המושג אנרגיית שפעול תצמיד משופעל מודל ההתנגשויות בין החלקיקים	

## מבנה הבחינה

פרקים	מבנה השאלון בשנים קודמות	מבנה השאלון בקיץ שנת 2020
פרק א - חובה	8 שאלות רבות ברירה. הנבחן חייב לענות על כל 8 השאלות. משקל כל השאלות : 20 נקודות.	8 שאלות רבות ברירה. אם יענה הנבחן 6 תשובות נכונות, הוא יקבל את מלוא הנקודות. משקל כל השאלות : 20 נקודות.
שאלת מאמר	שאלת חובה. חובה לענות על כל הסעיפים. משקל השאלה : 20 נקודות.	שאלת חובה. תהיה בחירה בין הסעיפים. משקל השאלה : 20 נקודות.
פרק ב - בחירה	יש לענות על 3 מתוך 5 שאלות. יש לענות על כל הסעיפים. משקל כל שאלה 20 נקודות. סך הכול לפרק : 60 נקודות.	יש לענות על 3 מתוך 5 שאלות. בכל שאלה יהיה צמצום של סעיפים או תת-סעיפים או מטלות. משקל כל שאלה 20 נקודות. סך הכול לפרק : 60 נקודות.

# הקדמה

## תלמידים יקרים,

הספר שלפניכם נכתב במטרה לסייע לכם בלימוד, בחזרה ובתרגול החומר בכימיה לקראת בחינת המתכונת ובחינת הבגרות.

הספר מותאם לתכנית הלימודים החדשה ולתכנית ההלימה שפורסמה על ידי משרד החינוך בהיקף של חמש יחידות לימוד - 70% חובה, הספר תואם למיקוד משרד החינוך מתאריך 6.4.20.

הספר כולל שני חלקים:

1. סיכומים בכל נושא ושאלות בצירוף פתרונות מלאים לכל נושא.
2. 11 בחינות מתכונת בצירוף פתרונות מלאים.  
בבחינות יש שאלות מסוג עמ"ר (ערכים, מעורבות ורלוונטיות), על פי תכנית הלימודים.

כדי להפיק את המיטב מן הספר, מומלץ לקרוא היטב את תכנית הלימודים ולענות על השאלות בכל נושא ואחר כך לענות על שאלות המתכונת. התמודדות עם השאלות ועם בחינות המתכונת תהיה עבורכם מדד להפנמת החומר ולשליטה בו.

**בהצלחה!**

**עדי פאבלוקס**



## תוכן העניינים

15	הטבלה המחזורית ודפי נוסחאות
19	מבנה וקישור
41	תרכובת הפחמן
58	חישובים כמותיים
71	חמצון - חיזור
83	חומצות ובסיסים
100	הכימיה של המזון
103	שומנים ושמן
113	אנרגיה וקצב תגובות
140	ניתוח קטע ממאמר מדעי
144	העשרה: חתני פרס נובל לכימיה הישראליים
148	מבחן מתכונת מס' 1
161	מבחן מתכונת מס' 2
177	מבחן מתכונת מס' 3
192	מבחן מתכונת מס' 4
206	מבחן מתכונת מס' 5
221	מבחן מתכונת מס' 6
234	מבחן מתכונת מס' 7
248	מבחן מתכונת מס' 8
262	מבחן מתכונת מס' 9
277	מבחן מתכונת מס' 10
289	מבחן מתכונת מס' 11
306	פתרון מבחן מתכונת מס' 1
318	פתרון מבחן מתכונת מס' 2
331	פתרון מבחן מתכונת מס' 3
348	פתרון מבחן מתכונת מס' 4
362	פתרון מבחן מתכונת מס' 5
376	פתרון מבחן מתכונת מס' 6
392	פתרון מבחן מתכונת מס' 7
411	פתרון מבחן מתכונת מס' 8
427	פתרון מבחן מתכונת מס' 9
443	פתרון מבחן מתכונת מס' 10
460	פתרון מבחן מתכונת מס' 11





## הטבלה המחזורית

The periodic table is color-coded as follows:

- Alkali Metals (מתכות אלקליות):** Group 1 (H, Li, Na, K, Rb, Cs, Fr).
- Alkali Earth Metals (מתכות אלקליות עפרוריות):** Group 2 (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra).
- Transition Metals (מתכות מעבר):** Groups 3-10 (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr).
- Halogens (הלוגנים):** Group 17 (F, Cl, Br, I, At).
- Noble Gases (גזים אצילים):** Group 18 (Ne, Ar, Kr, Xe, Rn).

יש לזכור את שמות המשפחות של: טור 1, טור 2, טור 7, טור 8

## טבלת אלקטרו-שליליות

<b>H</b>							<b>He</b>
<b>2.1</b>							-
<b>Li</b>	<b>Be</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>F</b>	<b>Ne</b>
<b>1.0</b>	<b>1.5</b>	<b>2.0</b>	<b>2.5</b>	<b>3.0</b>	<b>3.5</b>	<b>4.0</b>	-
<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Si</b>	<b>P</b>	<b>S</b>	<b>Cl</b>	<b>Ar</b>
<b>0.9</b>	<b>1.2</b>	<b>1.5</b>	<b>1.8</b>	<b>2.1</b>	<b>2.5</b>	<b>3.0</b>	-
<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Ga</b>	<b>Ge</b>	<b>As</b>	<b>Se</b>	<b>Br</b>	<b>Kr</b>
<b>0.8</b>	<b>1.0</b>	<b>1.6</b>	<b>1.8</b>	<b>2.0</b>	<b>2.4</b>	<b>2.8</b>	-
<b>Rb</b>	<b>Sr</b>	<b>In</b>	<b>Sn</b>	<b>Sb</b>	<b>Te</b>	<b>I</b>	<b>Xn</b>
<b>0.8</b>	<b>1.0</b>	<b>1.7</b>	<b>1.8</b>	<b>1.9</b>	<b>2.1</b>	<b>2.5</b>	-

## סטויכיומטריה – נוסחאות לחישובים

נוסחה	סמל	יחידות	שם
$n = \frac{m}{M_w}$	n	mol	מספר מולים
	m	gram	מסת החומר
	$M_w$	$\frac{\text{gram}}{\text{mol}}$	מסה מולרית
$n = \frac{V}{V_M}$	V	liter	נפח של גז
	$V_m$	$\frac{\text{liter}}{\text{mol}}$	נפח מולרי של גז
$n = \frac{N}{N_A}$	N		מספר חלקיקים
	$N_A$		מספר אבוגדרו*
$C = \frac{n}{V}$	c	$\frac{\text{mol}}{\text{liter}}$	ריכוז מולרי
	V	liter	נפח התמיסה

\* מספר אבוגדרו -  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$

## אנרגיה

אנרגיה	
$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$	כמות האנרגיה (J)

## טיפ: כדאי לזכור את מעברי היחידות

1 joule = 0.001 kilojoule	,	1 kj = 1000 j
1 miligram = 0.001 gram	,	1 kilogram = 1000 gram
1 mililiter = 0.001 liter	,	1 liter = 1000 mililiter
$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$	,	$^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273$

## קבוצות פונקציונליות בתרכובות פחמן

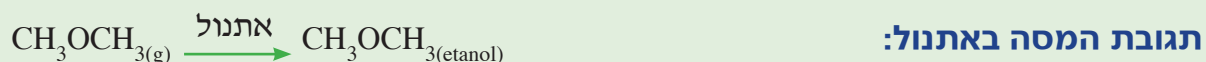
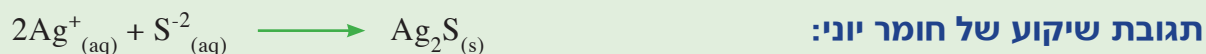
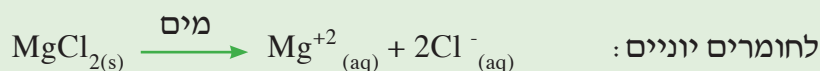
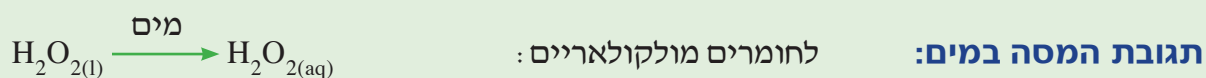
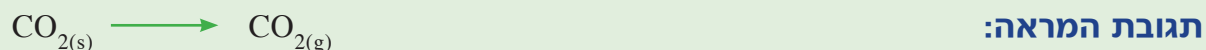
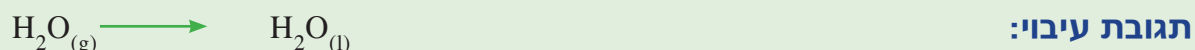
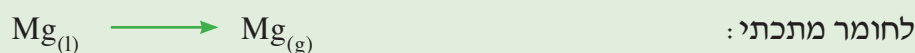
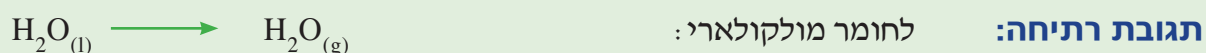
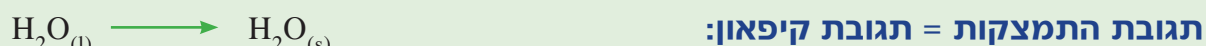
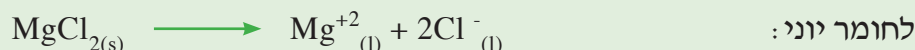
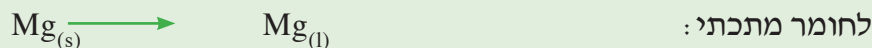
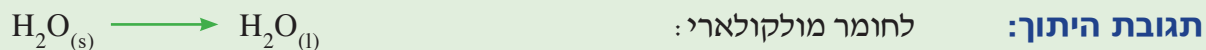
א. הקבוצות שנתונות בדף הנוסחאות:

נוסחת הקבוצה הפונקציונלית	הקבוצה הפונקציונלית
$R - O - R$	אתר
$\begin{array}{c} O \\    \\ R - C - R \end{array}$	קטון
$\begin{array}{c} O \\    \\ R - C - H \end{array}$	אלדהיד
$\begin{array}{c} O \\    \\ R - C - O - R \end{array}$	אסטר
$\begin{array}{c} O \\    \\ R - C - N - R \\   \\ R \end{array}$ $\begin{array}{c} O \\    \\ R - C - N - R \\   \\ H \end{array}$ $\begin{array}{c} O \\    \\ R - C - N - H \\   \\ H \end{array}$	אמיד

ב. הקבוצות שיש לזכור בעל פה:

נוסחת הקבוצה הפונקציונלית	הקבוצה הפונקציונלית
$R - OH$	כהלים
$\begin{array}{c} O \\    \\ R - C - OH \end{array}$	חומצות קרבוקסיליות * תרכובות פחמן חומציות
$R - NH_2$	אמינים * תרכובות פחמן בסיסיות
$\begin{array}{c}   \quad   \\ - C = C - \end{array}$	אלקנים

## הטיף להצלחה - לדעת לנסח תגובה



תגובות שרפה של תרכובות פחמן:



שימו לב ללמוד גם תגובות של חומצות ובסיסים.

# מבנה וקישור

## מבנה האטום

האטום בנוי מגרעין שבו פרוטונים, נויטרונים ואלקטרונים שנעים סביבו.

אלקטרון	נוטרון	פרוטון	החלקיק
1-	0	1+	מטען החלקיק
0.0018 (זניחה)	1	1	מסת החלקיק (ביחידות אטומיות)

## הגדרות:

**מספר אטומי:** מספר הפרוטונים שבחלקיק. מספר הפרוטונים שבחלקיק קובע את היסוד.

**המטען הגרעיני:** שווה למספר הפרוטונים שבגרעין.

**מספר מסה:** סכום מספר הפרוטונים עם מספר הנויטרונים.

**איזוטופים:** אטומים של אותו יסוד, כלומר בעלי אותו מספר פרוטונים, אך בעלי מספר נויטרונים שונה, ולכן מספר מסה שונה.

**מטען החלקיק:** אטום שמוסר אלקטרונים הופך ליון חיובי ומטען החלקיק חיובי.

אטום שמקבל אלקטרונים הופך ליון שלילי ומטען החלקיק שלילי.

## סימול האטום:



## דוגמאות לאיזוטופים:

האטומים:  $^{35}\text{Cl}$ ,  $^{37}\text{Cl}$ , איזוטופים זה של זה.

האטומים:  $^1\text{H}$ ,  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ , איזוטופים זה של זה.

לעתים מסתפקים ברישום מספר המסה, שכן סמל האטום "מסגיר" את המספר האטומי.

## קרינה רדיואקטיבית

**קרינה רדיואקטיבית** היא קרינה גרעינית, כלומר קרינה שנובעת מהגרעין של האטום, באופן ספונטאני. קרינה זו היא בעלת אנרגיה רבה, והחשפות לקרינה רדיואקטיבית עלולה לפגוע בבריאות. יחד עם זאת מנצלים אותה במחקר, בתחומים רפואיים ולייצור חשמל. מתכות כגון ראדיום Ra, פולוניום Po, והגז האציל: ראדון Rn ידועים בפעילות הרדיואקטיבית שלהם. כידוע, לאטומים רבים יש מספר איזוטופים, לעיתים חלקם רדיואקטיביים וחלקם אינם רדיואקטיביים: כך, האיזוטופ השכיח של אטומי המימן:  ${}^1_1\text{H}$  והאיזוטופ  ${}^2_1\text{H}$  אינם רדיואקטיביים, ואילו האיזוטופ  ${}^3_1\text{H}$  הוא רדיואקטיבי.

### ישנם שלושה סוגים של קרינה רדיואקטיבית:

**קרינת אלפא  $\alpha$** : קרינה חלקיקית שבה האטום פולט שני פרוטונים ושני נויטרונים: למעשה, אילו יוני  ${}^4_2\text{He}^{+2}$  כשאטום פולט קרינת אלפא: מספר הפרוטונים שלו יורד בשניים ומספר הנוטרונים יורד בשניים מספר המסה שלו יורד בארבע, ומתקבל אטום של יסוד אחר:



**קרינת ביתא  $\beta$** : זוהי קרינה חלקיקית שבה נפלטים אלקטרונים - בקרינה זו נויטרון (שבגרעין) מתחלק לפרוטון ואלקטרון - האלקטרון נפלט מהאטום באנרגיה רבה - והפרוטון נשאר בגרעין. כשאטום פולט קרינת ביתא: מספר הפרוטונים בגרעין האטום גדל באחד, ולכן מתקבל אטום של יסוד אחר, מספר הנויטרונים קטן באחד ומספר המסה - לא משתנה.



אפשר לראות, שהאיזוטופ של  ${}^3_2\text{He}$  שהתקבל אינו האיזוטופ השכיח:  ${}^4_2\text{He}$ . למעשה, התגובות הרדיואקטיביות השונות, הן אחת הסיבות לקבלת איזוטופים שונים של אותו יסוד בטבע.

**קרינת גמא  $\gamma$** : זוהי קרינה של גלים אלקטרומגנטיים בעלי אנרגיה רבה (ולא קרינה חלקיקית) בדומה לקרני רנטגן - X-ray אולם בעלת רמת אנרגיה גבוהה מזו של קרני רנטגן. כשאטום פולט קרינת גמא: האטום נשאר אותו יסוד עם אותו מספר מסה.

