מהו חומר?

האם יש הגדרה מוסכמת לחומר?

**אם תשאלו ילדים צעירים "מהו חומר?", הם יתקשו מאוד לענות על השאלה. קרוב לוודאי שבתשובותיהם ייכללו חומרים גולמיים, חפצים העשויים מחומרים, ואולי גם דברים שאינם חומרים כמו אנרגיה (חשמל, חום). לעומת זאת, יש חומרים שילדים, בדרך כלל, אינם מודעים לכך שהם חומרים כמו אוויר או גזים שקופים וחסרי ריח. הסיבה לכך היא שאין הם יכולים לחוש בחומרים אלה, לראות אותם או למשש אותם. לצורך ההגדרה המדעית, נאמר כאן כי חומר מוגדר ככל דבר שיש לו את שתי התכונות הבאות: מסה ונפח. המסה של החומר היא תוצאה של כמות החומר. ככל שכמות החומר רבה יותר – המסה שלו גדולה יותר. את המסה מודדים ביחידות של גרמים, של קילוגרמים, של טונות וכדומה (בחיי היומיום נוהגים לכנות את המסה בשם "משקל", אם כי משקל הוא גודל התלוי בכוח המשיכה, ואילו מסה אינה תלויה בו אלא בכמות החומר). אותה מסה בדיוק יכולה לשקול אחרת במקומות שבהם כוח המשיכה שונה, למשל, על הירח או על מאדים. כמות של חומר מודדים בעזרת מכשיר מדידה הנקרא "מאזניים" ביחידות של גרם וקילוגרם. הנפח של החומר הוא המקום שהוא תופס במרחב. נפח החומר נמדד ביחידות של סנטימטר מעוקב (סמ"ק, ליטר = 1,000 סמ"ק) או ביחידות של מטר מעוקב וכדומה. נפח של גופים הנדסיים אפשר לחשב באמצעות נוסחאות מתמטיות (למשל, נפח של תיבה מחשבים בהכפלת שטח הבסיס בגובה). נפח של גופים במצב צבירה נוזל מודדים באמצעות כלי שנקרא "משורה". נפח של גופים מוצקים, שאינם הנדסיים, אפשר למדוד באמצעות השקעתם בכלי למדידת נפח נוזל. נפח הנוזל שנדחה על ידי הגוף הוא נפח הגוף. מההגדרה שלחומר יש נפח ויש כמות מסיקים שגם גז שקוף הוא חומר, שכן אם נכניס אותו לבלון, הבלון יתנפח ויקבל את נפח הגז, ואם נניח את הבלון המנופח על מאזניים, המאזניים יראו משקל הגדול ממשקל הבלון אם הגז לא היה בתוכו – הוכחה לכך שהגז שבבלון הוא בעל מסה. ניתן לסווג תכונות של חומרים לשתי קבוצות באופן נוסף: תכונות אינטנסיביות ותכונות אקסטנסיביות. תכונות אינטנסיביות הן, למשל, צבע או נקודת רתיחה. תכונות אלה אינן תלויות בכמות החומר (כל זמן שמדובר בכמות הכוללת צבר של חלקיקים). צבע החלב יהיה תמיד לבן, ללא קשר לכמותו; מים טהורים ירתחו ב-100 מעלות צלזיוס, בין אם נרתיח כמות השווה לכוס מים או לדלי מים. תכונות אקסטנסיביות הן, למשל, מסה (גודל, שבחיי היומיום אנו מתייחסים אליו כאל משקל) או נפח. תכונות אלה תלויות בכמות החומר. המסה של גוש ברזל גדולה מהמסה של גוש ברזל קטן; נפח המים תלוי בכמות המים וכדומה.**

המבנה החלקיקי של החומר

**ממה החומר עשוי? אם ניקח פיסת מתכת, נחצה אותה לשניים, נחצה כל אחד מהחצאים לשניים, וכן הלאה – עד כמה נוכל להמשיך לחלק את החומר? עד אינסוף או שבשלב מסוים לא נוכל לחלק אותו יותר? הפילוסוף היווני דמוקריטוס (370-460 לפנה"ס) טען כי בשלב כלשהו לא נוכל יותר לחלק את החומר. לטענתו, כל החומרים בנויים מחלקיקים קטנים, שאינם ניתנים לחלוקה נוספת. החלקיקים האלה נקראו בפי היוונים "אטומים" (A-tomos ביוונית: בלתי ניתן לחלוקה).**

**לפי תפיסת היוונים, כל חומר בנוי מהאטומים האופייניים לו. כמספר החומרים, כן מספר סוגי האטומים השונים. התפיסה המודרנית של מבנה החומר שונה מזו של היוונים: היום אנו רואים את מגוון החומרים הקיימים כחומרים, המורכבים ממספר קטן של חומרים בסיסיים וראשוניים, הקרויים "יסודות"; כל יסוד בנוי מאבני בניין אופייניות לו הנקראים "אטומים". כלומר: האטומים הם אבני הבניין של היסוד. צירוף של אטומים מסוגים שונים יוצר חומר חדש הנקרא "תרכובת". למה הדבר דומה? לאותיות האל"ף-בי"ת ולמילים הנוצרות מהן. כשם שניתן להרכיב אינסוף מילים ממספר מועט של אותיות – כך גם המגוון העצום של החומרים בנוי ממספר קטן של יסודות (היום ידועים 116 יסודות). כמה מן היסודות המוכרים לנו הם: חמצן, זהב, פחמן, כלור, אלומיניום, ברזל ועוד. מתוך 116 היסודות הידועים כיום, רק כ-92 יסודות מצויים בטבע. את שאר היסודות יצר האדם. בשל הקושי של ילדים צעירים להבין את המבנה החלקיקי של החומר, יחידה זאת אינה עוסקת בסוגיות הקשורות למבנה החלקיקי של החומר, אלא רק בתכונות החומר הנתפסות (בדרך זו או אחרת) על ידי החושים.**

מצבי הצבירה של החומר

**תכונה נוספת המשותפת לכל החומרים היא יכולתם להופיע בשלושה מצבי צבירה: מוצק, נוזל וגז. בסביבה הטבעית המוכרת לנו מופיע כל חומר במצב צבירה אחד בדרך כלל. כך אנו מכירים בסביבתנו את הברזל, הפחם, האבן, הפלסטיק, הנייר, הקמח, הגופרית – כמוצקים; את הנפט הגולמי, הבנזין, השמן, הדם – כנוזלים; ואת החמצן, המימן, גז הבישול (הבוטאן), האוויר – כגזים. החומר מים שונה משאר החומרים בכך שהוא היחיד המופיע בטבע בשלושת מצבי הצבירה: אנו מכירים את המים כנוזל (מים), כמוצק (קרח) וכגז (אדי מים או אדים). המוצקים הם בעלי צורה קבועה. הנוזלים, לעומתם, חסרי צורה קבועה והם זורמים. כאשר מכניסים נוזל לכלי, הוא תופס בו מקום השווה לנפחו, שוקע לקרקעית הכלי ומקבל את צורתו. בדומה לנוזלים, גם הגזים הם חסרי צורה קבועה וזורמים, אולם כאשר מכניסים אותם לכלי, הם מתפזרים בכל נפח הכלי ומקבלים את צורתו.**

**ההבדלים הנראים לעין בין שלושת מצבי הצבירה של החומר מוסברים באמצעות המבנה החלקיקי של החומר: חלקיקי החומר במוצק מסודרים בתבנית קבועה, כל חלקיק רוטט במקומו וכוחות שונים פועלים בין החלקיקים. בנוזל החלקיקים אינם מסודרים בתבנית קבועה - קיים אי סדר. המרחק בין החלקיקים קטן והם נמצאים בתנועה מתמדת וכאילו מחליקים זה על גבי זה. הכוחות הפועלים בין חלקיקי הנוזל קטנים יותר מאשר במוצק. חלקיקי הגז מצויים באי סדר גדול בהרבה גם מזה הקיים בגז. המרחק ביניהם גדול (פי 1,000 ויותר מהמרחק בין חלקיקים של נוזל או חלקיקים של מוצק), ותנועתם מהירה מאוד. הם מתנגשים זה בזה ובדפנות הכלי שהם נמצאים בו. בין החלקיקים בגז פועלים כוחות חלשים מאוד.**

**חומרים משנים את מצב הצבירה שלהם. במעבר בין מצבי הצבירה השונים מתרחשים שינויים במרחקים שבין חלקיקי החומר. אפשר לגרום לחומר לעבור ממצב צבירה אחד למשנהו אם מוסיפים או גורעים חום או אם משנים לחץ. כאשר מספקים חום לאורך זמן לחומר המצוי במצב צבירה מוצק, הטמפרטורה שלו עולה בהדרגה. עליית הטמפרטורה נובעת מהגברת מהירות תנועתם של חלקיקי החומר. בשלב מסוים מבחינים לפתע כי חלק מהמוצק מאבד את צורתו הקבועה ומתחיל לזרום ולהתנהג כנוזל. זהו תהליך ההתכה. ברגע שמתחיל תהליך זה חדלה לעלות הטמפרטורה של הנוזל ושל המוצק, אף על פי שממשיכים לספק לחומר חום. לנגד עינינו מתרחש המעבר ממצב צבירה מוצק למצב צבירה נוזל. הטמפרטורה שבה מתרחש תהליך זה נקראת "טמפרטורת ההתכה של החומר", והיא אופיינית לכל חומר ומיוחדת לו. ברזל, למשל, ניתך בטמפרטורה של C1,5360, זהב C1,0630, סידן 8380C, גופרית C1190, מים C00. האנרגיה המסופקת בעת המעבר ממצב צבירה מוצק למצב צבירה נוזל משמשת בעיקר להרחקת החלקיקים זה מזה.**

**כאשר מספקים חום לאורך זמן לחומר המצוי במצב צבירה נוזל, הטמפרטורה שלו עולה בהדרגה. בשלב מסוים מבחינים לפתע כי הנוזל מבעבע וגועש, ומתוכו עולות בועות רבות. הבועות העולות הן של החומר במצב צבירה גז. זהו תהליך הרתיחה. ברגע שמתחיל התהליך הזה חדלה הטמפרטורה של הגז ושל הנוזל לעלות, אף על פי שממשיכים לספק לחומר את אנרגיית החום. לנגד עינינו מתרחש המעבר ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז. הטמפרטורה שהתהליך מתרחש בה נקראת "נקודת הרתיחה של החומר", והיא אופיינית ומיוחדת לכל חומר. ברזל, למשל, רותח בטמפרטורה של 0C,3,000 זהב 0C,2,970 סידן 0C1,440, גופרית 4450C, מים 1000C, וחמצן רותח בטמפרטורה של 1830C-. האנרגיה המסופקת בעת המעבר ממצב צבירה נוזל למצב צבירה גז משמשת בעיקר להרחקת החלקיקים זה מזה.**

**כאשר גורעים חום (מקררים) לאורך זמן מחומר המצוי במצב צבירה גז, הטמפרטורה שלו יורדת בהדרגה. בשלב מסוים מבחינים לפתע כי מופיעים טיפות זעירות של נוזל (למשל, על דפנות הכלי שהתהליך מתרחש בו). ברגע שמתחיל התהליך הזה, החומר מתחיל לפלוט חום, והטמפרטורה של הגז ושל הנוזל חדלה להשתנות, אף שממשיכים לגרוע חום. לנגד עינינו מתרחש המעבר ממצב צבירה גז למצב צבירה נוזל. זהו תהליך העיבוי.**

**הטמפרטורה שבה התהליך מתרחש נקראת "טמפרטורת העיבוי" (או ההתנזלות) של החומר, והיא אופיינית ומיוחדת לכל חומר וזהה לנקודת הרתיחה שלו. האנרגיה הנפלטת מן החומר במעבר ממצב צבירה גז למצב צבירה נוזל מאפשרת את ההתקרבות של חלקיקי החומר.**

**כאשר גורעים חום (מקררים) לאורך זמן מחומר המצוי במצב צבירה נוזל, הטמפרטורה שלו יורדת בהדרגה. בשלב מסוים מבחינים לפתע כי בנוזל מופיעים גושים זעירים של מוצק. ברגע שתהליך הזה מתחיל, החומר מתחיל לפלוט חום, והטמפרטורה של המוצק ושל הנוזל חדלה להשתנות, אף על פי שממשיכים לגרוע חום. לנגד עינינו מתרחש המעבר ממצב צבירה נוזל למצב צבירה מוצק. זהו תהליך הקיפאון. הטמפרטורה שהתהליך מתרחש בה נקראת "טמפרטורת הקיפאון (או ההתמצקות) של החומר", והיא אופיינית ומיוחדת לכל חומר וזהה לטמפרטורת ההתכה שלו. האנרגיה הנפלטת מן החומר בעת המעבר ממצב צבירה נוזל למצב צבירה מוצק מאפשרת את ההתקרבות של חלקיקי החומר.**

האופן שבו ילדים מתייחסים לאבקות

**ילדים צעירים נוטים לרוב לא להכליל את האבקות בקבוצת המוצקים. תופעה זו מוסברת בשל נטייתם למיין מוצקים לפי תחושותיהם ולא לפי שימושם. ילדים צעירים נוטים לתפוס מוצק כדבר קשה, ואבקות, על-פי היגיון זה, אינן משתייכות לקבוצה זו. בניגוד למוצקים, האבקות רכות ומתפזרות, וילדים אינם משייכים אותן לקבוצת המוצקים הקשיחים. חלק גדול מהילדים הצעירים (מהגן עד כיתה ג) משייכים את האבקות לקבוצת הנוזלים, אולי בשל התנהגותם הדומה (נשפכים ומקבלים את צורת הכלי שהם נמצאים בו). מבחינה מדעית האבקות מסווגות כמוצקים, אך יש להן כמה תכונות משותפות עם חומרים במצב נוזל: אבקות נשפכות, בדומה לנוזלים ואבקות מקבלות את צורת הכלי שהן נמצאות בו, בדומה לנוזלים. עם זאת, בניגוד לנוזלים, לאבקות אין זרימה ספונטנית. אם שופכים קמח על הרצפה הוא לא יישפך לכל הכיוונים, ניתן לערום אבקות לערמה ששומרת על צורתה. אם דוחפים אצבע באבקה, סימן האצבע יוטבע בה, ואם תוקעים מקל באבקה הוא יעמוד בתוכה. נוזל ניתן לספוג בעזרת ספוג או מטלית ואבקות לא ייספגו כך.**

**לחומרים שונים המצויים בשימוש האדם יש גודל גרגרים שונה. לטלק, למשל, יש גרגרים זעירים שלא ניתן לראותם בעין וצריך להשתמש בבינוקולר לשם כך. גרגרים של סוכר הם גדולים למדי וניתן להבחין בהם בעין בלתי מזוינת. לגרגרי המלח יש צורת קובייה מושלמת (במלח גס), וכדאי לעודד את הילדים להתבונן בהם באמצעות זכוכית מגדלת או בינוקולר. שימו לב: גודל גרגרי האבקה של אותו החומר יכול להיות שונה. למשל, גרגרי חול בגדלים שונים שניתן לסנן במסננות בעלות גודל חרירים שונה.**