מה ההבדל בין מדליית זהב למדליית ארד,

ולא רק בספורט ?

ניסוי (חקר בסיסי) ופעילות לתלמיד

מחברים: אורית וינשטוק, שלומית וינטר

# מטרת הניסוי והפעילות:

אפיון חללים בגביש והקשר של חללים אילו לסוגי חומרים

# ציוד וחומרים:

כדורי קלקר ב-3 גדלים שונים

2 קופסאות פלסטיק קשיחות, שוות בגודלן.

# מהלך הניסוי:

1. הכניסו לכל קופסא כדורי קלקר גדולים.
2. ספרו את מספר הכדורים שנכנסו לקופסא.
3. הוסיפו לאחת מהקופסאות כדורי קלקר בינוניים. נערו.

ודאו שהכנסתם את מקסימום הכדורים והקופסא עדיין נסגרת.

1. ספרו את מספר הכדורים הבינוניים שנכנסו לקופסא
2. חזרו על סעיפים ג' ו-ד עם הקופסא השנייה, אך הפעם הכניסו כדורי קלקר קטנים.
3. ספרו את מספר הכדורים הקטנים שנכנסו לקופסא.
4. חשבו את הנפח שתפסו הכדורים בקופסא עבור כל אחד מסוגי הכדורים. פרטו את דרך החישוב למציאת נפח הכדורים.
5. הציגו את התוצאות החישוביות בטבלה הבאה:

| **סוג כדור** | **נפח (סמ"ק)** |
| --- | --- |
| כדורים גדולים |  |
| כדורים בינוניים |  |
| כדורים קטנים |  |

1. חשב את יחסי הנפחים הבאים:

נפח כדורים בינוניים

נפח כדורים גדולים

נפח כדורים קטנים

נפח כדורים גדולים

**קראו את דף המידע המצורף.**

**היעזרו במידע שקראתם ובתוצאות הניסוי וענו על השאלות המסכמות**

# שאלות מסכמות

1. מתוך הפגמים שהוזכרו בדף המידע, איזה פגם בדקתם בניסוי זה?
2. מתוך התוצאות שחישבתם, מה ניתן להסיק על יכולת חדירה של אטומים לגביש מוצק מבחינת גודל האטום?
3. האם יש אפשרות להסיק גם מסקנה כמותית? הסבירו.
4. אילו גורמים נוספים יכולים להשפיע על יכולת החדירה של אטומים לגביש מוצק? פרטו
5. כיצד לדעתכם, העובדה של יכולת חדירה של אטומים לגביש, מתקשרת לחומרים המוכרים לכם מחיי יומיום?
6. כיצד משתנות תכונות החומר כאשר חודרים אטומים "זרים" לגביש מתכתי?
7. בעקבות הניסוי ובעזרת דף המידע, הסבירו מה ההבדל בין מדלייה העשויה זהב טהור לבין מדליה העשויה ארד? בתשובתכם השתמשו במושגים גביש מתכתי, סגסוגת, פגמים, אתרי חדירה וכד'.

# דף מידע לתלמיד:

**מה ההבדל בין מדליית זהב למדליית ארד, ולא רק בספורט ?**

**לפניכם רשימת מושגים הקשורים למוצק גבישי**

**גביש crystal**

הוא אחת הצורות של חומר במצב צבירה מוצק. המאפיין העיקרי של הגביש הוא סדר פנימי ארוך טווח- האטומים מסודרים בשורות, בטורים לאורך כל הגביש.

**תא יחידה unit cell**

היחידה הבסיסית של הסידור האטומי במוצק גבישי. היא חוזרת על עצמה מספר רב של פעמים ויוצרת ע"י כך את הגביש.

הפשוט ביותר מבין תאי היחידה מכיל שמונה אטומים בקדקודי הקובייה, סידור כזה קרוי קובי פשוט

- SC) simple cubic).



למעלה: תבנית זו היא דוגמה למבנה המחזורי המסודר, האופייני לחומרים גבישיים.
למטה: הכדורים האדומים מייצגים אטומים בסריג הגבישי. בתמונת הסריג התלת-ממדי מופיעים רק האטומים הפונים אלינו

כפי שניתן לראות מהדוגמא של תא יחידה קובי, קיים חלל בכל תא יחידה.

**פקטור אריזה packing factor**

היחס בין נפח האטומים הנמצאים בתא יחידה לנפח תא היחידה כולו. זהו מספר חסר יחידות ומסומן באותיות APF. ככל שהמספר הנ"ל גדול יותר פירוש הדבר שרב נפח הגביש נתפס ע"י האטומים ויש מעט נפח פנוי. כלומר, יעילות האריזה גדולה יותר. פקטור אריזה אינו יכול להיות בעל ערך 1 מאחר ותמיד יש נפח פנוי. הערך הגבוה ביותר שיכול להתקבל הוא 0.74.

**אתרי חדירה Interstital sites**

המקומות הריקים בכל גביש אליהם יכולים לחדור אטומים "זרים".

**פגמים בגביש**

במציאות , לא קיים חומר בעל מבנה גבישי מושלם. סידור האטומים בחומר מכיל פגמים אשר משפיעים על תכונות החומר כגון על חוזק, אלסטיות, תכונות אופטיות ועוד.

ישנם מספר סוגי פגמים אפשריים. סוג אחד נקרא "פגם נקודתי".

להמחשת הפגמים הנקודתיים היעזרו באיור הבא:

הפגמים כוללים –

1. כניסה (חדירה) של אטומים (מהגביש עצמו, או אטומים זרים)
אל אתר חדירה הקיים בגביש.
2. החלפה של אטום מהגביש עצמו באטום זר.
3. היעדרות של אטום במנה הגבישי

היווצרות הפגמים תלויה בגודל האטומים המרכיבים את הגביש, בגודל אתרי החדירה, בגודל האטום הזר, בטמפרטורת ההתכה של החומר, בסוג הסריג ועוד.

**סגסוגת alloy**

סגסוגת, או מסג היא ערבוב, ב[תמיסה](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%AA%D7%9E%D7%99%D7%A1%D7%94) או ב[תערובת](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%AA%D7%A2%D7%A8%D7%95%D7%91%D7%AA), של שני [יסודות](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%99%D7%A1%D7%95%D7%93_%D7%9B%D7%99%D7%9E%D7%99) או יותר, אשר לפחות אחד מהם הוא [מתכת](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%AA%D7%9B%D7%AA). יצירת הסגסוגת היא למעשה סוג של פגם בגביש (אשר יכול להיווצר בדרכים שונות).

 מסגים מתוכננים כך שיהיו להם תכונות יותר רצויות מן המרכיבים שלהם. למשל, [פלדה](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A4%D7%9C%D7%93%D7%94) היא מסג מ[ברזל](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%91%D7%A8%D7%96%D7%9C) ו[פחמן](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A4%D7%97%D7%9E%D7%9F), החזק יותר מברזל. הסגסוגת "יורשת" חלק מתכונות היסודות המרכיבים אותה, בדרך כלל תכונות פיזיקליות כגון [צפיפות](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A6%D7%A4%D7%99%D7%A4%D7%95%D7%AA_%D7%94%D7%97%D7%95%D7%9E%D7%A8), ו[הולכה חשמלית](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%96%D7%A8%D7%9D_%D7%97%D7%A9%D7%9E%D7%9C%D7%99) ו[תרמית](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%97%D7%95%D7%9D_%28%D7%A4%D7%99%D7%96%D7%99%D7%A7%D7%94%29). לעומת זאת, תכונות הנדסיות כגון כוח [מתיחה](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%9E%D7%AA%D7%99%D7%97%D7%94) עשויים להיות שונים בתכלית מן התכונות של החומרים המרכיבים את הסגסוגת.

בין שאר הגורמים, הדבר נגרם עקב שונות גודל ה[אטומים](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%90%D7%98%D7%95%D7%9D) בתוך הסגסוגת - אטומים גדולים יפעילו כוח דוחס על אטומים שכנים, ואילו אטומים קטנים יותר יפעילו כוחות מותחים על שכניהם. סגסוגות תהיינה לרוב קשות וחזקות יותר ממתכות נקיות, אך המוליכות החשמלית שלהן נמוכה יותר. בדגם של מבנה סגסוגת ,שבנויה משתי מתכות ,באיור,



העגולים האפורים מייצגים מתכת אחת והצהובים מייצגים מתכת שנייה. במבנה החלקיקי שלהן, חלקיקי מתכת אחת משתלבים בחלקיקי המתכת השנייה ומקשים על החלקת השכבות.

**דוגמאות לסגסוגות:**

* ארד (ברונזה) היא סגסוגת של נחושת ובדיל. אחוזים שונים של שתי המתכות בסגסוגת ייתנו תכונות שונות, כמו: קשיות שונה ועמידות שונה לחום ולחצים. סגסוגת ארד טיפוסית מכילה 88% נחושת ו- 12% בדיל. יש סגסוגות ארד שבהן יסודות אחרים כמו זרחן, מנגן ,אלומיניום וצורן מחליפים את הבדיל. השילוב של צורן התחיל להיות מקובל במאה העשרים . לסגסוגת ארד זו מגוון שימושים בתעשייה כמו גם ליצירת [פסלים](http://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A4%D7%A1%D7%9C) מודרניים.
* פלדה נדרשת לשימושים שונים. המרכיב העיקרי בפלדה הוא ברזל. מרכיבים נוספים: מנגן, כרום, ניקל ואף פחמן. פלדה למבנים צריכה להיות חזקה וגמישה. פלדת אל-חלד צריכה להיות עמידה בפני שיתוך (קורוזיה, החלדה, חימצון ספונטני), והיא מכילה כרום וניקל . התוספים לברזל נקבעים לפי התכונות הנדרשות מסוג הפלדה המבוקש.
* זהב טהור הוא מתכת רכה. לכן משתמשים להכנת תכשיטים בסגסוגת של זהב ונחושת (זהב צהוב) או זהב ופלטינה ולפעמים אבץ (זהב לבן). המתכת הנוספת מקנה לסגסוגת קשיות שמאפשרת שמירה על צורת התכשיט.
* פליז היא סגסוגת של נחושת ואבץ.

דף המידע מבוסס על קורס בנושא חומרים שהועבר במכון ויצמן, סמסטר ב' תש"ע ע"י המרצה: פרופ' איגור לובומירסקי והמתרגלים: איתי לברט, ד"ר רון בלונדר.

כמו כן, מקורות נוספים :

ויקיפדיה, ערכים גביש, תא יחידה וסגסוגת

חקר כשלונות חומרים- דנה אשכנזי