

סוג הבחינה: בגרות
מועד הבחינה: קיץ תשפ"ו, 2026
מספר השאלון: 037282
שם התלמיד/ה: _____

כימיה

שיווי משקל, פולימרים וכימיה פיזיקלית

הוראות

משך הבחינה: שתיים.

מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים, ובהם שש שאלות (פרק ראשון - שיווי משקל כימי ואנטרופיה: שאלות 1-2; פרק שני - פולימרים: שאלות 3-4; פרק שלישי - כימיה פיזיקלית - מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה: שאלות 5-6).

יש לענות על **שלוש** שאלות לבחירתכם - $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ נקודות. לכל שאלה $33\frac{1}{3}$ נקודות. בכל שאלה שנבחרה יש לענות לפי ההנחיות: על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו (סעיפי בחירה).

חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון (כולל מחשבון גרפי). (2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).
הוראות מיוחדות: אין.

שימו לב (בפרקים הראשון והשלישי): הקפידו על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של יחידות.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון – שיווי משקל כימי ואנטרופיה

שימו לב: הקפידו על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של יחידות.

1. יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.
- תחמוצות גופרית הן קבוצה של מזהמי אוויר גזיים, המורכבת בעיקר מגופרית דו-חמצנית, $\text{SO}_{2(g)}$, ובמידה פחותה מגופרית תלת-חמצנית גזית, $\text{SO}_{3(g)}$, ומזהמים נוספים. בתגובה (1) גופרית דו-חמצנית מגיבה עם חמצן, $\text{O}_{2(g)}$, לקבלת גופרית תלת-חמצנית, $\text{SO}_{3(l)}$.



בטבלה שלפניכם מוצגים ערכים של אנטרופיה תקנית, S° , עבור החומרים המשתתפים בתגובה (1).

גופרית דו-חמצנית $\text{SO}_{2(g)}$	חמצן $\text{O}_{2(g)}$	גופרית תלת חמצנית $\text{SO}_{3(l)}$	החומר
248.5	205	256	S° אנטרופיה תקנית, ** $\left(\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}\right)$

- א. (i) חשבו את שינוי האנטרופיה של המערכת, $\Delta S_{(1)}^\circ$, מערכת, בתגובה (1). **פרטו את חישוביכם.**
- (ii) הסבירו את השינוי באנטרופיה של המערכת במהלך תגובה (1).
- ב. (i) חשבו את שינוי האנטרופיה של הסביבה, $\Delta S_{(1)}^\circ$, סביבה, בתגובה (1), בטמפרטורה של 1000 K. **פרטו את חישוביכם.**
- (ii) הסבירו את סימן שינוי האנטרופיה של הסביבה במהלך תגובה (1).
- ג. האם תגובה (1) ספונטנית בטמפרטורה של 1000 K? **נמקו.**

ד. גופרית דו-חמצנית, $\text{SO}_{2(g)}$, יכולה להגיב עם החמצן באוויר כמתואר בתגובה (2):



נתון הרכב המערכת של תגובה (2) בטמפרטורת החדר כאשר הלחץ נשאר קבוע:

$$[\text{SO}_{2(g)}] = 0.2\text{M} \quad [\text{O}_{2(g)}] = 0.5\text{M} \quad [\text{SO}_{3(g)}] = 0.7\text{M}$$

רשמו את הביטוי של קבוע שיווי משקל, K_c , של תגובה (2) וחשבו את ערכו בטמפרטורת החדר.

ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו.

קבעו אם במהלך תגובה (2) הלחץ הכולל בכלי עולה, יורד או לא משתנה. נמקו.

ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.

קבעו אם בתגובה (2) משתחררת אנרגייה רבה יותר, שווה או קטנה יותר לעומת האנרגייה המשתחררת בתגובה (1). נמקו.

2. יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.

מעכבי בעירה מבוססי ברום, הם תוסף חשוב בתעשייה הכימית, אשר משחררים בחימום מימן ברומי, $\text{HBr}_{(g)}$.

מימן ברומי יכול ללכוד רדיקלים חופשיים, ובכך להפריע לתגובת השרשרת במהלך הבעירה.

בתגובה (1) מימן, $\text{H}_{2(g)}$, מגיב עם ברום, $\text{Br}_{2(g)}$, לקבלת מימן ברומי, $\text{HBr}_{(g)}$.



בטבלה שלפניכם מוצגים ערכים של אנטרופיה תקנית, S° , עבור החומרים המשתתפים בתגובה (1).

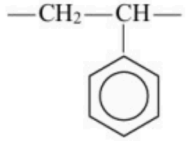
חומר	מימן ברומי $\text{HBr}_{(g)}$	ברום $\text{Br}_{2(g)}$	מימן $\text{H}_{2(g)}$
S° ** (אנטרופיה תקנית, $\left(\frac{\text{J}}{\text{K}\cdot\text{mol}}\right)$)	198.5	245.5	130.6

- א. (i) חשבו את שינוי האנטרופיה של המערכת, $\Delta S_{(1)}^\circ$ מערכת, בתגובה (1). פרטו את חישוביכם.
- (ii) במהלך תגובה (1) השינוי באנטרופיה של המערכת, $\Delta S_{(1)}^\circ$ מערכת, הוא קטן. הסבירו.
- ב. קבעו אם יש טמפרטורה שבה תגובה (1) היא ספונטנית. נמקו את קביעתכם.
- ג. ערכו של קבוע שיווי משקל, K_c , של תגובה (1) בטמפרטורה של 730°C הוא 2.18×10^6 .
הכניסו לתוך כלי שנפחו 1 ליטר, 1 מול מימן, 1 מול ברום ו-2 מול מימן ברומי.
(כל החומרים במצב גז).
- (i) האם המערכת נמצאת במצב שיווי משקל ברגע הכנסת החומרים? נמקו.
- (ii) מה יקרה לריכוזו של מימן ברומי ב-10 הדקות הראשונות מרגע הכנסת החומרים לכלי - הוא יעלה, ירד או לא ישתנה? נמקו.
- ד. מה יקרה לקצב התגובה הישירה אם יגדילו את ריכוזו של המימן? נמקו.
- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו.
- מה יקרה לריכוזו של מימן ברומי אם יבצעו את תגובה (1) בטמפרטורת החדר, 25°C ? נמקו.
- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.
- מה יקרה לריכוזו של מימן ברומי בתגובה (1) אם יוסיפו זרז למערכת הנמצאת בשיווי משקל? נמקו.

פרק שני - פולימרים

3. יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.

בטבלה שלפניכם מוצג מידע על שלושה פולימרים שלהם דרגות פלמור ממוצעות דומות.

הפולימר	ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של היחידה החוזרת	טמפרטורת ההיתוך, T_m (°C)	טמפרטורת זגוגית, T_g (°C)	שימושים אחדים של הפולימר
פוליפרופילן (PP)	$-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-$	160	-8	מושב כיסא, כלים חד פעמיים
פוליסטירן (PS)		270	100	פולימר מוקצף עבור בידוד, כלים חד פעמיים
אקרילן	$-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CN})-$	300	95	בדים, סוככים, מפרש לסירה

הפולימר	ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של היחידה החוזרת	טמפרטורת ההיתוך, T_m (°C)	טמפרטורת זגוגית, T_g (°C)	שימושים אחדים של הפולימר
פוליפרופילן (PP)	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3)-$	160	-8	מושב כיסא, כלים חד פעמיים
פוליסטירן (PS)	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-$ (טבעת בנזן כקבוצה צדדית - ראו באיור)	270	100	פולימר מוקצף עבור בידוד, כלים חד פעמיים
אקרילן	$-\text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CN})-$	300	95	בדים, סוככים, מפרש לסירה

א. (i) קבעו באיזו שיטה - דחיסה או סיפוח - הוכן כל אחד מן הפולימרים המוצגים בטבלה. נמקו את קביעתכם.

(ii) רשמו ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של המונומרים עבור כל אחד מן הפולימרים המוצגים בטבלה.

ב. קבעו עבור כל אחד מן ההיגדים a ו-b, אם הוא נכון או לא נכון.

(a) יכולת הפיתול האקראי של הפוליסטירן דומה ליכולת הפיתול האקראי של האקרילן.

(b) אורך השרשרת הממוצע של פוליסטירן קטן מאורך השרשרת הממוצע של הפוליפרופילן.

ג. (i) הסבירו מדוע ערך ה- T_g של פוליסטירן גבוה מערך ה- T_g של פוליפרופילן.

(ii) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של אקרילן גבוה מערך ה- T_m של פוליפרופילן.

ד. לאיזה פולימר יש חדירות טובה יותר לגזים - לפוליפרופילן או לפוליסטירן? נמקו.

ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו.

כוסות חד-פעמיות לשתייה קרה מורכבות לעיתים מפוליפרופילן ולעיתים מפוליסטירן. בעוד שהכוסות העשויות מפוליסטירן נשברות בקבלת מכה, אלה מהפוליפרופילן לא נשברות.

הסבירו עובדות אלה. התייחסו לכל אחד משני הפולימרים.

ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.

קופולימר אקראי המתקבל מהמונומרים מהם יוצרים את הפוליסטירן והאקרילן עמיד יותר מבחינה תרמית (עמיד יותר טוב לחום). רשמו קטע מייצג של קופולימר זה.

4. יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.

השאלה עוסקת בפולימרים אחדים המשמשים לייצור סיבים.

בטבלה שלפניכם מוצג מידע על שלושה פולימרים המשמשים לייצור סיבים.

הפולימר	ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של היחידה החוזרת	טמפרטורת ההיתוך, T_m ($^{\circ}\text{C}$)	שימושים אחדים של סיבים שהוכנו מן הפולימר
ניילון 6,6	$\text{--}\underset{\text{H}}{\text{N}}\text{--}(\text{CH}_2)_6\text{--}\underset{\text{H}}{\text{N}}\text{--}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{--}(\text{CH}_2)_8\text{--}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{--}$	219	ייצור סיבי מברשות
ניילון 6	$\text{--}\underset{\text{H}}{\text{N}}\text{--}(\text{CH}_2)_5\text{--}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{--}$	235	ייצור מיתרים לכלי נגינה
קיאנה	$\text{--}\underset{\text{H}}{\text{N}}\text{--}\text{C}_6\text{H}_4\text{--CH}_2\text{--C}_6\text{H}_4\text{--}\underset{\text{H}}{\text{N}}\text{--}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{--}(\text{CH}_2)_6\text{--}\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}\text{--}$	275	ייצור בדים דמויי משי

הפולימר	ייצוג מקוצר לנוסחת מבנה של היחידה החוזרת	טמפרטורת ההיתוך, T_m ($^{\circ}\text{C}$)	שימושים אחדים של סיבים שהוכנו מן הפולימר
ניילון 10,6	$\text{--NH--}(\text{CH}_2)_6\text{--NH--C(=O)--}(\text{CH}_2)_8\text{--C(=O)--}$	219	ייצור סיבי מברשות
ניילון 6	$\text{--NH--}(\text{CH}_2)_5\text{--C(=O)--}$	235	ייצור מיתרים לכלי נגינה
קיאנה	$\text{--NH--C}_6\text{H}_4\text{--CH}_2\text{--C}_6\text{H}_4\text{--NH--C(=O)--}(\text{CH}_2)_6\text{--C(=O)--}$ (שתי טבעות בנזן בעמוד השדרה - ראו באיור)	275	ייצור בדים דמויי משי

א. (i) קבעו באיזו שיטה - דחיסה או סיפוח - הוכן כל אחד מן הפולימרים המוצגים בטבלה. נמקו את קביעתכם.

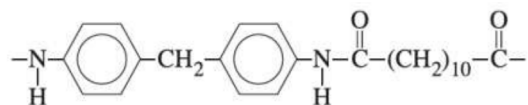
(ii) רשמו ייצוג מקוצר לנוסחאות המבנה של המונומרים עבור כל אחד מן הפולימרים המוצגים בטבלה.

ב. קבעו עבור כל אחד מן ההיגדים I ו-II, אם הוא נכון או לא נכון.

(I) בטמפרטורה T_m אורך שרשרות הפולימר גדל.

(II) בטמפרטורה T_m כוחות המשיכה בין השרשרות נחלשים ותנועת השרשרות מתגברת.

- ג. (i) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של ניילון 6 גבוה מערך ה- T_m של ניילון 10,6 .
 (ii) הסבירו מדוע ערך ה- T_m של קיאנה גבוה מערך ה- T_m של ניילון 10,6 .
 ד. נתון ייצוג מקוצר לנוסחת המבנה של סוג נוסף של קיאנה:



- ערך ה- T_m של קיאנה מן הסוג הנוסף נמוך מערך ה- T_m של קיאנה מהסוג שבטבלה.
 הסבירו את ההבדל בטמפרטורת ההיתוך של שני הסוגים של קיאנה.
 ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו.
 קבעו עבור כל אחד מן המאפיינים (1)-(5) אם הוא מאפיין של פולימרים המשמשים לייצור סיבים.
 (1) טמפרטורת היתוך, T_m , נמוכה מטמפרטורת החדר.
 (2) שרשרות ישרות ללא קבוצות צדדיות גדולות.
 (3) מבנה אמורפי של הפולימר.
 (4) נוכחות קטעים קשיחים בעמוד השדרה בשרשרות הפולימר.
 (5) אחוז גבישיות גבוה.
 ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.
 בטמפרטורת הזגוגית, T_g , פולימר זגוגי נעשה רך וגמיש.
 תארו ברמת החלקיקים מהו ההבדל בין שרשרות הפולימר בטמפרטורה מתחת ל- T_g , ובין השרשרות מעל T_g (עד T_m).

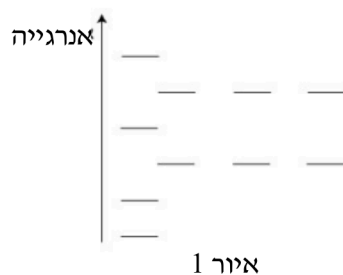
פרק שלישי - כימיה פיזיקלית - מרמת הננו למיקרואלקטרוניקה

שימו לב: הקפידו על ניסוחים מאוזנים ועל רישום נכון של יחידות.

5. יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.
 בהכנת הזיקוקים משתמשים במלחי אשלגן.
 א. בספקטרום פליטה של אטום אשלגן, K , מופיעים, בין היתר, שלושה קווים באורכי הגל:
 345 nm , 404 nm , 766 nm .
 קבעו עבור כל אחד משלושת אורכי הגל אם הוא נמצא בתחום האור הנראה.
 אם כן - ציינו את צבע האור. אם לא - ציינו באיזה תחום של הספקטרום האלקטרומגנטי נמצא אורך הגל.
 ב. (i) חשבו את אנרגיית הפוטון ביחידות eV, המתאימה לכל אחד משלושת אורכי הגל הנתונים. פרטו את חישוביכם.
 (ii) חשבו את תדירות הקרינה באורך הגל 766 nm . פרטו את חישוביכם.

ג. העתיקו למחברתכם את האיור 1 שלפניכם, ורשמו בו את אכלוס האלקטרונים של אטום אשלגן.

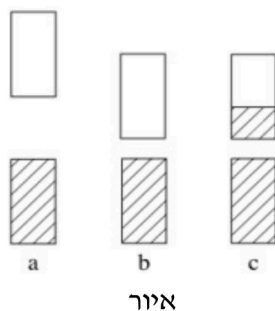
הוסיפו לאיור ורשמו בו את סימול האורביטלים המתאימים.



ד. אשלגן מוליך חשמל במצב מוצק.

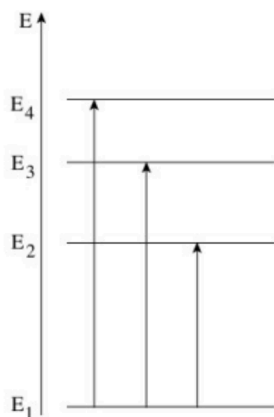
(i) קבעו איזו משלוש אפשרויות a, b, c באיור 2 שלפניכם מתארת נכון את מבנה הפסים של אשלגן מוצק.

העתיקו למחברותיכם את המבנה שבחרתם, וסמנו בו את המיקום של חבורת הערכיות ושל חבורת ההולכה.



(ii) הסתמכו על מבנה הפסים שבחרתם בתת-סעיף ד i, והסבירו מדוע אשלגן מוליך חשמל במצב מוצק.

- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו.
תלמיד התבקש לסרטט קטע מספקטרום הבליעה של אטום אשלגן. לפניכם הסרטוט של התלמיד (איור 3).



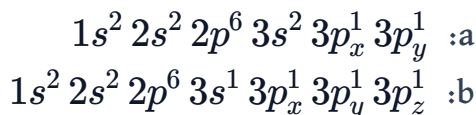
איור 3

- קבעו עבור כל אחד מן ההיגדים, I ו-II, אם הוא נכון או לא נכון.
(I) הסרטוט של התלמיד שגוי - זוהי דיאגרמת מעברים בין רמות אנרגייה של אטום אשלגן ולא ספקטרום הבליעה, שהוא גרף של עוצמת הבליעה כפונקציה של אורכי הגל.
(II) הסרטוט של התלמיד נכון - הוא מציג את ערכי האנרגייה ברמות השונות באטום אשלגן.
ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה.
אטומי אשלגן אינם פולטים קרינה באורך גל 670 nm .
איזה מבין ההיגדים, I או II, שלפניכם מסביר עובדה זו?
I. לאטומי אשלגן מעוררים אין אנרגייה מספקת כדי לפלוט פוטונים באורך גל 670 nm .
II. לאטומי אשלגן רמות אנרגייה בדידות. אורך גל 670 nm אינו מתאים לאף אחד מהמעברים בין רמות אנרגייה.

6. יש לענות על כל הסעיפים א, ב, ג, ד, ועל אחד מן הסעיפים ה או ו.
שאלה עוסקת בשני יסודות השייכים לטור הרביעי בטבלה המחזורית: צורן, $\text{Si}_{(s)}$, ופחמן, $\text{C}_{(s)}$.

צורן הוא מוליך למחצה המשמש לייצור שבבים אלקטרוניים.

- א. לפניכם שתי אפשרויות, a ו-b, לרישום היערכות אלקטרוניים באטומי צורן.



- (i) קבעו איזו מן האפשרויות מתאימה לאטום צורן מעורר. נמקו את קביעתכם.

- (ii) רשמו היערכות אלקטרוניים ביון Si^{2+} .

- ב. אנרגיית הפוטון המתאים לקו הפליטה של אטומי צורן בתחום אולטרה-סגול (UV) היא $6.9 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

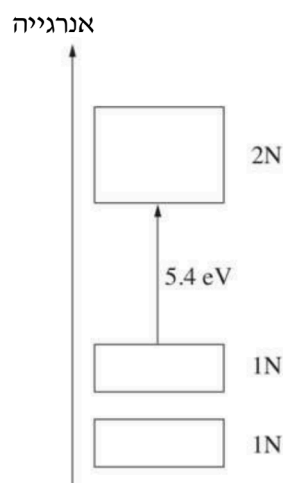
חשבו את אורך הגל המתאים לקו פליטה זה. פרטו את חישוביכם.

ג. ידועים חלקיקים דו-אטומיים של פחמן.

- (i) לפניכם היערכות אלקטרוניים של חלקיק: $\sigma_{1s}^2 \sigma_{1s}^{*2} \sigma_{2s}^2 \sigma_{2s}^{*2} \pi_{2p}^2 \pi_{2p}^2 \sigma_{2p}^1$. קבעו אם היערכות האלקטרוניים הנתונה היא של חלקיק C_2^+ . נמקו את קביעתכם.
- (ii) איזה חלקיק יציב יותר C_2 או C_2^+ ? נמקו את קביעתכם.

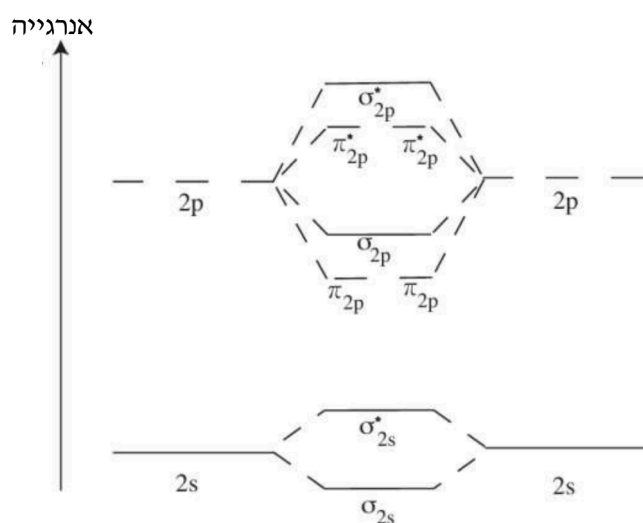
ד. אחת מהצורות הגבישיות של פחמן היא יהלום.

לפניכם איור המתאר פסי ערכיות ופסי הולכה של גביש יהלום המכיל N אטומים. הסבירו מדוע האיור שלפניכם מתאים ליהלום.



- ה. סעיף ה הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ו. במולקולת פחמן, C_2 , יש קשרי סיגמא, σ , וקשרי פאי, π . ציינו שני הבדלים בין קשר סיגמא לקשר פאי.

- ו. סעיף ו הוא סעיף בחירה. אם תבחרו לענות עליו, אל תענו על סעיף ה. נתונה דיאגרמה חלקית של רמות אנרגיה עבור מולקולת פחמן, C_2 .



העתיקו את הדיאגרמה הנתונה למחברות שלכם והשלימו בה את אכלוס האלקטרוניים:

- עבור שני אטומי פחמן
- עבור מולקולת פחמן

כל הבגרויות בכימיה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/chemistry