

---

# האוניברסיטה העברית בירושלים

סילבוס

## עקרונות הכימיה - 71074

תאריך עדכון אחרון 23-05-2013

נקודות זכות באוניברסיטה העברית: 7

תואר: בוגר

היחידה האקדמית שאחראית על הקורס: ביוכימיה ומדעי המזון

השנה הראשונה בתואר בה ניתן ללמוד את הקורס: 1

סמסטר: סמסטר א'

שפת ההוראה: עברית

קמפוס: רחובות

מורה אחראי על הקורס (רכז): Dr. Merav Fichman

דוא"ל של המורה האחראי על הקורס: [merav.fichman@mail.huji.ac.il](mailto:merav.fichman@mail.huji.ac.il)

שעות קבלה של רכז הקורס: ב - 13:00-15:00, ד - 08:00-10:00

מורי הקורס:

מ פיכמן,  
מ פיכמן,  
א דגן,  
י טל,  
ט שאולוב,  
י טל,  
א דגן

#### תאור כללי של הקורס:

הקורס מקנה לתלמידים ידע בסיסי בכימיה כללית ופיזיקלית בעיקר בנושאים כמו: הבנת מושגים כמו אטומים, מולקולות, יסודות, תרכובות, תגובות כימיות לסוגיהן, אנרגיה כימית ואנתרופיה, תרמודינמיקה, אלקטרוכימיה, חוקי הגזים, חומצות ובסיסים, בופרים וחישוביהם, חוקים בכימיה, שימושים בחיי יום יום.

#### מטרות הקורס:

1. להקנות לתלמידים את יכולת הניתוח של תכונות ותהליכים הניתנים להבחנה בעזרת חושינו או מכשירי מדידה (העולם המאקרוסקופי) במושגים של מבנה וסידור של מולקולות ואטומים.
2. הכנת הסטודנט לקורסים מדעיים נוספים הנדרשים בלימודי ההמשך בחוגים השונים.

#### תוצרי למידה

##### בסיומו של קורס זה, סטודנטים יהיו מסוגלים:

עם סיומו של הקורס הסטודנטים יהיו מסוגלים:

1. לקבוע תכונות כימיות ופיזיקליות של יסודות ותרכובות תוך שימוש בטבלה המחזורית; קביעת נוסחה אימפרית ומן לקולרית של תרכובות.
2. לסווג חומרים לפי אופי הקישור הכימי בין האטומים; קביעת מבנה מרחבי ופןלריות של מולקולות .
3. לתאר התנהגות של גז אציל ולאפיין את מצב הצבירה של החומר (מוצק, גז תנוזל) ברמה המולקולרית .
4. להגדיר יציאתן לפועל של תגובות כימיות והגעתן לשווי משקל תוך שימוש בפונקציות תרמודינמיות : אנתלפיה , אנתרופיה ואנרגיה חופשית של גיבס.
5. לקבוע מסיסות חומרים במים ובממסים אורגנים , להגדיר תכונות קוליגטיביות של תמיסות.
6. לקבוע חומציות ובסיסיות של תמיסות על ידי חישוב pH. קביעת חוזק יחסי של חומצות ובסיסים , הכנה ואפיון של תמיסות בופר .
7. לחשב מאפיינים קינטיים של תגובה כימית: קצב התגובה , משוואת הקצב, קבוע הקצב, זמן מחצית חיים
8. להעריך אופן פעולתו של תא אלקטרוכימי (תא גלווני, תא אלקטרוליטי , תא ריכוזים חוזר) הנוצרות קורוזיה , אלקטרוליזה.

#### דרישות נוכחות (%) :

## שיטת ההוראה בקורס: הרצאה ותרגול פרונטאליים

### רשימת נושאים / תכנית הלימודים בקורס:

שבוע 1: מושגי יסוד בכימיה המשוואה הכימית וחישובים סטויכיומטרים  
מבוא: פרוטונים, נויטרונים ואלקטרונים. מבנה כללי של המערכה המחזורית. מסה אטומית ממוצעת.  
עקרון פעולה של ספקטרוגרף המסות.  
המול - כמות של  $6.02 \times 10^{23}$  ידוע גם כמספר אבוגדרו. שקילה לצורך מניה. נוסחה אמפירית, הרכב לפי אחוזים. יחסי מול מסה (סטויכיומטריה). הניסוח הכימי ועקרונות איזון משוואות כימיות פשוטות. המגיב המגביל. יונים - אניונים וקטיונים.  
אזכור ראשוני של מושג הקשר הכימי (מאטומים למולקולות)

שבוע 2: תורת הגזים - גזים אידיאליים. התיאוריה הקינטית של הגזים, האטמוספירה (האטמ'אס); וחוקי הגזים האידיאליים. היוצרות האטמ'אס; הנוכחית, מבנה והרכב כימי, האטמ'אס; כשכבת מגן. הגז - אחד ממצבי הצבירה. מושג הלחץ ולחץ בגזים. משפיעים טמפ'אס;,, לחץ ונפח על התנהגות הגז. השערת אבוגדרו.  
המושג קבוע פרופורציה (R) משוואת המצב של הגזים האידיאליים:  $PV = nRT$ . לחץ חלקי, לחץ מוקטן, חוק דלתון וואקום. לחץ אדים, רתיחה ורתיחה בלחץ מוקטן. טמפרטורה וחום, טמפרטורה ותנועה.  
טמפרטורה בגזים ומושג התפלגות המהירויות. תיאור מאקרוסקופי של גז (באמצעות לחץ, טמפ'אס; ונפח) ותיאור מיקרוסקופי (באמצעות התורה הקינטית של הגזים). תנאים סטנדרטיים בגזים. שימושים: מדידת נפח לצורך ספירה של חלקיקי הגז, מציאת משקל מולקולרי של חומרים נדיפים ועוד.

שבוע 3: תרמודינמיקה (תרמוכימיה)  
מושגי יסוד בתרמודינמיקה: למה תרמודינמיקה? התייחסות מאקרוסקופית לתגובות ותופעות. נעזר בשני עקרונות של הטבע:  
1. שאיפה למינימום באנרגיה 2. שאיפה למקסימום באנטרופיה (אי סדר).  
נחלק את לימודי התרמודינמיקה לשלושה חלקים: תרמוכימיה, אנתרופיה ואנרגיה חופשית.  
תרמוכימיה - מושגים והגדרות: טמפרטורה, טמפרטורה ותנועה, קיבול חום, התפלגות מהירויות.  
אנרגיה ויחידות אנרגיה, ג'אס;ול (ג'אס;אול) וקלוריה. סוגי אנרגיה: קינטית ופוטנציאלית. קשר כימי-סוג של אנרגיה פוטנציאלית.  
חום ועבודה. מערכת וסביבה. מצב ופונקצית מצב ( $P, V, T, n, d, \dots$ ). מאפיינים של פונקצית מצב, מה לא פונקצית מצב? הקשר בין עבודה W וחום q. מושג העבודה באמצעות בוכנה  $P\Delta V$ ;  $W = q$ . החוק הראשון של התרמודינמיקה - חוק שימור של אנרגיה, קשר בין עבודה חום ואנרגיה. הגדרה של פונקציה חדשה - אנטלפיה ( $H$ ;  $PV + E$ ) ושינויי אנטלפיה  $\Delta H$  מה פירוש  $\Delta H$ ;  $q_p$ . שינויי אנטלפיה: במעברי פאזה, בשבירה ויצירה של קשרים כימיים, סטנדרטיים, בתגובות כימיות (שריפה למשל) והיווצרות. תהליכים אקסותרמיים ואנדותרמיים. חוק הס (Hess) חישובים באמצעות נתוני אנטלפיה מספר הנתונים. תלות האנטלפיה בטמפרטורה.

שבוע 4: תרמודינמיקה (אנתרופיה ואנרגיה חופשית)  
אנטרופיה S. סדר ואי סדר - אנטרופיה. שינויי אנטרופיה  $\Delta S$ . ספונטניות והפיכות, מה פירוש ולשם מה? מאפיינים לשינוי ספונטני. שינוי אנטרופיה  $\Delta S$  של מערכת ושל סביבה. החוק השני של התרמודינמיקה: תהליך יהיה ספונטני כאשר:  $\Delta S > 0$  (כללי)

כיצד מסבירים באמצעות התרמודינמיקה שחום אינו זורם באופן ספונטני מגוף קר לחם. חישוב שינויי אנטרופיה בתהליכים ותגובות שונות ובתגובות סטנדרטיות. כיצד מסבירים באמצעות התרמודינמיקה שמים בטמפ' של אפס מעלות צלזיוס קופאים לקרח?  
האם תהליך אנדותרמי יכול להיות ספונטני? אנרגיה חופשית של גיבס -  $G$ . שינויי אנרגיה חופשית  $\Delta G$ . הגדרת הפונקציה:  $\Delta S$   $T - \Delta H$ ;  $\Delta G$ . שינויי אנרגיה חופשית: סטנדרטית, של תגובה והיווצרות. אנרגיה חופשית וספונטניות. כיצד משפיע טמפ' על ספונטניות של תגובה? שימוש בטבלאות של אנרגיה חופשית.

שבוע 5 שיווי-משקל כימי.

שווי משקל כימי דוגמא לשווי משקל דינמי במערכות סגורות. התייחסות מאקרוסקופית באמצעות התרמודינמיקה והסברים ברמה המיקרוסקופית. האם בתגובות כל המגיבים הופכים לתוצרים? מושג קבוע שווי המשקל - הסבר וטיפול מתמטי.  $K_c$ ,  $K_p$ . הגדרת הפרמטר מנת הריאקציה  $Q$  והשימוש בו. כיצד משפיעים, ריכוז, לחץ, טמפרטורה וקטליזטור על קבוע שווי המשקל. עקרון לה-שטליה.  $K_{eq}$  קבוע שווי משקל תרמודינמי והקשר לאנרגיה החופשית של גיבס. השפעת הטמפרטורה על  $K_{eq}$ . סינתזה של אמוניה תהליך האבר.

שבוע 6-7 - מבוא לתורת האור, המודל גלי והמודל החלקיקי של האור, התפתחות מודל האטום כולל מכניקת הקוונטים. אטומים רב אלקטרונים, חוקי איכלוס ומבנה הטבלה המחזורית, תכונות מחזוריות. הקשר הכימי (יוני וקוולנטי).

חזרה על מבנה האטום: רציפות ואי רציפות. עקרונות של מכניקת הקוונטים ומשוואת שרדינגר. רמות אנרגיה באטומים. אנרגיה וקרינה אלקטרומגנטית. פוטון ואנרגיה. ארגון האלקטרונים ברמות האנרגיה השונות. המערכה המחזורית.

תכונות מחזוריות: רדיוס אטומי ורדיוס יוני, אנרגיית יינון ואלקטרון אפיונות, אלקטרו-שליליות וסולם פאולינג. עקרונות של קישור כימי וארגון האלקטרונים במרחב. אורביטלים אטומיים. קשר יוני וקשר קוולנטי. פולריות וקשר קוולנטי פולרי.

קשרים בין מולקולריים - קשרי ואן דר וולס וקשרי מימן. קשרים קואורדינטיביים. זוגות אלקטרונים קושרים והמושג הזוג הבודד. ארגון האלקטרונים במולקולות לפי שיטת לואיס. הארגון המרחבי של אטומים במולקולות לפי שיטת:

Valence Shell Electron Pair Repulsion

שבוע 8-9 -כוחות בין מולקולאריים מעברים בין מצבי צבירה ותמיסות כוחות בין מולקולריים ואן דר ואלס, קשרי מימן. מוצקים אמורפיים וגבישיים (מוצקים יונים, קוולנטים, מולקולרים, מתכתיים) מעברים בין מצבי צבירה -דיאגרמת הפאזה. מה נמס במה ומדוע. מושג הריכוז, ריכוז מולרי, ריכוז מוללי, שבר מולי. תמיסה אידאלית, תמיסה לא אידאלית, עקרונות מיהול תמיסות. תכונות קוליגטיביות: הורדת נקודת קיפאון, העלאת נקודת רתיחה, אוסמוזה, לחץ אוסמוטי ואוסמוזה הפוכה.

לימוד עצמי: תכונות קוליגטיביות של תמיסות. הורדת נקודת קיפאון והעלאת נקודת רתיחה, לחץ אוסמוטי

שבוע 10-12 חומצות ובסיסים. הידרוליזה, תמיסות בופר.

שווי משקל בחומצות ובסיסים. פרוטון ויון ההידרוניום. יון ההידרוכסיל. חומצות ובסיסים על פי בראונשטד-לורי. פירוק עצמי של המים וקבוע הפירוק של המים ( $K_w$ ). ריכוז יוני ההידרוניום בסקלה לוגריתמית, מושג ה-  $pH$ . כיצד מחשבים ומודדים  $pH$ .

פוטנציומטר ואינדיקטורים. אלקטרוליטים חלשים וחזקים. חומצות חזקות וחלשות. בסיסים חזקים

וחלשים. תגובות סתירה (טיטרציות) בין חומצות ובסיסים. קבוע שווי משקל של חומצה חלשה ( $K_a$ ) ושל בסיס חלש ( $K_b$ ). חומצה ובסיס צמודים. קשר בין מבנה החומצה וחוזק החומצה. חומצה חזקה וחומצה מרוכזת. עקומות טיטרציה וחקר מפורט של מהלך הטיטרציה. זיהוי נקודות סיום הטיטרציה בחומצות חזקות וחלשות. הידרוליזה - תגובה של יון של מלח עם מולקולת מים. מלחים חומציים ובסיסיים. חומצות פוליפרוטיות. מיון חומצות חלשות, חומצות מסוג מימן הלוגנים וחומצות עם חמצן. תמיסות מגן (בופרים) עקרון הפעולה של תמיסת מגן. זיהוי תחום הפעולה היעיל של בופרים מעקומת טיטרציה. קיבול תמיסות מגן. כיצד מכינים תמיסות מגן מתמיסות של חומצות בסיסים ומלחים. לימוד עצמי: שווי משקל בתמיסות של מלחים קשה תמס.

שבוע 13 - קינטיקה כימית. מעקב אחר מהירות העלמות מגיבים (או הופעת תוצרים) מן ההיבט המאקרוסקופי והמיקרוסקופי. מהירות, קצב או שיעור תגובה ( $Rate$ ). שיעור תגובה התחלתי. השפעת הריכוז, הלחץ והטמפרטורה על שיעור תגובה. סדר תגובה, זמן מחצית החיים של תגובה. קשר מתמטי בין ריכוז המגיבים וזמן, ביטויים דיפרנציאליים ואינטגרליים. טיפול גרפי למציאת קבוע התגובה. תורת ההתנגשויות, שימוש במושג התפלגות מהירויות, אנרגיית שפעול (אקטיבציה) ועקרון הפעולה של קטליזטורים ואנזימים. משוואת ארהניוס ותלות קבוע התגובה בטמפרטורה. מנגנוני תגובה - שלב אלמנטרי מולקולריות וגוף ביניים.

שבוע 14 חמצון חיזור ואלקטרוכימיה מספר חמצון והמערכה המחזורית, תגובות חמצון וחיזור. תגובות חצי תא. אנרגיה חופשית ותגובות חמצון חיזור. תאים אלקטרוכימיים. תגובות חמצון חיזור ספונטניות ומאולצות. תגובות מצומדות. קשר בין תגובות אלקטרוכימיות ואנרגיה חופשית. אלקטרונים, זרם חשמלי ופוטנציאל חשמלי. אלקטרוליזה, שווי משקל בתגובות חמצון חיזור. תאי ריכוז ומשוואת נרנסט.

חומר חובה לקריאה:

חומר לקריאה נוספת:

-General Chemistry 9th edn., R.H. Petrucci, W.S. Harwood and F.G. Herring. Prentice Hall, New Jersey 2007.  
-General Chemistry 8th edn. D.D Ebbing, S.D Gammon. Houghton Mifflin Company. New York.

- כימיה כללית, פ. אטקינס, ל. ג'ונס, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה, 2006.
- עקרונות הכימיה חלקים א' ו-ב', עמנואל מנזרולה הוצאת קווים חברה לפירסום בע"מ.

---

הערכת הקורס - הרכב הציון הסופי :

מבחן מסכם בכתב/בחינה בעל פה 70 %  
הרצאה 0 %  
השתתפות 0 %  
הגשת עבודה 0 %  
הגשת תרגילים 0 %  
הגשת דו"חות 0 %  
פרויקט מחקר 0 %  
בחנים 30 %  
אחר 0 %

מידע נוסף / הערות:

- בשבוע שביעי של הסמסטר יתקיים בוחן אמצע.
- בוחן אמצע הינו רשות (30% מגן לציון הסופי-מותנה במעבר בחינה סופית)