



המרצה הטובה – רטרוספקטיבה אישית

ד"ר ענבל צרפתי-ברעד

Inbaltsa@bgu.ac.il

היחידה לקידום איכות ההוראה והלמידה

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

מי אני?



- תואר ראשון, שני ושלישי בהנדסת ביוטכנולוגיה.
- 15 שנות נסיון כמתרגלת וכמרצה
 - באוניברסיטת בן גוריון
 - מכללת סמי שמעון
 - באופן פרטי
- תחומי הוראה
 - כימיה
 - הנדסה כימית/ הנדסת ביוטכנולוגיה
- יועצת פדגוגית ומובילת חדשנות בהוראה
 - יחידה לקידום איכות ההוראה והלמידה, אוניברסיטת בן גוריון בנגב

מה הופך מרצה טובה למרצה טובה*?

*המצגת נכתבת לפעמים בלשון זכר ולפעמים בלשון נקבה לשם גיוון.
כך או כך, הכוונה היא לכלל המגדרים

אקסיומה #1 – אף פעם אי אפשר להשפיע על כל הסטודנטים



▪ המשימה שלנו –

הסטה של שיווי המשקל

– השפעה על כמה שיותר סטודנטים
באופן אישי

– השפעה על הדינמיקה בכיתה

אקסיומה #2 – הרצאה בכיתה היא לא כמו הרצאה בכנס

▪ הרצאה בכנס –

– מטרה - לסקרן

– "כדאי לכם להשאר איתי, תרוויחו!"

– האתגר - **שעמום**

▪ הרצאה בכיתה

– מטרה – לייצר תהליכי למידה

– "אם תשארו איתי, אתמוך בכם במסע לנקודת הסיום"

– האתגר - **תסכול**

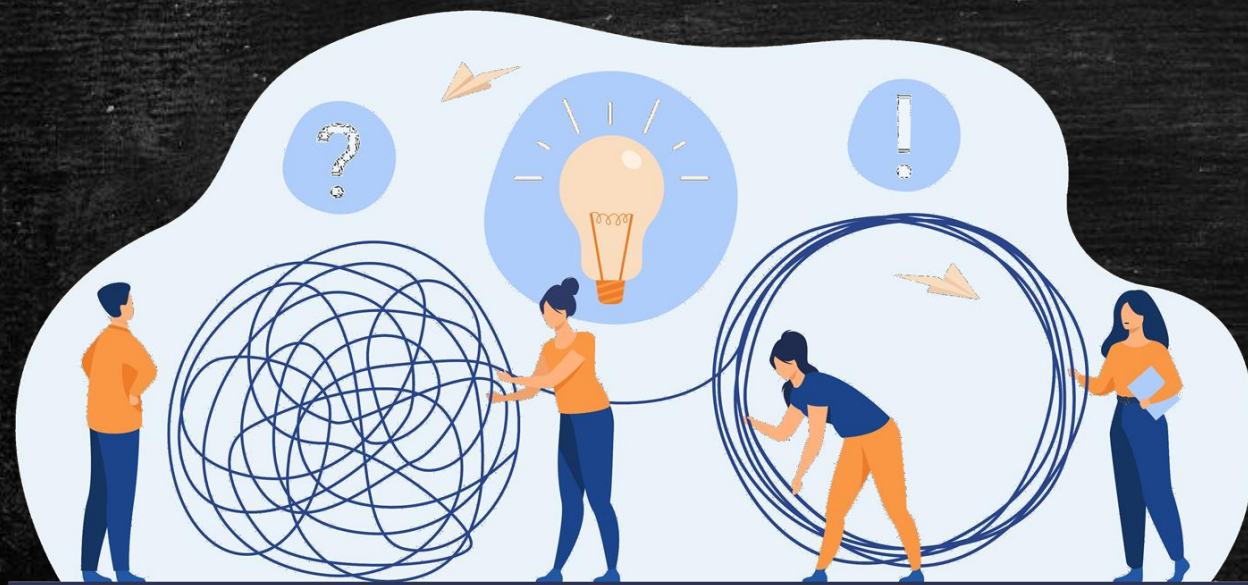


*מבנה המצגת הזו גם לא באמת מתאים להוראה בכיתה

מה זה מרצה טוב?

- מרצה מועיל ויעיל מבחינה פדגוגית
 - הסטודנטים שבכיתה שלו מבינים יותר, ומצליחים יותר
 - הידע והמיומנויות שנרכשים בקורסים שלו נשארים לאורך זמן
- האם וכיצד זה מתבטא בסקרי הוראה?
 - שאלה לפעם אחרת...
- כל אחד הוא שונה
 - מצחיק/רציני
 - קשוח/קליל
 - סחבק/דיסטנס
 - בעל ציפיות גבוהות/נמוכות
- וגם מבחינה טכנית
 - לוח/מצגת
 - כיתה גדולה/כיתה קטנה
 - פנים אל פנים/בזום
- אז מה המכנה המשותף?

שני העקרונות הבסיסיים להרצאה אוניברסיטאית טובה



שאלות על שאלות



מבנה ("סדר")

האם זה מסודר?

האם זה מסודר?

אני מאוד מקפידה על הסדר, למה אומרים שאני לא מסודרת?

של האנזים

$$[E_0] = [E]_a + [E]_i = [E]_a(1 + K_d)$$

$$\Rightarrow [E]_a = \frac{[E_0]}{1 + K_d}$$

האנזים נמצא ביחס הפוך ל K_d תלוי בטמפרטורה?

$$-\Delta G_d^0 = RT \ln K_d \Rightarrow K_d = \exp\left(\frac{\Delta G_d^0}{RT}\right) = \frac{1}{\exp\left(\frac{\Delta G_d^0}{RT}\right)}$$

בנוסף, אנו זוכרים מתרמודינמיקה כי קיים קשר בין האנרגיה החופשית של גיבס לאנטלפיה והאנטרופיה

$$\Delta G_d^0 = \Delta H_d^0 - T\Delta S_d$$

אנו יודעים מעולם הקינטיקה כי משקל מושפעים מטמפרטורה מהטמפרטורה.

בנוסף רק אנו יודעים על K_d

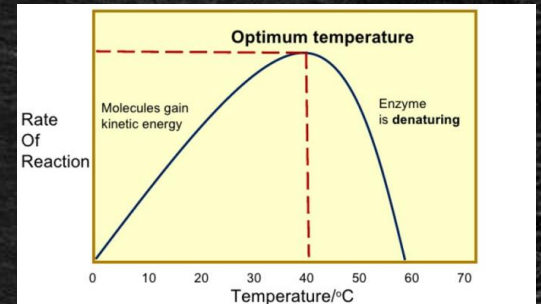
$$[E_0] = [E]_a + [E]_i = [E]_a(1 + K_d)$$

$$V = \frac{k_{cat}}{K_M} [E]_a [S]$$

מי האנזים הפעיל K_d קבוע ש"מ

$$\Rightarrow K_d = \frac{[E]_i}{[E]}$$

אנזימים מושפעים מטמפרטורה. הגרף הבא התקבל מניסויים ומציג את הטמפרטורה המקסימלית לפעילות האנזים.



מטרה - להבין גורם לגרף להראות בצורה כזו, ולמדל אותו (לבנות פונקציה אשר תראה את השפעת הגורמים השונים על הפעילות

נסתכל על פעילות האנזים בו סובסטרט נמוכים.

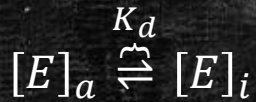
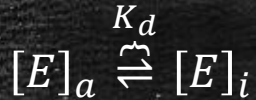
$$V = \frac{k_{cat}}{K_M} [E_0][S]$$

סדר מול מבנה

3.2 מודל תרמודינמי

על מנת למצוא את ריכוז האנזים הפעיל, נשתמש בשיווי משקל תרמודינמי -

אנו יודעים כי יש שיווי משקל בין האנזים הפעיל לאנזים שאינו פעיל. נגדיר את קבוע ש"מ K_d



$$\Rightarrow K_d = \frac{[E]_i}{[E]_a} \Rightarrow K_d[E]_a = [E]_i$$

נציב במאזן החומר של האנזים

$$[E_0] = [E]_a + [E]_i = [E]_a + K_d[E]_a$$

$$\Rightarrow [E]_a = \frac{[E_0]}{1 + K_d}$$

ואנו רואים כי ריכוז האנזים נמצא ביחס הפוך ל K_d . אך כיצד K_d תלוי בטמפרטורה?

...

3.1 קינטיקה של אנזימים

נסתכל על פעילות האנזים בריכוזי סובסטרט נמוכים.

$$V = \frac{k_{cat}}{K_M} [E_0][S]$$

אנו יודעים מעולם הקינטיקה כי קבועי מהירות ושיווי משקל מושפעים מטמפרטורה על כן $\frac{k_{cat}}{K_M}$

יושפעו מהטמפרטורה.

בנוסף רק אנזים פעיל ישפיע על הקצב כאשר

$$[E_0] = [E]_{activated} + [E]_{inactivated} = [E]_a + [E]_i$$

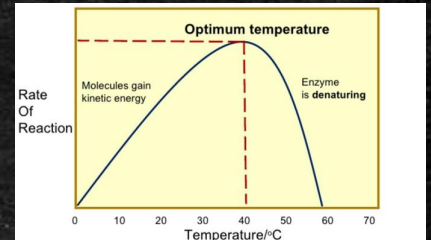
$$V = \frac{k_{cat}}{K_M} [E]_a [S]$$

גורמים המשפיעים על פעילות

אנזימטית-

3. השפעת טמפרטורה

הגרף הבא התקבל מניסויים ומציג את הטמפרטורה המקסימלית לפעילות האנזים.



מטרה - להבין גורם לגרף להראות

בצורה כזו, ולמדל אותו. לשם כך

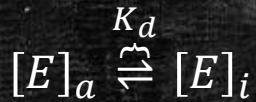
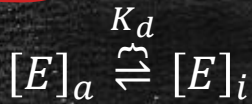
נשתמש במספר תיאוריות:

1. קינטיקה של אנזימים
2. המודל התרמודינמי המתאר דהאקטיבציה של חלבון
3. קינטיקה של תגובות כימיות -

מבנה

3.2 מודל תרמודינמי

היררכיה ברורה,
חלוקה למקטעים



$$\Rightarrow K_d = \frac{[E]_i}{[E]_a} \Rightarrow K_d[E]_a = [E]_i$$

נציב במאזן החומר של האנזים

$$[E_0] = [E]_a + [E]_i = [E]_a + K_d[E]_a$$

$$\Rightarrow [E]_a = \frac{[E_0]}{1 + K_d}$$

ואנו רואים כי ריכוז האנזים נמצא ביחס הפוך ל K_d . אך כיצד K_d תלוי בטמפרטורה?

...

3.1 קינטיקה של אנזימים

נסתכל על פעילות האנזים בריכוזי סובסטרט נמוכים.

$$V = \frac{k_{cat}}{K_M} [E_0][S]$$

ממולקולת מעולם הקינטיקה כי קבועי מהירות

קל מושפעים מטמפרטורה על כן $\frac{k_{cat}}{K_M}$

יושפעו מהטמפרטורה.

בנוסף רק אנזים פעיל ישפיע על הקצב כאשר

$$[E_0] = [E]_{activated} + [E]_{inactivated} = [E]_a + [E]_i$$

$$V = \frac{k_{cat}}{K_M} [E]_a [S]$$

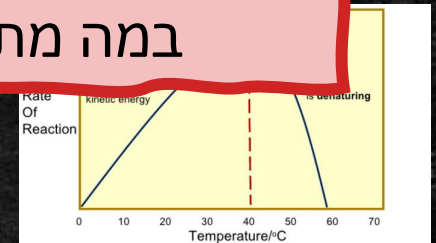
מיפוי קדימה – על מה אנחנו הולכים לדבר?

גורמים המשפיעים על פעילות אנזימטית-

3. השפעת טמפרטורה

הקשר –

על מה אנחנו מדברים?
במה מתמקדים?



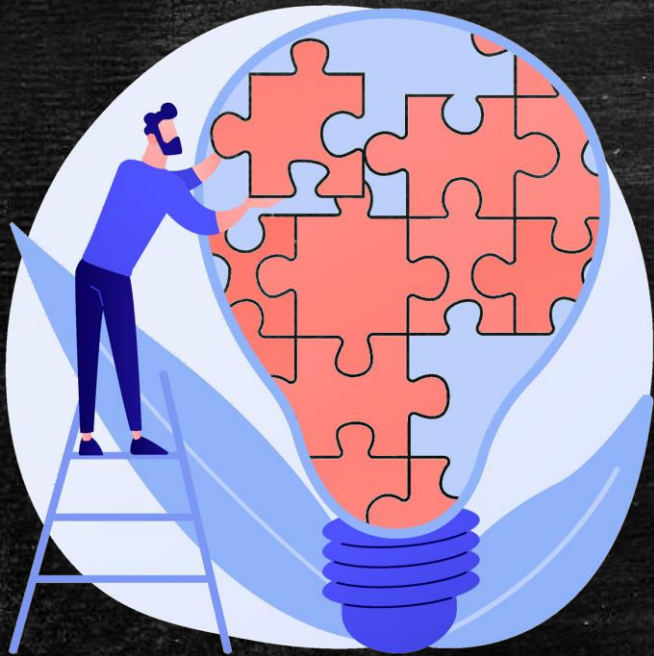
מטרה - להבין גורם לגרף להראות

בצורה כזו, ולמדל אותו. לשם כך

נשתמש במספר תיאוריות:

1. קינטיקה של אנזימים
2. המודל התרמודינמי המתאר
- דהאקטיבציה של חלבון
3. קינטיקה של תגובות כימיות -

בשביל מה?



- "עושה סדר" במושגים
 - בנייה של זכרון, תמיכה בתהליכי אחסון ושליפה.
- חשוב במיוחד בהרצאות ארוכות
 - ביסוס מושגים בשעה הראשונה כדי שיהיה יותר קל לחזור אליהם בשעה השלישית.
- המהדרין יתנו הקשר גם מחוץ לגבולות הקורס הספציפי
 - איך מה שלמדנו עכשיו מתחבר למה שלמדתם בשנה א'?
 - את זה כדאי לזכור – תשתמשו בזה בשנה ג'
 - זכרים שלמדתם עם פרופ' סתונית על....?

אז איך מתחילים?

קורס מבוא לכימיה

1: מושגי יסוד

חומרים ותכונותיהם. המרכיבים הבסיסיים של החומר: אטומים, מולקולות ויונים. מיון החומר: יסודות, תרכובות ותערובות. תערובות הטרוגניות והומוגניות. התורה האטומית של דלטון, חוק שמור החומר והאנרגיה. מספר אטומי, משקל אטומי, מספר אבוגדרו ומושג המול. מולקולות וסימון. משקל מולקולארי. נוסחאות כימיות, משוואות כימיות, איזון משוואות כימיות. גורם מגביל וניצולת תגובות כימיות.

2: מבנה האטום

המבנה הבסיסי של האטום. המודל הגרעיני של האטום, איזוטופים, גרעין האטום. תורת הקוואנטים. ספקטרום אלקטרומגנטי. טבעו הכפול של האור - נוסחת דה-ברוגלי. ספקטרום פליטה של מימן. אטום המימן לפי בור. מכניקת הגלים ואטומים - משוואות שרודינגר. מספרי הקוואנטום. מערכים אלקטרוניים. האיסור של פאולי. עקרון aufbau. כללי הונד. אורביטלים אטומים.

▪ מתחילים בהתחלה

– האם אני יודעת מה המבנה?

– איך נראה הסילבוס?

▪ איך יוצרים מבנה?

▪ סילבוס – שתי רמות

▪ דפי הרצאות/סיכומי שיעור –

לרוב רמה נוספת, לפעמים יותר

מבנה - אז מה עושים בתכלס?

▪ לפני השיעור

- רשימת נושאים מפורטת
- חלוקה להיררכיות ברורות
- תמיכה ויזואלית במצגת/לוח.

▪ מתי עברנו בין תתי-נושאים,
ומתי עברנו לנושא חדש לחלוטין?

▪ **מעברים שונים – סימון שונה.**

▪ בזמן השיעור

▪ תחילת כל שיעור

- תזכורת איך הגענו לפה
- תחת איזו כותרת אנו נמצאים כרגע?
איזו תת-כותרת?

▪ תחילת נושא חדש

- מיפוי – מה אנחנו צפויים לעשות בזמן הקרוב?
- מה המטרה?

▪ מעברים - על מה אנחנו מדברים עכשיו?

- תיאוריה/הוכחה/ תרגיל לדוגמה (פתרון
מלא/בדילוגים)...

- שינויי נושא עקב שאלות מהכיתה

▪ בסוף נושא

- סיכום וחיבור לנושא הבא.

שני העקרונות הבסיסיים להרצאה אוניברסיטאית טובה

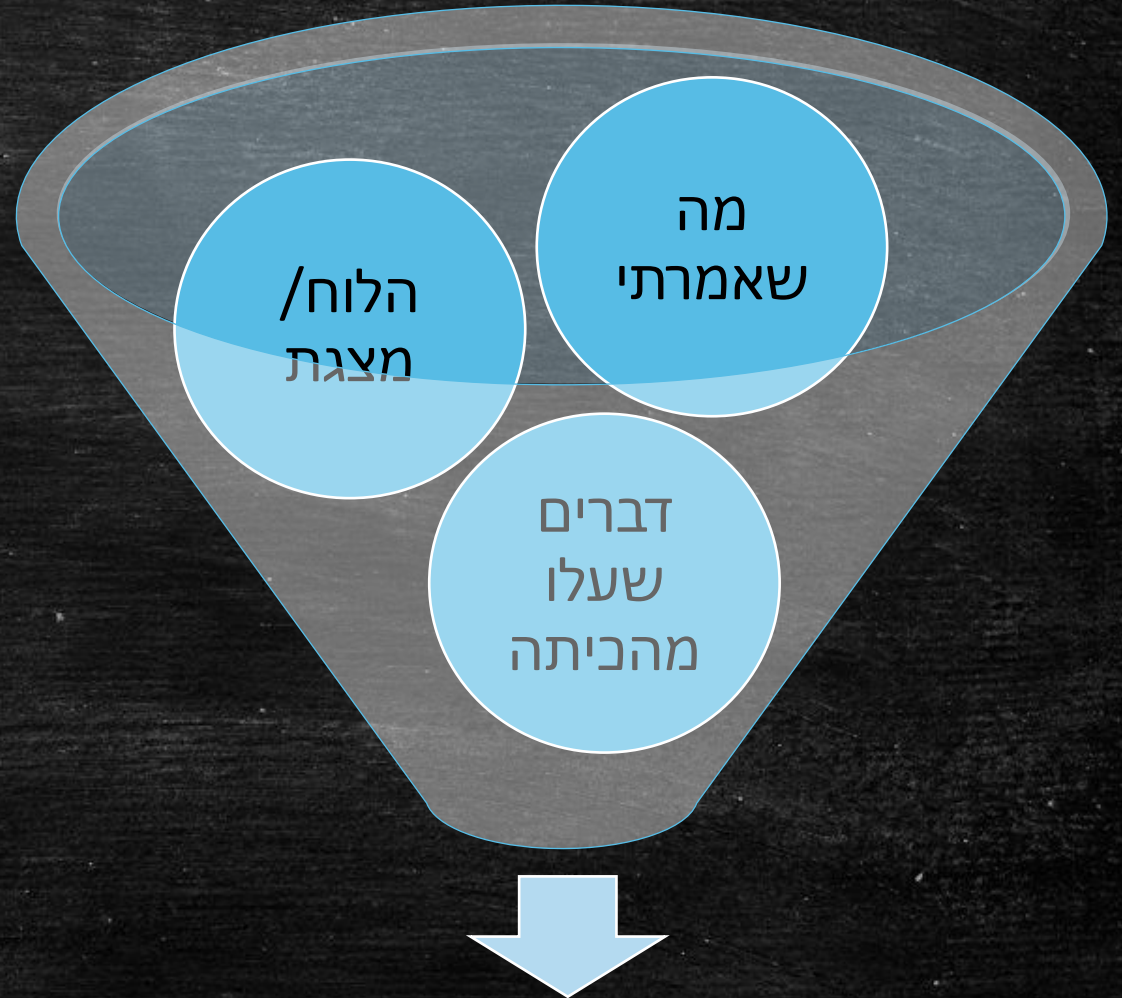


שאלות על שאלות



מבנה (ולא רק סדר!)

שאלת השאלות



איך אנחנו יודעים מה נקלט?

בעזרת השאלות!

מה הסטודנטית קלטה?

שאלות?

שאלות?

שאלות?

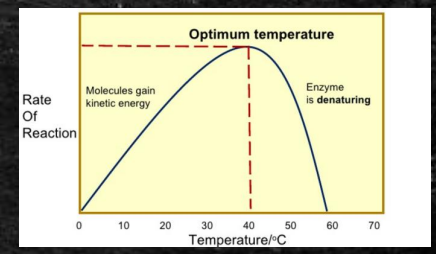
על האנזים השתמש בשיווי משקל תרמודינמי -
 אנו יודעים כי יש שיווי משקל בין
 לאנזים שאינו פעיל, נגדיר את $[E]_i$
 K_d
 $[E]_a$
 $\Rightarrow \frac{i}{a} \Rightarrow K_d[E]_a = [E]_i$
 נציב במאזן החומר של האנזים
 $[E]_i = [E]_a + K_d[E]_a$
 $\Rightarrow \frac{[E]_i}{1 + K_d}$
 ואנו רואים כי ריכוז האנזים נמצא חסר
 K_d . אך כיצד K_d תלוי בטמפרטורה
 ...

3.1 השל א נסתנו פעילות נמוכים
 $V = \frac{k_{cat}}{K_M} [E]$
 $\frac{k_{cat}}{K_M}$
 פעיל ישפיע על בנוס
 $activated + [E]$
 נתל המ

גורמים המשפיעים על פעילות אנזימטית-

3. השפעת טמפרטורה

הגרף הבא התקבל מניסויים ומציג את הטמפרטורה המקסימלית לפעילות האנזים.



- מטרה - להבין גורם לגרף להראות בצורה כזו, ולמדל אותו. לשם כך נשתמש במספר תיאוריות:
1. קינטיקה של אנזימים
 2. המודל התרמודינמי המתאר דהאקטיבציה של חלבון
 3. קינטיקה של תגובות כימיות.

מה צריך כדי לנסח שאלה?

לא הבנתי

להבין איפה
הפער בידע

זמן לעכל

להבין שלא
מבינים

להצליח לנסח
שאלה ברורה



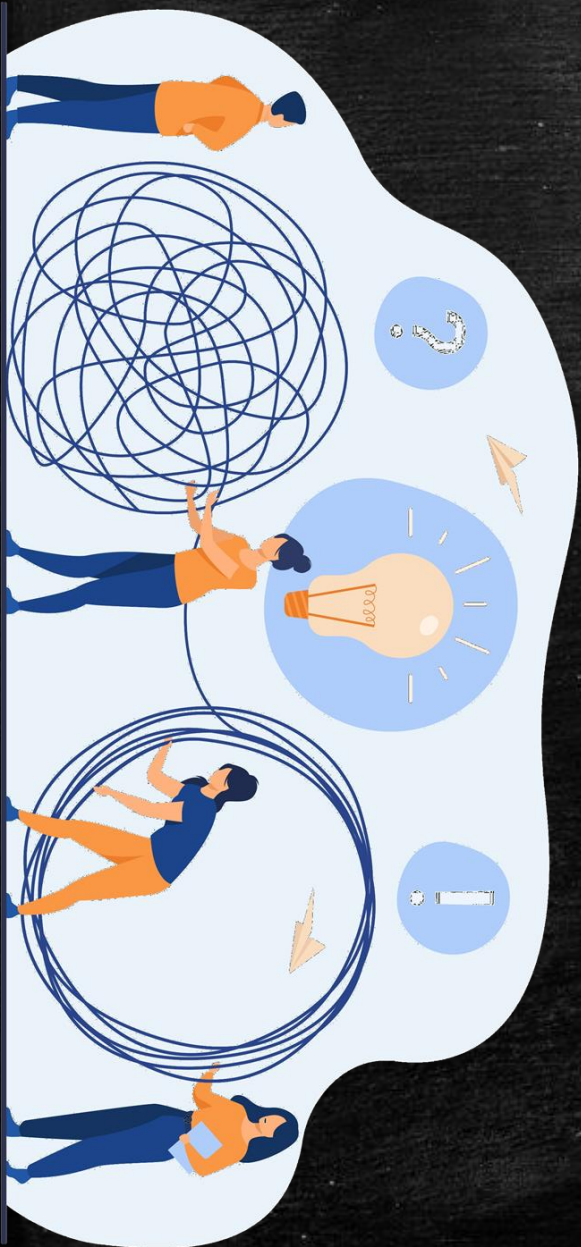
המרצים הטובים דואגים להמציא את השאלות בעצמם!



אבל מה זה עוזר אם
אותם שלושה
סטודנטים עונים כל
הזמן?



מה מטרת השאלות שאנחנו שואלים?



- עצירה בשטף הדיבור, זמן לעיבוד
- מתן תזכורת - למידה היא תהליך אקטיבי

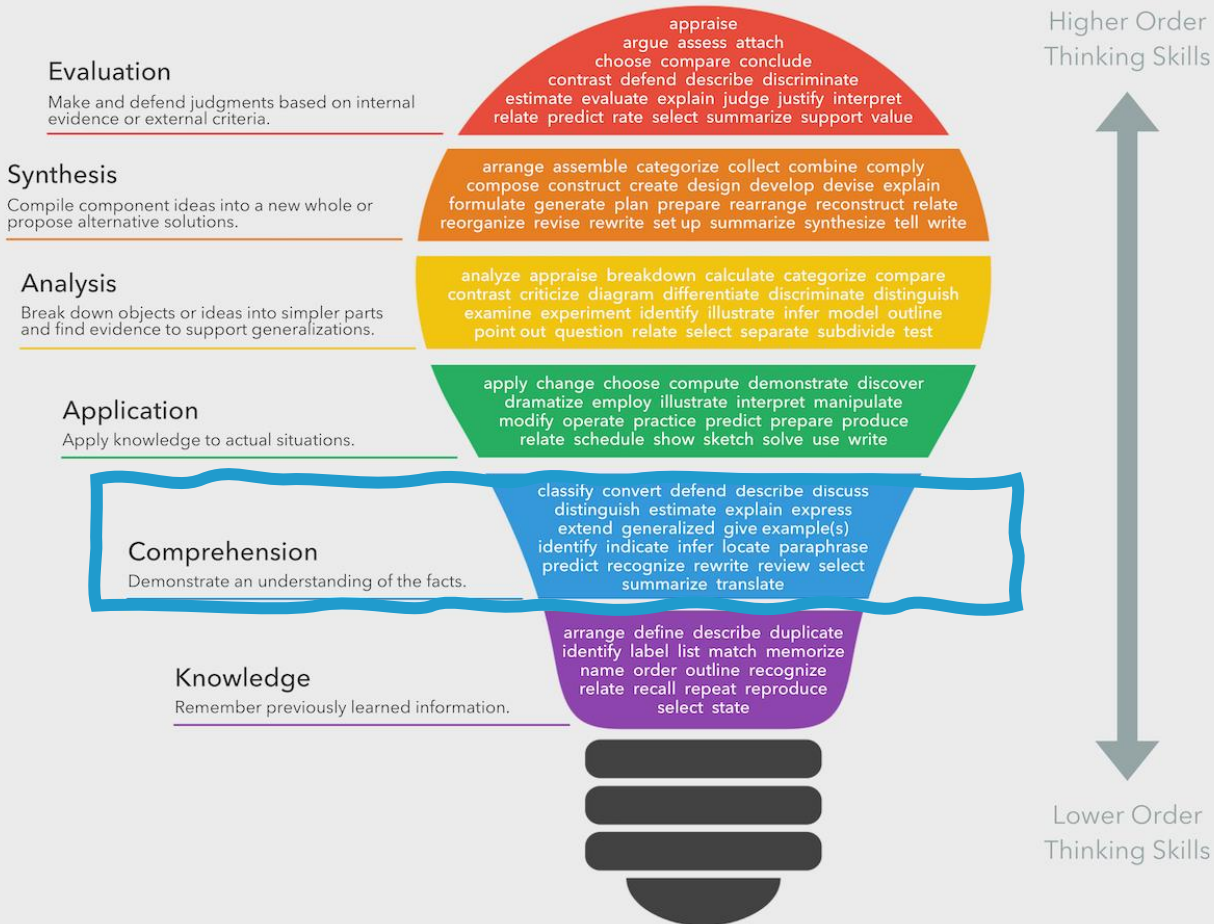
- ניסוח השאלה = תיאום ציפיות
- מה אני כסטודנטית צריכה לעשות עם המידע הזה?

- מדד אישי לסטודנטית
- האם התשובה שלי תואמת לתשובה שעלתה בכיתה?
- האם הבנתי מה שהייתי צריכה להבין?

- וגם מדד עבורי כמרצה
- מה יושבי הכיתה הבינו עד עכשיו?
- האם אפשר להתקדם או שצריך לחזור?

שאלת השאלות- האם הסטודנטים הבינו?

Bloom's Taxonomy Verbs



■ "אני לא רוצה שהסטודנטים סתם ישנו, אני רוצה שהסטודנטים יבינו!"

- למה אנחנו מתכוונים כשאנחנו אומרים הבנה?
- האם הבנה זו רמה מספקת מבחינה אקדמית?

מה אנחנו רוצים שהסטודנטיות ידעו לעשות בסוף תהליך הלמידה שהם לא ידעו לעשות בתחילתו?

- נשתמש בשאלה על מנת להדגים מימוש/ניתוח אפשרי

אז איך השאלות עוזרות לנו בהוראה?

■ בלבול בין מושגים מוגדרים

❖ סטטיסטיקה – בלבול בין סטיית תקן ל Standard error of the mean.

✗ האם ההבדל בין סטיית תקן ל SEM ברור?
✓ מה יקרה לערך של סטיית התקן/SEM ככל שנדגום יותר ערכים?

■ שבירת מיסקונספציות

❖ ביולוגיה – "גן דומיננטי נפוץ באוכלוסיה"
✗ האם ההבדל בין דומיננטיות ותפוצה ברור?
✓ מהו סוג הדם הכי נפוץ באוכלוסיה? (O+)
✓ האם סוג דם O הוא דומיננטי או רצסיבי?

■ מימוש עקרונות

❖ הנדסה (מעבר חום) - תכנון תהליכי חימום
✗ האם ההבדל בין מערכות שונות הכוללות הולכה והסעה ברור?
✓ למה עוגות אופים ללא טורבו ועוגיות עם טורבו? אם תרצו לאפות פיצה, תאפו אותה עם או בלי טורבו?

■ תיקון טעויות נפוצות

❖ מדעי המחשב – סיבוכיות של מיון/חיפוש
✗ האם זה ברור מתי כדאי למיין מערך?
✓ אם אנחנו משתמשים במידע במערך באופן חד פעמי, האם כדאי למיין אותו? למה?

אז מה מטרת השאלה?

איך העובדה שלא כל האנזים פעיל תשפיע על משוואת המהירות?

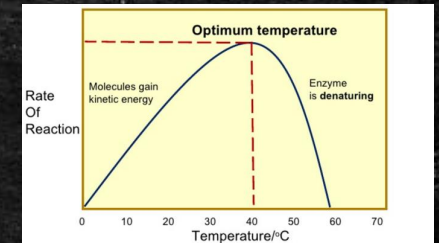
מי רוצה להזכיר על אילו גורמים דיברנו עד עכשיו?

מה הפרמטר שיגדיר לנו את היחס בין האנזים הפעיל לאנזים הלא פעיל?

גורמים המשפיעים על פעילות אנזימטית-

3. השפעת טמפרטורה

הגרף הבא התקבל מניסויים ומצג הטמפרטורה המקסימלית לפעילות האנזים.



מטרה - להבין גורם לגרף להראות בצורה כזו, ולמדל אותו. לשם כך נשתמש במספר תיאוריות:

1. קינטיקה של אנזימים
2. המודל התרמודינמי המתאם דהאקטיבציה של חלבון
3. קינטיקה של תגובות כימיות

תרמודינמית
מציאות
תרמודינמית
שיש שיווי משקל בין האנזים הפעיל
פעיל. נגדיר את K_d
 K_d
 $[E]_i$
 K_d
 $[E]_a$
 K_d
החומר
+ $K_d[L]$
איים כי ריכוז
כיצד K_d תל

רק אנזים פעיל ישפיע על הקינטיקה
עו מהטמפרטורה.
רק אנזים פעיל ישפיע על הקינטיקה
 $[E] = [E]_{activated} + [E]_{inactive}$
 $= [E]_a + [E]_i$
קו את משוואת המהירות
 $V = \frac{k_{cat}}{K_M} [E]_a [S]$

החומר
+ $K_d[L]$
איים כי ריכוז
כיצד K_d תל

אז מה הופך מרצה למרצה טוב?



"סט כללים" לשיפוץ – האם המערך שלכם עונה על השאלות הבאות?

1. נתינת הקשר



"סט כללים" לשיפוץ – האם המערך שלכם עונה על השאלות הבאות?

2. זיהוי נקודות תורפה

איפה אנחנו מצפים לקושי בהבנה?

- שאלות הדורשות עיבוד מחדש של הידע

איפה יש מיסקונספציות או ידע שביר?

- שאלות אשר אנו צופים שהתשובה אליהם תהיה שגויה (שאלות מפוצצות בועה)

איפה יש לנו מושג מופשט מאוד, חישוב מורכב עם הרבה משתנים, וכו'...?

- ניסוח התהליך המחשבתי באמצעות שאלות

"סט כללים" לשיפוץ – האם המערך שלכם עונה על השאלות הבאות?

3. הגדרת מיומנויות/תפוקות

– להבין זה לא מספיק

– שאלות מכוונות לניתוח ומימוש ראשונים

מה הסטודנטים אמורים לעשות בסוף
השיעור שלא ידעו איך לעשות בתחילתו?



אז מה הופך מרצה למרצה טובה?



שאלות הבנה ויישום הן
חלק בלתי נפרד מהמערך



מבנה והיררכיה
בעל פה ובכתב

תודה על ההקשבה!