



על מוסחות ותחושת מסוגלות -
ניהול העומס הקוגניטיבי
בהוראה פרונטלית

ענבל צרפתי-ברעד

היחידה לקידום איכות ההוראה והלמידה

אוניברסיטת בן גוריון בנגב

איפה הראש שלך היום?



האמת?
הראש במקום אחר,
אבל מקווה
להסחת דעת

חצי כח,
אבל מקווה
שיהיה בסדר

כאן,
מקווה ללמוד
משהו חדש

השתמשו בכלי האנוטציה וציירו כוכב/לב באזור שמייצג אתכם ואתכן

הוראה בצל הטרומה



אתגרים בהוראה ובלמידה



הנוכחות גם
ככה בירידה

חומרי לימוד זמינים

הבנה עמוקה דורשת
יציאה מאזור הנוחות

החדשות ברקע,
מחשבות פנימיות

השנה יותר מתמיד –
הכי חשוב להגיע, הכי קל לוותר

תסכול, חוסר
הצלחה, מסוגלות

קשה להתרכז,
מוסחות תמידית

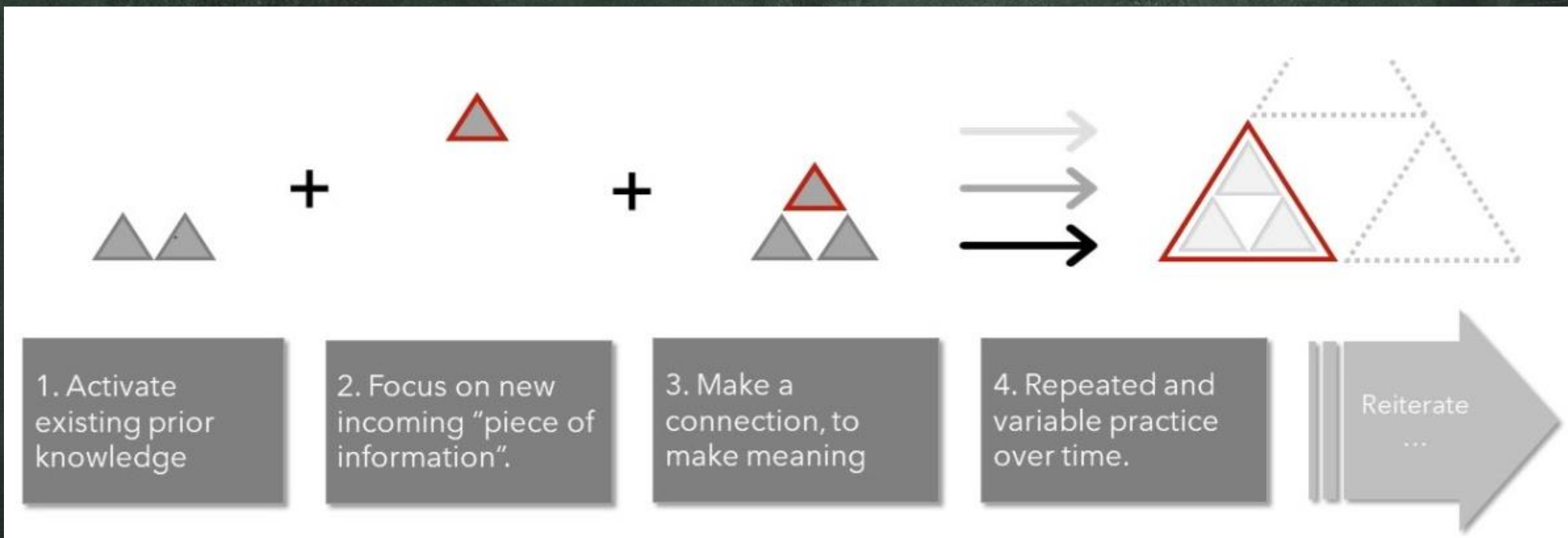
הערך המוסף של ההרצאה



עומס קוגניטיבי

וההבדלים הקטנים בין מתחילים ומתחילות למומחים ומומחות

כיצד מתבצעת למידה? מודל הפירמידה

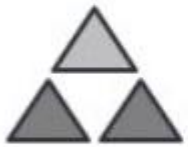


Furst, E. (2019) The Pyramid Model (blog).
<https://sites.google.com/view/efratfurst/pyramidmodel>

האתר של ד"ר אפרת פירסט, מכיל הסברים על תהליכי למידה – מומלץ מאוד לבקר!

שלבים בלמידה – מודל הפירמידה

NOVICE



A new concept is learned when new information is meaningfully connected to prior knowledge.

@EfratFurst

איך נאפיינ זכרון טוב?

Storage strength •

- האם הידע נמצא בזכרון?
- זיהוי

- נשאר קבוע יחסית
- ידע מוכר, אשליה של למידה

Retrieval Strength •

- האם אנחנו יכולים לשלוף אותו?
- שליפה

- דועך עם הזמן

תנאי הלמידה הנדרשים
לאחסון ידע רב
שונים מתנאי הלמידה
הנדרשים לשליפה!

הגדרה



גורמים לעומס



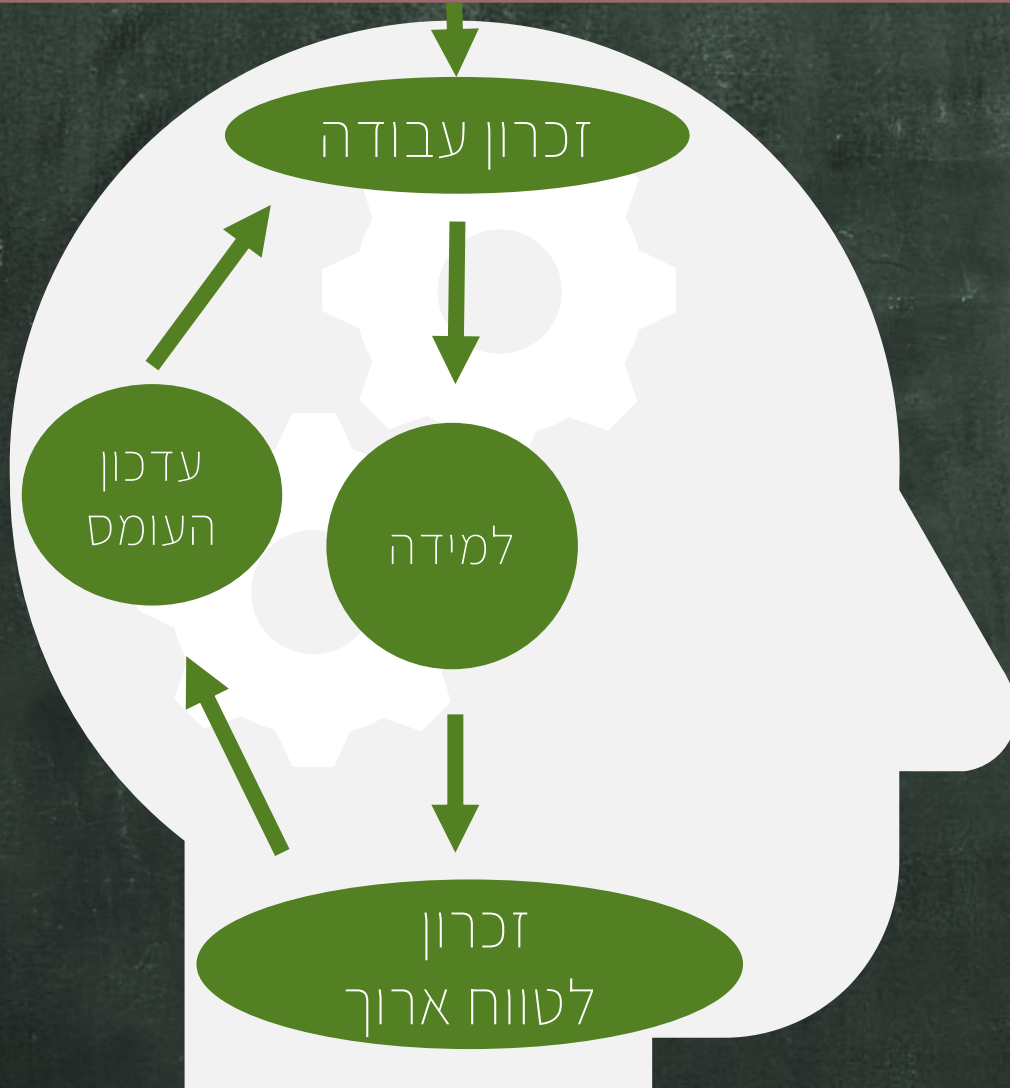
הורדת העומס



עומס קוגניטיבי

המח מסוגל לעבד כמויות קטנות של מידע חדש

עומס קוגניטיבי



- עומס הנוצר על זיכרון העבודה בזמן ביצוע משימת לימוד מסוימת

המח מסוגל לעבד כמויות גדולות של מידע מאוחסן

סוגי עומס קוגניטיבי



intrinsic cognitive load

complexity of new information

SIMPLIFY



עומס מובנה –
מורכבות המידע החדש.
אישי, תלוי בידע המוקדם.

extraneous cognitive load

distracts working memory from processing new information

REDUCE



עומס מיותר –
עיצוב לקוי של
חומרי ההוראה

germane cognitive load

deep processing of new information by integrating it with previous learning

MAXIMISE



עומס רלוונטי –
תהליכים בזכרון העבודה
המובילים לבניית סכמות
קוגניטיביות ואוטומציה של חשיבה

Thomas J. (2019), the Good the Bad and the (can be) Ugly: the Three Parts of Cognitive Load

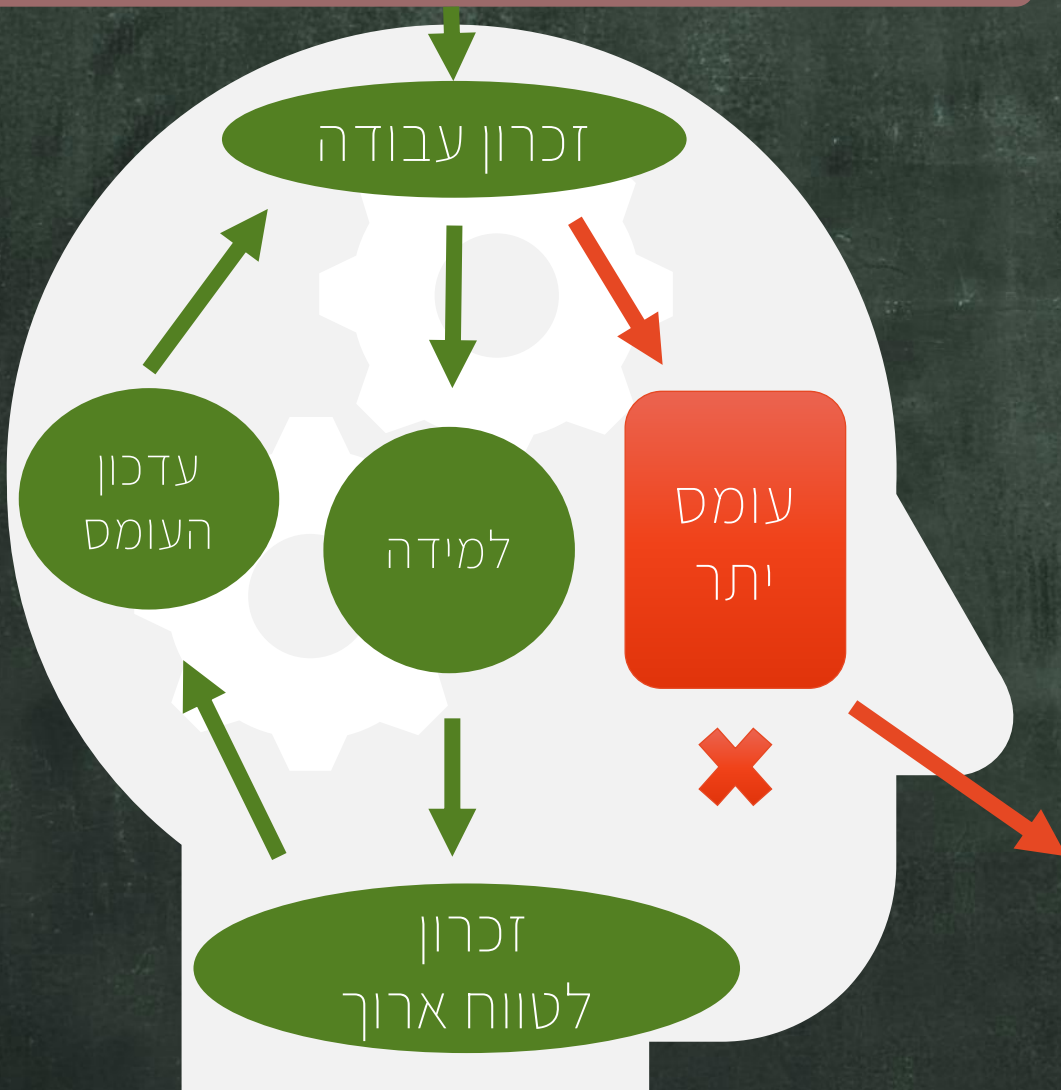
<https://mcdreamiemusings.com/blog/2019/10/15/the-good-the-bad-and-the-can-be-ugly-the-three-parts-of-cognitive-load>

המח מסוגל לעבד כמויות קטנות של מידע חדש

עומס קוגניטיבי



- עומס הנוצר על זיכרון העבודה בזמן ביצוע משימת לימוד מסוימת



$$\text{עומס קוגניטיבי} = \frac{\text{מורכבות המשימה}}{\text{משאבים זמינים}}$$

מוסחות
תסכול
תחושת כשלון

המח מסוגל לעבד כמויות גדולות של מידע מאוחסן



הגורמים לעומס הקוגניטיבי

ואיך אפשר להקל על הלמידה

הגורמים לעומס קוגניטיבי



עודף מידע
חדש

את פונה פה שמאלה, ממשיכה ישר עם הכביש המתעקל, עד שיש לך שוב פנייה שמאלה ואז מיד פנייה ימינה, ממשיכה ישר עד לצומת T ופונה בו שמאלה, ואז כשאת מגיעה לכיכר עם הפסל הלבן תפני ימינה, תמשיכי עם הכביש ואז כשאת מגיעה לכיכר תמשיכי בה ישר אבל תפני ימינה בפנייה שמיד אחרי הכיכר



איך מגיעים
לאוניברסיטה?

הגורמים לעומס קוגניטיבי



עודף מידע
חדש

את פונה פה שמאלה, ממשיכה ישר
עם הכביש המתעקל, עד שיש לך
שוב פנייה שמאלה ואז מיד פנייה
ימינה, ממשיכה ישר עד לצומת T
ופונה בו שמאלה, ואז כשאת מגיעה
לכיכר עם הפסל הלבן תפני ימינה,
תמשיכי עם הכביש ואז כשאת מגיעה
לכיכר תמשיכי בה ישר אבל תפני
ימינה בפנייה שמיד אחרי הכיכר

לדובר יש את
המפה בראש
ולכן הוא יכול
לעקוב אחר
ההסבר הארוך

מה אפשר לעשות?



עודף מידע
חדש

כיוון כללי דרום

איך מגיעים
לאוניברסיטה?

תפני פעמיים שמאלה ואז מיד ימינה כדי לצאת
מהשכונה, ותשאלי שם

את צריכה לצאת מהשכונה ואז להקיף את
אתר הבנייה.

כדי לצאת מהשכונה תפני פעמיים שמאלה
פעם אחת ימינה ואז שמאלה בצומת T.
ואז כדי להגיע לאוניברסיטה תפני ימינה בכיכר
הראשונה ואז שוב ימינה מיד אחרי הכיכר



הגורמים לעומס קוגניטיבי



מחסור
בידע
מוקדם
schema

מה צריך
לעשות בשביל
מים חמים?

ללחוץ על המתג
שבפינה



הגורמים לעומס קוגניטיבי



מחסור
בידע
מוקדם
schema

המים היו קפואים
למרות שלחצתי
על המתג!

כמה זמן חיכית
שיתחממו?

הייתי צריכה
לחכות?

הדובר מבין איך הדוד
בנוי ולכן ברור לו
שצריך* להמתין
שהמים יתחממו*



מה אפשר לעשות?

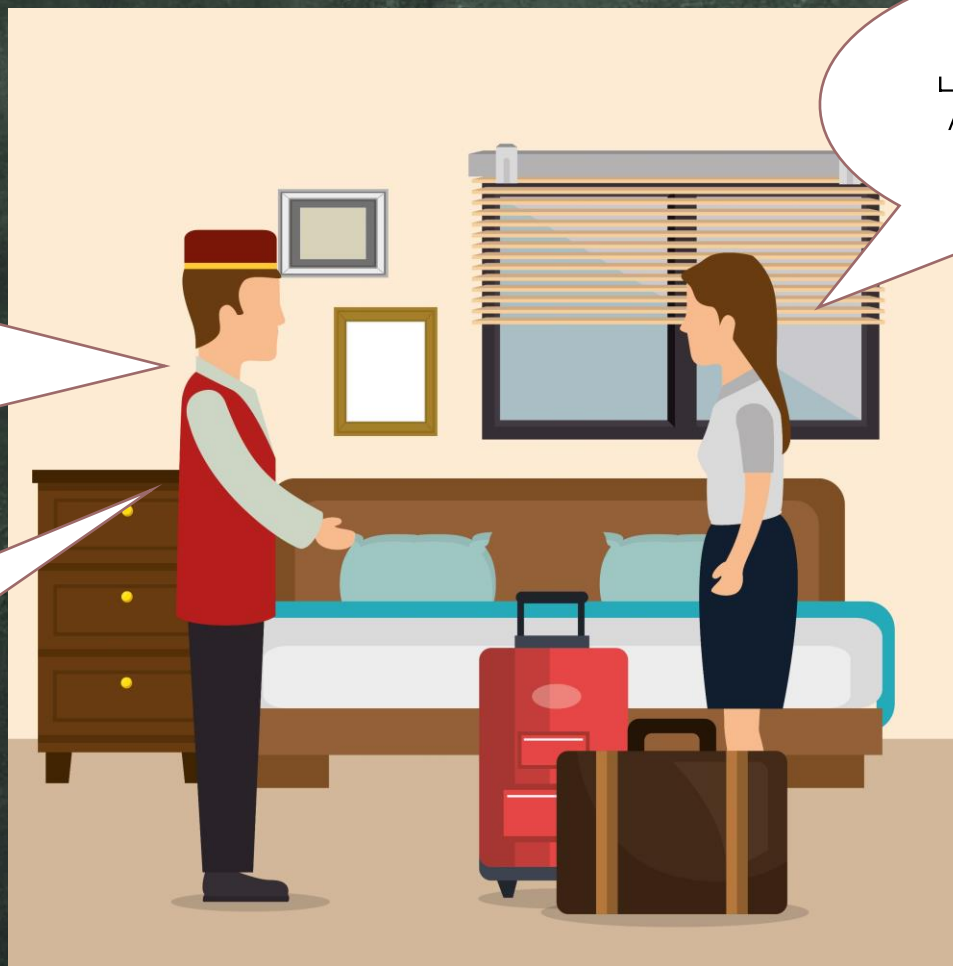


מחסור
בידע
מוקדם
schema

להפעיל את הדוד על ידי
לחיצה על המתג שבפינה
בערך שעה לפני שאת
רוצה להתקלח

את יודעת איך עובד דוד
חשמלי?
המתג של הדוד נמצא כאן

מה צריך
לעשות בשביל
מים חמים?



הגורמים לעומס קוגניטיבי



שפה
לא
מובנת

מי רוצה שניצל וצ'יפס?

אסקלופ
חזה עוף בפנקו
מלווה בתפוד
בטונט פריט
frit batonnet)
(*potato*

ונחזור לכיתה... הגורמים לעומס קוגניטיבי



מידע לא
רלוונטי

מחסור
בידע
מוקדם
schema

שפה לא
מובנת -
מינוחים
מקצועיים,
שפה שנייה,
מבטא

מידע
לא
מאורגן

עודף מידע
חדש



השפעת העומס הקוגניטיבי על הלמידה

$$\text{עומס קוגניטיבי} < \frac{\text{מורכבות המשימה}}{\text{משאבים זמינים}}$$

כאשר מורכבות המשימה גדולה מסך המשאבים הזמינים – לא תתכן למידה מעמיקה
מתבצעת למידה שטוחה בלבד

האם הם מבינות ומבינים?



• סמנים מהסטודנטים

- הנהון
- קולות הסכמה "אה-הא"
- כתיבה רציפה

• האם זה אומר בהכרח שהבינו?

• מה זה מסמל?

- מאמץ להחזיק את כל המידע אצלם
- "הצלחתי לעקוב אחרי המשפט שנאמר"
- למידה שטוחה

- אם שולחן העבודה עמוס מדי
- <- אין עיבוד של הפריטים
- <- לא מגיעים להבנה
- <- תסכול, פגיעה בתחושת מסוגלות

איך נדע שהם איתנו?



• למידה משמעותית תמיד תעלה שאלות

• פערים רגעיים שנוצרו

• נסיונות לחזות את המשך הסכמה

• תיקון מיסקונספציות

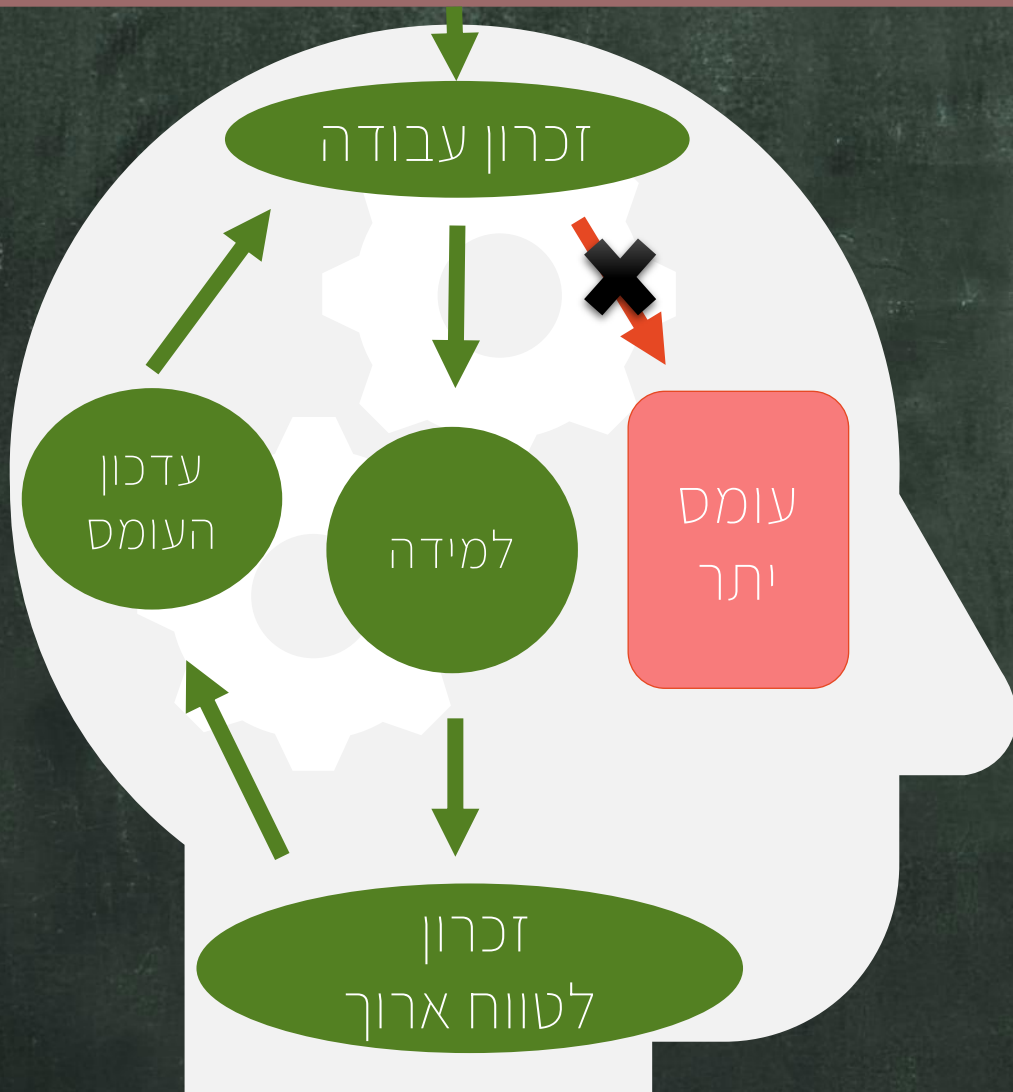


• הוראה יעילה תמיד תשאף לוודא הבנה

• שאלות המאפשרות להשתמש בידע שנצבר - שליפה

• תרגול השליפה מבסס את הסכמה ומאפשר לפנות חלק מהעומס

המח מסוגל לעבד כמויות קטנות של מידע חדש



המח מסוגל לעבד כמויות גדולות של מידע מאוחסן

אז מה עלינו לעשות?



- להתאים את המשימה למשאבים הזמינים

- הפניית עיקר המשאבים למורכבות אותה אנו מנסים לפצח יחד עם הלומדים והלומדות
- משימות מורכבות מדי – לפשט על ידי חלוקת המשימה לשלבים
- לצמצם ככל האפשר עומס הנובע מאופן הבנייה של חומרי הלימוד.

- הצלחה במשימה

- סקרנות, תחושת מסוגלות – מוטיבציה להמשיך

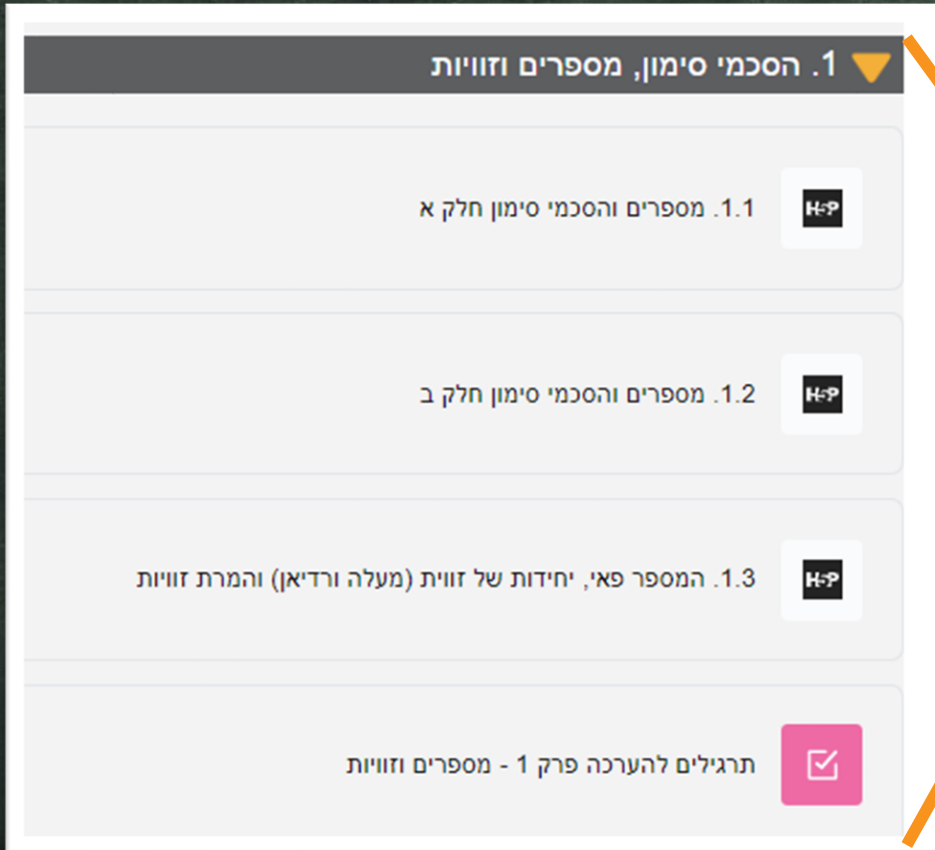
בניית
בסיס סכמה
בזכרון

לפני השיעור



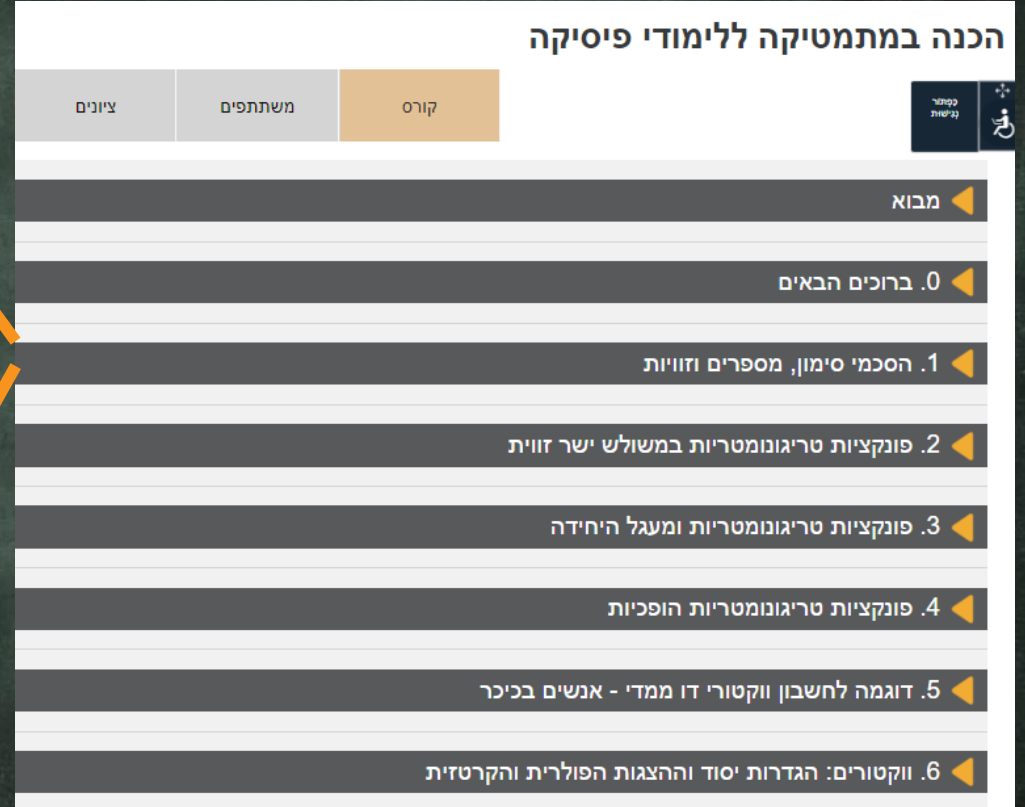
ארגון ההרצאה

- חלוקה היררכית של החומר
- "מפת דרכים" ויזואלית – ברמת הקורס, השיעור, וההסבר



1. הסכמי סימון, מספרים וזוויות

- 1.1 מספרים והסכמי סימון חלק א
- 1.2 מספרים והסכמי סימון חלק ב
- 1.3 המספר פאי, יחידות של זווית (מעלה ורדיאן) והמרת זוויות
- תרגילים להערכה פרק 1 - מספרים וזוויות








הכנה במתמטיקה ללימודי פיסיקה

ציונים	משתתפים	קורס
		מבוא
		0. ברוכים הבאים
		1. הסכמי סימון, מספרים וזוויות
		2. פונקציות טריגונומטריות במשולש ישר זווית
		3. פונקציות טריגונומטריות ומעגל היחידה
		4. פונקציות טריגונומטריות הופכיות
		5. דוגמה לחשבון ווקטורי דו ממדי - אנשים בכיכר
		6. ווקטורים: הגדרות יסוד וההצגות הפולרית והקרטיזית

מתוך אתר המודל של ד"ר יובל גנות וד"ר יובל שופן, קורס הכנה במתמטיקה ללימודי פיסיקה

חיבור לידע מוקדם

- נגדיר מראש ידע מוקדם ספציפי הנדרש לשיעור
- במידת הצורך - נפנה למקור מהימן להשלמת הידע

מצגות	
מצגת 00 - סילבוס	
מצגת 01 - מבוא לתהליכי הפרדה	
מצגת 02 - הרס תאים	
למי שרוצה להזכר בזרימה למינרית, טורבולנטית ומספר ריינולדס (מתחילת הסרטון עד דקה 5)	
מצגת 03 - סינון	

נושאי הקורס	חלק	ב
מבוא	פירוק תאים	פתרון אנליטי/אינט
סינון	הסרת מוצקים	זרימה - למינרית)
צנטריפוגה	הסרת מוצקים	כוחות המשפיעים מהירות טרמינליו
מיצוי	השבה ראשונית	פוטנציאל כימי בו
ספיחה	השבה ראשונית	משוואות ספיחה (מנטן). פונקצית f
כרומטוגרפיה	ניקוי	כוחות - פולאריות אינטראקציות היז הגדרה מתמטית

- כ-10 דקות של מידע חדש (ואפילו 5-7)
- 1-3 דקות של תרגול השליפה ווידוא הבנה
- -שאלות מתוכננות מראש – חלק ממערך השיעור.

תכנון הרצאה במקבצים

• הסבר על סטיית תקן ועל standard error of the mean (SEM)

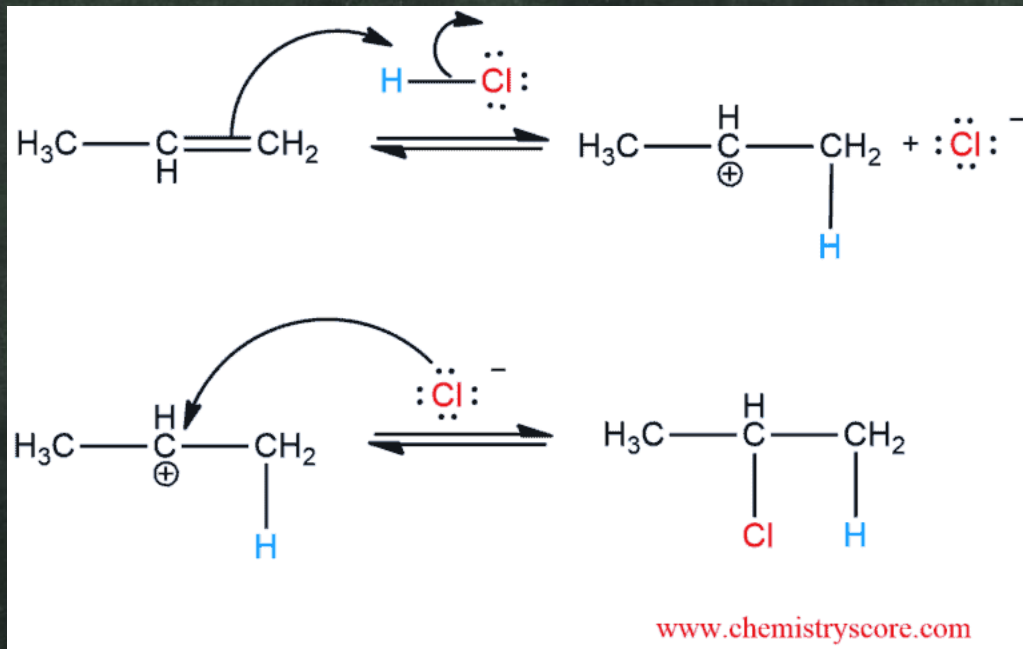
בניית ידע חדש

- איך נחשב את SEM? (תרגול שליפה)
- מה יקרה לערך של סטיית התקן/SEM ככל שנדגום יותר ערכים? (ווידוא הבנה)

שאלות לתרגול
שליפה והבנה

- מתחילים - הסברים במילים פשוטות, אח"כ חיבור לטרמינולוגיה
- מתקדמים - שימוש במינוחים מקצועיים (התבססות על סכימה קיימת)

הסברים



לאיזה פחמן יתחבר המימן המסופח?

לזה שיש לו יותר מימנים

כך שתוצר הביניים יתן את

הקרבוקטיון היציב ביותר

לפי כלל מרקובניקוב

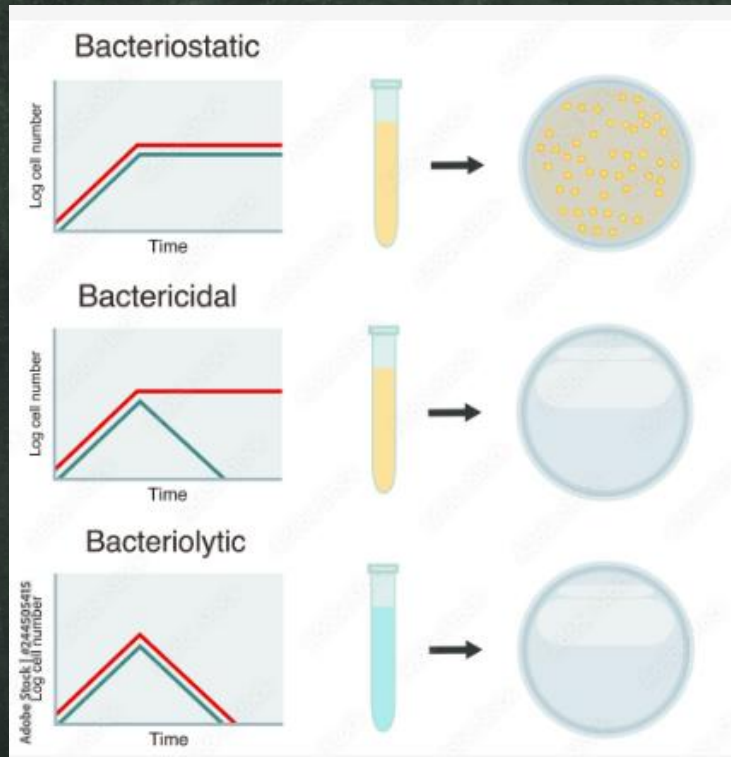
פרקטיקה

תיאוריה

טרמינולוגיה

- כאשר המטרה היא פיתוח ההבנה – לא להתבסס על זכרון
- לפרט את הידע הנדרש (על הלוח/מצגת וכו...)

מידע נגיש



לאחר שימוש באנטיביוטיקה
Novobiocin אנו רואים כי גודל
המושבות נשאר קבוע, אך עדיין יש
צריכה של ניוטריןטים.

מהו סוג האנטיביוטיקה?

סמיכות במרחב ובזמן

- תמונות ליד מינוחים
- שמות ליד המשתנים

משוואת שימור תנע

$$\sum F = \frac{\partial}{\partial t} \int_{C.V.} \rho u_i dV + \int_{C.S.} \rho u_i (u_i \cdot \hat{n}) dA$$

כוחות על המערכת

אינטגרל על הנפח

אינטגרל על פני השטח

F – כוחות על המערכת
C.V – אינטגרל על הנפח
C.S – אינטגרל על השטח

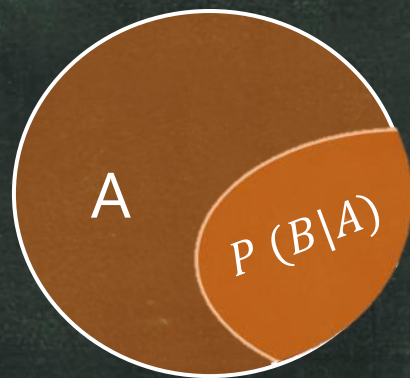
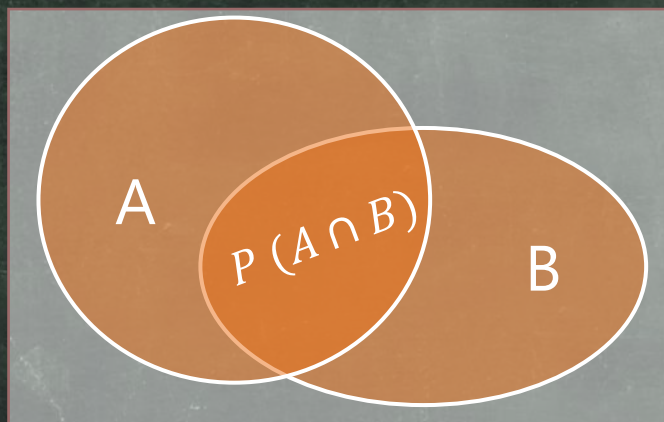
סמיכות
בזמן
ובמרחב

אז מה אנחנו יכולים ויכולות לעשות?



מולטימדיה

- שימוש במספר מדיות להמחשת רעיון יחיד
- מילים+תמונות.



חוק בייס

$$P(B|A) = \frac{P(A|B) * P(B)}{P(A)}$$

הסיכוי להתרחשות של B, בהנחה ש A אכן התקיים.

שליטה
בקצב
הלמידה

קצב

- לא מהיר מדי למניעת עומס
- לא איטי כדי שהמידע החדש לא ישכח תוך כדי התהליך

"פינוי" שולחן העבודה

- סיכומים רגעיים - נקודות עצירה
- תחילת הסבר חדש החל מהבסיס

ומה עם הסטודנטים והסטודנטיות?



- משימות מוגדרות (וקצרות...) ליצירת בסיס הסכימה
- הנחיות לחזרה על ידע מוקדם נדרש לפני השיעור

למידה מקדימה

- להדגים את חשיבות הבנת המושגים לצורך פתרון שאלות/בעיות.

דוגמאות מודרכות

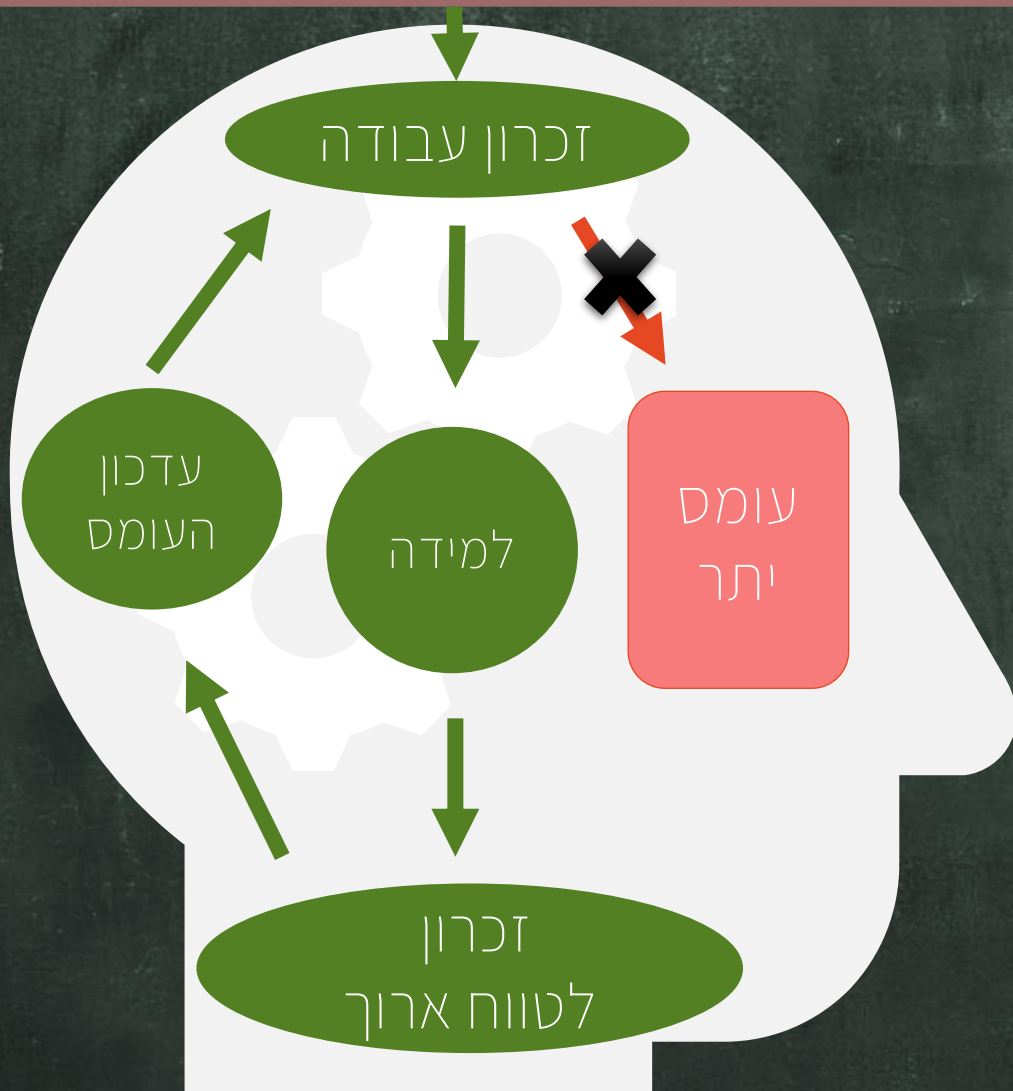
- להבהיר את סכנת אשליית הלמידה וחשיבות תרגול שליפת המידע, ולא רק זיהוי

תרגול השליפה

- לאפשר רמה מסויימת של שיח בין סטודנטים
- "עומס קוגניטיבי משותף"

שיח רקע בכיתה

המח מסוגל לעבד כמויות קטנות של מידע חדש



המח מסוגל לעבד כמויות גדולות של מידע מאוחסן

אז מה עלינו לעשות?



- להתאים את המשימה למשאבים הזמינים
- הפניית עיקר המשאבים למורכבות אותה אנו מנסים לפצח.
- משימות מורכבות מדי – לפשט על ידי חלוקת המשימה לשלבים
- לצמצם ככל האפשר עומס הנובע מחומרי הלימוד.
- הצלחה במשימה
- סקרנות, תחושת מסוגלות – מוטיבציה להמשיך



- Hattie, J. (2008). *Visible learning*. Routledge.
- נירה חטיבה, (1997) הוראה יעילה באוניברסיטה: מתיאוריה למעשה. הוצאת אוניברסיטת תל אביב
- Sweller, J., van Merriënboer, J.J.G. & Paas, F. (2019) *Cognitive Architecture and Instructional Design: 20 Years Later*. *Educ Psychol Rev* 31, 261–292.
- אפרת פירסט, בלוג, כל מה שבין הוראה לכיתה
<https://sites.google.com/view/efratfurst/%D7%A2%D7%91%D7%A8%D7%99%D7%AA?authuser=0>
- Images by [Freepik](#)

תודה על ההקשבה

Inbaltsa@bgu.ac.il