



חידת העומס הקוגניטיבי

ענבל צרפתי-ברעד

היחידה לקידום איכות ההוראה והלמידה

אוניברסיטת בן גוריון בנגב



למה הם לא מבינות ומבינים???

- בשקף הבא נראה הגדים נבחרים שנכתבו על ידי סטודנטים וסטודנטיות על קורסים במתמטיקה וביולוגיה בהם התקשו.
- מה היו לדבריהם הקשיים בקורס?
- אנא כתבו בפאדלט
- https://padlet.com/inbaltsa1/padlet_cognitive_load



העברת החומר
מבולגנת, לא
ברור מה שייד
לאיזה נושא

יש דגש על משפטים
והגדרות והמרצה
"רץ" עליהם עם
דוגמאות שקשה
להבין אותן בפעם
הראשונה.

להוריד קצב. המטרה
היא שהסטודנטים
יבינו את החומר, לא
לסיים את המצגת
כמה שיותר מהר.

המרצה מלמד את
הלוח, לא אותנו.
שיסביר יותר לנו
ופחות יכתוב כל
הזמן על הלוח

עד עכשיו אני לא
מבין את מטרת
הקורס ואני מרגיש
שיש בלגאן גדול
ולא מבין מה
הציפייה ממני.

המרצה מבולגן
ולא מצליח
להעביר את
החומר באופן
מסודר וברור

הריצה בחומר
וחוסר הקישור
גרמו לי לחוסר
הבנה

הוא עושה
הוכחות על הלוח
אבל לא מסביר
את החשיבה שלו

המרצה כותב
משפטים על הלוח
בלי להסביר אותם
לפני, ומתחיל
להוכיח אותם.

קשה להקשיב
ולהעתיק
מהלוח באותו
זמן

צריך שתהיה הנגשה
של החומר על ידי
מטאפורות ודמיון
לדברים ביומיום

נושאים קשים להבנה
ויש פעמים
שהדוגמאות דווקא
מקשות יותר כי
מוציאות מהרצף של
הנושא

מה הם צריכים וצריכות?



סדר וארגון הן בתוכן הן בכתיבה על הלוח

קצב איטי

קישור והתבססות על ידע תוכן וטרמינולוגיה מוכרת

הצגת דוגמאות למשפטים ולפתרונות

מתן מקום לשאלות ומענה סבלני וסובלני עליהן

תקשורת שמשקפת גמישות ושיתוף – אנחנו כאן ביחד ואעשה הכול כדי שתבינו

ויזואליזציה

מה הופך את ההרצאה לאפקטיבית?



קורס חדו"א וקטורי להנדסת חשמל, שנה שנייה.



עומס קוגניטיבי

וההבדלים הקטנים בין מתחילים ומתחילות למומחים ומומחות

איכות הזכרון 

תהליכי זכרון 

מקבצים 

כמה מילים
על זכרון

איך נאפיין 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!

משימה – זכרו את רצף הספרות הבא ↵

0



זכרון

זכרון
לטווח
ארוך

"מחסן/ספריה"

כלל הזכרונות
שצברנו במהלך
החיים

קשורים ברשתות
נוירונים -
סכימה קוגניטיבית

שליפת מידע
"זכרון"

זכרון
לטווח
קצר

"שולחן עבודה"

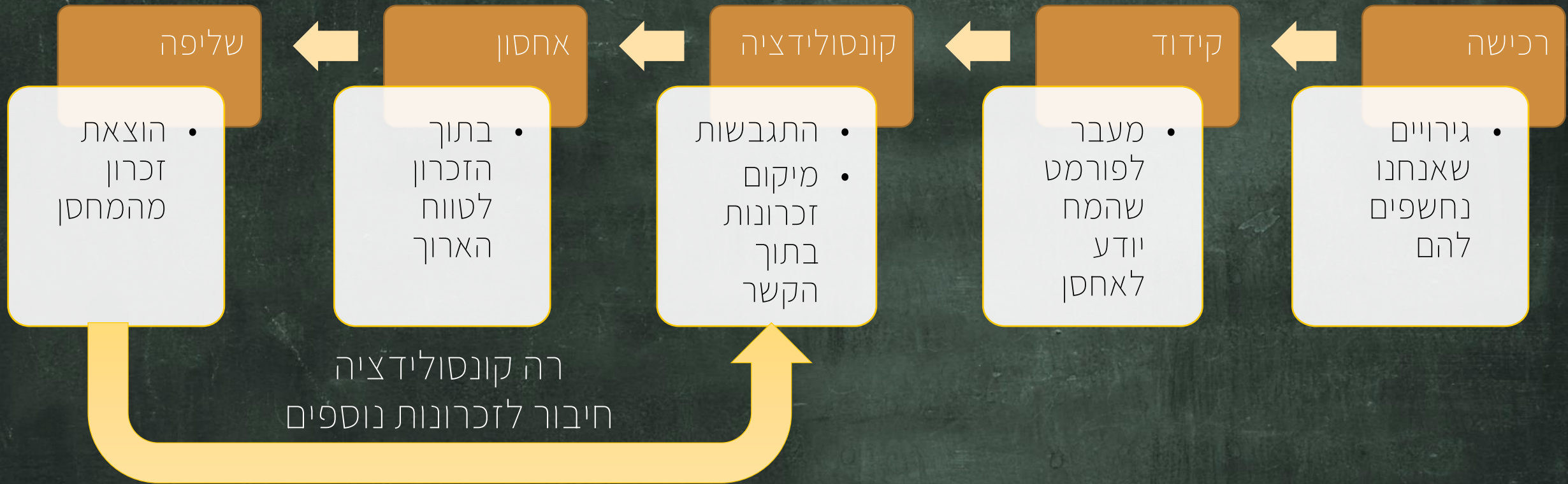
כמות קטנה של
פריטים

מוגבל בזמן

עיבוד מידע
"חשיבה"

מי זוכר.ת את רצף הספרות?

תהליכי זכרון – מהטווח הקצר לטווח הארוך



ככל שיש יותר קישורים לזכרון מסוים – קל יותר לגשת אליו

מקבצי זכרון (או, למה כן צריך לשנן לפעמים...)



- איך זוכרים מספרים חשובים?
- טלפון/ת.ז. וכו'...

- מי זוכר.ת את הספרות?
- האם תוכלו להגיד אותם בסדר הפוך?
- האם תוכלו להגיד את הרצף כך שכל ספרה מקבלת +1?

- ברגע שצרפנו רעיון למקבץ (chunk)
- שליפה של הרעיון שולפת את כל המקבץ *

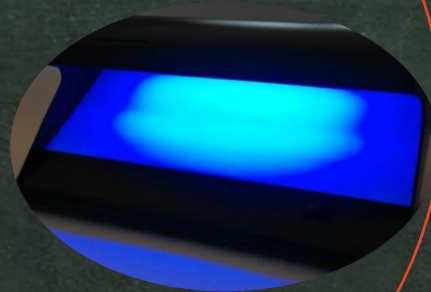
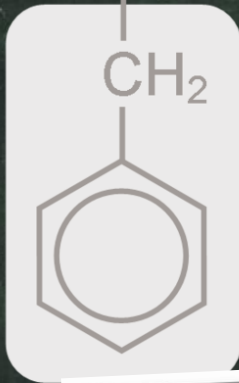
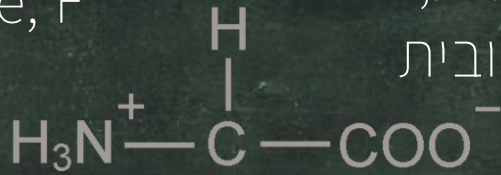
* גילויי נאות, אנחנו עושים כאן פישוט קיצוני לתהליכים מאוד מורכבים, אבל כמו
כל מודל – all models are wrong, but some are useful

מה מבדיל בין מתחילות למומחות?



- מה אתם יכולים ויכולות לספר לי על פניל אלנין Phenylalanine?

חומצה אמינית
Phe, F
ארומטית,
הידרופובית



wikimedia



USAID

- מה מבדיל בין מתחילות למומחות?

- מורכבות וזמינות המקבץ בזכרון לטווח הארוך.
 - בניית הידע=בניית הסכימה בזכרון.
- Complex schemata

*גילוי נאות, אנחנו עושים כאן פישוט קיצוני לתהליכים מאוד מורכבים, אבל כמו כל מודל – all models are wrong, but some are useful

מהי מומחיות?



קיום סכמות
מורכבות בזכרון
לטווח-הרחוק
הזמינות
לשימוש.

מערכת מורכבת
נתפסת כפריט
יחיד.

אוטומציה של
הידע -הידע זמין
לשימוש ללא
מאמץ מודע

הגדרה



גורמים לעומס



הורדת העומס



עומס קוגניטיבי

מהו עומס קוגניטיבי?



עומס הנוצר על זיכרון העבודה של הלומד
בזמן ביצוע משימת לימוד מסוימת

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

הגורמים לעומס קוגניטיבי



Intrinsic •

- עומס הנובע ממורכבות המידע עצמו
- אישי – תלוי בסכמות הקיימות בזכרון לטווח הארוך

Extraneous •

- עומס הנובע מסביבת הלמידה, עיצוב ההוראה וחומרי 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 דרומה (מלווה בתנועת יד מכוונת)

תפני פעמיים שמאלה ואז מיד ימינה כדי לצאת
מהשכונה, ומשם יהיה שילוט

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

איך מגיעים
לאוניברסיטה?



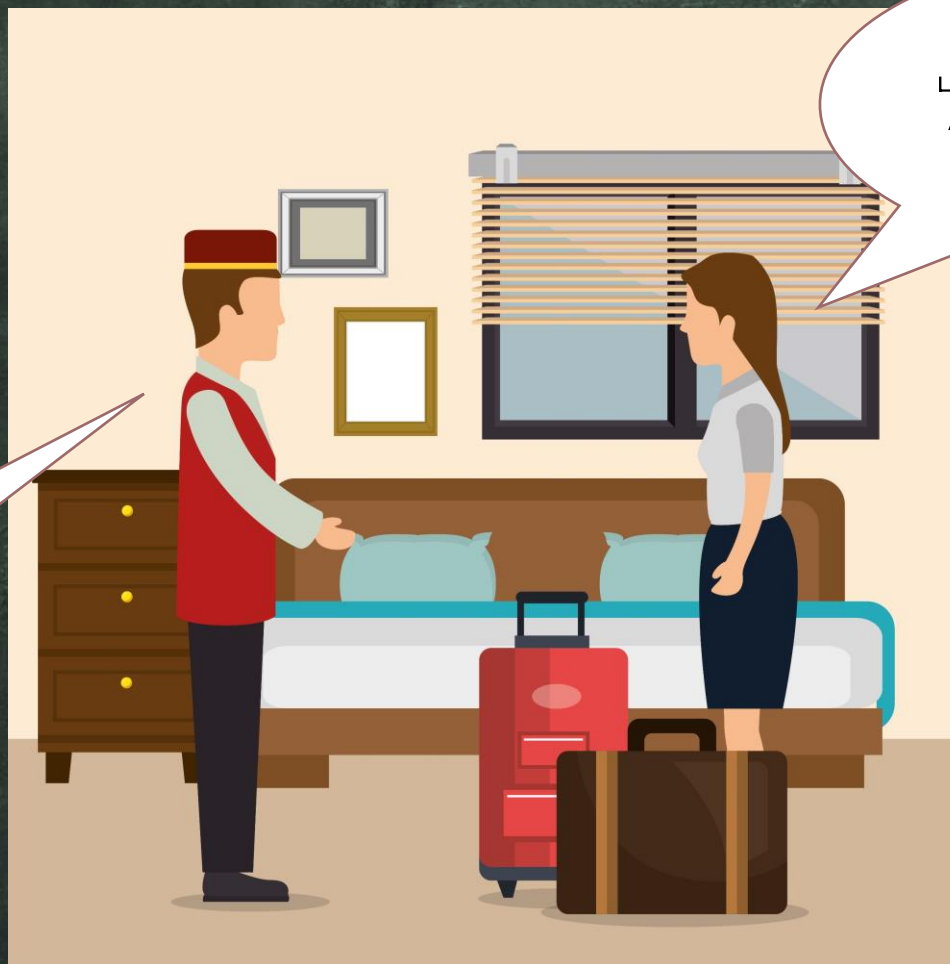
הגורמים לעומס קוגניטיבי



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?

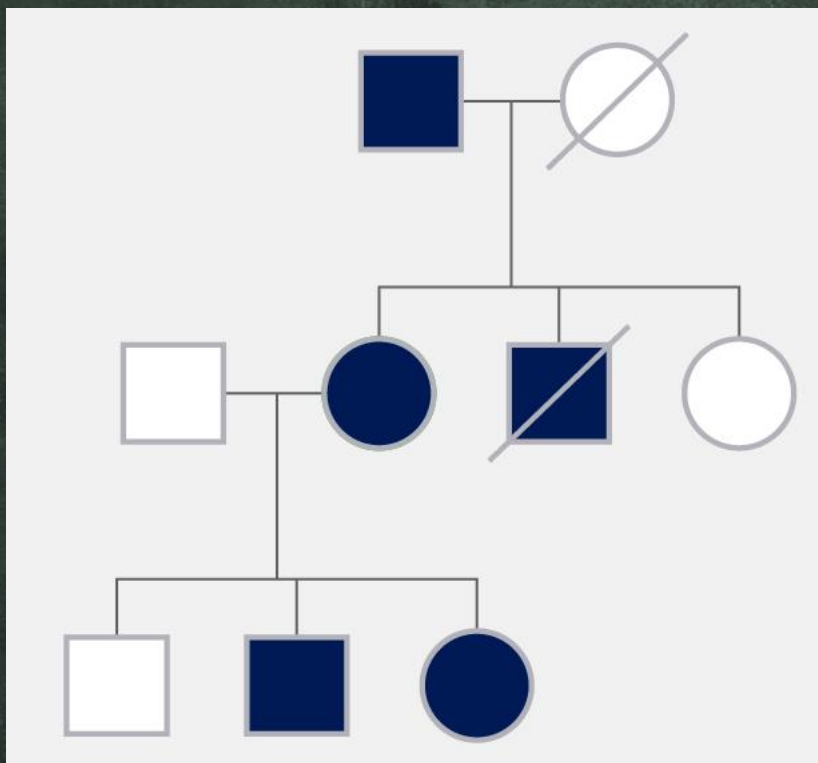


אסקלופ
חזה עוף בפנקו
מלווה בתפוד
בטונט פריט
frit batonnet)
(*potato*

הגורמים לעומס קוגניטיבי



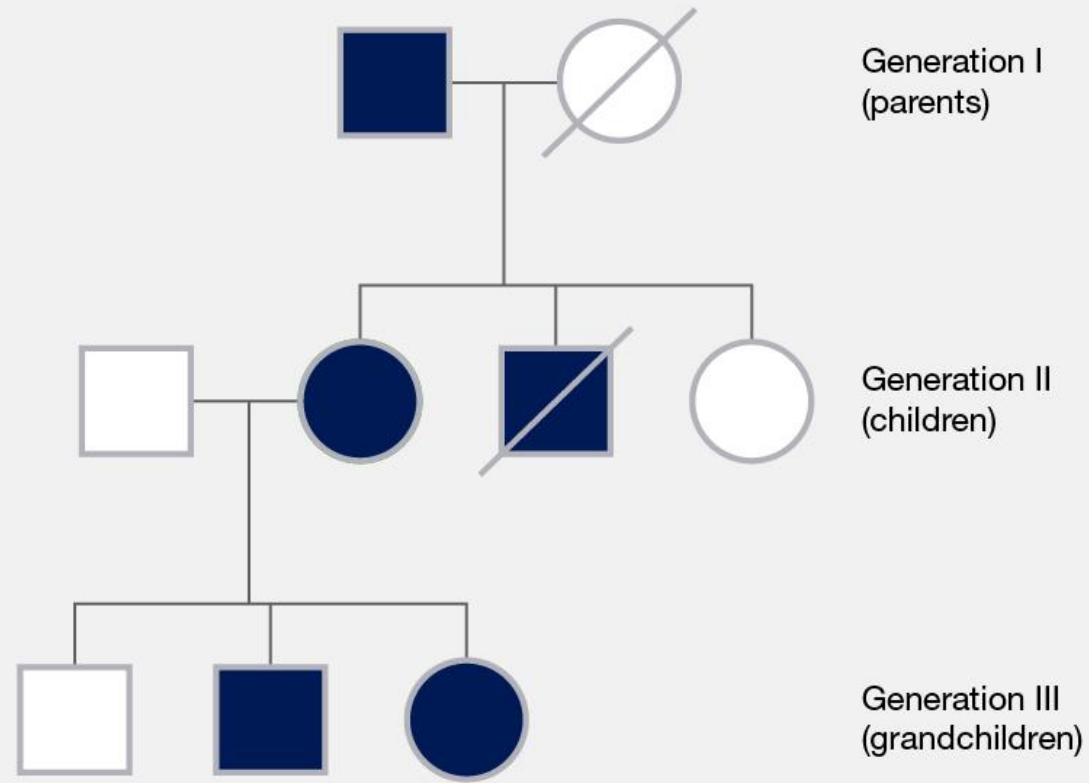
שפה
לא
מובנת



מה אפשר לעשות



שפה
לא
מובנת



Male
unaffected

Male
affected

Male
unaffected deceased

Male
affected deceased

Female
unaffected

Female
affected

Female
unaffected deceased

Female
affected deceased

הגורמים לעומס קוגניטיבי



שפה
לא
מובנת

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

מה אפשר לעשות



שפה
לא
מובנת

משוואת שימור תנע

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

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

מה אפשר לעשות?



שפה
לא
מובנת

משוואת שימור תנע

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

כוחות על
המערכת

אינטגרל
על הנפח

אינטגרל על
פני השטח

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

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"

- אם שולחן העבודה עמוס מדי
- <- אין עיבוד של הפריטים
- <- לא מגיעים להבנה

איך נדע שהם איתנו?



- למידה משמעותית כמעט 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

אז מה אנחנו יכולים ויכולות לעשות?



מולטימדיה

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

סמיכות במרחב ובזמן

- תמונות ליד מינוחים
- שמות ליד המשתנים

מידע נגיש

- כמה שפחות להסתמך על זכרון.
- ידע נדרש מפורט (על הלוח/מצגת וכו...)

קוהרנטיות

- מתחילים – בהירות עדיפה על פירוט, מינוחים פשוטים
- מתקדמים – מינוחים מקצועיים (מקצרים הסברים).

אז מה אנחנו יכולים ויכולות לעשות?



ארגון ההרצאה

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

קצב

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

מקבצי הרצאה

- 5-7 דקות של מידע חדש,
- 1-3 דקות של תרגול השליפה ווידוא הבנה.

"פינוי" שולחן העבודה

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

ומה עם הסטודנטים והסטודנטיות?



למידה מקדימה

- משימות מוגדרות (וקצרות...) שיתרמו ליצירת בסיס הסכימה בזכרון לפני תחילת השיעור

דוגמאות מודרכות

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

תרגול השליפה

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

שיח רקע בכיתה

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

מה הופך את ההרצאה לאפקטיבית?



פתרון לא טריוויאלי.

קורס שדות, הנדסת חשמל, שנה שנייה.



- 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.
- Images by [Freepik](#)

תודה על ההקשבה

Inbaltsa@bgu.ac.il