

יחידה שלישית (שיעורים 12-14)

ביחידה השלישית 4 חלקים:

- א. פתרון חידת "חושבים בבית" משיעור מס' 2
- ב. חידות ויזואליות המבוססות על ראיית יחסי החלק והשלם
- ג. חידות לוגיות המבוססות על עקרון ההעברה המשלימה
- ד. חידת ננסים.

השיעור נפתח בדיון בפתרונות שהציעו התלמידים לחידה מן השיעור השני שפתרו בבית: **חידת החלקים הגזורים.**

המורה ידון בפתרונות השונים, יציע ללומדים את הפתרון שהצגנו ביחידה ויחלק להם דפים ועליהם ייצוג גרפי של החלקים הגזורים.

המורה יפנה את תשומת-לב התלמידים לכך שהחידות מוצגות לפנייהם בסדר של קושי עולה, וכי על-סמך הידע שיש להם מפתרון חידות קודמות הם פותרים עתה חידות ברמה גבוהה יותר מאלו שהוצגו לפנייהם קודם. כך, הפתרון של חידת החלקים הגזורים מסתמך על הידע שצברו בפתרון חידת לבני הדומינו ולוח השחמט: עיקרון הזוגיות שעמד בתשתיתה של חידת השחמט וייצוגו הגרפי של עיקרון זה (משבצות שחור-לבן) הוא שמאפשר את פתרונה המהיר של חידת החלקים הגזורים.

השימוש בייצוג הגרפי בצמדי שחור-לבן הפך מטקטיקה נקודתית לשיטה אופרטיבית.

לאחר-מכן ידון המורה עם תלמידיו בהבטים המטקוגניטיביים של התנסותם בתהליך הפתרון. המורה ישאל שאלות מנחות כגון:

- האם אתה יכול לשחזר את תהליך הפתרון?
- מה היה הרעיון הראשון שעלה בדעתך?
- מדוע חשבת כך? מה חשבת בהמשך? מה בסוף?
- האם החידה הזו הזכירה לך חידה אחרת?
- האם אתה יכול להיזכר באסוציאציות שעוררה החידה?
- לאן הובילו אותך האסוציאציות האלו במהלך הפתרון? האם הסתייעת בהן?
- האם ניסית להשתמש בטכניקות שהשתמשת בהן קודם-לכן לפתרון שאלות אחרות?
- האם ציירת לך לוח שחמט?
- האם ניסית לגזור אותו לחלקים?

לאחר שהמורה הציג את השאלות, ירשום כל תלמיד את תשובותיו על דף, במשך 3-5 דקות. לאחר-מכן ייערך דיון על הדברים שנרשמו - לשם הפקת לקחים.

רואים הפוך

החלק השני של השיעור מתמקד בהתבוננות בדברים מנקודות ראות שונות.

ציורי הציפורים, הצפרדעים והדגים של אשר, וכן ציורי הצלליות/הכד והברווז/שפן מובילים כולם לקראת דיון מטקוגניטיבי שבמרכזו צורת ה-E והצורה המשלימה אותה. הבעיה הוויזואלית שדנים בה כאן היא הבעיה של "דמות ורקע", ובמילים אחרות: מה רואה העין קודם, את השחור או את הלבן? תופעה זו מעניינת במיוחד לגבי יחסי החלק והשלם. הלומדים נדרשים לאתר ולהגדיר את גבולות השלם ואת חלקיו השונים. רק תפיסה של השלם כולו תאפשר זיהוי של כל חלקיו. כשהעין נתפסת לחלק מתוך השלם ונותנת לו משמעות - היא נוטה לראות בו שלם כשהוא לעצמו ומתעלמת מחלקים אחרים שכולם יחד יוצרים את השלם.

לאחר שסיימו התלמידים לפתור את כל הבעיות (או לאחר פרק זמן שהוקצב לשם כך) יעבור שוב המורה לדיון מטקוגניטיבי וישאל את התלמידים שאלות מנחות כגון:

- האם אתה זוכר את תהליך הפתרון?
- מה ראית בהתחלה? מה ראית בהמשך?
- מה גרם לראייה המחודשת/הנוספת/המהופכת?
- האם אתה יכול להיזכר באסוציאציות שחשבת עליהן במשך הפתרון?
- האם יכולת לראות במבט אחד את כל מה שהציור מכיל?
- מה אתה רואה בציור כעת?
- האם הדיון וההתבוננות החוזרת בציורים שינו את אופן התבוננותך בהם?
- האם קל לך לעבור מאופן ראייה אחד למשנהו וחוזר חלילה - או שאתה מתקשה בביצוע המעבר?

התלמידים ירשמו את תשובותיהם במשך 3-5 דקות ולאחר-מכן ייערך דיון בכיתה על דרכי החשיבה וההתבוננות שלהם. המורה יעודד העלאת אסוציאציות, התמקדות בתהליך החשיבה והכרת הראייה השונה/הנוספת/ההפוכה בכל מקרה ומקרה.

חידת הריבועים

חידת הריבועים מיישמת אחדים מן הלקחים שנלמדו בשעשועי הראייה הקודמים. התלמידים נדרשים להתבונן בשרטוט שממבט ראשון נראה לנו שכל ריבועיו גלויים לעין. התשובה המיידית היא, בדרך-כלל, שלפנינו 16 ריבועים: 4×4 ריבועים קטנים + ריבוע המסגרת הגדול.

התבוננות מחודשת בשרטוט תמים לכאורה זה תגלה, שלפנינו לא פחות מ-30 ריבועים - אלא שהריבועים האלה, כפי שהיה בחידת 17 הגפרורים, אינם בהכרח רק בגודל יחידת הריבוע הקטן ביותר, הווי אומר, צירוף של מספר ריבועים 2×2 , 3×3 אף הוא ייצור ריבוע.

שוברים ת'ראש

לאחר הדיון הזה יעבור המורה לחידת היגיון - חידת כדורי הפינג-פונג. אפשר להמחיש את החידה בשתי דרכים: (1) ייצוג גרפי; (2) ייצוג ממשי - שני מכלים ובהם כדורי פינג-פונג שחורים ולבנים בכמות שווה.

המצב הסופי - לאחר 4 העברות - מראה שבשני המכלים כמות הכדורים זהה לכמות ההתחלתית שהייתה בהם. מכאן ניתן להגיע למסקנה שיש בהם כמות שווה של כדורים "זרים". אם כך, מה הקושי? הקושי נוצר בשל האסוציאציות הלא-רלוונטיות שניסוח החידה מעלה במוחנו. הצירוף "לערבב היטב" מציע אפשרויות כגון: (1) נוצר מרקם חדש ושונה מהקודם; (2) אי-אפשר להפריד בין המרכיבים; (3) השתנו התכונות המהותיות של החומרים; (4) דרגת הדילול הולכת וגדלה וכו'.

כל האסוציאציות הלא-רלוונטיות האלה הן בבחינת מסך עשן שמונע את ראיית העובדה הפשוטה: **הכמות שנגרעה ממכל א' נמצאת במכל ב' ולהיפך - משום שהכמות הכוללת איננה משתנה**, בדומה ליחסי הצורות E ו-F בחידה הקודמת. על המורה להדגיש את העובדה שלכל העברה יש גם **העברה משלימה** וכי פעולות ההעברה חייבות להיות זוגיות כדי שלא יופר שוויון הכמויות בשני המכלים (חידת שני סוגי המיצים בשתי הכוסות מבוססת, כמוכן, על אותו עיקרון הגיוני, וקרוב לוודאי שהתלמידים לא יתקשו לראות את הדמיון ולפתור אותה בבית).

חושבים אחרת

גם בחלק ד' של השיעור נדרשת התבוננות מזוויות חדשות ושונות.

חידת הסיגים

חיפוש הפתרון לחידה זו ייעשה תחילה בעבודה כיתתית, לאחר־מכן בעבודה בקבוצות בנות 2 עד 4 לומדים, ולבסוף בדיון כיתתי שבו ייבדקו ההצעות השונות אך לא ייבחר פתרון סופי. הלומדים יתבקשו להוסיף ולחשוב על החידה הזאת גם בבית. הפתרון הסופי - אחד (או יותר) מבין כל הפתרונות האפשריים - יינתן בשיעור.

חשוב לעמוד על כך שבדרך החשיבה ההמצאתית אנו מחפשים את הפתרון המרבי: פתרון שיענה על כל הדרישות בצורה הטובה ביותר. אולם חשוב לא פחות לזכור שגם לאחר שנראה לנו שמצאנו את הפתרון המרבי - תמיד יכול לצוץ במוחנו או במוחו של מישהו אחר פתרון שונה ואולי אפילו טוב יותר!

בדפי הפתרונות הבאנו כמה דוגמאות לדרכי שימוש אפשריות בננסים לפתרון חידה זו. חשוב להדגיש שאלו דוגמאות בלבד, וכי ייתכנו אופנים אחרים לשימוש בננסים בחידה זו. כך, למשל, הצבנו בדוגמאות האלו דרישה למנוע איבוד חום, אך תיתכן גם דרישה למנוע את התקשות שכבת הסיגים העליונה באופן אחר, למשל... - אנו חוזרים, אפוא, אל הסוגיות המטקוגניטיביות שהועלו בדיונים על חידת הריבועים וחידת צורת ה-E, תוך הדגשת ההתבוננות המעמיקה והחוזרת, ובעיקר - ההתבוננות הרב־כיוונית.

כאמור, לאחר שסיימו התלמידים את עבודתם בכיתה המורה יציע להם להוסיף ולחפש פתרונות אחרים לחידה זו גם בבית. הדיון בחידה זו איננו מסתיים, אפוא, בשיעור זה אלא ימשיך גם בשיעור הבא.

בסוף השיעור המורה יציג ללומדים את חידת המסננים שניתנה לחשיבה בבית.

נספח למדריך למורה - ליחידה שלישית הצעות להמחשה של תפקוד הננסים

תיאטרון ה"אנשים הקטנים"

הננסים כמטאפורה המעבירה מהכללי-האבסטרקטי לקונקרטי. החלום הופך למציאות. השימוש בננסים מאפשר לנו להשתמש במה שנראה לנו כמודל אבסטרקטי בתחילה ולהפכו לאט, בצעדים מדודים, למציאות - לפתרון קונקרטי.

תרחיש אפשרי

דרי שקד, עם חיוך ממזרי על פניו נכנס לכיתה, פתח ואמר: "היום אני רוצה לספר לכם על 'אנשים קטנים', שחיים סביבנו. אתם לא מכירים אותם?"

- התלמידים מעלים השערות שונות בדבר האנשים הקטנים - גמדים מהקרקס, דרדסים וכד'.
"אז תקשיבו. כל הסובב אותנו, מורכב מאותם 'אנשים קטנים' - שולחן וכיסא, מים ואוויר, ספרים, בגדים, עצים, עננים, בקיצור הכול.

לא כל 'האנשים הקטנים' מתנהגים אותו דבר. בשולחן, למשל, הם מחזיקים חזק מאוד בידיים ולא מרפים. קשה מאוד להפריד ביניהם, ולכן השולחן עשוי מחומר קשה. בואו נדגים את זה. אני צריך שמונה מתנדבים... בואו הנה... עכשיו תחזיקו ידיים. זה שולחן? זה יותר דומה לסוודר. תתקרבו, כתף לכתף. או, עכשיו זה שולחן. מה עוד מורכב מ'אנשים קטנים המחזיקים זה את זה חזק?"

- תלמידים צועקים: אבן, נייר, גינס, זכוכית, ...
- מסדרים עמהם עוד שתיים-שלוש דוגמאות ומסבירים על מצב מוצק.

"יפה. בואו נסתכל על 'האנשים הקטנים' שבמים. הם לא מחזיקים ידיים מאוד-מאוד חזק ולכן הם יכולים לנוע בקבוצות קטנות באופן יותר חופשי והם יכולים לעבור בחופשיות ממקום למקום - לכן אפשר "לשפוף" אותם מכוס לכוס (אפשר להדגים עם שלוש קבוצות, 2 כוסות ומים). במצב נוזלי הם יכולים גם לפתוח ידיים ולאפשר למוצקים הכבדים מהם לעבור דרכם (דוגמה), אפשר לערבב אותם נוזל בנוזל (בנים כנוזל ובנות כנוזל) וכאשר הם אינם מתערבבים הם צפים זה על זה (בנים לחוד למטה ובנות לחוד למעלה)".

"כל הנוזלים מורכבים מכאלה 'אנשים קטנים'. ממה מורכב האוויר או כל גז אחר? בואו נראה. 'האנשים הקטנים' שבגז לא רק שאינם מחזיקים ידיים אלא גם רצים. אם שום דבר לא מגביל אותם, הם מתפזרים לכל הכיוונים (כל התלמידים מתפזרים בכיתה); כיצד גז מתערבב עם גז אחר - צירוף של גזים במכל (המכל זו הכיתה)".

- מה קורה למים שמחממים אותם וחלק מהם מתאדה? - מדגימים על-ידי שלוש קבוצות של תלמידים - קבוצת הנוזל, קבוצת הגז וקבוצת החום. תלמיד מקבוצת הנוזל מחבק תלמיד מקבוצת החום, מקבל אנרגיה, קורע את הקשר שלו עם חבריו ובורח לקבוצת הגז.

- אפשר להכניס "פקק מוצק" בדלת ולשחק עם יציאת גז.

בואו ננסה לבנות מודל מסובך: בקבוק קוקה־קולה (עם גזים).
- ביחד עם התלמידים בונים מעגל חיצוני שבו כולם מחזיקים ידיים חזק.
בפנים עומדים ילדים בלי להחזיק ידיים - 'האנשים הקטנים' של הנוזל, וביניהם רצים 'האנשים הקטנים' של הגז.

ועכשיו אני לוקח את הבקבוק, מנער אותו ופותח... מה יהיה?
- התלמידים מבפנים מתפזרים לכל הכיוונים.

מה אם בבקבוק יש רק 'אנשים קטנים' של אוויר? יכול להיות דבר כזה? כן, לדוגמה כדורגל.

אפשר לנסות דוגמאות שונות וגם תהליכים פיזיים (בעירת נר, חימום מים, התכת חמאה במחבת). נסו לשחק במשחק זה בבית - תארו לעצמכם מה קורה כשאמא שמה קומקום עם מים על האש.

סיכום

ראינו שניתן לקשור את הרעיון של ננסים 'אבסטרקטיים' ל'אנשים קטנים' (קונקרטיים!) המייצגים מציאות פיסיקלית. הדוגמאות הבאות ממחישות זאת:

דוגמה מס' 1

בתחרויות ירי משתמשים בצלחות חרס בתור מטרות. כשפוגעים בהן, מתפזרים רסיסים רבים לכל עבר ומלכלכים את הדשא; מה לעשות כדי שהדשא יישאר נקי? (רושמים הצעות על הלוח).

תשובה

נתאר כל רסיס כקבוצה של 'אנשים קטנים'. מה צריך לעשות כדי שהרסיסים ייעלמו? 'האנשים הקטנים' צריכים לעזוב ידיים ולהתפזר. אז באיזה חומר צריך להשתמש?
נכון - קרח.

דוגמה מס' 2

איך להעביר מים בתוך רשת?

תשובה

להקפיא.

טבלה: מערך יחידה שלישית (שיעורים 12-14)

משיך זמן משוער	דרך ההפעלה	תפקיד המורה	קשיים צפויים	תהליכי החשיבה	הפעילות
15 ד'	אינדיווידואלית	הנחיה והדגשת הקשר בין סוגי הבעיות; הדגשת הקושי העולה משיעור לשיעור	קושי במעבר מראיית עיקרון חד-פעמי לשיטה	מפתרון חד-פעמי לשיטה: יישום של עיקרון שנלמד קודם-לכן (הכללה)	חושבים בבית: חידת החלקים הגזורים
10 ד'	ויזואלית-כיתתית - על-סמך ציורים, תמונות וכו'	הדרכה במעבר מראייה של כל חלק בנפרד לראיית השלם; הבלטת החלקים בתוך מסגרת השלם	קושי במעבר מחלק לחלק; קושי בראיית החלקים במסגרת השלם	ראיית דמות לעומת רקע והיפוכם; ראיית יחסי החלקים במסגרת השלם; ראיית יחסי החלקים והשלם	חידות: דגים, ציפורים, צפרדעים
10 ד'	אינדיווידואלית-ויזואלית; הדגשת צורת ה-E כמפתח לדין	סיוע ללומד לראות את שתי האפשרויות	קושי במעבר מצורה שנקלטה בראייה ראשונה לראיית הצורה המשלימה; אי-יכולת להינתק מראייה ראשונית	ראיית אותו דבר מזוויות ראות שונות; הבנת יחסי דמות ורקע; הבנת יחסי חלק ושלם; היפוך הראייה	צורת ה-E
20 ד'	דיון מטקונוטיבי				
15 ד'	אינדיווידואלית וכיתתית	לאפשר לכל לומד לעבוד בקצב אישי, בעזרת דפי עזר; לסייע לתלמיד לראות את כל הריבועים; להדגים על הלוח את הפתרונות	היתפסות לקליטה ראשונה; אי-יכולת לחרוג מהקליטה הראשונה או מתבנות קודם	התבוננות; חריגה מקליטה ויזואלית-אוטומטית; יצירת תבניות חדשות או נוספות על התבניות שנקלטו לראשונה.	חידת הריבועים

מספר זמן משוער	דרך ההפעלה	תפקיד המורה	קשיים צפויים	תהליכי החשיבה	הפעילות
10 ד'	בשלב א : אינדיווידואלית; בשלב ב: דיון בכיתה		קושי בהתמקדות בעיקר והיתפסות לפרטים טפלים	סיכום והבנת העיקר	מה למדנו עד עכשיו?
20 ד'	אינדיווידואלית; ייצוג גרפי או ייצוג ממשי	כני"ל; הדגשת הקשר בין חידה זו לחידות הקודמות ובייחוד לצורת ה-E	הקשרים לא- רלוונטיים שנוצרים בגלל ניסוח החידה; אי-יכולת פירוק השלם והחלק; קושי בתובנה שהחלק שחסר בשלם אחד הוא החלק שישנו בשלם השני - ולהיפך	הבנת יחסי החלק והשלם; זיהוי השלם, הפרדה בין חלק ושלם; השלמת חלק חסר בכל אחד מהשלמים באמצעות חלק משלם אחר	חידת כדורי הפינג'פונג
20 ד'	דיון מטקוגניטיבי				
10 ד'					מה למדנו עד עכשיו?
20 ד'	דיון כיתתי; עבודה בזוגות או בקבוצות	להנחות דיון כיתתי; לעודד את הלומדים להעלות מספר רב ככל האפשר של פתרונות; להפנות את הלומדים למקורות ידע מדעי	חוסר ידע בסיסי בתחומי הפיזיקה והכימיה; ביקורתיות, חוסר סבלנות וחוסר סובלנות	הדמיה; הבנת יחסי סיבה-תוצאה; העלאת השערות; ראיית אלטרנטיבות; התאמת דרישות לריאליה (ידע מדעי)	חידת הסיגים
25 ד'	דיון מטקוגניטיבי כיתתי מסכם				
15 ד'	בזוגות		קושי באינדוקציה ובדדוקציה	הגדרה ומתן דוגמות הכללה	מושגים חדשים
10 ד'					מה למדנו עד עכשיו?
200 ד'	סה"כ				