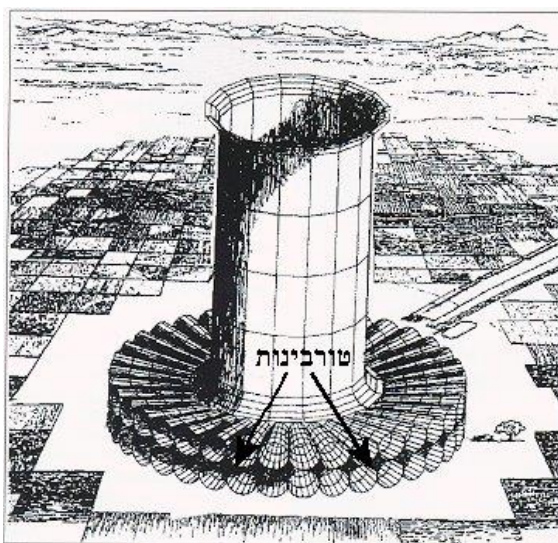
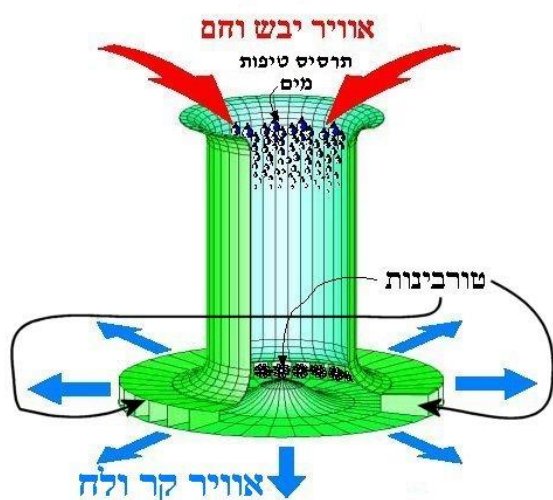


ארובות שרב

"ארובות שרב" או "מגדלי רוח במדבר" הוא שם של מערכת טכנולוגית שהדגם שלה פותח על ידי צוות בראשות פרופסור דן זסלבסקי מהטכניון בחיפה. המערכת מנצלת אנרגיה של תנועת רוח לקבלת אנרגיה חשמלית. תנועת הרוח נוצרת באופן מלאכותי בתוך מבנה סגור דמוי ארובה. הרעיון אינו חדש, והוצע על ידי פיזיקאי בשם פיליפ קרסון במאמר שפורסם בשנת 1975. כבר בשנת 1976 רשמה חברת לוקהיד בארה"ב פטנט לבניית מתקן המייצר רוח מלאכותית. המערכת שהוצעה כוללת מגדל ענק בצורת צינור אנכי (ארובה שפתוחה בחלקה העליון) בגובה של יותר מקילומטר (!), וברוחב של מאות מטרים (ראו איורים).



א. איור המתאר את מתקן "ארובות השרב" ב. חתך המראה את מבנה המתקן ופעולתו

פעולת המערכת מבוססת על ניצול אוויר יבש וחם במדבריות ולא על ניצול קרינה ישירה של השמש. בפתח שבראש המגדל מרססים מי ים אל תוך האוויר החם. חלק מהמים קולטים חום מהאוויר ומתאדים, וכתוצאה מכך האוויר מתקרר, צפיפותו גדלה והוא נע כלפי מטה. הרוח שנוצרת יכולה להגיע למהירויות של 80 קילומטרים בשעה. האוויר הקר יוצא מתחתית המגדל דרך פתחים מיוחדים, לטורבינות, המניעות גנרטורים לייצור אנרגיה חשמלית. ניתן לשלב בפרויקט של "ארובות השרב" מתקן התפלה למי ים, ובכך לנצל את המערכת גם לאספקת אנרגיה וגם לאספקת מים שפירים. בחלק המתקן המתוכנן להתפלת מים ינוצלו כ- 15% מהאנרגיה החשמלית שמייצרת מערכת "ארובות השרב", ותופק כמות מים השווה לכמחצית מכמות המים המועברים במוביל הארצי.

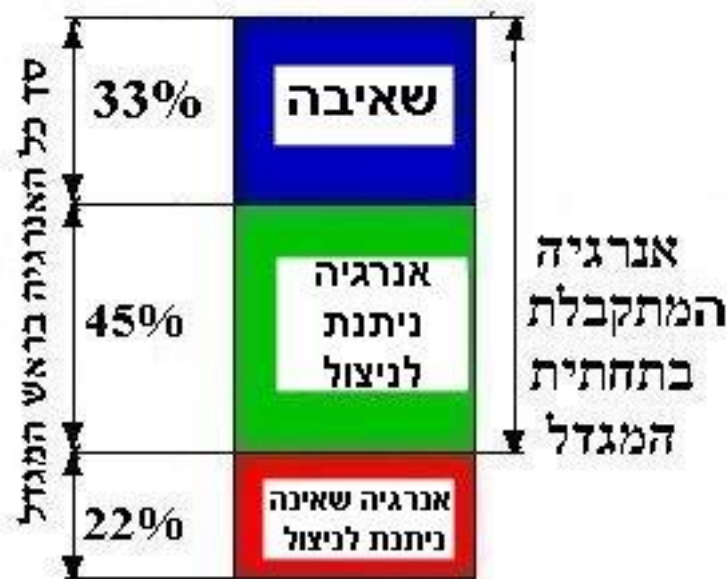
שאלה 1

בטבלה שלפניכם מופיעים שלבי התהליכים המתרחשים במערכת "ארובות השרב". עליכם לרשום את המרות (גלגולי) האנרגיה המתאימות בטבלה.

המרות האנרגיה	שלבי התהליך
	מים מועלים במשאבות למרומי הארובה.
	קרינת השמש היא הגורם (הלא ישיר) להתחממות האוויר.
	האוויר מחמם את המים ומתקרר.
	האוויר נע כלפי מטה ומהירותו גדלה.
	האוויר היוצא מתחתית המגדל גורם לסיבוב טורבינות.
	הטורבינות מסובבות גנרטורים.
	הגנרטורים מפיקים אנרגיה חשמלית.

שאלה 2

האיור הבא מתאר את התפלגות האנרגיה במערכת "ארובות השרב".



סמנו את המשפטים הנכונים מתוך המשפטים הבאים:

- להפעלת המערכת משתמשים ביותר מ- 33% מהאנרגיה שהיא מפיקה.
- נצילות מערכת "ארובות השרב" קרובה ל- 100%.
- אחוז האנרגיה שניתנת להמרה לאנרגיה חשמלית לשימוש צרכנים אחרים הוא 45%.
- נצילות מערכת "ארובות השרב" כמערכת המספקת אנרגיה לצרכנים אחרים קטנה מ- 50%.

שאלה 3

מדוע, על פני כדור הארץ, אוויר חם יותר מסביבתו נע כלפי מעלה, ואוויר קר יותר מסביבתו נע כלפי מטה?

שאלה 4

סמנו אלו מבין המשפטים מתארים במה **דומה** המערכת המוצעת בפרוייקט "ארוכות השרב" למערכת להפקת אנרגיה חשמלית המשתמשת בטורבינות רוח המוצבות בשטח פתוח.

- א. בשתיהן האנרגיה להפעלת המערכת מקורה בתנועת אוויר.
- ב. בשתיהן תנועת רוח בקו ישר במאונך לכנפי הטורבינה מומרת לתנועה סיבובית בטורבינה.
- ג. בשתיהן הרוח נוצרת כתוצאה מתנאי השטח הטבעיים.
- ד. בשתיהן הטורבינה מסובבת גנרטור המפיק אנרגיה חשמלית.
- ה. בשתיהן נדרשת לפעולת המתקן רוח חמה המצויה באזור מדברי בלבד.

שאלה 5

חוקרי הטכניון בישראל מציעים להקים מערכת מסוג "ארוכות השרב" בערבה (כ- 40 קילומטרים מצפון לאילת). טענתם היא שהמערכת יכולה לתרום לפיתוח האזור. כדי להפעיל את המערכת יועברו מים בתעלה מים סוף למערכת ויועלו לראש המגדל באמצעות משאבות. ההיגדים שבטבלה מתארים שיקולים שונים (כלכלי, סביבתי, מדעי טכנולוגי, אסטטי) לגבי כדאיות הקמת המגדל.

סמנו בטבלה לאלו שיקולים מתייחס כל היגד.

היגדים	כלכלי	סביבתי	מדעי טכנולוגי	אסטטי
א. המערכת יכולה לפעול 24 שעות ביממה, ולייצר חשמל ומים לתושבים באזורי מדבר.				
ב. כושר ייצור החשמל המתוכנן של המערכת הוא כ- 15% מצריכת החשמל השנתית של מדינת ישראל.				
ג. אם משתמשים במערכת גם להתפלת מים, נוצרות בתהליך כמויות מלח גדולות מאוד.				
ד. הפעלת המערכת משפיעה על הרוחות בסביבתו, ועלולה לשנות את תנאי מזג האוויר, (עקב הכמויות הגדולות של אוויר המעורבות בתהליך).				
ה. הציפורים הנוודות בין אירופה לאפריקה עוברות מעל הערבה ועלולות להישאב פנימה עם האוויר החם.				
ו. המגדל יהווה אטרקציה תיירותית.				

שאלה 6

גובהו של המגדל המוצע הוא מעל קילומטר, ומסתו כ 330,000 טונות. יש לשים לב שכיום לא קיים מתקן מלאכותי בגובה דומה לזה בעולם (המגדל הגבוה ביותר מעשה ידי אדם גובהו בערך 500 מטרים).

רמי טוען שניתן להגדיל באותו יחס את כל אחד מהממדים של דגם המערכת, שגובהו 2 מטרים, ולבנות מגדל בגובה של יותר מקילומטר.

מירב טוענת שרמי אינו צודק מכיוון שכאשר ממד אורך גדל פי 2, שטח החתך גדל לפי ריבוע (חזקה שנייה) של ממד האורך, אך המשקל (והנפח) גדלים לפי חזקה שלישית של ממד האורך. כתוצאה מכך, המגדל יקרוס עקב משקלו. אם רוצים לבנות מגדל בממדים הגדולים, יש צורך בתכנון מהבסיס, ללא הסתמכות על ממדי הדגם. מי מהם צודק לדעתכם? הסבירו.

שאלה 7

האם לדעתך כדאי להשקיע משאבים בהקמת "ארוכות שרב" בנגב? הסבר/הסבירו.

מחווין למשימה – ארובות שרב

הנושאים בתכנית הלימודים: אנרגיה ואינטראקציה – סוגי אנרגיה והמרה.

ההקשר: משאבי- טבע בהיבט חברתי וסביבתי.

המקור: אתר הטכניון:

www.technion.ac.il/technion/agriculture/cd/sharav.html

שאלה 1

מטרת השאלה: ידע של מדע – סוגי אנרגיה והמרות אנרגיה

יכולות – בדיקת יכולת יישום של ידע מדעי.

ניקוד מלא (100%): טבלה מלאה במתכונת:

המרות האנרגיה	שלבי התהליך
אנרגיה חשמלית מומרת לאנרגיה פוטנציאלית כובדית (אנרגיית גובה).	מים מועלים במשאבות למרומי הארובה.
קרנית השמש נבלעת, וכתוצאה מכך האוויר מתחמם.	קרנית השמש היא הגורם (הלא ישיר) להתחממות האוויר.
אנרגיית חום עוברת מהאוויר לתרסיס המים.	האוויר מחמם את המים ומתקרר.
אנרגיה פוטנציאלית כובדית מומרת לאנרגיית תנועה (קינטית).	האוויר נע כלפי מטה ומגדיל את מהירותו.
אנרגיית תנועה של האוויר (קוויט) מומרת לאנרגיית תנועה של הטורבינה (סיבובית).	האוויר היוצא מתחתית המגדל גורם לסיבוב טורבינות.
אנרגיית תנועה (סיבובית) של הטורבינה מומרת לאנרגיית תנועה (סיבובית) של הגנרטור.	הטורבינות מסובבות גנרטורים.
אנרגיית תנועה בגנרטור מומרת לאנרגיה חשמלית.	הגנרטורים מפיקים חשמל.

שימו לב: הצורך באוויר חם ויבש הוא כדי שהסביבה תהיה שונה מהאוויר המתקרר בראש המגדל.

ניקוד חלקי: 15% – על כל המרה נכונה.

ללא ניקוד: תשובה אחרת, או לא ענו.

שאלה 2

מטרת השאלה: ידע של מדע – נצילות וחישוב כמויות אנרגיה

יכולות – קריאת מידע מתרשים

ניקוד מלא (100%): סעיפים א' ג' ד' נכונים.

סעיף א' – להפעלת המערכת משתמשים לשאיבה ב- 33%, ועוד מאבדים אנרגיה שאינה ניתנת לניצול בכמות של 22% ולכן יש צורך ביותר מ- 33% להפעלת המערכת.

סעיף ג' – 45% היא כמות האנרגיה שניתנת לניצול על ידי צרכנים אחרים.

סעיף ד' – מכיוון שרק 45% מהאנרגיה ניתנת לניצול על ידי צרכנים אחרים, הרי שנצילות המערכת קטנה מ 50%.

ניקוד חלקי: (33%) – על כל תשובה נכונה שסומנה.

ללא ניקוד: סומנו תשובות לא נכונות, או לא ענו.

שאלה 3

מטרת השאלה: ידע של מדע – צפיפות, כוח כבידה, מסה.

יכולות – בדיקת יכולת ליישם ידע של מדע ולפרש תופעה.

ניקוד מלא (100%): הסבר שמתייחס לשינויים בצפיפות יקבל ניקוד מלא.

להלן הסבר מלא לשימוש המורה: על האוויר פועל כוח הכבידה של כדור הארץ. כאשר האוויר מתחמם, המולקולות שלו נעות מהר יותר, ובממוצע נמצאות רחוק יותר אחת מהשנייה. כתוצאה מכך, **צפיפותו** קטנה יותר, ולכן הכוח המופעל על ידי כדור הארץ על יחידת נפח של האוויר קטן יותר, והאוויר עולה למעלה. לעומת זאת, אוויר קר, בו המולקולות קרובות יותר בממוצע אחת לשנייה, צפיפותו גדולה יותר, והוא נמשך בכוח גדול יותר לכיוון כדור הארץ. הפרשי הצפיפות מביאים להיווצרות הפרשים בלחץ האוויר בין מקום למקום. הפרשים אלה הם היוצרים את תנועת האוויר שהיא הרוח.

הסבר דומה ניתן להסביר באמצעות המושג **המשקל הסגולי** (משקל של יחידת נפח).

ללא ניקוד: תשובה אחרת או לא ענו.

שאלה 4

מטרת השאלה: ידע של מדע – טורבינות רוח.

יכולות – הבנת הנקרא.

הסבר תופעות באופן מדעי ויישום ידע מדעי.

הפקת מידע מאיור.

ניקוד מלא (100%): א' ב' ד'.

ניקוד חלקי (33%): על כל משפט שסומן נכון.

ללא ניקוד: סימנו סעיפים לא נכונים, או לא ענו.

שאלה 5

מטרת השאלה: יכולות – בדיקת יכולת ליישם ידע של המדע ולפרש תופעה.

ניקוד מלא (100%): טבלה נכונה.

ניקוד חלקי יחסי בהתאם למספר התשובות הנכונות בטבלה.

ללא ניקוד: סומנו תשובות לא נכונות או לא ענו.

	כלכלי	סביבתי	מדעי טכנולוגי	אסתטי
א	+		+	
ב	+		+	
ג	+	+	+	
ד		+		
ה		+		
ו	+			+

שאלה 6

ניקוד מלא (100%): מירב צודקת מכיוון ששינוי ממדים של גוף מסוים באופן פרופורציוני יכולים לגרור שינויים המעוררים בעיות טכנולוגיות חדשות, בעיקר כאשר מדובר בשינויים גדולים (סדרי גודל).

למורה: לדוגמה, אם נגדיל את כל ממדיו של עכביש בפרופורציה פי 100, הרגליים שלו לא יוכלו לתמוך במשקל (למרות שזוהי הפעולה המבוצעת בסרטי המדע הבדיוני). כדי להחזיק מגדל בממדים המוצעים, יש לתכנן מחדש את כל המבנה, ולא להגדיל את ממדי הדגם בפרופורציה.

ניתן להדגים את הבעיה בניסוי עם קובייה מעץ באורך צלע של 10 סנטימטרים, המונחת על 4 עמודים משיפודי עץ בקוטר 2 מילימטר, ואורך 10 סנטימטר. כאשר מגדילים את ממדי הקובייה והעמודים פי 100, אורך צלע הקובייה 10 מטרים, קוטר עמודי העץ 20 סנטימטרים, ואורכם 10 מטרים.

ללא ניקוד: בחרו שרמי צודק, או לא ענו.

שאלה 7

מטרת השאלה: לבדוק את עמדות התלמידים לגבי השקעה במחקר ופיתוח בכיוונים חדשניים למציאת מקורות אנרגיה חלופיים.

הערה למורה: מעניין אם למרות הקשיים הנראים לעין בפיתוח טכנולוגיות מתקדמות כמו זו המתוארת במגדל ארובות השרב, התלמיד חושב שהנושא חשוב, ויש צורך בהשקעה הנדרשת. ללא ניקוד.