**ננוטכנולוגיה ואתיקה**

רונית ברד

**תקציר:**

האפשרויות הרבות הטמונות בתחום הננוטכנולוגיה, החדירה לתחום הבדיוני והשאלות האתיות העולות מכך, יעסיקו אתכם במהלך עבודה זו.

אתם חברי קבוצת מחקר העוסקת בפיתוח ננוטכנולוגי בעל חשיבות רבה. עליכם לגייס כסף להמשך המחקר והפיתוח . במסגרת זו הגשתם בקשה לקבלת תקציב מחקר לוועדה הממשלתית האחראית על חלוקת התקציב.לוועדה הגיעו בקשות מחמש קבוצות מחקר שונות בתחום הננו טכנולוגיה וחבריה מתקשים לקבל החלטה חד משמעית לגבי חלוקת התקציב. יושב ראש הוועדה החליט להזמין נציג מכל קבוצת מחקר על מנת לקיים דיון משותף ולקבל את ההחלטה הנכונה ביותר הלוקחת בחשבון שיקולים של מדע ואתיקה. הדיון בוועדה מתקיים בשבוע הבא ועליכם להיערך בהתאם.

**הקדמה:**

האפשרויות הרבות הטמונות בתחום הננוטכנולוגיה, החדירה לתחום הבדיוני והשאלות האתיות העולות מכך, יעסיקו אתכם במהלך עבודה זו.

תחילית ה"ננו" נצמדת למושגים רבים המופיעים בספרות המדעית ופותחת דיונים העוסקים בהגדרת סדרי הגודל של התחום. הגדרות רבות מתבססות על העובדה שבננומדע וננוטכנולוגיה מדגישים את התופעה שבחומרים בסקלה ננומטרית התכונות משתנות באופן משמעותי מאלה המתקבלות מאותם חומרים בסקלה המאקרוסקופית.

כשתחילית זו נצמדת למושג טכנולוגיה היא פותחת חלון אפשרויות גדול מאד הכולל בתוכו תחומים רבים כמו: רפואה, תרופות, ביוטכנולוגיה, חקלאות, אלקטרוניקה ועוד..ניתן להגיד שזהו העוגן של תחילתה של המהפכה התעשייתית הבאה.

בעקבות ההתפתחות של כלי אפיון ומכשירים כמו AFM(Atomic Force Microscope) מדענים ואנשי טכנולוגיה יכולים היום לראות חלקיקים בגדלים ננומטריים , וכן, לחקור ולבצע בהם פעולות שונות.

אתיקה מדעית העוסקת בשאלות העולות בעקבות יישום של פיתוחים מדעיים היא חלק בלתי נפרד מן הפיתוח עצמו והאזרחים חייבים להיות חשופים ומודעים לה. תחום הננוטכנולוגיה הוא תחום חדשני, מתפתח בקצב מהיר וגורם לשינויים משמעותיים הראויים לבחינה אתית. רעילות של ננו חלקיקים עדין לא מוכרת, יכולת מעקב ואיסוף אינפורמציה שהולכת וגדלה ומגדילה יחד איתה את יכולת הפגיעה בפרטיותו של האינדיבידואל גם ללא ידיעתו והאפשרות לשפר יכולות אנושיות, מוטוריות וקוגניטיביות. כל אלה מעוררים דיונים בתת תחום האתיקה- ננואתיקה.

מדינות רבות בעולם מכירות בחשיבות הפיתוחים הננו טכנולוגיים ומשקיעות בהם סכומי כסף גדולים.

אתם חברי קבוצת מחקר העוסקת בפיתוח ננוטכנולוגי בעל חשיבות רבה. עליכם לגייס כסף להמשך המחקר והפיתוח . במסגרת זו הגשתם בקשה לקבלת תקציב מחקר לוועדה הממשלתית האחראית על חלוקת התקציב.לוועדה הגיעו בקשות מחמש קבוצות מחקר שונות בתחום הננו טכנולוגיה וחבריה מתקשים לקבל החלטה חד משמעית לגבי חלוקת התקציב. יושב ראש הוועדה החליט להזמין נציג מכל קבוצת מחקר על מנת לקיים דיון משותף ולקבל את ההחלטה הנכונה ביותר. הדיון בוועדה מתקיים בשבוע הבא ועליכם להיערך בהתאם.

השלבים הבאים יכוונו אתכם לעמוד במשימתכם וידרשו מכם ביצוע של מספר מטלות. את המטלות האישיות והקבוצתיות יש להגיש בצורה מסודרת בקלסר רך הכולל דף שער ממנו ניתן יהיה ללמוד על הפיתוח של הקבוצה ואת שמות חברי הקבוצה. ואחריו את כל המטלות לפי סדר הופעתן בפעילות.

**חלק א: חשיפה לתחום הננוטכנולוגיה**

במהלך החלק הזה תחשפו למידע מדעי הקשור לתחום הננוטכנולוגיה.

**מטלות:**

אישית: רשמו שלוש מחשבות שעולות לכם במהלך הצגת הנושא.

קבוצתית: **סדרי גודל**

1. התאימו בין הדוגמאות לבין סדרי הגודל בטבלה.

|  |
| --- |
| **דוגמאות** |
| מגרש ספורט |
| וירוס |
| כדור סל |
| מולקולת חלבון |
| אטום |
| ילד |
| בניין |
| מערכת השמש שלנו |
| כדור פינק-פונק |
| תא בעלי חיים |
| מולקולה קטנה |
| חיידק |
| תא צמח |
| קוטר כדור הארץ |
| גרגר חול |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| דוגמאות | סדרי גודל (במטרים) | חזקות |
|  | 10,000,000,000,000 |  |
|  | 10,000,000 | 1x107 |
|  | 100 |  |
|  | 10 |  |
|  | 1 |  |
|  | 0.1 |  |
|  | 0.01 |  |
|  | 0.001 |  |
|  | 0.0001 |  |
|  | 0.00001 |  |
|  | 0.000001 |  |
|  | 0.0000001 |  |
|  | 0.00000001 | 1x10-8 |
|  | 0.000000001 |  |
|  | 0.0000000001 |  |

רשמו את המספרים בחזקות בעמודה המתאימה. תוכלו להיעזר בקישורים הבאים.

<http://www.powersof10.com/film>

<http://www.youtube.com/watch?v=7GDC3u8k02c&feature=player_embedded>

**חלק ב : פיתוחים ננו טכנולוגיים- עבודה בקבוצות מחקר.**

**קבוצה 1:**

קראו את המידע המצורף ובצעו את המשימות האישיות והקבוצתיות.

הרחיבו את הידיעות שלכם בתחום באמצעות מקורות מידע נוספים בין היתר:

המימד הננסי

<http://www.tau.ac.il/news/heb/HEBSpr07.pdf>

על האמינות המדעית בספר "טרף" של מייקל קרייטון

<http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension>

שליטה ותקשורת של ננו רובוטים- עבודה סימינריונית

<http://faculty.biu.ac.il/~dgs/seminar/semsample1-nano.pdf>

דמיון מרקיע שחקים

<http://ahfutures.wordpress.com/2009/01/01/%D7%93%D7%9E%D7%99%D7%95%D7%9F-%D7%9E%D7%A8%D7%A7%D7%99%D7%A2-%D7%A9%D7%97%D7%A7%D7%99%D7%9D/>

צורך גדול בבדיקה קטנה

<http://www.hayadan.org.il/big-need-for-nano-check-23061017/>

**נחילים של ננו רובוטים**

ננוכימיה ופיתוח של ננוטכנולוגיות יאפשרו למזער רובוטים. ליצור רובוטים קטנים מאד שיוכלו לתקשר ביניהם ולשתף פעולה באמצעות תקשורת אלחוטית.

**היום**

על מנת לחקור כוכבים שונים (כמו מאדים) שולחים לחלל רובוט גדול ומרכב, באמצעות חללית, ומכוונים אותו לאסוף מידע ממקום הימצאו על הכוכב. במקרה של תקלה או שהרובוט ניזוק במהלך השיגור נפגע המחקר שמטעמו הוא נשלח.

**בעתיד**

פיתוח של ננו רובוטים יאפשר לשלוח לחלל (למאדים) הרבה מאד ננו רובוטים המסוגלים לתקשר ביניהם. הרובוטים יכלו לבצע משימות מגוונות במקומות שונים בכוכב. גם אם יהרסו 20% -30% מהרובוטים, עדיין יישארו מספיק על מנת להמשיך לבצע את משימות המחקר הנדרשות.

**היום**

בזמן הרס של מבנים מאוישים כתוצאה מאסונות טבע או פיגועים, נשלחים צוותי חילוץ והצלה על מנת לאתר ולחלץ ניצולים בעבודה קשה ואיטית.

**בעתיד**

בזמן הרס של מבנים מאוישים יישלחו נחילי ננו רובוטים שיוכלו להזדחל דרך חורים זעירים ולחפש ניצולים, בזמן קצר, להגדיל את הסיכוי להיחלץ מן ההריסות.

**משימה אישית**

**שם התלמיד\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

* דמיינו ותארו בכתב מצב בו הייתם רוצים לפגוש נחילים של ננו רובוטים.
* דמיינו ותארו בכתב מצב בו לא הייתם רוצים לפגוש נחילי ננו רובוטים.
* האם את/ה בעד או נגד פיתוח ננו רובוטים? הסבר/י את עמדתך.

**משימה קבוצתית**

**שמות חברי הקבוצה\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**הציגו את המשימה האישית שביצעתם בפני הקבוצה**

* דמיינו ותארו שימושים נוספים לנחילי ננו רובוטים.
* ציינו יתרונות וחסרונות בפיתוח ובשימוש של נחילי ננו רובוטים.
* האם ניתן לאשר פיתוח של נחילים של ננו רובוטים? אם לא, נמקו את קביעתכם.

אם כן, האם יש להטיל מגבלות על הפיתוח, או לאפשר פיתוח חופשי?

* במידה ויש להטיל מגבלות: מי לדעתכם אמור להגביל ואיך ניתן לאכוף את ההגבלה?
* רשמו את הטיעונים שעלו במהלך הדיון בקבוצה.
* בחרו שלושה טיעונים מרכזיים שעלו במהלך הדיון בקבוצה בנושא נחיל ננו רובוטים וציינו אותם בצורה מתומצתת. נמקו את בחירתכם וציינו מי מהטיעונים הוא טיעון אתי.
* הכינו את עבודתכם להצגה בפני הכיתה באמצעות פוסטר מתאים בו תציגו את הפיתוח עצמו ואת שלושת הטיעונים המרכזיים שעלו בדיון בקבוצתכם.

**קבוצה 2**

קראו את המידע המצורף ובצעו את המשימות האישיות והקבוצתיות.

הרחיבו את הידיעות שלכם בתחום באמצעות מקורות מידע נוספים בין היתר:

 [המימד הננסי](http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension)

[[http://www.tau.ac.il/news/heb/HEBSpr07.pdf](http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension)](http://www.tau.ac.il/news/heb/HEBSpr07.pdf)

[על האמינות המדעית בספר "טרף" של מייקל קרייטון](http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension)

[<http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension>](http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension)

[שליטה ותקשורת של ננו רובוטים- עבודה סימינריונית](http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension)

[[http://faculty.biu.ac.il/~dgs/seminar/semsample1-nano.pdf](http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension)](http://faculty.biu.ac.il/~dgs/seminar/semsample1-nano.pdf)

[דמיון מרקיע שחקים](http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension)

[[http://ahfutures.wordpress.com/2009/01/01/%D7%93%D7%9E%D7%99%D7%95%D7%9F-%D7%9E%D7%A8%D7%A7%D7%99%D7%A2-%D7%A9%D7%97%D7%A7%D7%99%D7%9D/](http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension)](http://ahfutures.wordpress.com/2009/01/01/%D7%93%D7%9E%D7%99%D7%95%D7%9F-%D7%9E%D7%A8%D7%A7%D7%99%D7%A2-%D7%A9%D7%97%D7%A7%D7%99%D7%9D/)

[צורך גדול בבדיקה קטנה](http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension)

[[http://www.hayadan.org.il/big-need-for-nano-check-23061017/](http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension)](http://www.hayadan.org.il/big-need-for-nano-check-23061017/)

**רובוטים יכולים לבנות רובוטים אחרים**

ננוכימיה ופיתוח של ננוטכנולוגיות יאפשרו בנייה של רובוטים שיכלו להשתמש במולקולות יסודיות, על מנת לצרף חומר לחומר ולבנות רובוטים בסדרי גודל קטנים. או לבנות ננו רובוטים שכל אחד מהם יודע לבצע משימה אחת אבל יוכלו להתחבר אחד לשני ולבנות מעצמם רובוט מודולרי בגדלים משתנים.

**היום**

על מנת לחקור כוכבים שונים (כמו מאדים) שולחים לחלל רובוט גדול ומרכב, באמצעות חללית, ומכוונים אותו לאסוף מידע ממקום הימצאו על הכוכב. במקרה של תקלה או שהרובוט ניזוק במהלך השיגור נפגע המחקר שמטעמו הוא נשלח.

**בעתיד**

פיתוח של רובוטים שיודעים לבנות רובוטים אחרים, יאפשר לשלוח לחלל ננורובוט או רובוט זעיר עם מיכל ובו חומרים שונים, על מנת לבנות את כל הרובוטים הנדרשים לבדיקות (במאדים). אפשרות זו תחסוך הרבה מקום בחללית ותאפשר ניצול שיגור החללית למטרות רבות יותר.

**היום**

רובוט שנפגע או מתקלקל לא מתפקד עד אשר מצליחים לתקנו או להחליפו.

**בעתיד**

רובוטים יוכלו לבנות את עצמם מחלקי חילוף שיהיו מוצמדים אליהם.

**משימה אישית**

**שם התלמיד\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

* דמיינו ותארו בכתב מצב בו הייתם רוצים לפגוש רובוטים שיכולים לבנות ננו רובוטים אחרים או ננורובוטים שבונים מעצמם רובוט מודולרי.
* דמיינו ותארו בכתב מצב בו לא הייתם רוצים לפגוש רובוטים שיכולים לבנות ננורובוטים אחרים או ננורובוטים שבונים מעצמם רובוט מודולרי.
* האם את/ה בעד או נגד פיתוח ננורובוטים שיודעים לבנות ננורובוטים אחרים? הסבר/י את עמדתך.

**משימה קבוצתית**

**שמות חברי הקבוצה\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**הציגו את המשימה האישית שביצעתם בפני הקבוצה**

* דמיינו ותארו שימושים נוספים ננורובוטים שיודעים לבנות ננורובוטים אחרים.
* ציינו יתרונות וחסרונות בפיתוח ובשימוש של ננורובוטים שיודעים לבנות רובוטים אחרים.
* האם ניתן לאשר פיתוח של ננורובוטים שבונים ננורובוטים אחרים?אם לא, נמקו את קביעתכם. אם כן, האם יש להטיל מגבלות על הפיתוח, או לאפשר פיתוח חופשי?

במידה ויש להטיל מגבלות: מי לדעתכם אמור להגביל ואיך ניתן לאכוף את ההגבלה?

* רשמו את כל הטיעונים שעלו בדיון הקבוצתי
* בחרו שלושה טיעונים מרכזיים שעלו במהלך הדיון בקבוצה בנושא ננורובוטים שבונים רובוטים אחרים וציינו אותם בצורה מתומצתת. נמקו את בחירתכם.וציינו מי מהטיעונים הוא טיעון אתי.
* הכינו את עבודתכם להצגה בפני הכיתה באמצעות פוסטר מתאים בו תציגו את הפיתוח עצמו ואת שלושת הטיעונים המרכזיים שעלו בדיון בקבוצתכם.

**קבוצה 3**

קראו את המידע המצורף ובצעו את המשימות האישיות והקבוצתיות.

הרחיבו את הידיעות שלכם בתחום באמצעות מקורות מידע נוספים בין היתר:

המימד הננסי

<http://www.tau.ac.il/news/heb/HEBSpr07.pdf>

על האמינות המדעית בספר "טרף" של מייקל קרייטון

<http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension>

שליטה ותקשורת של ננו רובוטים- עבודה סימינריונית

<http://faculty.biu.ac.il/~dgs/seminar/semsample1-nano.pdf>

דמיון מרקיע שחקים

<http://ahfutures.wordpress.com/2009/01/01/%D7%93%D7%9E%D7%99%D7%95%D7%9F-%D7%9E%D7%A8%D7%A7%D7%99%D7%A2-%D7%A9%D7%97%D7%A7%D7%99%D7%9D/>

צורך גדול בבדיקה קטנה

<http://www.hayadan.org.il/big-need-for-nano-check-23061017/>

**ננורובוטים בתוך גופינו**

ננוכימיה ופיתוח של ננוטכנולוגיות יאפשרו למזער רובוטים. ליצור רובוטים קטנים מאד שיוכלו לתקשר ביניהם ולשתף פעולה באמצעות תקשורת אלחוטית. הננורובוטים הללו יגיעו לגדלים של תאים בודדים ויוכלו להסתובב בתוך גופינו לנטר את פעילויות הגוף מבפנים תוך שהם מתקשרים זה עם זה ועם מחשבים חיצוניים.

**היום**

על מנת לאבחן מחלות ולטפל בהן, יש להשתמש בשיטות אבחון מגוונות על מנת לבסס השערות הקשורות למחלה זו או אחרת, להסתפק במידע חלקי ובניסוי וטעייה. שיטות הטיפול הן מוגבלות ויש פעמים בהם יש לבצע ניתוחים מסובכים, לבצע טיפולים שפוגעים גם בחלקים בריאים או להשתמש בתרופות עם תופעות לוואי ומגבלות שימוש.

**בעתיד**

אלפי או אפילו מליוני ננורובוטים שיטילו בתוך גופנו יוכלו לבצע בדיקות מדויקות ובתדירויות גבוהות על מנת לבדוק את מצב גופנו. במקרה של תקלה או חריגה מנורמות הם יוכלו לבצע הליך מתאים על מנת לטפל במחלה או בבעיה, בדיוק במקום בו נוצרה ובמינון הנכון מבלי לגרום לנזקים.

**היום**

הגישה למוח היא מסובכת ומורכבת הרבה מאוד מחלות שקשורות בתפקודי המוח ובבריאות חלקיו לא מטופלות.

**בעתיד**

ננורובוטים יוכלו להימצא במוח כמו בכל איבר אחר בגוף, לבדוק את תקינותו , לשפר את תפקודו , לרפא מחלות ולהרחיב את היכולות של המוח כמו, שיפור הזיכרון ויכולת החישוב.

**משימה אישית**

**שם התלמיד\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

* דמיינו ותארו בכתב מצב בו הייתם רוצים להשתמש בננורובוטים בגוף האדם.
* דמיינו ותארו בכתב מצב בו לא הייתם רוצים להשתמש בננורובוטים בגוף האדם.
* האם את/ה בעד או נגד פיתוח ננו רובוטים שישמשו בתוך גוף האדם? הסבר/י את עמדתך.

**משימה קבוצתית**

**שמות חברי הקבוצה\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**הציגו את המשימה האישית שביצעתם בפני הקבוצה**

* דמיינו ותארו שימושים נוספים ננורובוטים בגוף האדם.
* ציינו יתרונות וחסרונות בפיתוח ובשימוש של ננורובוטים בגוף האדם.
* האם ניתן לאשר פיתוח של ננורובוטים בגוף האדם?אם לא, נמקו את קביעתכם. אם כן, האם יש להטיל מגבלות על הפיתוח, או לאפשר פיתוח חופשי?במידה ויש להטיל מגבלות : מי לדעתכם אמור להגביל ואיך ניתן לאכוף את ההגבלה?
* רשמו את כל הטיעונים שעלו בדיון
* בחרו שלושה טיעונים מרכזיים שעלו במהלך הדיון בקבוצה בנושא ננורובוטים בגוף האדם וציינו אותם בצורה מתומצתת. נמקו את בחירתכם וציינו מי מהטיעונים הוא טיעון אתי.
* הכינו את עבודתכם להצגה בפני הכיתה באמצעות פוסטר מתאים בו תציגו את הפיתוח עצמו ואת שלושת הטיעונים המרכזיים שעלו בדיון בקבוצתכם.

**קבוצה 4**

קראו את המידע המצורף ובצעו את המשימות האישיות והקבוצתיות.

הרחיבו את הידיעות שלכם בתחום באמצעות מקורות מידע נוספים בין היתר:

המימד הננסי

<http://www.tau.ac.il/news/heb/HEBSpr07.pdf>

על האמינות המדעית בספר "טרף" של מייקל קרייטון

<http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension>

שליטה ותקשורת של ננו רובוטים- עבודה סימינריונית

<http://faculty.biu.ac.il/~dgs/seminar/semsample1-nano.pdf>

דמיון מרקיע שחקים

<http://ahfutures.wordpress.com/2009/01/01/%D7%93%D7%9E%D7%99%D7%95%D7%9F-%D7%9E%D7%A8%D7%A7%D7%99%D7%A2-%D7%A9%D7%97%D7%A7%D7%99%D7%9D/>

צורך גדול בבדיקה קטנה

<http://www.hayadan.org.il/big-need-for-nano-check-23061017/>

**רובוטים צבאיים**

ננוכימיה ופיתוח של ננוטכנולוגיות יאפשרו למזער רובוטים. ליצור רובוטים קטנים מאד שיוכלו לתקשר ביניהם ולשתף פעולה באמצעות תקשורת אלחוטית. כבר היום נמצאים בשימוש צבאי רובוטים מסוגים שונים, בין היתר, בקרב היחידות הלוחמות, וזוכים להצלחות מרשימות. כמו בצבא רובוטים אלה נכנסים גם לשימוש משטרתי. התפתחות בתחום תאפשר פיתוח של ננורובוטים שיכילו מערכות חישה, עיבוד מידע, ניווט עצמי, תקשורות ויהיו בעלי יכולת תמרון והרס.

**היום**

על מנת על מנת לפגוע באויב ולפתור בעיות ביטחוניות יש לשלוח חיילים מאומנים למשימות מסכנות חיים , לאתר מטרות, להגיע אליהן ולפגוע בהן.

**בעתיד**

מערכות נשק ננוטכנולוגיות יאתרו באמצעות החיישנים המתאימים את המטרה, יגיעו אליה ויפגעו בה, מבלי שניתן יהיה להבחין בהן.

**היום**

על מנת לפגוע בתחנות כוח, תחנות שידור ולשבש פעילות חיונית כמו נמלים ושדות תעופה יש להגיע אליהם באמצעים גלויים להסתכן בגילוי או באבדן חיים.

**בעתיד**

הצבא יוכל להגניב ננורובוטים למתקני אויב, בעת רגיעה ובזמן לא צפוי , ולהפעיל אותם בעת מלחמה תוך כדי שליטה מרחוק, ואולי... להכריע את המלחמה.

**משימה אישית**

**שם התלמיד\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

* דמיינו ותארו בכתב מצב בו הייתם רוצים להשתמש בננורובוטים צבאיים.
* דמיינו ותארו בכתב מצב בו לא הייתם רוצים להשתמש בננורובוטים צבאיים.
* האם את/ה בעד או נגד פיתוח ננו רובוטים לשימושים צבאיים? הסבר/י את עמדתך.

**משימה קבוצתית**

**שמות חברי הקבוצה\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**הציגו את המשימה האישית שביצעתם בפני הקבוצה**

* דמיינו ותארו שימושים נוספים ננורובוטים צבאיים.
* ציינו יתרונות וחסרונות בפיתוח ובשימוש של ננורובוטים צבאיים.
* האם ניתן לאשר פיתוח של ננורובוטים לשימושים צבאיים?אם לא, נמקו את קביעתכם. אם כן, האם יש להטיל מגבלות על הפיתוח, או לאפשר פיתוח חופשי?במידה ויש להטיל מגבלות : מי לדעתכם אמור להגביל ואיך ניתן לאכוף את ההגבלה?
* רשמו את כל הטיעונים שעלו בדיון הקבוצתי
* בחרו שלושה טיעונים מרכזיים שעלו במהלך הדיון בקבוצה בנושא ננורובוטים צבאיים וציינו אותם בצורה מתומצתת. נמקו את בחירתכם וציינו מי מהטיעונים הוא טיעון אתי.
* הכינו את עבודתכם להצגה בפני הכיתה באמצעות פוסטר מתאים בו תציגו את הפיתוח עצמו ואת שלושת הטיעונים המרכזיים שעלו בדיון בקבוצתכם.

**קבוצה 5**

קראו את המידע המצורף ובצעו את המשימות האישיות והקבוצתיות.

הרחיבו את הידיעות שלכם בתחום באמצעות מקורות מידע נוספים בין היתר:

<http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension> המימד הננסי

<http://www.tau.ac.il/news/heb/HEBSpr07.pdf>

על האמינות המדעית בספר "טרף" של מייקל קרייטון

<http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension>

שליטה ותקשורת של ננו רובוטים- עבודה סימינריונית

<http://faculty.biu.ac.il/~dgs/seminar/semsample1-nano.pdf>

דמיון מרקיע שחקים

<http://ahfutures.wordpress.com/2009/01/01/%D7%93%D7%9E%D7%99%D7%95%D7%9F-%D7%9E%D7%A8%D7%A7%D7%99%D7%A2-%D7%A9%D7%97%D7%A7%D7%99%D7%9D/>

צורך גדול בבדיקה קטנה

<http://www.hayadan.org.il/big-need-for-nano-check-23061017/>

**החייל העתידי**

ננוכימיה ומערכות ננוטכנולוגיות נמצאות במערכות נשק מתקדמות ונעשה בהם שימוש כבר היום. אבל השימוש עדיין מוגבל מאד. רוב החומרים והיישומים העתידיים נמצאים עדין בשלבי המחקר והפיתוח. ההשקעה הכספית בתחומי מחקר אלו הולכת וגדלה והצפי הוא שהננוטכנולוגיה תשנה בסופו של דבר את כלי הלחימה, התקשורת והתנהלות החיילים בקרב.

**היום**

חייל לובש מדים העשויים מבדי כותנה, כבדים יחסית, סופגי מים ודליקים. חייל קרבי צריך לשאת עליו ציוד אישי, ציוד לחימה ומזון שיכולים להגיע ל כ- 30 ק"ג .

**בעתיד**

בעזרת ננוטכנולוגיה ניתן יהיה לייצר מדים החסינים בפני מים, קלים ובעלי יכולת להיות חזקים מפלדה. גם הציוד האישי של החייל כגון: תרמילים, ומנות קרב ואפילו אפוד המגן והנשק יהיו עשויים מחומרים קלים יותר וחזקים בהרבה מאלו הקיימים היום. כתוצאה מכך החייל יישא על גופו ציוד אישי וציוד לחימה במשקל קטן מ 30 ק"ג בצורה משמעותית.

**היום**

החייל מוגבל ביכולותיו (למרות האימונים המפרכים) מכיוון שלאחר זמן לחימה ממושך הוא מתעייף, בשל עומס על פעילות המוח והשרירים, הוא הופך להיות פחות מרוכז ויש ירידה ביכולת הגופנית שלו. הדבר מחייב לאפשר לחייל לנוח או להחליפו בשדה הקרב.

החייל מעצם היותו ייצור אנושי יכול גם לחלות תוך כדי מלחמה (מחלות גופניות כמו שפעת או הצטננות קלה או מחלות נפשיות), גם במקרה כזה יש לאפשר לו לנוח או להחליפו בשדה הקרב.

**בעתיד**

המדים החדשים, שיפותחו בשיטות ננוטכנולוגיות, יוכלו לשמש כשרירי תמיכה חיצוניים ויכילו חיישנים זעירים שיוכלו לפקח על מצבו הבריאותי. במקרה של מחלה או ירידה בתפקוד יספקו החיישנים פתרון מתאים והחייל יוכל להמשיך להלחם בשדה הקרב.

**משימה אישית**

**שם התלמיד\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

* דמיינו ותארו בכתב מצב בו הייתם רוצים לפגוש את החייל העתידי.
* דמיינו ותארו בכתב מצב בו לא הייתם רוצים לפגוש את החייל העתידי.
* האם את/ה בעד או נגד פיתוח מדים ננו טכנולוגיים על מנת לשפר את יכולתם של חיילים בשדה הקרב? הסבר/י את עמדתך.

**משימה קבוצתית**

**שמות חברי הקבוצה\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**הציגו את המשימה האישית שביצעתם בפני הקבוצה**

* דמיינו ותארו שימושים נוספים לפיתוחים ננו טכנולוגיים לחייל הקרבי.
* ציינו יתרונות וחסרונות בפיתוח ובשימוש של מדים ננו טכנולוגיים לחיילים.
* האם ניתן לאפשר פיתוח של מדים ננו טכנולוגיים לחיילים קרביים?אם לא, נמקו את קביעתכם. אם כן, האם יש להטיל מגבלות על הפיתוח, או לאפשר פיתוח חופשי?במידה ויש להטיל מגבלות : מי לדעתכם אמור להגביל ואיך ניתן לאכוף את ההגבלה?
* רשמו את כל הטיעונים שעלו בדיון
* בחרו שלושה טיעונים מרכזיים שעלו במהלך הדיון בקבוצה בנושא החייל העתידי וציינו אותם בצורה מתומצתת. נמקו את בחירתכםוציינו מי מהטיעונים הוא טיעון אתי.
* הכינו את עבודתכם להצגה בפני הכיתה באמצעות פוסטר מתאים בו תציגו את הפיתוח עצמו ואת שלושת הטיעונים המרכזיים שעלו בדיון בקבוצתכם.

**קבוצה 6 : הוועדה**

אתם חברי הוועדה ממשלתית שתקבע את חלוקת התקציב לפרויקטים הננו טכנולוגיים שיועלו בכיתה.

קראו את קטעי המידע המצורפים , כפי שנתנו לקבוצות השונות, הרחיבו את הידיעות שלכם בתחום באמצעות מקורות מידע נוספים בין היתר:

המימד הננסי

<http://www.tau.ac.il/news/heb/HEBSpr07.pdf>

על האמינות המדעית בספר "טרף" של מייקל קרייטון

<http://www.sf-f.org.il/story.php3?id=847&force_skin=dimension>

שליטה ותקשורת של ננו רובוטים- עבודה סימינריונית

<http://faculty.biu.ac.il/~dgs/seminar/semsample1-nano.pdf>

דמיון מרקיע שחקים

<http://ahfutures.wordpress.com/2009/01/01/%D7%93%D7%9E%D7%99%D7%95%D7%9F-%D7%9E%D7%A8%D7%A7%D7%99%D7%A2-%D7%A9%D7%97%D7%A7%D7%99%D7%9D/>

צורך גדול בבדיקה קטנה

<http://www.hayadan.org.il/big-need-for-nano-check-23061017/>

**נחילים של ננו רובוטים**

ננוכימיה ופיתוח של ננוטכנולוגיות יאפשרו למזער רובוטים. ליצור רובוטים קטנים מאד שיוכלו לתקשר ביניהם ולשתף פעולה באמצעות תקשורת אלחוטית.

**היום**

על מנת לחקור כוכבים שונים (כמו מאדים) שולחים לחלל רובוט גדול ומרכב, באמצעות חללית, ומכוונים אותו לאסוף מידע ממקום הימצאו על הכוכב. במקרה של תקלה או שהרובוט ניזוק במהלך השיגור נפגע המחקר שמטעמו הוא נשלח.

**בעתיד**

פיתוח של ננו רובוטים יאפשר לשלוח לחלל (למאדים) הרבה מאד ננו רובוטים המסוגלים לתקשר ביניהם. הרובוטים יכלו לבצע משימות מגוונות במקומות שונים בכוכב. גם אם יהרסו 20% -30% מהרובוטים, עדיין יישארו מספיק על מנת להמשיך לבצע את משימות המחקר הנדרשות.

**היום**

בזמן הרס של מבנים מאוישים כתוצאה מאסונות טבע או פיגועים, נשלחים צוותי חילוץ והצלה על מנת לאתר ולחלץ ניצולים בעבודה קשה ואיטית.

**בעתיד**

בזמן הרס של מבנים מאוישים יישלחו נחילי ננו רובוטים שיוכלו להזדחל דרך חורים זעירים ולחפש ניצולים, בזמן קצר, להגדיל את הסיכוי להיחלץ מן ההריסות.

**רובוטים יכולים לבנות רובוטים אחרים**

ננוכימיה ופיתוח של ננוטכנולוגיות יאפשרו בנייה של רובוטים שיכלו להשתמש במולקולות יסודיות, על מנת לצרף חומר לחומר ולבנות רובוטים בסדרי גודל קטנים. או לבנות ננו רובוטים שכל אחד מהם יודע לבצע משימה אחת אבל יוכלו להתחבר אחד לשני ולבנות מעצמם רובוט מודולרי בגדלים משתנים.

**היום**

על מנת לחקור כוכבים שונים (כמו מאדים) שולחים לחלל רובוט גדול ומרכב, באמצעות חללית, ומכוונים אותו לאסוף מידע ממקום הימצאו על הכוכב. במקרה של תקלה או שהרובוט ניזוק במהלך השיגור נפגע המחקר שמטעמו הוא נשלח.

**בעתיד**

פיתוח של רובוטים שיודעים לבנות רובוטים אחרים, יאפשר לשלוח לחלל ננורובוט או רובוט זעיר עם מיכל ובו חומרים שונים, על מנת לבנות את כל הרובוטים הנדרשים לבדיקות (במאדים). אפשרות זו תחסוך הרבה מקום בחללית ותאפשר ניצול שיגור החללית למטרות רבות יותר.

**היום**

רובוט שנפגע או מתקלקל לא מתפקד עד אשר מצליחים לתקנו או להחליפו.

**בעתיד**

רובוטים יוכלו לבנות את עצמם מחלקי חילוף שיהיו מוצמדים אליהם.

**ננורובוטים בתוך גופינו**

ננוכימיה ופיתוח של ננוטכנולוגיות יאפשרו למזער רובוטים. ליצור רובוטים קטנים מאד שיוכלו לתקשר ביניהם ולשתף פעולה באמצעות תקשורת אלחוטית. הננורובוטים הללו יגיעו לגדלים של תאים בודדים ויוכלו להסתובב בתוך גופינו לנטר את פעילויות הגוף מבפנים תוך שהם מתקשרים זה עם זה ועם מחשבים חיצוניים.

**היום**

על מנת לאבחן מחלות ולטפל בהן, יש להשתמש בשיטות אבחון מגוונות על מנת לבסס השערות הקשורות למחלה זו או אחרת, להסתפק במידע חלקי ובניסוי וטעייה. שיטות הטיפול הן מוגבלות ויש פעמים בהם יש לבצע ניתוחים מסובכים, לבצע טיפולים שפוגעים גם בחלקים בריאים או להשתמש בתרופות עם תופעות לוואי ומגבלות שימוש.

**בעתיד**

אלפי או אפילו מליוניננורובוטים שיטילו בתוך גופנו יוכלו לבצע בדיקות מדויקות ובתדירויות גבוהות על מנת לבדוק את מצב גופנו. במקרה של תקלה או חריגה מנורמות הם יוכלו לבצע הליך מתאים על מנת לטפל במחלה או בבעיה, בדיוק במקום בו נוצרה ובמינון הנכון מבלי לגרום לנזקים.

**היום**

הגישה למוח היא מסובכת ומורכבת הרבה מאוד מחלות שקשורות בתפקודי המוח ובבריאות חלקיו לא מטופלות.

**בעתיד**

ננורובוטים יוכלו להימצא במוח כמו בכל איבר אחר בגוף, לבדוק את תקינותו , לשפר את תפקודו , לרפא מחלות ולהרחיב את היכולות של המוח כמו, שיפור הזיכרון ויכולת החישוב.

**רובוטים צבאיים**

ננוכימיה ופיתוח של ננוטכנולוגיות יאפשרו למזער רובוטים. ליצור רובוטים קטנים מאד שיוכלו לתקשר ביניהם ולשתף פעולה באמצעות תקשורת אלחוטית. כבר היום נמצאים בשימוש צבאי רובוטים מסוגים שונים, בין היתר, בקרב היחידות הלוחמות, וזוכים להצלחות מרשימות. כמו בצבא רובוטים אלה נכנסים גם לשימוש משטרתי. התפתחות בתחום תאפשר פיתוח של ננורובוטים שיכילו מערכות חישה, עיבוד מידע, ניווט עצמי, תקשורות ויהיו בעלי יכולת תמרון והרס.

**היום**

על מנת על מנת לפגוע באויב ולפתור בעיות ביטחוניות יש לשלוח חיילים מאומנים למשימות מסכנות חיים , לאתר מטרות, להגיע אליהן ולפגוע בהן.

**בעתיד**

מערכות נשק ננוטכנולוגיות יאתרו באמצעות החיישנים המתאימים את המטרה, יגיעו אליה ויפגעו בה, מבלי שניתן יהיה להבחין בהן.

**היום**

על מנת לפגוע בתחנות כוח, תחנות שידור ולשבש פעילות חיונית כמו נמלים ושדות תעופה יש להגיע אליהם באמצעים גלויים להסתכן בגילוי או באבדן חיים.

**בעתיד**

הצבא יוכל להגניב ננורובוטים למתקני אויב, בעת רגיעה ובזמן לא צפוי , ולהפעיל אותם בעת מלחמה תוך כדי שליטה מרחוק, ואולי... להכריע את המלחמה

**החייל העתידי**

ננוכימיה ומערכות ננוטכנולוגיות נמצאות במערכות נשק מתקדמות ונעשה בהם שימוש כבר היום. אבל השימוש עדיין מוגבל מאד. רוב החומרים והיישומים העתידיים נמצאים עדין בשלבי המחקר והפיתוח. ההשקעה הכספית בתחומי מחקר אלו הולכת וגדלה והצפי הוא שהננוטכנולוגיה תשנה בסופו של דבר את כלי הלחימה, התקשורת והתנהלות החיילים בקרב.

**היום**

חייל לובש מדים העשויים מבדי כותנה, כבדים יחסית, סופגי מים ודליקים. חייל קרבי צריך לשאת עליו ציוד אישי, ציוד לחימה ומזון שיכולים להגיע ל כ- 30 ק"ג .

**בעתיד**

בעזרת ננוטכנולוגיה ניתן יהיה לייצר מדים החסינים בפני מים, קלים ובעלי יכולת להיות חזקים מפלדה. גם הציוד האישי של החייל כגון: תרמילים, ומנות קרב ואפילו אפוד המגן והנשק יהיו עשויים מחומרים קלים יותר וחזקים בהרבה מאלו הקיימים היום. כתוצאה מכך החייל יישא על גופו ציוד אישי וציוד לחימה במשקל קטן מ 30 ק"ג בצורה משמעותית.

**היום**

החייל מוגבל ביכולותיו (למרות האימונים המפרכים) מכיוון שלאחר זמן לחימה ממושך הוא מתעייף, בשל עומס על פעילות המוח והשרירים, הוא הופך להיות פחות מרוכז ויש ירידה ביכולת הגופנית שלו. הדבר מחייב לאפשר לחייל לנוח או להחליפו בשדה הקרב.

החייל מעצם היותו ייצור אנושי יכול גם לחלות תוך כדי מלחמה (מחלות גופניות כמו שפעת או הצטננות קלה או מחלות נפשיות), גם במקרה כזה יש לאפשר לו לנוח או להחליפו בשדה הקרב.

**בעתיד**

המדים החדשים, שיפותחו בשיטות ננוטכנולוגיות, יוכלו לשמש כשרירי תמיכה חיצוניים ויכילו חיישנים זעירים שיוכלו לפקח על מצבו הבריאותי. במקרה של מחלה או ירידה בתפקוד יספקו החיישנים פתרון מתאים והחייל יוכל להמשיך להלחם בשדה הקרב.

**משימה אישית**

**שם התלמיד\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

* דמיינו ותארו בכתב מצב בו הייתם רוצים לפגוש את אחד הפיתוחים הננו טכנולוגיים המוצגים בפניכם. (ציינו באיזה מהפיתוחים בחרתם). נמקו את בחירתכם.
* דמיינו ותארו בכתב מצב בו לא הייתם רוצים לפגוש את אחד הפיתוחים הננו טכנולוגיים המוצגים בפניכם. (ציינו באיזה מהפיתוחים בחרתם). נמקו את בחירתכם.

**שמות חברי הקבוצה\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

קבעו 5 קריטריונים לפיהם תשפטו את איכות הפיתוח ותרומתו. נמקו את בחירתכם וציינו מי מהקריטריונים שייך לתחום האתיקה.

דרגו את חשיבות הקריטריונים מ1-5 וקבעו עבורם משקל יחסי. הקריטריון הראשון יהיה בעל המשקל היחסי הגדול ביותר והאחרון בעל המשקל היחסי הנמוך ביותר.

תכננו את דרך קבלת ההחלטה בקבוצתכם. פרטו את התכנון. הקפידו על משך דיון של 20 דקות ואפשרו לנציגי הקבוצות זמן סביר להתייחסות.

**חלק ג : הצגת הפוסטרים בפני הכיתה**

**קבוצות 1-5 :** הצגת הפיתוח הננוטכנולוגי בפני הכיתה, משך ההצגה לא יעלה על 3 דקות.

**חלק ד: הדיון בוועדה**

**קבוצה 6: חושפת בפני הכיתה כולה את הקריטריונים שנקבעו לקבלת ההחלטה ואת המשקל היחסי שנקבע לכל אחד. ומקיימת את הדיון כפי שתכננה.**

**משימה אישית:**

**שם התלמיד\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

בחירה בפיתוח אחד שראוי לקבל תקציב:\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

נימוק הבחירה תוך התייחסות לחמשת הקריטריונים שנבחרו ע"י הוועדה.

**חלק ה: רפלקציה**

ערכו דיון רפלקטיבי על הפעילות. התייחסו לסעיפים הבאים: דברים חדשים שלמדתם בעקבות הפעילות, הקשר בין הפעילות לידע הקודם שלכם במדעים, שני טיעונים שלגביהם הייתה הסכמה מלאה בקבוצה, שני טיעונים שלגביהם לא הצלחתם להגיע להסכמה, האם שינתם את דעתכם על פיתוחים ננו טכנולוגיים במהלך הפעילות.

סכמו את עיקרי הדיון והוסיפו את הרפלקציה לעבודה.

**אופן הגשת העבודה**

העבודה תוגש בקלסר רך, מודפסת בפונט 12 ברווח של שורה וחצי.

קלסר אחד לקבוצה.

העמוד הראשון יהיה דף שער מעוצב הכולל התייחסות לפיתוח הננוטכנולוגי בו עסקה הקבוצה ואת שמות חברי הקבוצה.

לאחריו לפי הסדר הבא:

שלוש מחשבות שעלו במהלך הכרות עם הנושא: ננוטכנולוגיה. (עמוד אחד לכל חבר בקבוצה, משימה אישית)

משימת סדרי הגודל (עמוד אחד לכל הקבוצה, משימה קבוצתית)

משימה אישית הקשורה בפיתוח הננוטכנולוגי של הקבוצה (עמוד אחד לכל חבר בקבוצה)

משימה קבוצתית הקשורה בפיתוח הננוטכנולוגי של הקבוצה (עמוד אחד לכל הקבוצה).

סכימה של הפוסטר שיוצג בפני הכיתה. (יש להגיש את הסכמה על דף A4 )

הבחירה המנומקת בפיתוח ננוטכנולוגי, בעקבות הדיון בוועדה (עמוד אחד לכל חבר בקבוצה, משימה אישית)

רפלקציה (עמוד אחד לכל הקבוצה).

רשימה ביבליוגרפית: ציינו את מקורות המידע בהם נעזרתם במהלך הכנת העבודה.

**עבודה מהנה**

**מטלה מתוקשבת 9.11.2011**

**ננו אתיקה**

1. **טיפים להפעלה בכיתה:**
	1. **מהי מטרת הפעילות?**

לפעילות מספר מטרות: לחשוף את התלמידים לנושא הננוטכנולוגיה, לפתח יכולת התייחסות אתית לפיתוחים טכנולוגיים בכלל ולפתוחים בתחום הננו בפרט, לחזק את הקשר בין כימיה לחיי היום יום אצל תלמידים, לשפר את המוטיבציה ההמשכית של התלמידים בתחום. לפתח קישורים חברתיים כמו הקשבה, דיון וקבלת החלטות?

* 1. **מהו קהל היעד של הפעילות כפי שהיא בנויה?**

הפעילות מיועדת לכל התלמידים הלומדים כימיה בחטיבה העליונה. ההמלצה שלי היא להעביר את הפעילות לתלמידי כיתה י' לפני בחירת הרכב לימודים מורחב.

* 1. **אילו מושגים תלמידים צריכים לדעת מראש?**

רצוי להעביר את הפעילות לאחר שתלמידים למדו את מודל האטום, אבל, ניתן להעביר את הפעילות גם ללא ידע מוקדם. הידע המוקדם של התלמידים יקבע את התכנים, בתחום הננוטכנולוגיה, אותם יבחר המורה להעביר במסגרת פעילות הפתיחה , שהיא החשיפה לנושא.

* 1. **אילו מושגים התלמידים רוכשים בפעילות?**

המושגים שתלמידים רוכשים במהלך הפעילות קשורים בסדרי גודל, תחילית הננו, שטח פנים, יחס שטח פנים לנפח, מושגים הקשורים בתכונות חומרים כמו מוליכות חשמלית, חוזק מסוגים שונים, השתנות התכונות בשטח הפנים והשפעת היחס שטח פנים לנפח על התכונות, המושג אתיקה, דילמות אתיות.

* 1. **איזה חלק מהפעילות עושים בכל שיעור? והתוצרים המצופים בסוף כל שיעור ובסיום הפעילות.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **השלב** | **משך הפעילות**  | **תוצרים** |
| חשיפה לנושא ננוטכנולוגיה באמצעות מצגת (מצורפת) (שימו לב במצגת ישנם שקפים מוסתרים המיועדים למורה ולא לתלמיד)או הרצאה של מומחה  | 80 דקות | 1. מחשבות שעלו בעקבות הצגת הנושא.2. מפת מושגים  |
| דיון דילמות | 90 דקות | 1. משימה אישית 2. משימה קבוצתית |
| הצגת טיעונים ומיונם | 45 דקות | טבלת מיון של הטיעונים על פי... |
| הרחבת הידע הקשור בפיתוח ננוטכנולוגי והערכות לקראת הדיון בפני הוועדה לחלוקת תקציב | 45-90 דקות | רשימת טיעונים מנומקים בעד ונגד הפיתוח הננוטכנולוגי הנדון. |
| הצגת הנושא בפני הוועדה לחלוקת תקציב | 45 דקות | בחירת הפיתוח הראוי ונימוק הבחירה |

* 1. **תשובות לשאלות שיש בפעילות שיעזרו למורה.**

הפעילות לא כוללת שאלות שיש עליהן תשובות חד משמעיות.

* 1. **הצעות לניסויים שתלמידים נדרשים להציע.**

בפעילות אינה כוללת ניסויים.

1. **רקע מדעי קצר על התכנים המופיעים בפעילות בהתאם לאוכלוסיית היעד**

**ננוטכנולוגיה** הינו תחום אשר פותח אפשרויות יישום חדשות במגוון בתחומים, כגון: פיתוח חומרים חדשים, התקדמות בתחום האלקטרוניקה, רפואה, תעשיית תרופות, ביוטכנולוגיה, חקלאות ועוד (Roco, 2002).

במהלך השנים האחרונות, המושג ננו הוא תחילית למושגים רבים המופיעים בספרות המדעית. למרות שגבולות התחום מטושטשים, מדינות רבות תומכות באופן משמעותי במחקרים ובפיתוחים בתחום הננו, על מנת להיות חלק משמעותי מחזית המחקר והפיתוח. אין ספק, שלפיתוחים העכשוויים והעתידיים יהיו משמעויות חברתיות וכלכליות. ניתן להגיד שזהו העוגן של תחילתה של המהפכה התעשייתית הבאה.

אחד הדיונים המלווים את התחום עוסק בהגדרה של התחום הננומטרי. ישנן הגדרות שונות וכל אחת מהן מתמקדת במאפיין אחר של תחום הננו: הגודל הננומטרי, גבולות התחום הננומטרי, שינוי משמעותי של התכונות, שיטות העבודה בתחום והגדרתו כתחום אינטרדיסציפלינרי (Hingant & Albe, 2010).

בעקבות ההתפתחות של כלי אפיון ומכשירים כמו AFM (Atomic Force Microscope) מדענים ואנשי טכנולוגיה יכולים היום לראות חלקיקים בגדלים ננומטריים , וכן, לחקור ולבצע בהם פעולות שונות. עם זאת כאשר עוסקים בתחום זה, יש צורך להגדיר באופן ברור את גבולות התחום. מהו גבול הגודל העליון שיוכל להיות מוגדר כננומטרי? האם כל המימדים של האובייקט צריכים להיות בגדלים ננומטריים או רק מימד אחד לפחות? הגדרות רבות מתבססות על העובדה שבננומדע וננוטכנולוגיה מדגישים את התופעה שבחומרים בסקלה ננומטרית התכונות משתנות באופן משמעותי מאלה המתקבלות מאותם חומרים בסקלה המאקרוסקופית. בנוסף הקיום של שתי גישות טכנולוגיות לקבלת ננוחומרים: top-down או bottom-up תורם לדיון המתקיים סביב ההגדרות המלוות את התחום. גישת ה top-down היא שיטת עבודה בתחום הננומדע וננוטכנולוגיה שהתפתחה בעשור האחרון, ועיקרה הוא מזעור. מתחילים את העבודה באובייקטים גדולים ומקטינים אותם עד להגעה לסקאלת הננו.

כמו במקרה של הפקת הגרפן בעזרת נייר צלוטייפ (פרס נובל 2010).

לעומת זאת טכנולוגית ה- bottom-up העוסקת בארגון מולקולות על משטחים, פועלת בכוון ההפוך למזעור. מתחילים מהמולקולות הבודדות ליצירת התקנים מאורגנים גדולים יותר. מאפיינים נוספים של ננומדע וננוטכנולוגיה הובלטו אף הם בניסיון להגדיר באמצעותם את תחום הננוטכנולוגיה, כמו טשטוש תחומי הדעת. הטיפול ברמת המולקולה הבודדת משנה את החלוקה לתחומי דעת כמו: כימיה, פיסיקה וביולוגיה שהייתה מוכרת עד עכשיו.

ננומדע וננוטכנולוגיה הוא תחום אינטרדיסציפלינרי.

ננוטכנולוגיה היא חלק מקבוצת "טכנולוגיות מתלכדות" הכוללת גם את הביוטכנולוגיה, טכנולוגיות מידע וקוגניציה. טכנולוגיות אלו יאפשרו שיפור של ביצועי האדם ויעוררו דילמות אתיות, לפיכך אין להתעלם מההיבטים האתיים העולים מהצגת יישומים אלו ולכלול אותם בהגדרה של ננומדע וננוטכנולוגיה (Roco & Bainbridg, 2002).

תחום הננו משתלב בתחומים רבים בחיי היום יום ולכן עולה הצורך בהערכת שילובו בתכנית הלימודים המדעית של בתי הספר התיכוניים ובקורסים לתואר ראשון באוניברסיטאות (Hingant & Albe, 2010).

**אתיקה מדעית** עוסקת בשאלות העולות בעקבות יישום של פיתוחים מדעיים כמו: האם היישום תואם את זכויות האדם וכבודו? האם היישום שומר על המאזן האקולוגי- סביבתי או עלול להרוס אותו? תשובות לשאלות כאלה יש לקבל תוך כדי דיון בו משתתפים מדענים, פילוסופים, משפטנים, נציגי ציבור ואנשי דת. וועדות אתיקה פועלות ברוב המדינות המתוקנות ובארגונים בין- לאומיים כמו אונסק"ו. המשימה העיקרית של ארגונים אלו היא להגדיר את גבולות המותר ולהקים מנגנוני פיקוח. (רבל, 2003 ).

סטנדרטים אתיים של חברה לא ניתנים לשליטה על יד הממשלים שלה, אך אחד מתפקידי הממשל היא למזער את הקונפליקט הנוצר בין הצורך בהתפתחות טכנולוגית חדשה והתוצרים שלה, לבין הקוד האתי של החברה. את הקונפליקט הנוצר ניתן למזער באמצעות הפעולות הבאות: חקיקת חוקים על מנת להגן על האנשים מהסכנות שטומן בחובו הפיתוח הטכנולוגי, תמיכה במחקרים שיספקו ידע הכרחי על מנת שניתן יהיה לקבל החלטות באופן שקול ומחושב, חשיפה של היתרונות והחסרונות של הטכנולוגיה, לציבור, על מנת שיוכלו להעריך נכון את הטכנולוגיה המתפתחת, פיתוח מעורבות של האזרחים בקבלת החלטות בתחום הטכנולוגיה.

ממשלים צריכים לפתח אמות מידה מתאימות הנוגעות לארבעת הדרכים הנ"ל, על מנת שניתן יהיה להתמודד עם דילמות אתיות העולות מפיתוחים ננו טכנולוגיים. (Schummer, 2007).

**ננואתיקה :** תחום הננוטכנולוגיה הוא תחום חדשני אשר נכנס לתוך החיים המודרניים בקצב מהיר וגורם לשינויים משמעותיים. על כן יש לבחון את ההשלכות של התחום מן הפן האתי.

לננו מדע וטכנולוגיה יש אינטראקציה משמעותית עם חברה: הרעילות של ננו חלקיקים עדיין לא מספיק נחקרה. לנושא זה חשיבות גדולה מאחר ומדינות רבות מעודדות ודוחפות את הפיתוח בתחום, גורמים רבים צפויים לבוא במגע עם ננו חלקיקים. פיתוחים ננו אלקטרוניים מובילים ליצירת התקנים קטנים מאד, לעיתים בלתי נראים, יכולת המעקב ואיסוף האינפורמציה גדלה באופן משמעותי ואיתה גם הפגיעה בפרטיותו של האינדיבידואל גם ללא ידיעתו. שילוב טכנולוגיות שאמור לשפר את היכולות האנושיות יכול לגרום בעיות אתיות. ניתן לומר כי תחום הננוטכנולוגיה מעורר תקווה ופחדים ממש כמו מדע בידיוני. Schummer (2007)

הרקע המדעי מעניין, אבל לדעתי כדאי למקד אותו לנושאים שיעזרו למורה לתפקד בכיתה בביטחון. האם את חושבת שמספיק שהמורה יקרא את המאמרים שהתלמידים מקבלים?

**תשובות לסדרי גודל**

|  |  |
| --- | --- |
| 10,000,000,000,000מטר | מערכת שמש כמו שלנו |
| 10,000,000 מטר | כדור הארץ |
| 1,000,000 מטר |  |
| 100,000 מטר | עיר |
| 10,000 מטר | מושב |
| 1000 מטר | שכונה |
| 100 מטר | בית, מגרש ספורט |
| 10 מטר | בריכה, עץ |
| 1 מטר | ילד, כלב, ארון |
| 0.1 מטר | ספל, כדור סל |
| 0.01 מטר | שעון, כדור פינג פונג |
| 0.001 מטר | גרגיר חול, נקבוביות בעור |
| 0.0001 מטר | תא צמח |
| 0.00001 מטר | תא של בעל חיים |
| 0.000001 מטר | חיידקים |
| 0.0000001 מטר | נגיף (וירוס) |
| 0.00000001 מטר | מולקולת חלבון |
| 0.000000001 מטר | מולקולה קטנה |
| 0.0000000001 מטר | אטום |

* 1. **קישור לאתרים רלוונטיים לצורך העמקה והרחבה והמחשה**

[**http://mdrating.com/nanotech/?p=11**](http://mdrating.com/nanotech/?p=11)

[**http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/img/news/614.pdf**](http://stwww.weizmann.ac.il/chemcenter/img/news/614.pdf)

[**http://bar-ilan.haaretz.co.il/?p=394**](http://bar-ilan.haaretz.co.il/?p=394)

**רשימת מקורות**

|  |  |
| --- | --- |
| Hingant,B, & Albe,V. (2010).Nanosciences and nanotechnologies learning and teaching insecondary education: a review of literature*.*France: *Studies in Science Education,46,*121-152. | 1. |
| Roco, M.C., & Bainbridge, W.S. eds. (2002). *Converging technologies for improving humanperformance: Nanotechnology, biotechnology, information technology and the cognitivescience.* Arlington, VA: National Science Foundation. | 2. |
| Schummer, J. (2007). Identifying ethical issues of nanotechnologies. *Nanotechnologies,Ethics and Politics.* (pp. 79–98). Paris: UNESCO Publishing. | 3. |
| רבל, מ. (2003). מדע מוסר ונשק להשמדה המונית: *האקדמיה: כתב העת של ועד ראשי האוניברסיטאות,* גיליון 12. | 4. |

**מחוונים לבדיקת העבודה**

**מחוון למשימות האישיות**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| שלב בפעילות |  | הערכה (1-5) | ניקוד (1-100) |
| חלק א10% | התייחס לשלוש מחשבות רלוונטיות לנושא |  |  |  |
| חלק ב30% | תאור מצבים מתאימים  |  |  |  |
| קביעת עמדה  |  |
| השתמש בנימוק עינייני  |  |
| חלק ד60% | הציג בחירה  |  |  |  |
| נמק את הבחירה באופן עינייני |  |
| התייחס בנימוק ל 5 קריטריונים |  |

**מחוון למשימות הקבוצתיות**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| שלב בפעילות |  | הערכה (1-5) | ניקוד (1-100) |
| חלק א10% | התאמה של סדרי הגודל |  |  |  |
| חלק ב40% | ביצוע כל המטלות  |  |  |  |
| קביעת עמדה  |  |
| שימוש בנימוק עינייני  |  |
| חלק ג הפוסטר40% | הפוסר כולל את תאור הפיתוח הנוטכנולוגי  |  |  |  |
| בפוסטר מופיעים שלושת הטיעונים המרכזיים |  |
| עמידה בלוח הזמנים להצגת הפוסטר |  |
| חלק ד10% | התייחסות רפלקטיבית  |  |  |  |