נספח לספר הריפוי פיזיקה א

בעניין תנועת קליע וה'דחף' (אימפטוס). שאלת האינרציה לפי אריסטו.

לספר א' מהריפוי פיזיקה פרק ה' סעיף 6.

הגדרת האינרציה בפיזיקה המודרנית לפי גליליאו וניוטון (מתוך ויקיפדיה):

"עקרון ההֶתְמֵד (עקרון ההתמדה או האִינֶרְצִיָּיה), קובע כי כל גוף נוטה להישאר במצב בו הוא נמצא: אם במנוחה – ישאף להישאר במקומו, ואם בתנועה – ישאף לשמור על מהירותו, (גודלה וכיוונה). במילים אחרות, כאשר על גוף לא פועל כוח [...], מהירותו לא תשתנה. מצב זה, בו מהירות הגוף לא משתנה, מכונה התמדה. את העיקרון ניסח לראשונה גלילאו גליליי [...]:

"גוף הנע על משטח אופקי ללא הפרעה חיצונית ימשיך לנוע באותו כיוון ובמהירות קבועה."

עקרון ההתמדה של גליליי הפך מאוחר יותר להיות החוק הראשון בשלושת חוקי התנועה של ניוטון."

הניסוח המקורי של ניוטון: "כל גוף ממשיך במצב מנוחתו או בתנועה קצובה בקו ישר, אלא אם כן יאלץ לשנות מצב זה על ידי כוחות הכפויים עליו."

גליליאו וניוטון רק ניסחו את החוק הזה, על סמך התצפיות, אבל לא הסבירו אותו. אם יש חוק טבע שגוף לא ינוע בלי שיש לו מניע, הרי אם אבן נזרקה, מייד אחרי שניתקה את מגעה עם היד של הזורק כבר אין לה מניע והיא צריכה ליפול ישר למטה ולא להמשיך לנוע בכיוון הזריקה.

(מובא בשם איינשטיין ואדינגטון ששאלו על חוק האינרציה:

Einstein wrote:

The weakness of the principle of inertia lies in this, that it involves an argument in a circle: a mass moves without acceleration if it is sufficiently far from other bodies; we know that it is sufficiently far from other bodies only by the fact that it moves without acceleration. (1988, p. 58)

Eddington is even more pithy, and sarcastic to boot: “Every body continues in its state of rest or uniform motion in a straight line, except in so far as it doesn’t” (1963, p. 124)

הטענה של איינשטיין היא שאין הוכחה שהקליע ממשיך לנוע בלי מניע חיצוני. אחרי שראינו שיש גופים שמניעים גופים אחרים מבחוץ (כגון כח הכבידה), אפשר שהאינרציה נגרמת בגלל מניע חיצוני לקליע, ולא בגלל שיש חוק שהקליע תמיד ימשיך לנוע בלי מניע כל זמן שלא יופעל עליו כח שמפריע לתנועה. אנחנו רק מניחים שהקליע נע מכח אינרציה כי לא מוכר לנו כח חיצוני שמניע אותו באופן כזה. התוכן הוא שאין הבנה לאינרציה, זו רק תצפית בלי שמוצאים בה הגיון, לכן כל הסבר לתצפית יכול להתקבל מבחינה לוגית, והבחירה בהסבר שיש חוק שהקליע ימשיך לנוע גם בלי מניע היא רק התרשמות של מה שנדמה כמסתבר.

זה גם מה שאמר אדינגטון, שאם אנו זורקים קליע, ואם אין הפרעה, וכגון בחלל הריק, החוק של ניוטון אומר שהוא ימשיך לנוע במהירות קבועה ובכיוון קבוע, אבל באמת ייתכן שהוא פתאום יעצור מתנועתו בלי סיבה. כי הרי התנועה האחידה בלי מניע אין בה הגיון, היא לא נובעת מהוכחה לוגית או מהותית, הדבר היחיד הוא שראינו במציאות שהקליע ממשיך לנוע גם אחרי שהדחיפה חדלה. ובכן אם אין שום הגיון במה שהוא ממשיך לנוע גם בלי מניע, הרי אפשר גם שבלי הגיון הוא פתאום ייעצר. והרי אין לנו תצפית שלפיה אין בעולם שום קליע שלא נעצר פתאום.

(האמירה שיש בגוף הנע 'אנרגיה קינטית' היא רק ניסוח נוסף לתצפית ולא הסבר))

בפיזיקה ספר ח' פרק י' כתב אריסטו (266ב מתחיל משורה 27. התרגום שלי):

"אם כל דבר הנע מונע על־ידי אחר (חוץ מדברים המניעים את עצמם), כיצד יש דברים, כגון הנזרקים, שנעים ואינם פוסקים גם לאחר שפסק מגעם במניעם?"

[...]

"והנה על כורחנו אנו אומרים, שהמניע הראשון נותן כוח מניע, בין לאוויר בין למים בין לכל דבר אחר, שמטבעו הוא עשוי להיות מניע ומונע; אבל דבר זה אינו פוסק בבת אחת מלהיות מניע ומונע, הוא פוסק לנוע באותו רגע שהמניע שלו מפסיק להניע אותו, אבל עדיין הוא נשאר מניע, ולכן הוא מניע דבר אחר הצמוד אליו, וכן שוב ניתן לומר כך וכן הלאה.

התנועה נפסקת כשהכח המניע שבאחד מהחוליות שבשרשרת נחלש משלב לשלב, ולבסוף הוא חדל כשחוליה אחת כבר לא גורמת לחוליה שאחריה להיות מניע, אלא רק גורמת לה לנוע בעצמה. התנועה של שתי חוליות אחרונות אלה, של האחת כמניעה ושל השנייה כמונעת, צריכה לחדול בבת אחת, ועם זה כל התנועה חדלה.

כעת, הדברים שבהם נוצרת תנועה זו, הם דברים שיכולים להיות לפעמים בתנועה ולפעמים במנוחה, והתנועה היא לא רצופה אלא רק נראית כך. כי היא תנועה של דברים שעוקבים זה אחר זה או במגע זה עם זה, ואין בה מניע אחד אלא מספר מניעים עוקבים זה אחר זה. זו הסיבה שתנועה מסוג זה קורה באוויר או מים.

יש שאומרים שזוהי תנועה שמתחלפת [המונח הידוע לתנועה כזו הוא antiperistasis. במהד' רוס התרגום הוא mutual replacement] אבל הקושי שהתעורר לא יכול להיפתר אלא באופן שביארתי. תנועה שמתחלפת גורמת שכל החוליות בשרשרת ינועו ויניעו בבת אחת, כך שתנועותיהם גם ייפסקו בבת אחת. אבל רואים שיש תנועה רצופה בדבר אחד, ולכן כיוון שאינו יכול להיות מונע על ידי אותו מניע, השאלה היא מה מניע אותו. [במהד' תומאס טיילור שהיא החשובה ביותר נוסף כאן: "שהרי אינו מניע את עצמו", וכך הוא ברוב כתבי היד. במהד' רוס נמחקו המילים האלה, כנראה הוא סבר שזו כפילות והמילים האלה כבר נאמרו מקודם ואין טעם לחזור עליהן שוב.]"

(בפיזיקה ספר ד' פרק ח' (215א משורה 13) כתב גם כן בעניין זה:

"Further, in point of fact things that are thrown move though that which gave them their impulse is not touching them, either by reason of mutual replacement, as some maintain, or because **the air that has been pushed pushes them with a movement quicker than the natural locomotion of the projectile wherewith it moves to its proper place.** But in a void none of these things can take place, nor can anything be moved save as that which is carried is moved"

דברים אלה שבפיזיקה ספר ד' אינם עיקר הדיון באינרציה, אלא הם מובאים כאחת ההוכחות לדיון שם שטוען שלא יתכן שיש ריק בעולם.

יש כאן שני הסברים להמשך תנועת הקליע אחרי שניתק את מגעו עם מה שדחף אותו:

ההסבר השני הוא אותו הסבר שכתב אריסטו בפיזיקה ח' י', בניסוח מקוצר וכללי. תרגום לעברית של הקטע המודגש:

"האוויר שנדחף דוחף אותם [את הדברים שנזרקים, הקליע] בתנועה שהיא חזקה יותר מהתנועה הטבעית של הקליע שמניעה אותו למקומו הראוי לו."

כלומר הקליע מטבעו יש לו תנועה שמניעה אותו למקומו הראוי לו, אם הוא עפר התנועה היא בקו ישר למטה, ואם הוא אש התנועה היא בקו ישר למעלה. האוויר שנוגע בקליע הונע מכח תנועת היד הדוחפת את הקליע, ודוחף את הקליע גם אחרי שהיד הדוחפת חדלה מלגעת בקליע, ודחיפת האוויר היא מהירה יותר מתנועת נפילת הקליע ישר למטה, הכוונה שדחיפת האוויר מתגברת על תנועת הנפילה של הקליע. היא רק מתגברת עליה ולא מבטלת אותה, לכן עם הזמן תנועת הקליע ליפול ישר למטה, שנובעת מטבעו העצמי, תחליש בהדרגה את הדחיפה של האוויר עד שתבטל אותה לגמרי והקליע ייפול לארץ.

מלבד זאת מביא אריסטו כאן עוד הסבר, שהוא אומר שיש מי שסובר כך, ואריסטו לא כותב שהוא בעצמו סובר כך. ההסבר הזה נקרא 'הסבר ההתחלפות' (antiperistasis ביוונית, ובאנגלית: mutual replacement), ואריסטו לא מסביר אותו כאן. בקטע שהבאתי מהפיזיקה ח' י' מוסבר עניין ההתחלפות ואעסוק בזה בהמשך.

הדיון בפיזיקה ספר ד' הוא להוכיח שלא יתכן ריק. תנועת קליע לפי ההסבר של אריסטו מוכיחה זאת. אמנם אפשר לטעון שיש הסבר אחר לתנועת הקליע ואז לא תהיה הוכחה שאין ריק, על זה אומר אריסטו שיש אכן עוד הסבר שאמרו בזה, וגם לפיו לא יתכן ריק. אין כאן ביאור של תיאוריה זו ולא עמדה כלפיה. בפיזיקה ח' י' אריסטו מבאר את תיאוריית ההתחלפות ודוחה אותה.

עוד קטע חשוב שבו אריסטו מתייחס לעניין זה, נמצא בעל השמיים ספר ג' פרק ב':

ב"על השמים" ג' ב' (301ב, מתחיל משורה 17):

"אבל מאחר ש'טבע' פירושו מקור של תנועה בתוך הדבר עצמו, ו'כח' הוא מקור תנועה בדבר שונה ממנו, או בעצמו כשונה [למשל תנועת כנפי הציפור שמרימה את בשרה למעלה, תנועת הכנפיים היא בעצמה של הציפור אבל נחשבת כתנועה ממקור שונה ממנה, כי הטבע של הבשר שלה מצד עצמו, ממקור התנועה העצמי שבו, הוא ליפול למטה. וכן אם רופא מרפא את עצמו, השכל היודע והמיומן שלו שלו מרפא את בשרו, והם שני דברים, השכל המניע והגוף המונע, למרות ששניהם באותו אדם. עיין בזה בפיזיקה ח' פרק ד' (254ב משורה 12), ובספר הריפוי 1.5.6)].

ומאחר שתנועה היא תמיד מחמת טבע או אילוץ חיצוני, תנועה שהיא טבעית, כגון תנועת הנפילה של אבן, תהיה רק מואצת על ידי כח חיצוני [הכוונה שלכל כיוון שהכח החיצוני יניע, תמיד יצטרף אליו הכח הטבעי של נפילה למטה, והתנועה למעשה תהיה לפי סך שני הכוחות], בעוד שתנועה לא טבעית תהיה מחמת הכח בלבד.

בכל מקרה האוויר הוא כמו מתווך [או 'אמצעי'. ביוונית 'אורגן', כלומר כלי] לכח. כי אוויר הוא גם קל וגם כבד [האש היא רק קלה, העפר הוא רק כבד, האויר והמים הם גם קלים וגם כבדים], וכך כקל הוא גורם לתנועה למעלה, כשהוא נדחף ומקבל את התנועה על ידי הכח, וככבד גורם לתנועה למטה. בכל מקרה הכח ההתחלתי מעביר את התנועה כאילו היה מְעָבֵּר את האוויר.

זה ההסבר לכך שגוף שמונע באילוץ ממשיך לנוע כשמה שדחף אותו מפסיק לגעת בו. אחרת, היינו אם האוויר לא היה בטבעו בעל יכולת זו, תנועה מאולצת לא הייתה אפשרית [הכוונה לתנועה אחרי שהדוחף חדל מלגעת בנדחף]. והתנועה הטבעית של גוף [נפילת אבן] מוסברת גם היא באופן זה [צריך להבין מה הקשר בין ההסבר לתנועת הקליע שממשיך לנוע גם אחרי שהיד הדוחפת חדלה מלגעת בו, ובין תנועת אבן שנופלת מהטבע העצמי שלה, וזה יתבאר בהמשך היטב]". עד כאן לשון אריסטו ב"על השמיים".

**ההסבר של אריסטו לתנועה הטבעית**

כדי להבין את דברי אריסטו בפיזיקה ח' י' שהבאתי לגבי קליע (וכן בעל השמיים ג' ב'), יש להבין מקודם את ההסבר של אריסטו לתנועה הטבעית, וכגון התנועה של אבן ליפול למטה או של אש לנוע למעלה.

את ההגדרה היסודית לטבע כתב אריסטו בפיזיקה ספר ב' פרק א' (בתרגום י. לנדא):

"מאחר שאין הטבע אלא איזו התחלה וסיבה של היות נע והיות נח הנמצאת בדבר באופן ראשוני וכשלעצמו ולא על פי המקרה." (אבן סינא מאריך בפירוש הגדרה זו בריפוי פיזיקה ספר א' פרק ה'.)

אחד הדיונים המרכזיים בזה הוא דברי אריסטו בפיזיקה ח' פרק ד' בכל הפרק.

בפיזיקה ח' פרק ד' (254ב משורה 33) אריסטו אומר שהקושי הכי גדול בתנועה הוא להבין בתנועה טבעית, כגון כשאבן נשמטת היא נופלת למטה, או שהאש עולה, מניין המקור שממנו באה תנועה טבעית זו. לא יתכן שמקור תנועתם היא בהם עצמם, כי תנועה מכח עצמם היא מאפיין של חיים והיא עניין ייחודי לבעלי חיים בלבד. ועוד, אם תנועת אבן למטה היא מכח עצמה, למה אין בה כח לעצור את התנועה לפני שהגיעה לקרקע (כמו שאדם שיכול ללכת מכח עצמו יכול גם לעצור את הליכתו). וגם אם מקור תנועתם היא מהם עצמם, לא מסתבר שיוכלו לנוע רק בדרך אחת (אם מקר התנועה אינו מבחוץ, אלא מהאבן עצמה, מה יגרום לה לא לנוע לצדדים. אם יש מניע חיצוני, אפשר שמטבעו הוא מגביל את התנועה שהוא יוצר, ומניע באופן שיכולה להיוולד מהנעתו רק תנועה אחת. אבל אם מקור התנועה הוא באבן עצמה ולא במניע חיצוני, איזו סיבה יכולה להיות לכך שהתנועה תהיה רק בקו ישר למטה ולא באופנים אחרים).

ועוד, תנועה בהכרח צריכה מניע ומונע. אם יש גוף מורכב, ייתכן שחלק ממנו הוא הפעיל וחלק אחר הסביל, אע"פ שהם נמצאים באותו מקום. וכגון שרופא מרפא את עצמו (יוצר תנועה ממצב חולה למצב בריא. כל שינוי הוא תנועה), הרופא מורכב משכל ובשר (צורה וחומר), השכל שלו הוא הפעיל, והבשר שלו הוא הסביל. אין כאן חלוקת מקום אבל יש חלוקה בכך שיש צד פעיל וצד סביל, ואז יתכן שהצד הפעיל מניע את הסביל. אבל אבן אין לה צורה של חי, כלומר צורתה אינה עניין נפרד מהחומר שלה כשמדובר על פעיל וסביל. אם אי אפשר למצוא באבן שני צדדים, פעיל ונפעל, אז לא יתכן שהיא מניעה את עצמה (כך כתב גם אפלטון בטימיאוס מ e57 והלאה ועיין עוד שם. יש שאמרו שהדעה שההנעה היא על ידי 'התחלפות' היא דעת אפלטון שם, ועיין גם בטימיאוס דף 60, ושם בדף 80 לגבי הנשימה, ולדעתי זו אינה כוונת אפלטון, ואחרי הביאור שאכתוב בהמשך יתבאר מעצמו שלא לזה כוונת אפלטון). תנועה לא נולדת סתם כך באופן ספונטני, מעצמה, בלי שום סיבה (כל סיבת תנועה היא 'מניע'), לכן לא יתכן שמה שאבן נופלת למטה הוא תנועה שאין לה שום מניע חיצוני. אמנם איננו רואים משהו חיצוני שדוחף את האבן ליפול, וזה הקושי הגדול ביותר בהבנת התנועה, לדברי אריסטו שם.

בהמשך הפרק הוא עובר להסביר את התנועה כתהליך היציאה מה'בכח' אל ה'בפועל' (מהפוטנציאליות אל האקטואליות), וזה כמו שביאר בפיזיקה ספר ג' פרק א'. אמנם זה רק מסביר מה מהותה והגדרתה של התנועה עצמה (כמו שכתב בפיזיקה ג' א' שהא עוסק בהגדרה מדוייקת של התנועה), ולכאורה לא מסביר מה המניע שלה, מה מניע את התהליך הזה של יציאה מהכח אל הפועל.

בסוף הפרק הוא חוזר לשאלת המניע, ואומר שכמו שהדברים שנעים בתנועות לא טבעיות (האבן שנעה למעלה כשמישהו מרים אותה) בהכרח יש להם מניע חיצוני, כך גם הדברים שתנועותיהם טבעיות (נפילת האבן אחרי שנשמטה מאחיזת המרים) בהכרח יש להם מניע חיצוני. לגבי השאלה מה המניע הזה, הוא כותב:

"הם [הדברים שנעים באופן טבעי, כמו נפילת האבן] מונעים או על ידי מה שהביא אותם להיות נמצאים ועשה אותם קלים או כבדים, או על ידי מי ששחרר את מה שמנע ועצר אותם [מקודם כתב שמי שהסיר מעצור לתנועה, כמו מי שהסיר עמוד ואז הגג נפל, נחשב בבחינת מה כמניע (ועי' מורה נבוכים ג' י'). אמנם בוודאי זה מניע משני, והוא נחשב מניע רק אחרי שהמניע הראשוני ברא את הגוף וברא שיש בו קלות או כובד, ואז אם אחרי שהמניע הראשוני ברא את הגוף ועשה אותו כבד, עדיין אין כאן הנעה כי האבן הזו מונחת על מדף, מי שהסיר את המדף הוא זה שגרם לאבן לנוע והוא גם נחשב מניע, אבל אין זה חלק מהדיון שלנו]."

אם כן כתוב כאן שהמניע של אבן שנופלת מכח טבעה הוא מי שברא אותה ועשה אותה כבדה. מה שהיא כבדה זה לא המניע, אלא זה רק החוק שקובע שאחרי ההנעה ההנעה תפעל לפיו, כלומר תהיה הנעה כלפי מטה בקו ישר. למשל אם אסטרונום יודע את החוקיות של תנועות גרמי השמיים ואת חישוב המסלולים שלהם, הוא לא יודע שהם אכן בפועל נעים. הוא רק יודע שאם היו נעים, אז תנועתם הייתה לפי חוקים אלה ובמסלולים אלה, חוקי התנועה הם לא סיבת התנועה, הם לא המניע, הם רק אומרים שאם יהיה מניע הוא יניע לפי חוקים אלה. כך גם 'כובד' פירושו קביעת חוק שאומר שאם האבן הייתה נעה בלי התערבות מניע נוסף זר לטבעה, התנועה הייתה כלפי מטה בקו ישר, אבל מה שבפועל היא אכן נעה למטה, זה לא מסיבת הכובד, לא הכובד הוא המניע, אלא מי שברא את האבן הוא המניע, והוא הטביע בה כח תנועה מכח היותו יכול להניע, והוא הטביע את כח התנועה באופן כזה שיפעל בדרך של 'כובד', כלומר יניע בקו ישר למטה.

במבנה הפרק (פיזיקה ח' ד') יש לכאורה חוסר עקביות. הוא מתחיל מהשאלה של מה מניע את הגופים, אחר כך עובר להגדרת התנועה כתהליך היציאה מהכח אל הפועל, ובסוף חוזר לשאלת המניע, ואומר שהמניע הוא מי שברא את הטבע.

אמנם אם המניע הוא הבורא, מה שהבריאה כולה היא במהותה תנועה מהכח אל הפועל, זה עצם השורש האלוהי של הבריאה, כמו שכתב הרמב"ן על בראשית א' א' (יש לו מקורות באריסטו ואני מביא אותו רק כי הניסוח שלו בהיר ובעברית) שבתחילה נבראה רק נקודה אחת שהיא ההיולי, היא כל המציאות כולה בדרך של 'בכח', ומאז כל מה שנוצר ונעשה הוא רק יציאה אל הפועל של מה שהיה גנוז בפוטנציאל של אותה נקודה. הבריאה כולה נבראה ברגע הראשון כמציאות בכח, ומייד בהכרח התחילה תנועה של יציאה אל הפועל, כי בלי יציאה אל הפועל אין כאן שום דבר וכאילו לא נבראה בריאה כלל. הרי ששורש הגילוי האלוהי שהוא הבריאה, מהותו הראשונית היא ההתפתחות מה'בכח' אל ה'בפועל', לפי ההגדרה המדוייקת של עניין זה שאריסטו הגדיר בפיזיקה ג' א' בדקות ועמקות רבה. אם כן אחרי שקבענו שהמניע לכל הפעולות הטבעיות הוא האלוה שברא את הגוף וברא בו כח תנועה, זה אותו עניין כמו מה שהמציאות היא בדרך של יציאה מהכח אל הפועל.

במטאפיזיקה אטא פרק ו' אריסטו מדבר על כדור מברונזה, שהחומר הוא הברונזה והצורה כדור, ושואל מה סיבת האחדות שבין 'כדורי' ובין 'ברונזה'. ואומר שהאחדות היא כי זה צורה וזה חומר. ועל זה ממשיך: "מה אם כן גורם שמה שהוא פוטנציאלי (החומר 'ברונזה' שהוא פוטנציאל, 'בכח' לכדור מברונזה), יהיה אקטואלי (גוף שקיים 'בפועל' שהוא כדור ברונזה בעל צורה כדורית)? מלבד בדברים שהתהוו - זהו הפּוֹעֵל. כי אין שום סיבה אחרת שהכדור הפוטנציאלי יהיה לכדור אקטואלי אלא זו היתה המהות של שניהם"

לפי עוד מקומות באריסטו, הכוונה כאן היא שהפוטנציאלי והאקטואלי הם אותו דבר במהותם, לכן יש תנועה מהפוטנציאלי לאקטואלי, התנועה הזו קורה מעצם העובדה שזה הפוטנציאלי וזה האקטואלי, התנועה היא במהות של ההווייה, מכח שמהות ההוויה היא האחדות שבין הפוטנציאלי והאקטואלי, שהתנועה ביניהם היא התגלות האחדות האלוהית. ביצירה מלאכותית יש פּוֹעֵל גלוי, הנגר. בטבע הפועל הוא האלוה עצמו שמחייה את העולם, וחיות העולם היא התנועה מהפוטנציאלי לאקטואלי. האלוה לא נגלה כפועל אלא נראה שהטבע עצמו הוא כזה. רק שזה נובע מכך שהטבע חי, האלוה משרה בו חיות, ולכן הוא המניע והוא לא נחשב פּוֹעֵל כי הוא נסתר. מכל מקום העקרון היסודי שיש צורך הכרחי בפּוֹעֵל נכון גם בטבע, והוא לא סותר לאמירה שבטבע התנועה וגם הסיבה שפועלת את התנועה היא עצם עניין היציאה מהכח אל הפועל (היציאה המופשטת, בלי גוף מסויים שהוא זה שיוצא אל הפועל, כמו שביאר בפיזיקה ג' א').

הפילוסוף הנוצרי החשוב פילופונוס (John Philoponus) , 490-570 לספירה, כתב:

"מזה ומטעמים אחרים יכולים לראות, שאי אפשר להם לדברים שכופים עליהם תנועה שינועו בדרך זו; אלא מן ההכרח, שאיזה כוח מניע, **שאינו גופני**, יינתן לנזרק על־ידי הזורק".

Philoponus, Commentary on Aristotle's Physics, 639.3-642.9

עוד כותב פיליפונוס שיש להשלים את ההגדרה של אריסטו בפיזיקה ב' א' בהוספת מילים אלה:

"טבע הוא חיים או כח שירד דרך הגופים, מעצב אותם ומנהיג אותם"

)"E. M. Macierowski and R. F. Hassing, “John Philoponus on Aristotle’s Definition of Nature: A translation from the Greek with Introduction and Notes,” Ancient Philosophy 8 (1988): 73–100(

Scientific Theology: Nature - By Alister E. McGrath (p. 96):

Philoponus clearly regards nature as having existence prior to and independently of that in which it works - hence the language of 'descending through' things. […]

Nature is described in terms of a force - a life or power. This leads Philoponus to speak of nature in terms of an eidopoetic - that is, a ‘trans-formal’ or “‘form-making’ - activity, paralleling the action of an artisan in fashioning a work of art from raw material. Nature is thus like an artisan forming and shaping his materials."

אני מביא מדברי פיליפונוס רק להראות שהוא הבחין במה שכתב אריסטו בפיזיקה ח' ד' שכח התנועה, כלומר הטבע, "התחלת התנועה" שיש בגופים, הוא עניין אלוהי. דבר שכל החוקרים והפרשנים המודרניים שראיתי התעלמו ממנו כאילו לא נכתב.

עדיין יש להבין איך חוקי הפעולה של אותו עניין אלוהי. הטבע הוא כלי לגילוי הרצון האלוהי והחיים הכלליים של המציאות (כמו שכתב במורה נבוכים א' ע"ב, שכל המציאות היא איש אחד חי (ומקורו בטימיאוס ובמטאפיזיקה למבדא פרק י'. וציינתי לדבריו כי הניסוח שלהם ברור יותר)), והוא באופן של חוקיות קבועה ושכלית, שיש לגלות את החוקיות שלה. בניתוח המדוייק איך כח התנועה פועל בגופים, יש לפילופונוס הערות על אריסטו, אבל ביסוד שכח התנועה הוא מופשט ואלוהי, פילופונוס כותב את זה כדבר שאין בו מחלוקת.

ההבדל בין אריסטו לניוטון בנקודה זו, הוא על דרך משל כמו שנראה אדם חי שמתנועע, ונסתכל עליו כמו על גוש בשר, חומר דומם, כאילו היה אבן, ונאמר שלפי התצפית יש גופים שיכולים לנוע בלי מניע וננסח את החוקיות של תנועת האדם לפי התצפיות ונקבע את זה כחוק של מכניקה. זו אמת רק שזה לא מובן, איך ייתכן שגוף דומם פתאום נע בלי מניע. אריסטו רואה את אותה תצפית ולא חולק עליה ועל החוקיות שניוטון מצא בה, הוא רק מסביר שהתנועה היא משום שיש כאן חיים.

אפלטון כתב שהמציאות כולה היא איש אחד חי, וכמו שכתב בעקבותיו אריסטו במטפיזיקה למבדא פרק י' ומובא במורה נבוכים א' ע"ב ("הנה כן צריך לך שתצייר כל זה הכדור איש אחד, חי מתנועע בעל נפש, כי זה המין מן הציור הכרחי מאד, כלומר מועיל מאד במופת על היות האלוה אחד, כמו שיתבאר. ובזה הציור יתבאר גם כן שהאחד אמנם ברא אחד"). לפי זה גם כל הדוממים חיים. אמנם אריסטו כתב על הדוממים שהם מתים, וזה הרי ההבדל המהותי בינם ובין בעלי החיים והצמחים.

המורה נבוכים שם מסביר עניין זה, שזה כמו שיש בגוף עצמות וסחוסים. העין, הלב, הריאות הידיים והרגליים, וכיו"ב, יש להם תנועה שבאה מכוחם שלהם, שהיא לפי טבעם וצורתם ומהותם, אע"פ שהמניע הקודם לתנועתם העצמית הוא החיות הכללית של הנפש של כל הגוף כאחד, בכל אופן החיות הכללית של הגוף הכללי מניעה אותם באופן אמצעי, כי יש להן טבע עצמי משלהם שמכוחו יש להם תנועה משלהם והוא המניע הראשוני הלא אמצעי שלהם, ואע"פ שהכל נובע מהחיות הכללית של כל הגוף ונקבע רק על ידו, עדיין הנעת החיות הכללית היא הנעה על ידי אמצעי. לעומת זאת העצמות והסחוסים הם לפי המשל הזה הדוממים שבעולם, אין להם תנועה עצמית שנובעת מטבע עצמי שלהם. הם חיים וגם נעים, למשל העצמות גדלות ביחד עם הילד, אבל זו לא תנועה שנובעת מטבע עצמי של העצמות כגוף חי נפרד, אלא זו תנועה של העצמות שבאה באופן בלתי אמצעי מהחיות הכללית של הגוף כולו. העצמות נקראות מתות ביחס לעין או ללב או לרגל, כי אינן נעות תנועה עצמית, ואין להן נפש עצמית ותנועה עצמית ולכן אין להן חיים כשמדובר מצד חיים של איבר. מצד חיי האיבר העצם היא דבר מת. אבל עדיין העצמות חיות בחיות הכללית של כל הגוף כאחד, והן לא כמו עצמות של גווייה בקבר שלא גדלות עם הגוף ומתייבשות ומתפוררות.

בדוממים יש רק את החיים הכלליים של כל הגוף, וזה טבע אחד שמניע אותן באופן בלתי אמצעי, והמשל לזה בעולם הוא הדוממים שיסוד העפר נופל למטה בהנעה לא אמצעית מטבעו שהוא החיות של הנפש הכללית. זה כח ה'דחף' (או ה impetus בשמו הלטיני) שבו נוקטים הפילוסופים והחוקרים, שהוא חיים שגורמים לאבן ליפול למטה ונקראים טבע כי הם חוק תנועה קבוע. התנועה הזו היא מכח הכיסופים החיים לבורא כמו תנועת כל הבריאה, וכמו שכתב המורה נבוכים ב' ד' שעולם ארבעת היסודות מתייחס לשכל הפועל כמו שהגלגלים מתייחסים לשכלים שמעל השכל הפועל. היחס של הגלגלים אל השכלים הוא יחס של כיסופים של הבורא (שמתגלה באותם שכלים, שהם הספירות שדיברו עליהן חכמי הקבלה, וכמו שכתבו הרמ"ק והאר"י והארכתי בזה במקומות אחרים) והתנועה היא מכח הכיסופים אליו. הקשר בין תנועה סיבובית לכיסופים מבואר במורה נבוכים שם (ויש בזה עוד אופנים של ביאור והארכתי במקום אחר).

בעולם של ארבעת היסודות יש סדר של חכמה אלוהית במבנה שלו, ועל ידי זה מתגלה בו האחדות האלוהית והיופי האלוהי. הסדר הזה הוא מה שהנבראים רוצים להידמות אליו, לסדר את עצמם לפיו, כדי לדבוק בבוראם. הסדר הוא שיסוד העפר למטה ויסוד האש למעלה, והנבראים רוצים לנוע למקומם הטבעי כדי להעמיד את הסדר הזה. הכיסופים החיים האלה הם הטבע החי של העפר ליפול למטה ושל האש לעלות למעלה וכן הלאה. רק שכמו בעצמות לא מתגלה באבנים כיסופים מצד עצמם וחיים מצד עצמם, הם לא בוחרים לפי עצמם את תנועותיהם, אלא מסתדרים לפי הסדר הכללי של כל המציאות. הם בטלים כלפי החיות הכללית של כל הבריאה ולא הווים וחיים כחי עצמאי, ולכן תנועתם היא רק לפי הסדר הכללי של הבריאה ואין בו בחירות עצמאיות משלהם. זה מה שגורם להגדיר אותם כמתים ביחס לבעלי החיים שנעים מכח עצמם (וגם הצמחים גדלים מכח עצמם). כאמור כח החיים של המציאות הכללית שמתגלה בגופים המתים הוא הטבע, והוא מה שנקרא 'דחף'. גם נטיית האבן ליפול נקראת אצל פילופונוס 'דחף'.

לגבי ההסבר לאינרציה, היא כח ההתמדה של אבן שנזרקה וממשיכה לנוע בכיוון הזריקה, ההסבר הוא שהיד של הזורק עוררה חיים באבן הנזרקת, כמו שאב מעורר חיים בביצית (וכלשון אריסטו בעל השמיים ג' ב': "הכח ההתחלתי מעביר את התנועה כאילו היה מְעָבֵּר את האוויר". וודאי הכוונה כאן מטביע או מספיג או מעביר, ולא מְעָבֵּר ממש, אבל לפי ניוטון אם כדור נע פוגע בכדור נח ומניע אותו, נאמר רק בפשטות שהוא הניע אותו, ולא שהטביע בו משהו או הספיג אותו במשהו. הלשון 'מטביע' דומה לפעולת האב שמטביע את דפוס צורתו החיה בביצית ואחר כך הצורה נמצאת שם והביצית קיבלה את החיים וכעת הם בה), או שמגע אוהב מעורר חיים במי שנגעו בו, או שמיעת ניגון יפה מעוררת חיים בשומע, וכיוצא בזה, והחיים שהתעוררו באבן ממשיכים להניע אותה עד שההתנגדות של טבעה העצמי ושל החיכוך מפרידים את הנפש הזו מהאבן. כמו שהשגרה מפרידה את החיים שהניגון עורר ומחזירה את האדם לטבעו העצמי הטבוע בו. כאמור זה כתוב כבר באריסטו, ואבן סינא מסכים לזה לקמן 4.12, השאלה היא רק איך לנתח את דרך הפעולה של אותו דחף חי שהתעורר באבן שנזרקה (עיין עוד גם במאמר על החשק מאת אבן סינא פרק שני, תרגמתי בסוף ספר הרמיזות וההערות).

ניסוח יפה של העניין יש בספר חובות הלבבות שער ב' (שער הבחינה), פרק ה' (מאת רבינו בחיי אבן פקודה, 1050 - 1120):

"וממה שראוי לך להבין מכל הבריות העליונים והתחתונים מקטנם ועד גדולם, הענין הנעלם אשר בו סדר הכל והשלמתו, ואיננו מושג בחושים הגשמיים, והיא התנועה הדבקה לכל מחובר, ואין חוש מהחושים הגשמיים משיג אותה, אך השכל משיג אותה באמצעות הנע, אשר ישיגוהו החושים. ולולי התנועה, לא היתה נגמרת הווית שום דבר מן הנמצאות ולא הפסדם. ואמר אחד מן הפילוסופים: רוח הטבעים התנועה. וכשתבין סוד התנועה ותשכיל ענין אמתתה ורוחניותה, ותדע, כי היא מפלאי החכמה האלהית ותכיר רוב חמלת הבורא על ברואיו, אז יתברר לך, כי כל תנועותיך נקשרות בחפץ הבורא יתעלה והנהגתו ורצונו, הקטנה והגדולה שבהם והגלויה והנסתרת, חוץ ממה ששם ברשותך מבחירת הטוב והרע. וכאשר יתברר לך זה, תפקד עצמך בכל תנועה שתנוע, וזכר הקשר אשר קשרך הבורא בו והתבושש ממנו תמיד, ותירא אותו ותמסר לדינו ורצה בגזרותיו, תגיע אל רצונו ותהיה אחריתך לטוב, כמו שכתוב "והבוטח בה' חסד יסובבנו.""

אפלטון בפידרוס דף 245 כתב:

"כל מה שנשמה הוא, הרי הוא בן אלמוות. שכן מה שתמיד שרוי בתנועה, בן אלמוות הוא. ואילו המניע זולתו מהיותו מונע בידי זולתו - באשר נפסקת תנועתו, **אף ייפסקו חייו**. רק המניע את עצמו - שהרי את עצמו לא יחסר - אף לא יחדל, אפוא, מהתנועע; יתירה מזו: הוא גם מקור ויסוד ראשון לתנועת כל שאר המונעים."

יש כאן זיהוי של התנועה עם חיים, ועיין עוד שם.

**ההסבר לתנועת הקליע**

**הקדמה לשאלת תנועת הקליע**

אני חוזר לדברי אריסטו בפיזיקה ח' י' שהבאתי לעיל, שם הוא מסביר איך הקליע ממשיך לנוע אע"פ שהיד שדחפה אותו כבר ניתקה ממנו וכעת אין לו מניע.

יש להזכיר, ה'אימפטוס', ה'דחף', שמניע את הקליע לנוע באותו כיוון גם אחרי שכבר אינו נוגע במה שדוחף, הוא לא כח מיוחד לקליע. מדובר בהגדרת הטבע עצמה, שהיא 'התחלת תנועה' שיש בעצמים (אריסטו הגדיר שהטבע הוא התחלת תנועה ומנוחה, ואבן סינא בריפוי פרק ה' ביאר שאפשר שיהיו בטבע עצמים שיש בהם רק התחלת תנועה בלי התחלת מנוחה ולהיפך. כלומר אלה שתי התחלות שכל אחת עומדת בפני עצמה, וכאן אנו דנים בהתחלת התנועה). בכל עצם טבעי יש התחלת תנועה (גם בעצם מלאכותי יש התחלת תנועה טבעית, למשל מיטה מעץ נופלת למטה, רק שזה לא מצד שהיא מיטה אלא מצד שהיא אוסף של קרשים.), אבן סינא אומר שאם יש אבן שמונחת על כף ידו של אדם, הוא מרגיש בכפו את הכובד שלה גם כשהאבן אינה בתנועה, וזו תפישה ישירה מוחשית ב'דחף' שהוא התחלת התנועה שיש בטבעה של האבן.

כל תנועה היא דבר שיש לו מציאות מופשטת, חיים אלוהיים, והוא מתגלה בגופים החומריים. הטבע הוא התחלת תנועה שנבראה כחלק מהמציאות של העולם, והיא בחלק שמעל החומר, ויש לה דרכים קבועות לפי חוקיות וסדר. כל התנועות הלא-טבעיות, שנעשות על ידי כח מאולץ, וכגון תנועת האבן למעלה כשאדם מרים אותם, גם הן נכללות בטבע ובהתחלת התנועה שהיא הטבע, רק באופן עקיף, ואי אפשר דרכן לחקור את החוקיות של התנועות שהיא ה'טבע'.

למשל אם הרוח נושבת בחזקה ומפילה אבן מהגג, ההתחלה הייתה החום שבא מהשמש, שגרם לאוויר להתחמם ולהתרומם, וכן הלאה, והתחלת תנועת הרוח היא מהתחלת התנועה הקבועה במציאות העולם שהיא ה'טבע'.

ובהקדמה כ"ו לחלק שני מהמורה נבוכים כתב:

"שהוא [אריסטו] יאמר שכל תנועה תקדם לה תנועה בהכרח, אם ממינה אם מזולת מינה, ושמה שיחשב בבעל חיים שלא תקדם לתנועתו המקומית תנועה אחרת כלל, אינו אמתי, כי הסבה בתנועתו אחר המנוחה יגיע אל ענינים מביאים לתנועה ההיא המקומית, והם אם שינוי מזג יחייב תאוה לבקש הנאות או לברוח ממה שהוא כנגדו, או דמיון, או עצה תתחדש לו, ויגיעהו אחד מאלה השלשה, וכל אחד מהם יחייבהו תנועות אחרות"

ושם חלק ב' התחלת פרק א':

"יתחייב לפי ההקדמה החמש ועשרים, שיש מניע, הוא אשר הניע חומר זה ההוה הנפסד, עד שקיבל הצורה. וכשיבוקש המניע ההוא הקרוב, מה הניעו? יתחייב בהכרח שימצא לו מניע אחר [...]. וזה לא ילך אל לא תכלית [...] ומצאנו כל תנועה תכלה אל תנועת הגשם החמישי ואצלה תעמוד; ומן התנועה ההיא יסתעף ואליה ישתלשל כל מניע ומכין בעולם התחתון כולו. והגלגל מתנועע תנועת העתקה, והיא הקודמת שבתנועות [...]. וכן עוד כל תנועת העתקה אמנם תגיע בסוף לתנועת הגלגל. כאילו אמרת, שזאת האבן אשר התנועעה - הניעה המקל, והמקל - הניעתו היד, והיד - הניעוה המיתרים, והמיתרים - הניעום העורקים, והעורקים - הניעום העצבים, והעצבים - הניעם החום הטבעי, והחום הטבעי - הניעתו הצורה אשר בו, והוא המניע הראשון בלא ספק, והמניע ההוא - חייבתו להניע עצה, על דרך משל, והוא: שיביא האבן ההיא, בהכות המקל לה, אל חור, כדי לסתמו, עד שלא תכנס לו ממנו זו הרוח הנושבת, ומניע הרוח ההיא ומוליד נשיבתה היא תנועת הגלגל. וכן תמצא כל סבת הויה והפסד מגעת בסוף לתנועת הגלגל. וכאשר הגענו באחרונה לזה הגלגל המתנועע, התחייב שיהיה לו מניע"

כל תנועה במציאות היא על ידי תנועת הגלגל שהמניע אותו הוא האלוה עצמו. התנועה היא עניין מופשט שהוא השפעה מהאלוה והגופים הם הכלים לגלות את ההשפעה הזו. התחלת התנועה לאמיתו של דבר היא האלוה, היא החיים והכח שנובעים מהבורא ומתגלים במציאות. וכל תנועה נובעת מאותה התחלת תנועה שהיא הטבע, והיא המקור של הטבע היינו תנועת הגלגל ומי שמניע אותו. כשגוף דוחף גוף, הוא מעביר אליו את התנועה, ואנו חוקרים איך קורה ההעברה הזו בכל הגופים שמניעים זה את זה, ובודקים מקרה מיוחד מסויים של העברת תנועה, שבו מתגלה שההעברה אינה רק דחיפה כפשוטה, כמו בחוקי התנועה של ניוטון, אלא יש בה עניין עמוק יותר. זהו המקרה של זריקת קליע – אם העברת התנועה בכל המקרים של מניע ומונע מתרחשת על ידי דחיפה כפשוטה, כמו אצל ניוטון, הקליע היה צריך ליפול ישר למטה מייד כשניתק מהיד הזורקת, שהרי כבר אין לו דחיפה. לכן מתגלה כאן שהעברת התנועה היא לא באופן פשוט על ידי דחיפה לחוד, אלא יש בה עניין עמוק יותר, והעניין הזה מגלה שבכל מניע ומונע (גם כשזה לא באופן של קליע) כך הוא העניין של הנעה, כי העברת התנועה היא עניין אחד בכל מקום.

(הערת אגב,

פעם שוחחתי עם מדען חשוב וחכם. שאלתי, בתא החי יש מולקולות מפוזרות, ואם התא מתחלק, המולקולות האלה נעות אל מרכז התא ומסתדרות שם ומעתיקות את הד.נ.א. וכן הלאה. המולקולה של חלבון, פחמן, סידן, וכל כיו"ב, מצד עצמה היא חומר דומם, היא לבדה אינה יצור חי. אפשר להוציא אותה מהגוף והיא יכולה להיות לבדה מליוני שנים ולא יקרה בה שום שינוי והיא בעתיד תוכל להיכנס לגוף של בעל חיים אחר ולהיות חלק מהתא החי שלו. ניוטון ניסח את חוקי התנועה של גופים דוממים. הנה המולקולה הזו היא גוף דומם, והיא נעה לפני עינינו (מבעד למיקרוסקופ), וצריך להרחיב את חוקי התנועה של ניוטון שיכללו גם את תנועת המולקולה לכיוון מרכז התא וכל כיו"ב. כל הגוף של בעל החיים הוא אוסף מולקולות, שכולן גופים דוממים, וכל תנועה של גוף חי צריכה להיכלל בחוקי התנועה של ניוטון.

הוא השיב שזו הנחת יסוד שאין לערבב את התנועות הפיזיקליות עם התנועות הביולוגיות, אלה שני מדעים שונים ושני תחומים שונים. שאלתי מי קבע את ההנחה הזו ולמה קבע כך ומה הבסיס לזה. לא היו לפרופסור תשובות מניחות את הדעת לשאלות האלה. אצל אריסטו באמת אין שום הבחנה בין "ביולוגיה" ובין "פיזיקה". אין אצלו מונח של 'מדע ביולוגיה' שעומד בנפרד מהפיזיקה שהיא חקר הטבע. המציאות כולה היא גוף אחד חי, והפיזיקה היא הביולוגיה של הגוף החי הזה.

אם נשאל את המדע המודרני מה היא מהות התנועה של המולקולות שמסתדרות בתוך התא, שבמהות הזו יש משהו שגורם לנו להפריד את חקר התנועות שלהן מחוקי ניוטון, התשובה תהיה שהמניע של המולקולות הוא כח חיים שנמצא בתא החי. הרי התא יכול למות בלי שהמבנה הפיזיקלי שלו משתנה, ואז התנועה של המולקולות לכיוון מרכז התא תיעצר באמצע ותנוח, כמו סרט שנעצר באמצע. אם כן מצאנו ש'כח חיים' יכול להניע גופים דוממים. הביולוגיה המודרנית לא חוקרת מהו כח החיים הזה, ואיך הוא מניע. אלה שאלות שנשמעות למדע המודרני ארכאיות ופילוסופיות, אבל באמת הרי את זה מדע הביולוגיה חוקר, רק שהוא מתעקש להישאר רק על פני השטח החיצוניים ולא להתבונן ולהעמיק במושא חקירתו. הפיזיקאי המודרני גם הוא לא רוצה לחקור את כח החיים שמניע את הגופים הדוממים, הוא חוקר את העולם כאילו אין בו כלל כוחות חיים שיכולים להניע גופים. למרות שאינו כופר במדע הביולוגיה המודרני שרואה בעליל כוחות כאלה, רק שהוא רוצה להתנתק ממנו ולא להסתכל על זה, ומנסח את הרצון הזה כ'הנחת יסוד' שרק מי שהוא נבער מבחינה מדעית שואל עליה.

אם פיזיקאי מודרני קורא באריסטו שהאבן נעה כי היא אוהבת את הבורא, או שהעברת התנועה בין גופים דוממים היא באותו אופן של העברת חיים מאב לבן או ממנגן לשומע, הוא מייד אוטם את אוזניו ומכחיש את כל הצד הזה באריסטו, כי הוא מוכן לקבל את אריסטו רק כמדען במובן המודרני. או שהוא קובע שאריסטו זו מחשבה פרימיטיבית ילדותית מיתולוגית שאין לה ערך מדעי. מה שמסתתר מאחרי זה הוא הרצון הפראי הפרימיטיבי של המדע המודרני לגרש את המושג 'אלוהים' משדה המחשבה, כמו שמגרשים כלב במקלות, וכל עיוורון ושקר וטפשות כשרים לשם מטרה זו. אחת הסיבות שאני טורח בתורת אריסטו היא לגלות שהמחשבה המדעית העמוקה והמבקשת אמת, לא סוגרת את עצמה בגבולות שלא נותנים לה להסתכל על המציאות, ואם המציאות החומרית מגלה מתוך עיון מדוייק וחמור ומדעי שיש בה נוכחות אלוהית, אז יהי כך. מחשבה שמבקשת אמת מוכנה לקבל כל מסקנה שתעלה מהעיון החמור המדוייק במה שעומד לפנינו, ולא קובעת מראש אילו מסקנות היא מוכנה לקבל ואילו לא.)

**עד כאן ההקדמה לשאלת תנועת הקליע**

**מכאן ביאור דברי אריסטו בביאור איך מתאחדת העברת התנועה מיד הזורק אל הקליע.**

להקל על הקורא אני מעתיק לכאן שוב את לשון אריסטו בפיזיקה ח' י' שהם עיקר דבריו בהבנת תנועת הקליע, ולשונו נראית לכאורה לא בהירה כל צרכה, ואראה כאן שהיא בהירה פשוטה ומובנת היטב. זו לשונו:

"אם כל דבר הנע מונע על־ידי אחר (חוץ מדברים המניעים את עצמם), כיצד יש דברים, כגון הנזרקים, שנעים ואינם פוסקים גם לאחר שפסק מגעם במניעם?"

[...]

"והנה על כורחנו אנו אומרים, שהמניע הראשון נותן כוח מניע, בין לאוויר בין למים בין לכל דבר אחר, שמטבעו הוא עשוי להיות מניע ומונע; אבל דבר זה אינו פוסק בבת אחת מלהיות מניע ומונע, הוא פוסק לנוע באותו רגע שהמניע שלו מפסיק להניע אותו, אבל עדיין הוא נשאר מניע, ולכן הוא מניע דבר אחר הצמוד אליו, וכן שוב ניתן לומר כך וכן הלאה.

התנועה נפסקת כשהכח המניע שבאחד מהחוליות שבשרשרת נחלש משלב לשלב, ולבסוף הוא חדל כשחוליה אחת כבר לא גורמת לחוליה שאחריה להיות מניע, אלא רק גורמת לה לנוע בעצמה. התנועה של שתי חוליות אחרונות אלה, של האחת כמניעה ושל השנייה כמונעת, צריכה לחדול בבת אחת, ועם זה כל התנועה חדלה.

כעת, הדברים שבהם נוצרת תנועה זו, הם דברים שיכולים להיות לפעמים בתנועה ולפעמים במנוחה, והתנועה היא לא רצופה אלא רק נראית כך. כי היא תנועה של דברים שעוקבים זה אחר זה או במגע זה עם זה, ואין בה מניע אחד אלא מספר מניעים עוקבים זה אחר זה. זו הסיבה שתנועה מסוג זה קורה באוויר או מים.

יש שאומרים שזוהי תנועה שמתחלפת [המונח הידוע לתנועה כזו הוא antiperistasis. במהד' רוס התרגום הוא mutual replacement] אבל הקושי שהתעורר לא יכול להיפתר אלא באופן שביארתי. תנועה שמתחלפת גורמת שכל החוליות בשרשרת ינועו ויניעו בבת אחת, כך שתנועותיהם גם ייפסקו בבת אחת. אבל רואים שיש תנועה רצופה בדבר אחד, ולכן כיוון שאינו יכול להיות מונע על ידי אותו מניע, השאלה היא מה מניע אותו."

אני מעתיק כאן דברים מגדולי מפרשי אריסטו, שיש בהם תועלת להבנת כוונתו ואפשר לצרף את לשונם ללשונו כדי שתהיה יותר ברורה.

אלכסנדר מאפרודיסיאס, מהמאה השנייה לספירה, שנחשב בעולם העתיק כגדול מפרשי אריסטו:

"אפשר שבמה שאריסטו אומר [בפיזיקה ח' י'] שהאוויר לוקח כח כלשהו של הנעה מהמניע ההתחלתי הוא מתכוון שהוא מקיים כח משל עצמו להניע. אבל אם אינו יכול להניע בלי שהוא בעצמו מונע, הוא גם קיבל ממנו [מהמניע ההתחלתי] את הכח של להיות מונע על ידו. וכך מהזורק הוא קיבל את ההתחלה ואת הדחף של להיות מונע, באותה מידה כמו שקיבל את ההתחלה והדחף להיות מניע. אלא הוא [האוויר] קיבל ממנו [הזורק, הוא המניע ההתחלתי] כח כזה שמאפשר לו להניע כשהוא מונע על ידי עצמו, ונעשה כמו מניע את עצמו למשך זמן מה, בגלל שטבעו הוא כזה שהודות ליכולת קבלתו הוא מקבל כח זה, שמוטבע בו על ידי מה שמניע אותו."

 )Alexander apud Simplicium, In Phys. 1346.37-1347.8(

תמיסטיוס, מהמאה הרביעית, השני בחשיבותו אחרי אלכסנדר, כתב:

האוויר [...] הופך, ניתן לומר, למונע מעצמו ולפיכך, למשך זמן מסוים, [הוא] מונע ומניע בו זמנית. אלא על־ידי כוחו שלו עצמו אותו קיבל [...] כסימן מהמשליך, בדיוק כפי שמים שחוממו על־ידי אש לא רק נותרים חמים לאחר שהוסרו מהאש, אלא גם שומרים למשך זמן ארוך את היכולת לחמם בעצמם דברים אחרים.

)Themistius, Phys. Paraphras. 234, 27 - 235,8(

בפירוש סימפליקיוס לפיזיקה, עמודים 1349,11-1350,9, (סימפליקיוס חי בערך 490 – 560 לספירה. הוא פילופונוס ואמוניוס (מורו של סימפליקיוס) באים בחשיבותם אחרי אלכסנדר ותמיסטיוס, כגדולי מפרשי אריסטו בתקופה שלפני ימי הביניים (היו כמובן גם הרבה אחרים גדולים מאוד). בימי הביניים התחיל מהלך חדש של פרשנות אריסטו, הוא התחיל עם אלפראבי, ולפיו אלפראבי נקרא המורה השני, כלומר השני אחרי אריסטו. אבל עדיין גם אז המעמד של אלכסנדר ותמיסטיוס כסמכויות הגדולות ביותר בקביעת דעת אריסטו נשאר במקומו) שואל על דברי אריסטו בפיזיקה ח' י', שהזורק מעביר כח לאוויר והאוויר מניע את הקליע, מדוע לא נאמר שהזורק מעביר את הכח ישירות לקליע, והקליע נעשה לזמן מה מונע מעצמו, ולא נתחשב באוויר כלל. הוא מבאר ש"הטבע העפרי של של הקליעים עושה אותם לא מסוגלים לתנועה לצדדים או למעלה, והאוויר (וכן המים) הוא יסוד אמצעי שמסוגל לתנועה למעלה וגם לתנועה למטה, ולכן גם לתנועה לצדדים, והוא מאפשר את ההתמדה של התנועה למעלה ולצדדים של הקליעים."

**מכאן אבאר את לשון אריסטו עצמה. אתחיל בהבנת התירוץ שאריסטו מביא ודוחה, הוא ההסבר של ה'התחלפות'.**

בפשטות זריקת קליע תהיה אותו הדבר גם אם אינו נזרק באוויר אלא למשל בתוך חול. תנועת היד של הזורק מעבירה את התנועה לגרגרי החול שנוגעים בה, והם מעבירים אותה לגרגרי החול שנוגעים בהם, וגרגרי החול שנוגעים בקליע מניעים אותו.

כך אפשר להבין את המשך תנועת הקליע שנזרק באוויר. היד של הזורק הניעה אוויר כשהיא זרקה את הקליע. האוויר הזה דוחף את האוויר הסמוך לו וכן הלאה, וכך התנועה מגיעה מהיד אל הקליע שכבר אינו נוגע ביד, אבל הוא נוגע באוויר שנוגע באוויר שנוגע ביד.

למשל, יש מתקן ידוע שנקרא "העריסה של ניוטון", כזה (אפשר ללחוץ על התמונה השנייה כדי לראות את הכדורים בתנועה):



מניעים את הכדור הראשון, והתנועה עוברת מכדור לכדור כשהם במגע ישיר זה עם זה (ללא תנועת אינרציה, הכדורים לא זזים ממקומם, ואין כאן תנועה שממשיכה גם אחרי שהדוחף לא נוגע בה (אני לא נכנס לניתוח התנועה של הכדור הראשון והאחרון אלא רק של הכדורים האמצעיים)), ובסוף הכדור האחרון נע מכח התנועה שעברה מכדור לכדור. כך האדם שהניע את הכדור הראשון מניע את הכדור האחרון בלי לגעת בו, בלי צורך לאינרציה, אלא כל דוחף מניע רק באותו זמן שהוא דוחף, וכך הכדור האחרון נדחף על ידי הכדור הראשון, בלי שהכדור הראשון בעצמו נוגע בו, אבל אין זו תנועה בלי דוחף שנוגע, כי הכדור הראשון נוגע בשני ודוחף אותו רק בזמן נגיעה ישירה, וכן הלאה. אם הכדורים האמצעיים היו שקופים, היה נראה כאילו הדחיפה הראשונה מניעה את הכדור האחרון בלי נגיעה בו, וזו השאלה של אינרציה איך תיתכן הנעה בלי דחיפה, אבל אם נראה שיש כדורים שקופים באמצע אז כל דחיפה מניעה רק בזמן שהיא נוגעת בנדחף ואין כאן את הקושיא של אינרציה.

הקושיא בתנועת הקליע היא שלכאורה נראה שהאדם כבר לא נוגע בכדור והכדור עדיין נע בלי שהוא מקבל דחיפה ישירה שנוגעת בגופו. לפי התירוץ הזה )שהוא התירוץ שהביא אריסטו: "יש שאומרים שזוהי תנועה שמתחלפת"), באמת הקליע כן מקבל דחיפה ישירה שנוגעת בגופו, כי החלל שבינו ובין היד הדוחפת אינו ריק אלא מלא באוויר, והאוויר הוא כמו שורת הכדורים שדוחפים זה את זה, כי כל שכבת אוויר דקה דוחפת את זו שאחריה.

(המילה 'תנועה שמתחלפת' במקור היווני היא אותה מילה שמשתמש בה אריסטו בפיזיקה תחילת ספר ד', לבאר את עניין ה'מקום' על ידי התחלפות. שום הוא אומר שאם גוף נע, נכנס למקומו גוף אחר, למשל אם מים נשפכים מדלי, נכנס לדלי אוויר שנמצא כעת במקום של המים, ובפעם אחרת גוף אחר ייכנס למקומם של המים. כך אנו מבחינים בין המים למקום של המים, וזו הפתיחה להתבוננות בעניין ה'מקום'. גם שם מה שהאוויר נכנס למקומם של המים, ומשהו אחר נכנס למקום שהיה בו האוויר וכן הלאה, נקרא 'התחלפות'.

(בענייננו בפיזיקה ח' י' אריסטו נקט במילה היוונית 'אנטיפריסטאסיס' לציין את ההתחלפות, ואילו בפיזיקה תחילת ספר ד' נקט במילה היוונית 'אנטימטיסיאסיס' לציין את ההתחלפות. אמנם הכוונה במה שנוגע לדיון שלנו היא אותה כוונה בשני המונחים האלה שיש ביניהם חפיפה חלקית, כמו שהיטיב לבאר במאמר של [Pantelis Golitsis](https://ikee.lib.auth.gr/record/299287/files/29_Aristotle%20On%20the%20motion%20of%20projectiles.pdf), על יסוד מאמר של ג'ונתן בארנס.))

אריסטו דוחה את התירוץ הזה של ההתחלפות. הקושיא שלו על התירוץ הזה דורשת מאמץ לעקוב אחריה, לכן הרבה מהפרשים התבלבלו כאן, אבל באמת אחרי ההתבוננות רואים שהיא קושיא מאוד בהירה ופשוטה.

השאלה היא מה יקרה אם בעריסה של ניוטון, נזיז את הכדור הראשון אחורה, כך שהוא לא יגע בכדור השני, ונספיק לעשות זאת לפני שהכדור האחרון נע. במציאות מה שיקרה הוא שהכדור האחרון ינוע באותו אופן כמו אם לא היינו מפרידים את המגע שבין הכדור הראשון לשני לפני שהאחרון נע. אבל זה יקרה כך רק בגלל שבמציאות יש אינרציה, יש התמדת תנועה שקורה גם בלי דחיפה במגע ישיר של הדוחף. הכדור הראשון שדוחף לא צריך לגעת בכדור השני בזמן שהכדור השני מעביר את התנועה לשלישי, אלא מספיק שהכדור הראשון ידחף את השני, ואז יתנתק מגעו, ואז השני ידחף את השלישי במגעו שלו, בלי שיש כאן כעת את המגע של הראשון. אבל זה רק בגלל שכח הדחיפה של הראשון נשאר בכדור השני גם אחרי התנתקות המגע של הראשון, כלומר יש התמדת ההנעה בכדור השני, ומכח ההתמדה הזו הכדור השני יכול לדחוף את השלישי גם אחרי שהכדור הראשון התנתק ממנו.

הקושיא שלנו הייתה איך יתכן שהתנועה מתמידה גם אחרי שהדחיפה של המניע התנתקה מהמגע הישיר בנדחף. התירוץ של ההתחלפות רוצה לתרץ שבאמת אין אינרציה, באמת אין התמדת תנועה אחרי ניתוק המגע הישיר של הדוחף. נדמה לנו שיש אינרציה כי שרשרת הכדורים שקופה, כלומר הכדורים הם שכבות האוויר שבין הדוחף לקליע. אבל באמת כל החוליות בשרשרת מניעות זו את זו רק במגע ישיר של הדוחף בנדחף, והתנועה עוברת משכבת אוויר אחת לשנייה תוך מגע ישיר בין השכבות, והאוויר דוחף את הקליע במגע ישיר. כלומר לפי התירוץ של ההחלפות אנחנו צריכים להיות יכולים להסביר את העברת התנועה מחוליה לחוליה גם בלי להשתמש באינרציה. במציאות הכדור האחרון ינוע מכח הכדור שלפניו, גם אחרי שהכדור הראשון כבר התנתק מגעו, בגלל שיש אינרציה, הכח שהעביר הכדור הראשון מתמיד ומניע גם אחרי ניתוק מגעו. אבל אם אנו רוצים לומר שלפי האמת אין אינרציה, ולהסביר את תנועת הקליע בלי אינרציה, אז אם הכדור הראשון בעריסה של ניוטון (שהוא היד שדוחפת את שכבת האוויר שנוגעת בה), כבר לא נוגע כעת בכדור השני, אז כעת גם הכדור שלפני האחרון לא יניע את הכדור האחרון. כי הכדור שלפני האחרון לא מחזיק בתוכו לאורך זמן את כח ההנעה כאילו היה שלו (שזה האינרציה), אלא הוא לא מחזיק לשום משך זמן את כח התנועה שקיבל, ולכן אם הכדור הראשון שדחף התנתק, הכדור הנדחף לא מחזיק כעת כח הנעה אצלו למשך זמן כלשהו, שאיתו יוכל להניע כעת את הכדור שאחריו. אלא הכדור האמצעי מעביר מדי את מה שקיבל בלי להחזיק אצלו לשום משך זמן כח הנעה, ולכן כל ההנעות מהראשון עד האחרון צריכות לקרות כשכל הכדורים בשרשרת נוגעים אלה באלה.

במציאות רואים שאם הכדור הראשון ניתק את מגעו בכדור השני, עדיין העברת התנועה ממשיכה גם אחר כך והכדור האחרון ינוע גם אם הכדור הראשון נותק לפני כן. זה בהכרח קורה בגלל האינרציה, כלומר באמת קיימת אינרציה בטבע, זו לא רק אשליה בגלל שהאוויר שקוף, ולכן עלינו עדיין להסביר את האינרציה, וההסבר של ההתחלפות לא מועיל.

**התירוץ של אריסטו עצמו אחרי שהוא דוחה את התירוץ של ה'התחלפות'**

שוב חוזרת השאלה, הכדור הראשון קיבל דחיפה, והיא העבירה אליו את כח התנועה שמסיבתו הוא נע בעצמו ומניע את מה שהוא ידחף. אם כח התנועה הזה גורם שהכדור הנדחף ינוע בעצמו ויניע את מה שיתקל בו קורה גם אחרי שהמניע הראשון ניתק את מגעו, זה מוכיח שכח התנועה שהכדור הראשון קיבל מהדחיפה, נשאר בו למשך זמן מה, כאילו הוא כעת שלו, גם בלי צורך במגע של המניע הראשון.

ההבנה לזה היא שהתנועה היא יש מופשט, כעין נפש, ויש לה מציאות מופשטת בפני עצמה גם בלי תלות בגופים. מאוד קשה לנו לתפוש שיש תנועה בלי שיש גוף נע, אלא תנועה כתנועה, כמושג מופשט מכל גוף. זה כמו שכתב המורה נבוכים א' כ"ו ושם מ"ט ובעוד מקומות שדרך ההמון, כלומר אנחנו, לתפוש מציאות רק בחומר, ואינו יכול לתפוש את המופשט כמציאות. זה פירוש המושג 'התחלה', שעניינו תפישת המושג המופשט לפני התפישה של התגשמותו בחומר כסיבה, עיין בספר הריפוי פיזיקה א' בפרקים הראשונים שם ביארתי את החילוק בין 'התחלה' ובין 'סיבה' באריכות בכמה מקומות (אפשר למצוא לפי האינדקס תחת הערך התחלה).

(יש משל לזה מהפיזיקה המודרנית, למשל גלים אלקטרומגנטיים נעים בריק בלי תווך כלשהו. הקול נע על ידי תנודות באוויר, האוויר מניע את האוויר שלידו וכך עובר גל תנועה, כמו גלי הים שהם תנועות של גופים חומריים, מים, שדוחפים אלה את אלה תוך מגע. אבל הגל האלקטרומגנטי כגון אור או חום נע בלי תנודות של אוויר או כל גוף חומרי אחר. הגל של אנרגיית החום יוצא מהשמש, ומניע בארץ משהו שמתחמם מכוחו. איך התנועה עברה מהשמש לארץ? גל אלקטרומגנטי איננו גוף חומרי, וגם לפי ההסתכלות שיש חלקיקי אור, פוטונים, המסה שלהם היא אפס, כך שעדיין זו תנועה מזוקקת, מופשטת, בלי גוף חומרי שהוא זה שנע.)

לפי אריסטו המציאות מתחילה מהמופשט, הוא עיקר המציאות, והחומר הוא רק כמו צל של המציאות המופשטת, כלי לגלות אותה. התנועה כשלעצמה היא מציאות מופשטות, והגופים החומריים רק מגלים אותה. דרך הגילוי של המופשט בחומרי היא הדרך של צורה שמתגלה בחומר, צורה היא עניין חי, והיא מילה נרדפת ל'נפש', וזה אותו עניין ממש של התגלות הנפש בגוף, שיש בה אחדות פלאית בין המופשט לחומרי שהיא סוד אחדות המציאות והאלוה (מדובר רק על גופים טבעיים. גוף מלאכותי אינו נקרא 'עצם' במובן המדוייק, לפי אריסטו במטאפיזיקה אטא פרק ג', כי הצורה שלו אינה חיה ואינה כמו נפש, ולכן היא לא באמת צורה, ועצם מוגדר כצורה ממומשת בחומר).

החיים שיש בצורה יכולים לעבור ממנה אל גוף אחר, ולהישאר בגוף האחר גם אחרי שמי שהעביר אליו את החיים כבר חדל מלהעביר. והגוף המקבל נע בעצמו ומניע גופים אחרים גם אחרי שניתק ממנו הכח שהעביר אליו את הצורה. למשל מה שהאב מעביר את הצורה האנושית לביצית. גם חימום מים הוא על דרך זו (כל שינוי הוא תנועה), המים נשארים חמים גם אחרי שהאש פסקה מלגעת בהם, והם חמים בעצמם ומחממים משהו אחר. החום שבמים נחלש בהדרגה בגלל שיש כוחות אחרים שפועלים על המים ומקררים אותם והם סותרים את כח החום מעט מעט עד שהוא נפסק וצריך חידוש מאש חדשה. בולד שקיבל צורת חיי אנוש מאביו, הכוחות הסותרים מבטלים את הצורה שקיבל מעט מעט עד שהוא מגיע לזקנה ומת. כך גם קליע שקיבל כח תנועה נתקל בכוחות סותרים לתנועה הזו (חיכוך באוויר ופעולת כח הכובד) שמבטלים אותה בהדרגה. אם יזרקו קליע בחלל ריק הוא ינוע בכיוון הזריקה בלי הפסק לעולם.

החיים בעולם כולו הם 'התחלה', כלומר הם יש מופשט, שכמופשט אין לו גבולות והוא בהכרח אחד פשוט כללי לכל המציאות. זה האופן שבו אומרים על האלוה שהוא 'חי'. החיים מתגשמים בגופים החומריים, ואז יש בחינה שבה לכל גוף יש חיים משלו, וגוף יכול לקבל תנועה לא ישירות מהחיים המופשטים, אלא מחיים שכבר הצטמצמו לחיים של גוף מסויים. ואופן ההעברה הוא אופן גופני, כלומר על ידי מגע גוף בגוף. אבל מה שעובר הוא חיים, והחיים הם מציאות חסרת גבולות כללית, ולכן הם עוברים מאב לבן, מהמניע למונע, ואחרי שהמונע קיבל אותם הוא כבר קיבל נטילת חלק בחיים הכללים ולכן מה שקיבל נשאר אצלו כאילו הוא שלו וכבר אינו תלוי במגע של הנותן.

אריסטו מקצר במבט המטאפיזיקלי של התנועה כי הוא עוסק כאן בפיזיקה ולא במטאפיזיקה, ומסתכל רק על איך העניין הזה נגלה למי שמתבונן בטבע החומרי ולא לפי התבוננות מטאפיזית במציאות המופשטת. לכן במבט שהוא טבעי בלבד, כמו הניסוח שאריסטו נוקט בו, דבריו כאן נראים עמומים וקשים להבנה מדוייקת.

**שאלה על אריסטו למה צריך לדבר על האוויר ולא ישר על הקליע**

ההסבר של אריסטו הוא פשוט מאוד, ומובן מצד עצמו. רק יש להקשות עליו קושיא פשוטה, למה הוא דיבר על האוויר. היה אפשר לומר פשוט שהיד של הזורק מעבירה כח תנועה לקליע, כיוון שהכח הזה הוא נפש חיה הוא נשאר בתוך הקליע גם אחרי שהאב המוליד של הנפש הזו כבר ניתק את המגע, ולכן הקליע ימשיך לנוע מכח שיש בו עצמו כעת התחלת תנועה, ויעצר רק כשכוחות חיצוניים יעצרו אותו. זה מסביר היטב את מה שרואים שהקליע ממשיך לנוע בכיוון הזריקה, והתנועה שלו הולכת ומושפעת יותר ויותר מכח הכובד, והוא נע במסלול שיש בו חיבור של ה[ווקטור](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%95%D7%A7%D7%98%D7%95%D7%A8_%28%D7%A4%D7%99%D7%96%D7%99%D7%A7%D7%94%29) של תנועת הזריקה עם הווקטור של תנועת כח הכובד שהולך ונחלש. אין חשיבות לאוויר בעניין זה.

פילופונוס הקשה כך, והבאתי לעיל את דברי סימפליקיוס שהקשה כך ותירץ שיש הכרח לדבר דווקא על האוויר. זה לשונו של סימפליקיוס:

"הטבע העפרי של של הקליעים עושה אותם לא מסוגלים לתנועה לצדדים או למעלה, והאוויר (וכן המים) הוא יסוד אמצעי שמסוגל לתנועה למעלה וגם לתנועה למטה, ולכן גם לתנועה לצדדים, והוא מאפשר את ההתמדה של התנועה למעלה ולצדדים של הקליעים." מה שהעניין הוא בכך שבטבע רק אוויר ומים נעים לכל הכיוונים, אלה דברי אריסטו בעל השמיים ג' ב' שהבאתי לעיל.

הביאור בזה (בעזרת המבט המטאפיזי שבו דרכנו להשתמש כי קצרה ידינו לעסוק בעיון טבעי בלבד שמגלה מתוך הטבע עצמו את הצד המטאפיזי שמתגלה בו), הוא כך:

כל הצורות רוצות כל הזמן להתממש בכל החומר. הסיבה שיש גופים שונים עם צורות שונות, ויש תנועת שינויים בהם, היא מחמת החומר בלבד (כמו שכתב במטאפיזיקה זטא סוף פרק ח'. ועיין ביאור בזה במורה נבוכים ב' י"ח, הדרך הראשון. שהצורה אין בה אפשרויות והיא תמיד בפועל, ולכן השינויים הם מצד החומר). החומר מקבל צורה רק לפי הכנתו לקבלת הצורה הזו. ההכנה תלויה במזג שלו, בתכונותיו. למשל מים לא יכולים לקבל צורת בניין, וגם לא חול. חמאה לא יכולה לקבל צורת סכין, וכן הלאה. הבשר של הסוס לבש צורת סוס ולא צורת בעל חיים אחר או צמח או דומם, כי בהכנתו ומזגו החומריים הוא מוכן דווקא לצורת סוס ולא לצורות אחרות. וכשמזג הבשר משתנה הוא לא יכול יותר לקבל צורת סוס ואז הסוס מת.

אם הקליע, כלומר גוף כלשהו מיסוד העפר, היה מוכן מצד מזג החומר שלו לקבל צורת תנועה לצדדים או למעלה, הוא היה באמת מקבל את הצורה הזו ונע מטבעו לצדדים או למעלה. זה אחרי שאריסטו העלה שתנועה היא צורה, חיים במובן המופשט, עוד לפני שיש גוף כלשהו שחי בחיים האלה או הונע בתנועה הזו. והתנועה המופשטת צריכה להתלבש בחומר על דרך שכל הצורות מתלבשות בחומר. כלומר שהצורה רוצה ויכולה להתלבש בכל חומר, רק שמצד החומר יש מניעה להתלבשות זו מצד מזגו, דהיינו טבעו החומרי ותכונותיו החומריות.

ממה שאבן לא נעה מטבעה לצדדים או למעלה, על דרך שאש נעה למעלה מטבעה גם בלי דוחף חיצוני, מוכח שהחומר שלה לא מוכשר לקבל צורת תנועה כזו כטבע שהוא בו. כי אם הוא היה יכול לקבל, התנועה הטבעית למעלה ולצדדים כבר הייתה שורה בו, כי מצד הצורה אין מעצור.

אם החומר של האבן לא יכול מצד טבעו לקבל צורת תנועה למעלה ולצדדים, אז גם אם ידחפו אותו למעלה ולצדדים הוא לא ינוע לשם.

אם אדם מחזיק אבן בידו ומרים את ידו כשהאבן אחוזה בה, האבן בוודאי תנוע למעלה, אע"פ שהחומר שלה אין בו הכנה לקבל צורת תנועה כזו. זה משום שהאחיזה הופכת את האבן והגוף של האדם לגוף אחד לעניין תנועה. כמו שאם מלחימים מוטות ברזל, או קושרים ענפים, הם נעשים חבילה, שלעניין תנועה היא גוף אחד חדש, והמציאות של הגופים המרכיבים בטלה כלפי הגוף המורכב החדש כשזה נוגע לתנועה (עיין בזה מטאפיזיקה דלתא פרק ו' שזו האחדות אליה הוא מתכוון כשהוא מדבר על אחדות שבאה מכח קשירה כמו קשירת חבילת ענפים).

אם קושרים חבילת ענפים ואוחזים באחד מהם ומניעים אותו, כל החבילה תנוע ביחד איתו כי הכל אחד לגבי תנועה. וזה על ידי שכל מרכיב אינדיבידואלי בטלה ממנו האינדיבידואליות שלו והוא נעשה אחד עם החבילה. הדחיפה במגע ישיר היא כמו לקשור חבילה, הגוף הנדחף בטל כלפי הדוחף, כי הגוף הנדחף לא יכול לנוע אחורה לכיוון של היד הדוחפת, היא כאילו קושרת אותו מלנוע לשם. ולכן הטבע של האבן שלא יכול לקבל תנועה למעלה בטל לגבי הטבע של יד האדם שיכולה לנוע למעלה, מכח שהיא איבר של גוף חי.

אבל בקליע, אחרי שהוא ניתק מהיד של הזורק, כבר אין כאן חבילה, הוא חוזר לטבע האינדיבידואלי שלו כגוף פרטי עצמאי שנע בלי חבל שקושר אותו לאחדות עם דברים אחרים. הוא קיבל מהיד הדוחפת כח תנועה, אבל החומר שלו לא יכול לקבל תנועה שאינה למטה. אם היה יכול הוא היה נע מטבע למעלה כמו אש בלי צורך בדוחף, כי צורה תמיד תתלבש בחומר אם היא יכולה. כיוון שהוא לא נע למעלה כמו אש, מוכח שהחומר שלו לא יכול לקבל צורה כזו, ולכן גם כקליע הוא לא יכול לקבל אותה.

לכן יש הכרח לומר שהקליע האמיתי הוא האוויר או המים, כי הם מטבעם יכולים לקבל צורת תנועה לכל צד (לפי מה שאנו רואים מים מטבעם תמיד יפלו ישר למטה כמו עפר, זה עניין עמוק ולא כאן המקום להאריך בזה), והאוויר מניע את הקליע על ידי דחיפה ישירה שמאלצת אותו לנוע לפי הכיוון של הדוחף כי הקליע כמו קשור אל האוויר בכח, ומבחינת התנועה בטל אליו.

כל העניין של דחיפה היא כמו קשירה, זה חיבור של הנדחף לדוחף והנדחף נע כמו חלק של הדוחף. למשל טבעת על יד האדם נעה באותן תנועות של היד, כי היד דוחפת אותה, וברור שתנועת הטבעת היא אחת עם תנועת היד כי הטבעת בטלה לגבי היד. וכל דחיפה, גם אם הקשירה פחות ברורה משל טבעת, היא על דרך זו.

(אגב, מפה מוסר גדול, כמו שכתב בשערי תשובה ג' ס':

""ובאחיכם בני ישראל איש באחיו לא תרדה בו בפרך" (ויקרא כה, מו). לא ישתעבד אדם בחבריו, ואם אימתו עליהם או שהם בושים להחל דברו, לא יצוה אותם לעשות קטנה או גדולה, אלא לרצונם ותועלתם, ואפילו להחם צפחת מים או לצאת בשליחותו אל רחוב העיר לקנות עד ככר לחם". כל דחיפה היא ביטול המציאות העצמית של הנדחף כלפי הדוחף. ואסור לבטל את מציאות חברו ביחס למציאות עצמו, ויש בזה בחינה כאילו רצח אותו)

בזה מאירים ובהירים היטב דברי אריסטו בפיזיקה ח' י' וגם דברי המפרשים הקדמונים שהבאתי.

יש מקומות שמדוייק מהלשון של אריסטו שההנעה עוברת ישר מהיד לקליע, אבל ייתכן שכיוון ששם העניין הוזכר בדרך אגב ובקיצור, אריסטו לא רצה להיכנס למורכבות של תפקיד האוויר והתעלם ממנו. זו דרכו בהרבה מקומות.

יש קושי לבדוק את העניין בניסוי תצפיתי. אם יורים חץ מקשת לתוך שק חול, החץ מתקדם לתוך החול, למרות שהחול לא יכול לקבל את התנועה של האינרציה לכיוון שאינו ישר למטה. אבל זה אולי בגלל האוויר שחודר דרך מסלול החדירה שהותיר החץ מאחריו, או בגלל האוויר שבין הגרגרים. כדי שמסלול החדירה והאוויר שבין הגרגרים לא יפריעו לניסוי, נצטרך לירות את החץ כשהקשת בתוך החומר, והחומר הוא גוש מוצק בלי נקבוביות אוויר. וגם אז עוד לא ברור שהניסוי מדוייק מסיבות שונות. אם בודקים את זה תחת מיקרוסקופ אז הרווחים שבין המולקולות גם הם יקבלו תפקיד.

אפשר שהשיקול שכתבתי לבאר למה יש צורך באוויר אינו מוכרח לגמרי, כי לפעמים צורה חדשה משנה את התכונות של החומר שמונחות במזגו החומרי. למשל אם האב מפרה את הביצית, מקודם החומר של הביצית לא היה מוכשר לקבל צורת חיים שחיה בו יותר מזמן קצר, וכעת הוא מקבל צורת חיים אחרים שחיים בו מאה ועשרים שנה, ומחדשים בו יכולות של תנועה ושינויים שלא היו בו מקודם. ואולי גם היד הדוחפת כשהיא משרה בקליע צורה וחיים, הצורה הזו עושה שינוי בתכונות החומריות של הקליע וכעת הוא יכול מצד מזגו החומרי לקבל גם תנועות למטה ולצדדים. ונצטרך לומר שאחרי שכח התנועה חדל בגלל שתנועות אחרות סתרו אותו והקליע נפל, כעת החומר שלו שוב משתנה מבחינת מזגו החומרי וחוזר לטבעו הישן שיכול לקבל תנועה בלי דחיפה רק ישר כלפי מטה. אולי זה הטעם של פילופונוס ואבן סינא בריפוי ספר 4 פרק 12, במה שחלקו על אריסטו ואמרו שאין צורך להשתמש באוויר להסביר את תנועת הקליע. כי וודאי השיקול שכתבתי להסביר את דעת אריסטו לא נעלם מעיניהם רואות הכל.

**קושיות פילופונוס על אריסטו**

ב Philoponus, Commentary on Aristotle’s Physics, 639.3–642.9

פילופונוס שואל על אריסטו אם מה שדוחף את הקליע הוא האוויר, למה צריך מגע של יד הזורק באבן, או מגע של מיתר הקשר בחץ. היה אפשר שידחוף רק את האוויר שמאחרי האבן או החץ, והוא יניע את האבן או החץ. ובאמת אם נשים אבן על מוט, וננפנף את האוויר שמאחוריה באותו כח של תנופת היד כמו שאנו מפעילים בזריקת אבן, האבן לא תנוע. ועוד, הרי מי שזרק אבן או ירה חץ, דחף אותם במגע ידו, ואם כן אין מקום לאוויר להיות בין היד הדוחפת לאבן. ואם מדובר על האוויר שבצדדים של האבן, איך האוויר יניע את האבן כשהוא רק נע במקביל לה בצדדים שלה ולא כשהוא מאחוריה ודוחף אותה.

אלה אכן קושיות עצומות.

לעניות דעתי הביאור הוא, שהנה כמות הכח שמושקעת בהנעת גוף ועוברת לגוף הנע, תלויה בכובד של הגוף, או ליתר דיוק בעוצמת הכח הטבעי שלו לנוע למטה אם הוא עפר או למעלה אם הוא אש, וזה תלוי בצפיפותו.

אם רוצים לשבור חלון וזורקים עליו חתיכת אוויר, הוא לא יישבר, כי האוויר אינו כבד, כלומר לא צפוף, והוא לא מקבל כמות מספיקה של כח מהדוחף אותו מחמת דלילותו.

 כדי לשבור חלון בעזרת נפנוף רוח בלבד, צריך להטעין כמות גדולה מאוד של אוויר בכח, שיסתכם בכמות הכח שהייתה יכולה להיטען באבן. היה מספיק להטעין אותה כמות כח כמו שצריך באבן, רק שזה יהיה מופעל על כמות מספיק גדולה של אוויר שתוכל להכיל את זה למרות הדלילות. אלא שקשה להפעיל כח על כמות כל כך גדולה של אוויר, והוא מתפזר, ולכן צריך לנפנף בכח חזק הרבה יותר כך שאחרי הפיזור יישאר מספיק כח באוויר לשבור את החלון.

לעומת זאת אבן, ועוד יותר כדור מברזל, שהכח הטבעי שמושך אותם למטה חזק יותר, הם כבדים יותר כי הם צפופים יותר, בזה הם כלי קיבול שמכיל כח גדול יותר שמתקבל מהיד הזורקת. הצפיפות גורמת שבאבן קטנה יש כמות חומר יותר מהרבה מטרים מעוקבים של אוויר, והחומר הוא זה שמקבל את כח התנועה.

כשזורקים אבן, הכח מופעל על האבן ולא על האוויר, והוא בעוצמה שמתאימה לכובד של האבן, וגוף האבן הכבד, כלומר הצפוף, הוא כלי הקיבול לכח, ומקבל כח יותר ממה שהיה יכול לקבל נפח גדול מאוד של אוויר.

רק שהאבן לא יכולה לנוע מסיבת הכח שהועבר אליה מהיד, כי טבעה הוא שהיא יכולה רק ליפול ישר למטה, והכח הועבר עליה ככח מניע לכיוון תנועה הצידה, והיא לא יכולה להוציא אל הפועל את הכח הזה הטעון בה כי טבעה שאינה יכולה לנוע הצידה.

במקום המדוייק שהוא הגבול שבין האבן לאוויר, שם האוויר נע באותו כח כמו האבן, שהרי שם יש מגע בין גבול האוויר בגבול האבן, הם באותו מקום עצמו, ושם האוויר מכח מגעו באבן יש בו אותו כח תנועה כמו של האבן. אם יש שני קווים ישרים שנפגשים בנקודת מפגש אחת, אותה נקודת מפגש נמצאת גם על הקו הזה וגם על הקו השני, למרות שהיא נקודה אחת. נקודה אין לה מציאות מצד עצמה, המציאות שלה היא היותה הסיום של הקו. כיוון שנקודת המפגש היא סיומו של קו זה וגם של קו זה, היא חלק מהרצף של הקו הזה וגם של הקו הזה, אע"פ שהיא רק נקודה אחת. בפיזיקה ספר ח' אריסטו מבאר זאת. כך גם נקודת הגבול המדוייקת שבין האוויר והאבן, היא גם חלק מהאוויר וגם חלק מהאבן ולא יתכן שיהיו בה שני כוחות תנועה שונים, אלא הכח החזק יותר הוא זה שיהיה בה, והוא הכח של האבן, והנקודה הזו באוויר מכילה אותה כמות כח כאילו הייתה לה צפיפות של האבן.

רק במרחק מועט כלשהו מהאבן, מחמת הדלילות כח התנועה שבאוויר הולך ומתפזר לכמות גדולה של אוויר שמסביב לאבן, ולא נשאר מרוכז בנפח קטן כמו שהוא באבן. כוונת אריסטו היא שהאוויר שעוטף את האבן מכל גבולותיה, במקום של הגבול מקבל כח דחף כמו של אבן, רק שהוא יכול לנוע לצדדים, והגבול דוחף את האבן בלי אמצעי לצדדים כמו היה יד שאוחזת באבן ודוחפת במגע ולא בזריקה. דחף התנועה שיש באבן ובאוויר שנמצא ממש בגבול האבן, הוא אחד עם מה שהתפזר מהדחף הזה והתפשט בנפח גדול של אוויר והכל משתתף בדחיפת האבן. אם דוחפים רק אוויר שנמצא מאחורי האבן, ולא נוגעים באבן, מייד הדחף מתפזר בנפח גדול של אוויר, ורק מעט ממנו מניע את האבן. כך נראה לעניות דעתי כעת בכוונת, ועדין הקושיות של פילופונוס חזקות.

בספר הריפוי פיזיקה ספר 1 פרק 5 בסעיף 6 כתבתי עוד דברים בעניין הזה, שנוגעים למחלוקת היסודית העמוקה שבין פילופונוס ואבן סינא בהבנת שורש העניין, והוא עניין שלא עסקתי בו כאן. הדברים שכאן הם הקדמה לעניין שהתבאר שם.

(**הערת אגב, בעניין החומר החמישי**

בפיזיקה ד' ח' אריסטו כותב שלפי דבריו בריק לא תהיה תנועת קליע, כי הקליע נע רק מכח התיווך של האוויר שדוחף אותו, ובעצמו לא יכול לקבל את כח התנועה. אם הקליע לא מקבל את כח התנועה מהיד הדוחפת, אז תשלוט בו התחלת התנועה שמונחת בו בטבעו שהיא ליפול ישר למטה (כלומר לכיוון מרכז כדור הארץ), והוא ייפול ישר למטה, מייד כשיתנתק מהיד הדוחפת. לפי זה אם נראה שכשיורים קליע מתוך תחנת החלל הוא ממשיך לנוע ישר בכיוון הירייה זה יוכיח שהוא קיבל בעצמו את כח התנועה לנוע הצידה או למעלה ולא כדברי אריסטו אלא כפילופונוס ואבן סינא.

אמנם זו לא הוכחה ברורה.

 אריסטו הרי אומר שאין ריק במציאות. כשהוא הסתכל על הירח והכוכבים מה הוא חשב שיש בינינו לירח או בין הכוכבים זה לזה. אריסטו גם ידע שאוויר הוא הוא עצם חומרי. הוא הרי יסוד, ואריסטו כתב שכשהמים נשפכים מהדלי האוויר ממלא את הדלי, ושהאוויר דוחף את הקליע, ואם כן יכול להיות מקום שאין בו אוויר, והוא יהיה חלל ריק, ואיך כתב שאין מציאות של ריק בעולם. התשובה שכתובה היא "החומר החמישי". הנרבוני והשם טוב על המורה נבוכים א' ע"ב ביארו שהחומר החמישי הוא רק מרחקים ולא יותר. הכוונה היא שמה שאנו מכירים כחלל ריק יש לו מידות אורך רוחב וגובה. החלל הריק שבינינו לירח יש לו מידות שמגבילות אותו, הוא מתחיל מהארץ ומסתיים בירח. איינשטיין הוכיח שיש חלל ריק, ולא כאריסטו, על ידי שאמר שנחשוב על תיבה, ואחר כך נחשוב שבתוך התיבה אין שום דבר. אם כן יש בה ריק (קשה לייצר במציאות תיבה שאין בה שום דבר באופן מוחלט, כי היא תימעך מהכוחות שמחוץ לה גם אם תהיה עשויה מברזל עבה). החלל הריק שבתוך התיבה של איינשטיין הוא בעל מידות כמידות התיבה. דבר שיש לו מידות הוא בהגדרה לא יש מופשט אלא גוף חומרי. זה הביאור במה שאומרים שאותו חלל ריק הוא לא ריק אמיתי אלא הוא החומר החמישי. יש הרבה הוכחות מאריסטו להסבר הזה, ויש ליישב ברווח את הקושיות שנופלות בזה והארכתי בזה הרבה במקומות אחרים. עיין למשל בעיונים בפילוסופיה אריסטוטלית [רשימה 50](https://nirsternaristotle.wordpress.com/2018/04/21/50-%D7%94%D7%A2%D7%A8%D7%95%D7%AA-%D7%A2%D7%9C-%D7%94%D7%9E%D7%98%D7%90%D7%A4%D7%99%D7%96%D7%99%D7%A7%D7%94-%D7%A9%D7%9C-%D7%90%D7%A8%D7%99%D7%A1%D7%98%D7%95-%D7%A1%D7%A4%D7%A8-%D7%93%D7%9C/) במאמר "הנמשל של חכמת הקבלה", ויש עוד מקומות רבים.

אם החומר החמישי הוא גוף חומרי, ויש לו מידות כמו לכל גוף חומרי אחר, הוא גם יכול להתעקם. מה שיש לו מידות כמו גוף גיאומטרי בהכרח תמיד יכול להתעקם. לכן יכולים להשתמש בפיזיקה המודרנית במושג של התעקמות המרחב. מה שיש לו מידות בהגדרה יכול גם לנוע. קשה מאוד למדוד תנועה של חלל ריק כי אי אפשר לסמן נקודה שאפשר לעקוב אחרי המיקום שלה, אבל מבחינת השיקול העיוני הוא יכול לנוע. אפשר שגלי כבידה הם אופן של תנועה כזו, כי הכבידה אינה תנועה או כח שיש לו מציאות אמיתית ככח, מה שגרם להסתכל עליה כעל עיקום של המרחב, והעיקום כרוך בתנועת התעקמות, והתנועה הזו יכולה להיות מה שמתבטא בגלי הכבידה שאולי גילו (ראו רק תצפיות שלעת עתה מפרשים כגלי כבידה וכל זה עדיין לא ברור כלל. אני מביא את זה רק כהמחשה ואילוסטרציה, לפי מה שחושבים כעת, ולא כסיוע, כי כל פעם מגלים דברים חדשים ומסבירים אחרת). לפי אריסטו החומר החמישי נע בתנועה סיבובית, כלומר החלל הריק נע. הוא זה שמניע את הכוכבים שיש בהם גם צד של מציאות מוחשית של ארבעת היסודות כמו שביארתי שם בעיונים בפילוסופיה אריסטוטלית, וכמו שראו האסטרונאוטים שהירח הוא גוש אבן, ואריסטו כתב (התהוות בעלי החיים ג' י"א 761 ב') שייתכן שיש בעלי חיים העשויים מד' היסודות שמהלכים על הירח, והרי גם לדעתו הירח עשוי גם מחומר ארבעת היסודות ולא רק מהחומר החמישי. והחומר החמישי של הגלגל שהוא ריק בעל מידות, דוחף את הכוכבים שיש בהם חומר ארצי, והיא דחיפה ממש כמו שמוסבר בעניין שהכוכבים קבועים בגלגל ונעים איתו ביחד. קשה מאוד להבין איך חלל ריק יכול לדחוף, אין בו שום דבר קשה ומוצק שיכול להפעיל דחיפה, אמנם נראה שבכל זאת הוא כן דוחף בדרך שקשה לנו להבין. לפי זה החלל הריק שאנו מכירים, יקבל את כח התנועה כמו אוויר, וידחף את הקליע. ומה שאריסטו אמר שבריק הקליע לא ינוע בכיוון הדחיפה, זה נאמר על חלל ריק אמיתי, ולא על החומר החמישי. הכוונה היא החלל הריק שדיברו עליו האטומיסטים, שאמרו שהמציאות היא חלקיקי חומר זעירים, אטומים, שנעים בחלל ריק. החלל הריק שלהם הוא בהכרח אין סופי, כי מה שיש לו מידות הוא גוף חומרי בהגדרתו וזה לא ריק טהור (אחרת את מה המידות מודדות, הן לא יכולות למדוד שום דבר). אריסטו הוכיח שבטבע לא יכול להיות אורך אין סופי, ויש לו עוד הרבה הוכחות שהחלל הריק של האטומיסטים לא יכול להיות קיים. הוא אמר שבחלל הריק שלהם לו היה קיים לא הייתה בו תנועה של קליע, אבל באמת אינו קיים. אני כותב כאן בקיצור רב שמחייב שטחיות, זה רק הערת אגב למי שמתעניין, ויש הרבה להרחיב ולבאר בזה)