

יום שני לשבת נח

שיעור 1 –

תולדות היחס בין פיזיקה לפילוסופיה:

הכל התחיל מתאלס שאמר – הכל מים. לפרה-סוקרטים היה עניין בפיזיקה, חלק אינטגרלי של ההבנה שלהם בעיסוק בפילוסופיה הינו פיזיקאלי. בקיצור, בראשית - הכל היה מאוחד, הפילוסופיה והפיזיקה. סוקראטס כבר לא מתעניין כל כך הפיזיקה – הוא מתעניין בתכלית, בטוב, בצדק ולא בצורות של הטבע. אפלטון מדבר על כך שהחולף משקף את הנצחי ולכן יש בו עניין, יש לו פיזיקה של עצמו - גופים משוכללים. עם זאת הוא רואה את העיסוק בטבע כשעשוע.

אצל אריסטו הדברים שלובים זה בזה. הוא היה איש הטבע, השמים, הגלגלים, איברים של בעלי החיים – פיזיקה, מטאפיזיקה, וביולוגיה אך הקו המפריד בין פיזיקה למטאפיזיקה אינו מפריד כמו שאנו מכירים כיום. מבחינתו זה אותו הדבר, אותו השפה. הגלגלים למעלה הם חלק אורגאני מהעולם התחתון, מדובר על עולם אחד. המניע של העולם – אלוקים הוא בתוך הלמעלה ובתוך הלמטה. אלוקים חלק מהפיזיקה, הוא חלק מההסבר.

הובס מגלה את החשיבות של התנועה ומבחינתו כל העולם הוא חומר.

דקארט מושפע מהמתמטיקה וטוען שיש דואליזם – גוף ורוח. ניתן להבין את הרוח והגוף דרך גיאומטריה. שניהם פועלים דרך ההכרח.

שפינוזה גם מתייחס לשניהם, דטרמיניזם קשוח, העולם הוא שעון גדול שמוסבר בדרך מכאנית. לייבניץ, אלוף פיזיקה, מטאפיזיקה, הוא עומד כנגד לכל הפיזיקאים של זמנו ואומר – אין אטומים! יש מונדות, הוא מכניס מחדש את כוחה של התבונה את התכלית.

ברקלי – אין חומר!! בניגוד לכל בני דורו הוא אומר – אתם לא יודעים על מה אתם מדברים... הוא לוקח את החשבון הדיפרנציאלי של לייבניץ וצוחק עליו. בתקופתו גינו אותו. המתנגדים לו אמרו – זה נמצא על השולחן, וזה בדיוק הדרך להגיד שהוא טועה... זה שאתה נוגע בו לא קובע את הנוכחות שלו. הוא מייצר עניין מאוד גדול. יום אחריו לוקח את המיעון שלו ומפתח אותו, הוא מיישם אותו על סיבתיות, אתם חושבים שזה קיים בגלל שאפשר להיזי אותו.

קאנט נתפס בהתחלה כמוען שהמטאפיזיקה לא אפשרית, הוא עסק באסטרופיזיקה. הוא נתפס כזה שעשה את המעבר מעולם הטבע לעולמו של האדם. לכאורה, הוא מתחיל לנתק את העניין לטבע ולוקח אותנו למבנה ההכרה האנושי. אולם, למענתו, אנחנו לא יכולים להכיר את הדברים באמת. הוא לוקח את עובדת קיומו של המדע על מנת לחקור את הטבע. הוא לוקח את הגיאומטריה כדי להסביר מהו חלל. הוא טוען שבלי האדם אין חלל זמן כיוון שהוא נוצר ע"י ההכרה. החלל הוא לא תכונה של הדברים כשלעצמם. הוא ממש מתוחכם. הוא לוקח את הנתון שאנו אלו שמבינים את הטבע בשונה מקודמיו. יכול להיות שאנו מבינים את הטבע רק אם ההכרה האנושית קשורה לטבע באופן אורגאני אחרת אין לנו דרך להבין את הטבע.

המהפכה הקופרניקאית – אני יכול להבין את הטבע כי אני בונה את הטבע בתפיסה שלי.

איינשטיין בעתיד יאמר שהחידה הגדולה היא שאנחנו מבינים משהו על הטבע.

בימינו, ישנו מרד וסלידה מקאנט בעיקר מהפוזיטיביסטיים. הם טענו שאין הכרה אפריריות ולא צריך להסתבך כל כך. הם יוצאים נגד כל האפריריות. מכאן הפרידה של הפילוסופים מן הטבע. בגלל הנפילה של קאנט הם מחליטים שהם לא נוגעים בטבע, הפיזיקאים יספרו לנו על הטבע.

תחילת המאה ה-20, פילוסופיה אנליטית טענה שיש מדע בלבד וכל המטאפיזיקה זה שמויות. הפוזיטיביסטים התקשו בשאלה – מה הסטאטוס של דברים שלא רואים אותם כמו אלקטרונים- מה נעשה אם ה"יש" הזה? נקרא להם - "יישם תיאורטיים". "יישם" שאפשר להכיר בהם כי הם עוזרים לייצר אחדות בעולם הנראה אבל זה לא שהם קיימים באמת. פיקציות שעוזרות לנו במדידות ומכנולוגיה. בגישה זו ניתן לראות שהם מתייחסים לעולם הטבע, הם לא פורשים אלא מפרשים אותה אחרת רק שכל הפרויקט הפוזיטיביסטי לא הלך.

לאחר מכן ישנו דור חדש – מעקם האונטולוגיה הינו קווין, השאלה - מה ישנו באמת? היא בעלת משמעות. הסיסמא שלו הוא - להיות זה להיות ערך של משתנה. הוא לא מתחייב למה יש, הוא אומר – תן למדען לגלות מה יש ואז... הוא ראה את העיסוק בתכונות היסודיות של הפיזיקה כמטאפיזיקה. בזמן הזה הפילוסופים מתעסקים בפילוסופיה של הלשון, פילוסופיה של המדע (היא קומה שנייה היא לא חוקרת בעצמה – היא חוקרת את הפיזיקה לא את הטבע), מי כן מתעניין בפילוסופיה? הפיזיקאים עצמם. (הירח לא קיים אם לא מסתכלים עליו...) קמה קבוצה שמעלבת פיזיקה, לוגיקה ופילוסופיה. יש איזור שבו הם נפגשים והשיח ביניהם מעניין. הקורס יעסוק בנושא אחד בגדול - סופר פוזיציה.

לקרוא:

ניסוי שני הסדקים ע"פ פיינרמן

3 פרקים ראשונים של פיינרמן.

דוד אלברט פרק ראשון

יום ראשון לשבת לך לך

שיעור שני –

קאנט לקח את הטענה שאנחנו מבינים את העולם ושאל – אם כן, מהו החלל?
הוא לוקח הנחה אפיסטמולוגית ומתוכה מבין שאין חלל בלי צופה. מבחינה מסוימת, הוא סגר את
המטאפיזיקה אך הוא הלך עוד צעד ואמר שהתכונות של הדברים אינם שייכים לעצמם, הם קשורים בנו.
הם רק מבחינת האדם. הוא לקח עובדה פילוסופית על מנת להסביר פיזיקה.
איך הוא עושה את המהלך הזה?

באו אחריו הפוזיטיביסטים ואמרו: אין חידה בהכרה האנושית, הכל תצפיות ושיקול דעת. מתוך כך,
בגדול, במאה ה-20 הפילוסופים אדישים לפיזיקה. הם חוקרים לשון, מדע (מדען).
פופר, כפילוסוף של המדע שאל מה זה תיאוריה מדעית? אך היה לו גם עניין בתורת הקוונטים. עם זאת,
הדברים לא היו קשורים אחד לשני.

מישהו שכן חיבר בין השניים היה פטנאם, הוא היה גם פילוסוף וגם בקוונטים ממש.
העניין בפילוסופיה מגיע מהכיוון של הפיזיקאים והם כולם תגובה לתורת הקוונטים. הדור הראשון זה
הייזנברג, שרדינגר, בור שעסקו גם בפיל' וגם בפז'. זה מאוד טבעי ללכת לפי' כשיש משבר בפיזיקה.
למה הפילוסופים לא עסקו בפיזיקה?
קודם כל, זה קשה...

דבר שני, זה לא כל כך מתאים... הם מתעניינים בשורש לא בדברים הקטנים.
דבר שלישי, המדע משתנה כל הזמן בניגוד לימים של אריסטו שהכל עמד על מקומו שנים.
הדור השני של הפיזיקאים יותר מסובך- הסוג הזה שונה מן הקודמים, הם אנשים קלילים יותר,
"הפיזיקאי העליון", לא פילוסופים רציניים. הדור השלישי, יש לו עניין בלוגיקה ובמטאפיזיקה, באותו
הזמן הבינו יותר שתורת הקוונטים זה דבר רציני. כשבכל מופיע ב-1960, אנחנו מדברים אחרי 55 שנה
שמבינים שיש בעיה – או ריאליזם או לוקאליזם. או שתותר על זה שפעולה שלי משפיעה על הכל או
שתותר על ריאליזם. עצם האמירה הזו כמענה בפיזיקה היא הפוכה מקאנט, המשוואות בפיזיקה הביאו
אותם לדלתי פילוסופיה.

ניסוי שני הסדקים ע"פ פיינמן:

היה ויכוח אם אור הוא גל או חלקיק. ניוטון – חלקיק, ואחר כך קבעו כבר שהוא גל. היו כמה ניסויים
להראות שהאור הוא גל, למשל, מקור אחד מראה שני נקודות בגלל שכל תזוזה נראית כאילו היא המקור
של התנועה. אם זורקים כמה אבנים לתוך בריכה – מה יהיה גובה העלייה בנק' מסוימת? צריך לחשב
מה הגובה שמגיע ממקור אחד, ממקור שני – ולחבר. התאבכות יכולה להיות רק בגלים. זה נקרא עקרון
הסופר פוזיציה. אם מקרינים אור על שני סדקים, כל סדק נהיה מקור לגל ועל המסך אפשר לראות
נקודות שהתפשטו מהגל. יש מקומות של שיא – שיא, שפל – שפל, שפל – שיא. (אור זה הגובה
האבסולוטי של התנועה, תלוי בגובה המרחק מהאפס ולכן זה גם שפל שפל וגם שיא שיא)
כשבודקים את זה עם אור מגלים פתאום שורה של אור. אם רק אחד פתוח פתאום במקום שהיה אור
נהיה חשוך. דבר כזה אפשרי רק אם האור גלים. זו ההוכחה לכך שהאור הוא גלי.
אם יורים כדורים – הציור עם שני הרים, זה פשוט. עם אור – זיג זג. עם אלקטרונים: כמו האור. מה
שמוזר זה שהם מגיעים כאילו אחד אחד. נראה שהאלקטרונים עושים מה שבא להם, הם בוחרים
מסלולים אחרים כשסדק אחד או שניים פתוחים. איך זה קורה? איך אפשרות לעבור משפיעה עליו?
אנחנו לא מדברים על קיום אחר שמשפיע על משהו, אנחנו מדברים על חריץ. המילה אפשרות הופכת

לקשורה בפיזיקה. המילה אפשרות, פוטנציאל שחשבו שהשתחררו מזה אחרי גליליאו. איך אפשרות
הופכת למושג פיזיקאלי?

חידה א': איך הוא יודע שסדק אחר פתוח או סגור?

כשאנחנו מנסים לראות מאיפה עובר החלקיק ע"י מנורה מגלים משהו נוסף. אם אני יודע איך החלקיק
עבר מקבלים את התמונה של הכדורים. הצופה הוא חלק מהעניין. איך צופה הופך לעניין פיזיקאלי?

חידה ב': אם יש צופה שיודע היכן זה עבר יש התנהגות אחרת, אין התאבכות הורסת!!

יש ניסיון לנסות להגדיר את מכשיר המדידה כמילה פיזיקאלית. אטומים לא יודעים מתי הם במכשיר
מדידה. המכשיר מדידה נכנס לשפה של הפיזיקה. הדבר הזה קורה בדברים אחרים לא רק בניסוי זה.

שבוע הבא: לקרוא את פיינמן ולראות את הסרט.

נקרא בתוך פיינמן על ניסוי של שני הסדקים. נקודת המוצא שלו היא שאף אחד לא מבין את תורת הקוונטים ועם זאת ישנו ניסיון להבין בכל זאת. התיאוריה של פיינמן המוכרת ביותר היא בספר "אור וחומר", והוא כולו התעמקות בניסוי שני הסדקים. פיינמן שואל שאלה, האם כל אלקטרון עבר באחד מן החורים? אם העיקרון היה נכון אז ההסתברות של $1,2p$ היה שווה ל p_1+p_2 אך זה לא המצב (כשלא מסתכלים), האם זה אומר שהעיקרון לא נכון? (אולי ההסתברות לא נכונה, אולי משהו סמוי).

המתמטיקה של המשוואה הזו פשוטה אך היא מצריכה מספרים מורכבים. המתמטיקה של ההסתברויות של הדבר הזה מתאימה למתמטיקה של הגלים, אנחנו קוראים לזה התאבכות אך זהו רק תוצאה של המתמטיקה. מבחינתם, במובן הזה החלקיק הוא גל וחלקיק אך רק במובן הזה. הוא אומר שהאלקטרון לא עבר פה, ולא פה, לא נכון שהוא עבר בשניהם ולא נכון שהוא לא עבר באף אחד – אז מה? קוראים לזה סופרפוזיציה. יש כאן הפרכה של הלוגיקה, זה יכול להיות? (פלישה בין פיזיקה למטאפיזיקה) פמנאם אמר – אם נשנה את הלוגיקה נוכל להמשיך להיות ריאליסטים.

כעשמים את האור ניתן לראות שהוא עבר מצד אחד או בצד שני. אם אתה אומר את זה אז ההסתברות צריכה להיות רגילה. אפשר לומר את זה אבל אי אפשר להסיק מזה מסקנות... האם זה שאתה טוען מענה אומר שאתה מחויב לה?

תכונה אחת – צבע (לבן\שחור), תכונה שנייה – קשה\רך. מכניסים לתיבה, אם זה יוצא... התכונות לא קשורות אחת לשנייה. הם משתנות ע"י עצם הבדיקה, הבדיקה אם הוא לבן או שחור שינה את התכונה שלו גם בהיותו רך או קשה. כאשר עושים את הניסוי אחרי שידעת שחצי רך וחצי קשה מכניסים לקופסא שבה יש פתח משותף לרך ולקשה בלי לעשות אבחנה בין השניים. כשאתה מוותר על הבדיקה של קשה רך (שראית שהבדיקה גורמת לחצי חצי להיות לבן או שחור) אתה מוצא שהכל לבן. קיצר – יש תנועה של חלקיקים שאנו לא מכירים ולזה אנחנו קוראים – סופרפוזיציה. צריך לוותר על זה שלחלקיקים יש מסלול, אין לנו דרך לראות את המסלול הזה.

יום ראשון לשבת חיי שרה

שיעור רביעי – מספרים מורכבים:

(לכל המשתמשים בסיכום שלי – לא הכנסתי כאן את המתמטיקה של המספרים המורכבים...)

המסקנות הם שנראה שההתנהגות של אלקטרונים בניסוי שני הסדקים מתאימים למתמטיקה של מספרים מורכבים.

אם אין מכשיר מדידה קודם כל מחברים ורק אחר כך עושים את הגודל. כשיש מכשיר מדידה, קודם כל לוקחים את הגודל ורק אחר כך מחברים.

שיעור חמישי – וקטורים: לא הייתי...

שיעור שישי:

לכל מצב פיזיקלי מתאים מרחב וקטורי כלשהו. לכל מערכת פיזיקלית מתאים מרחב וקטורי, קבוצה של וקטורים. לכל מצב פיזיקלי מתאים וקטור שגודלו יחידה.

לכל גודל פיזיקלי (observable) מתאים מרנספורמציה ליניארית (סיבוב, מתיחה של הכל...)

אם למצב פיזיקלי מתאים וקטור v (מדד), וגודל מדד מתאים לו מרנספורמציה A אז מדידה של a תניב את הערך העצמי אלפא המתאים ל V .

לעומת הפורמליזם של ניוטון שהיא ברורה, מבינים אותה, אפשר לשחק איתה בלי בעיה. אתה רוצה לדעת מה הזמן, תחלק בין... זה הרבה יותר מסובך, זה מבנה עקיף שלא כל גודל מתאים למשוואה. זה מבנה שמתאים לקוונטים.

כאשר יש מצב פיזיקלי (אטומים מסתובבים סביב גרעין...) למערכות האלה מתאים וקטור v אם נשארים במצב הזה זה לא אומר כלום. מוסיפים קומה שנייה, הגדלים המדידים, מהירות, מקום, מתאים לזה פונקציה מוקטורים – כשהווקטור הוא עצמי תמצא את אלפא.

A מתקבל בצורה פשוטה אבל אף אחד לא מבין למה זה עובד כך.

אצל ניוטון המתמטיקה היא כלי עזר, אנו מנסחים את החוקים בעזרתו, לעומת זאת, קוונטים אי אפשר להבין בלי מתמטיקה. כל מה שיש לך זה מבנה מתמטי, אין שום ויזואליזציה.

בניוטון מבינים את התופעה, יודעים מתי הוא מתחיל, אני מפרק את התנאים ואני מבין מה הכוחות הפועלים ולכן כדי להבין מצב ספציפי פשוט עושים מתמטיקה.

אצלנו, קודם כל מודדים ואז אני יודע שמה שקיבלתי זה ערכים עצמיים, כאשר אני מקבל את המשוואה אני יודע לפתור אותה ובשלב מסוים אני יודע שיש קשר למדידה. ואז יש משהו שהמשוואה לא תופסת, יש מדידה חדשה שהמשוואה לא מתארת אותו. איבדנו את האפשרות ללוות את התהליך בגלל ההשפעה של המדידה. וכאשר הוא אינו ערך עצמי? מקבלים סתם הסתברות.

בור –

קאנט אמר שהסיבתיות היא תנאי לניסיון האנושי. כל התרחשות היא בחלל ובזמן, המדע מדבר על התרחשויות ורק כאשר הוא משליך עליהם סיבתיות יש התרחשות אובייקטיבית. החלל והזמן אינם תכונות של עצמם אלא הם באים מהסובייקט. אעפ"כ, על פי התפיסה האנושית אין להם ברירה אלא להיות מנוסחים בחלל ובזמן. עולם אובייקטיבי עבור האדם, זה לא אישי זה קשור להיותנו בני אדם.

בור יציג את פרשנות קופנהגן, הוא מפרש את תורת הקוונטים – כל מה שקורה בעולם המיקרוסקופי, כל הפיזיקה שלנו מתייחסת לתופעות עצמם. יש ניסיון להחליף את הסובייקט של קאנט במכשיר המדידה. זה מוזר כי למכשיר אין תבונה אך יש בו משהו מן הפן הסובייקטי, העולם שהסובייקט פוגש.

למרות המהפכה המושגים של ניוטון נשארים, חלל וזמן. הטעות של הקלאסי הוא שחשבו שיש אפשרות שלמה לתאר כך, אין תיאור יחיד של הסימואציה. לכל מיפוס ניסויי משתמשים בזמן ובחלל ובשני על פי סיבתיות.

התיאוריה הזו יפה מדי.. הכל מתאים בה יותר מדי טוב, איך הוא לא חשד בה?

14 דברים שמתמצים את בור:

קודם כל, דברים דרך ניסוי. שנית, יש אופן שבה אנו מדברים, השפה והמושגים שבה אנו מדברים היא הדרך שלנו לתיאור. ניוטון סידר את הידע הקדם מדעי וכל מה שאנו מדברים אנו מדברים בשפה שניוטון

סידר אותו ולכן ניוטון תמיד יישאר. אם אנחנו רוצים לדבר על הדברים הקטנים יותר שבהם הקטגוריות האלו לא חלות צריך להיות מודע לזה שהם לא תופסות, אי אפשר להשתמש בשתי השפות בבת אחת. ישנה טענה שאם אתה לא אומר לי איך אתה מודד אי אפשר לדבר (אופרציונליזם). משהו מזה נשאר אצל בור אבל זה לא זה.

למצוא באינטרנט: דיאלוג בין בור לאיינשטיין, לעשות discussions with Einstein, niels bohr

Einstein's reply to criticism ובאותו אחד יש (1949)

ספר של יואב בן דוב – פרק 16, המאמר של epr בתוך "תורת הקוונטים: מציאות ומסתורין"

שיעור שביעי:

התפיסה הקלאסית מבוססת על התיאוריות של ניוטון (מסה, תאוצה וכוח) ומקסוול (חשמל מגנטי). החוקים של ניוטון לא אומרים משהו על הטבע אבל הם סכימה שהכוחות בטבע צריכים לציית להם. יש כאן כמה הנחות: כל כוח קשור לגוף? מה זה כוח? איך גוף יודע להחזיר את אותו הכוח? כל השאלות האלה הם שאלות פיזיקאליות ופילוסופיות שלובות יחד. מקסוול זה כל מה שקשור בשדות אלקטרומגנטיים: אור הוא גל אלקטרומגנטי. בשלב הזה חשבו שהפיזיקה הסתיימה.

ניסויים שעשברו את התפיסה הקלאסית –

1. קרינה של גוף שחור (plank, 1900): על פי חוקי מקסוול יוצא שהקרינה של גוף שחור אמור להיות אינסופי. פלנק מניח העשרה שרירותית שכמויות האנרגיה של הגוף יכולים להיות מדידות (לא כל אנרגיה אפשרית) ואז זה יוצא. זה מכניס את ה h הקטן של פלנק. האנרגיה שיכולה להיות חייבת להיות בכפולות שלמות של h כפול f . $E=h*f$.
2. 1905, **אפקט פוטו אלקטרי**: איינשטיין מצא שאם מאירים על לוח באור זה גורם לאלקטרונים להיפלט. אם הולכים לפי מקסוול אז עד שאלקטרון נתלש זה היה תהליך הדרגתי עד שהוא נתלש ולפי עוצמת האור הוא ייתלש אך זה לא קורה. איינשטיין לוקח את ה- hf של פלנק ואומר שהם מתנתקים לא בהדרגה. כבר בשלב הזה הסיפור של הקוונטים מתחיל להיות רציני.
3. 1913, **מודל האטום** של בור קובע שאלקטרון יכול ללכת בכמה מסלולים וכאשר הוא במסלול המותר הוא יכול להקיף כל הזמן? האם הוא פולט אנרגיה? הוא מתנגד למקסוול ואומר שהוא יכול להישאר במסלול הזה. כל פעם שהוא מחליף מסלול יש פער באנרגיות הוא פולט קוונט של אור ולכן רואים ספקטרומים מסוימים.
כל הבעיות קשורות לאור. הבעיות שמעלה תורת הקוונטים היא שולית לתורת היחסות. פיינמן אמר שאף אחד לא יכול להבין את תורת הקוונטים אך הוא זה שתרם הכי הרבה להבנתה.
1925, עקרון אי הוודאות, הייזנברג מפתח את מכאניקת המטריצות.
1926, שרדינגר נותן פורמליזם יותר אלגנטי והוא עצמו לא מבין מה הוא גילה עד שבור עושה את זה.
בא נסיך, דברואי ואמר - לכל חומר יש תכונות גליות. כל מה שיש לו תנע ניתן לייחס לו אורך גל.
אם כך, אולי לכל אלקטרון?
ניסוי שני הסדקים.
1935, epr.
1962, אי שוויון בל. הוא די מפריך את הטענות של איינשטיין והמסקנה היא שאם שמאבדים ריאליזם (לחלקיקים יש תכונות לא תלויות במדידה) או לוקאליות.
פטנאם חשב שהלוגיקה לא נכונה אבל בגלל אי שוויון בל הוא חזר בו.

יום ראשון לשבת וישב

שיעור שמיני:

איינשטיין ניסה להוכיח שתורת הקוונטים אינה שלמה. הם כתבו את המאמר Epr (1935) שבא לייצר בעיה למי שמוען שתורת הקוונטים היא האמת. הם חיברו את הקוונטים ואת עקרון הלוקאליות מתורת ה"יחסות הפרטית": שום דבר לא עובר במהירות גדולה יותר מן האור (אך מספיק לומר שמהירות שאינה אינסופית).

לא צריך את היחסות הפרטית מספיק לומר שכל התפשטות לוקחת זמן.

העניין שהם מענו הוא ש: אם בלי לנגוע ולהפריע (להתערב) למערך ניסוי ניתן לדעת משהו על תוצאה של אחד מהניסויים או יש אלמנט של המציאות שהיה שם עוד לפני שמדדתי. זהו סימן שיש מידע קודם. משמע, תורת הקוונטים לא שלמה, זה לא שהמדירה עשתה את זה, זה היה עוד קודם שבדקתי. הניסוי: יש מקור שזורק שני חלקיקים שאנו יודעים תכונה כללית על שניהם יחד. למשל, אם התנע היה אפס בהתחלה אתה יודע שזה יהיה ככה גם אחר כך (חוק שימור התנע). אתה לא יודע את התנע של כל אחד מהם אך אתה יודע על ההתנהגות שלהם יחד. או את הפרש המרחקים בין שניהם ניתן לדעת אך לא את המקום המוגדר של כל אחד מהם בלכוד.

אלו בדקתי את x_1 הייתי יודע את x_2 . נכון שלא בדקתי אך כשבדקתי אותו הוא לא ידע. אם הייתי בודק את התנע בגלל הסכום הקובע היינו מקבלים גם את השני ולא איבדתי שום אינפורמציה כשעשיתי את זה. בגלל הקשר בין שניהם ניתן ללמוד גם על התנע ועם המיקום. משמע, המידע כבר היה שם. התנע והמיקום שלו מוקדמים. אך לפי עקרון אי הוודאות אי אפשר לתת לחלקיק תנע ומיקום ולכן היא תיאוריה חסרה. יש משתנים חבויים לחלקיק שיוצא, באמת לכל דבר יש מיקום ותנע מוגדר. (הם הסכימו שיש אי וודאות בסמטיסטיקה אבל זהו).

התשובה של בור לא ברורה: הוא תוקף את ה"אילו", הקריטריון של "אם" זו מענה עמומה. זה עמום כי לא הסברת מה זה "להשפיע על המערכת". זה ברור שאין מדובר בהשפעה מכאנית. עם זאת, הוא אמר שעצם הבחירה במערכת הניסויית- מה אתה מודד, קשורים מאוד. היה לו עיקרון חשוב שכשאתה מודד במערכת תנע אי אפשר למדוד באותו מערכת מיקום. מערכת מדידה מסוימת מוציאה את האפשרות למדוד את המהירות והתנע באותו הניסוי. הם פוגעים אחד בשני. עצם הבחירה במערך הניסוי משפיע על האלקטרונים. אין השפעה מכאנית אך עצם בחינת המערכת הניסויית משפיעה. זה עדיין עמום אבל כנראה שלזה הוא מתכוון. כל הביקורות האלו על תורת הקוונטים עוזרת לה להתפתח. בור כל הזמן צודק.

אי שוויון בל:

מלמין, פיזיקאי גדול מחליט שאי שוויון זה הוא הדבר המשמעותי ביותר שקרה בפיזיקה. הוא חושב שזה מוכיח משהו מטורף והוא מפשט לנו את הניסוי: רישום של שליחת האלקטרונים לשני הצדדים מראה כי ישנם שני הכללות –

(a) כשהם על אותו מספר הם מגיבים באותו הצבע.

(b) אם הם שונים אז רבע מהמקרים מגיבים בצורה של אותו צבע – $4/3$ מגיבים לא באותו הצבע.

אם כך, שני הכללות יחד אינן אפשריות. למה?

על מנת להסביר את הכללה a יש צורך לומר שלא לקטרון יש תוכנית שאומר לו איך להידלק אדום או ירוק. הוא מגיע עם מידע שאומר לו זה האור שאתה צריך להדליק. אלא שזה סותר את מה שמתרחש בהכללה b. ההסתברות מראה שזה אמור להיות יותר מרבע.

משמע, או שהם לא באים מצוידים עם מידע או שיש השפעה מרחוק.

במילים אחרות, או ויתור על ריאליזם (היינו, באמת המדידה יצרה מפנה) או ויתור על לוקאליות (יש מעבר אינפורמציה מיידית, מלפתייה כזו).

מה שהפריע לאיינשטיין זה האובייקטיביות – אין עובדה אובייקטיבית לפני המדידה.

מלמין רואה את זה ואומר – התמונה צריכה להשתנות, אך יש פיזיקאים אחרים שמתעלמים מכך. סוג הקשר בין פיזיקה למטאפיזיקה מזכיר את הפרה-סוקרטים שלהם לא היה גבול ברור בין השניים.

לקרוא: ג'ורג' ברקלי, "עקרונות הדעת". Principle of human knowledge

יום ראשון לשבת ויגש

שיעור תשיעי:

מה שהפריע לאיינשטיין היה האיום על ריאליזם. לא יכול להיות שהירח קיים רק כשאני מסתכל עליו. לא יכול להיות שהדלת לא פתוחה או לא סגורה.

ברקלי –

לפי דעתו, החומר איננו קיים. הוא קיבל ביקורות קשות אך יש בעיקר שני עמדות.

הראשונה, זלזול מוחלט.

קאנט מסביר את עצמו כמנוגד לברקלי, הוא מפחד מהזיהוי בין שניהם אך ברור שבלי ברקלי לא היה את קאנט.

השנייה, הכרה בו כאחד הגאונים.

מצד אחד גאון ומצד שני זלזול.

ראו את ברקלי כאנטיקה אבל הוא נהיה מעניין אם משתמשים בתורת הקוונטים, לוגיקה לא קלאסית ומודאליות יוצרים דברים מעניינים.

אם אנו רוצים לסכם את ברקלי במשפט – "אין עצמים בלי רוח".

זו אשליה שאם אני אנלים את עצמי הקו על המים יהיה. אם מעלימים את כל הצופים – האם בכלל יש קו? אין חלל בלי צופה, אם אתה משמיט את הצופה וממשיך לראות אותו זה אשליה, יש שמאל ימין – יש צופה. אי אפשר לזרוק משהו שהוא התנאי של הדבר. אני עצמי תנאי למראה. ברקלי מתחיל במחקר על ראייה. מה הכוונה שקרניים הולכים ישר? (המראה של הקו דומה לתפיסה של הקול של כפות הידיים שיהיו רק אם הם יפגשו).

הוא מתחיל את הספר בביקורת על המילים הכלליות או המושגים המופשטים, על יכולת האבסטרקציה. יש אשליה כרונית של פילוסופים שקשורה במושגים מופשטים. בגלל שאני יכול לחשוב על הצבע בנפרד מהצורה שאיתה הוא מגיע, בגלל שאני יכול להפריד אני יכול להתבונן בצבע בלבד, את ההפרדה הזאת פילוסופים יכולים לעשות. "החיוך המהור". הוא יוצא בביקורת על ההפשטה הזו. זוהי אשליה. אי אפשר להפריד בין הצבע לצורה.

כל אדם שאני אדמיין הוא עם פרספקטיבה – הוא עומד או יושב.

טיעון 4 – בלי רוח אין עצמים. אין מציאות אובייקטיבית ללא רוח.

לפני כן, יש כמה טיעונים שמובילים למענה זו. "להיות זה להיות נתפס".

ההוויה של הרוח היא להיות תופסת. העולם מחולק בין מה שרואים למה שאנחנו אך זה לא אומר שלהיות זה להיות נתפס. הוא מודה שרוחות אי אפשר לתפוס וגם את אלוקים אי אפשר אולם הוא רק טוען משהו ביחס לחושים. הוא לא התכוון להגיד שרוח לא קיימת או לזלזל בהם. מהותם של רוחות להיות תופסות. ההוויה של עצמים פיזיים אמפיריים היא היותם נתפסים. **עצמים פיזיים בלבד.** תכלס, מה יש לי? צבעים, ריחות... תכלס, תפוח הוא מקבץ של רשמים. התופס שם אותם ביחד ונותן להם נוכחות.

3 – צבע בלי רוח לא יכול להיות.

גם התפשטות בלי רוח לא אפשרי כמו שאין צבע בלי אדם שמסתכל. למה? כי אין דבר מתפשט בלי צבע. היה ריח משמעו – ריח הורח.

יום ראשון לשבת ויחי

שיעור 10: אידיאליזם וריאליזם: ריאליזם ומתנגדיו –

ריאליזם: יש עולם של עצמים שקיימים באופן בלתי תלוי בתודעה.

אידיאליזם: ללא תודעה אין עצמים חומריים.

עם הזמן מתחילים גוונים שונים בכל אחת מהגישות הללו.

למשל: אין דבר כזה שאדם ריאליסט ביחס לכל הדרך אלא ביחס לאובייקטים מסוימים. למשל, הוא יכול

להיות ריאליסט ביחס לעצמים חומריים בלבד, או ריאליסט ביחס למענות.

עמדה של ריאליסט ביחס למענות: נמצא מי שאומר שהמענות שלנו שקריות או אמיתיות באופן בלתי

תלוי בתודעה. ריאליזם: מובנו של פסוק באלו תנאים שבהם הוא אמיתי.

גישות כאלו הולידו גישות שונות –

ורפיקציוניזם: פסוק שאין לי דרך לאשר אותו או להפריך אותו הוא חסר משמעות. מענות שאין לי דרך

לאשר או להפריך אותן הן חסרת משמעות. למשל, פסוקי המטאפיזיקה אינם ניתנים להפרכה ולכן הם

חסרי משמעות. (עמדה זו היא ריאליסטית אך היא לא מדברת על עצמים). במונחים של ברקלי, משהו

שאין לי גישות אליו הוא חסר משמעות. בין היתר – החומר. הוא המקור לורפיקציוניזם. (ימימה

תתקוף את זה).

אינסטרומנטאליזם: עצמי הפיזיקה הם כלי לניבוי מוצלח – הם עצמם לא קיימים. כל העצמים שאין לנו

גישות אליהם כמו אטומים אני לא מתחייב שהם קיימים או לא, אני אדיש לשאלה זו. כל תכליתם הוא

שאני משתמש בהם. ניתן לומר שבאמת, הם לא קיימים אך הם מאפשרים לי ניבויים מוצלחים. הם

אינסטרומנטים שמאפשרים לי יכולת ניבוי טובה יותר.

אידיאליזם: התפיסה מייצרת את התופעה. גישה זו יאמר לנו הייזנברג.

ויטגנשטיין: להבין פסוק זה לדעת להשתמש בו.

קונבנציונאליזם – הידע נקבע על פי הסכם. אמיתות מסוימות הם עניין להסכם, האם הגיאומטריה הזו

נכונה או לא? תלוי בהסכמה (גם כאן עמדה לא ריאליסטית).

במבט יותר מעמיק, עולם העצמים קשור בתודעה. אין אובייקט בלי סובייקט.

מה זאת אומרת – בלתי תלוי בתודעה?

1. גם אם לא הייתי זה היה קיים. יש עולם בלעדיו. מה זאת אומרת – אם לא הייתה תודעה? ההבנה

הראשונה היא שקיימים עולמות אפשריים.

אידיאליסט: אם להיות זה להיות נתפס – עולמות אפשריים לא נתפסים ולכן אני לא מבין את זה בכלל.

אי אפשר לנסח את היכוח, כל ניסוח יהיה בלשון ריאליסטי. כל פסוק הוא מעות. אין שפה משותפת.

כשאתה אומר על משהו שלא קיים אתה אומר שהוא קיים. איוב לא היה? מי לא היה?

הבלתי תלוי הוא בעייתי בכך שזהו ויכוח יסודי שקשה לדבר עם מי שלא מאמין בה.

2. **בלתי תלוי בי.** ניתן לומר שזה לא תלוי בתודעה שלי או שלך, קשור בתודעה אך בין סובייקטיביים

(קאנט, שלמה מימון).

לדוגמא, עמדה ריאליסטית ביחס לחוקי המוסר: הם לא מתארים עולם אובייקטיבי, האובייקטיביות

שלהם נובעת מכך שהם מחייבים כל בעל תבונה. האובייקטיביות זה שהיא מחייבת את כולם.

אצל קאנט יש שני רמות – רמת התופעות: יש תבונה ומסביבה דברים עצמם. התופעה קיימת רק

מבחינת האדם, מה שהמדע מתאר קורה בעולם התופעות ומעבר לו יש עולם של הדברים עצמם לו אין

לנו נגישות. עולם התופעות פתוח לאדם אבל לא כל יצור. מי שחי בעולם המיתוס יראה את העולם אחרת.

הגישה של קאנט חצי ריאליסטית וחצי אידיאליסטית - יש עולם של עצמים כשלעצמם אך מה שנגיש לנו הוא בין סובייקטיביים. מה שקיים הוא רק מבחינת האדם אבל לא כל היצורים השכליים- מי שאין לו חלל וזמן לא.

קצת יותר לעומק של אידיאליזם. ברקלי אומר ש -

1. התפוח הוא ברוח

2. להיות תפוח הוא להיות נתפס כתפוח.

3. אפשר לתפוס רק אידיאות

4. התפוח הוא קובץ אידיאות

5. אין חומר

העמדות הללו מתייחסות להבנות שונות של המושג אידיאליזם. העמדות קשורות אך הם לא אותו הדבר. הביקורות על ברקלי נטועות בכך שהוא עובר לקובץ של אידיאות. השאלה המעניינת היא האם ניתן לומר שלהיות תפוח הוא להיות נתפס כתפוח בלא להמשיך ולומר שהתפוח הוא קובץ של אידיאות? הקושי הוא בליקוט לקבוצה. מקובל לומר שאיינשטיין התנגד בגלל הריאליזם שואבד. מהו מושג הריאליזם שהוא התנגד לו?

ברקלי לא מזהה את להיות בלחיות נתפס כיוון שהעולם מתחלק לשניים. אחד שבו להיות זה להיות נתפס והשני להיות זה להיות תופס. יש כאלה ויש כאלה. יש שני משמעויות של להיות. הוא משתמש באותו ביטוי לשני הויות שונות. עבור עצמים דוממים להיות זה להיות נתפס. יש דברים שהווייתם היא לא להיות נתפס. נראה שהוא רק רוצה לעשות אנליזה לגבי הויה. האידיאות הם פאסיביות, הם לא יכולות לחשוב, לעומת הרוחות שהם פעילות.

מה היחס של ברקלי לקיומם של אלקטרונים?

הוא יכול לקבל עמדה אינסטרומנטליסטית. הוא אומר שאין אלקטרונים אבל זה אומר לי לנבא.

עם זאת חייבים לשים לב לכך שיש שני מושגים של חומר:

הראשון, המשענת של כל התכונות הנתפסות. לזה הוא יתנגד כי הוא לא מבין מה זה המשענת הזו.

השני, החומר שמסביר תופעות בתוך המרחב של התופעות הנצפות.

ההבדל בין שני סוגי החומר - מטריאליזם מודרני חושב שניתן לקחת את החומר שמסביר כעצמם התופעה. לזה ברקלי לא יסכים.

1950 מתעורר עניין בשאלות של רציונאליזם, קווין הוא פורץ דרך בתחום הזה, לאחריו, פמאנס (הציע לשנות את הלוגיקה כדי להמשיך להחזיק בעמדה ריאליסטי).

ישנם מספר מיפוסים ניסויים שמביאים את הצופה, את הרעיון האידיאליסטי לתורת הקוונטים: הראשון, ניסוי שני הסדקים.

השני, EPR, כשאלקטרונים נשלחים או לא יכולים לחשוב שהוא מוגדר עוד לפני כן, אבל כשאנחנו מודדים אנחנו מוצאים. אנחנו לא מודדים מה היה לפני המדידה, התכונה הזו לא הייתה לפני המדידה. איינשטיין מתנגד במענה שהוא לא מאמין שהירח נמצא רק כשמסתכלים עליו.

The ghost in the atom, עמ' 72:

מציג לנו את התפיסה הריאליסטית הרגילה, יש לו ציפייה שהדברים אמיתיים הוא מציג את המיטעונים שברקלי הציג לנו את הבעייתיות שלהם – "זה שולחן". אולם לגבי אלקטרונים הוא מסביר לנו שהדברים לא כל כך פשוטים. הציפייה לאמת רגילה משתנה כאשר ניגשים לאלקטרונים. הכל קיים באמת בלי תלות בצופה וההעתקה של מציאות עבור אלקטרונים היא מוטעית, צריך להגדיר את ההימצאות אחרת. טקסט של פיזיקאי שנוגע תוך כדי בשאלות כדוגמת ברקלי.

הגישה הוריפיקציונית: אין משמעות לדבר על גודל אם אין לך דרך לאשר אותה.

הגישה האופרציונאלית: מה שאני לא יכול לבדוק אני לא יכול להבין אותו.

שני גישות פילוסופיות ברקליאניות שמשתמשים בהם פיזיקאים אך המסקנות שלהם הם אחרות. הפיזיקאי במאמר שלנו משלב בין שניהם:

מצד אחד, אני לא יודע מה זה נמצא עד שאני יכול להוכיח אותם (אופרציונאלי).

← עמדה ריאליסטית משיקולים סמנטיים

ומצד שני, אתה יוצא מהשלב של הסמטיסטיקה כאשר יש הכרה (קשר לתודעה, הכרתי). לתודעה יש אפשרות להפוך דברים למוגדרים. זו כבר מענה על ההיבט התפיסתי.

← עמדה שכוללת שיקולים הכרתיים.

ישנה מענה שהמדידה יוצרת את התופעה – כל עוד לא הסתכלת אין מסלול לחלקיק.

משמעות אחת: אני לא מבין מסלול אם לא נתת תנאים

משמעות שנייה: ההסתכלות שלי יוצרת את התופעה

ווילר שם את מכשיר המדידה אחרי המסך כאשר אם זה מגיע לאחד מהם הוא יודע מאיזה סדק הוא הגיע. התוצאות יוצאות כמו ניסוי שני הסדקים כאשר כאן זה מוסיף עוד משהו: נמצא שהמדידה גורמת לו לשנות את העבר שלו. אחרי המדידה הוא מחליט מה הוא עשה לפני כן.

עמ' 61, אף התרחשות אינה התרחשות לפני שהיא נרשמת.

אם נקשר לברקלי: עבור תופעות בעולם הפיזיקאלי - להיות הוא להיות נמדד?

ריאליות של ישויות מיקרוסקופיות שעבורם להיות זה להיות נמדד. (אם נתעלם מהצופה).

נשתמש בשאלה אחרת, האם תנועה יחסית (ליבניץ) או מוחלטת (ניוטון).

← שיקול אמפירי יכריע.

יש ניסוי שמעדיף את א' על ב'.

במקרה שלנו: האם יש התרחשויות תת אטומיות לא נצפות?

יש אומרים שיש ויש כאלו שאומרים אין.

← שיקול אמפירי: אין – מה שאני לא יכול לצפות חסר משמעות. אם אני לא רואה אין לזה משמעות.

פתאום מגיע ניסוי אי שוויון בל: אי אפשר לומר את זה יותר (יש). יש ניסוי שלא מאפשר לך הבנה של

שני הצדדים. יש מיעון אמפירי לטענה מטאפיזית!!

כך צריך להבין את הטענה של בור.

לקרוא: מאמר של ימימה

יום ראשון לשבת וארא

דיברנו על המאמר של מרמין שלא יכול להיות שכשהאלקטרונים יוצאים מהמקור הם כבר היו מוגדרים.

(1) כאשר בדקנו את אותו מספר, הצבעים היו זהים בקורלציה שלמה.

(2) כאשר בדקנו במספרים שונים, $4 \setminus 1$ אותו צבע ו- $4 \setminus 3$ לא אותו צבע

המספרים 1,2,3, מקבילים לבדיקה של הצירים X, Y, Z כאשר בודקים את הספין.

← מסקנה (1): לשניהם היה את אותו המרשם שגרם להם להתנהג, הם מוגדרים מראש איך להתנהג בבחינות שונות.

אלא שאם הם היו מוגדרים מראש אז $3 \setminus 1$ מהמקרים אמורים לצאת אותו הצבע אולם בפועל, מדובר על רבע (2) ולכן זה סותר את זה.

← הם לא היו מוגדרים לפני המדידה... הם מוגדרים רק בעת המדידה.

מרמין בא והביא **טיעון אמפירי**, הוא מביא הכרעה אמפירית לשאלה מטאפיזית. הוא חשב שיש לו טיעון לעמדה לא ריאליסטית. ראינו שיש גיוונים שונים בעמדה הלא ריאליסטית, צריך להבין באיזה אחד מהם אנחנו מדברים.

דאמט מען שצריך לוותר על הלוגיקה. הוא מציע לוגיקה אחרת מהלוגיקה של המתמטיקה אולם המתמטיקה לא מוכיחה שום טענה מטאפיזית. תורת הקוונטים מוכיחה שיש לשנות את הלוגיקה משיקולים אמפיריים. הוא חושב שיש כאן עניין מטאפיזי.

ההוכחה של ימימה:

ימימה מוענת שאי שוויון בל, epr לא מענו נגד עמדה לא ריאליסטית. להפך, זה תומך בריאליזם.

לאיזה ריאליזם היא מתכוונת?

היא מסבירה שההבנה הכללית היא שזה מוכיח שאיינשטיין טעה – הירח לא נמצא כאשר לא מסתכלים. קודם כל היא עושה אבחנה בין שני דרכים שבה ניתן לפרש את עקרון אי הוודאות. (אבחנה זו היא ייחודיות לימימה).

1. דרך אחת - המובן החלש של up : החוק מונע מאיתנו למדוד בבת אחת שני גדלים שהם

צמודים כמו תנע ומקום. *הבעיה היא למדוד.*

2. דרך שנייה - המובן החזק של up : אין מצב קוונטי שבו יש ערכים מוגדרים לתנע ומקום.

לטענתה, הניסוח החזק גורר את הניסוח החלש, כי אם אין מצב כזה אז ממילא לא נצליח למדוד. אין אפשרות למדוד משהו שלא קיים.

ההבנה הפשוטה היא שמישהו יכול לטעון שיש ערכים אבל הבדיקה פוגעת, כמו שההתבוננות שלך בעצמך משנה אותך. ניתן להחזיק בהבנה החלשה של up ללא השני, ואילו החזקה של השני גוררת את הראשון. זה מה שהופך הסבר אחר לחלש יותר מהשני.

ישנם שני בעיות העולות מהדברים:

הראשונה, הבעיה בהסבר שולה הוא שהיא משתמשת בשני מובנים של wup :

$Wup1$ בראשון היא מסבירה שאם **המדירה מפריעה**, המדידה של ערך אחד מפריעה למדידה של השני.

$Wup2$ בשני, **לא תוכל למדוד** מה שאיננו.

החשש הוא שאנחנו מצליבים בין שני ויכוחים בבת אחת:

האחד אונטולוגי – האם יש או לא?

השני – בהנחה שיש שני ערכים האם אפשר למדוד אותם יחד?

השנייה, מהו מצב קוונטי? יכולה להיות נקודת מבט וריפיקציוניסטית, עצם ההפרדה בין 1 ל-2 בעייתית

כיוון שבמונחים וריפיקציוניסטים הם זהים.

מה הניסוח האמיתי של עקרון אי הוודאות?

לסיכום, ימימה מנסה להכריע בשאלה מטאפיזית ע"י הליכה לעיקרון אי הוודאות כאשר היא מבחינה בין

שני פירושים לעיקרון זה: את החזק היא מייחסת לבור ואת השני היא מייחסת לאיינשטיין.

עמ' 284, epr בסך הכל מראה ש \sup הוא הנכון. באיזה מובן היא חושבת ש \sup היא עמדה

ריאליסטית?

Sup טוענת שאי אפשר לייחס ערכים של תנע ומקום לפני המדידה. אחד המאפיינים של סיפור לא

ריאליסטי זה שאם מספרים לי חצי סיפור אני יכול להמשיך את הסיפור כרצוני. ב \sup אתה לא יכול

לזרוק אף פעם ערכים ולהיות עקבי, אתה לא יכול להניח שום דבר. בסיפור בדיוני אפשר לייחס מה

שאני רוצה (עמדה לא ריאליסטית), epr אתה לא יכול לעשות מה שאתה רוצה ולכן זה ריאליסטי.

הצלבה בין שני עמדות של ריאליזם:

(1) להיות הוא להיות נמדד (האם זוהי עמדה וריפ' או לא?)

(2) אי אפשר להוסיף מה שבא לך

בעיה נוספת היא כאשר היא קופצת בין ה spin לבין הירח היא לא משתמשת באותו מושג הריאליזם

שבו מרמין משתמע.

לקרוא הייזנברג: "physics and philoso", פרק "copenhagen interpretaion".

בסמסטר זה נעסוק בשאלות פילוסופיות קלאסיות, בעיקר – פילוסופיה של הטבע. למושג זה היה חיים עד המאה ה-18, הוא מת ותורת הקוונטים מחייה אותו שוב. הייזנברג, הספר שלו נכתב אחרי 40 שנה שהוא עוסק בתורת הקוונטים והוא מהעוסקים הראשיים בה. הוא פיזיקאי אך הוא מעורב בפילוסופיה. הוא הולך אחורה לפרה - סוקרטס כאשר ישנם שני נקודות חשובות בתוך כל הסקירה ההיסטורית:

1. דיאלוג עם הרעיון שמופיע באפלטון בתימאוס

2. דיאלוג עם רעיון הפוטנציאל של אריסטו

הייזנברג רוצה לקשר את מושג הסופר פוזיציה לרעיון הפוטנציאל האריסטוטלי (יש מסורת שלמה שמתחילה ממנו, פופר כתב ספר שלם על זה).

עמ' 52 - אין התרחשות ללא הצפייה, בין הצפיות אי אפשר לדבר על התופעה.

מושג אובייקטיבי של פוטנציאל, זה לא תוצאה של חוסר היכולת שלנו למדוד, פונקציית ההסתברות מתארת את הנטייה ולא את מה שיקרה, היא מציעה את האפשרויות. המעבר בין הפוטנציאל יכול להיעשות בדרכים שונות. לדעתו, ככה הפיזיקאים חושבים – מעבר מפוטנציאל למציאות.

התצפית משנה את הפונקציה של ההסתברות - קטיעה של תהליך. התרחשות יש כל עוד זה נצפה.

(להיות זה להיות נראה של ברקלי), בין לבין הוא לא נמצא בעולם. זה סוג של הוויה אחרת, אין לו

מסלול, הוא לא עובר לחלל אחר, הוא במצב הוויה אחר ולכן מדובר במטאפיזיקה ולא פיזיקה. הוא עובר לממלכה אחרת של קיום.

עמ' 54, אפשרות אחרת להסביר את זה: כאשר הוא בקשר עם מכשיר המדידה. כאשר חלקיק מאבד

קשר לחלקים אחרים בעולם וכאשר הוא מתקשר לסביבה הוא במצב אחר. לפעמים הוא אוטיסט

ולפעמים הוא חברתי. מידת האינטראקציה קובעת את ההוויה שלו. זה לא קשור לראייה אלא למידת

המעורבות. כשאתה קשור אתה רלוונטי וכשאתה לא – אז לא. (חוני המעגל).

האינטראקציה לא בעייתית משיקולים אמפריציסטיים אלא בגלל החיבור.

יש כאן כל הזמן מתח – מצד אחד, אידיאליסטיות – יש התרחשות בין צפיות אך מצד שני כל

הפוטנציאל הוא אובייקטיבי וכו'. בדרך כלל ידברו על מכשיר מדידה.

הדיאלוג עם אפלטון –

הוא עושה סקירה בו הוא מדבר על טיפוס הסבר שונים:

1. תאלס אמר שהכל מים והייחוד בכל הוא לקחת דבר מן העולם ובעזרתו מסבירים את יתר

הדברים. לאחר מכן, ארבעת היסודות, לקחו 4 דברים מהעולם (אותו דבר).

2. ארכימדס: קדם חומר, היולי : לא מוגדר ← מוגדר. את הלא מוגדר לא פוגשים אך כל מה

שבעולם נובע ממנו. כשאומרים שהכל אנרגיה זה בדיוק על פי זה, אין אנרגיה בעלמא, יש לה סוגים שונים של אותו המקור.

3. פרמנידס: אין תנועה. היא לא אפשרית. איך מסבירים את אפשרות השינוי? חלל ריק...

תיאוריה אטומית. הכל אחד, לא מתחלק – זהו התיאוריה הפרמינידית בקטן – אטום.

אפלטון: הגופים משוכללים. הם מתחלפים על ידי זה שהמרכיבים שבונים אותם מתפרקים ומתאגדים למרכיבים של גוף אחר. משמע, הגופים הינם ישויות מופשטות, הם לא נמצאות בטבע, הוא מרכיב שלו

מבחינה מתמטית אך הוא אינו מרכיב פיזי. יש יסוד מתמטי ליסודות עצמם והוא שולט בתכונות החומריות שלהם.

הגילוי הזה מקסים אותו ופתאום הוא מגלה את תורת הקוונטים והוא מבין שאנחנו קרובים לחלום של אפלטון. לכן, מבחינתו, בתורת הקוונטים יש אלמנט אפלטוני.

עמ' 68, כל המטריאליזם אין לו על מי לסמוך כיוון שהכל נובע מהרעיונות המתמטיים. העניין שלו באפלטון היא מטפיזיקה ממש. הצורה קודמת והיא שולטת בכל התכונות החומריות. מבחינה זו, החומר הוא תבוני כיוון שזה השורש שלו.

לייבניץ דיבר על כך שאין אטומים כי הוא חשב שזה ויתור על הרציונאליות של הטבע בגלל שאטומים הם זהים. אבל אחר כך באים ואומרים לו שעשתי אטומים הם אותו הדבר בגלל שיש להם את אותו הפונקציה ולכן זה לא מבטל את הרציונאליות של הטבע.

(שיעור על חידות השינוי...)

יום ראשון לשבת בהעלותך

ניסוי שני הסדקים והסתברות –

פיינמן דיבר על הצורך לשנות את חוקי ההסתברות. בעולם האטומי חוקי ההסתברות לא פועלים.

- האם אפשר בכלל למעון שחוקים אלו צריכים להשתנות?

וביחס לכך שחוקי הלוגיקה צריכים להשתנות (פאטנס)

– גם עולה השאלה – האם זה הגיוני להגיד שפיזיקה שינתה את חוקי ההיגיון?

בכלל האם אפשר להפריך את שאלות ההיגיון?

העמדה המקובלת היא שאי אפשר לומר משהו כזה. חוקי הלוגיקה, על פי קאנט ווינש' הם הכללים של המחשבה, הם תנאי מקדים ואי אפשר להפריך.

פאטנס ודאמט התווכחו ביניהם על שאלה זו, לאחר 30 שנה פאטנס חוזר בו. לאחר מכן הוא אומר יכול להיות שיום אחר החוקים הללו ישתנו אך לעת עתה אני בכלל לא יכול להבין מה זה אומר.

מה דינם של חוקי ההסתברות?

בשביל לקחת את זה ברצינות צריך לשאול - איזה חוק הסתברותי הוא שהורס את הכל?

אם יש שני מאורעות זרים, אז $p(a \cup b) = p(a) + p(b)$

אם יש שינוי בלוגיקה זה משנה את הכל (כולל את חוקי ההסתברות).

אך השאלה היא האם שינוי בחוקי ההסתברות משפיעה על חוקי הלוגיקה?

השפה של תורת ההסתברות היא לוגית. אתה צריך לוגיקה על מנת להגיע לחוקי ההסתברות.

עקרון a- שהאלקטרון עבר או ב – a או ב- b

השאלה היא – האם אפשר לומר שגם עקרון a לא נכון וגם צריך לשנות את חוקי ההסתברות?

אם זה לא נכון שהאירוע הוא לא "או" (שעקרון a) לא נכון אז זה מפריך את הצורך לשנות את החוקים.

או שמקבלים את a ומחליטים שהוא עובר באחד מהם ואז ההסתברות לא יוצאת שווה זה בסדר.

או שדוחים את a ואז אי אפשר למעון שחוקי ההסתברות...

אי אפשר להפריך את שניהם, כי זה סתירה. אתה יכול לדחות רק אם הנחת שעקרון a קיים.

לצורך האנלוגיה – למשל, אדם שרץ על רכבת, המהירות שלו היא לא חיבור השניים.
זה כמו שמישהו יגיד, (1) מושג החיבור הוא אחר ממה שאנו מכירים. כשמחברים מספרים קטנים לא מרגישים בהבדל אך כשמחברים מספרים גדולים מרגישים. (...)
וגם (2) חיבור רגיל לא עובד.
גם הייזנברג נופל במענות זו, פיינמן לא נופל בה. אולם נראה שפיינמן מרגיש את הבעייתיות ולכן הוא חוזר בו.
פיינמן אומר שיש שני סוגי "או" – "או" שעליו חלים כל החוקים ו"או" אחר, וכאן הבעיה שלו – אם זה "או" אחר למה שחוקים אלו יחולו עליו? אם כן, מה הופרך?
הוא מדבר על מצב שבו הוא אומר אבל לא יכול ללכת עם ההשלכות. הוא רואה ואז – "בלום פיך". יש מצבים שבהם אתה לא יכול לעשות זום. אתה צריך ללכת אחורה, אם תנסה להתבונן זה יתפוגג.
בול טען שיש חוקי הסתברות שלא ניתנים להפרכה. הם תנאי לכל ניסיון והנה אנו מגלים שהחוקים הופרכו. בוזגלו, טוען שלהגיד שמה שהופרך זה העיקרון בגלל הניסוי הזה זה בעייתי. זה מפריך את הכל.
אם דוחים את עקרון a אז אי אפשר להגיד שחוקי ההסתברות הופרכו. גם אם מקבלים את a עדיין אי אפשר להגיד שחוקי ההסתברות הופרכו.
בקיזור, בין שמקבלים או דוחים את עקרון a אי אפשר להגיד שצריך לשנות את חוקי ההסתברות.

יום ראשון לשבת שלח

שיעור הכנה למאמר "אי מוגדרות, סימטריה וסופרפוזיציה":

אי מוגדרות –

בקוונטים אנו אומרים שהמקום של החלקיק הוא "לא מוגדר". מה הכוונה ב"לא מוגדר"?
האם היא אחת מהאי מוגדרות הרגילות או שמדובר באי מוגדרות ייחודית לתורת הקוונטים?
אי מוגדרויות שונות:

1. אין משמעות לשאול מי למעלה ומי למטה. זה סובייקטיבי.
2. $1\0$
3. "תעמוד כאן"
4. לא מוגדר היכן עובר הקו המפריד בין כחול לירוק
5. מתי קבוצת שעורים הופכת להיות ערימה? מבחינה לוגית, אפשר לומר שיש רגע כזה רק אנחנו לא יכולים להצביע עליו.

אם נסתכל על אב שהוריש לאחד משני בניו שקל אך לא לשלישי:
א': מצד אחד – אין לו שקל אך זה לא נכון שמצבו כמו השלישי שאין לו כלום.
לפני שקבעו למי זה הולך – זה לא אין כלום אך אי אפשר לומר שיש משהו. מצבו לא מוגדר. דווקא זה מאוד מזכיר את הסופרפוזיציה. זה מעלה לכיוון של סיכוי, של הסתברות.

סימטריה –

בפשטות, אם אתה עושה פעולת שיקוף אז חוזרים למצב הראשוני. שיקוף זו פונקציה שפועלת על שימח משהו במקום אחר לחלוטין. כעוה סימטרי זה נראה טוב, השיקוף מחזיר בדיוק את מה שהיה בהתחלה. ריבוע, למשל יכול להיות באותו מקום – 8, 4 שיקופים + 3 סיבובים (הרביעי הוא זהות). מלבן, לעומת זאת, 4. מעגל – אינסוף.

לכל גוף אפשר לתת מספר הופעות. לכל גוף אפשר להתאים מספר סימטריות.
"שבירה של סימטריה" – תהליך שבו גוף מקטין את מספר הסימטריות שלו. הוא מאבד ממספר הסימטריות שלו. שני דוגמאות לכך:

1. משטח של פני מים הוא בעל פנים סימטריות רבות. כאשר המשטח קופא – הוא הופך לגביש ואז המספר קטן בהרבה יותר – 6. הקפיאה שברה את הסימטריה, הקפיאה מורידה את מספר ההופעות שלו.
2. אלקטרונים ב-spin, כשמתכת הופכת להיות מגנט – כל הספינים מורים לכיוון אחד. ממצב אמורפי של כל אלקטרון, בשבירה של סימטריה נהיה לך כיוון אחד. מגנט.
3. עקרון קירי: בכל תהליך פיזיקאלי הסימטריה נשמרת בתולדות. שבירה של סימטריה מתרחשת כאשר לא הנחת אותו מדויק וההופעות השונות הם תוצר של חוסר הדיוק בהנחה שלי. כדור באולינג.
4. סימטריה של חוקים: הצורה של החוק נשמרת גם כאשר משנים אותו.

לקרוא: מאמר שלו על סימטריה.

(פספסתי שיעור).

יום ראשון לשבת חוקת

סימטריה:

מושג הסימטריה הוא מושג שהוא לוגי בצורה מובהקת.

עקרון קירי: כמות הסימטריה במרחב מסוים נשמרת או גדלה. יש לפעמים בעייתיות לעקרון זה כאשר יש שבירה של סימטריה. איך מסבירים את זה?

(1) הייתה הפרעה לפני ההתחלה (2) הסימטריה נשמרת במרחב הפתרונות.

דוגמא לכך היא ההבנה של הקביעות והאיזון שנשמר בכדור הארץ.

שני החידות של תורת הקוונטים ניתנים לפתרון על ידי המושג – מדידה של סימטריה, הכללה של עקרון קירי. היא סימטרית במקום מסוים והיא עוברת למקום אחר. בדיוק את אותו הסימטריה שהייתה בהתחלה יש אולם היא ממומשת על איכות פיזיקאלית אחרת. אם מקבלים את עקרון קירי המורחב אפשר לפתור את שני השאלות העיקריות שמעלות תורת הקוונטים (התאבכות, גדלים צמודים). עכשיו, נראה איך זה עובד.

אי מוגדרות חיובית – מצב פיזיקאלי (כמו במשל עם הירושה). מצב זה יכול לשאת סימטריה.

סופר' מצב של אי מוגדרות חיובית שנושאת סימטריה.

הנימוק המרכזי לכך שזה נושא סימטריה נסמך על ההתנהגות ההסתברותית.

הנימוק השני, מדידה ישירה הוא מצב של שבירת סימטריה וכך הוא מסביר גם את סופרפוזיציה.

הניסיון להבין את האלקטרונים כגלים בעייתי. המילה התאבכות מתאימה רק לגלים, אולי אין כאן גלים. בוא ננסה להבין את זה במושגים של סימטריה.

הוא מנסה להגדיר מושג של התאבכות בלא קשר לגלים. כל פתיחה של סדק מגדילה את חוסר

המוגדרות של מקום החלקיק (וטענו כבר שכל הגדלה של המוגדרות מגדילה את הסימטריה). אולם אי

הגדלת אי המוגדרות במרחב המקום צריכה להתאזן במקום אחר. היא קטנה במשתנה של התנע – אי

המוגדרות של התנע משתנה. יש יחס ישיר בין התנע, לבין המוקמות שהוא יכול להגיע אליהם, מיקומים

שהוא היה מגיע אליהם בעבר, הוא לא מגיע אליהם עכשיו. ברגע שאני מגדיל את האי מוגדרות אז

התנע מתקטן ולכן הוא מגיע לפחות מקומות = התאבכות הורסת בלי מושג הגל (!!).

הגדרה של האפשרויות מורידה את מספר התוצאות הסופיות.

כך גם בגדלים צמודים. אם אתה מקטין את אי המוגדרות טבעי שתקבל הגדלה במקום אחר.

דוגמא פשוטה ל"איך" עקרון אי הוודאות בניסויים מסוימים "חבורה מסוימת" נשמרת:

כמות הסימטריה בניסוח מדויק מאופיין על ידי מספר ואף על ידי חבורה (מבנה מתמטי שמקיימים

תכונה מסוימת).

ראינו שאי אפשר לבדוק שלוש תכונות של spin בבת אחת. הוא מציע שיש – משפחה של ניסויים.

ניסוי שני הסדקים הוא בעצם ארבעה ניסויים. ארבעת אלו יוצרים משפחה של ניסויים.

זוהי חבורה מסוימת של סימטריה והיא נשמרת לאורך כל המשפחה זו. כאשר עושים את כל הניסויים

יחד אפשר לראות כיצד הסימטריה נשמרת.

השאלה הפילוסופית העולות מתוך הדברים הללו –

איך יתכן שכמות סימטריה הופכת לאנרגיות ומסה? כמו שיש שימור החומר יש חוק שימור הסימטריה?

זה מאוד ברוח אפלטון. מש שנשמר זה כמות צורה ולא כמות חומר.

"הצורות" של אריסטו, ישנה נדידה של צורה עצמותית. וכאן יש החפצה של הצורות הללו.

שילוב של ברקלי ואפלמן זוהי המטאפיזיקה שעולה מתוך תורת הקוונטים. מי שהחזיק בו הוא שלמה מימון).

יום ראשון לשבת בלק

ברקלי -

פילוסופים רבים זלזלו בו, נוצר עידון אחרי epr .

אנו נעסוק במודל של "ברקלי 2007" - הייחוד שבו הוא (1) התיאוריה האטומית שחזקה בו (2) יש לו לוגיקות אידיאליסטיות (3) חידות תורת הקוונטים שמעלים שוב את שאלתו של ברקלי (4) וסתם, התווספו דעות.

אפשר לראות את ברקלי כאונטולוג, לראות את הטענה שלו - "להיות זה להיות נתפס" כסוג של חקירה אונטולוגית ולא אפי'. אולם האונטולוגיה שלו לא הומוגנית, לא כל "להיות" קיימים באותו הצורה. הוא מבחין בין עצמים חושיים (שולחן) לבין עצמים התופסים (בני אדם ואלוקים). אף אחד לא תופס את התופס, התופס קיים בלי כל קשר לנתפס.

כך שאבא שלו קיים - כי הוא תופס...

היעלמות:

מענו נגד ברקלי שאם הוא מסובב את ראשו - אז העולם נעלם?

כל תהליך שמתרחש בחלל ובזמן - להיות עבורו להיות נתפס. כך גם, להיעלם. יש מושג אמפירי שקוראים לו העלמות. גם ההיעלמות היא דבר נתפס, תופסים אותו עד שהוא נעלם. להיעלם זה להיות נתפס כנעלם. הדברים לא נעלמים אלא נשארים בזכות הראייה של אלוקים. יותר מזה, זה יכול להיות הוכחה לקיומו של אלוקים.

בשביל שמשהו ייעלם הוא צריך להיתפס כנעלם, סיבוב הראש לא נחשב היעלמות. יש הבדל בין לא לתפוס לבין להיעלם. לפי זה אני יכול להוכיח דברים גם בלי התפיסה של אלוקים.

אם כך, הטענה של הייזנברג אינה מדויקת - אני צריך לראות אותם נוצרים. יש מאין.

בהגדרות של ברקלי אי אפשר להגיד שהצפייה מייצרת את האובייקט. ברקלי לא מען שהירח נוצר כשמסתכלים עליו. כך איינשטיין גם הבין אותו אבל זו לא הייתה טענתו.

אטומים:

האם ברקלי מען שאין או יש אטומים? מה זה להיות כאשר מדובר באטומים?

לגבי חפץ להיות זה להיות נתפס, ביחס לאדם או אלוקים להיות זה להיות תופס, מה ביחס לאטומים? יש שאמרו שאטומים לא קיימים, הם רק אינסטרומנטאליים.

קווין אומר שהם יישים שמסבירים את התופעות במובן החושי. להיות עבור האטום זה להסביר תופעות שקיימות בעולם, יתכן שברקלי היה מסכים עם זה. להיות עבור האטום אינו להיות נתפס. כל מה שנוגע לאטומים, להיות עבורם זה להסביר את מה שקורה בתופעות. לכל דבר יש קריטריון קיום אחר. צריך לשפוט קיומו של דבר על פי המטרה הספציפית שלו.

אטומים - אי אפשר תמיד לייחס מיקום, יכול להיות מצב שלא אוכל לייחס מיקום לאלקטרון (לא מוגדר באופן חיובי), קוונטים לימדה שלמרות שהכנסת את האטומים ויכולת לייחס להם מקום למרות שהם לא נתפסים מצאנו כי יש תכונות שאי אפשר תמיד לייחס להם. מה זה אומר?

ניתנה החירות להגיד את מיקומם ופתאום זה לא אפשרי. זה שעצמים מתמידים זה רק בגלל הפיזיקה שיש לנו. הפיזיקה שלנו מאפשרת להגיד שבני אדם, חפצים וכו' מתמידים ולא בגלל שיקולים סמונטיים. זה שכוכבי לכת מתמידים זה בגלל שזה מה שהפיזיקה אומרת לך.