

שיעור מס' 1 – מבוא לשרטוט טכני – תאור חלקים: איזומטריה והיטלים

מטרות השרטוט הטכני

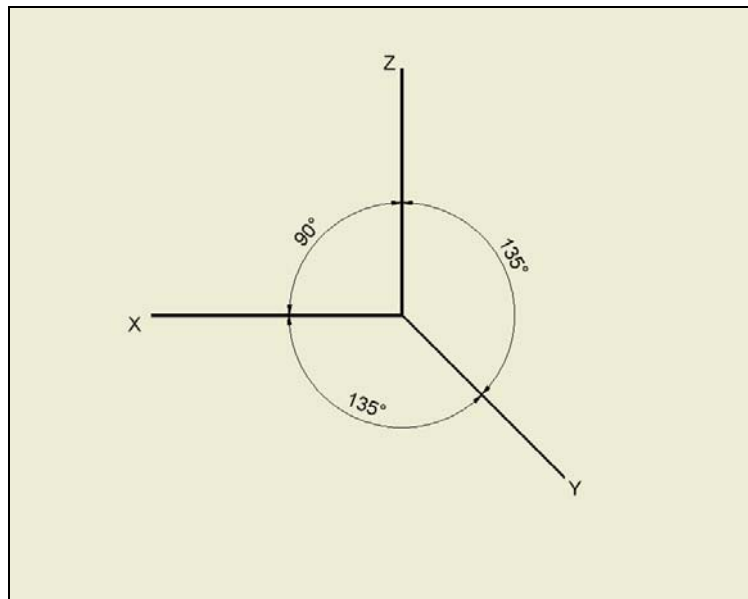
מטרת השרטוט הטכני, היא לאפשר ליצרן של החלקים המתוכננים על ידנו, לייצר אותם בצורה מתאימה. כמות הפרמטרים שאנו נדרשים להעביר ליצרן היא עצומה וכוללת בתוכה מאפיינים כמו: צורת החלק, מידות החלק, אופן ייצור וכו'. על מנת לאפשר את העברת המידע הנ"ל ליצרן בצורה אחידה ומסודרת, עלינו ליצור שרטוט טכני שאת כל כלליו נלמד במהלך השיעורים הקרובים.

א. המערכת האיזומטרית

על מנת שהיצרן יידע כיצד לייצר את החלקים שאנו מתכננים, הדבר הראשון שעליו לדעת הוא כמובן כיצד נראה החלק. על מנת לאפשר ליצרן הבנה טובה של צורת החלק, נקבעה מערכת של היטלים (מבטים) דו-מימדיים של הגוף התלת-מימדי אותו אנו מעוניינים לייצר המתארת ליצרן את החלק בצורה חד-משמעית.

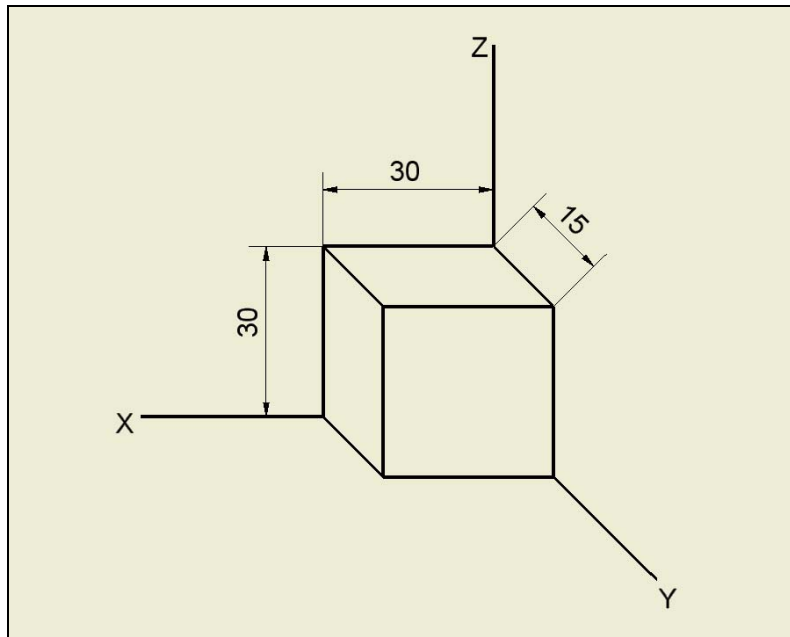
על מנת להגדיר היטלים אלו, נצטרך להכיר תחילה את מערכת הצירים האיזומטרית. מערכת הצירים האיזומטרית הינה מערכת המאפשרת לתאר גוף בצורה פסאודו תלת-מימדית (היא איננה תלת-מימדית לחלוטין שכן היא חסרת פרספקטיבה) ולה מספר יתרונות משמעותיים על מערכת הצירים הרגילה.

בפועל, שלושת הצירים הראשיים מאונכים זה לזה אולם מערכת הצירים המוכרת לכולנו משיעורי המתמטיקה והפיסיקה הינה המערכת האקסונומטרית ומוצגת בדרך כלל בצורה כזו:



תמונה מס' 1 – מערכת הצירים האקסונומטרית

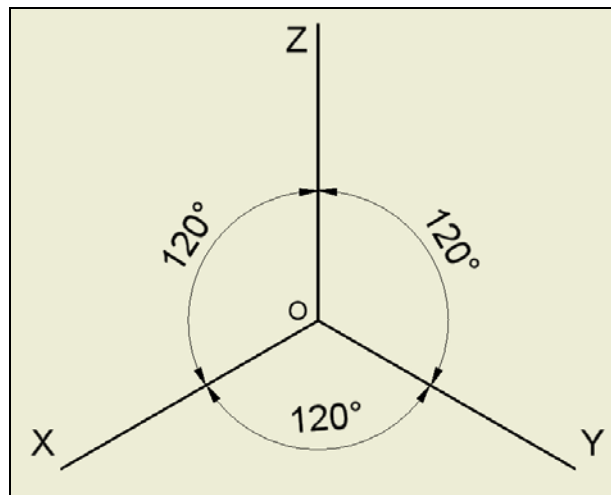
במערכת הצירים הנ"ל, ציר ה-Y וה-X מאונכים זה לזה ואילו ציר ה-Z יוצא החוצה בזווית של 135 מעלות כנראה בציור. מערכת זו מציבה בפנינו בעיה כאשר אנו באים לצייר לדוגמה קוביה. במערכת צירים שכזו תיראה הקובייה בצורה הבאה:



תמונה מס' 2 – קובייה במערכת האקסונומטרית

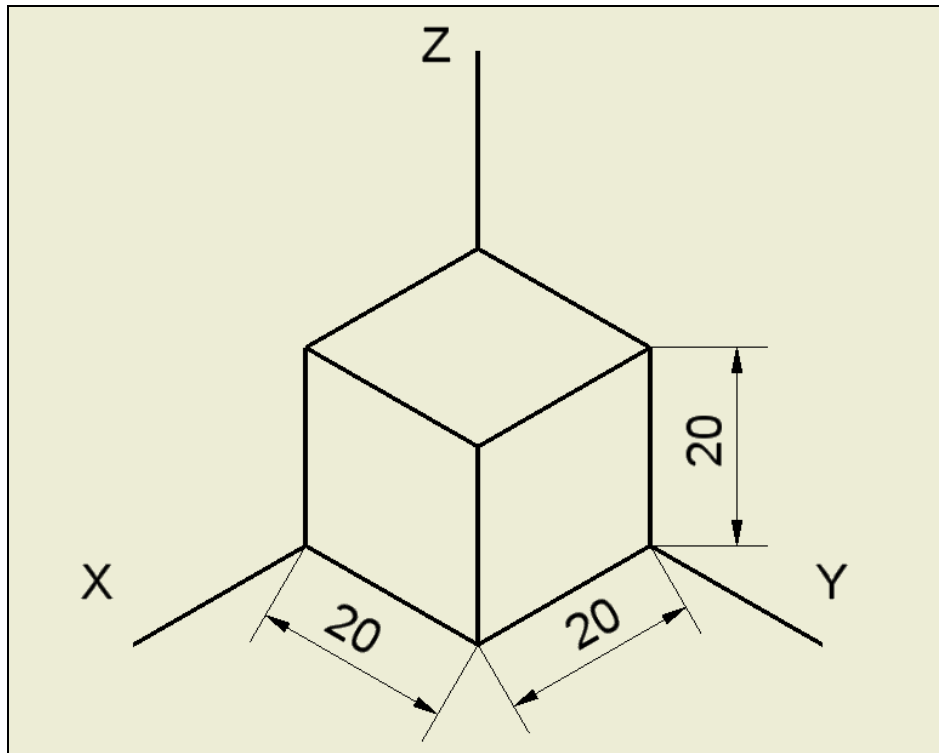
ניתן מיד לראות מהתמונה כי על מנת לייצג את הגוף כך שייראה כקובייה בעינינו, על צלעות הקובייה להיות באורך שונה זה מזה.

מערכת הצירים האיזומטרית לעומת זאת, בנויה בצורה שונה. המילה 'איזו' בלטינית פירושה זהות/דמיון ומכאן שמה של המערכת. במערכת זו שלושת הצירים הראשיים נמצאים בזוויות של 120 מעלות זה לזה ונותנים גם כן אשליה של תלת מימד.



תמונה מס' 3 – מערכת הצירים האיזומטרית

אי לכך, קובייה במערכת האיזומטרית היתה נראית בצורה הבאה:



תמונה מס' 4 – קובייה במערכת האיזומטרית

** שימו לב – במערכות הצירים לעיל, מישור X-Y הינו תמיד מישור הרצפה.

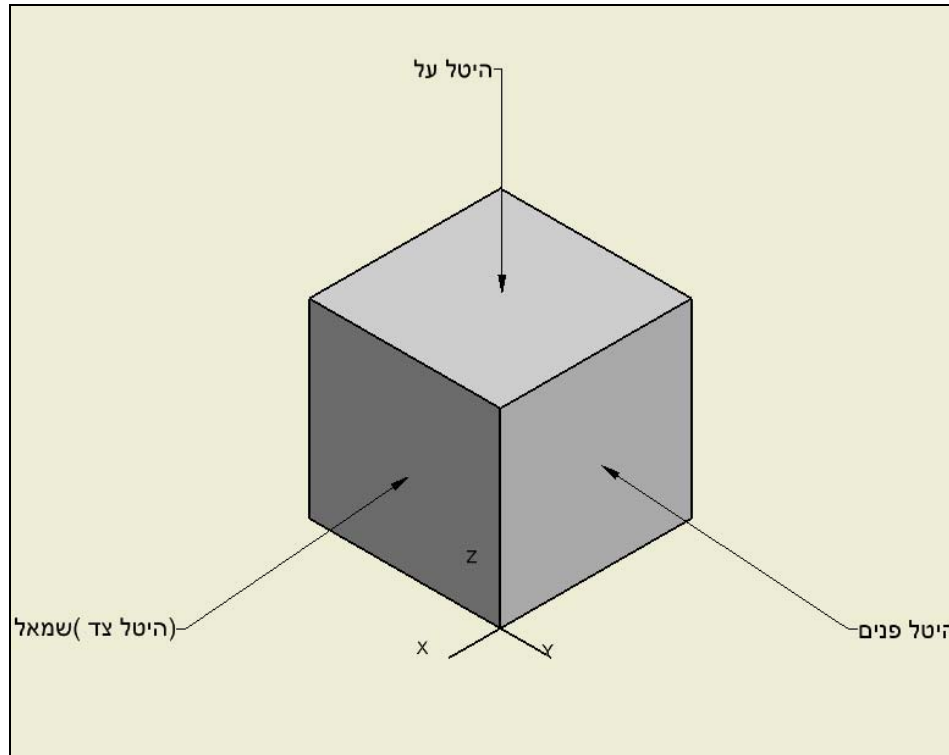
ניתן לראות כי במערכת האיזומטרית, כל צלעות הקובייה הינן באורך זהה והתמונה המתקבלת יוצרת אשליה של קובייה תלת-מימדית (אמיתית יותר מן האקסונומטריה). מכאן, ניתן להסיק על הכלל החשוב ביותר במערכת האיזומטרית:

כל קו במרחב הנמצא לאורך אחד הצירים הראשיים של המערכת או מקביל לאחד הצירים הראשיים של המערכת, ניתן למדידה על ידי סרגל, וזו, תיתן את אורכו האמיתי של הקו.

סגולתה זו של המערכת האיזומטרית היא הסיבה שכה מרבים להשתמש בה בשרטוט הטכני.

ב. ההיטלים הראשיים – 'היטל פנים' ו-'היטל על'

מתוך המערכת האיזומטרית, נגזרים בצורה חד משמעית שלושה היטלים ראשיים: היטל פנים, היטל על והיטל צד. ההיטלים הם למעשה ייצוגים דו-מימדיים של הגוף התלת-מימדי מכיוונים שונים. על מנת לקבל את ההיטלים הראשיים נסתכל שוב על הקובייה. ההיטלים הראשיים מכונים בכיוון הצירים הראשיים כנראה בצירור:

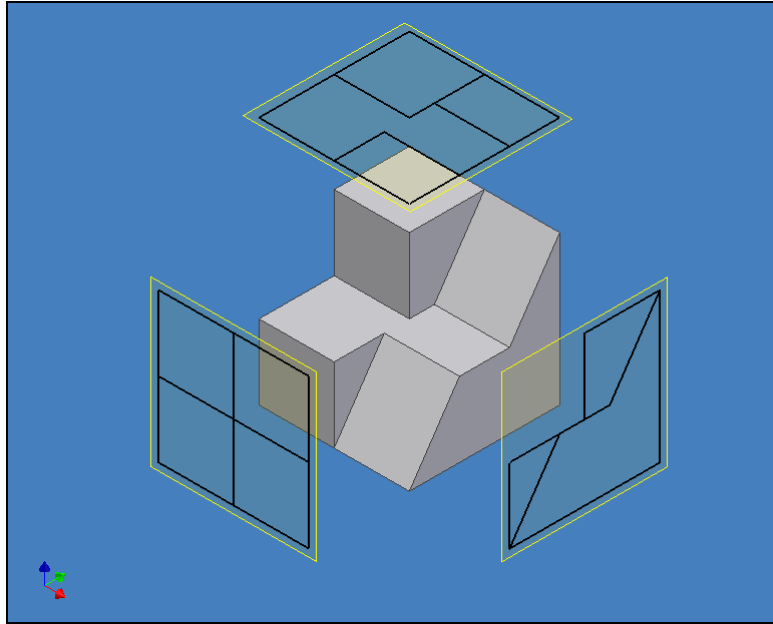


תמונה מס' 5 – היטלים ראשיים מהמערכת האיזומטרית

מהתמונה הנ"ל ניתן לראות כי:

- היטל פנים – מבט בניצב למישור X-Z
- היטל צד (שמאל) – מבט בניצב למישור Y-Z
- היטל על – מבט בניצב למישור X-Y

דבר נוסף שחשוב לציין הוא, שכאשר אנו יוצרים את ההיטלים, בכל אחד מההיטלים, אנו מאבדים את אחד המימדים. כך למשל, בהיטל פנים, אנו מסתכלים בניצב למישור X-Z ולכן לא נוכל לראות שינויים בציר Y, כלומר, לא נוכל לראות עומק. כפי שנראה באיור הבא:

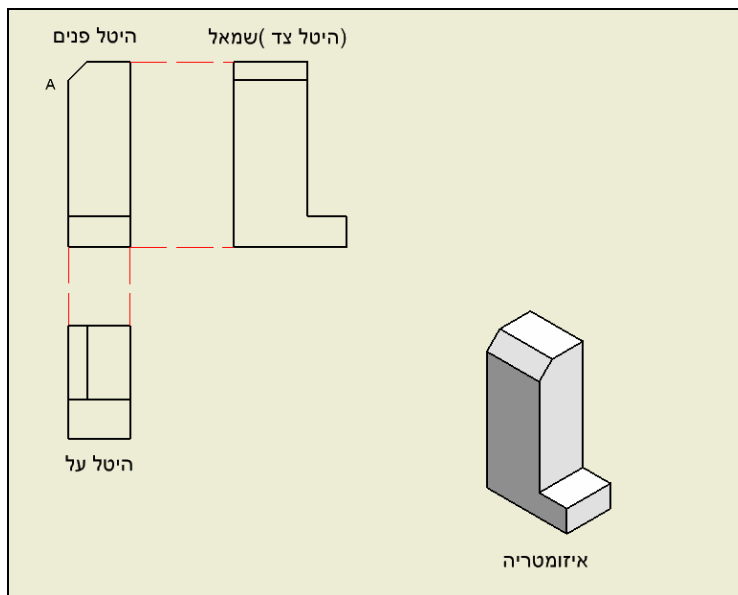


תמונה מס' 6 – היטלי גוף על המישורים הראשיים

כאמור, בכל אחד מההיטלים אנו מאבדים מימד, וניתן לראות לדוגמה באיור, כי במבט צד נראים שני השיפועים כריבועים ישרים.

ג. מיקום ההיטלים הראשיים בדף השרטוט

לאחר שקיבלנו את שלושת ההיטלים הראשיים, יש למקם אותם בדף השרטוט. התקן שאותו נלמד מיד מסביר כיצד יש למקם היטלים אלו בדף השרטוט. התקן המוצג לעיל הינו התקן האירופאי או בשמו האחר 'הטלה ברביע ראשון'. על פי התקן האירופאי ימוקמו ההיטלים בצורה הבאה:



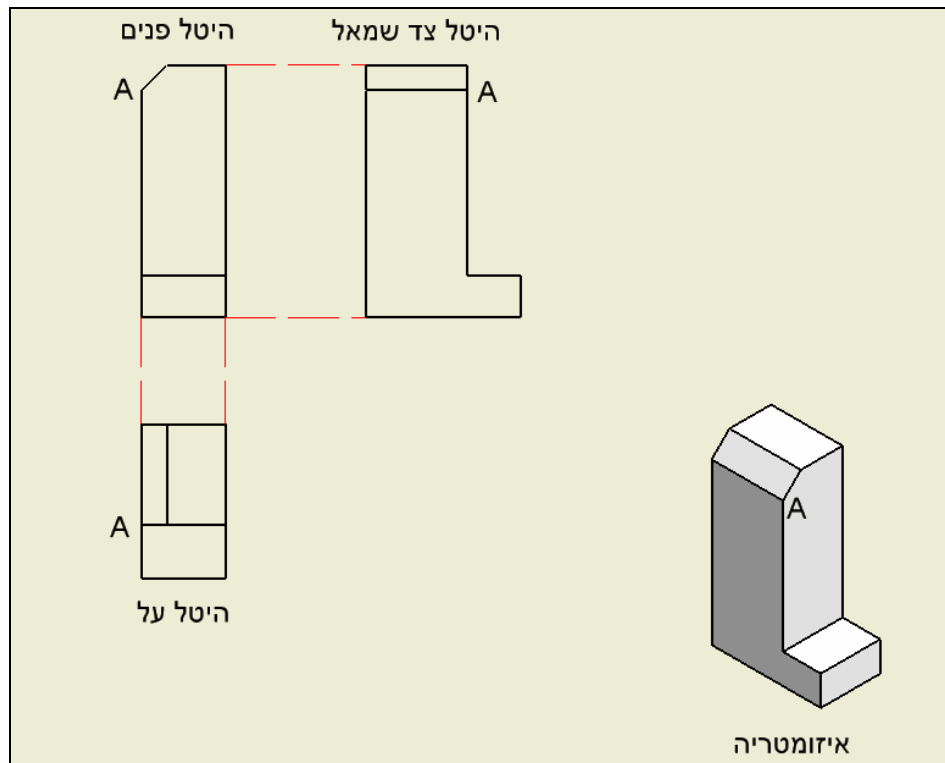
תמונה מס' 7 – מיקום ההיטלים הראשיים בדף השרטוט

אנו יכולים לראות כי היטל הפנים ממוקם בצידו השמאלי העליון של דף השרטוט. היטל על ממוקם **מתחת** להיטל פנים ואילו מבט צד (שמאל) ממוקם **מימנו**.

כלומר, על מנת לקבל את היטל העל, יש לסובב את **היטל פנים** ב-90 מעלות מטה ואילו על מנת לקבל את היטל צד (שמאל) יש לסובב את **היטל פנים** ב-90 מעלות מימנה. חשוב לזכור כלל זה: שני ההיטלים, צד ועל, מתקבלים שניהם **ממבט פנים**.

מכאן נובע כלל חשוב נוסף אותו נמחיש בעזרת הדוגמה הבאה:

נתבונן בנקודה A כלשהי על הגוף.



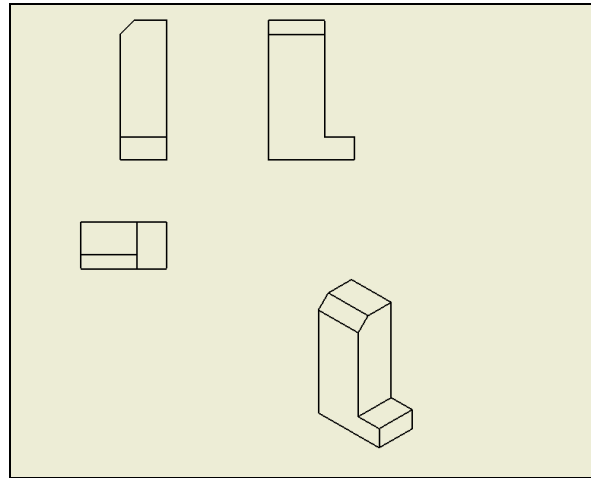
תמונה מס' 8 – מיקום נקודות במערכת היטלים

נוכל לראות כי נקודה A במבט פנים ובמבט על נמצאת על אותו קו אנכי ואילו במבט פנים ומבט צד, על אותו קו אופקי. כאשר אנו מעוניינים במבט צד לדוגמה, אנו מסובבים את הגוף סביב ציר Z ולכן כל הנקודות שומרות על הגובה שלהן, או על קואורדינטה Y. דבר דומה קורה עם מבט על.

מכאן נוכל להגדיר את אחד הכללים החשובים:

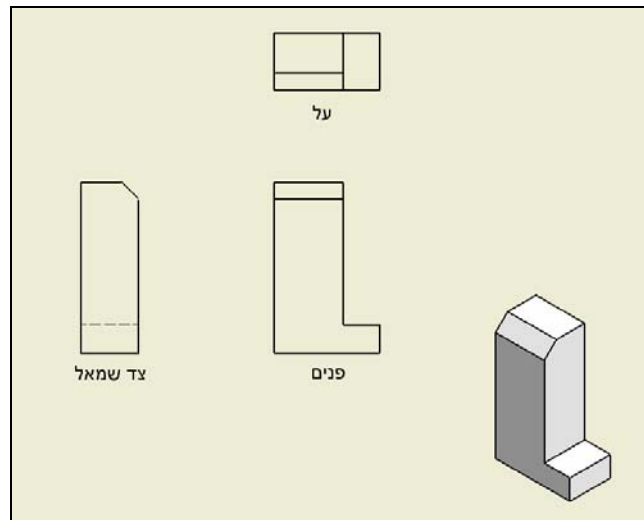
1. הגבולות העליונים והתחתונים בין מבט פנים וצד חייבים להיות זהים.
2. הגבולות השמאליים והימניים בין מבט פנים ועל חייבים להיות זהים.

הקפידו על דברים אלו. במידה ושירטטתם שרטוט אשר כללים אלו אינם מתקיימים בו, כנראה שטעיתם. דוגמה לשרטוט שגוי (מבט על אמור להיות מסובב ב-90 מעלות עם כיוון השעון):



תמונה מס' 9 – מיקום מבטים שגוי

התקן הנ"ל נקרא כאמור תקן אירופאי, אך קיימת גם שיטת הטלה אמריקאית שבה מיקום המבטים שונה. בשיטה זו מבט צד שמאל ממוקם משמאל למבט פנים, מבט על ממוקם מעל למבט פנים וכן הלאה. שיטת הטלה זו נראית בצורה הבאה:



תמונה מס' 10 – מיקום מבטים בתקן האמריקאי

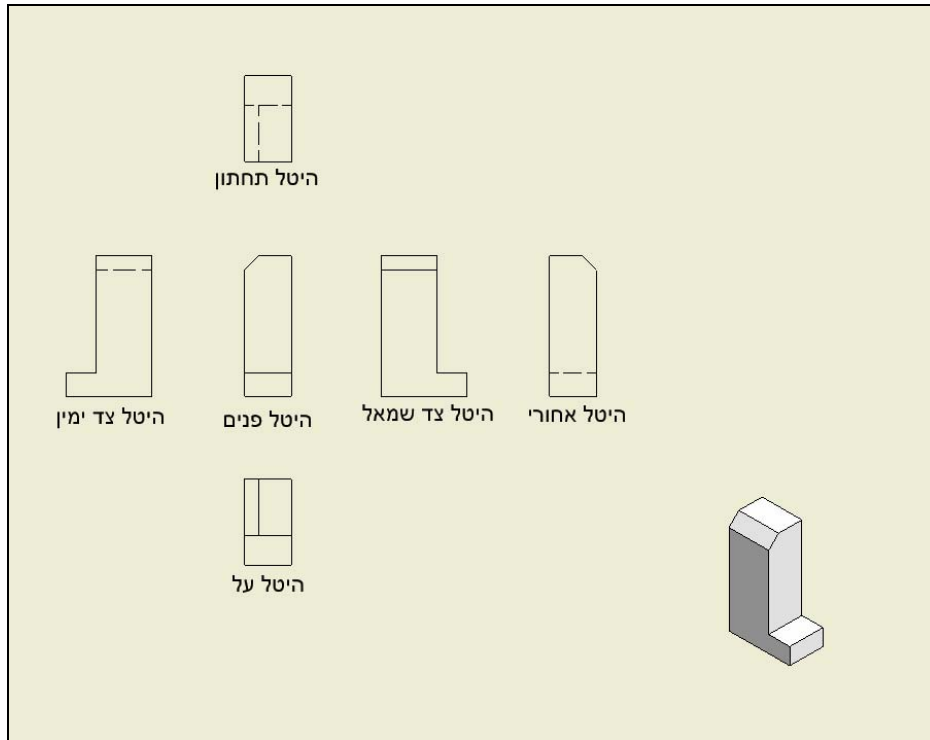
* חשוב להכיר את התקן האמריקאי אך אנו נעבוד ככלל על פי התקן האירופאי.



*** ללא קשר לסוג התקן בו משתמשים, איזומטריה אינה נכללת באופן עקרוני בדף השרטוט אך בדרך כלל מוסיפים אותה על מנת לתת ליצרן או איש המטרה המחשה טובה יותר של הגוף המיועד.

במקרים מסוימים, שלושת ההיטלים הראשיים אינם מספיקים על מנת לתאר את הגוף ונאלץ להיעזר בהיטלים נוספים. בשיעורים הבאים נכיר גם חתכים המתארים את הגוף אולם גם ללא החתכים, ישנם 3 היטלים נוספים שאנו יכולים לצרף והם: היטל צד ימין, היטל אחורי, היטל תחתון.

סידור ששת ההיטלים בדף השרטוט נעשה בצורה הבאה:



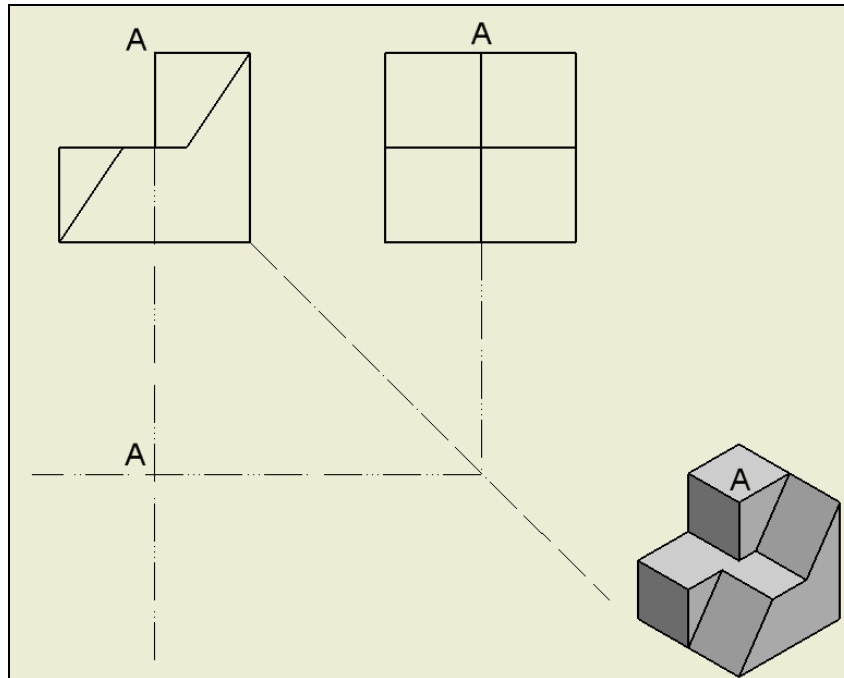
ד. שימוש בשיטת '45 מעלות' להשלמת היטל שלישי

לעיתים ניתקל בגופים שהינם סבוכים או מורכבים מעט והשלמת אחד ההיטלים עלולה להיות בעייתית ליישום גם לאנשים בעלי ראייה מרחבית טובה. על מנת לפתור בעיה זו, ניתן להשתמש בשיטה הנקראת שיטת 45 המעלות. בשיטה זו אנו למעשה מוצאים בצורה גרפית את מיקומה של נקודה בהיטל השלישי אשר נתונה לנו בשני ההיטלים האחרים.

לדוגמה, באיור הבא נתונה הנקודה A בהיטל פנים והיטל צד, ואנו מעוניינים למצוא את מיקומה בהיטל על.

על מנת להשתמש בשיטת 45 מעלות עלינו לפעול על פי הכללים הבאים:

1. שרטוט קו ב-45 מעלות מהקצה הימני התחתון של מבט פנים.
2. איתור הנקודה בשני היטלים.
3. הורדת אנך ארוך מספיק מנקודה A במבט פנים לכיוון מבט על.
4. הורדת אנך מנקודה A במבט צד עד למפגש עם קו 45 מעלות.
5. שבירת הקו שמאלה לכיוון מבט על עד למפגש עם האנך ממבט פנים.
6. נקודת המפגש היא מיקום הנקודה A במבט על.



תמונה מס' 12 – שיטת 45 מעלות

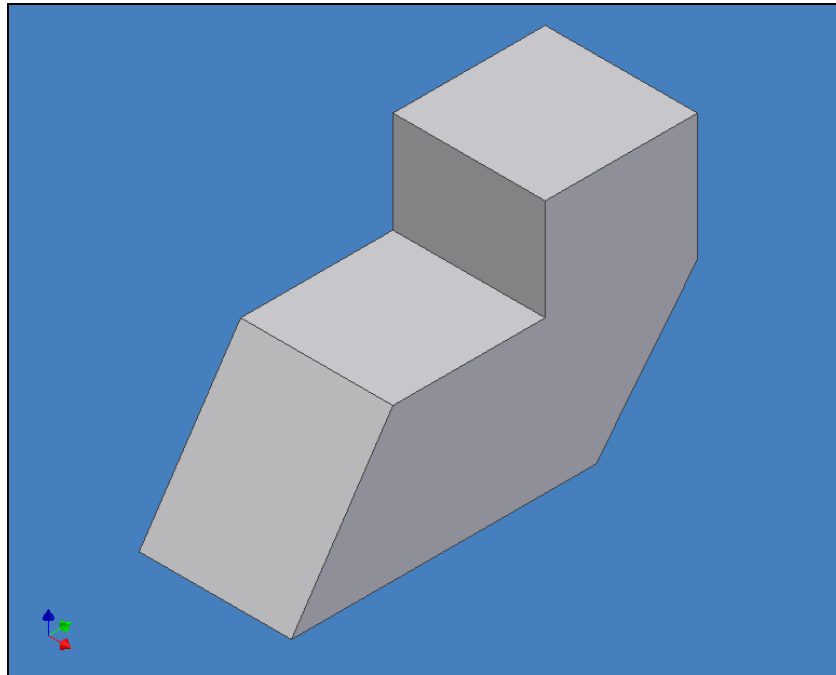
דבר דומה ניתן לעשות עם כל שני היטלים, כאשר במקרה שבו נתונה הנקודה בהיטל על והיטל צד, אין צורך להשתמש ב-45 מעלות כלל אלא רק להוציא אנכים משני היטלים לכיוון היטל פנים.

ניתן להיעזר בשיטת 45 מעלות על מנת למצוא מספר נקודות שימשו אותנו כמעין "עוגנים" לבניית ההיטל.

ה. קווים נסתרים

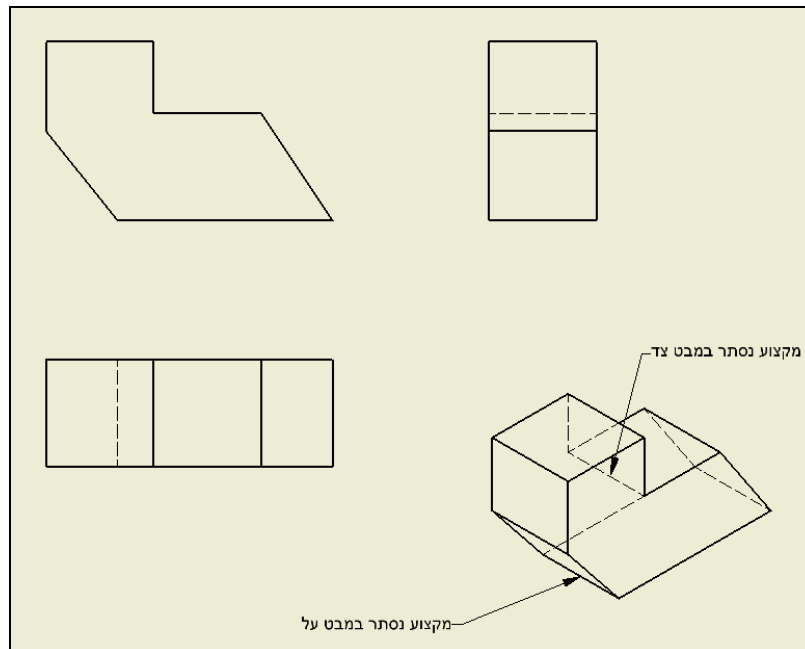
לעיתים, ניתקל בגופים שכאשר אנו יוצרים את ההיטלים שלהם, ישנם חלקים של הגוף שמוסתרים על ידי חלק מהגוף עצמו. על מנת לתאר בצורה נכונה את הגוף, יש להתחשב בחלקים "מוסתרים" אלו ולציין אותם בשרטוט.

ניקח לדוגמה את הגוף הבא:



תמונה מס' 13 – גוף באיזומטריה

נמקם את הגוף כמוראה באיור הבא, ונוכל לראות כי ישנם מקצועות הנסתרים על ידי פאות מסוימות. מקצועות אלו יסומנו בקו מקווקוו שהוא קו נסתר.



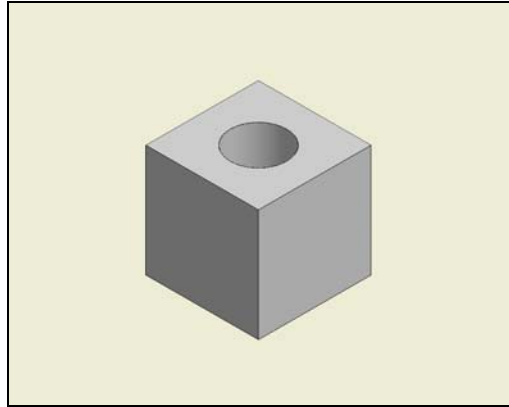
תמונה מס' 14 – גוף עם קווים נסתרים

נוכל להבחין בגוף זה בקו נסתר אחד בכל אחד משני ההיטלים, צד ועל. במקרה זה הקו הנסתר בא לציין מקצוע אשר מוסתרת על ידי מישור או פאה.

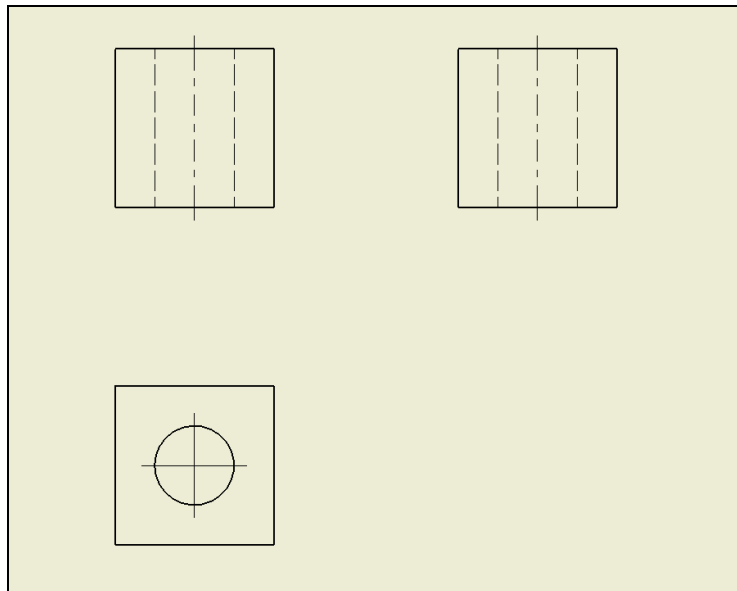
קווים נסתרים יצוינו באחד משני המקרים הבאים:

1. מקצוע (מפגש בין שני מישורים) המוסתרת על ידי פאה.
2. חלל פנימי בתוך הגוף.

להלן דוגמה לחלל פנימי – קוביה עם קדח עגול:



תמונה מס' 15 – קוביה עם קדח



תמונה מס' 16 – היטלים של קוביה עם קדח

ניתן לראות כי בהיטל פנים ובהיטל צד נראים שני קווים מקווקווים אנכיים. אלו הם למעשה קווים נסתרים המציינים את החלל הפנימי בתוך הקוביה. במקרה זה, הקווים הנסתרים מציינים את הגבולות החיצוניים של הקדח.

