



הסבר רקע

AccuBeat חברה ישראלית מעצבת ויצרנית מובילה עולמית של פתרונות ומוצרי תדירות ותזמון מדויקים במיוחד. חברה זו מתמחה במציאת פתרונות מותאמים אישית לצורך של הלקוח. החברה מייצרת עבור חברות ישראליות כגון אלביט, רפאל, תעשייה אוויריות וכן עבור חברות בינלאומיות כגון חיל האוויר של ארה"ב, סוכנות החלל של אירופה ועוד.

חברה זו יצרה מתנד הנמצא בחללית JUICE שתפקידה לחקור את הירחים של כוכב צדק. משימת JUICE היא משימה של סוכנות החלל האירופית ESA. זו משימה ראשונה מסוגה לחקר הירחים של צדק, ואם היא תושלם כמתוכנן - Juice תהיה החללית הראשונה שתיכנס למסלול סביב ירח שאינו הירח שלנו. החללית שוגרה באמצע חודש אפריל השנה וצפויה להגיע לצדק ביולי 3031. המורכבות ביצור מוצרי תדירות היא בשל השאיפה לדיוק מרבי. כל שעון משתמש לצורך מדידת הזמן בתהליך כלשהו המתרחש בטבע בקצב קבוע.

לדוגמא שעון החול - נפילה של גרגירי חול מבעד לפתח צר בשעוני חול מיצרת קצב קבוע על פיהו ניתן למדוד.

רמת הדיוק של כל שעון נקבעת על פי מידת ההשפעה של כוחות חיצוניים עליו: למשל בשעון מטוטלת, תנודות של האוויר והשפעות של חיכוך עשויות לשנות מעט את זמן המחזור של המטוטלת וליצור אי-דיוקים. הסטיות האלה נקראות "רעש" והן אלה שמגדירות את הדיוק המרבי שאליו שעון מטוטלת יכול להגיע.

כשמנסים לתכנן שעון מדויק במיוחד, מחפשים תהליכים מהירים מאוד, שזמן ההתרחשות שלהם כמה שיותר אחיד. אחד התהליכים האלה הוא זמן המחזור של חלקיק אור (פוטון) שנפלט מאטום כלשהו וזהו השעון האטומי.

המתנד של אקיוביט שמבוסס על שעון אטומי, פותח בהשקעה של מיליוני שקלים של סוכנות החלל הישראלית במשרד החדשנות, המדע והטכנולוגיה, והוא אף מתפקד טוב יותר מהדרישה שהציבה סוכנות החלל האירופית.

בתוך קוביית האלומיניום שגודלה בערך $13 \times 13 \times 13$ סנטימטר, ומשקלה הכולל פחות משני קילוגרמים, יש מתנד שהוא למעשה גביש קוורץ. המתנד עטוף בשתי שכבות חימום על מנת לשמור על טמפרטורה קבועה.

אותות הרדיו שישוגרו מהמתנד של אקיוביט, יעברו דרך האטמוספירה העליונה של צדק, המעבר דרך האטמוספירה, מסיט מעט את הקרן - כמו שכפית נראית לנו שבורה כשחלקה בתוך כוס מים וחלקה מחוץ למים. מדידה של ההסטה הזו מאפשרת לנו לדעת דרך מה הקרן עברה ובכך לנתח את האטמוספירה של ירחיו של צדק.





בסיס הפעילות

מטרה

היכרות עם השפעות שונות על מייצרי קצבי זמן כגון מטוטלת

אופן הביצוע

בחירת ההשפעות של גורמים מסוימים על שונות המדידות על ידי הכנת מטוטלת

ציוד נדרש

עיפרון או מקל
מוצר קטן בעל משקל - גולה, אבן קטנה וכו'
חוט
2 כסאות (מטרת הכסאות ליצור מרווח עליו ניתן להניח את העיפרון באוויר)
רצוי מאוורר קטן

אופן ההכנה

- יש לקשור את החוט לגולה/אבן בצד אחד
- יש לקשור את החוט למרכז העיפרון בצד השני
- יש להניח את העיפרון בצורה ישרה בין שני כסאות כך שיווצר גשר.
ניתן לייצר גשרים במספר אופנים, כמו ערימת מספר ספרים זה על גבי זה משני צדדים, הנחת קופסאות זהות משני הצדדים ועוד ועוד. החשיבות היא ש "עמודי" הגשר יהיו זהים

הנחיות למשתתפים

- דיחפו את הגולה קלות כך שתנדנד מצד לצד
- הפעילו את שעון העצר בטלפון החכם, ומדדו כמה זמן לוקח למטוטלת להתנדנד 6 פעמים, כל צד הוא פעימה.
- רשמו את הזמן המדויק שנמדד

הערות נוספות

את התחנה ניתן להפעיל במגוון אופנים, ומידת המורכבות בה תלויה בצורך ובגיל הרלוונטי: לדוגמה לגילאים צעירים ניתן להכין הכל מראש, מספר מטוטלות מוכנות, וגם את המניפולציות השונות מראש, כך שכל שנותר להם הוא רק להפעיל את המטוטלת. לגילאים בוגרים יותר, כדאי לאפשר לבנות את הכל בעצמם. דוגמאות לכוחות שונים

- הטייה של הגשר בעלייה או בירידה
- רוח מכוונת על המטוטלת (בעזרת מאוורר)
- רעד של יסודות הגשר (ניתן להרעיד בעזרת הידיים)
- 2 עמודי הגשר לא אחידים
- חוט המטוטלת רטוב





תמונות הסבר

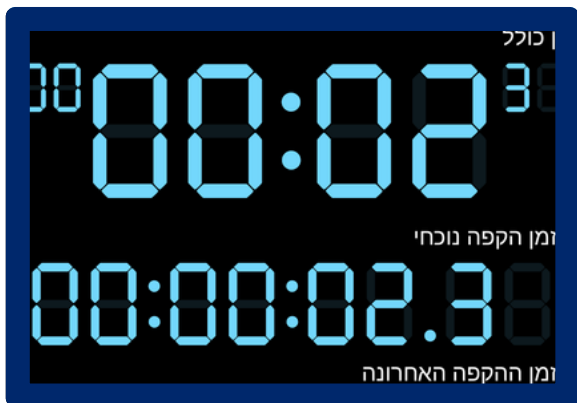
שלב 4



שלב 1



שלב 5



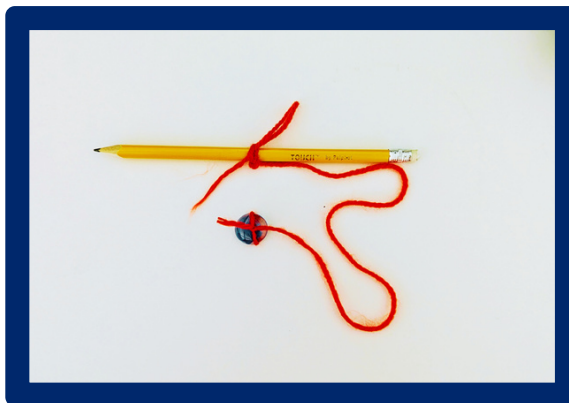
שלב 2



שלב 6



שלב 3





חומר תומך

סרטונים תומכים

סרטון אנימציה עלהשעון האטומי לחלל העמוק (קצר)

<https://youtu.be/DWpWqXumXLk>

הרצאה מאת רוני מן על משימת ג'וס והשעון האטומי של אקיוביט(ארוך)

https://youtu.be/B_zOu9X_40

מומחה תוכן תחום

מר רוני מן (מהנדס ומנהל פרויקט, חברת אקיוביט)



מערך זה פותח על ידי סוכנות החלל הישראלית כחלק יחידת הדרכה מלאה בנושא ישראל בחלל.

המערך פותח עבור רשת השותפים של סוכנות החלל הישראלית ISAP

לפרטים נוספים על הרשת: <https://www.space.gov.il/ISAP>