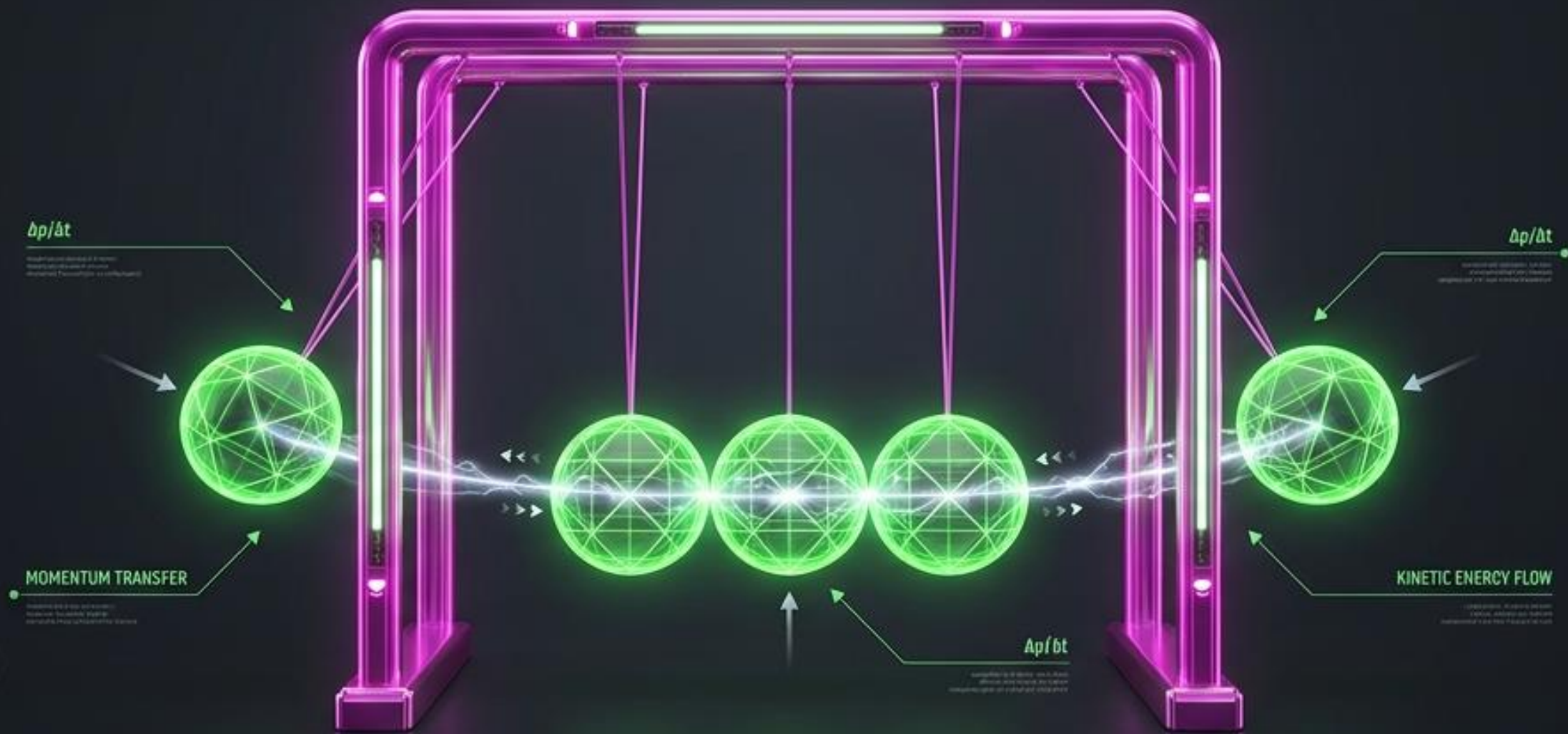


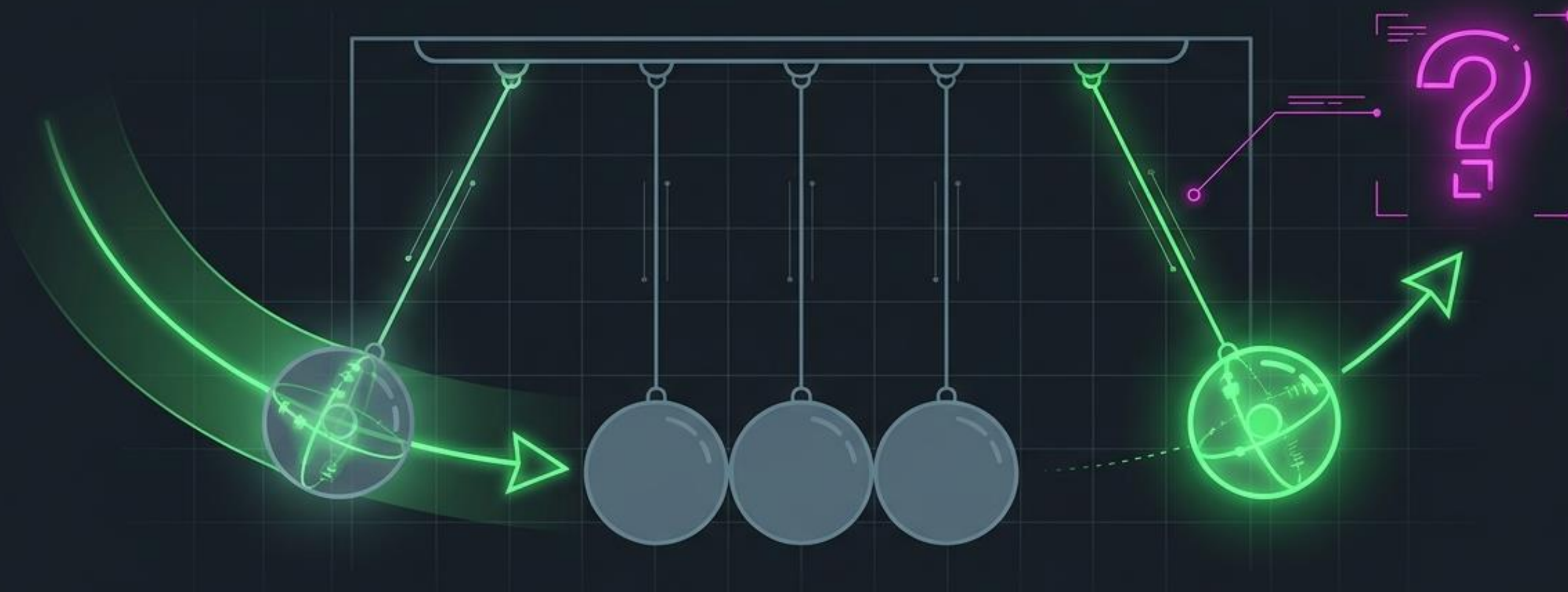
כדורי תנע – עריסתו של ניוטון

האנטומיה של התנגשות: מה באמת קורה בתוך החומר?



התעלומה: איך התנועה "קופצת"?

איך כדור אחד שנע בצד אחד, גורם דווקא לכדור בודד בקצה השני לצאת?
למה לא כל הכדורים מתחילים לנוע יחד?



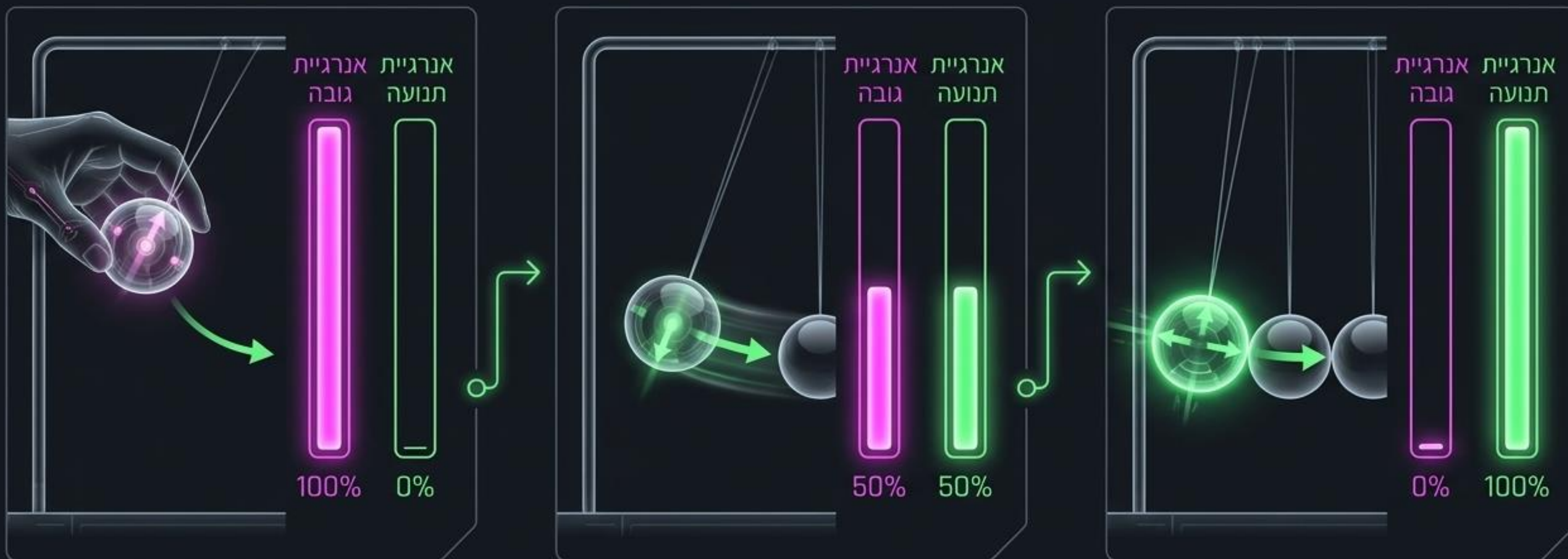
המעבדה שלנו להיום

זה הדגם שנבנה. כדי שהקסם יעבוד, כל פרט בו – מהיישור של הכדורים ועד צורת החוטים – חייב להיות מדויק.



שלב 1: גובה הופך לתנועה

לפני השחרור, הכדור אוצר בתוכו אנרגיית גובה. ככל שהוא נופל ומאיץ, האנרגיה הזו מתחלפת באנרגיית תנועה.



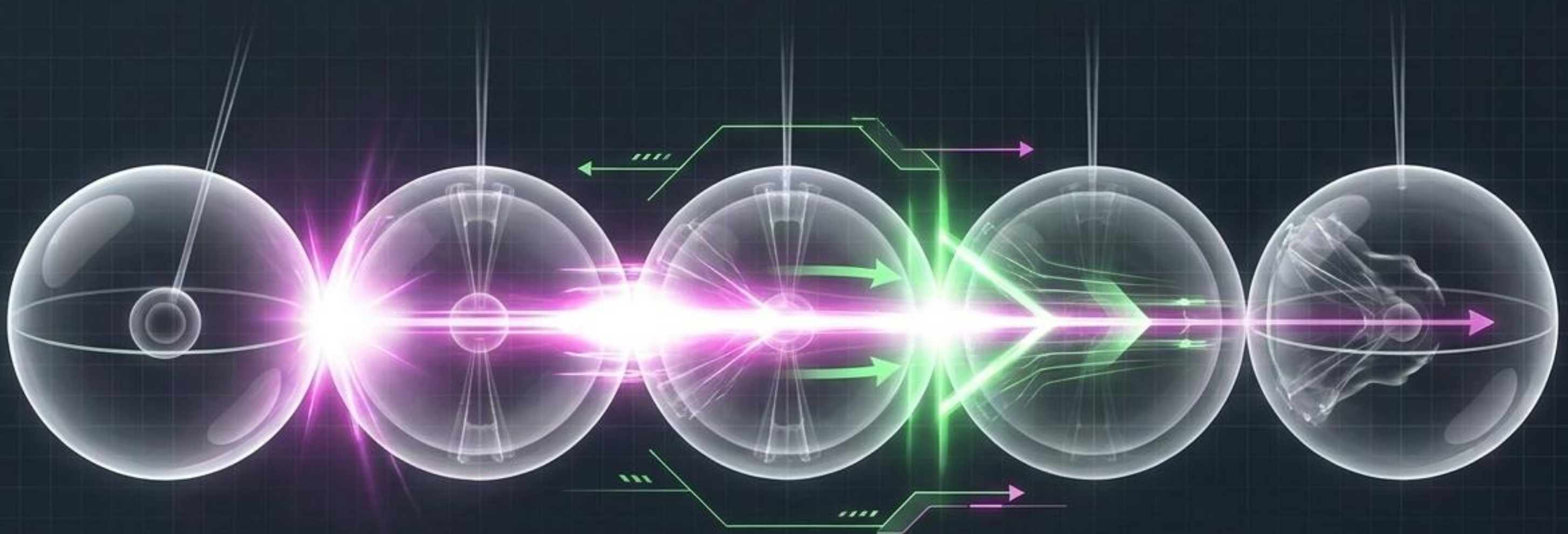
המטען הסמוי: מהו תנע?

תנע הוא "כמות התנועה" של גוף. הוא לא נעלם לעולם. ברגע הפגיעה, הכדור מגיע טעון בתנע, מוכן להעביר את "המטען" שלו הלאה.



שלב 2: ההתנגשות וגל הלחץ

שימור התנע קובע שהתנע אינו נעלם. ברגע הפגיעה, הוא עובר כמו גל של לחץ סופר-מהיר דרך כל שורת הכדורים. התנועה נכנסת מצד אחד, ומופיעה בצד השני.



למה האמצעיים כמעט לא זזים?

הכדורים נראים קשיחים, אבל בזמן הפגיעה הם מתעוותים מעט מאוד ולזמן קצר ביותר. הם "כלואים" בשרשרת, משמשים כגשר שמעביר את הכוח הלאה, כמעט ללא תנועה לעין. הכדור האחרון חופשי – ולכן הוא עף החוצה!



חוק המראה: למה $1=1$ ו- $2=2$?

המערכת חייבת לשמור במדויק גם על התנע וגם על האנרגיה שהוכנסו אליה. אין לה ברירה: הדרך היחידה לאזן את המשוואה היא "**להעתיק ולהדביק**" את מספר הכדורים שנכנסו אל הצד השני.



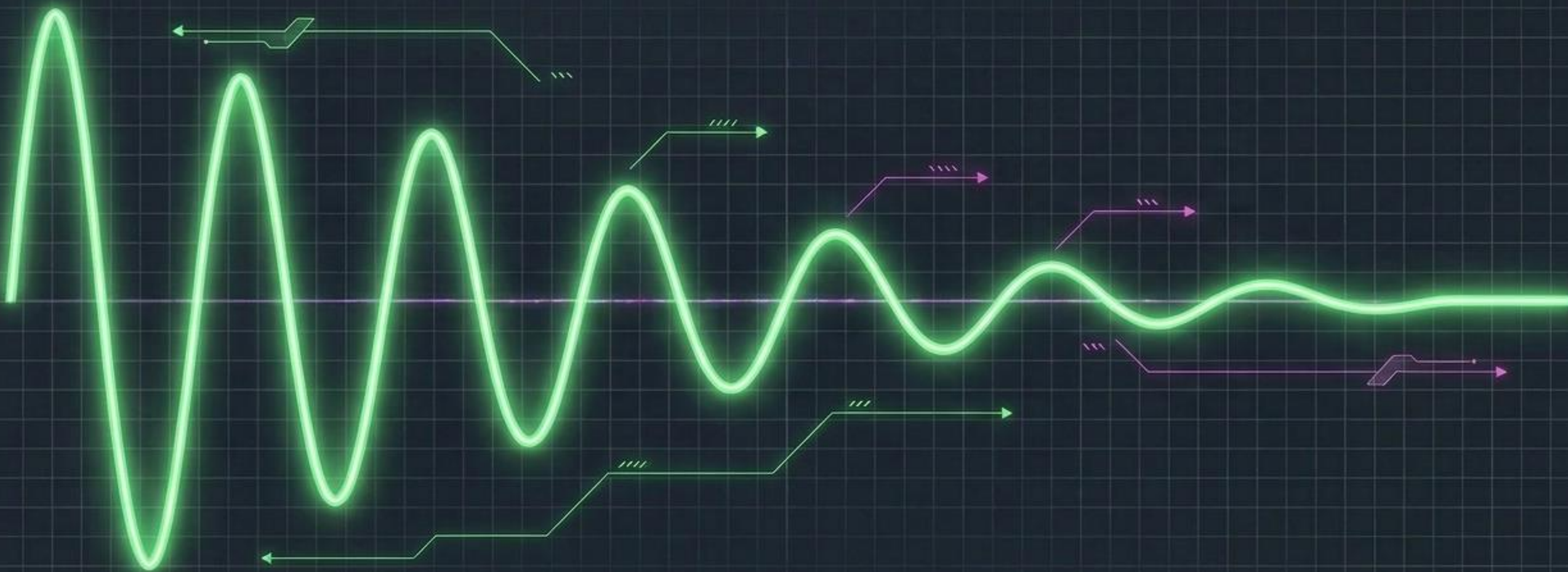
החוק השלישי של ניוטון (חלק מהתמונה)

"לכל פעולה יש תגובה נגדית שווה" – כדור א' דוחף את ב', וב' דוחף חזרה. זה נכון ופועל ופועל כאן! אבל שימו לב: החוק השלישי לבדו לא מסביר כמה כדורים ייצאו. לשם כך אנחנו חייבים את חוקי השימור ממקדם.



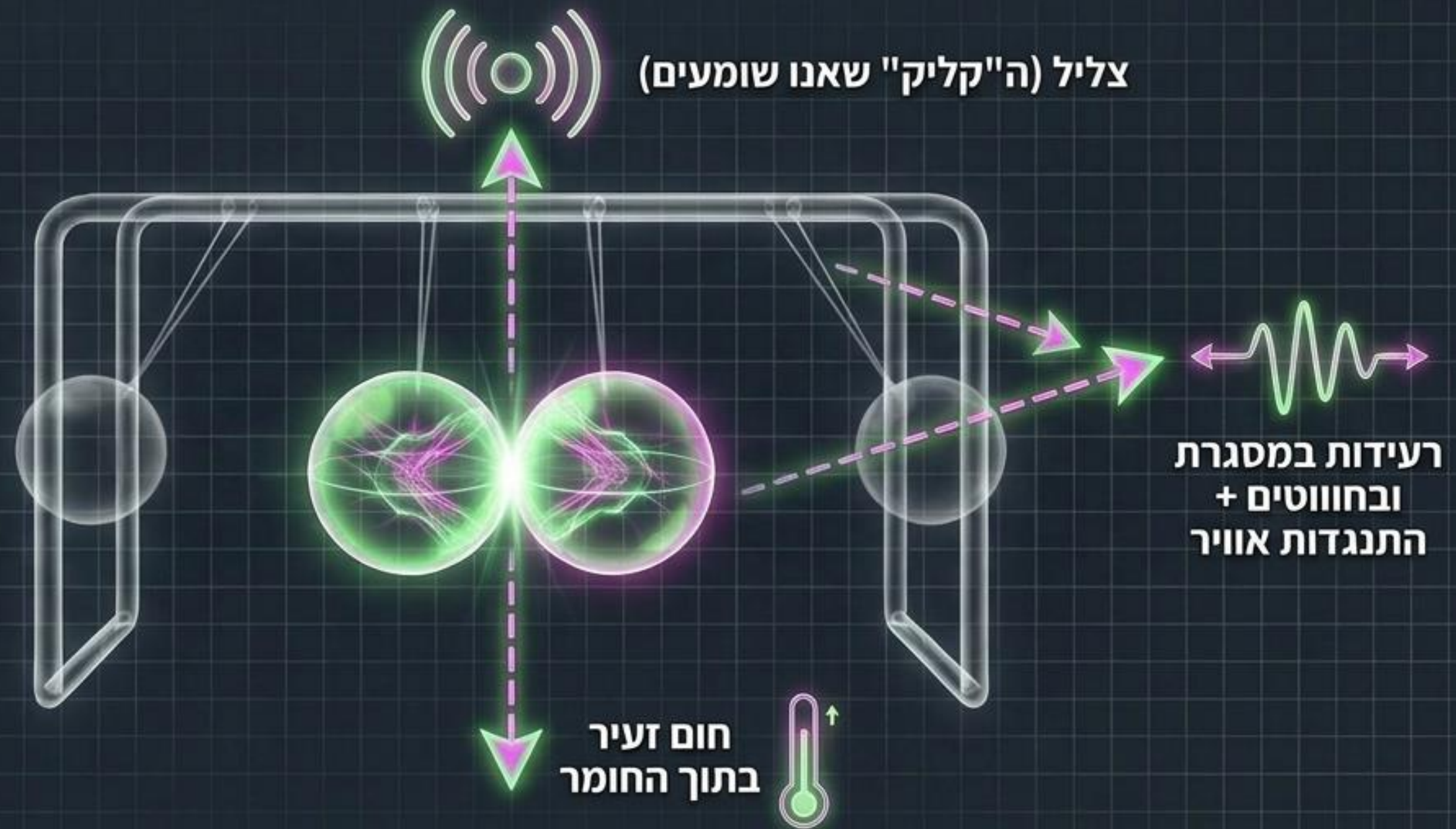
התנגשות כמעט-אלסטית: למה זה נעצר?

בעולם מושלם (התנגשות אלסטית לחלוטין), העריסה הייתה נעה לנצח. במציאות שלנו, התנודות הולכות וקטנות עד לעצירה. **לאן האנרגיה בורחת?** (רמז: היא לא נעלמת, היא רק משנה צורה).



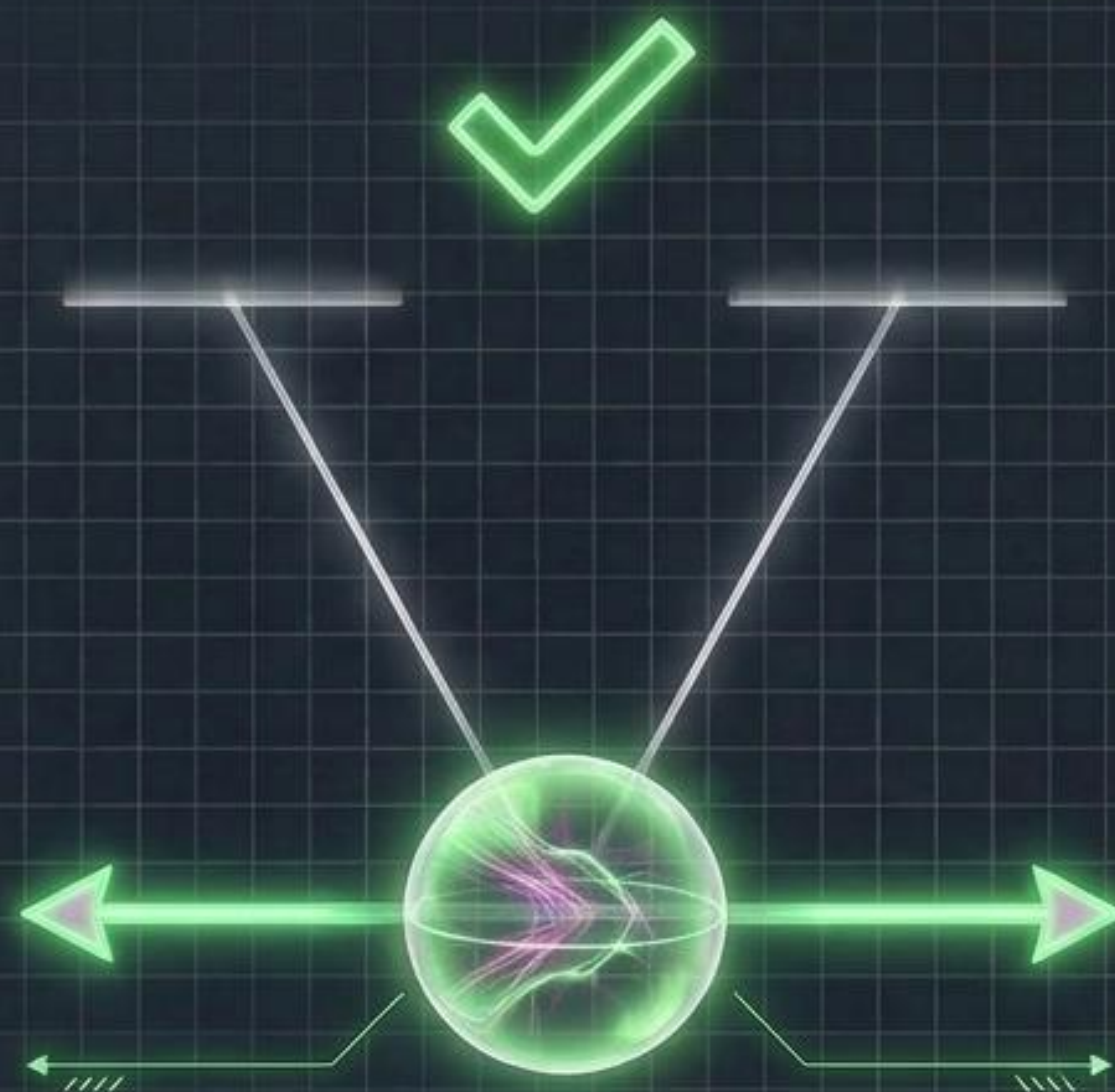
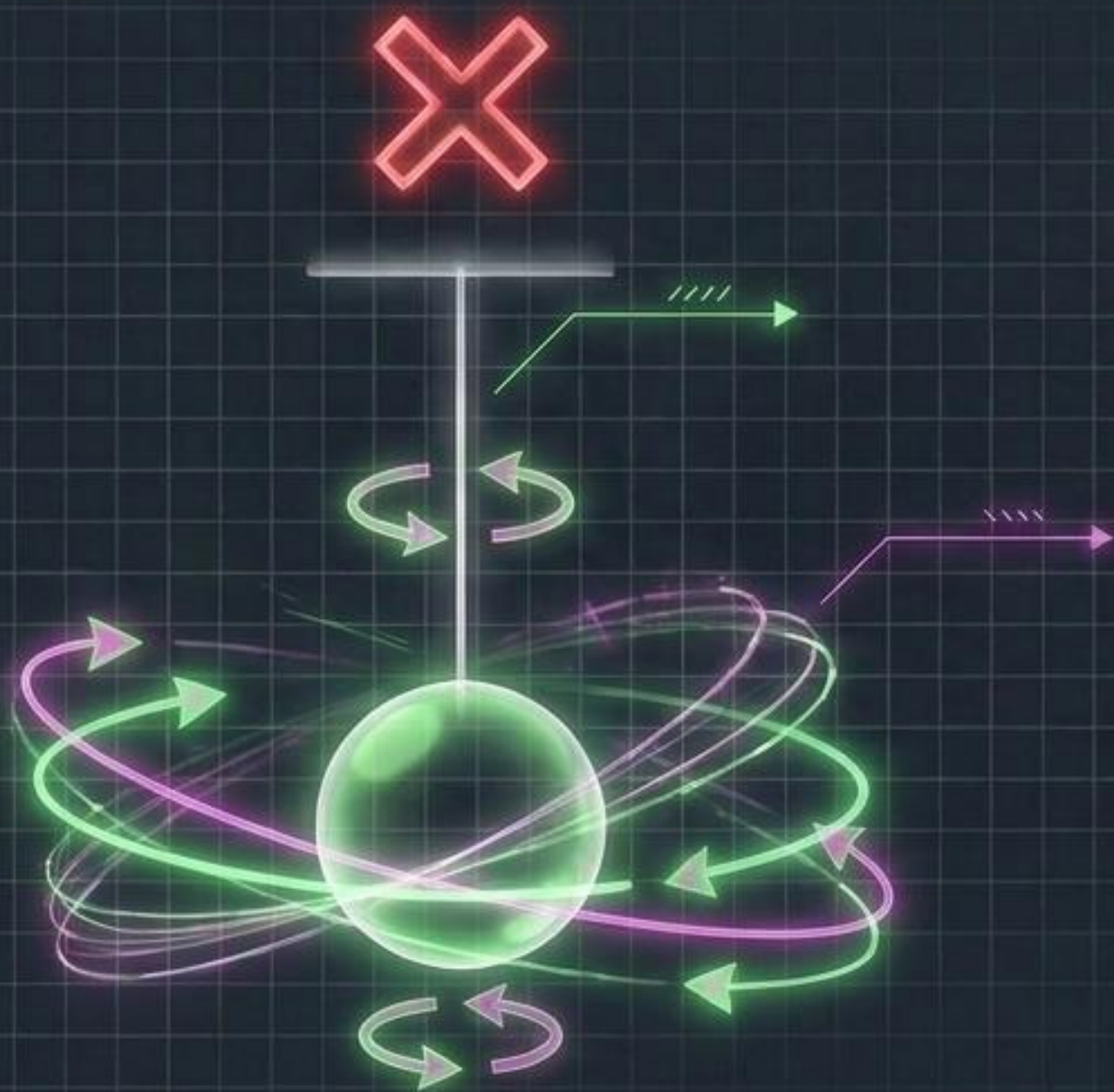
נתיבי הבריחה של האנרגיה

בכל פגיעה, מעט מאנרגיית התנועה "זולגת" החוצה והופכת לקול, חום קל, ורעידות. לכן בכל מעבר נשאר פחות אנרגיה לכדורים.



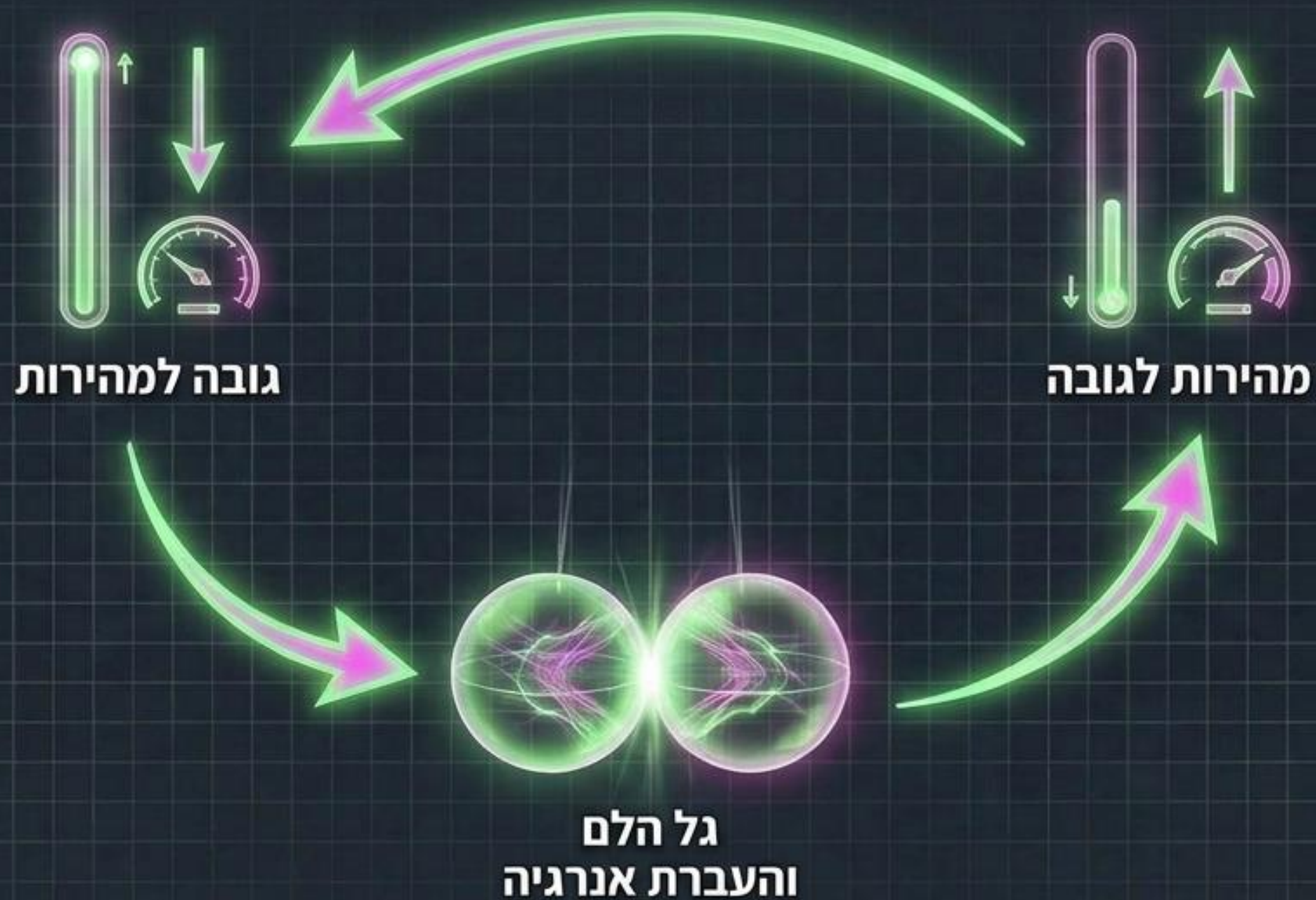
סוד ההנדסה: למה שני חוטים (V)?

אילו כל כדור היה תלוי בחוט יחיד, הוא היה מסתובב וסוטה לצדדים, ואנרגיה הייתה מתפזרת. צורת ה-V מכריחה את הכדור לנוע קדימה ואחורה בקו ישר בדיוק.



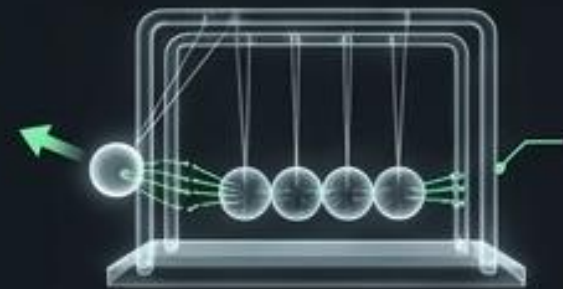
מחזור החיים של ההתנגשות

תנועה הופכת ללחץ, שעובר כגל, וחוזר להיות תנועה.



אתגר המעבדה!

עכשיו תורכם לחקור את הדגם שבניתם. שחררו 1, 2, ולבסוף 3 כדורים (שימו לב, יש רק 5 כדורים בסך הכל!).
נחשו מה יקרה לפי החוקים שלמדנו – ואז בדקו בעצמכם.

	השערה (מה יקרה?)	תצפית (מה קרה בפועל?)
1 		
2 		
3 		