

איך משיכה ישרה בחוט הופכת לסיבוב מהיר?

המעבדה הקינטית: פיזיקה של גלגל תאוצה



סיבוב



מומנט



כוח



מה גוף רוצה לעשות? (החוק הראשון של ניוטון)

אינרציה (התמדה)

גוף במנוחה יישאר במנוחה. גוף בתנועה ימשיך לנוע במהירות קבועה ובקו ישר (כל עוד לא פועל עליו כוח שקול).

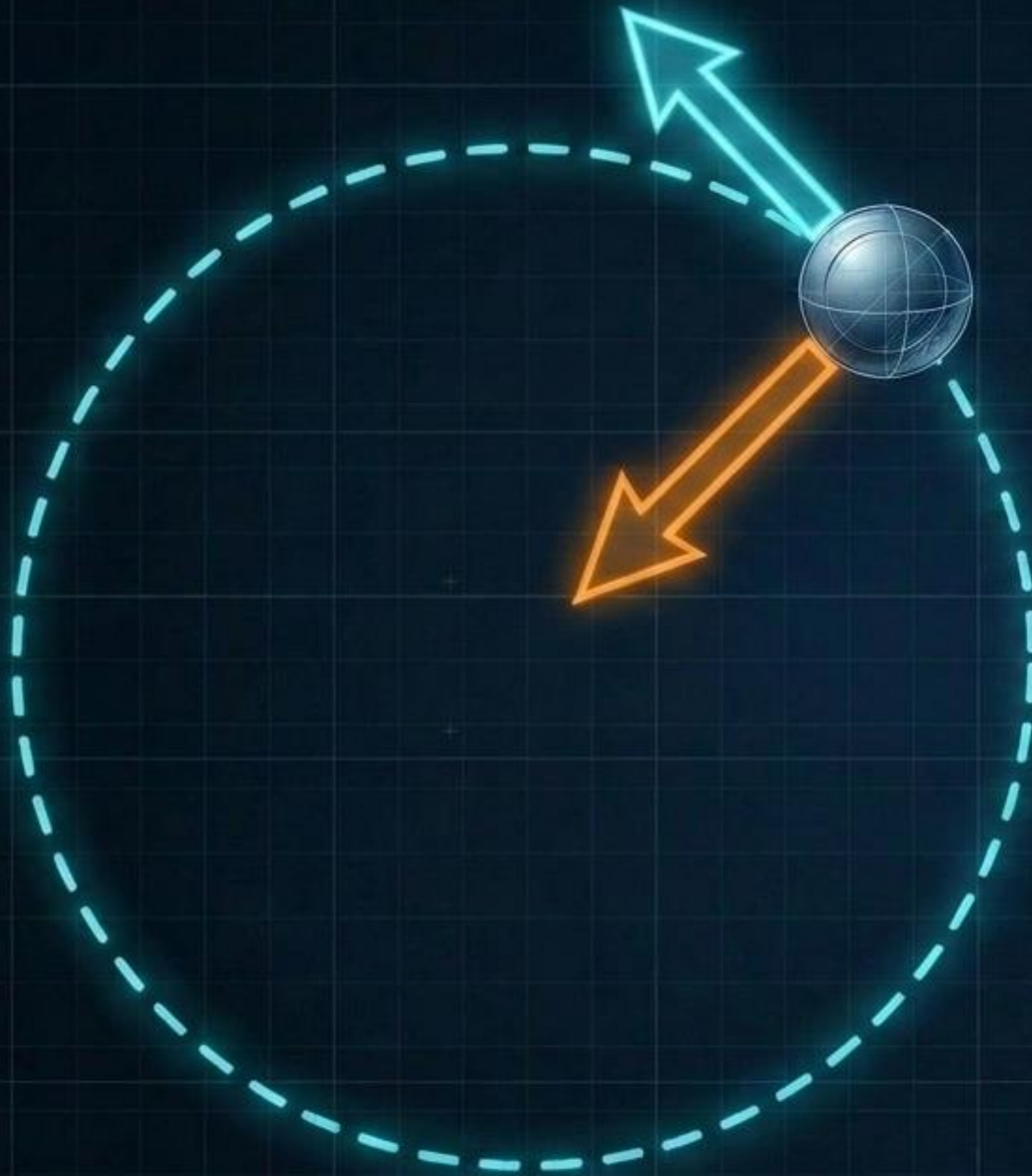


גוף אינו נוטה מעצמו לנוע במעגל –
הוא נוטה להמשיך בקו ישר.

ניסוי מחשבתי: מה יקרה אם החוט ייקרע?



אז למה הגוף בכלל נע במעגל?



מילון וקטורים:

וקטור מהירות (משיק למסלול)



כוח (לכיוון המרכז)



אם הגוף רוצה להמשיך ישר,
הדרך היחידה לשנות שוב ושוב את
כיוון תנועתו היא להפעיל עליו כוח
שמושך אותו פנימה.

הכוח שמחזיק אותנו בסיבוב

הכוח הצנטריפטלי



מתיחות החוט



כוח כבידה



חיכוך

הכוח הצנטריפטלי **אינו** סוג כוח חדש בפני עצמו.
הוא תפקיד שכוחות אחרים יכולים למלא!

החוק השני של ניוטון: תאוצה היא גם כיוון

תאוצה היא גם כיוון

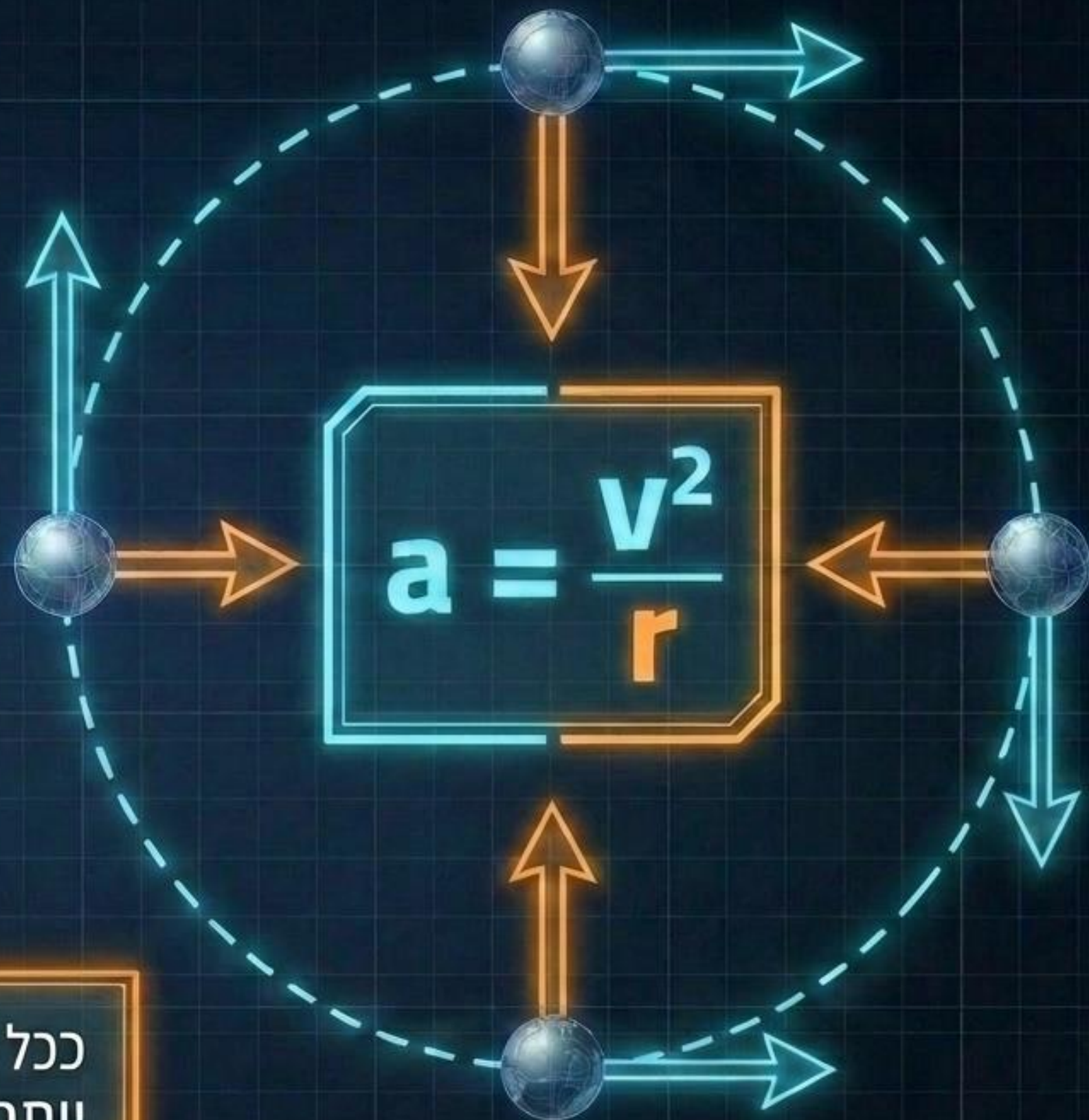
$F = m[\vec{a}]$

כוח שקול יוצר תאוצה.
אבל תאוצה אינה רק לחיצה על דוושת הגז.

שינוי בכיוון המהירות הוא **תאוצה לכל דבר!** לכן, גוף הנע במעגל במהירות קבועה עדיין נמצא בתאוצה מתמדת.

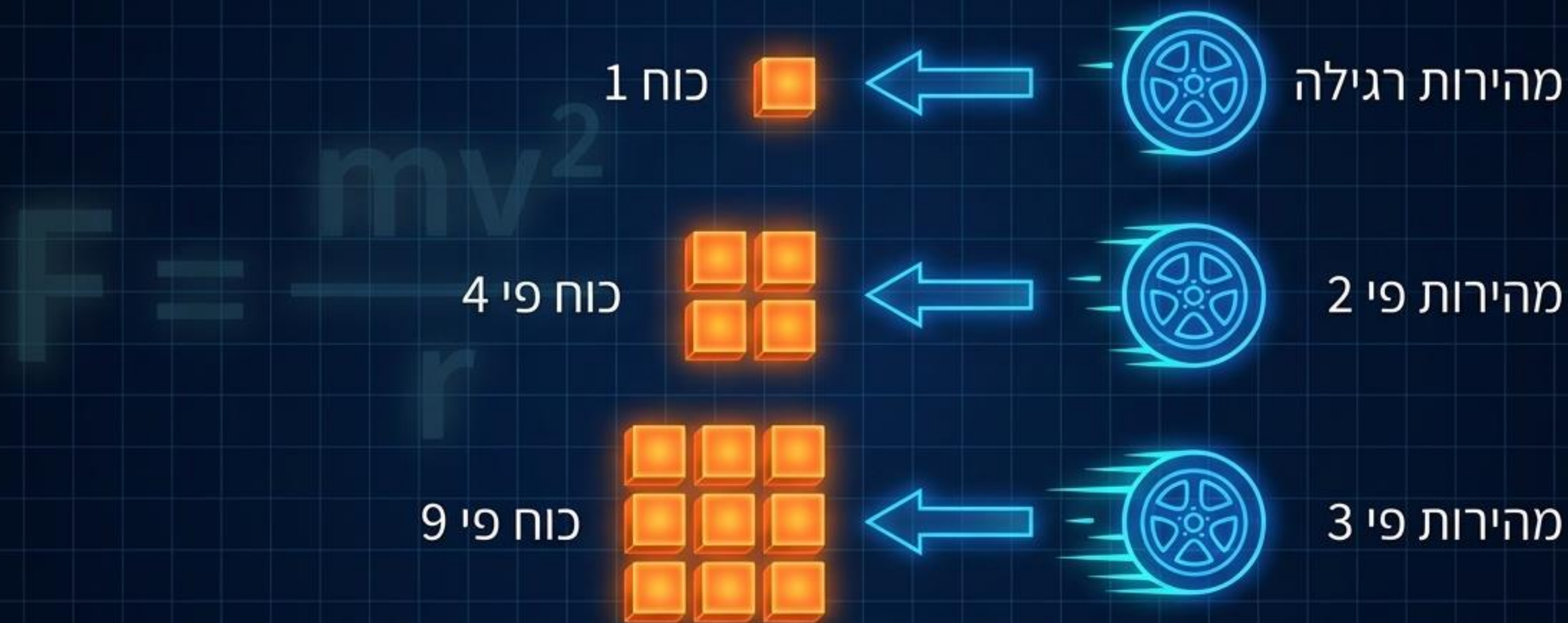
תאוצה צנטריפטלית

למרות שגודל המהירות
נשאר קבוע, כיוון
המהירות משנה
משתנה בכל רגע.



ככל שנעים מהר יותר (v), כך נדרשת תאוצה גדולה יותר (a) פנימה כדי להישאר במסלול מעגלי.

הקשר בין מהירות לכוח



המהירות משנה הכל. אין צורך בחישובים מורכבים כדי לראות שכאשר אנו מסובבים את גלגל התאוצה מהר יותר, הכוח הנדרש להחזיק אותו יחד מזנק.

פרדוקס הנוסע: למה מרגישים שנזרקים החוצה? הכוח הצנטריפוגלי



אם הכוח האמיתי פועל פנימה
(צנטריפטלי), למה בקרוסלה או
במכונית פונה אנחנו מרגישים
שמשהו דוחף אותנו החוצה?

התשובה נמצאת **בחוק ההתמדה** –
הגוף שלך מנסה להמשיך בקו ישר,
בזמן שהמכונית פונה ונתקעת בכ.

אותו אירוע, שתי מערכות ייחוס

מערכת מסתובבת (הנוסע)



מרגיש כוח מדומה הדוחף החוצה –
כוח צנטריפוגלי.

מערכת ייחוס רגילה (צופה מבחוץ)



רואה כוח ממשי פועל פנימה.

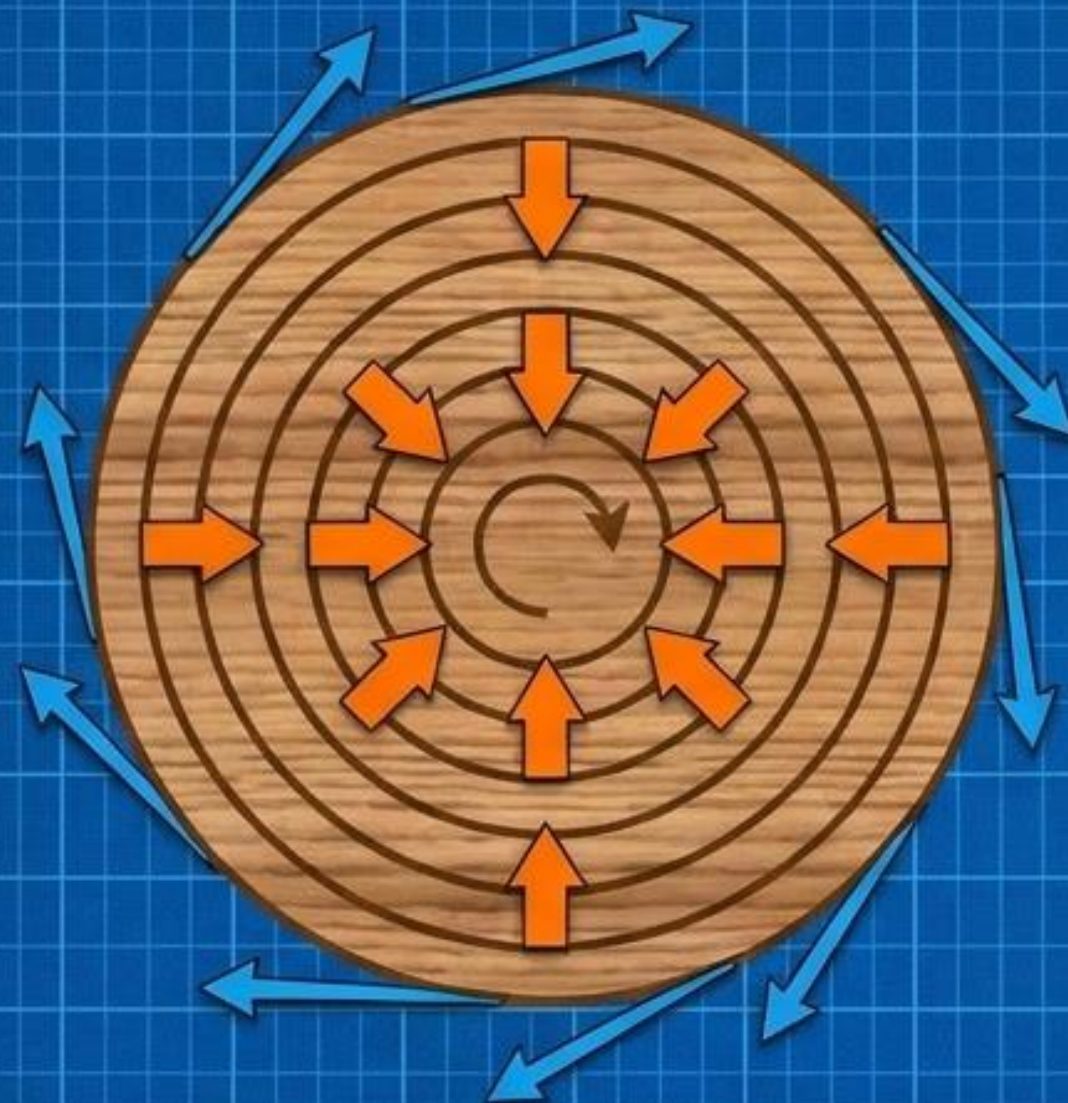
ההבדל כולו נובע מנקודת המבט (מערכת הייחוס).

האם אלו כוחות של פעולה ותגובה?



הם אינם זוג כוחות המתאזנים באותה מערכת ייחוס
אל תתבלבלו

חזרה לגלגל התאוצה



כל סיב קטן בעץ רוצה לעוף בקו ישר (החוק הראשון).
אך המבנה החזק של הגלגל מפעיל כוח צנטריפטלי פנימה,
המשנה את כיוון התנועה ושומר על הגלגל שלם.

הגלגל והעיניים שלנו



מצב סטטי



תנועה במהירות גבוהה



מה קורה כשהגלגל מסתובב מהר מאוד?

מערכת הראייה מקבלת רצף מהיר מאוד של מידע. המוח מחבר את המראות המתחלפים יחד, וכך נוצרת **אשליה אופטית** המשלבת פיזיקה של תנועה עם פיזיולוגיה של הראייה.



שאלות חיזוי: לפני שמתחילים

1. מה יקרה **למומנט** הסיבוב אם נמשוך חזק יותר?

[]

2. אם נכפיל את מהירות הגלגל פי 2, מה יקרה לכוח המחזיק אותו?

[]

3. מה יקרה לחלק מהגלגל אם הוא ישתחרר פתאום בזמן סיבוב מהיר?
(האם יעוף החוצה או ינוע במשיק?)

[]

השתמשו בחוקי ניוטון כדי לנסח את ההשערות שלכם!

עכשיו אתם הפיזיקאים!



סובבו את הגלגל לאט וצפו בהתנהגות.



הגדילו מהירות בהדרגה והשוו את הכוח הנדרש.



אתרו את הרגע המדויק בו מתחילה האשליה האופטית.



הפיזיקה נמצאת בידיים שלכם. בדקו את ההשערות שלכם והסבירו את התוצאות בעזרת **אינרציה**, **תאוצה**, **וכוח צנטריפטלי**. עבודה נעימה!