

תעלומת מכונית הבלון

אוויר?



תנועה?

**אם האוויר יוצא אחורה –
למה המכונית נוסעת קדימה?**

ניסוי קצר: מה קורה לבלון חופשי?



מי בדיוק דוחף
את הבלון?

SWOOSH!

WHOOSH!

ZOOM!

SPIN!

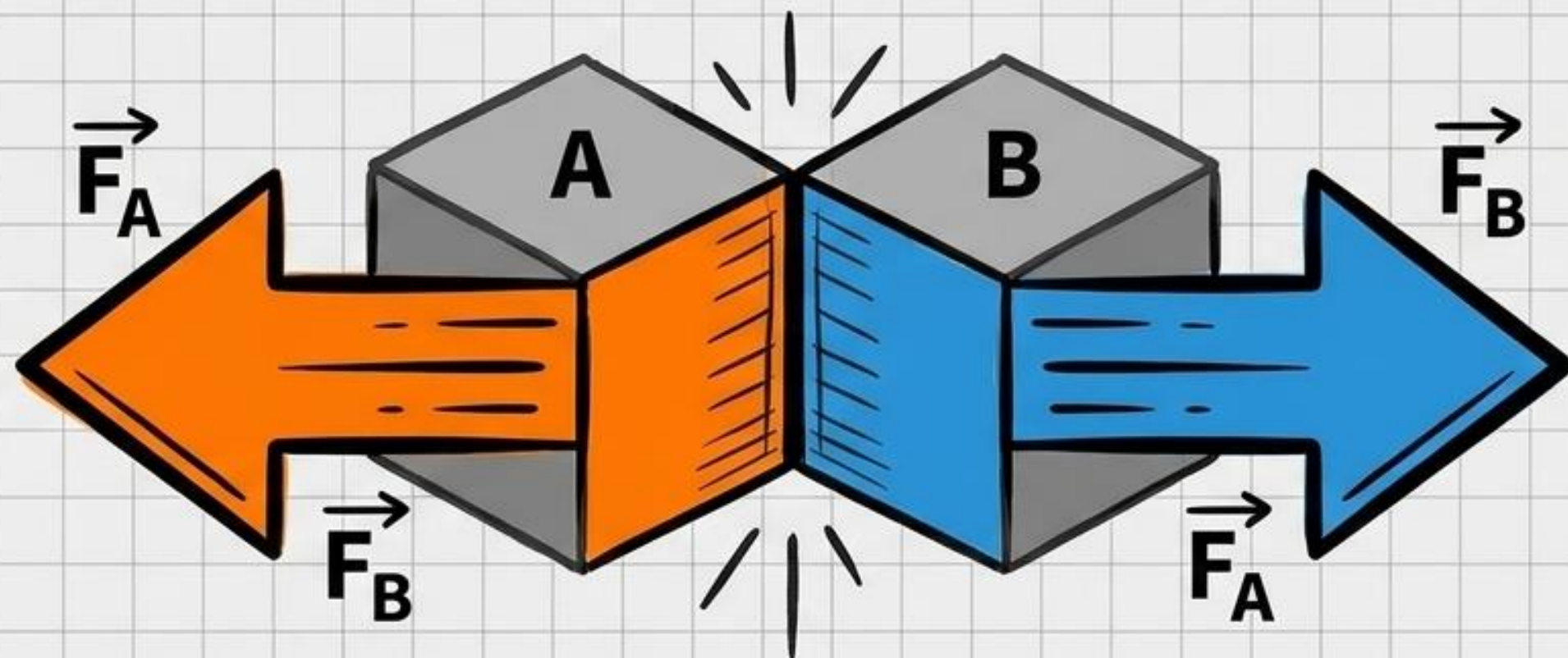
1
ניפחנו, לא קשרנו, שחררנו.

3
האוויר בורח לכיוון אחד – הבלון
עף לכיוון אחר!

החוק השלישי של ניוטון



כאשר גוף אחד מפעיל כוח על
גוף אחר, הגוף השני מפעיל עליו
כוח שווה בגודלו והפוך בכיוונו.

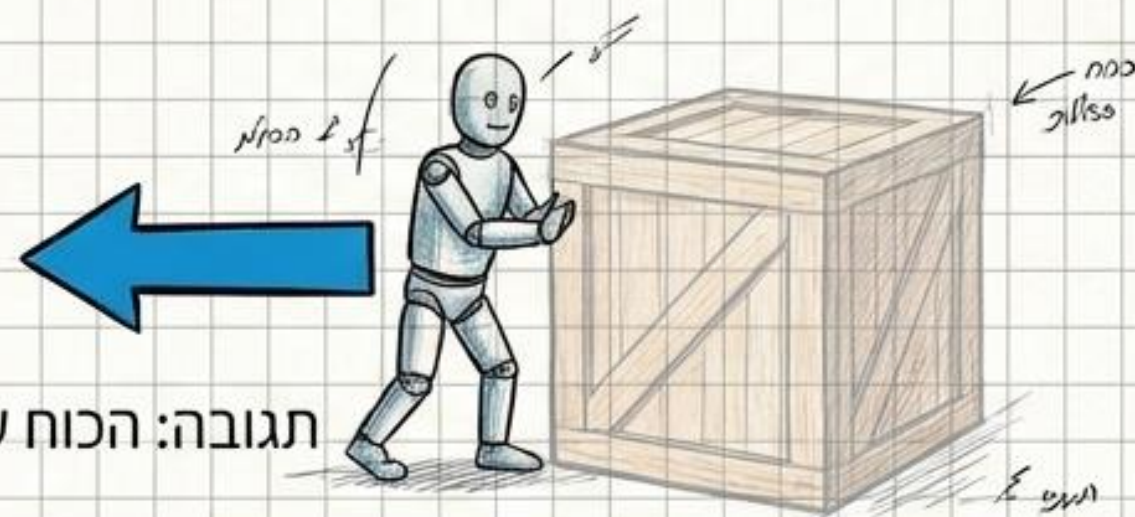


פעולה = תגובה.

למה הכוחות לא מבטלים זה את זה?



פעולה: הכוח על הקופסה

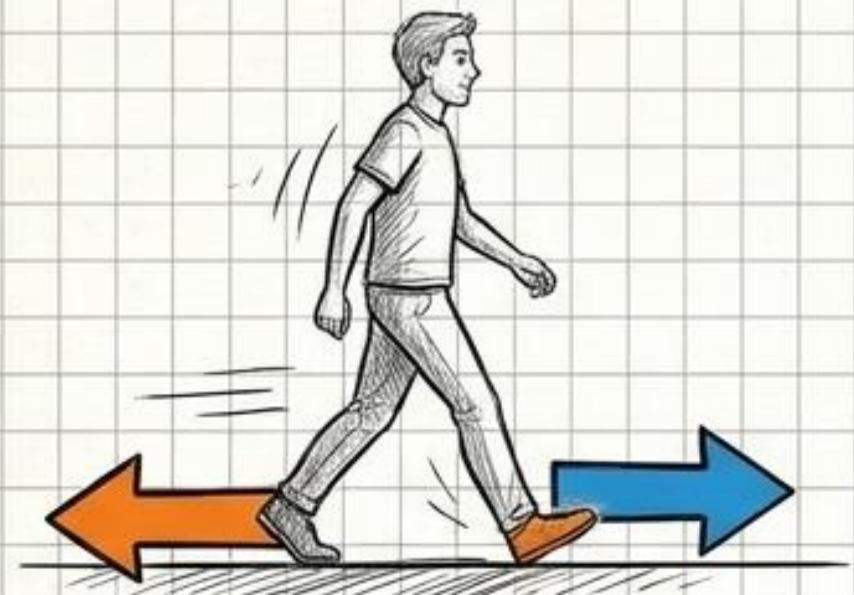


תגובה: הכוח על האדם

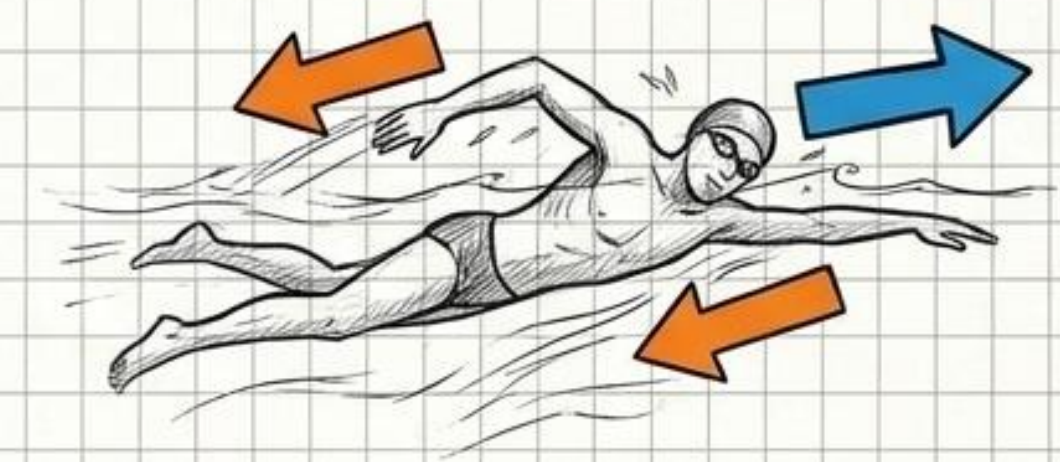
הסוד: כל כוח פועל על גוף אחר.

כוח אחד פועל על האוויר. הכוח השני פועל על הבלון. הכוחות לא נפגשים על אותו גוף!

זה קורה לכם כל יום!



הליכה



שחייה

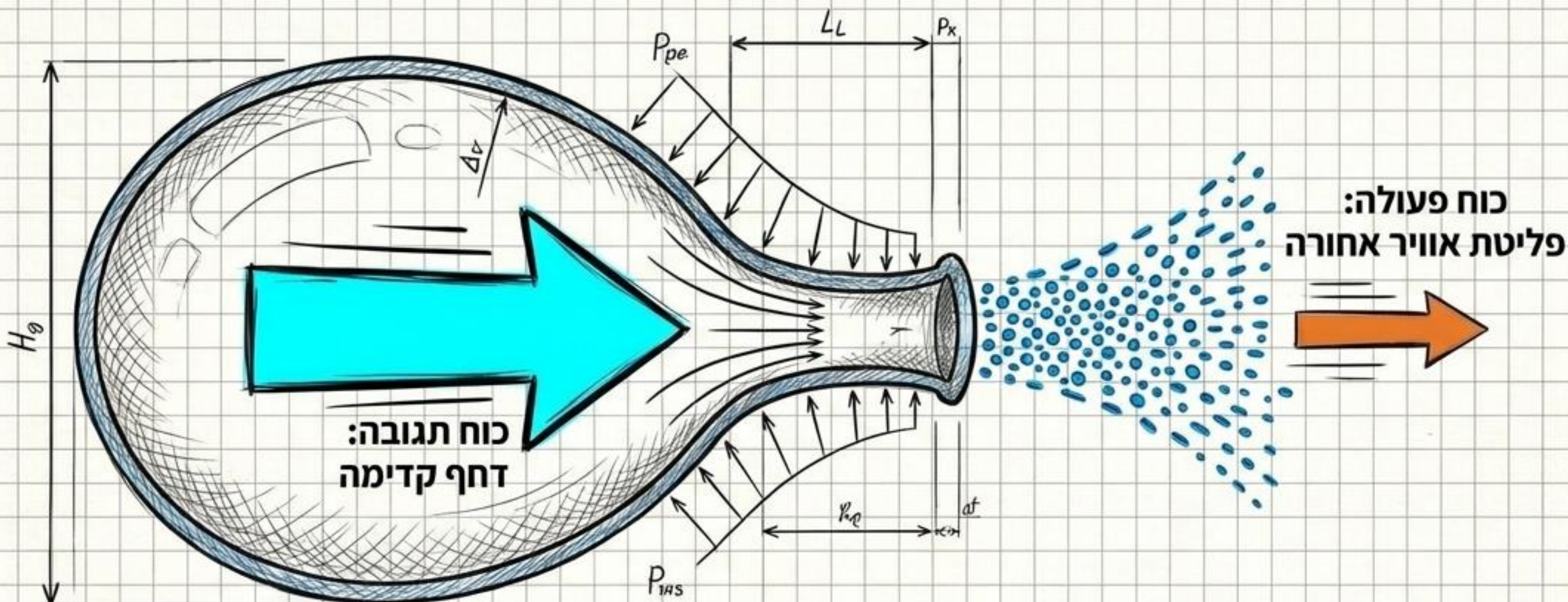


קפיצה



שיגור רקטה

להכיר כוח חדש: דחף (Thrust)

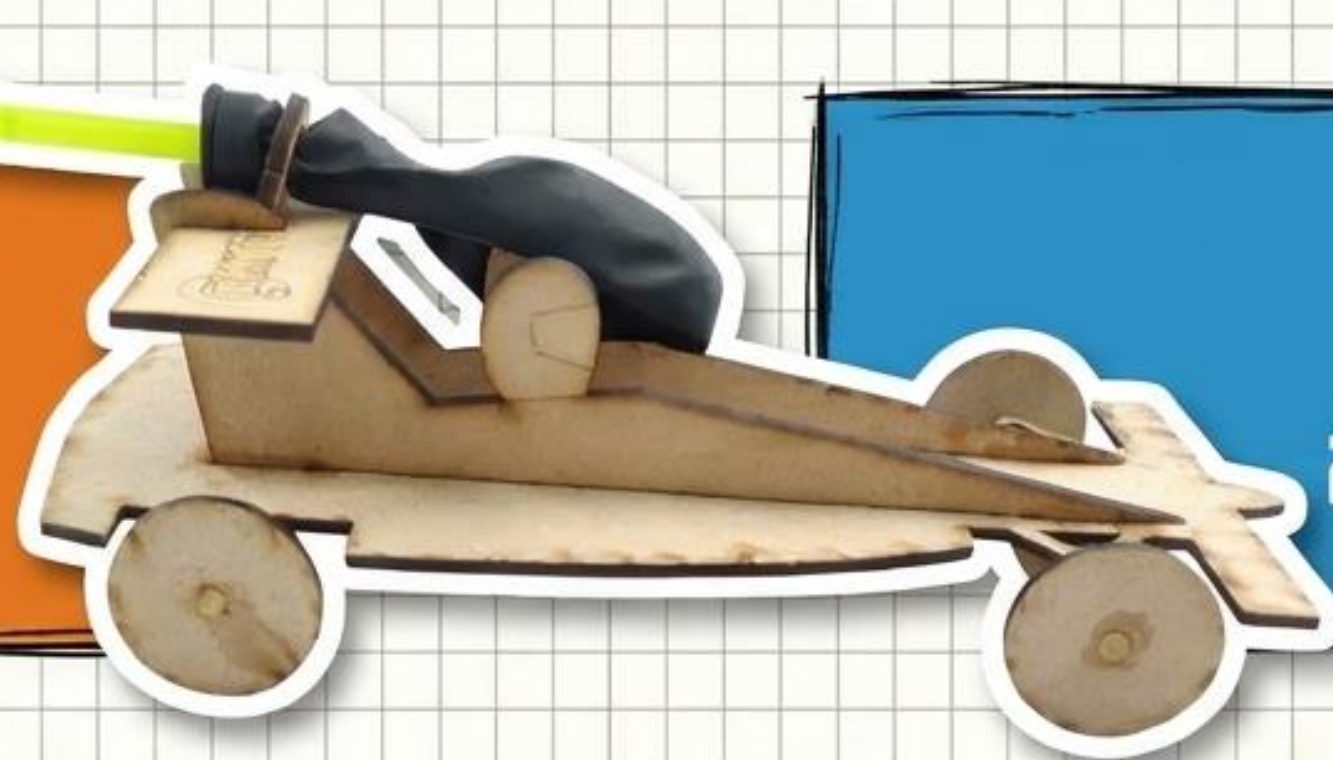


כוח שמקדם גוף קדימה – בזכות פליטה של חומר אחורה.

המכונית שלנו לא נעה בגלל אפקט ונטורי של אוויר. היא נעה כי מסה של אוויר נדחפת החוצה בכוח, והמכונית מקבלת דחף נגדי!

התעלומה נפתרה!

פעולה:
אוויר
נדחף לאחור



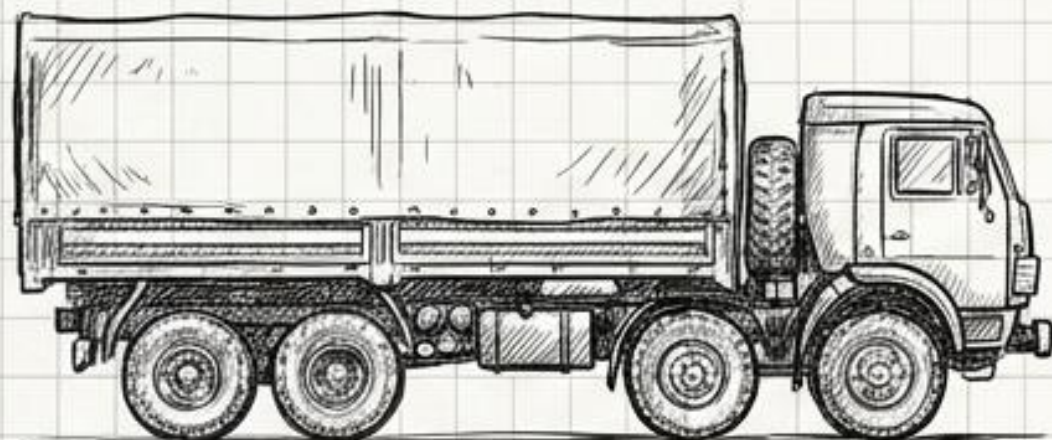
תגובה:
המכונית
נדחפת קדימה

האוויר מפעיל כוח על המכונית בדיוק באותה
עוצמה שהיא דוחפת אותו.

מה זה בעצם תנע?

מדד לכמות התנועה של גוף.

$$p = m \times v$$



large mass

slow velocity

small mass



high velocity

אותו אימפקט
של תנועה

תנע = מסה × מהירות

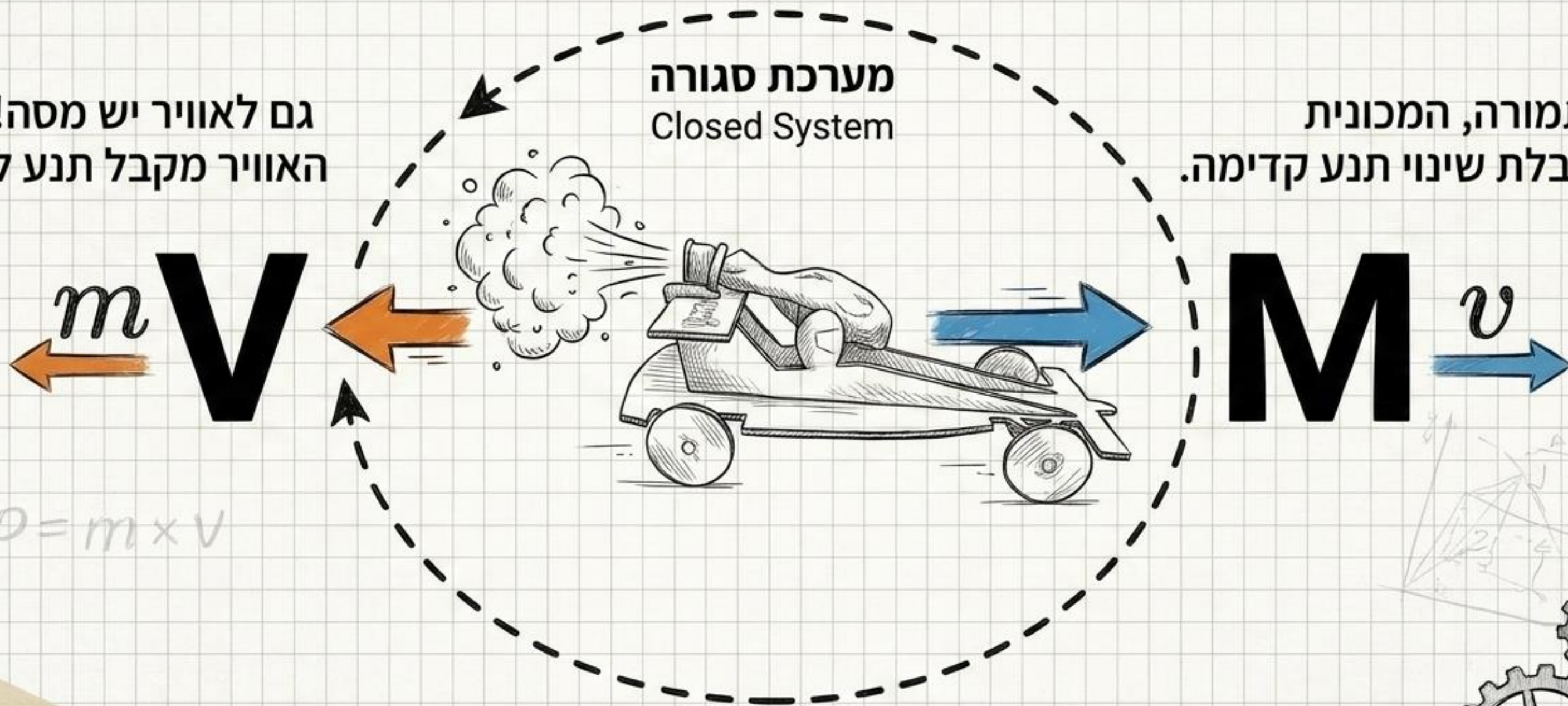
מכונית כבדה (מסה גדולה) שנוסעת מהר (מהירות גדולה) = הרבה תנע!

חוק שימור התנע

התנע במערכת לא נעלם, הוא רק מתחלק!

גם לאוויר יש מסה!
האוויר מקבל תנע לאחר

ובתמורה, המכונית
מקבלת שינוי תנע קדימה.



$$p = \frac{m \times v}{m \times v}$$

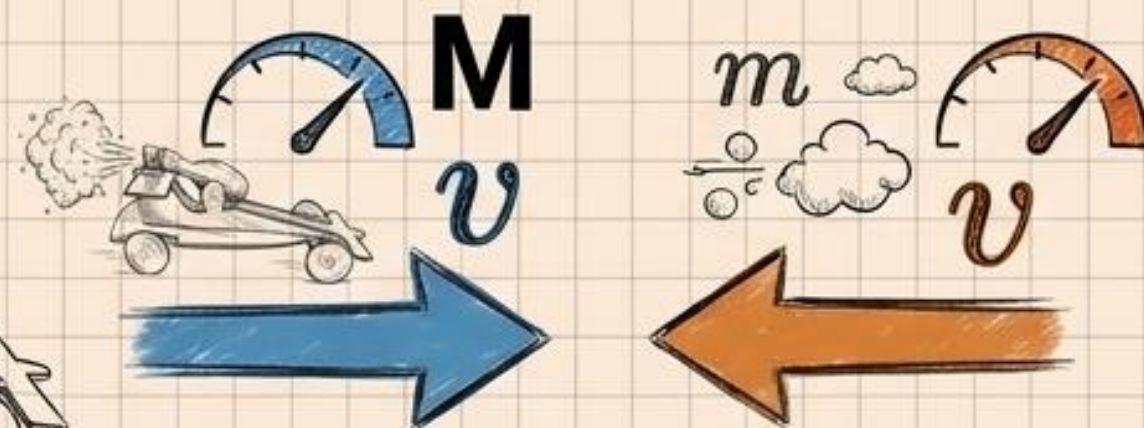
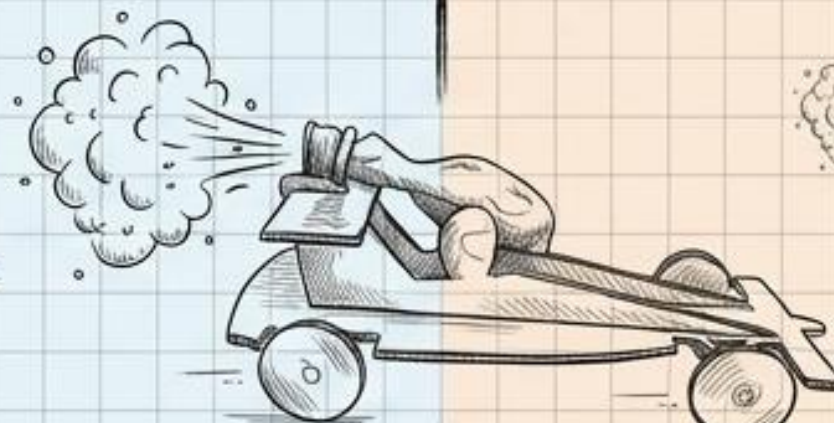
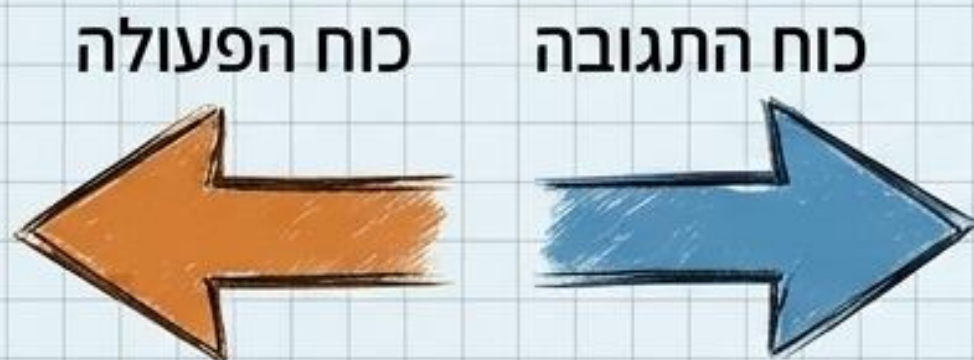
$$\text{Engineering} = \frac{10/11}{5^2}$$

$$p = m \times v$$

שתי דרכים להסתכל על אותה המכוננית

צד הכוחות (החוק השלישי)

צד התנועה (שימור תנע)



המכוננית דוחפת אוויר ←
→ האוויר דוחף מכוננית.



האוויר מרוויח מהירות אחורה ←
המכוננית מרוויחה מהירות קדימה.

החוק השלישי מתאר את הכוחות שפועלים. שימור תנע מתאר את שינויי התנועה. שני חוקים – מציאות אחת!

האם רקטה צריכה אוויר כדי לדחוף עליו?



לא!

בחלל החיצון אין אוויר (ואקום). הרקטה דוחפת את הגזים של עצמה החוצה כדי לקבל דחף.

מכונת הבלון שלנו היא בעצם רקטה קטנה על גלגלים!

אז למה המכונית לא נוסעת לנצח?

$$f = \frac{m \times v}{m \times v}$$

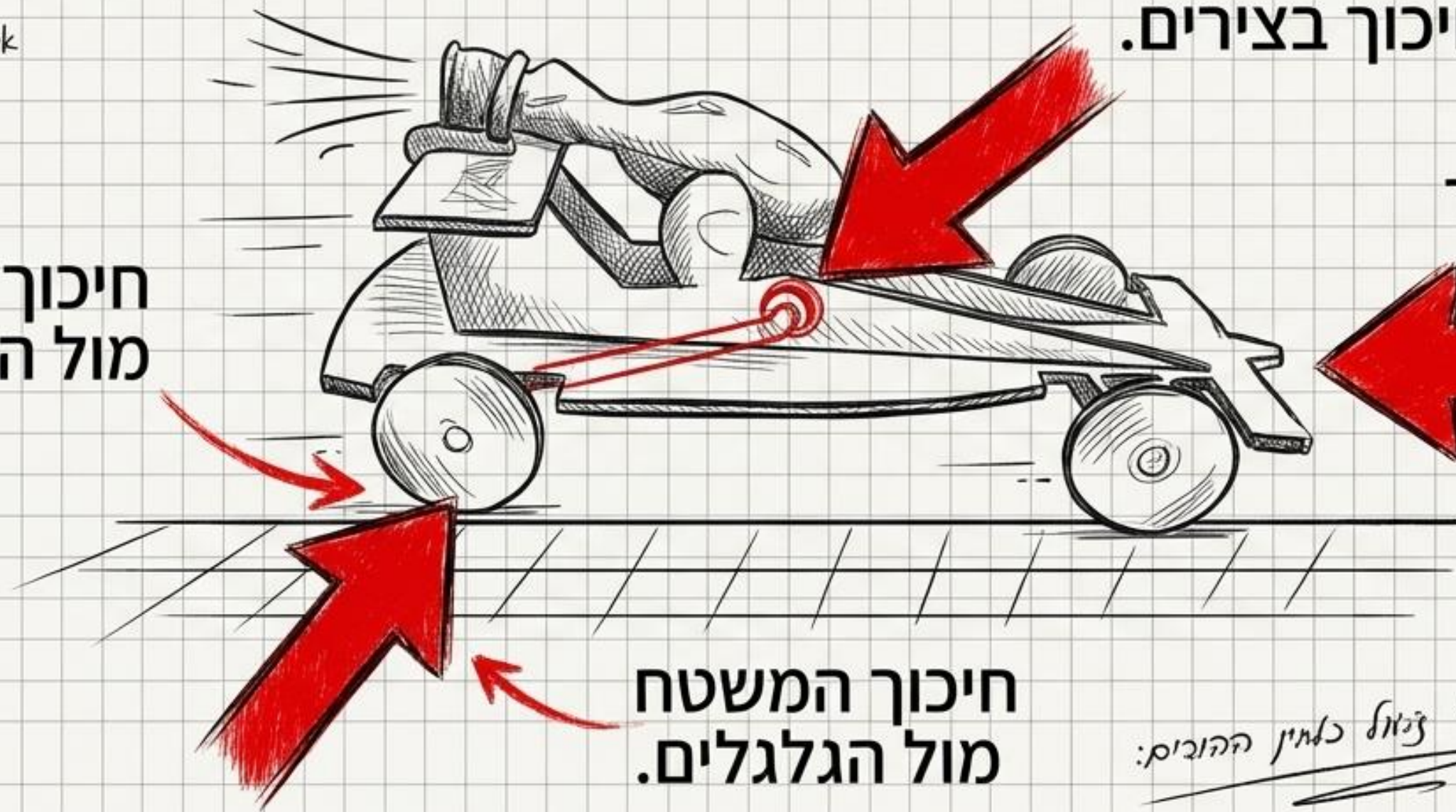
ברגע שהאוויר נגמר, הדחף פוסק. אבל כוחות ההתנגדות ממשיכים לפעול:

⚠️ אסומת האוויר =
המת-ה-למש
feather/handwork

חיכוך בצירים.

⚠️ התנגדות האוויר
בחזית.

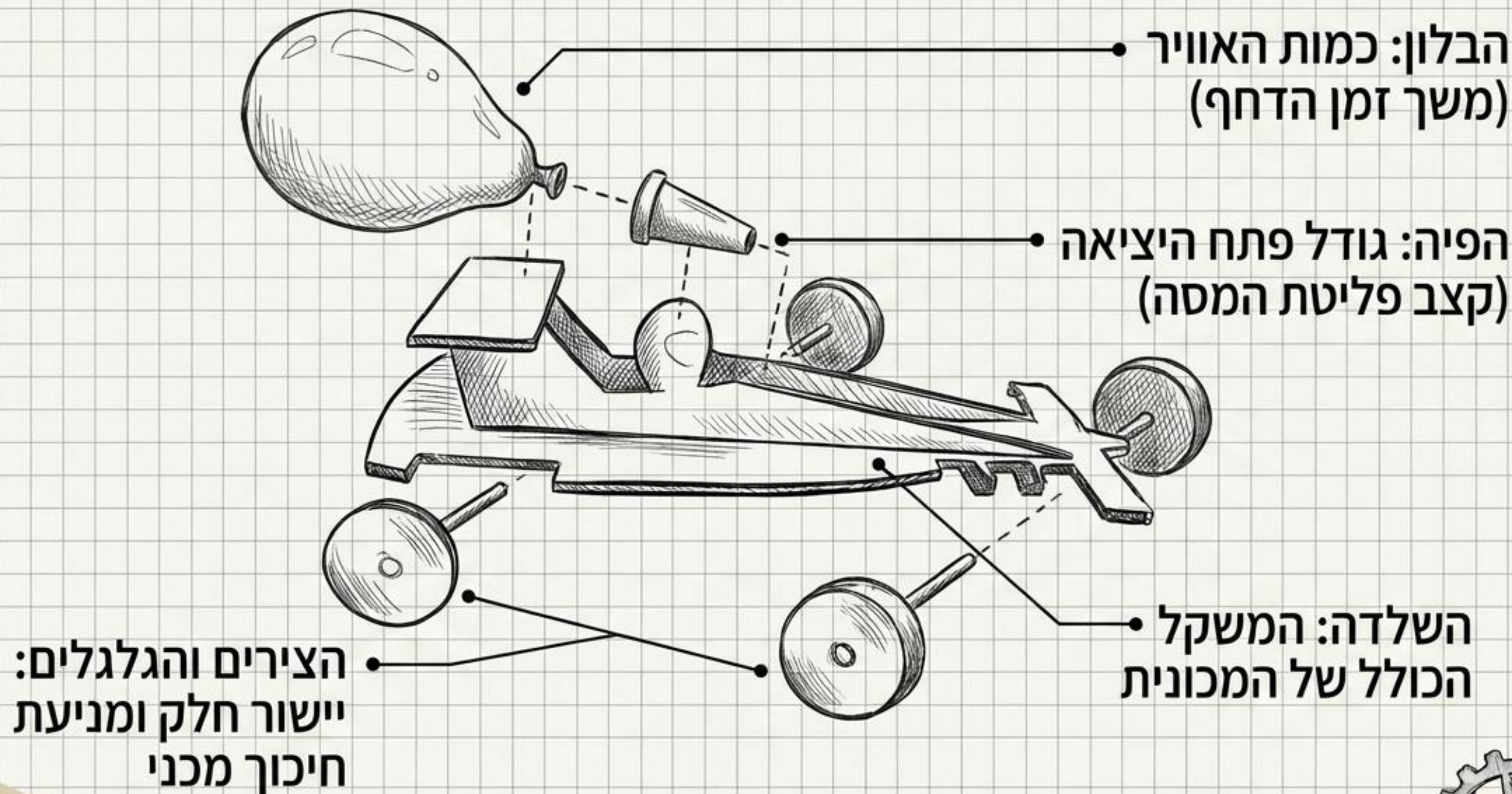
חיכוך המשטח
מול הגלגלים.



חיכוך המשטח
מול הגלגלים.

לחוקי פיזיקה כלתין ההרובים:

אנטומיה של ביצועים: מה אפשר לשנות?



עובדים כמו מדענים



כלל הזהב: משנים בכל פעם רק משתנה אחד!
(אחרת לא נדע מה גרם לשינוי)

שימו לב: מכונית מושלמת לאתגר מרחק (מי נוסע הכי רחוק) אינה בהכרח המכונית שתנצח באתגר מהירות (מי מסיים מסלול הכי מהר). המטרה קובעת את התכנון!



אסודות הפאזליר =
הית-ק לבטא
foolwije handwork

$$f = \frac{m \times v}{m \times v}$$

$$1000 = 1000 \times 1000 = 1000000$$

אתגר המהנדסים: המכונית שנוסעת הכי רחוק!

התפקיד שלכם הוא לשפר את התכנון המקורי.
לפני כל שינוי שתעשו במכונית, ענו על 4 שאלות:

1. מה אנחנו משנים?
2. מה אנחנו חושבים שיקרה? (השערה)
3. איך נמדוד את זה?
4. ומה גילינו בפועל?

צאו לדרך! המעבדה פתוחה.