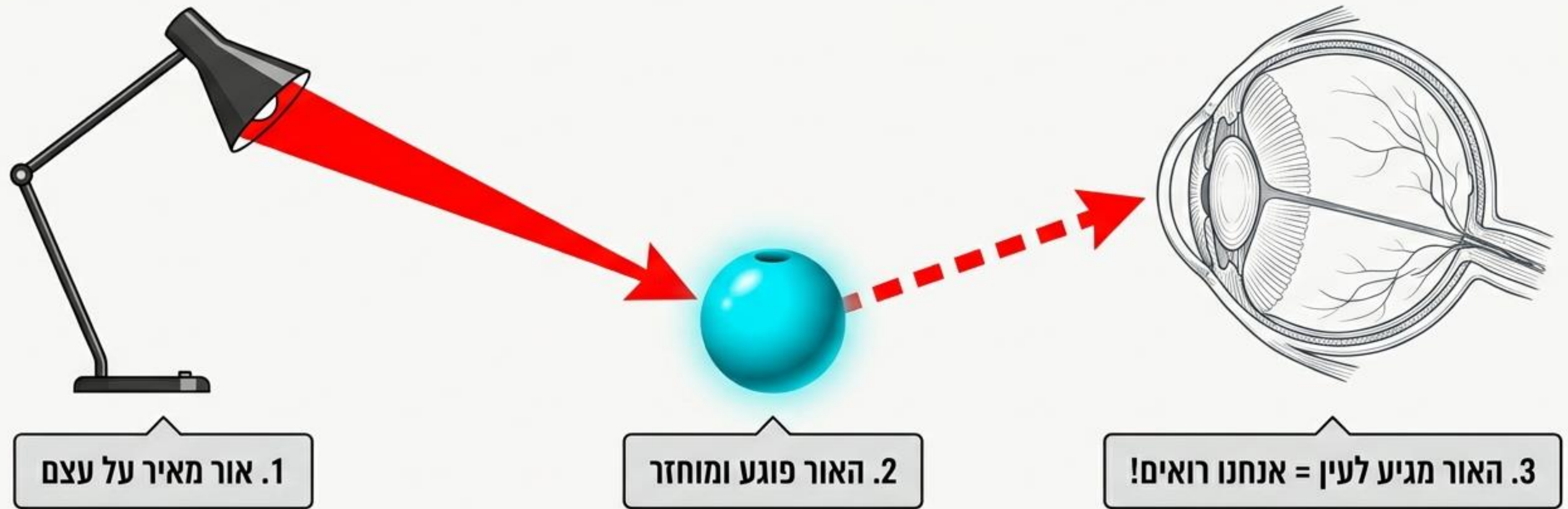


קליידוסקופ: התעלומה

איך כמה חרוזים קטנים יוצרים עשרות צורות ודפוסים?

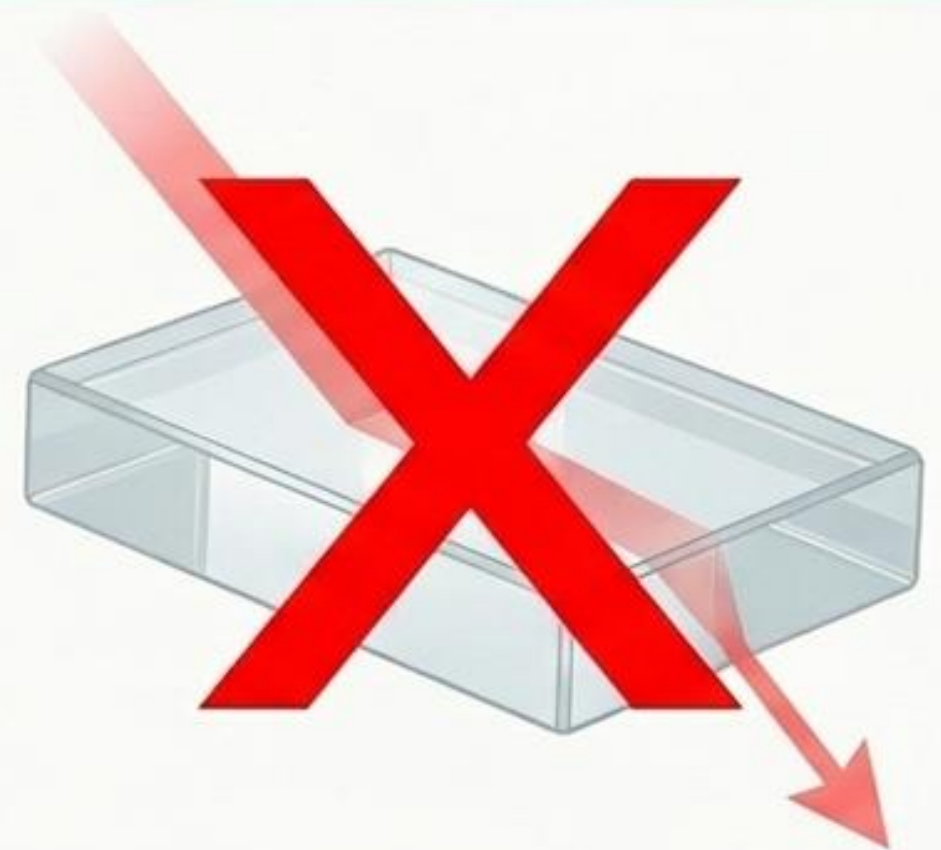
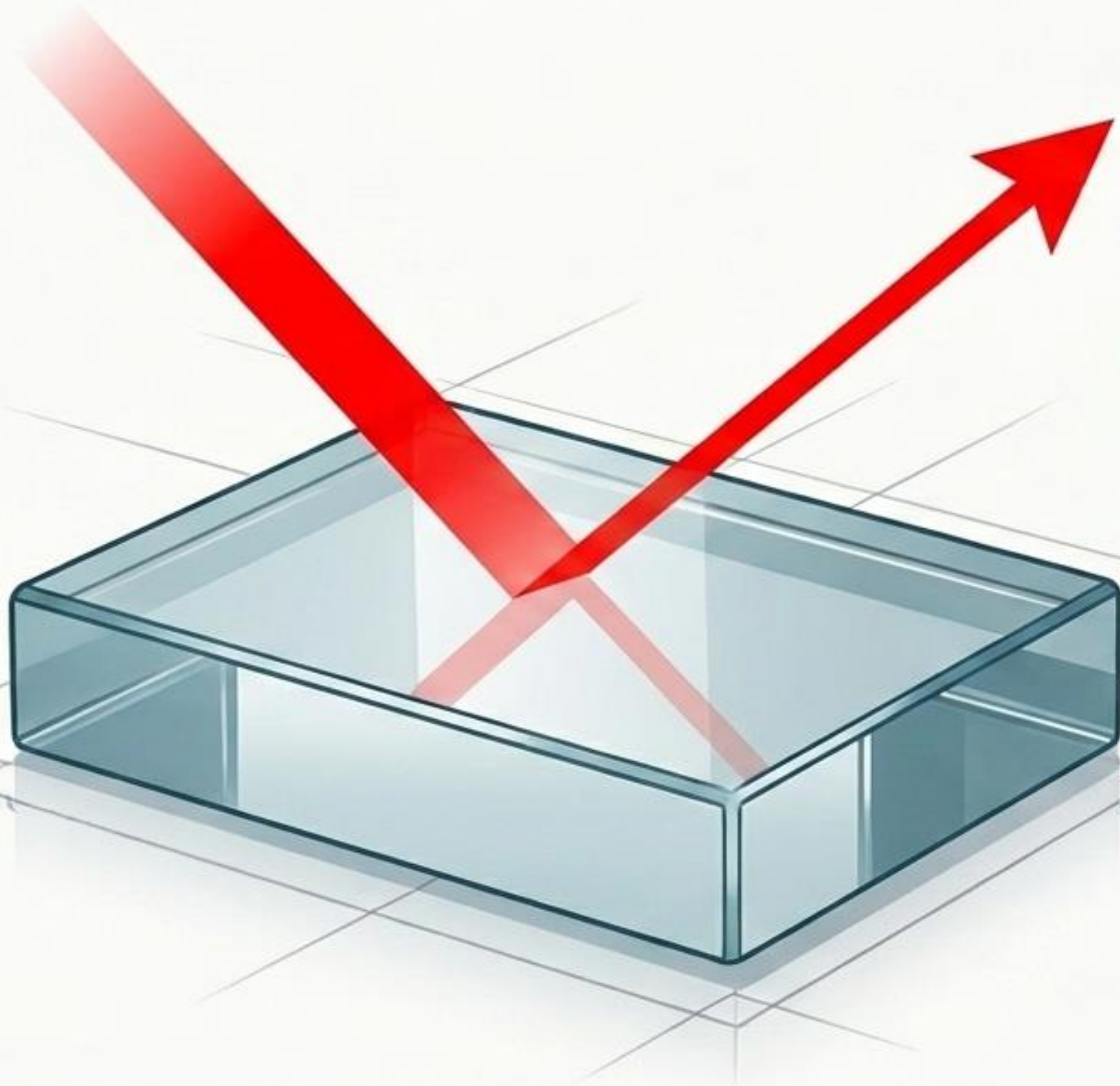


המסע של האור

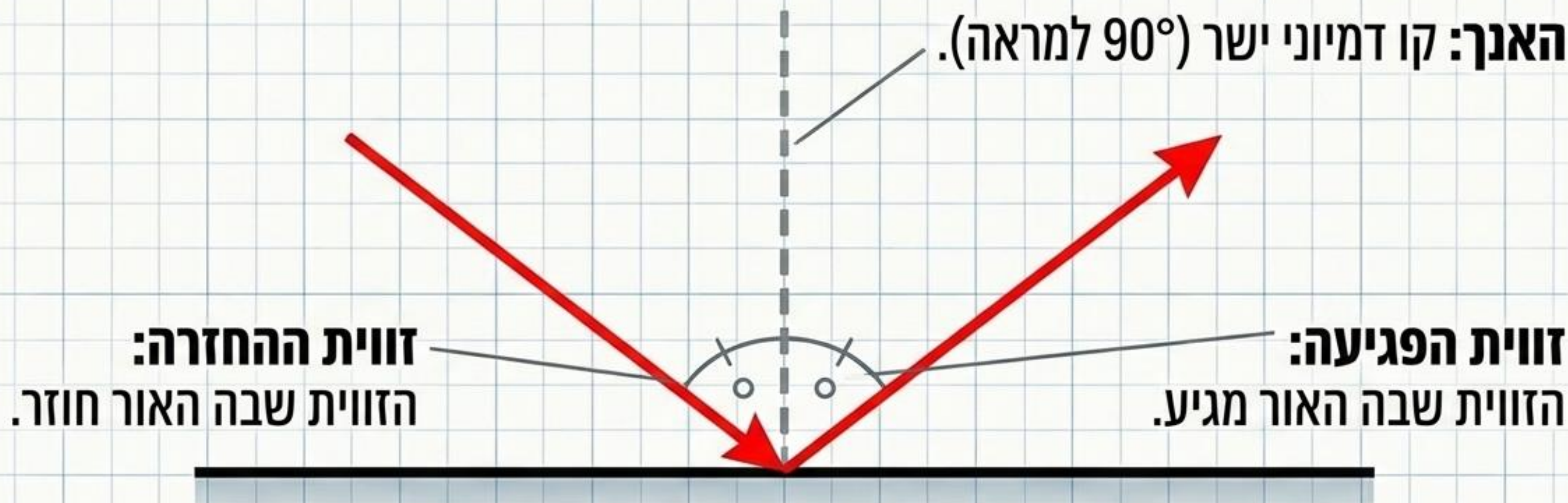


לא שבירה. החזרה!

- מראה היא משטח חלק ומבריק.
- היא אינה שוברת את האור.
- היא מחזירה אותו בצורה מסודרת אל החלל.

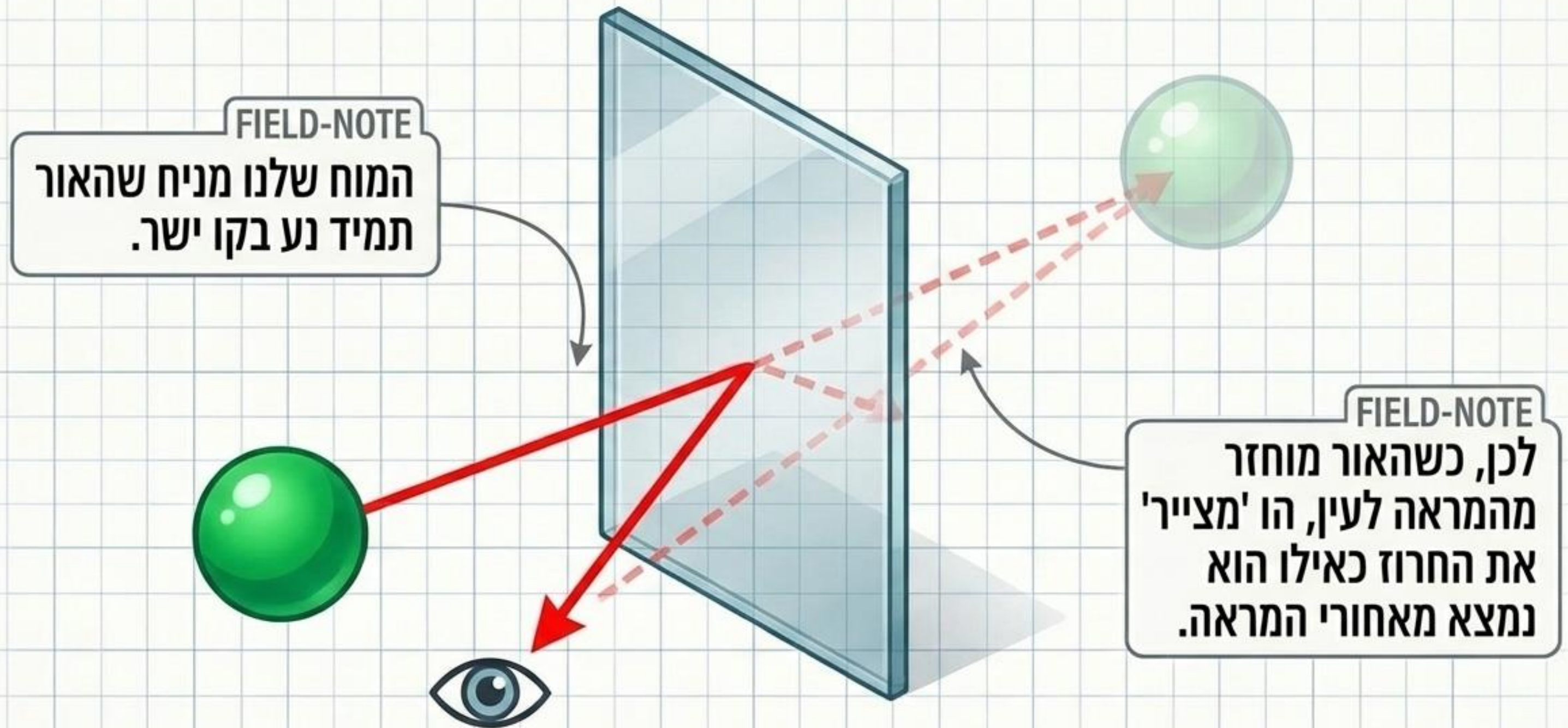


חוק ההחזרה – הסוד של המראות



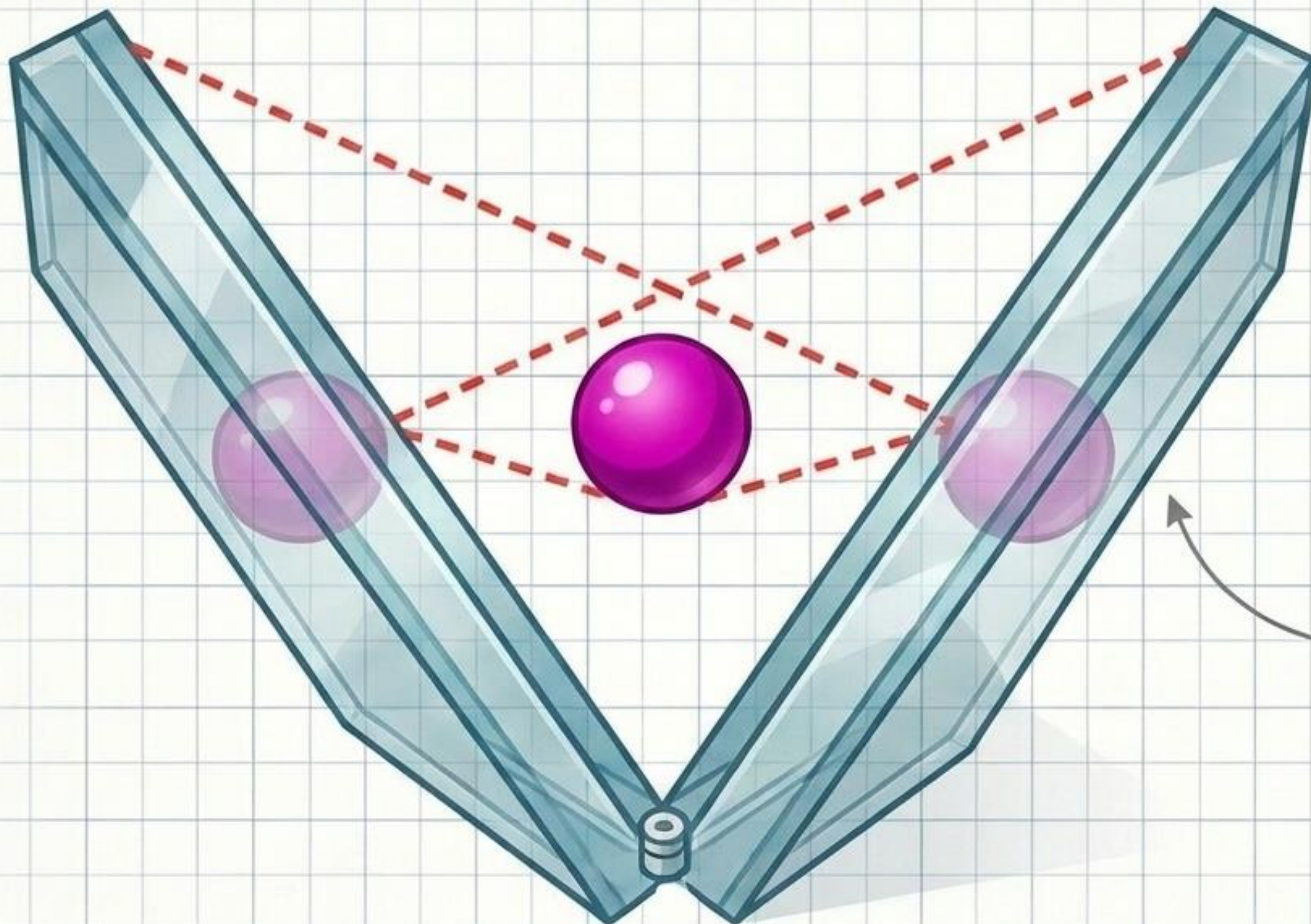
זווית הפגיעה = זווית ההחזרה.
האור חוזר בדיוק באותה זווית שבה הגיע!

למה אנחנו רואים את עצמנו 'בתוך' המראה?



זוהי דמות מדומה. המראה לא מייצרת עצם חדש, רק עוד דמות שלו!

מראה אחת = דמות אחת. שתי מראות = קסם.



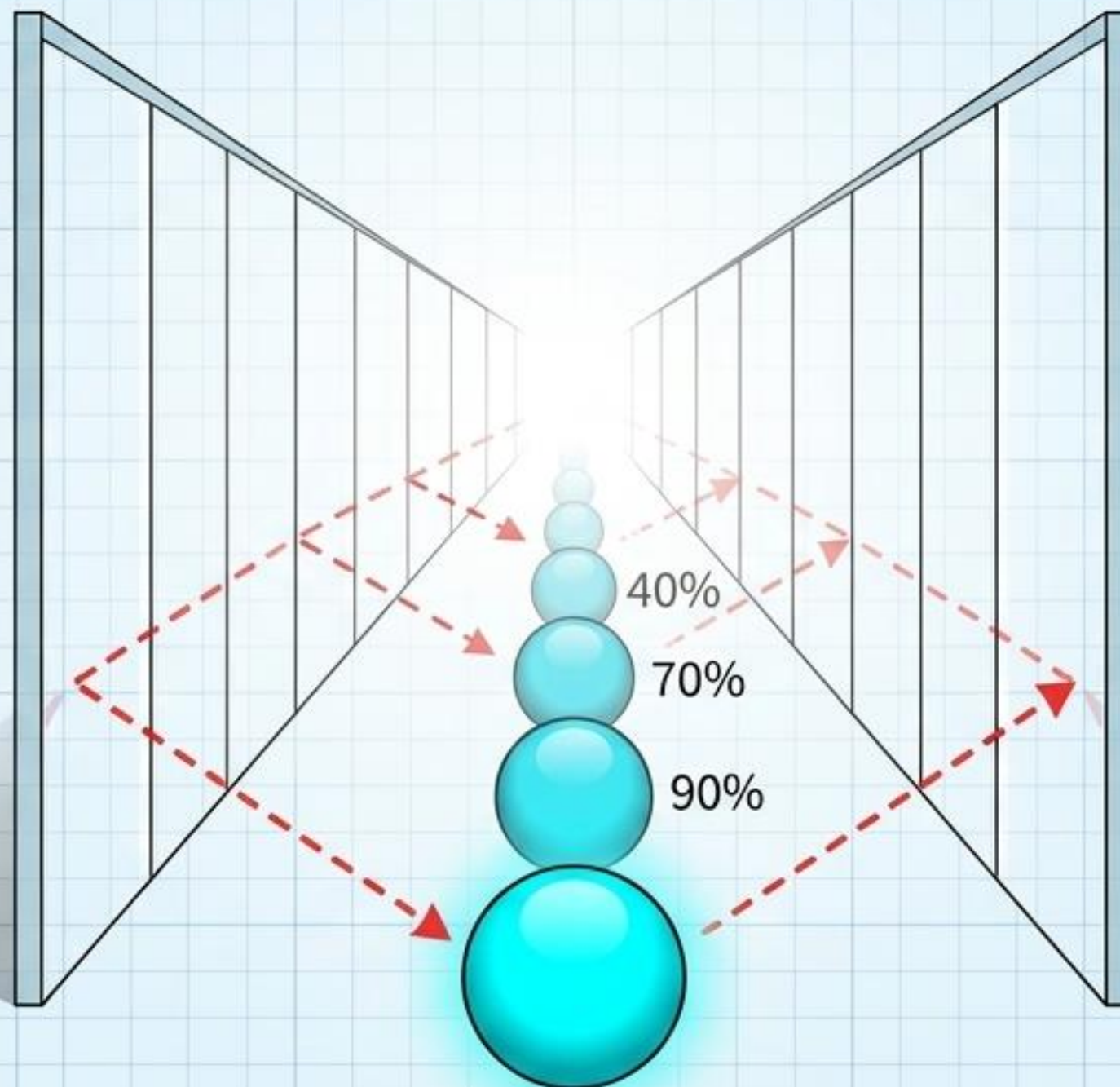
FIELD-NOTE

כשאנחנו שמים שתי מראות
זו מול זו, משהו מדהים קורה:
כל מראה מחזירה את
העצם, אבל גם מתחילה
להחזיר את הדמות
שנמצאת במראה השנייה!

דמות של דמות של דמות

FIELD-NOTE

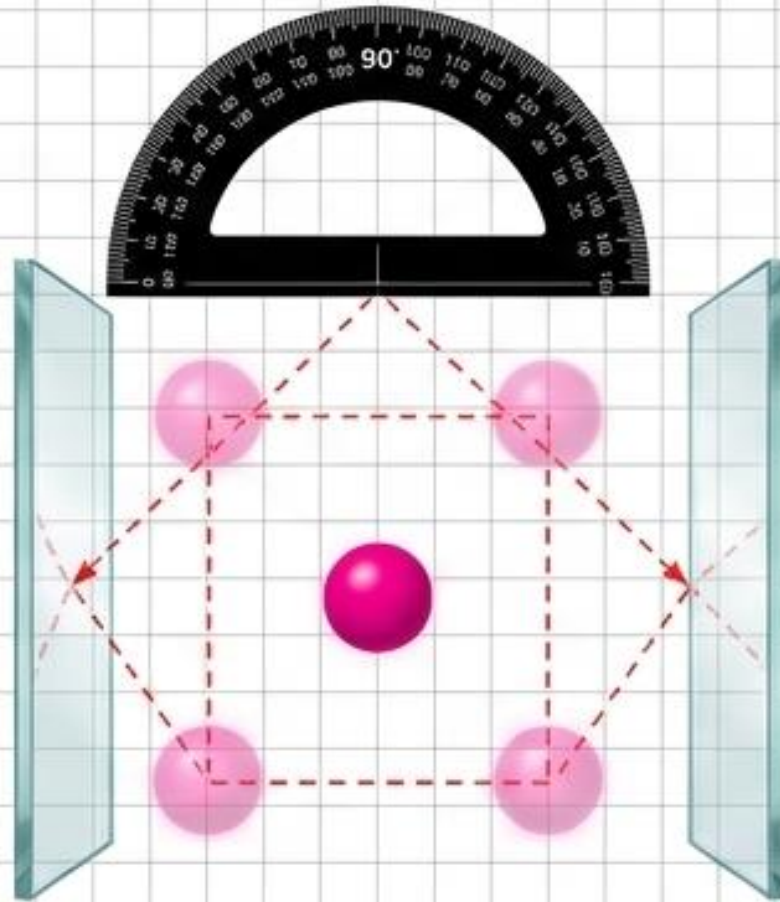
האור 'קופץ' בין המראות
הלוך ושוב.



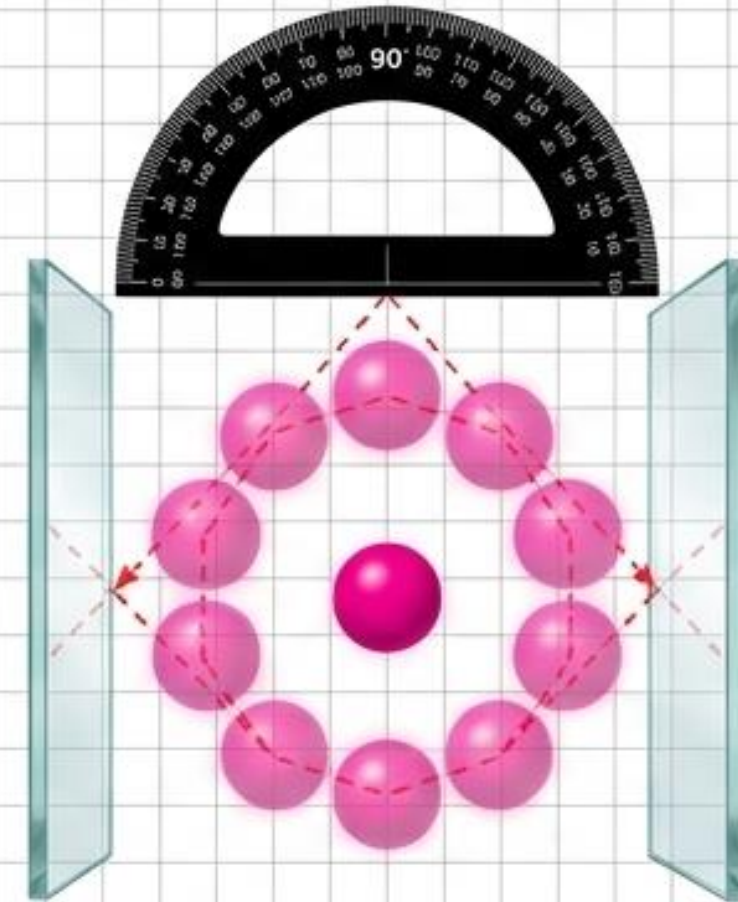
חשוב לדעת!

אין באמת 'אינסוף'
אין אינסוף' תמונות. בכל
החזרה האור מעט נחלש,
שהדמויות נעלמות. אלו
פשוט החזרות חוזרות
רבות.

הסוד נמצא בזווית



זווית 90°

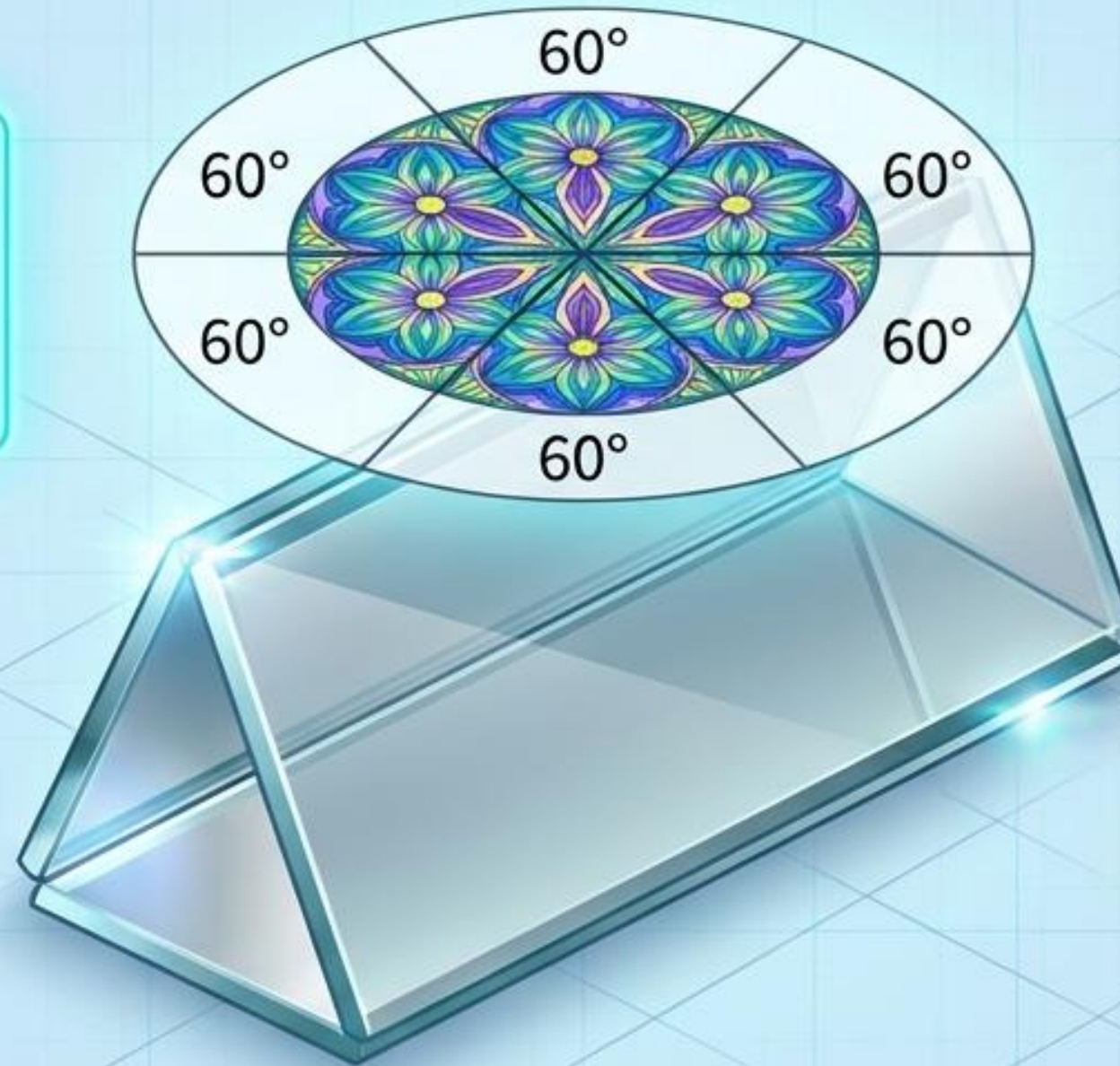


זווית 45°

כלל שהזווית בין שתי המראות קטנה (סגורה) יותר ←
כך נקבל יותר דמויות באמצעות החזרת האור.

הנוסחה של הקליידוסקופ: 60°

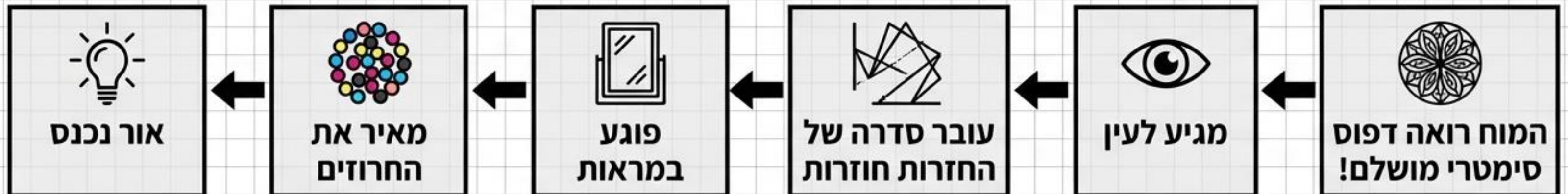
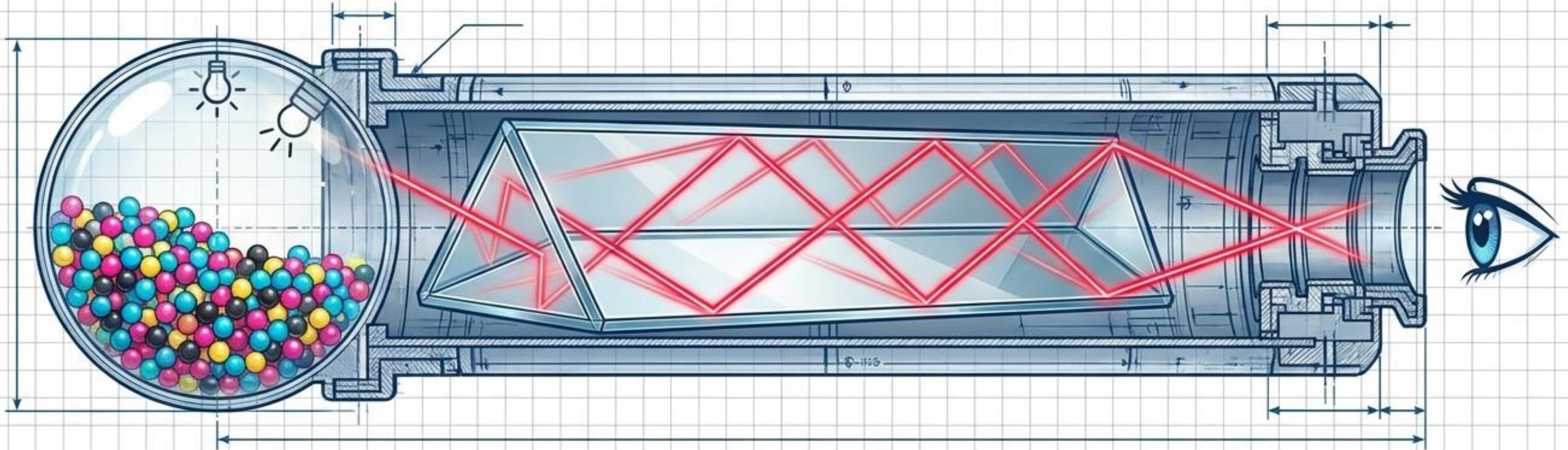
כשמסדרים שלוש מראות
בצורת משולש שווה צלעות,
הזווית ביניהן היא 60° .



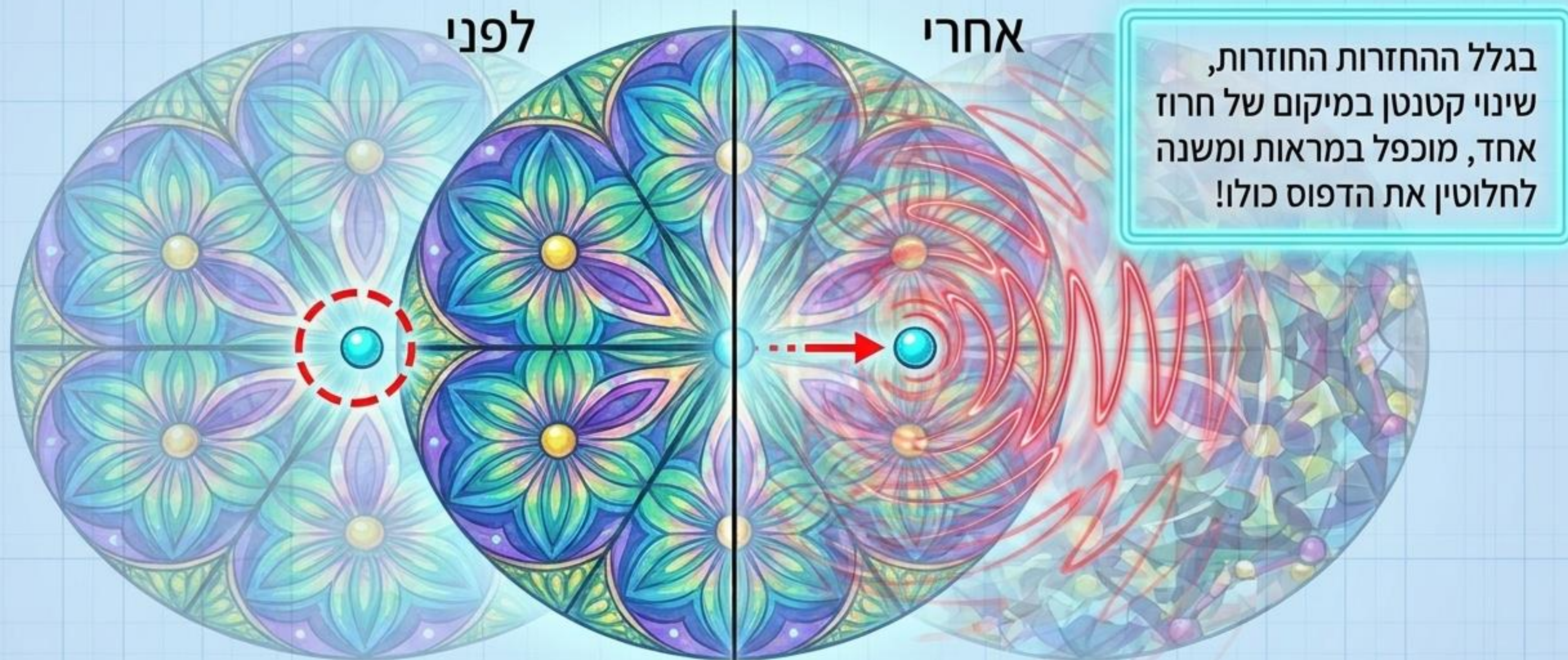
התוצאה: האור מוחזר כך
שנוצר דפוס בעל סימטריה
מדויקת של 6 מגזרים.

$$60^\circ \times 6 = 360^\circ \text{ (מעגל שלם של יופי!)}$$

אז איך הכל מתחבר למכשיר אחד?

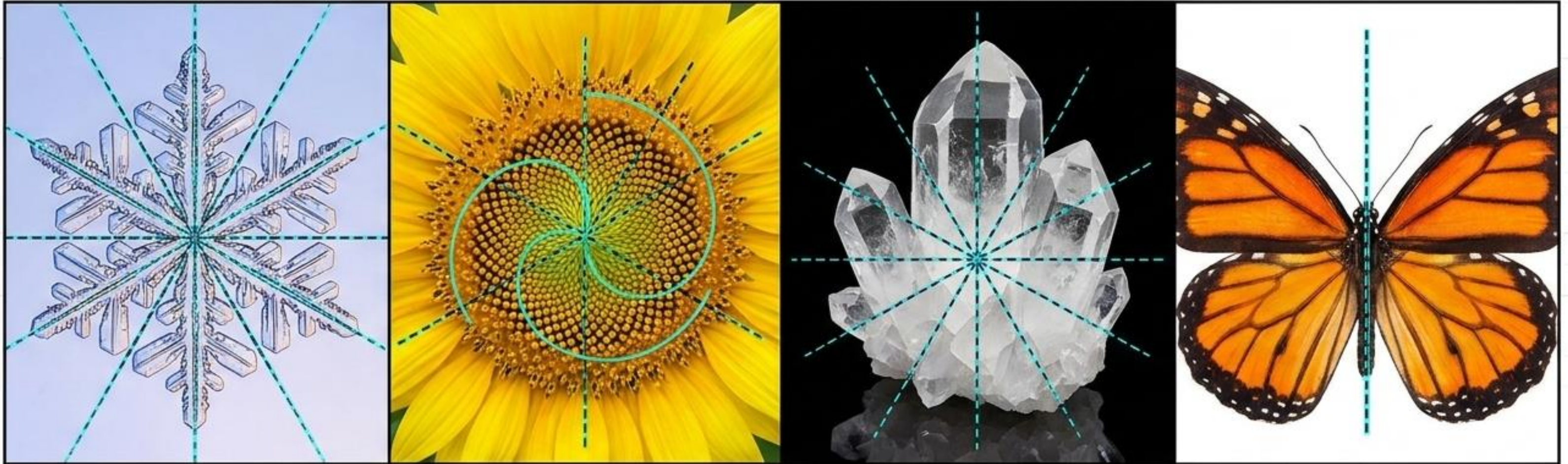


למה כל סיבוב יוצר עולם חדש?



כשאנחנו מסובבים את הקליידוסקופ, החרוזים זזים מעט.

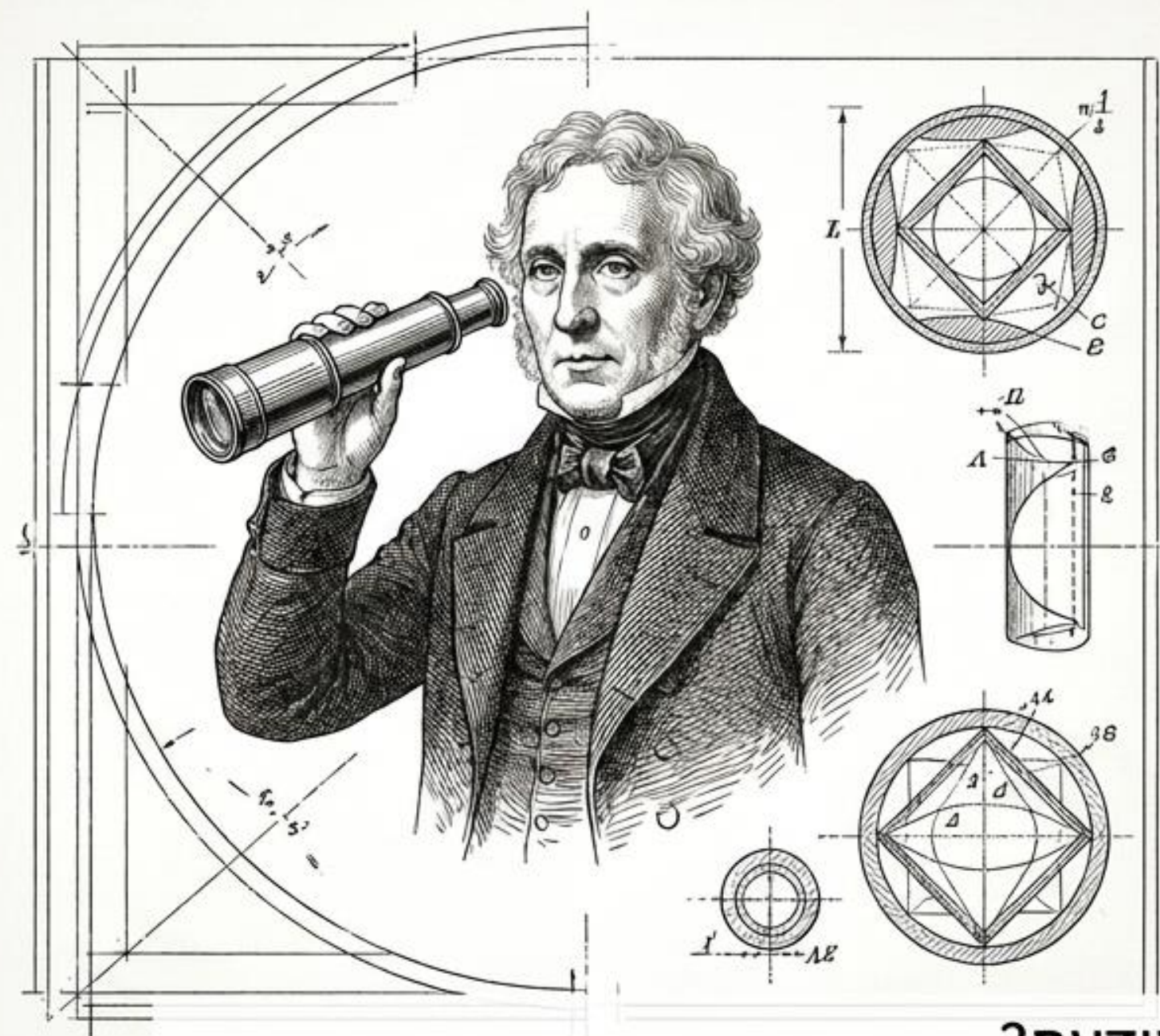
סימטריה: לא רק במראות



סימטריה פירושה שיש בדגם חלקים שחוזרים על עצמם בצורה מסודרת סביב מרכז או ציר. הטבע הוא רב־אמן ביצירת סימטריה מושלמת.

כשהפיזיקה, הגיאומטריה והאמנות נפגשות

בני אדם השתמשו בסימטריה
לאורך ההיסטוריה לעיצוב פסיפסים,
מנדלות ואדריכלות.



הידעת?

המדען סר דייוויד ברוסטר המציא את
הקליידוסקופ בשנת 1816.
שמו בעברית; גלילור (גליל אור).

התעלומה פתורה!



הקליידוסקופ אינו יוצר עוד עצמים. הוא יוצר דמויות נוספות באמצעות החזרת אור, ומשתמש בגיאומטריה כדי לסדר אותן בדפוס סימטרי מרהיב.

אתגר מהנדסי האור!

הניחו עצם קטן בין
שתי מראות ושנו את
הזווית ביניהן.

1
מה אנחנו
משנים?

2
כמה דמויות אנחנו
חושבים שנראה?

3
מה ראינו
בפועל?

4
איך שינוי הזווית
שינה את הדפוס?

האם תוכלו ליצור דפוס חדש רק באמצעות שינוי הזווית בין המראות?