אופטיקלוזיות

מבלבלים את המוח

מוזיאון המדע
ע"ש בלומפילד
ירושלים

متحف العلوم
على اسم بلومفيلد
القدس

Bloomfield
Science Museum
Jerusalem

אשליות - מבלבלים את המוח

העין האנושית אינה מצלמה. הראיה היא פעולה משולבת של העין והמוח.

לעיניים שלנו מגיעה תמונה נעה, בה לכל נקודה יש בהירות וצבע משלה. פעולת עין-מוח מנתחת מידע זה, תוך התמקדות בהיבטים החשובים ביותר להישרדות ושימוש בידע שיש למוח על העולם. כתוצאה מכך, נוצר יחס מורכב בין מה שאנחנו רואים לבין המציאות עצמה. אשליות נוצרות כאשר מה שאנו תופסים שונה ממה שקיים באמת.

האשליות הבולטות ביותר הן בחוש הראיה, אבל הן מתרחשות גם בשמיעה ובמישוש. בדרך כלל איננו מודעים לאשליות המתרחשות בחיי היום יום, אלא פשוט נהנים מהשפעתן. חוקרי המוח מבודדים ומחזקים את התנאים שגורמים לאשליות כדי ללמוד על פעולת העין-מוח.

התערוכה מציגה ארבע קטגוריות של אשליות:

- המוח הרגיש - אשליות של שינוי וניגוד
- המוח המפרש - אשליות שתלויות בידע מוקדם
- המוח הבוחר – אשליות רב משמעותיות
- המוח המומחה – אשליות של פנים ושל תנועה

התערוכה פותחה בשיתוף מרכז אדמונד ולילי ספרא למדעי המוח והאוניברסיטה העברית בירושלים.

A 120-Year-Old Illusion
Influential Neighbours
Hot Spots
The Imaginary Triangle

המוח הרגיש

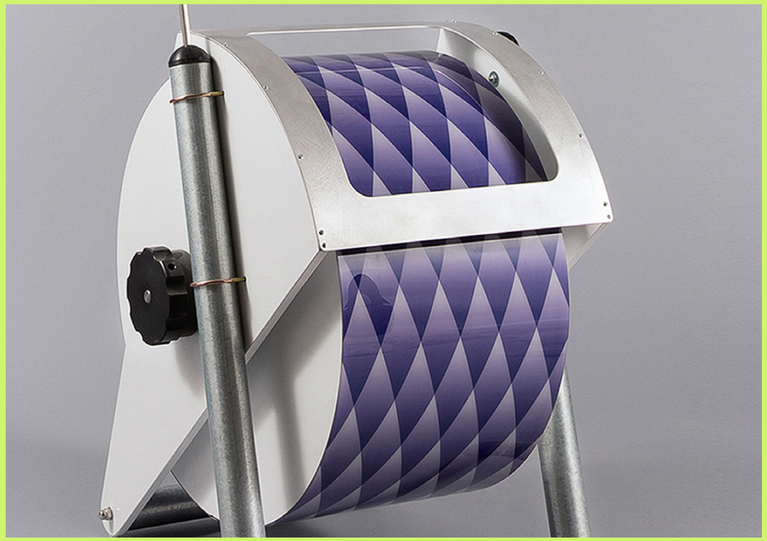
חושינו מוצפים כל הזמן במידע על העולם שסביבנו. על מנת להתמודד ביעילות עם שטף המידע, המוח שלנו מתמקד בסוגי מידע החיוניים במיוחד להישרדות ומפנה פחות תשומת לב להיבטים אחרים. תכונה זו של המוח מאפשרת לנו להתמודד היטב עם העולם בו אנו חיים, אך לפעמים גורמת גם לאשליות.

שינויים פתאומיים

המוח שלנו בנוי כדי לזהות שינויים פתאומיים בזמן או במרחב, על מנת לאפשר לנו לאתר סכנה מתקרבת. לכן אנחנו שופטים את מידת הבהירות והצבע של חפץ ביחס לסביבה בה הוא נמצא ולא באופן מוחלט. הבדלים חדים במידת הבהירות או בצבע מושכים את תשומת ליבנו, בעוד שאנחנו שמים לב פחות לשינויים הדרגתיים.

אותה גברת בשינוי אדרת

לעיתים קרובות אנו רואים את אותו חפץ בתנאי תאורה שונים (באור ובצל). המוח מנסה לחלץ את הצבע האמיתי של החפץ על אף הסביבה השונה. המוח מתקן את התפיסה לפי הערכת מצב התאורה, מה שיכול להוביל לתפיסה אשלייתית. אנחנו מדגימים את התופעות הללו בחושי הראיה, השמיעה והמישוש. כמו כן, תמצאו בתערוכה אשליות שאין להן הסבר ממצה נכון להיום. האם תוכלו להציע פירוש משלכם?



בהיר, בהיר יותר

כשמביטים בגליל המסתובב דרך החלון נדמה שהמעוינים הולכים ומתבהרים. מסגרת החלון גורמת לנו לראות בעיקר את הקפיצה הפתאומית במידת הבהירות בין שני מעוינים, ואנחנו פחות רגישים לירידה ההדרגתית של הבהירות בתוך כל מעוין.

רשת קטיפה

כשמזיזים ידיים משני צידי הרשת, רוב האנשים מרגישים כאילו הם נוגעים בקטיפה, אך עדיין אין לכך הסבר ברור. התופעה כנראה קשורה לכך שחוש המישוש שלנו מנתח את קצב שינוי המגע שאנו חשים ביד כדי לפרש באיזו טקסטורה הוא נוגע.

צבעים וירטואלים

מסובבים את הדיסקים לכיוונים שונים ובמהירויות שונות. מבחינים בטבעות של צבעים? זוהי אשליה נוספת שאין לה הסבר מלא. התופעה קשורה ככל הנראה לכך שקולטני הצבע בעין מגיבים להבהובים של אור לבן בקצבים שונים כפי שהם היו מגיבים אילו ראו צבעים. אשליה זו התגלתה על ידי יצרן צעצועים אנגלי בשם צ'רלס בנהם ב-1895, בעת שהכין סביבונים שחורים ולבנים.

הכחול היום כחול מאד

כשמסובבים את הדיסק רואים כיצד מידת הבהירות של הפסים הכחולים משתנה לאורך הסיבוב. האשליה מדגימה כי המוח מעבד מידע על צבעים באופן יחסי לסביבתם. הפסים הכחולים זהים לכל אורכם. למרות זאת, הם נראים לנו ככהים יותר כאשר הם מוקפים בפסים שחורים, וכבהירים יותר כשמסביבם פסים לבנים. למרות מאמץ מחקרי רב שהושקע בהבנת התופעה, אין כיום הסבר מספק לאשליה זו.

חם וקר

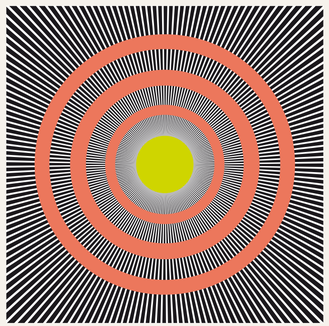
מניחים ידיים למספר שניות על המשטחים הצדדיים ולאחר מכן על המשטח האמצעי, ומגלים שהחושים שלנו רגישים במיוחד לשינויים והבדלים. כשגירוי קבוע, אנחנו מתרגלים אליו ופחות רגישים לקיומו. לאחר מספר שניות אנחנו מתרגלים לחום ולקור של המשטחים הצדדים וכבר איננו חשים בטמפרטורה שלהם. אבל, אם נניח את ידינו לאחר מכן על משטח בטמפרטורת החדר, היד שהיתה על המשטח הקר תרגיש לפתע חום, ונרגיש קור ביד שהיתה על המשטח החם.

מספר מרחף

הבזק אור חזק מהמם את קולטני האור של העין. הקולטנים ממשיכים לפעול למשך זמן קצר אחרי שההבזק דועך, ואם לפני כן התמקדנו בדמות, אנחנו רואים דמות אור שנותרת גם אחרי הדעיכה (AFTER IMAGE). לאחר מכן הקולטנים מפסיקים להגיב ודמות האור מתכהה. הדמות משנה את צבעה תוך כדי דהייה, מכיוון שקולטני אור לצבעים שונים מתאוששים במהירות שונה.

אניגמה

בהתבוננות במרכז הצורה במוצג אנשים שונים רואים דברים שונים. חלק רואים ניצנוצים בתוך הטבעות הצבעוניות, לאחרים נדמה שהטבעות מסתובבות. מה אתם רואים? אשליה זו נגרמת כנראה בגלל תנועות עיניים קטנות, אבל אין כיום הסבר מלא לתופעה. התמונה המקורית צוירה על ידי אמן צרפתי ב-1981.



אניגמה | اللغز | Enigma

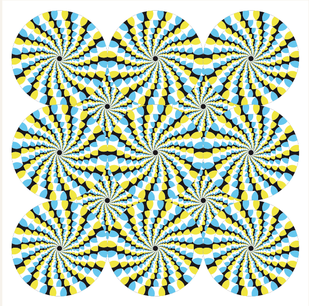
הביטו במרכז התמונה למשך זמן מה. האם אתם רואים תופעה מוזרה

تمعنوا بمركز الصورة لوهلة من الزمن. هل ترون ظاهرة غريبة؟

Stare at the centre of the figure for a while. Do you see strange effects?

טבעות מסתובבות

התבוננות בתמונה נותנת תחושה שהטבעות מסתובבות. אשליה זו אינה מובנת לגמרי. כנראה תנועות העיניים שלנו גורמות לתחושה ששלישית הצבעים נעה לעבר הקצה הכהה יותר. האשליה קשורה לחוסר הסימטריה שיוצרת את הטבעות - כל אחת מסתובבת כך שהחלק הכחול מוביל (אבל האשליה אינה תלויה בצבעים מסויימים, רק באסימטריה של הבהירות).



טבעות מסתובבות | حلقات تدور | Rotating Rings

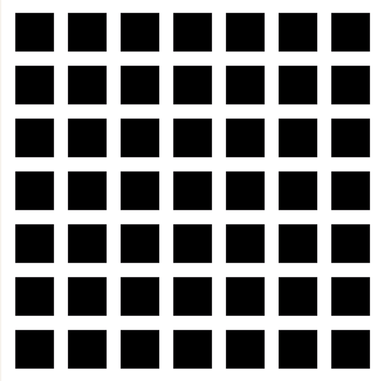
הביטו בתמונה. האם נדמה לכם שהטבעות מסתובבות? לרוב האנשים הן מסתובבות...

تمعنوا بالصورة. هل يُخيل لكم بأن الحلقات تدور؟ لمعظم الأشخاص هي تدور...

Look at the picture. Do the rings appear to rotate? For most people they do...

נקודות וירטואליות

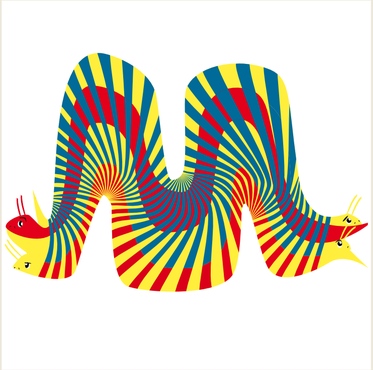
מהתבוננות בתמונה שבמוצג נדמה שנקודות כהות מופיעות בצמתים של הקווים הלבנים, אך נעלמות כשממקדים עליהן את המבט. המנגנון שיוצר תפיסה אשלייתית של הנקודות הכהות מדכא בהירות באזורים שמוקפים ברקע בהיר. הצמתים של הקווים הלבנים מוקפים ביותר שטח לבן מאשר הקווים הלבנים עצמם ולכן "סובלים" מדיכוי רב יותר של מידת הבהירות. אנחנו רואים את הכתמים הכהים בכל מקום פרט למקום בו אנו ממקדים את מבטנו. זאת מכיוון שהשפעת דיכוי הבהירות קטנה ביותר במרכז שדה הראיה.



נקודות וירטואליות
نقاط إفتراضية
Hot Spots

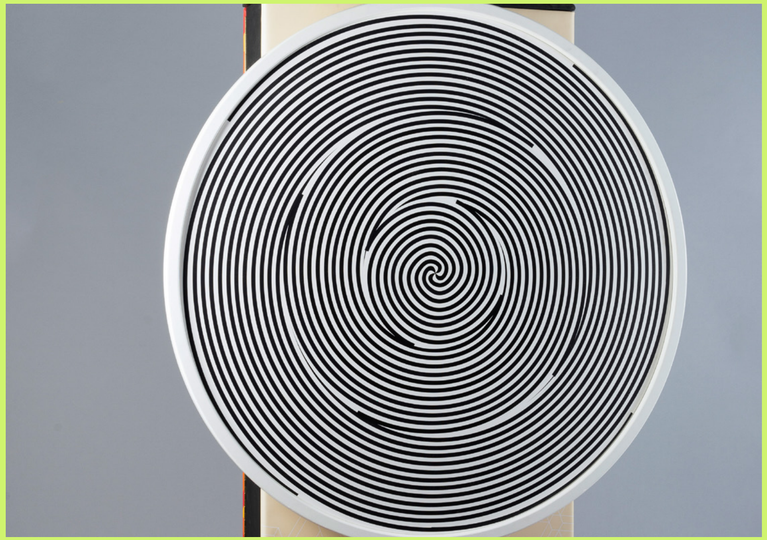
בהשפעת השכנים

צבעים מנוגדים הנמצאים זה לצד זה בתמונה משפיעים אחד על השני. הצבע האדום בתוך הספירלות הצהובות הוא למעשה בדיוק אותו צבע אדום שבתוך הספירלות הכחולות. הוא נראה שונה מכיוון שהצבע הצהוב משפיע על תפיסת האדום וגורם לו להראות צהבהב. תופעה זו היא הפוכה מהתופעה שבאשליה "חום וכתום הם אותו צבע!" בה דווקא הסביבה הכהה גורמת לצבעים להראות בהירים יותר.



בהשפעת השכנים
כמה צבעים אתם רואים בתמונה?

צבעים מנוגדים הנמצאים זה לצד זה בתמונה משפיעים אחד על השני.
הצבע האדום בתוך הספירלות הצהובות הוא למעשה בדיוק אותו צבע אדום שבתוך הספירלות הכחולות. הוא נראה שונה מכיוון שהצבע הצהוב משפיע על תפיסת האדום וגורם לו להראות צהבהב.
תופעה זו היא הפוכה מהתופעה שבאשליה "חום וכתום הם אותו צבע!" בה דווקא הסביבה הכהה גורמת לצבעים להראות בהירים יותר.



עולם מתרחב

כשמביטים אל מרכז הספירלה המסתובבת למשך 20 שניות ולאחר מכן מסתכלים על הקיר, מגלים שהתנועה משתנה. לכל נקודה בשדה הראיה קבוצות תאי מוח שמגיבים לתנועה בכיוון מסויים. כשתאים באחת הקבוצות הללו מופעלים ברציפות לאורך זמן, הם מתעייפים ומאבדים רגישות. שאר התאים ממשיכים לפעול באופן ספונטני. חוסר האיזון גורם למוח לחשוב שיש תנועה בכיוון ההפוך, כשלמעשה שום דבר לא זז.

שגעון של ריצוף

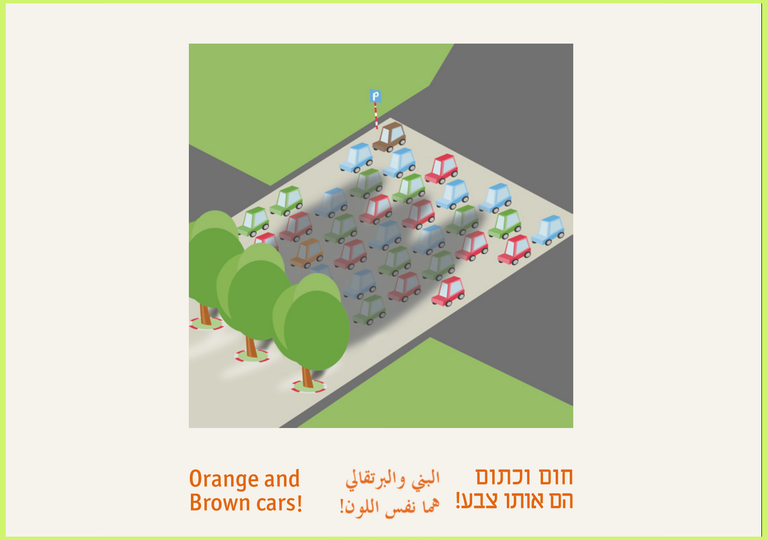
הזזת השורות ימינה ושמאלה חושפת אשליה שהתגלתה במקרה על קיר של בית קפה בבריסטול (אנגליה) ב-1979. היא מתאפשרת בזכות ה"טיח" האפור בין שורות האריחים. הטיח האפור נראה בבירור כשהוא נמצא בין שני אריחים שחורים או לבנים, אבל הוא מתמזג לתוך הריצוף כשהוא מחבר בין אריח לבן ושחור. כשאריח חופף חלקית עם אריח מאותו צבע מעליו או מתחתיו, החלק החופף נתפס כצר יותר מאשר החלק השני והאריח נראה בצורת טרפז.

צללים מטעים

משווים בין שני ריבועים, ולאחר מכן מתבוננים בהם דרך 'חלונות'. המוח שופט את מידת הבהירות של משטחים לא רק לפי רמת הבהירות המוחלטת שמגיעה לעיננו, אלא מבצע תיקון בשיפוט לפי תנאי התאורה והצללים. כשאנחנו מביטים בתמונה כולה, ריבוע 2 נראה לנו כריבוע בהיר שנופל עליו צל ולכן אנו שופטים אותו כבהיר יותר מאשר ריבוע 1. למעשה, כשמסתירים את שאר הלוח ומסתכלים רק על שני הריבועים, אנחנו מגלים שהם זהים.

חום וכתום הם אותו צבע!

משווים בין שתי מכוניות, ולאחר מכן מתבוננים בהן דרך 'חלונות'. המוח שלנו מתקן את תפיסת הצבע של חפצים ומשטחים בהתאם לתנאי התאורה והצללים. בתמונה זו חלק מהמכוניות חונות בצל ואחרות באור יום. מכונית 1 נתפסת בעיננו ככתומה למרות שבפועל היא חומה. המוח מבצע תיקון ולוקח בחשבון את העובדה שהמכונית נמצאת בצל. כשאנו מסתירים את ההקשר, אנו רואים את צבעה האמיתי.

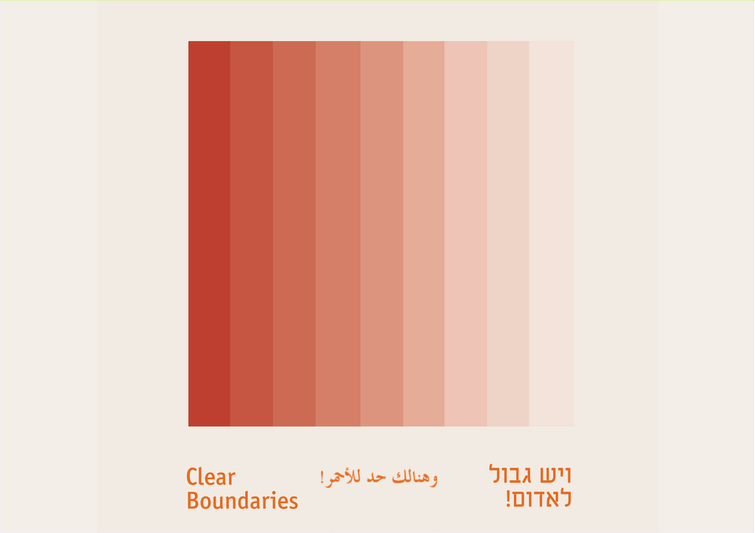


יש גבול לאפור

משווים את מידת הבהירות של שני האזורים האפורים לפני ואחרי הרמת הרצועה שביניהם. אנחנו רגישים מאד להבדלים קטנים בבהירות כשיש ביניהם גבולות חדים. הרצועה מסתירה את הגבול בין שני אזורים אפורים הנראים לנו דומים למדי. רק כשחושפים את הגבול אנחנו שמים לב עד כמה הם שונים זה מזה. בגבול בין האזורים מתרחשת אשליה נוספת – הצד הכהה של הגבול נראה לנו כהה יותר, והצד הבהיר מתבהר. תופעה זו קרויה "פסי מאך" על שם המדען שגילה אותה.

יש גבול לאדום

משווים בכל פעם את מידת הבהירות של שני פסים צמודים, כאשר הגבול ביניהם מכוסה על ידי הסרגל. מתחילים בצד אחד ועוברים לבחון את הבדלי הבהירות בין כל שני פסים. אנחנו רגישים מאד להבדלים קטנים בבהירות של אזורים שונים כשיש ביניהם גבול חד וברור. כשמסתירים את הגבול בין שני אזורים, הם נראים לנו דומים למדי ורק כשחושפים את הגבול שמים לב כמה הם שונים זה מזה.
בגבול בין האזורים מתרחשת אשליה נוספת. הצד הכהה של הגבול נראה לנו כהה יותר והצד הבהיר מתבהר. תופעה זו קוריה "פסי מאך" על שם המדען שגילה אותה.



המוח הַמְפָרֵשׁ וְהַבּוֹחֵר

כשמשהו לא מסתדר לי...

אחד התפקידים של המוח הוא לזהות חפצים ודמויות. כדי להבין מה אנחנו רואים, המוח משתמש בידע השמור בזיכרון, מזהה דמויות בעלות משמעות עבורו ובוחר את הפירוש המתאים ביותר. אבל לפעמים, דווקא ניסיונות המוח למצוא הגיון בתמונה, מבלבלים אותנו וגורמים לנו לתפוס דברים שלא קיימים באמת.

אשליות דו משמעיות - ככה וככה

המוח אינו בנוי להתמודד עם שני פרושים לאותה תמונה לכן אנחנו בוחרים בכל פעם פירוש אחד לתמונה שמגיעה לעינינו. אשליות דו משמעיות מבלבלות את המוח כיוון שמאפשרות דרכים שונות להבנת המציאות. במקרים אלו, התפיסה שלנו נעה בין פירוש אחד למשנהו לסירוגין.

צורות בלתי אפשריות - להיות או לא להיות?

באמנות אפשר ליצור ציורים של חפצים שאינם יכולים להתקיים במציאות. אשליות כאלו מבלבלות את המוח, כי הן לא מתאימות למה שהוא מכיר מהניסיון.

המוח הַמְפָרֵשׁ

כסאות מארץ הפלאות

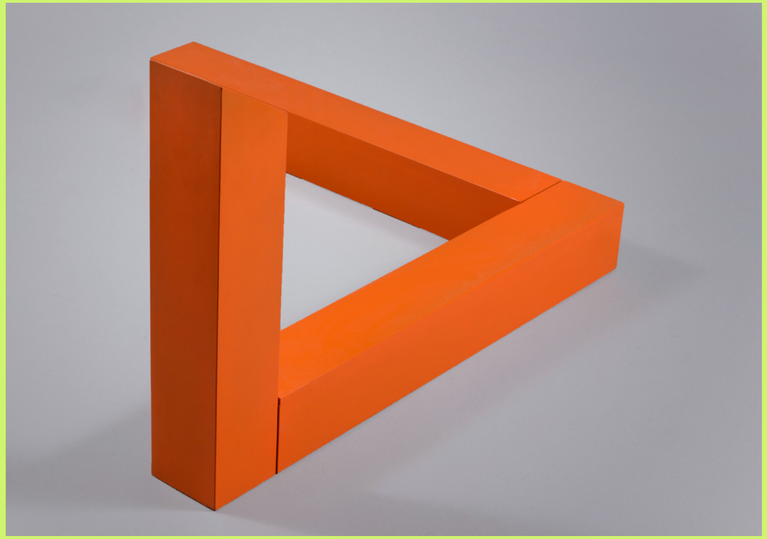
מבקשים משני חברים לשבת על הכיסאות ומסתכלים על המסך. מי נראה גדול יותר? מנסים למצוא את המקום בו מותקנת מצלמת הטלוויזיה ולהסתכל משם על הכיסאות. מתבוננים כעת רק בעין אחת. המוח משתמש בניסיונו וברמזים מהסביבה כדי להעריך את גודלן ומרחקן של הדמויות שלפניו. בפרט כאשר התמונה מתקבלת מעדשת מצלמה או מהתבוננות בעין אחת בלבד. הדמיון בצורה ובצבע של הכיסאות יוצר אשליה שמדובר בכיסאות זהים הנמצאים במרחק דומה. אנשים היושבים על הכיסאות יוצרים אשליה על גבי אשליה: מי שיושב על הכיסא הרחוק (והגדול) נראה קטן ומי שיושב על הכיסא הקרוב נראה גדול. כאשר מסתכלים בעזרת שתי העיניים האשליה נפגעת משום שכל עין רואה את הכיסאות מזווית שונה במקצת (ראיה סטריאוסקופית) והמוח מסוגל להעריך את המרחק האמיתי לכל כיסא.

כשהעיניים מרמות את הידיים

מרימים את הגליל העליון, ואחר כך את שני הגלילים יחדיו. האשליה נגרמת מחוסר התאמה בין מה שמצפים להרגיש ומה שמרגישים בפועל. המוח מניח על סמך מה שאנו רואים ששני הגלילים עשויים מאותו חומר. הנחה זו משפיעה על המשקל הצפוי של שני הגלילים. ההבדל בין המשקל הצפוי למשקל האמיתי גורם לתחושה ששני הגלילים ביחד קלים מהגליל הקטן לבדו. ניסיון החיים אומר לנו שזה לא יכול להיות, אבל האשליה עדיין קיימת.

ראש מסתובב

כשעוצמים עין אחת, לא ברור לאיזה כיוון מסתובב ראשו של איינשטיין. אשליה זו מדגימה את השפעתו הרבה של ניסיון העבר שלנו. הנטייה לראות פנים כבולטות גוברת על הרמזים שמצביעים כי הפנים שקועות. כאשר המסכה מסתובבת, משתנה התמונה המגיעה לעין, אך בדיוק בכיוון ההפוך ממה שאנו מצפים. המוח מפרש זאת כתחושה שאיינשטיין מסובב את ראשו שמאלה וימינה לסירוגין.



המשולש הבלתי אפשרי

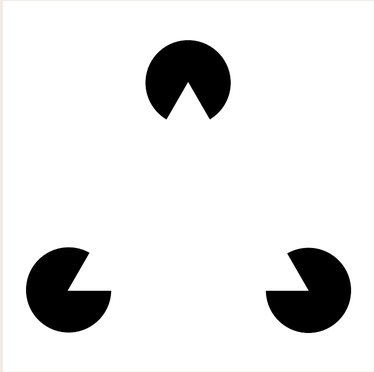
הפסל נראה כפסל של משולש רק כאשר מתבוננים בו מזווית מסויימת. כאשר זזים ומזיזים את העיניים מבחינים באשליה. המקור של אשליה זו היא באיור שבו המוח מפרש את המראה על בסיס נסיון וידע קודמים. התמונה נראית לנו הגיונית כי המוח מתמקד בכל פעם באזור אחר של התמונה, אך יחד הם יוצרים דימוי בלתי הגיוני.

החדר המכושף של דוקטור איימס

משנים גודל בתוך חדר מכושף - המוח שלנו משתמש ברמזים מהסביבה כדי להעריך את גודלן ומרחקן של הדמויות שלפניו. עצימת העין מקטינה את הרמזים באשר למבנה התלת מימדי של החדר. המוח מניח בטעות כי הוא צופה בחדר רגיל וכי החלונות שווים בגודלם. הדמות בפינה הימנית נראית לנו קטנה יותר משום שהיא רחוקה יותר וכי ראשה רחוק יותר מהתקרה המשופעת.

המשולש הדמיוני

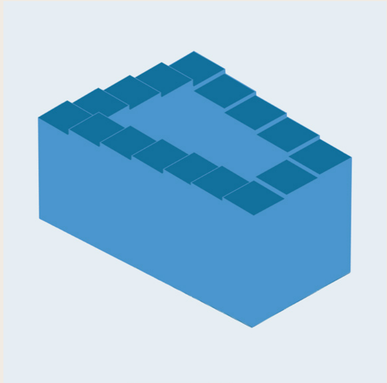
המוח מנסה למצוא היגיון בתמונה ומניח שהיא מתארת מבנה תלת-מימדי שבו משולש לבן מונח על גבי שלושה עיגולים. הנחה זו מביאה את המוח לראות קווים שאינם קיימים וכך להשלים את צלעות המשולש. יתרה מזאת - נדמה שהמשולש צבוע בצבע לבן בהיר יותר מהרקע מסביב, וגם זו כמובן אשליה.



המשולש הדמיוני | المثلث الخيالي | The Imaginary Triangle

מבנים בלתי אפשריים

המדרגות שבתמונה הן דוגמה למבנה בלתי אפשרי. אבל אם המבנה בלתי אפשרי, איך אפשר לצייר אותו? הציור נוצר בעזרת עיוות פרספקטיבה. הציור נראה לנו הגיוני משום שהמוח מתמקד לסירוגין באזורים שונים בציור, שבכל אחד מהם יש הגיון, אך כולם ביחד יוצרים מצב לא הגיוני.



מבנים בלתי אפשריים | مبانٍ غير ممكنة | An Endless Staircase

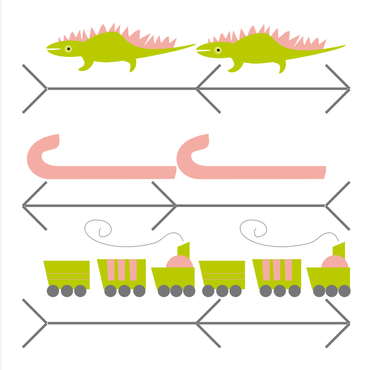
מי מתחבא פה?

מתבוננים בתמונה ומנסים לזהות את הדמות בין הכתמים. במבט ראשון, התמונה נראית לנו כאוסף כתמים שחורים על רקע לבן. אחרי שגילינו את הדמות לא ניתן להחביא אותה ולראות רק כתמים. התפיסה שלנו לא תלויה רק בתמונה שהעין רואה, אלא גם במה שהמוח "יודע" ומחפש בה. המוח מפרש את התמונה על סמך הידע השמור אצלנו בזיכרון.

מי מתחבא פה? من يختبىء هنا؟ Who's Hiding Here?

תעתוע בן מאה ועשרים

מנסים לחלק את הקו האופקי לשני חלקים שווים על ידי הזזת החץ הפנימי. קו עם ראשי חץ נתפס כקצר יותר מקו באותו אורך עם זנבות חץ. האשליה המפורסמת התגלתה בשנת 1889, אך עדיין אין הסכמה בנוגע להסבר לאשליה.



תעתוע בן מאה ועשרים خدعة بصرية عمرها 120 عام A 120-Year-Old Illusion

הגודל לא קובע

כשהרובוט הגדול רודף אחרי הרובוט הקטן המוח מפרש ציור דו ממדי כתיאור של מרחב תלת ממדי, ולכן נדמה שהרובוט העליון בציור גדול יותר. הניסיון מלמד אותנו שככל שעצם מתרחק מאיתנו הוא נראה קטן יותר ויותר. לכן קיים במוח מנגנון תיקון ש"מגדיל" עצמים הנתפסים כרחוקים. כאן מנגנון התיקון נכשל, משום שהרובוט העליון לא באמת רחוק יותר.

שולחנות תאומים

האם השולחנות באמת שונים? המוח מפרש את הציור כתמונה תלת מימדית והפרשנות משפיעה על התפיסה. הניסיון מלמד אותנו שככל שעצם רחוק מאיתנו הוא נראה קטן יותר ויותר. לכן קיים במוח מנגנון תיקון ש"מאריך" קווים הנראים כפונים הרחק מאיתנו. כאן מנגנון התיקון מאריך את הצלע הארוכה של השולחן השמאלי והוא נראה לנו ארוך יותר ואת הצלע הקצרה של השולחן הימני והוא נראה רחב יותר.

המוח הַבּוֹחֵר

הפנים הנעלמות

יושבים מול מבקר אחר, מתבוננים, מנופפים ביד אחת ורואים איך תנועת היד מוחקת את פניו. המראה גורמת לתמונות שונות להגיע לכל אחת מהעיניים - עין אחת רואה את בן זוגכם והעין השנייה רואה קיר לבן. כאשר יש תחרות בין תמונות שונות, המוח בוחר בתמונה המעניינת יותר. בתחרות בין הפנים לבין קיר לבן, הפנים מנצחות. אבל, כאשר נוצרת תנועה, המוח מפנה לשם תשומת לב ואנחנו תופסים שילוב של התמונות מימין ומשמאל. נראה כאילו חלק מהפנים נעלמות.

כד או פנים?

האם המתבוננים במוצג רואים כד מסתובב או שתי דמויות? האם ניתן לראות את הכד ואת הדמויות בו-זמנית? האם אפשר לשלוט על מה רואים? המוח אינו בנוי להתמודד עם שני פירושים שונים לאותה תמונה. לכן התפיסה שלנו נעה בין פירוש אחד לשני לסירוגין. על מנת לזהות חפצים המוח מגדיר אובייקט ורקע. הצבע השחור מאחורי הכד המסתובב יוצר צורה שהמוח מזהה - שתי דמויות בפרופיל. מחקרי הדמיה מוחית מראים שאזורים שונים במוח פעילים כאשר הצופה תופס את הפנים או את הכד.

טורניר העיניים: תחרות בין ימין לשמאל

מתבוננים בתמונה מבעד למשקפיים האדומים-ירוקים. עוצמים את העיניים לסירוגין ובודקים מה רואים בכל עין. פוקחים את שתי העיניים: מה רואים כעת? בדרך כלל, שתי העיניים רואות את אותה מציאות. המוח מצרף את התמונות שמגיעות מכל עין לכדי תמונה אחת. אבל, כשכל עין רואה תמונה אחרת נוצרת תחרות ביניהן. המוח אינו מצליח לשלב בין המידע הסותר שמגיע משתי העיניים, מפני שהשילוב יוצר תפיסה שאינה מובנת עבורו. לכן התפיסה שלנו נעה בין התמונות לסירוגין. אנחנו יכולים להשפיע באמצעות הקשב שלנו על איזו תמונה אנחנו רואים.

לפעמים זקנה לפעמים צעירה

מנסים להבחין בדמויות השונות הקיימות בציורים. המוח משתמש בידע שיש לו על העולם כדי למצוא דמויות בעלות משמעות בציור. את הציורים הללו אפשר לפרש בשתי דרכים שונות. המערכת התפיסתית האנושית אינה בנויה כדי להתמודד עם פירושים שונים לאותו גירוי. לכן התפיסה שלנו נעה בין פירוש אחד לשני לסירוגין. אנחנו יכולים להשפיע באמצעות הקשב שלנו על הפירוש שאנחנו רואים.

המוח הַמֻמְחֶה

למוח האנושי התמחויות שהתפתחו כדי לסייע לנו להתמודד בצורה הטובה ביותר עם המציאות. אך לפעמים דווקא תחומי המומחיות הם התחומים בהם הכי קל "לעבוד" על המוח מפני שיש לנו לגביהם הנחות מוקדמות.

זיהוי פנים

בכל יום אנחנו רואים מאות פנים אנושיות, ולמרות הדמיון שביניהן אנחנו מצליחים לזהות אנשים במהירות ובקלות רבה. זו אחת ההתמחויות של המוח וישנם אזורים מיוחדים במוח המיועדים לעיבוד פנים. מכיוון שהמוח רגיל לעבד פנים בצורתם הטבעית, שינויים ועיוותים בפנים מבלבלים אותו ויוצרים אשליות.

המוח בתנועה

אנחנו חיים בסביבה שנעה ומשתנה כל הזמן. התמחות המוח בעיבוד תנועה מאפשרת זיהוי מהיר של סכנות המתקרבות אלינו. אשליות תנועה מדגימות איך התנועה מסייעת בתרגום גירויים דו ממדיים לתפיסה תלת ממדית. כמו כן, תנועה מושכת את תשומת ליבנו וגורמת לנו להתעלם מגירויים קבועים.

שילוב חושים

אנחנו קולטים מידע על העולם דרך חמשת החושים שלנו. יש אזורים במוח שמתמחים בשילוב הקלטים שמגיעים מהחושים השונים כדי ליצור תפיסה מאוחדת ועשירה של העולם שסביבנו. כשיש סתירה בין המידע שמגיע מחושים שונים, המוח לא מצליח לשלב ביניהם ואז הוא מתבלבל.

כשהיד לא מקשיבה למוח

מחזיקים את שתי הטבעות בידיים ומתבוננים דרך המראה על השתקפות יד ימין. מנסים להזיז את שתי הטבעות יחד לכיוון ימין ואחר כך לכיוון שמאל. התחושה המוזרה שנוצרת היא תוצאה של חוסר התאמה בין תחושת מיקום הידיים לבין מה שאנחנו רואים. המוח אחראי לכוון את תנועות הידיים בתוך המרחב בצורה מדויקת. כדי לעשות זאת, המוח מניח כי היד שלנו נמצאת איפה שאנחנו רואים אותה. באשליה זו אנחנו מרגישים שאנו מזיזים את יד שמאל ימינה, אך רואים אותה דרך המראה זזה שמאלה.

שילוב חושים:
מה שרואים מכאן, לא שומעים משם

צופים בסרט ומאזינים לצלילים. עוצמים עיניים ומאזינים שוב. באוזניות מושמעת הקלטה של אדם החוזר על הברה אחת, ובסרט מצולם אדם האומר באותו זמן הברה שונה. כשמידע סותר מגיע משני החושים למוח, הוא מנסה לשלב ביניהם ונדמה לנו שאנחנו שומעים הברה שכלל אינה נאמרת. כשמידע שונה מגיע לאוזן ולעין, המוח מייחס אותו לאותו מקור בעולם. התוצאה היא תפיסה משולבת, שאינה קיימת באמת.

עולה עולה

מקשיבים לצלילים באוזניות. נדמה לנו שאנו שומעים צלילים שעולים כל הזמן, אך לא מגיעים באמת לטונים גבוהים יותר. אנו שומעים צלילים המורכבים ממספר תווים. בכל צעד הטון של התווים עולה, אך העוצמה נחלשת עד שהטון הגבוה ביותר נעלם ומוחלף בטון נמוך וחזק.

מבנה מתוך תנועה

משנים את מספר הנקודות ואת מהירות תנועתן כדי להגביר את האשליה. בוחנים לאיזה כיוון מסתובב הכדור. התנועה של הנקודות שמאלה וימינה בתוך העיגול יוצרת אשליה של כדור מסתובב. המוח מפרש את תנועת הנקודות ימינה ושמאלה כרמז לעומק, ויוצר תפיסה תלת ממדית מהתמונה הדו ממדית שעל המסך. סיבוב הכדור נתפס לעיתים בכיוון השעון ולפעמים בכיוון ההפוך מכיוון שאין הבדל בין הנקודות הנעות ימינה ושמאלה.

תנועה ביולוגית

האם הנקודות יוצרות דמות? מה קורה כשהנקודות מתחילות לנוע? הנקודות עצמן מספקות מעט מידע על צורת הגוף, אך התנועה המשותפת שלהן יוצרת רצף שהמוח מזהה כתנועה של בן אדם.

הנקודות הנעלמות

מתבוננים בנקודה הצהובה במרכז התמונה ומפעילים את תנועת הרקע. מה קורה לנקודות הירוקות כאשר הרקע מסתובב? כשהרקע מסתובב הנקודות הירוקות מופיעות ונעלמות לסירוגין. במצב ללא תנועה המוח מנתח את כל הפרטים בתמונה ואנו רואים אותה במלואה. כשהרקע נע, התנועה מושכת תשומת לב והנקודות הקבועות "נמחקות" משדה הראיה שלנו. למוח יש משאבים מוגבלים של קשב ולכן כשהוא מתמקד בעיבוד התנועה, הוא אינו מעבד את הנקודות הקבועות. אשליה זו התגלתה בשנת 2001 על ידי חוקרי מוח ממכון ויצמן.

הזוג המאושר

מניחים את המסכה על פני החתן והכלה ומגלים משהו מפתיע! לחתן ולכלה בתמונה אותם פנים, אבל הפרטים החיצוניים גורמים לנו לחשוב שהם שונים. בזיהוי פנים, המוח מתייחס לראש כיחידה אחת. קשה לנו לנתח בנפרד את תווי הפנים בלי להיות מושפעים מצורת הראש ומההקשר לתמונה כולה. לכן איננו שמים לב לזהות בין פני החתן והכלה.

הפנים ההפוכות

בודקים האם העיניים והפה מתאימים לתמונה. המוח מתמחה בזיהוי פנים. אבל מכיוון שאיננו רגילים לראות פנים הפוכות, המוח לפעמים עושה טעויות בעיבודן. כדי לזהות פנים המוח מעבד את תווי הפנים ואת היחסים ביניהם. פנים ישרות עם עיניים ופה הפוכים נראות לנו מעוותות בגלל שאין התאמה בין כיווני האיברים. כשהופכים את הפנים, המוח מאבד את הרגישות ליחסים בין האיברים, ולכן איננו רואים את הפנים ההפוכות כמעוותות.

הפנים ההפוכות | الوجه المعكوس | The Upside-down Face

אורי ההפוך

מנסים לזהות את פניו של אורי מבין הפנים ההפוכות. המוח האנושי מתמחה בזיהוי פנים. אבל מתברר שאנחנו פחות טובים בזיהוי פנים הפוכות. פנים אנושיות נבדלות בצורת תווי הפנים ובמרחקים היחסיים ביניהם. לדמויות בתמונה אותם איברי פנים, אבל המרחקים ביניהם שונים. כשהופכים את הפנים, המוח מאבד את הרגישות ליחסים בין האיברים, הפנים ההפוכות נראות לנו כזהות.

קרדיטים

אוצרי תערוכה: ד"ר אורן שריקי וד"ר אמיר בן שלום

יועץ מדעי: פרופ' פיטר הילמן

כתיבה מדעית: ד"ר אילנה ציון גולומביק וד"ר איתי אשר

עיצוב התערוכה: אייל וליאורה טל פוגל

יעוץ עיצובי: סטודיו חנן דה לנגה

עיצוב גרפי: סטודיו רותי קנטור

ביצוע גרפי: עידית אנגמר פרידמן וקטי גורנדה

מוצגים ממוחשבים: הילה דר וחובב אופנהיים

ניהול הפקה: אורי סיני

בנייה והפקה: צוות טכני מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים

מוזיאון המדע
ע"ש בלומפילד
ירושלים

متحف العلوم
على اسم بلومفيلد
القدس

Bloomfield
Science Museum
Jerusalem