נקודת מבט

Point of view ● من زاويةٍ اخرى

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



ג'ונתי הורביץ הוא אמן ומדען הפועל בקו התפר שבין אמנות, מתמטיקה ופיזיקה ונחשב חלוץ עולמי בתחום הפיסול האנמורפי והאמנות המטמורפית. עבודותיו נשענות על מחקר מדעי מתקדם, ובכלל זה ננו־טכנולוגיה, אופטיקה, הנדסה קוונטית ותורת היחסות. עבודותיו פורצות הדרך חוקרות את גבולות התפיסה האנושית ומציעות חוויית מבט המשתנה בהתאם לנקודת המבט. באמצעות שילוב ייחודי בין דיוק מדעי לדמיון פיסולי, הורביץ יוצר פסלים ויצירות קיר המתקיימים בין מציאות לאשליה, בין חומר לרעיון.

ד"ר יפעת דוידוף, מנהלת הקריאייטיב, שותפה לתהליך הפיתוח הרעיוני של היצירות ופועלת לגיבוש השפה הקונספטואלית, ההקשרים התרבותיים ואופני התקשורת של היצירות עם קהל הצופים. יחד הם מפתחים דרכי הנגשה וחוויה המסייעות לקהלים רחבים להתקרב אל הרעיונות המדעיים והפילוסופיים שבבסיס העבודות.

שיתוף הפעולה בין הורביץ לדוידוף מבוסס על דיאלוג מתמשך בין מדע לאמנות, בין אינטואיציה למחקר, ומילא תפקיד מכריע ביצירת העבודות המוצגות בתערוכה זו. המחשבה והעשייה המשותפות של השניים הולידו גוף עבודות החוקר את טבע התפיסה האנושית ומזמין את הצופה לבחון מחדש את האופן שבו אנו רואים, מבינים ומפרשים את העולם.


נקודת מבט
Point of view
من زاويةٍ اخرى
Nanotechnology and Art
تقنيّة النانو والفن
ננו־טכנולוגיה ואמנות
הגמה
عرض علمي
Science demonstation

היסטוריה של
האמנות האנמורפית

האמנות האנמורפית היא מסע מרתק בין מדע, אמנות ותפיסה אנושית, מהרנסנס ועד לטכנולוגיות המתקדמות של ימינו.

הרנסנס (המאות ה־15–16)

התחום נולד מתוך חקירה מדעית של הראייה. לאונרדו דה וינצ'י היה מן הראשונים שחקרו כיצד דימוי משתנה כאשר מתבוננים בו מזוויות שונות. אמנים השתמשו בטכניקה גם כדי לבטא רעיונות פילוסופיים, כמו הגולגולת הנסתרת בציורו של הולביין, המזכירה לנו את נוכחותו המתמדת של המוות.

המאות ה־17–18: אמנות הסוד

האמנות הפכה לכלי להצפנת מסרים פוליטיים. ציורים שנראו מופשטים חשפו דימויים נסתרים כאשר התבוננו בהם דרך מראה גלילית. בד בבד, חוקרים ומתמטיקאים כמו ז'אן פרנסואה ניסרון הפכו את התחום למדויק ומדעי.

המאה ה־20: תחייה מחודשת

לאחר תקופה של שכחה, האמנות האנמורפית חזרה אל הבמה בשנות ה־70 של המאה ה־20. אמנים כמו שֶׁרין מילר החיו את הטכניקות העתיקות והעניקו להן ביטוי מודרני ואקספרסיבי.

המאה ה־21: קפיצה דיגיטלית

כיום, בזכות מחשבים ואלגוריתמים, אפשר ליצור פסלים תלת־ממדיים אנמורפיים מורכבים ביותר. אמנים דוגמת הורביץ ודוידוף משתמשים בפיזיקה ובכלים דיגיטליים כדי להפיק דימויים מדויקים מתוך כאוס צורני.

המדע בן ימינו מאפשר גם יצירה בקני מידה חסרֵי תקדים: מִפְסלים גדולים מאוד ועד פסלים ננומטריים, כמו הפיל הזעיר (הקטן ביותר בעולם!) המוצג בתערוכה זו, הנוצרים באמצעות טכנולוגיות מתקדמות ואינם נראים לעין ללא מיקרוסקופ.

האמנות האנמורפית מלמדת אותנו שיעור עמוק: המציאות אינה רק כפי שהיא נראית, אלא כפי שאנו בוחרים להתבונן בה.

אני האבוד



מראה על גבי
אלומיניום צבוע

2016

התכנסות התודעה (סינגולריות)



ברונזה ופלדת

אל-חלד

2016

עזור לי
לעזור לך



שמן על קנבס

2014

ידי פרפר



נחושת צרובה

2018

פיזיקה
זה מצחיק



שרף (רזין)
שקוף למחצה

2013

ירושלים



ניקל ופלדה

2012

הצבעים שבחיי



פולימר פוטו-פולימרי (מוקשה באור) ופלדת אל-חלד

2023

האור הנגלה



אקריליק על קנבס

2026

מופעי הירח



אקריליק על קנבס

2013

אדוות
של דורות



אבן חול ופלדה

2008

הוגה דעות



שרף (רזין), פלדה
ופרספקס

2010

רסיסי צורה



פרספקס ואקריליק

2024

אמנות מטמורפית

אמנות מטמורפית היא יצירה שאפשר לראות בה שני דימויים שונים, בהתאם למרחק של העין המתבוננת מן היצירה. התופעה נובעת מהאופן שבו המוח מעבד מידע חזותי. פרטים עדינים נתפסים מקרוב, ואילו המבנה הכללי של התמונה מתגלה ממרחק. בעבודות אלו, עיקרון זה מיושם באופן מכוון. באותה יצירה משולבים שני דימויים שונים: האחד מורכב מפרטים קטנים ועדינים, הנראים מקרוב, והאחר מתגלה מתוך המבנה הכללי – הצורה, הצבע והניגודיות – כאשר מתרחקים מן היצירה.

כך נוצרת חוויה משתנה: תנועה של הצופה במרחב משנה את מה שהעיניים רואות. היצירה חושפת בפנינו כיצד המוח בונה משמעות מחיבור של פרטים קטנים לתמונה שלמה.

העץ המתבונן

שיתוף פעולה עם האמן
והחבר מעורר ההשראה
פול ביל



הדפס ג'יקלה (Giclée)
על נייר כותנה, מוצמד
לאלומיניום

2025

ההר
הרואה
ונראה



הדפס ג'יקלה (Giclée)
על נייר כותנה, מוצמד
לאלומיניום

2025

אנמורפוזה חרוטית

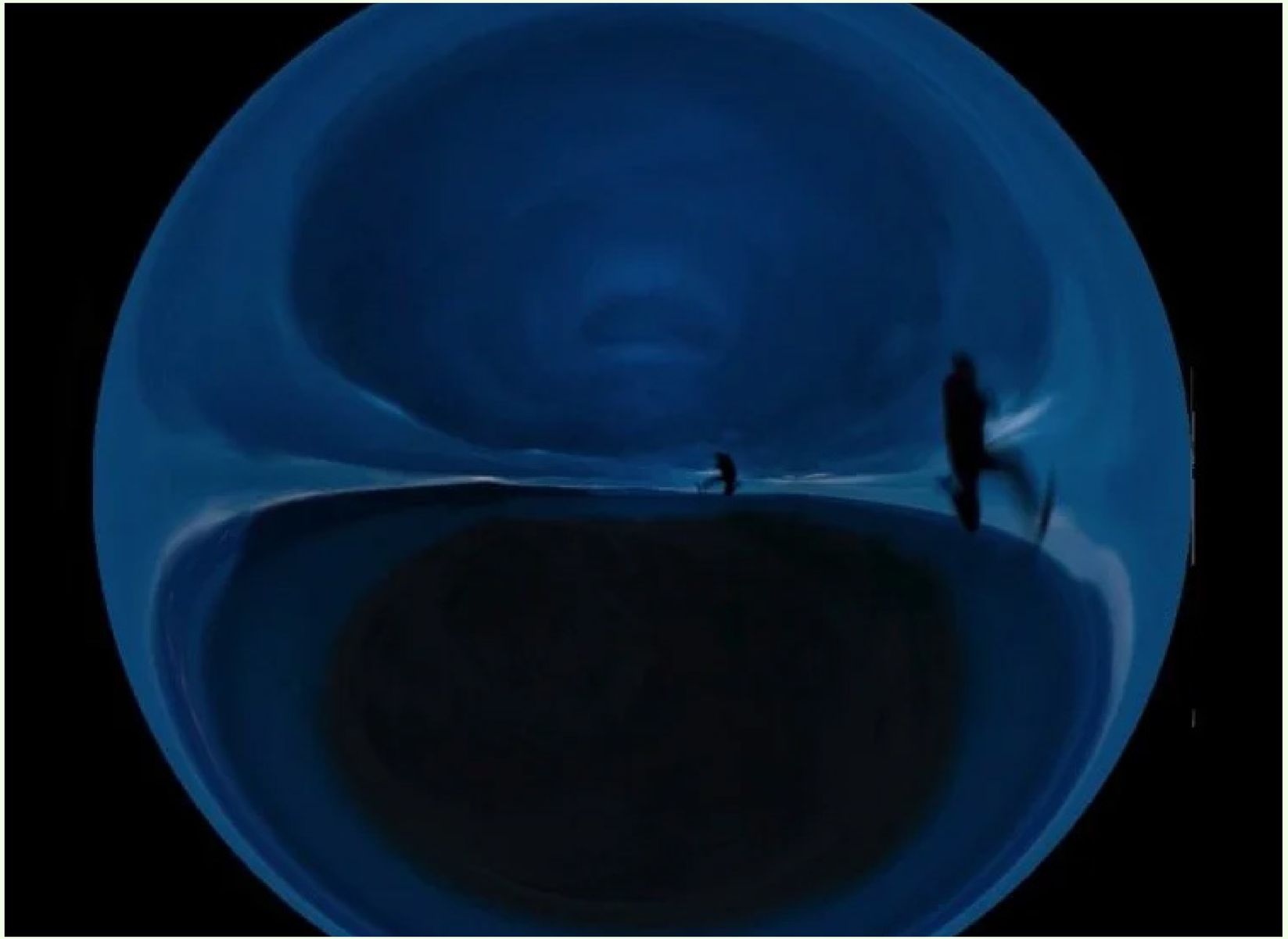
אנמורפוזה חרוטית היא אשליה אופטית מרהיבה, שבה דימוי מעוות על משטח שטוח הופך לתמונה ברורה על ידי השתקפות במראה בצורת חרוט. כמו בכל השתקפות במראה מעוגלת, גם כאן האור מתעקם, אך בצורה מדויקת ומחושבת הרבה יותר. המראה החרוטית מארגנת את הדימוי מחדש: פרטים הנמצאים במרכז נמתחים החוצה ואחרים מתכנסים פנימה. מה שנראה במקור כאוסף קווים חסרי סדר מתגלה בהשתקפות כתמונה שלמה וברורה.

צורתו הייחודית של החרוט הופכת את התהליך למורכב במיוחד. קצה החרוט הוא נקודה זעירה שמרוכז בה מידע חזותי רב, ולכן לכל אי־דיוק יש השפעה רבה על כל התמונה. ייצור מראה חרוטית ברמת דיוק של מיקרונים יחידים הוא משימה מורכבת ביותר: יש לעבד את החרוט בדיוק גאומטרי מוחלט וללטש אותו עד לקבלת פני שטח חלקים לחלוטין.

בעבור אמנים כמו ג'ונתי הורביץ, תכונות אלה של אור ושל מראות הן גם אתגר וגם הזדמנות יצירתית. יצירות המבוססות על אנמורפוזה חרוטית ממשיכות מסורת מדעית הנמשכת מתקופת הרנסנס ועד היום ונשענות על ידע מתחומי הגאומטריה והפיזיקה. הן באות להזכיר לנו שעיוות אינו טעות, אלא סדר המתגלה כאשר מתבוננים בו בדרך הנכונה.

אנמורפוזה חרוטית חושפת תמונה נסתרת – אך היא מגלה גם הרבה יותר מזה: היא חושפת את הריקוד המורכב בין אור, גאומטריה ותפיסה אנושית, ומדגימה כיצד עיוות יכול להפוך לאמת חזותית מרהיבה.

היגיון



מסך ופלדת אל-חלד

2023

ריקוד



מסך ופלדת אל-חלד

2023

צופה ומביט



פלדת אל-חלד,
אלומיניום, נייר כותנה
ודיו

2020

האת/ה שבתוכי



פלדת אל-חלד,
אלומיניום, נייר כותנה
ודיו

2024

בדידות שלווה



פלדת אל-חלד,
אלומיניום, נייר כותנה
ודיו

2024

הדים



פלדת אל-חלד,
אלומיניום, נייר כותנה
ודיו

2021

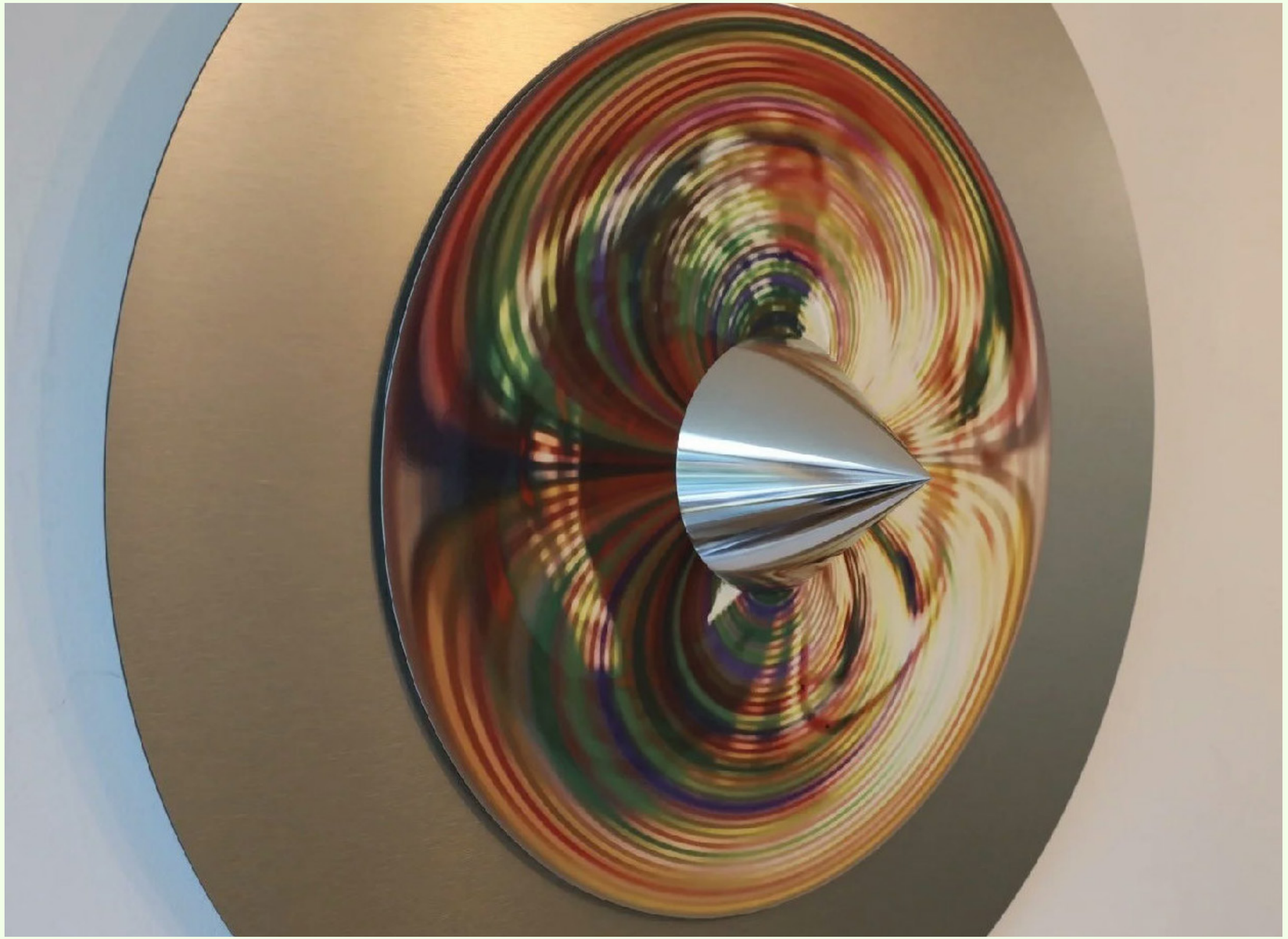
פרידה



פלדת אל-חלד,
אלומיניום, נייר כותנה
ודיו

2024

מנדלה:
להבין שלום



פלדת אל-חלד,
אלומיניום, נייר כותנה
ודיו

2024

מבט גבוה



פלדת אל-חלד,
אלומיניום, נייר כותנה
ודיו

2024

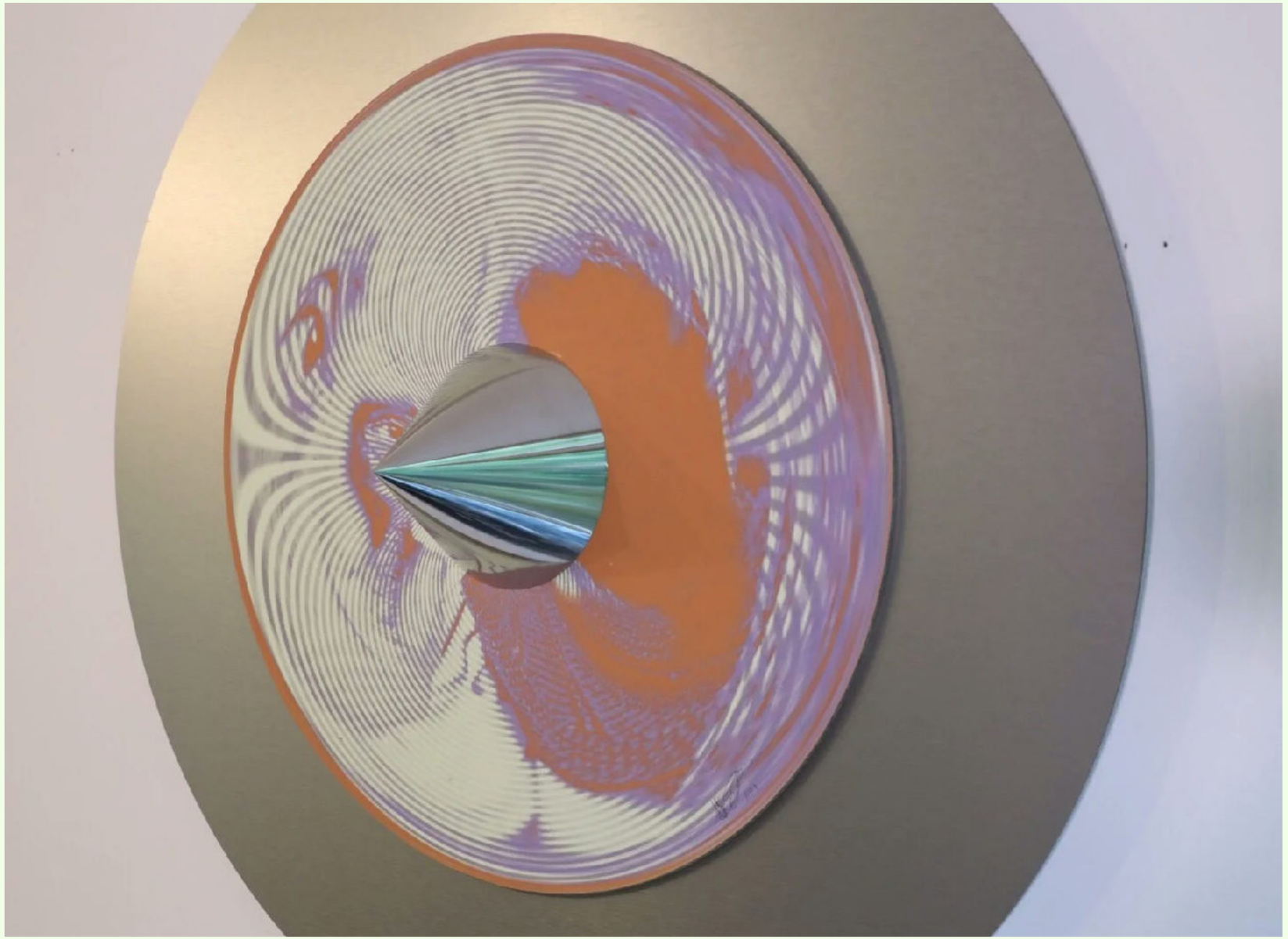
מהצד השני



פלדת אל-חלד,
אלומיניום, נייר כותנה
ודיו

2024

מחשבותיו של גאון בפיסיקה



פלדת אל-חלד,
אלומיניום, נייר כותנה
ודיו

2020

ננו־טכנולוגיה ואמנות

ננו־טכנולוגיה היא תחום בתכנון וביצירה של מערכות זעירות ביותר, שגודלן נמדד בננומטרים, שהם מיליוניות המילימטר. עצמים בקנה מידה כזה הם קטנים אלפי מונים מגרגר אבק ואינם נראים לעין האנושית. באמצעות כלים מדעיים מתקדמים אפשר כיום לבנות מבנים ננומטריים מדויקים להפליא, בתהליכים דומים לאלה המשמשים לייצור שבבים אלקטרוניים.

כניסתן של טכנולוגיות אלו לעולם האמנות הולידה תחום חדש: ננו־אמנות, יצירות שאפשר לראותן רק באמצעות מיקרוסקופים. כלים המשמשים למחקר ולפיתוח טכנולוגי החלו לשמש גם ליצירת אמנות, והמדע עצמו הפך לפיכך לאמצעי אמנותי.

ננו־פסלים כגון זה שלפנינו נוצרים באמצעות טכנולוגיה הנקראת ליתוגרפיה בקרן אלקטרונים (Electron Beam Lithography). בטכנולוגיה זו קרן אלקטרונים ממוקדת משנה את החומר בנקודות שנבחרו בדייקנות ויוצרת את הצורה הזעירה. תהליך זה מבוסס על התנהגותם של אלקטרונים בקני מידה זעירים ונשען על עקרונות מתחום הפיזיקה הקוונטית. כדי שיהיה אפשר לראות את הפסל באמצעות מיקרוסקופ מצפים אותו בשכבה דקה של מתכת, לרוב זהב או כסף.

הפסל הענק השביר נוצר בהשראת הפיל, בעל חיים גדול ורב עוצמה שכיום נשקף לו איום. הרס יערות, ציד ושינויים סביבתיים מצמצמים את מרחבי המחיה של הפילים והופכים גם אוכלוסיות גדולות לשבריריות ופגיעות. היצירה, כמו הפיל כיום, משלבת עוצמה ושבריריות.

היצירה הענק השביר מחברת בין זעיר לענק ומזמינה אותנו לחשוב מחדש על חומר, תפיסה והישרדות, ולהבין שגם מה שנראה חזק ויציב עשוי להיות עדין ופגיע. הפסל שלפניכם הוא מס' 2 בסדרת פסלי הענק השביר. הפסל המקורי, הזהה לו בגודלו נפל ונפגם בדרכו מתערוכה בארץ רחוקה לביתו בסטודיו. הפסל המוצג בתערוכה (מס' 2 בסדרה זו) יוצר בעזרת המחלקה לפיזיקה קוואנטית שימושית ביחידה לננו־טכנולוגיה באוניברסיטה העברית.

הענק השביר



בתודה לפרופ' ניר בר-גיל
ויהודית גרסיה מהמכון
לפיזיקה יישומית,
מעבדת מרכז ברוידא,
האוניברסיטה העברית
בירושלים

זהב וטכניקה מעורבת

2014

אנמורפוזה גלילית

פסלים אנמורפיים הם מפגש מרתק בין אופטיקה, גאומטריה וחישוביות. במבט ראשון הם נראים כצורות מופשטות ומעוותות, אך כאשר מתבוננים בהם דרך מראה גלילית מבריקה, מתגלה לפתע דימוי ברור ומציאותי. אין כאן קסם, אלא פיזיקה. קרני האור המוחזרות מן הפסל מתעקמות דרך המראה הגלילית ומגיעות לעין הצופה, הרואה צורה בעלת פרופורציות שונות מאלה של הפסל המקורי.

האשליה נוצרת על ידי שילוב ידיים בין מתמטיקה לחומר. ג'ונתי הורביץ מתחיל בסריקה תלת־ממדית של הדימוי ואחר כך מפעיל אלגוריתמים מורכבים שרבים מהם מבוססים על הקבוע המתמטי π, פאי. כל יצירה מבוססת על מיליארדי חישובים המקודדים את הגאומטריה של מעגלים ועקומות.

פאי, המספר המוכר לכולנו מן הלימודים בבית הספר, מתאר את היחס בין היקף המעגל לקוטרו ובין שטח הפנים והנפח של כדור לבין הקוטר שלו, ולכן הוא ממלא תפקיד מרכזי בהבנת האופן שבו אור מתעקם ומוחזר. ביצירות אלו פאי אינו רק מספר, אלא חלק מחוויה מוחשית של פרופורציה וצורה.

תהליך העבודה של הורביץ משלב מדע ואמנות וממשמש עקרונות אופטיים שנוסחו כבר בתקופת הרנסנס באמצעות כלים דיגיטליים עכשוויים. היצירות מזמינות אותנו לא רק להתפעל ולהתרגש, אלא גם לחוות את היופי של המתמטיקה והפיזיקה באופן ישיר ואינטואיטיבי.

ילדות צבעונית



כסף טהור ופלדת
אל-חלד

2021

בית



גבס, אקריליק,
טיטניום ופלדה

2026

גלגולו
של פרפר



גבס, אקריליק,
טיטניום ופלדה

2024

המלכה איתריום



אלומיניום ופלדת
אל-חלד

2021

נסיקת
הסוס האדום



נחושת, פלדת אל-חלד
ואקריליק

2022

יד מושטת



ברונזה גולמית
ופלדה

2016

הלא-עצמי



אבן חול ופלדה

2008

מדיטציה משותפת (יין ויאנג)



נחושת, פלדת אל-חלד

2023

יום ארוך בפרטוריה עם צפרדע



ברונזה ופלדת

אל-חלד

2018

תודעה



ברונזה ופלדת

אל-חלד

2017

צפרדע
חץ הרעל



גבס, אקריליק,
טיטניום ופלדה

2022

אלכימיה של זינוק



נחושת, צבע שמן,
פלדת אל-חלד,
אקריליק, צביעה ידנית

2024

חתול המזל



ברונזה לבנה ופלדה

2013

ערבסקה



נחושת, כסף טהור,
פלדת אל-חלד
ואקריליק

2021

פורה וידה:
אילנית
אדומת עין



גבס, אקריליק,
טיטניום ופלדה

2018

קחו את ההזדמנות וקלעו!



נחושת, צבע, פלדת
אל-חלד ואקריליק

2024

סוד הג׳ונגל



פי-וי-סי (PVC),
ויניל, דיו ופלדת
אל-חלד

2026

פרספקטיבה אלכסונית

הפסלים האנמורפיים האלכסוניים של ג'ונתי הורביץ ויפעת דוידוף מזמינים אותנו להתבונן מזווית חדשה ומפתיעה בפעולת הראייה עצמה.

מרוב הזוויות היצירות נראות מפורקות ומופשטות, אך מנקודת מבט מדויקת אחת כל האלמנטים מתארגנים והופכים לתמונה ברורה. תופעה זו נובעת מהגאומטריה של קווי הראייה ומהקשר בין צורת האובייקט לבין זווית ההתבוננות. עיקרון זה הוא הבסיס לפרספקטיבה הלינארית, השיטה שאפשרה לאמני הרנסנס לצייר עומק על משטח שטוח. כאן עיקרון זה מפיח חיים בפסלים תלת־ממדיים.

כבר בתקופת הרנסנס, אמנים כמו לאונרדו דה וינצ'י והנס הולביין הבן יצרו ציורים ופסלים שאפשר לפענח רק מזווית מסוימת. בציור השגרירים של הולביין, למשל, גולגולת מעוותת מתגלה רק במבט מן הצד – תזכורת לכך שהתפיסה תלויה בנקודת המבט.

ביצירתו של הורביץ Hurwitz Singularity, חלקים שנוצרו באמצעות סריקה תלת־ממדית פזורים במרחב כך שהם מתלכדים לפנים אנושיות רק כאשר מתבוננים בהם מנקודת מבט אחת מסוימת. ביצירה Oblique Horse, צורה מופשטת הופכת לדמות של סוס שועט כאשר אנו מסתכלים בה בדיוק מן המקום הנכון.

יצירות אלו מדגימות שלא רק מה שאנחנו רואים חשוב, אלא גם איך או מנין אנחנו רואים אותו. הן מראות שהתפיסה היא תהליך מדעי המבוסס על זוויות, קווים ויחסים במרחב, והופכות את הצופה לחלק מהיצירה.

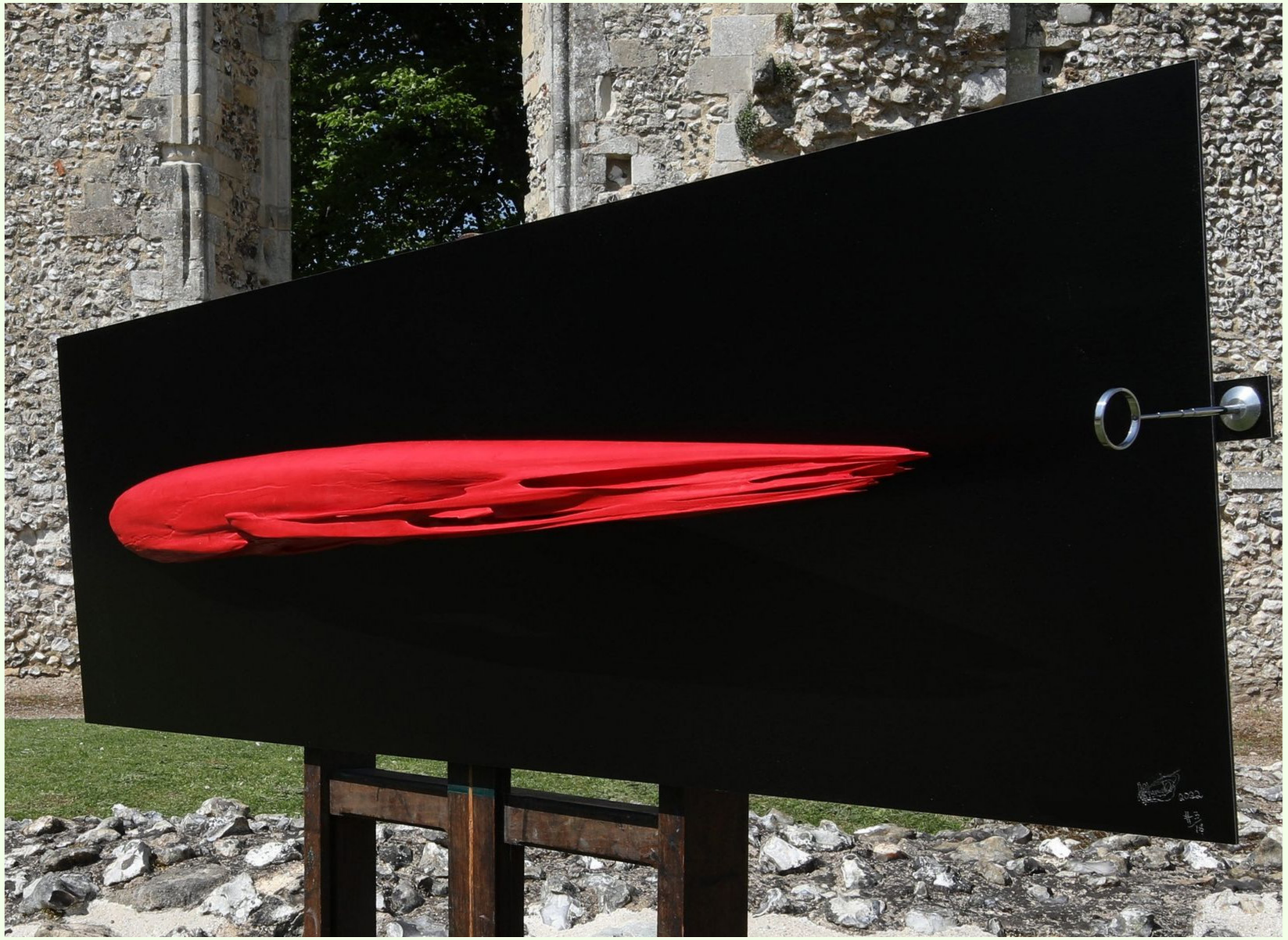
דהירה



אלומיניום, שרף (רזין)
וצבע

2024

הזמן טס כשנהנים



פולימר תרמוסטי
ואלומיניום

2025

המוח
אשליית

מערכת הראייה האנושית אינה מצלמה פסיבית, אלא עורך פעיל מאוד. ברגע שבו האור פוגע בעין, המוח מתחיל לסנן את המידע, לארגן ולפרש אותו. הוא מחפש דפוסים פשוטים: קווים, צבעים וצורות, ומנסה לבנות מהם משמעות עוד לפני שאנחנו ערים לכך.

היצירות בתצוגה זו מנצלות בדיוק את התהליך הזה. הן מציגות גירויים חזותיים מינימליים או מפתיעים המאלצים את המוח "להשלים את החסר".

כאשר אנו מביטים במראֶה בלתי צפוי המוח מתאמץ לחפש היגיון, גם אם הוא איננו קיים. זהו מנגנון טבעי: הרצון למצוא סדר בתוך כאוס. כך הופך הצופה לחלק מניסוי תפיסתי. מה שאנו "רואים" אינו רק הדימוי, אלא גם תוצאה של דיאלוג פנימי בין העין לזיכרון. האמנות הזאת חושפת אמת יסודית: אנחנו לא רק רואים את העולם — אנחנו מפרשים אותו.

באמצעות צמצום לצורות ולצבעים בסיסיים, האמן חושף את הדרך שבה אנו תופסים את העולם והופך את ההתבוננות למשחק פסיכולוגי שבו המוח הוא הגיבור הראשי.

קרדיטים

אמן

ג'ונתי הורוביץ

ניהול אמנותי

יפעת דוידוף

ניהול הפקה

אורי סיני

עיצוב התערוכה

איל פוגל

הפקה

צוות בית המלאכה של מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים

עיצוב גרפי

נבו ארן ללזר

ניהול פרויקט

שיר פרי