

תחומים

בעקבות סיפרו של Steven Johnson

How We Got to Now

נאסף ונערך בעברית ע"י פרופ' צבי קם

הספר בחר בששה תחומים שהביאו אותנו לעולם המודרני

האם תוכלו לחשוב על תחומים כאלה?

הנושאים שבחר ג'ונסון הם:

זכוכית

קור

קול

נקיון

זמן

אור

נעבור על כל נושא וננסה לאסוף את כל ההמצאות שקשורות אליו, ומה משמעותן לחיינו המודרניים.

זכוכית

זכוכית SiO_2

התרכובת הנפוצה ביותר בקליפת כדור הארץ.

למה חיים לא נוצרו מסיליקט?

נקודת היתוך גבוהה $1400\text{--}1600^\circ\text{C}$ ואינה פעילה כימית



חיפושית זכוכית במרכז תכשיט זהב

בקבר תות-אנך אמון

הפניקים - ייצרו בקבוקי זכוכית לבשמים.

גוון חלבי ירקרק ואח"כ גם שקוף

וצבעוני, תלות בסוג החול

והמתכות בו



בקבוקי יין היו נפוצים באימפריה הרומית, והשתמשו בזכוכית

לחלונות

1204 נפילת קונסטנטינופול – הגירת אומני זכוכית לוונציה
1291 כורי הזכוכית גורמי שריפות בוונציה הבנויה בתי עץ –
בתי המלאכה לזכוכית הוצאו מהעיר לאי מורנו. (זכוכית מורנו)
כמרים השתמשו בזכוכית מגדלת ובמשקפי קריאה כדי לעיין בכתבים
לאור נר.

Angelo Barovier ~1400

מוסיף לזכוכית אפר מאצות ים (עשיר במנגניז ופוספט) ומקבל
זכוכית קריסטל – שקופה: מאיץ את ייצור עדשות למשקפי קריאה.

נפוצות מראות זכוכית מצופה באמלגם בדיל – כספית:
בניגוד למשטחי מתכת מבריקים, ציפוי אחורי לזכוכית יציב יותר.
אנשים רואים את עצמם (sefli) ולכן גם מבקשים ציור פורטרטים.

1440 גוטנברג פותח בית דפוס: ספרים נעשו נפוצים וזולים יותר

ונדרשים יותר משקפי קריאה

Hans & Zacharias Janssen 1590

אב ובנו, מלטשי עדשות משקפיים. בונים מיקרוסקופ משתי עדשות

20 שנים אח"כ בונים טלסקופ מעדשות ומראות

Robert Hook 1660

בונה מיקרוסקופ ומדווח על "תאים" בחתכי פקק דקים

Hans Lippershey

רושם פטנט לטלסקופ

1 גלילאו בונה טלסקופ ליפרשי ומגלה את ירחי יופיטר

החשיבות: נוגד תורת אריסטו שכל גופי השמיים מסתובבים סביב הארץ

עדשות מאפשרות הדמיה לציור וצילום

Charles Vernon Boys

יורה מקשת סיבי זכוכית. חוזק למאזני פיתול ולפייברגלס,

Corning 1970

סיבים אופטיים להעברת פולסים של אור למרחק - זכוכית נקיה

במיוחד, "עטופה" בחמר מחזיר ששומר את האור בתוך הסיב

זכוכית – שפופרות ואקום, מנורות אור, חלקיקים יסודיים, טלויזיה,

Adaptive Optics

תיקון עוותי אטמוספירה בטלסקופים.

לא ניתן לסגור פרק על הזכוכית מבלי להזכיר את חשיבות אחד משני היסודות המרכיבים את הזכוכית: סיליקון – Si

זכוכית, היא נוזל צמיג ומבודד בטמפרטורת החדר. **מדוע נוזל?** סיליקון נקי מתגבש באופן מסודר, והוא גם מבודד. כשמכניסים לגביש "זיהומים" באופן מבוקר יוצרים חצאי מוליכים.

קור

בניגוד לחימום - האדם למד לשלוט באש משחר קיומו - קירור לא
נעשה באופן מלאכותי עד לפני כ-150 שנים!

גלידה -

אלכסנדר מוקדון נהנה מתערובת קרח ונקטר.
נירון קיסר שלח רצים להביא קרח מההרים לערבב במשקאותיו.
הסינים נהגו לאכול רסק קרח ופרות, ומרשם השרבט כנראה הובא
לאיטליה ע"י מרקו פולו, ומופיע על שולחנות מלכים באנגליה, צרפת
ואיטליה.

1660 מרשם סיציליאני של חלב, קרח שמנת חמאה ובצים המוגש

ב-Café Procope בפריז

1770 מופיעה גלידה בתפריטי בתי קפה בארה"ב אך הופכת למוצר נפוץ
רק עם התפתחות בתי קירור לאיכסון קרח.

חשיבות הקירור לשימור מזון גדילה עם צרכי אספקת מזון לערים גדולות

Frederick Tudor 1834

החליט לשלוח קרח באניות מבוסטון לדרום החם. נחשב למשוגע, אך
גרם לפיתוח שיטות בידוד קור (שני קירות עם קש ביניהם) בנית בתי
קירור לעיבוד שימור ואיחסון בשר (עד אז - בשר מומלח ומיובש) ומשלוח
מזון בקירור ברכבות, אוניות ועגלות.
תוך פחות ממאה שנים כל בית בארה"ב החזיק מקרר וקנה בלוקים של
קרח לקירורו.

Sadi Carno 1824

עם התקדמות הטרמודינאמיקה, קרנו הוגה את "מכונת קרנו" ממנה ניתן לפתח רעיון של שימוש באנרגיה מכאנית לחימום וקירור.

Dr. John Gorrie 1851

מקרר בפלורידה חדרי חולים בקרח תלוי מהתקרה, כדי להחליף "אוויר רע". מפתח מקרר ע"י דחיסת ושחרור אוויר, אך פטנט קודם של

Jacob Perkins

1835 מאנגליה ("אבי המקררים") הכשיל אותו.

Ferdinant Carré 1861

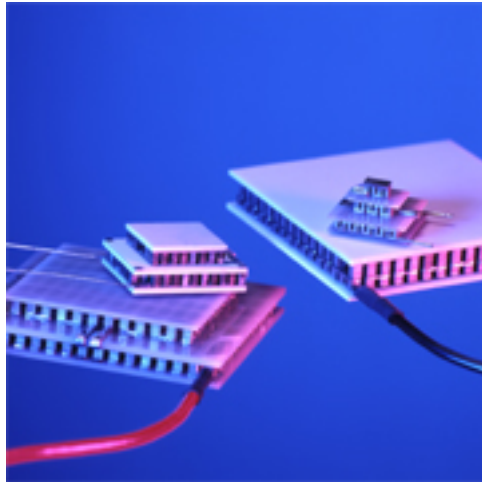
מקרר אמוניה. נפוץ בדרום בזמן מלחמת האזרחים כשמשלוחי קרח מהצפון נפסקו.

Clarence Birdseye 1912

שימור מזון בהקפאה -> TV dinner

Willis Carrier 1902

מזגני אויר - הביא לגידול דרמטי של ערים בדרום ארה"ב



Peltier cooling

אפקט פלטייה של חימום / קירור בהזרמת זרם בצומת מתכות, המקביל ליצירת מתח בין צמתות הנמצאות בטמפרטורה שונה.

משמש למקרר קטן במכונית, וקירור אלמנטים אלקטרוניים

קירור הכרחי באלקטרוניקה:

קירור החום הנוצר במעבדי מחשבים

על מחשבים מוטבלים בחנקן נוזלי

קירור גלאים (CCD) להורדת הרעש הטרמי בתמונות באור נמוך

קירור גלאי אינפרא-אדום

קול

קול האדם מאפשר תקשורת הדיבור ושירה

Édouard-Léon Scott de Martinville 1857

פטנט לרישום קול - פונאוטוגרף - ויברציות מפזרות אבקת פחם.
אך אין אמצעי לשמיעת ההקלטה...

Thomas Edison 1877

פונוגרף רושם ומנגן

Alexander Graham Bell

טלפון - התמרת גלי קול לזרמי חשמל

צרכי השמוש בטלפון הביאו להקמת מעבדת בל, בה פותחו הרדיו,
שפופרות ואקום להגברת סיגנלים חשמליים, קוים קואקסיאליים
למשלוח סיגנלים ללא רעש למרחקים, הטרנזיסטור, תאי שמש, חשמל
לתחנות הגברה מרוחקות, לייזרים, מיקרומעבדים, מחשבים, טלפונים
סלולאריים, סיבים אופטיים ועוד.

ראה y.BellLabs.pptx

רדיו - מרקוני

טלגרף - מורס

רמקולים - הפגנות המוניות

סונארים - גילוי צוללות. מחקרים גיאולוגיים וחיפוש נפט.

אולטרה-סאונד ברפואה

קידוד דיגיטאלי לקול - קבצי אודיו ווידאו

תיכנון אקוסטי - לאולמות, לרמקולים, לבידוד רעש בחדרי מכוניות

ביטול רעש - ע"י יצירת גל הגורם להתאבכות שלילית.

כלי נגינה

נקיון

נקיון - קשור בטהרה וקדושה ביהדות.
אולי מהבנה של הקשר לבריאות והפצת מחלות: החולים בודדו מחוץ
למחנה מאז יציאת מצריים.

הצורך בפינוי ביוב הוא תוצאה של גידול הערים.
הרומאים הבינו צורך זה ובנו אקוודוקטים לאספקת מים לערים,
ומערכות ביוב עם צנורות חרס לפינוי.
המגפות בימי הביניים התפשטו בגלל חוסר הגיינה בערים ובכפרים
ביוב נשפך לתעלה במרכז הרחוב ונספג לאדמה בשטחים פתוחים.
1370 בפריז לאחר שהרחובות רוצפו, מערכת תת קרקעית לביוב
שהחלה במונמרטור, והתרחבה לכל העיר. רק אחרי מכה"ע השניה
מפעלים לעיבוד ביוב לפני שפיכתו לנהר.
לואי פסטר איבד שלשה ילדים שמתו מטיפוס.

1850 מרימים את הבתים בשיקגו (הבנויה באזור שטוח על אדמה לא
פורוזית) כדי לפרוס רשת ביוב מתחת לבתים, המתנקזת לנהר שיקגו
ולאגם מישיגן (ממנו נשאבים מי השתיה!!!)

תחבורה ציבורית להורדת זיהום סביבה

1863 הרכבת התחתית בלונדון Underground

1900 המטרו בפריז Metro

1900 סבוויי בניו-יורק Subway

1898 רכבת טורכית מירושליים ליפו, אח"ח רכבת העמק (חיפה-צמח,
שהמשיכה לדמשק, עפולה-שכם-טול כרם, חיפה-עכו: פס צר, 105
ס"מ), הרכבת החיג'אזית (רכבת מקנטרה דרך סיני ללוד ולחיפה,
והסתעפות מרפיח לבאר-שבע ומפתח-תקוה לראש העין, סה"כ 1100
ק"מ פסים).

2011 סיטיפס בירושליים

2013 מטרונית בחיפה

2020 אולי גם רכבת קלה בת"א

Ignaz Semmelweis 1847

הונגרי הממליץ לרופאים מיילדים לשטוף ידיים

John Shaw 1850

מראה שהתפשטות הכולרה בלונדון נגרמה ממי השתיה

Pasteur, Koch 1870

תרביות בקטריות בצלחת אגר לבדיקת רמת זיהום מים

John Leal

חיטוי בכלור מוריד תמותת חיילים במלחמת האזרחים האמריקאית

1908 מוסיף כלור לאספקת מי השתיה של ניו-ז'רסי ללא אישור...

1920 כלוריןציה של בריכות שחיה . Bleach לנקיון בבית.

סבון - ידוע מימי קדם לכביסת בגדים

חדרים נקיים ברמה של חלקיק בודד או פחות למ"ק - הכרחי לתעשייה

האלקטרונית (וגם להרכבת מערכות אופטיות)

זמן

יום-לילה: סיבוב הארץ סביב עצמו

חדש: ירח

שנה: סיבוב הארץ סביב השמש

גלילאו: מחזור מטוטלת אינו תלוי במשרעת – שֶׁעוֹן מטוטלת

חשיבות שעה מדוייקת – לניווט ימי וקביעת קו אורך

מטוטלת לא שמישה על ספינה – מטוטלת קפיץ, כרונומטרים ימיים

איפשרו פיתוח קוי אספקה ימיים סדירים לחמרי גלם (כותנה מהודו)

המהפיכה התעשייתית

– סינכרון תחילת וסוף יום העבודה במפעלים

Aaron Dennison 1850

ייצור המוני של שעוני כיס

Sears Roebuck

מכירה דרך קטלוג שהתחיל בעשרות דגמי שעונים

רכבות דרשו סינכרון בסקלה של כל היבשת – טלגרף איפשר כוון שעונים

1840 זמן גריניץ' באנגליה

מהנדס רכבות William Fi Allen 1833 מציע 4 אזורי זמן בארה"ב

W.A.Marrison 1928

גבישי קווארץ ששימשו לבחירת תדירות רדיו במקלטים, משמשים לשעון
דיוק מיקרושניות – מדידת שינויים באורך היום עקב גאות ושפל

שעונים אטומיים – דעיכה רדיואקטיבית – דיוק של ננו-שניות
מדידת התארכות זמן בתנועה לפי יחסיות פרטית
קביעת מיקום GPS מתבססת על טריאנגולצית מרחקים לשלושה
לווינים המשדרים גלי מיקרו בתדירויות מדויקות ביותר

אבל דעיכה רדיואקטיבית גם מאפשרת מדידת זמן של אלפי שנים –

Uranium & Carbon dating

אור

לפני 100,000 שנים - אש מזרדים יבשים

מנורות שמן זית - בבליים, רומאים, מאפשר בילוי בערב.

נרות שעווה מכוורות דבורים - ימי הביניים. בעיקר בשימוש נזירים.

1712 צייד לויתנים (sperm whale)

ראשתן (לשמן מנורות Spermaceti

(כי חשבו שזה זרע) ממיכל חלב הנמצא

בקודקודו.



הספר "מובי דיק" מספר מפיו של ישמעאל על קברניט

קטוע רגל, אחאב, היוצא לנקמה בלויתן ענק שגרם לו לאבד את רגלו.

1830 מנורות נפט. אור בהיר. איפשר התפתחות עיתונים לקריאה אחר

יום עבודה.

1879 אדיסון - פטנט למנורת חשמל מפתיל פחמן בואקום. קדמו לו

מנורות עם תיל דק של פלטינה או אירידיום, אך היו יקרות. הוא גם בנה

תחנות חשמל שסיפקו לניו-יורק ואח"כ ערים אחרות.

מרכז בינתחומי לפיתוח טכנולוגיות בחשמל, קול, ראינוע Menlow Park

בתיאטרון השתמשו בכדור מחומם של פחמת הסידן "lime light"
לצורך צילום - עם לוחות הצילום הלא רגישים הראשונים - שריפת
מגנזיום ואבק שריפה - נורת הבזק.

Charles Piazza Smyth

צילום בתוך פירמידות

Adolf Miethe & Johannes Gaedicke

מגנזיום וכלורט האשלגן $KClO_3$ יוצר הבזק אור

Jacob Riis

צילום מגורי פועלים בניו-יורק - הביא מצוקתם לידיעת הציבור

George Claude

ניזול אויר - בידוד ניאון

Tom Young 1920

מפעל לכיתוב במנורות צבעוניות מלאות ניאון, קסנון...

הפך לסמל מסחרי ל strip של לאס-ווגאס

מנורות פלואורוסצנטיות - יעילות יותר ממנורות להט

2000 יעילות פי 5 וללא חימום - LED

דיודות אור עם יעילות מתקרבת ל-100% וספקטרום צבעים רחב

הסרט מלחמת העולמות - תותח חום. ניבא את תותח הליזר
Gordon Gould (@Bell) & Hughes Aircraft industries
פטנט לליזר. מאבק ארוך עד שהוכר כקודם לפטנט של טאונס



Bar-code & laser scanner – Norman Joseph Woodland
ברקוד – מאפשר קניות מהירות בחנויות
עם מגוון מוצרים רחב



עם התפתחות זיהוי מהיר של תמונות - קוד מטריצה

תקשורת בסיבים אופטיים - ע"י אור מליזר

עדין לא ברור אם ניתן ליישום - שמש מלאכותית
ביקוע גרעיני בחום של קרני ליזר ממוקדות