# הסתברות וסטטיסטיקה

## פרק 2 - פעולות בין מאורעות (חיתוך ואיחוד) - מאורעות זרים ומכילים

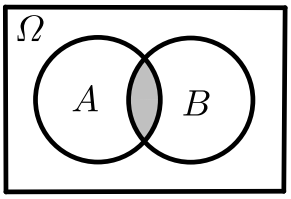
תוכן העניינים

1. כללי ..... 1

# פעולות בין מאורעות (חיתוך ואיחוד) – מאורעות זרים ומכילים:

## רקע:

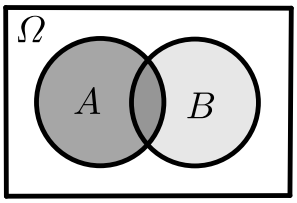
**פעולת חיתוך:**




נותנת את המשותף בין המאורעות הנחתכים.
חיתוך בין המאורע $A$ למאורע $B$ יסומן כך: $A\cap B$.
מדובר בתוצאות שנמצאות ב-$A$ וגם ב-$B$.

דוגמה:
בהטלת קובייה, למשל, האפשרויות לקבל לפחות 5 הן: $A=\{5,6\}$.
האפשרויות לקבל תוצאה זוגית הן: $B=\{2,4,6\}$.
החיתוך שביניהם הוא: $A\cap B=\{6\}$.

**פעולת איחוד:**



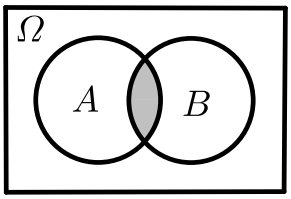

נותנת את כל האפשריות שנמצאות לפחות באחת מהמאורעות, ומסומנת: $A\cup B$.
הפעולה נותנת את אשר נמצא ב-$A$ או $B$.
כלומר, לפחות אחד מהמאורעות קורה.

דוגמה:
בהטלת קובייה האפשרויות לקבל לפחות 5 הן: $A=\{5,6\}$.
האפשרויות לקבל תוצאה זוגית: $B=\{2,4,6\}$.
האפשרויות לקבל לפחות 5 וגם תוצאה זוגית: $A\cup B=\{2,4,5,6\}$.

דוגמה (הפתרון נמצא בהקלטה):
סטודנט ניגש בסמסטר לשני מבחנים. מבחן בסטטיסטיקה ומבחן בכלכלה. ההסתברות שלו לעבור את המבחן בסטטיסטיקה הוא 0.9, ההסתברות שלו לעבור את המבחן בכלכלה הוא 0.8 וההסתברות לעבור את המבחן בסטטיסטיקה ובכלכלה היא 0.75.
מה ההסתברות שלו לעבור את המבחן בסטטיסטיקה בלבד?
מה ההסתברות שלו להיכשל בשני המבחנים?
מה ההסתברות לעבור לפחות מבחן אחד?


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**נוסחת החיבור לשני מאורעות:**




ההסתברות של איחוד מאורעות תחושב ע"י הקשר הבא:

$$P(A\cup B)=P(A)+P(B)-P(A\cap B)$$

**חוקי דה מורגן לשני מאורעות:**

$$\overline{A\cup B}=\bar{A}\cap\bar{B}$$

$$\overline{A\cap B}=\bar{A}\cup\bar{B}$$

$$P(A\cap B)=1-P(\bar{A}\cup\bar{B})$$

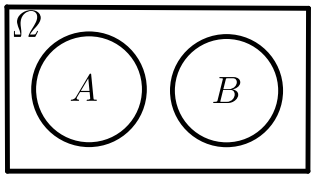
$$P(A\cup B)=1-P(\bar{A}\cap\bar{B})$$

**שיטת ריבוע הקסם:**

השיטה רלבנטית רק אם יש שני מאורעות במקביל בדומה לתרגיל הקודם:

| | $\bar{A}$ | $A$ | |
|---|---|---|---|
| $B$ | $P(\bar{A}\cap B)$ | $P(A\cap B)$ | $P(B)$ |
| $\bar{B}$ | $P(\bar{A}\cap\bar{B})$ | $P(A\cap\bar{B})$ | $P(\bar{B})$ |
| | $P(\bar{A})$ | $P(A)$ | 1 |

**מאורעות זרים:**




מאורעות זרים הם כאשר אין להם אף איבר משותף:
$A\cap B=\{\ \}$. כלומר, הם לא יכולים להתרחש בו זמנית.

ההסתברות של חיתוך המאורעות היא אפס: $P(A\cap B)=0$.

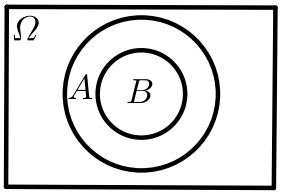
ההסתברות של איחוד המאורעות תחושב: $P(A\cup B)=P(A)+P(B)$.

דוגמה:

בהטלת קובייה, האפשרויות לקבל לפחות 5 הן: $A=\{5,6\}$ והאפשרות לקבל 3 היא: $B=\{3\}$, ולכן החיתוך ביניהם הוא אפס, כלומר: $A\cap B=\{\ \}$.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**מאורעות מוכלים:**




נתונים שני מאורעות $A$ ו-$B$, השונים מאפס.
נאמר שהמאורע $B$ מוכל במאורע $A$ אם כל איברי המאורע $B$ כלולים במאורע $A$ ונרשום: $B \subset A$.

מאורע $A$ מכיל את מאורע $B$ כל התוצאות שנמצאות ב-$B$ מוכלות בתוך מאורע $A$.

קשר זה מסומן באופן הבא: $B \subset A$.

$$A \cap B = B \quad P(A \cap B) = P(B)$$
$$A \cup B = A \quad P(A \cup B) = P(A)$$

למשל: $A = \{2,4,6\}$, $B = \{2,4\}$.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## שאלות:

**1)** מהאותיות $E$, $F$ ו-$G$ יוצרים מילה בת 2 אותיות – לא בהכרח בת משמעות.
נגדיר את המאורעות הבאים:
$A$ - במילה נמצאת האות $E$.
$B$ - במילה אותיות שונות.
א. רשמו את כל האפשרויות לחיתוך $A$ עם $B$.
ב. רשמו את כל האפשרויות לאיחוד של $A$ עם $B$.

**2)** תלמיד ניגש בסמסטר לשני מבחנים מבחן בכלכלה ומבחן בסטטיסטיקה.
נגדיר את המאורעות הבאים:
$A$ - לעבור את המבחן בסטטיסטיקה.
$B$ - לעבור את המבחן בכלכלה.
היעזרו בפעולות חיתוך, איחוד ומשלים בלבד כדי להגדיר את המאורעות הבאים וסמנו בדיאגראמת ון את השטח המתאים:
א. התלמיד עבר רק את המבחן בכלכלה.
ב. התלמיד עבר רק את המבחן בסטטיסטיקה.
ג. התלמיד עבר את שני המבחנים.
ד. התלמיד עבר לפחות מבחן אחד.
ה. התלמיד נכשל בשני המבחנים.
ו. התלמיד נכשל בכלכלה.

**3)** נתבקשתם לבחור ספרה באקראי. נגדיר את $A$ להיות הספרה שנבחרה היא זוגית. נגדיר את $B$ להיות הספרה שנבחרה קטנה מ-5.
א. רשמו את כל התוצאות למאורעות הבאים:
$A$ , $B$ , $\overline{B}$ , $A\cap B$ , $A\cup B$.
ב. חשבו את ההסתברויות לכל המאורעות מהסעיף הקודם.

**4)** נסמן ב-$\Omega$ את מרחב המדגם וב-$\phi$ קבוצה ריקה.
נתון כי $A$ הינו מאורע בתוך מרחב המדגם.
להלן מוגדרים מאורעות שפתרונם הוא $\Omega$ או $\phi$ או $A$.
קבעו עבור כל מאורע מה הפתרון שלו:
$\overline{\overline{A}}$ , $A\cap\phi$ , $A\cup\phi$ , $A\cap\Omega$ , $A\cup\Omega$ , $A\cap\overline{A}$ , $\overline{\phi}$ , $A\cup\overline{A}$.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**5)** הוגדרו המאורעות הבאים:

$A$ - אדם שגובהו מעל 1.7 מטר

$B$ - אדם שגובהו מתחת ל-1.8 מטר.

קבעו את גובהם של האנשים הבאים:

א. $A\cap B$.

ב. $A\cup B$.

ג. $\overline{A}\cap B$.

ד. $\overline{A}\cup\overline{B}$.

ה. $\overline{\overline{A}}$.

**6)** נגדיר את המאורעות הבאים:

$A$ - אדם דובר עברית.

$B$ - אדם דובר ערבית.

$C$ - אדם דובר אנגלית.

השתמשו בפעולות איחוד, חיתוך והשלמה לתיאור המאורעות הבאים:

א. אדם דובר את כל שלוש השפות.

ב. אדם דובר רק עברית.

ג. אדם דובר לפחות שפה אחת מתוך השפות הללו.

ד. אדם אינו דובר אנגלית.

ה. קבוצת התלמידים שדוברים שתי שפות בדיוק (מהשפות הנ"ל).

**7)** שתי מפלגות רצות לכנסת הבאה. מפלגת "גדר" תעבור את אחוז החסימה בהסתברות של 0.08 ומפלגת "עתיד" תעבור את אחוז החסימה בהסתברות של 0.20. בהסתברות של 76% שתי המפלגות לא תעבורנה את אחוז החסימה.

א. מה ההסתברות שלפחות אחת מהמפלגות תעבור את אחוז החסימה?

ב. מה ההסתברות ששתי המפלגות תעבורנה את אחוז החסימה?

ג. מה ההסתברות שרק מפלגות "עתיד" תעבור את אחוז החסימה?

**8)** במקום עבודה מסוים 40% מהעובדים הם גברים. כמו כן, 20% מהעובדים הם אקדמאים. 10% מהעובדים הינן נשים אקדמאיות.

א. איזה אחוז מהעובדים הם גברים אקדמאיים?

ב. איזה אחוז מהעובדים הם גברים או אקדמאיים?

ג. איזה אחוז מהעובדים הם נשים לא אקדמאיות?


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**9)** הסיכוי של מניה A לעלות הנו 0.5 ביום מסוים והסיכוי של מניה B לעלות ביום מסוים הנו 0.4. בסיכוי של 0.7 לפחות אחת מהמניות תעלה ביום מסוים.
חשבו את ההסתברויות הבאות לגבי שתי המניות הללו ביום מסוים:

א. ששתי המניות תעלנה.

ב. שאף אחת מהמניות לא תעלנה.

ג. שמניה A בלבד תעלה.

**10)** מטילים זוג קוביות, אדומה ושחורה. נגדיר את המאורעות הבאים:

$A$ - בקובייה האדומה התקבלה התוצאה 4 ובשחורה 2.

$B$ - סכום התוצאות משתי הקוביות הוא 6.

$C$ - מכפלת התוצאות בשתי הקוביות היא 10.

א. האם $A$ ו-$B$ מאורעות זרים?

ב. האם המאורע $B$ מכיל את המאורע $A$?

ג. האם $A$ ו-$C$ מאורעות זרים?

ד. האם $A$ ו-$C$ מאורעות משלימים?

**11)** עבור המאורעות $A$ ו-$B$ ידועות ההסתברויות הבאות: $P(A)=0.6$ ,
$P(B)=0.3$ , $P(\bar{A}\cap\bar{B})=0.1$.

א. האם $A$ ו-$B$ מאורעות זרים?

ב. חשבו את $P(\bar{A}\cap B)$.

**12)** מטבע הוטל פעמיים. נגדיר את המאורעות הבאים:

$A$ - קיבלנו עץ בהטלה הראשונה.

$B$ - קיבלנו לפחות עץ אחד בשתי ההטלות.

איזו טענה נכונה?

א. $A$ ו-$B$ מאורעות זרים.

ב. $A$ ו-$B$ מאורעות משלימים.

ג. $B$ מכיל את $A$.

ד. A מכיל את $B$.

**13)** בהגרלה חולקו 100 כרטיסים. על 3 מהם רשום חופשה ועל 2 מהם רשום מחשב שאר הכרטיסים ריקים. אדם קיבל כרטיס אקראי.

א. מה הסיכוי לזכות בחופשה או במחשב? האם המאורעות הללו זרים?

ב. מה ההסתברות לא לזכות בפרס?


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**14)** נתון כי: $P(A)=0.3$ , $P(B)=0.25$ , $P(A\cup B)=0.49$

א. חשבו את הסיכוי ל-$P(A\cap B)$.

ב. האם $A$ ו-$B$ מאורעות זרים?

ג. מה ההסתברות שרק $A$ יקרה או שרק $B$ יקרה?

**15)** $A$ ו-$B$ מאורעות זרים. נתון ש: $2\cdot P(B\cap\overline{A})=P(A\cap\overline{B})=P(\overline{A}\cap\overline{B})$.

מה הסיכוי למאורע $A$ ומה ההסתברות למאורע $B$?

**16)** קבעו אילו מהטענות הבאות נכונות:

א. $A\cap B=B\cap A$.

ב. $\overline{A\cup B}=A\cap B$.

ג. $A\cap B\cap C=A\cap B\cap(C\cup B)$.

ד. $\overline{A\cap B\cap C}=\overline{A}\cup\overline{B}\cup\overline{C}$.

**17)** נתון ש-$A$ ו-$B$ מאורעות במרחב מדגם. נתון ש-$P(A)=0.3$ , $P(B)=0.2$.

א. האם יתכן ש-$P(A\cup B)=0.4$?

ב. האם יתכן ש-$P(A\cup B)=0.6$?

ג. אם $A$ ו-$B$ זרים מה הסיכוי $P(A\cup B)$?

ד. אם $A$ מכיל את $B$ מה הסיכוי $P(A\cup B)$?

**18)** מתוך אזרחי המדינה הבוגרים ל-30% חשבון בבנק הפועלים. ל-28% חשבון בבנק לאומי ול-15% חשבון בבנק מזרחי. כמו כן נתון כי 6% מחזיקים חשבון בבנק לאומי ובבנק הפועלים. ל-5% חשבון בבנק פועלים ומזרחי. ול-4% חשבון בבנק לאומי ומזרחי. כמו כן ל-1% מהאוכלוסייה הבוגרת חשבון בנק בשלושת הבנקים יחד.

א. מה אחוז האזרחים להם חשבון בבנק לאומי בלבד?

ב. מה ההסתברות שאזרח כלשהו יחזיק חשבון בבנק פועלים ולאומי אבל לא בבנק מזרחי?

ג. מה ההסתברות שלאזרח יהיה חשבון בפועלים או במזרחי אבל לא בבנק לאומי?

ד. מה אחוז האזרחים שיש להם חשבון בנק אחד בלבד?

ה. מה אחוז האזרחים שיש להם בדיוק חשבון בשני בנקים בלבד?

ו. מה ההסתברות שלאזרח בוגר אין חשבון בנק באף אחד מהבנקים הללו?

ז. לאיזה אחוז מהאזרחים יש חשבון בנק בלפחות אחד מהבנקים הללו?


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

**19)** חברה מסוימת פרסמה את הנתונים הבאים לגבי האזרחים מעל גיל 21.
הנתונים שהתקבלו היו: 40% מהאנשים מחזיקים כרטיס "ויזה", 52% מחזיקים כרטיס "ישראכרט", 20% מחזיקים כרטיס "אמריקן אקספרס", 15% מחזיקים כרטיס ויזה וגם ישראכרט, 8% מחזיקים כרטיס ישראכרט וגם אמריקן אקספרס ו-7% מחזיקים כרטיס ויזה וגם אמריקן אקספרס.
כמו כן, 13% לא מחזיקים באף אחד משלושת הכרטיסים הנ"ל.

א. מה אחוז מחזיקי שלושת כרטיס האשראי גם יחד?

ב. מה אחוז מחזיקי ישראכרט וויזה אך לא את אמריקן אקספרס?

ג. מה אחוז מחזיקי כרטיס אחד בלבד?

**20)** הוכיחו: $P\left(\bar{A}\cap\bar{B}\right)=1-P\left(A\right)-P\left(B\right)+P\left(A\cap B\right)$.

**21)** $A$ ו-$B$ מאורעות במרחב המדגם. האם נכון לומר שהסיכוי שיתרחש בדיוק מאורע אחד הוא: $P\left(A\right)+P\left(B\right)-2P\left(A\cap B\right)$?


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל

## תשובות סופיות:

1) א. $A\cap B=\{EG,EF,FE,GE\}$.
ב. $A\cup B=\{EG,EF,EE,FE,GE,EG,GF\}$.

2) א. $B\cap\bar{A}$. ב. $A\cap\bar{B}$. ג. $A\cap B$. ד. $A\cup B$. ה. $\bar{A}\cap\bar{B}$. ו. $\bar{B}$.

3) א. $A=0,2,4,6,8$, $B=0,1,2,3,4$, $\bar{B}=5,6,7,8,9$,
$A\cap B=0,2,4$, $A\cup B=0,2,4,6,8,1,3$.
ב. $P(A)=0.5$, $P(B)=0.5$, $P(\bar{B})=0.5$, $P(A\cap B)=0.3$, $P(A\cup B)=0.7$.

4) $\bar{\bar{A}}=A$, $A\cap\phi=\phi$, $A\cup\phi=A$, $A\cap\Omega=A$, $A\cup\Omega=\Omega$,
$A\cap\bar{A}=\phi$, $\bar{\phi}=\Omega$, $A\cup\bar{A}=\Omega$.

5) א. $A\cap B$: גובה בין 1.7 ל-1.8. ב. $A\cup B$: כל גובה אפשרי.
ג. $\bar{A}=\bar{A}\cap B$: גובה לכל היותר 1.7. ד. $\bar{A}\cup\bar{B}$: לכל היותר 1.7 או לפחות 1.8.
ה. $A=\bar{\bar{A}}$: גובה מעל 1.7.

6) א. $A\cap B\cap C$. ב. $A\cap\bar{B}\cap\bar{C}$. ג. $A\cup B\cup C$.
ד. $\bar{C}$. ה. $(A\cap B\cap\bar{C})\cup(B\cap C\cap\bar{A})\cup(A\cap C\cap\bar{B})$.

7) א. $P(A\cup B)=0.24$. ב. $P(A\cap B)=0.04$. ג. $P(B\cap\bar{A})=0.16$.

8) א. $P(A\cap B)=10\%$. ב. $P(A\cup B)=50\%$. ג. $P(\bar{A}\cap\bar{B})=50\%$.

9) א. $P(A\cap B)=0.2$. ב. $P(\bar{A}\cap\bar{B})=0.3$. ג. $P(A\cup\bar{B})=0.3$.

10) א. לא. ב. כן. ג. כן. ד. לא.

11) א. כן. ב. $P(\bar{A}\cap B)=0.3$.

12) הטענה הנכונה היא ג'.

13) א. 0.05. ב. 0.95.

14) א. $P(A\cap B)=0.06$. ב. לא. ג. $P((A\cap\bar{B})\cup(B\cap\bar{A}))=0.43$.

15) $P(A)=\frac{2}{5}$, $P(B)=\frac{1}{5}$.

16) א. נכון. ב. לא נכון. ג. לא נכון. ד. נכון.

17) א. כן. ב. לא. ג. $P(A\cup B)=0.5$. ד. $P(A\cup B)=0.3$.

18) א. 19%. ב. 0.05. ג. 0.31. ד. 46%. ה. 12%. ו. 0.41.
ז. 59%.

19) א. 5%. ב. 10%. ג. 67%.

20) שאלת הוכחה.

21) נכון.


© כל הזכויות שמורות לברק קנדל