

# מבוא לרבייה

מגמת ביולוגיה ישת"ח  
איתן שמשוביץ

# נושאים במצגת

• מהי רבייה?

• דגמי רבייה:

– רבייה א-מינית

– רבייה מינית



# רבייה

- רבייה היא העברת המידע התורשתי ויצירת צאצאים
- היא אחד המאפיינים של היצור החי על פני הדומם, אך היא לא פעילות חיונית לפרט, אלא להמשכיות המין
- מין:

– שלב במיון היצורים – שני פרטים ייחשבו מאותו המין אם הם יכולים להתרבות ביניהם ולהעמיד צאצאים פוריים (ועוד הגדרות אנטומיות ופיזיולוגיות)

– מגדר / זוויג – אבחנה בין זכר לנקבה

– פעילות הרבייה – יחסי מין

– כופר / אפיקורס





# רבייה אל זוויגית (א-מינית)

- הבסיס לרבייה זו הוא תהליך המיטוזה
- בתהליך זה מתא אם אחד נוצרים שני תאים זהים לחלוטין

– התא גדל והכרומוזומים מוכפלים לשתי כרומטידות זהות (אחיות)

– הפרדות הכרומטידות

– חלוקת התא

- ביצורים חד תאיים המשמעות היא רבייה
- 



# שלבי מחזור התא הסומטי



## • מצב התחלתי:

– גודל – רגיל

– כמות חומר תורשתי –  $2n$  כרומוזומים

## • שלב גדילה 1 ( $G_1$ ):

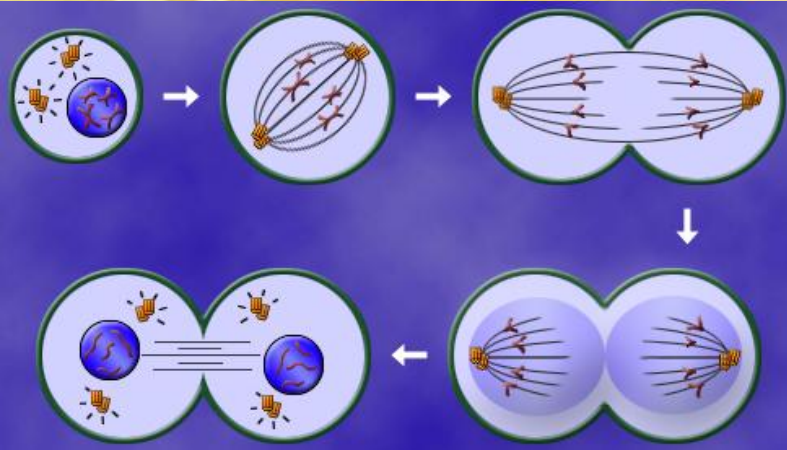
– עלייה בנפח

– חילוף חומרים מהיר

– יצירת מולקולות רבות – חלבונים, ...RNA

– כמות חומר תורשתי –  $2n$

# שלבי מחזור התא (המשך)



## • שלב הסינתזה (S):

– הכפלת ה-DNA

– כמות חומר תורשתי –  $4n$

## • שלב גדילה 2 ( $G_2$ ):

– גדילה וייצור נוסף של מולקולות שונות

– כמות חומר תורשתי –  $4n$

## • שלב החלוקה המיטוזה (M):

– חלוקת הגרעין

– חלוקת האברונים השונים, הציטופלזמה והקרומ

– כמות חומר תורשתי –  $2n$  בכל אחד מהתאים



# הכפלת ה-DNA בשלה ה-S

- בכל כרומוזום – מולקולת סליל כפול אחת

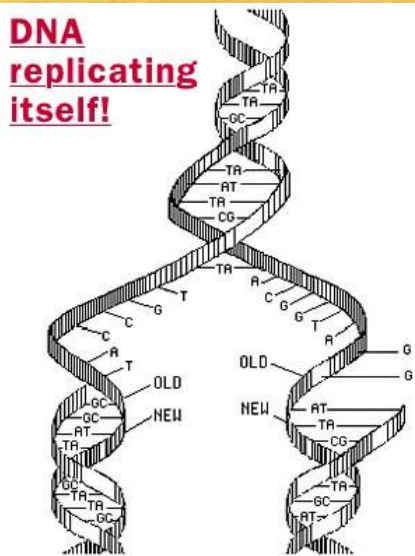
- פרימת הסליל הכפול – 2 גדילים אחדים לא זה משלימים

- השלמת כל גדיל בבסיסים מתאימים

- תוצאה:

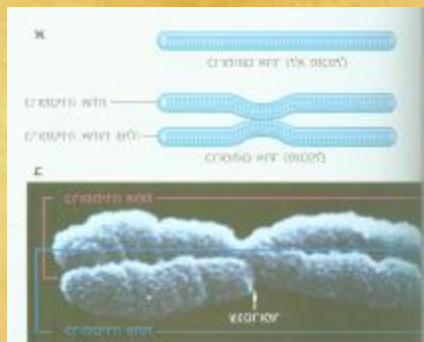
- 2 כרומוזומים

- בכל כרומוזום – סליל כפול שחציו מהסליל הישן וחציו חדש



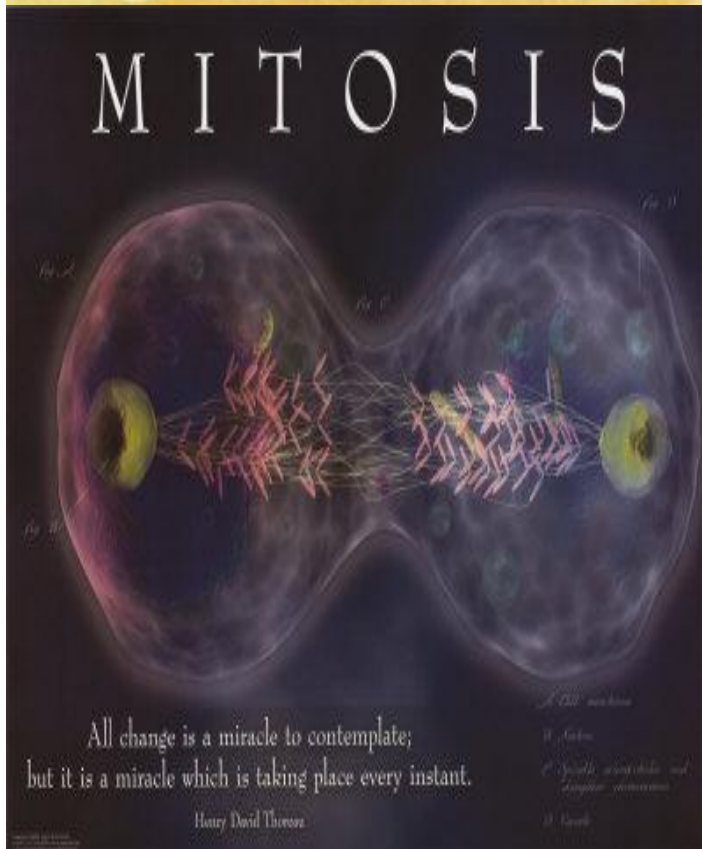
# לפני החלוקה – קצת מושגים

- כרומוזום – אריזה של כל רצף הדנ"א
- כרומוזומים הומולוגים – זוג כרומוזומים המקודד לאותן תכונות (דוגמא: צבע עיניים, סוג דם), אחד מהאב ואחד מהאם – אינם זהים (דוגמא: אחד מקודד לצבע עיניים ירוק וסוג דם A ואחד לצבע כחול וסוג דם B) יש ליצורים דיפלואידים.
- כרומטידה – לאחר הכפלת הדנ"א נוצרות 2 כרומטידות אחיות (זהות)





# המיטוזה



## – הפרדה והתחלקות:

- הכרומוטידות האחיות נפרדות
- נעות על גבי הסיבים לכוון הקטבים
- ומעכשיו הן = כרומוזומים

## – סוף חלוקה:

- פריסה חזרה של הכרומוזומים
- התארגנות של קרום מסביבם
- חלוקת קרום התא והציטופלזמה

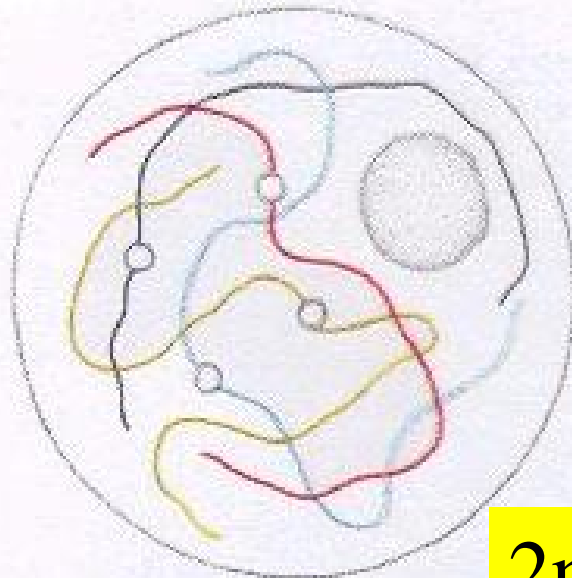
# תהליך המיטוזה (מתרחש ביצירת תאים סומטיים)

DNA = n מספר עותקי ה DNA

כרומוזומים  
הומולוגים

1

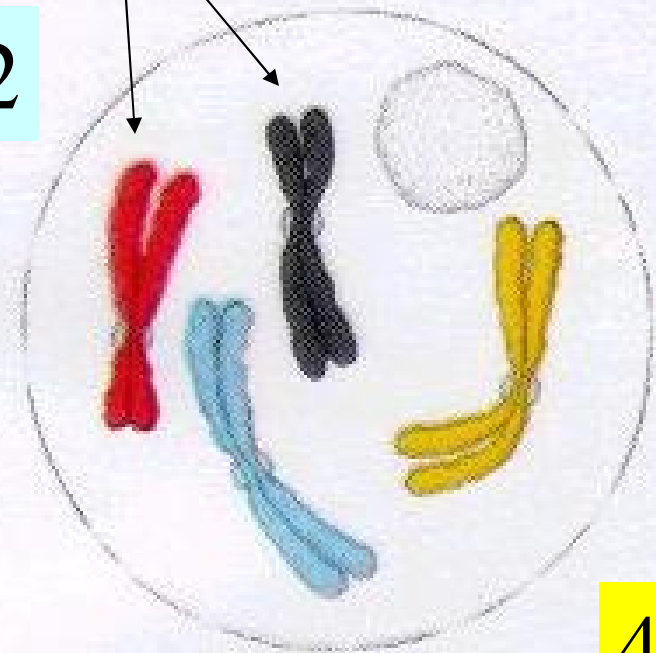
Mitosis



Early prophase

2n

2



Prophase

4n

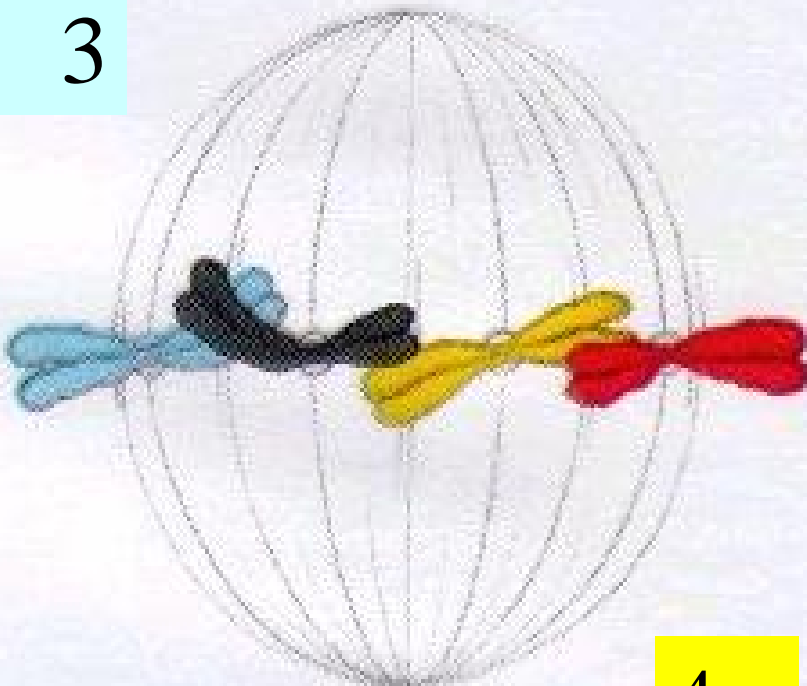


# תהליך המיטוזה

$n =$  מספר עותקי ה DNA

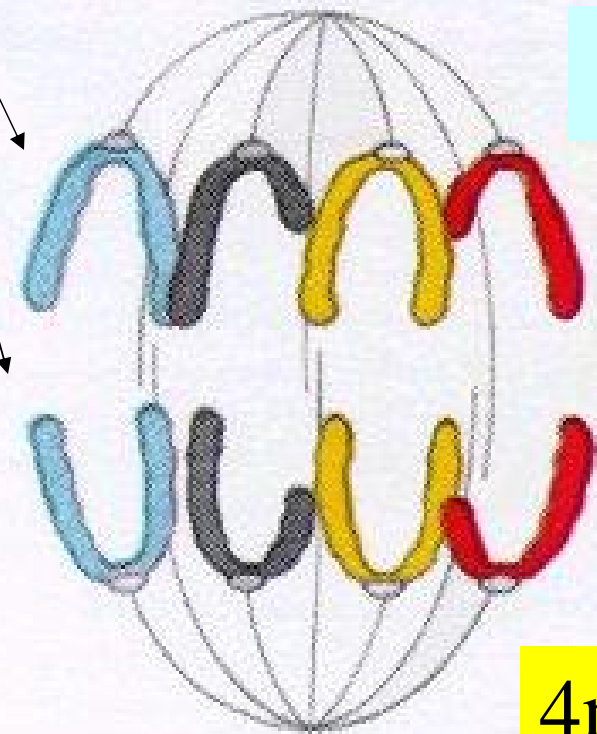
כרומטידות  
אחיות

3



Metaphase

4

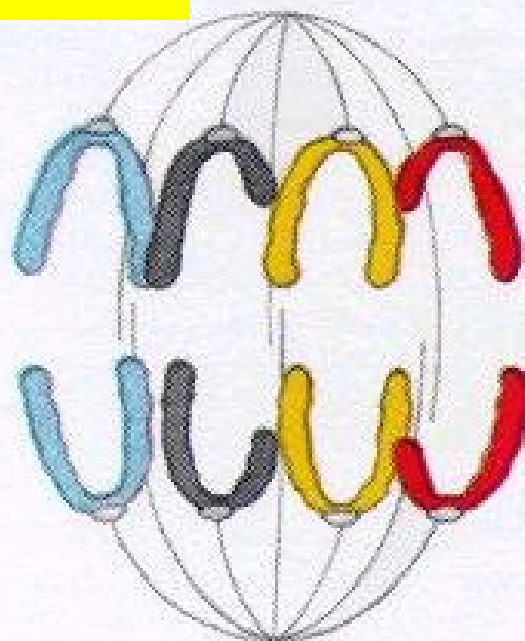


Anaphase

DNA מספר עותקי ה DNA = N

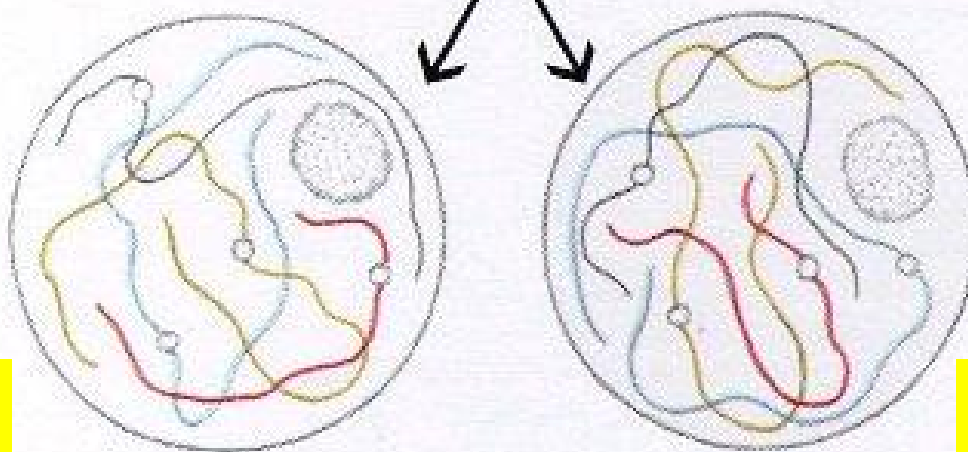
תהליך המיטוזה  
(המשך)

4



Anaphase

5

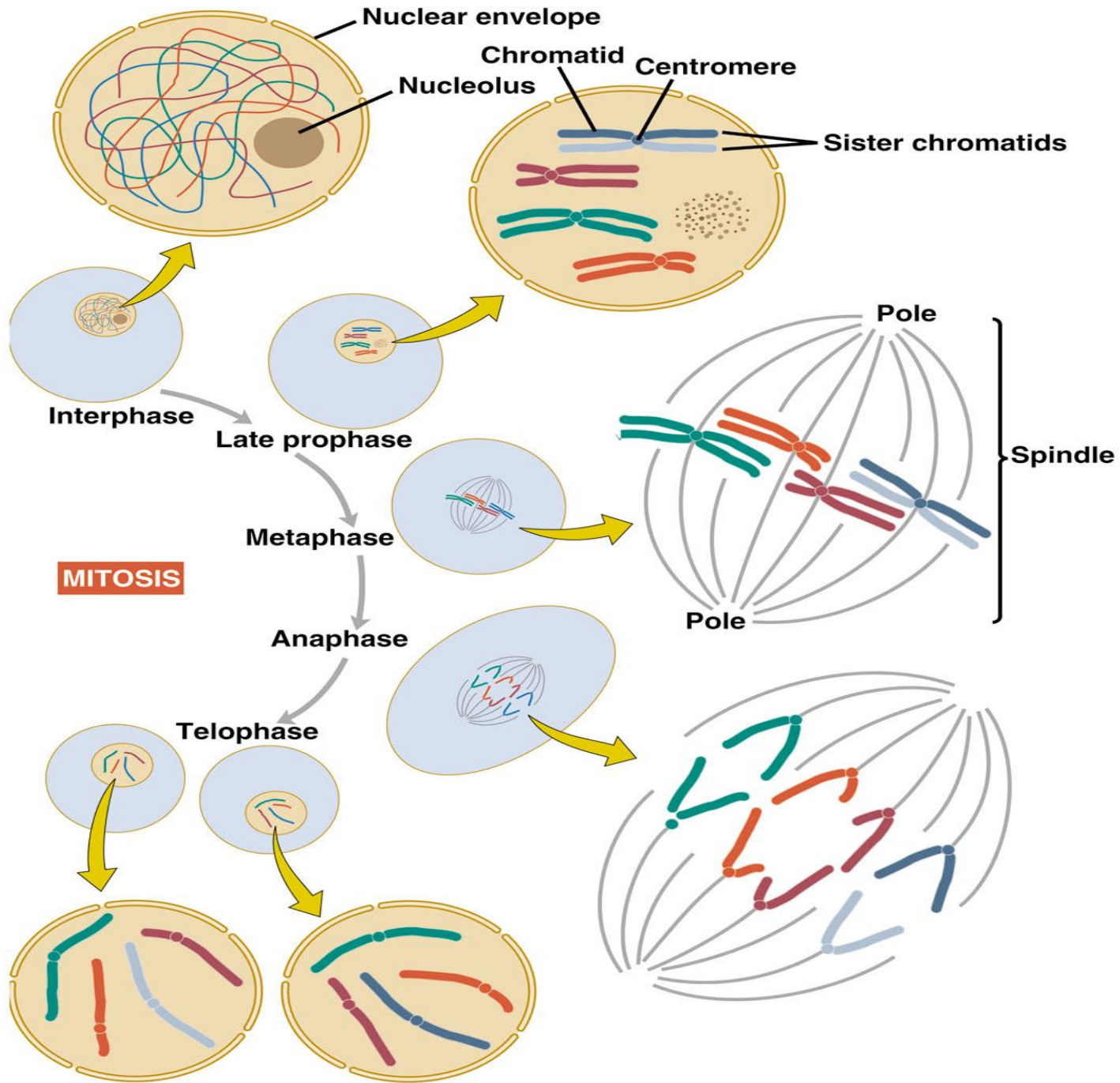


2n

2n

Late telophase



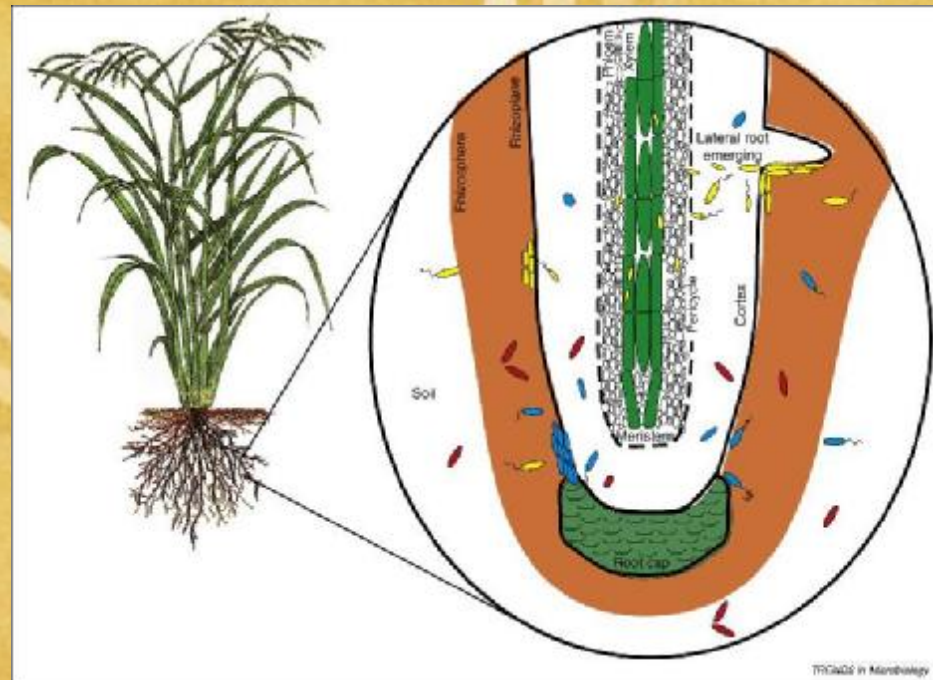


# צורות לרבייה א- מינית

• הנצה:

– הפרטים החדשים גדלים על גבי האם

– אופייני לשמרים







# צורות לרבייה א- מינית

- ביצורים רב תאיים הרבייה הא- מינית היא בעיקר בצמחים
  - לרוב היא מתקיימת לצד רבייה מינית
  - רבייה וגטטיבית – איברים של צמח האם מהווים מקור לצמח חדש
    - שלוחות – גבעולים אופקיים
    - ניצנים – פרטים חדשים מפקעות
    - עלים
    - ייחורים – ניתוק חלק מצמח על מנת שיתפתח לצמח חדש
    - תרביות תאים – גידול תאים במעבדה
    - שיבוט – העברת גרעין מתא סומטי לביצית ללא גרעין
- 



**מהם צורות הרבייה הקיימות בטבע**

**מדוע קיימת בטבע רבייה מינית?**

**מה היתרונות של רבייה מינית בהשוואה  
לרבייה אל-מינית?**

**כיצד נוצרים תאי מין? (תהליך המיוזה)**





# רבייה מינית

- תהליכים ברבייה המינית:
- יצירת תאי רבייה מבוסס על תהליך המיוזה
- התלכדות תאי המין ליצירת תא שממנו יתפתח העובר



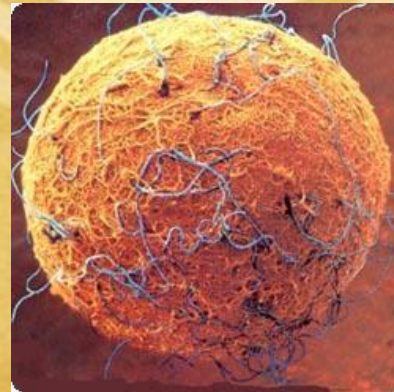
# מושגי רביה כלליים

## • גמטות\* בבעלי חיים:

- זכר – זרע (כושר תנועה, קטנים, הרוב מידע גנטי)
  - נקבה – ביצית (נייח, גדול, מידע גנטי, אברונים וציטופלזמה)
- התלכדות לתא מופרה**  
**– זיגוטה**  
**ממנו מתפתח העובר**

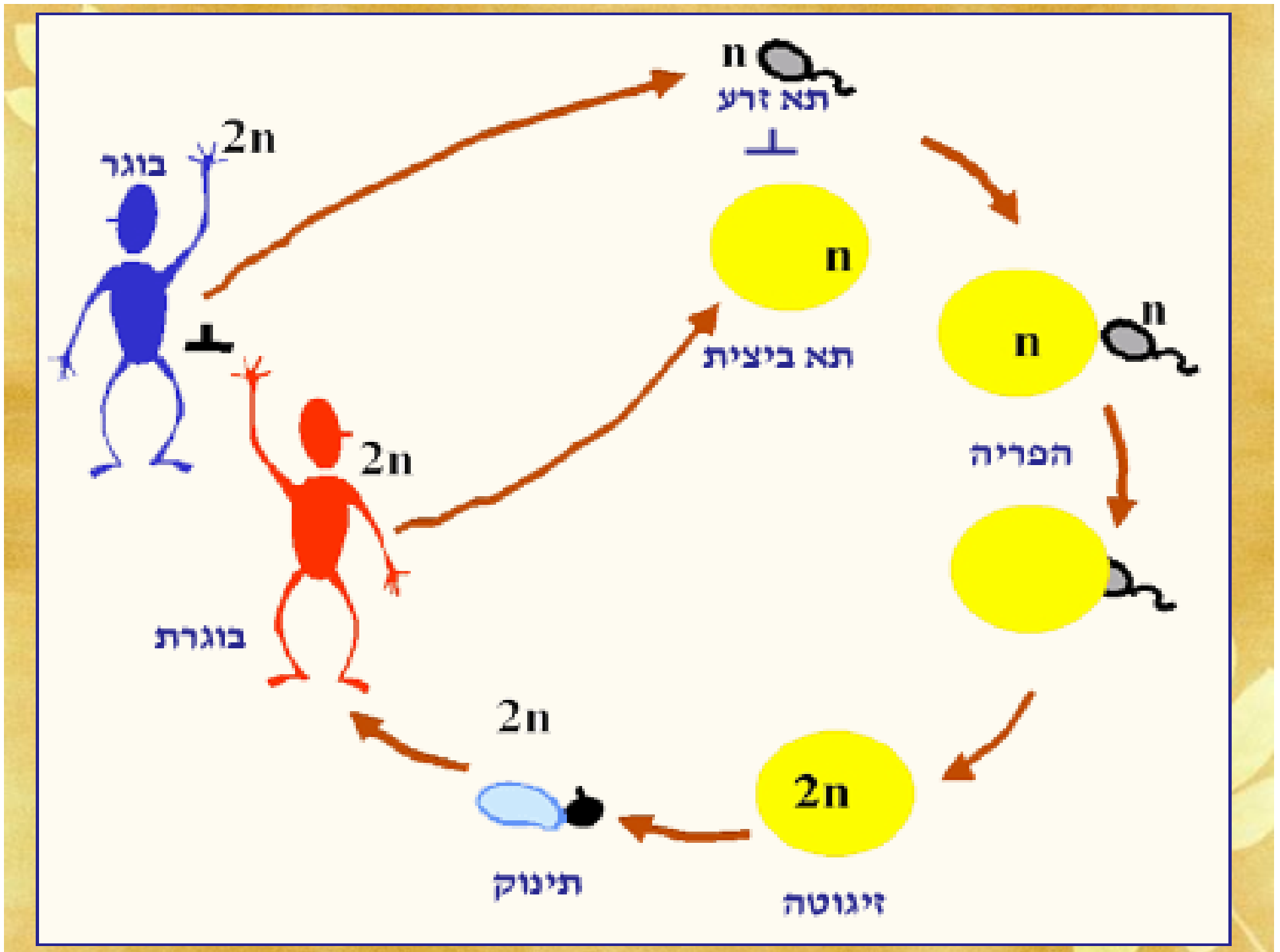
## • גמטות בצמחים:

- זכר – אבקן
  - נקבה – ביצית
- התלכדות לתא מופרה**  
**– זיגוטה**  
**ממנו מתפתח העובר**  
**הנמצא בתוך מבנה**  
**הנקרא זרע**

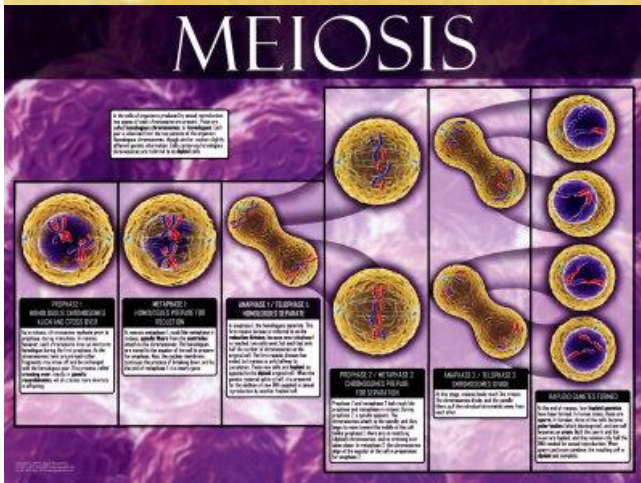


\*הרמפרודיט – פרט המסוגל לייצר שני מיני גמטות





# תהליך המיוזה



• שלב 1 – הכפלת הדנ"א

– כמות  $4n$

– זהות - קיימת

• שלב 2 – שחלוף

– העברת קטעי גנים בין כרומוזומים הומולוגים

– כמות  $4n$

– שונות - קיימת



# תהליך המיוזה (המשך)

## • שלב 3 – חלוקת הפחתה ראשונה

– הפרדות כרומוזומים הומולוגים (אקראי)

– כמות –  $2n$  בכל תא (2X)

– שונות – גדלה

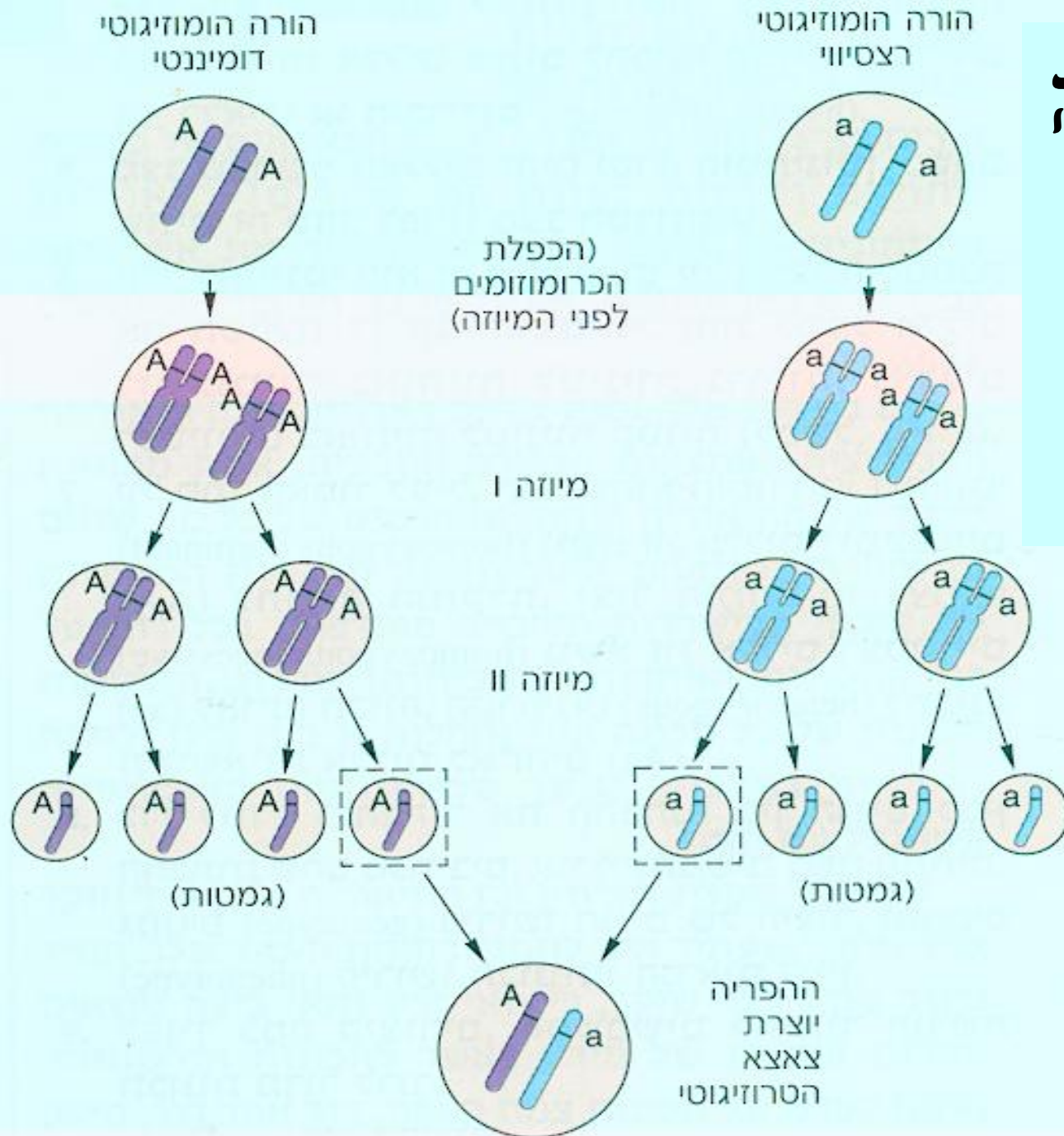
## • שלב 4 – חלוקת הפחתה שניה

– הפרדות כרומטידות

– כמות –  $n$  בכל תא (4X)

– שונות – גדלה

# תהליך המיוזה (מתרחש ביצירת תאי המין)



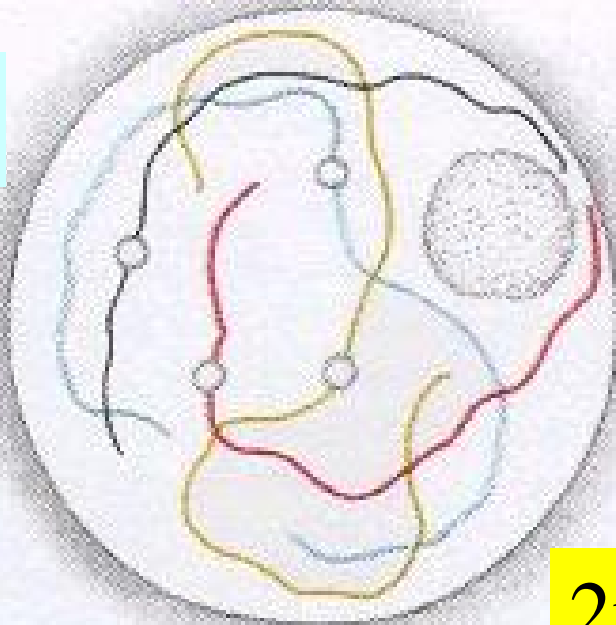


# תהליך המיוזה (מתרחש ביצירת תאי המין)

$n =$  מספר עותקי ה DNA

## Meiosis

1



$2n$

Early prophase I

2



$4n$

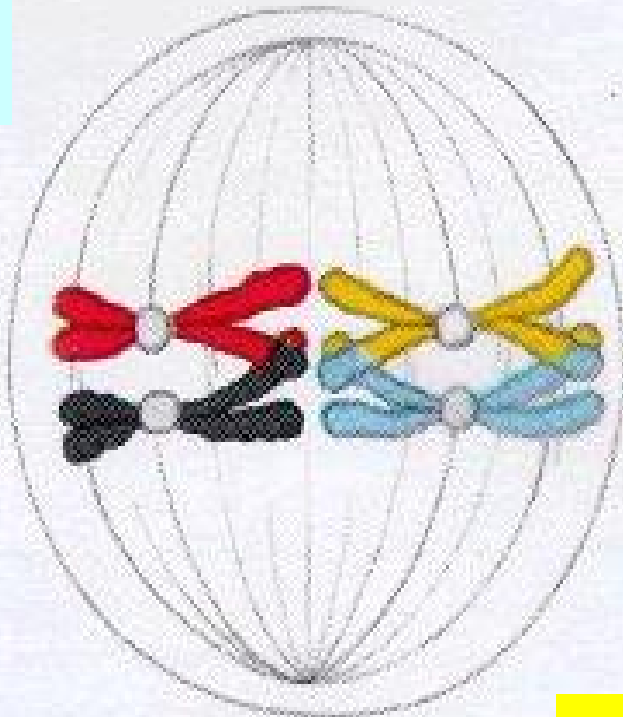
Prophase I

הצמדות כרומוסידות  
הומולוגיות

# תהליך המיוזה (המשך)

$n =$  מספר עותקי ה DNA

3

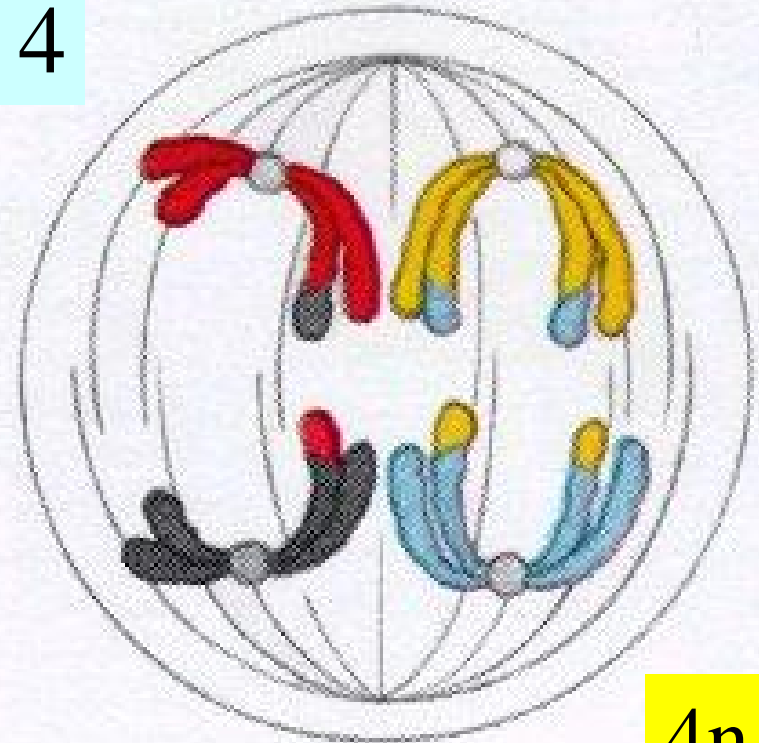


Metaphase I

$4n$

שלב השחלוף בין  
כרומטידות הומוגניות

4



Anaphase I

$4n$

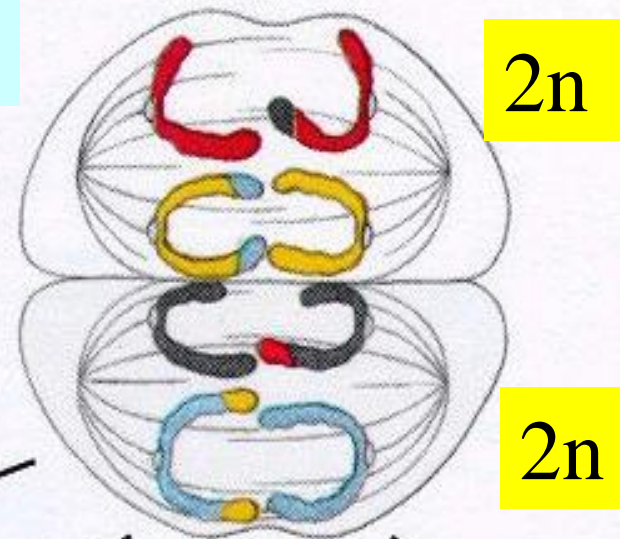
הפרדות כרומטידות  
הומוגניות



# תהליך המיוזה (המשך)

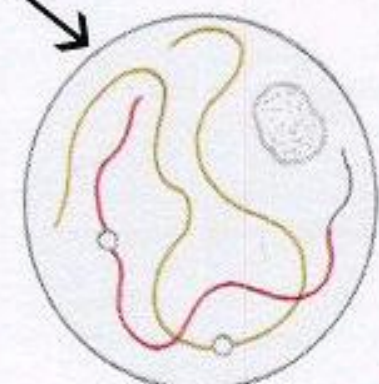
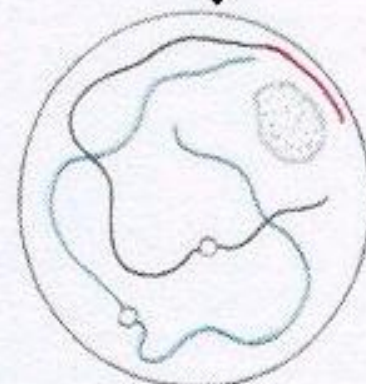
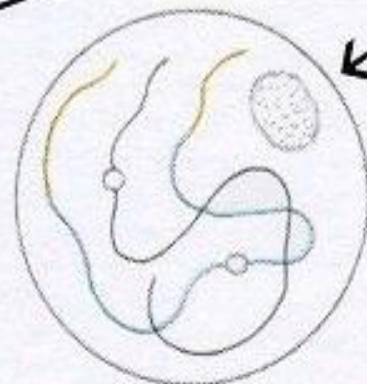
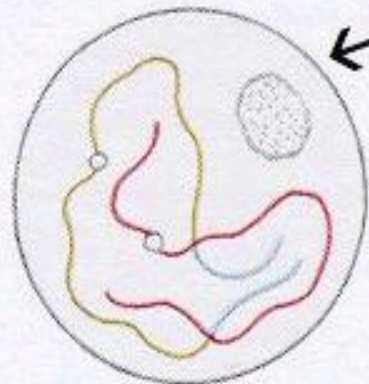
סיום חלוקת תא ראשונה  
והפרדות כרומוזידות  
אחיות

5



חלוקה שנייה

6



1n

1n

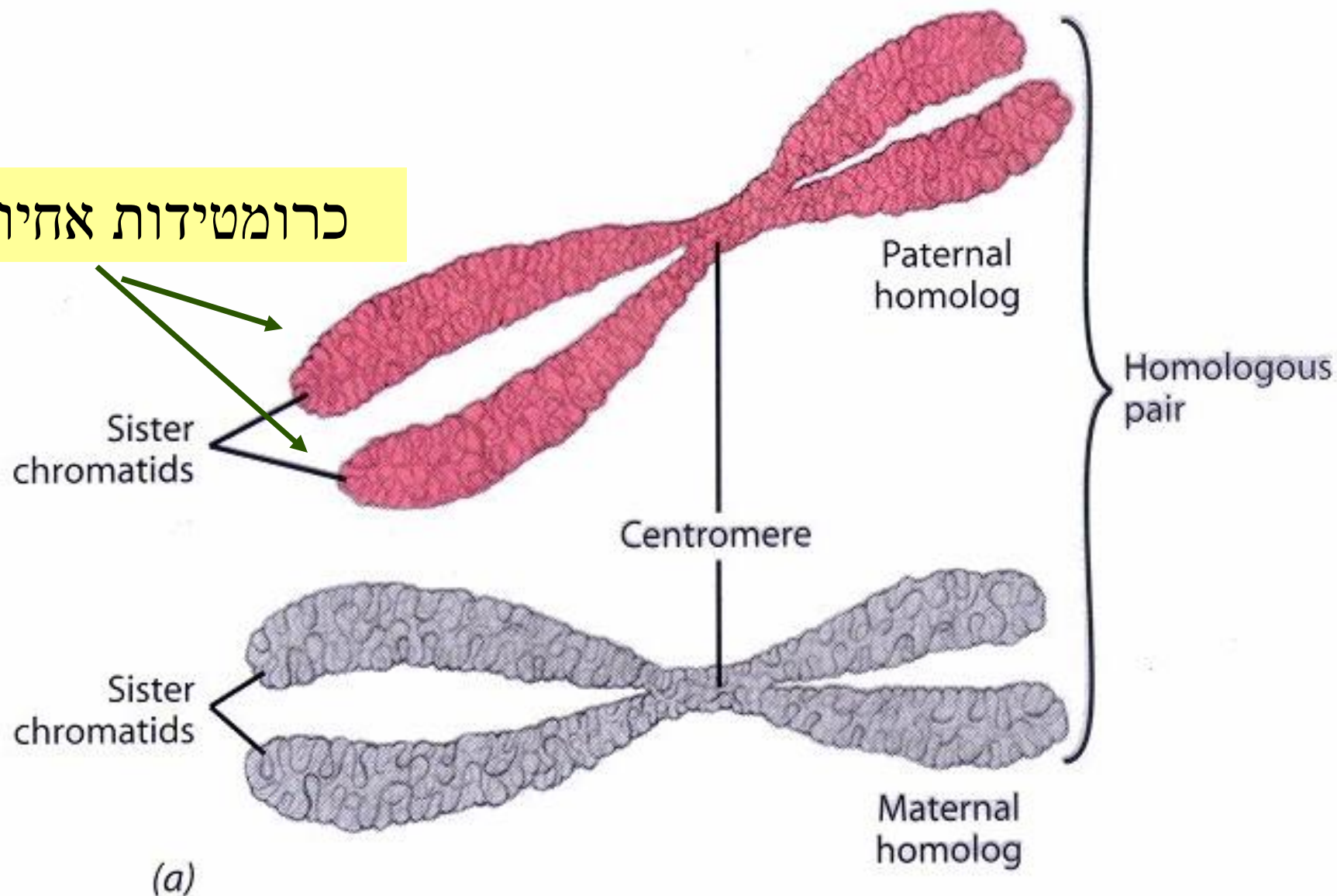
Late Telophase II

1n

1n

# תהליך השחלוף בכרומוזימות הומולוגיות במהלך המיוזה

## כרומוזימות אחיות

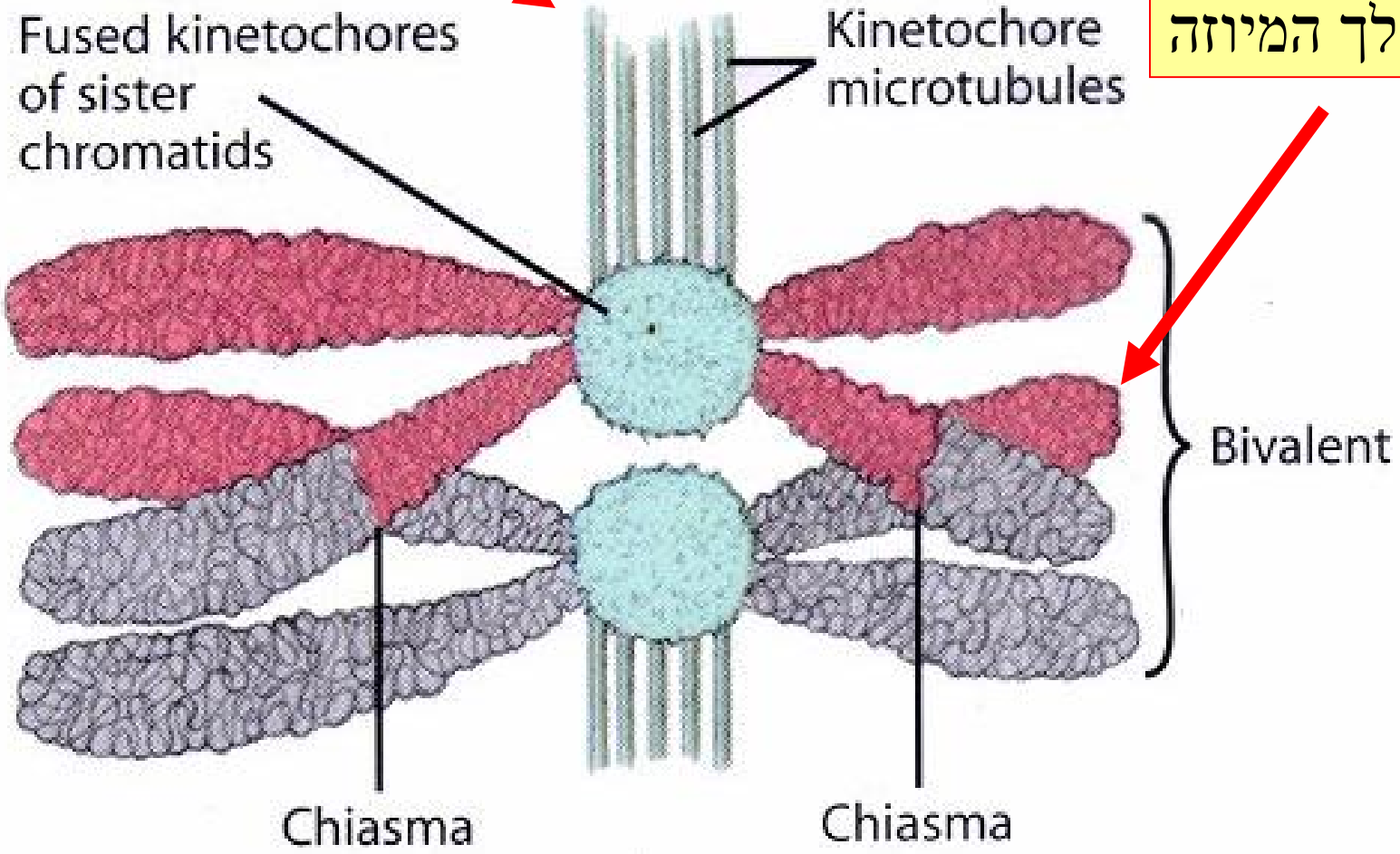




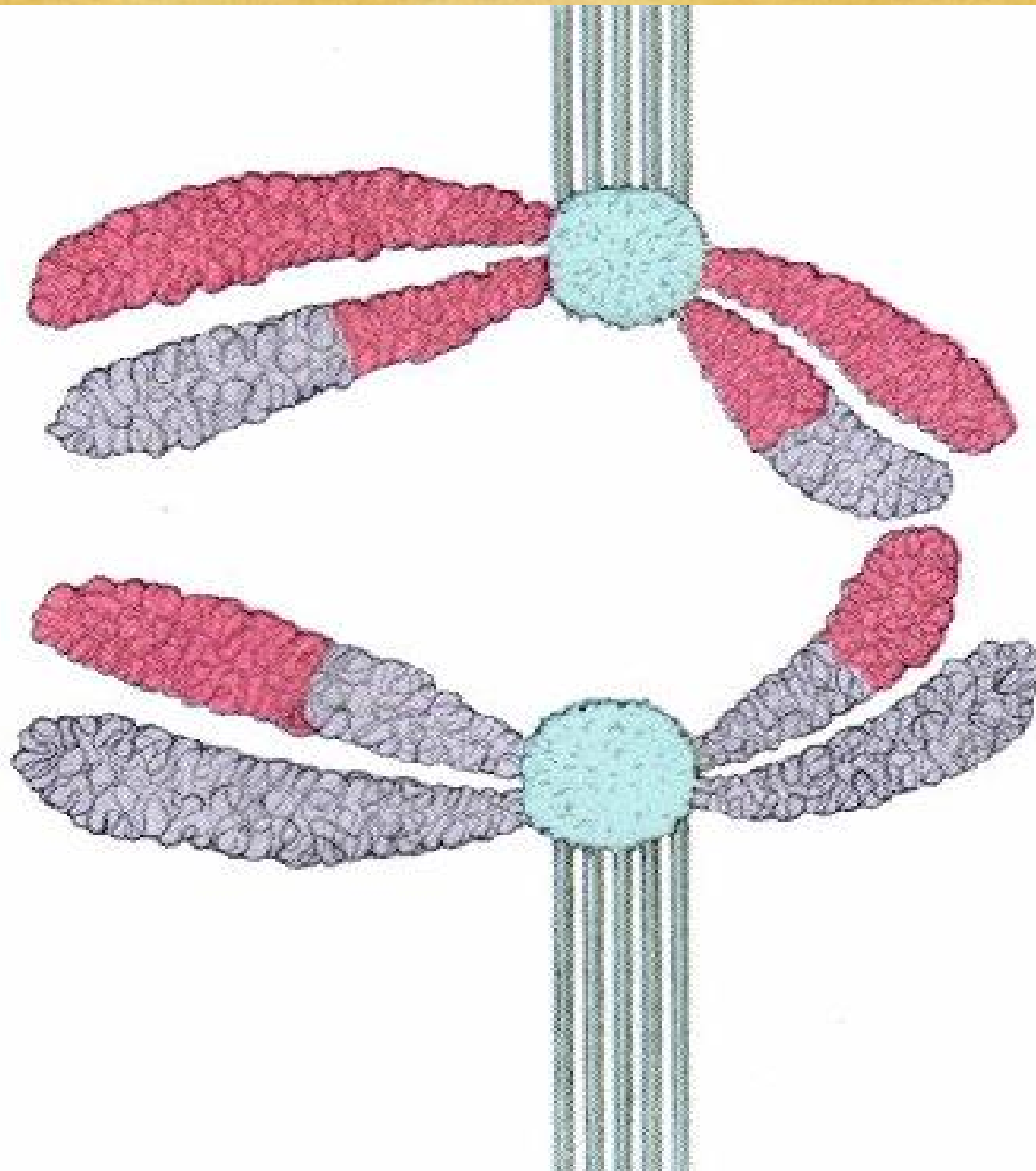
# תהליך השחלוף בכרומוטידות האחיות במהלך המיוזה

סיבי הכישור

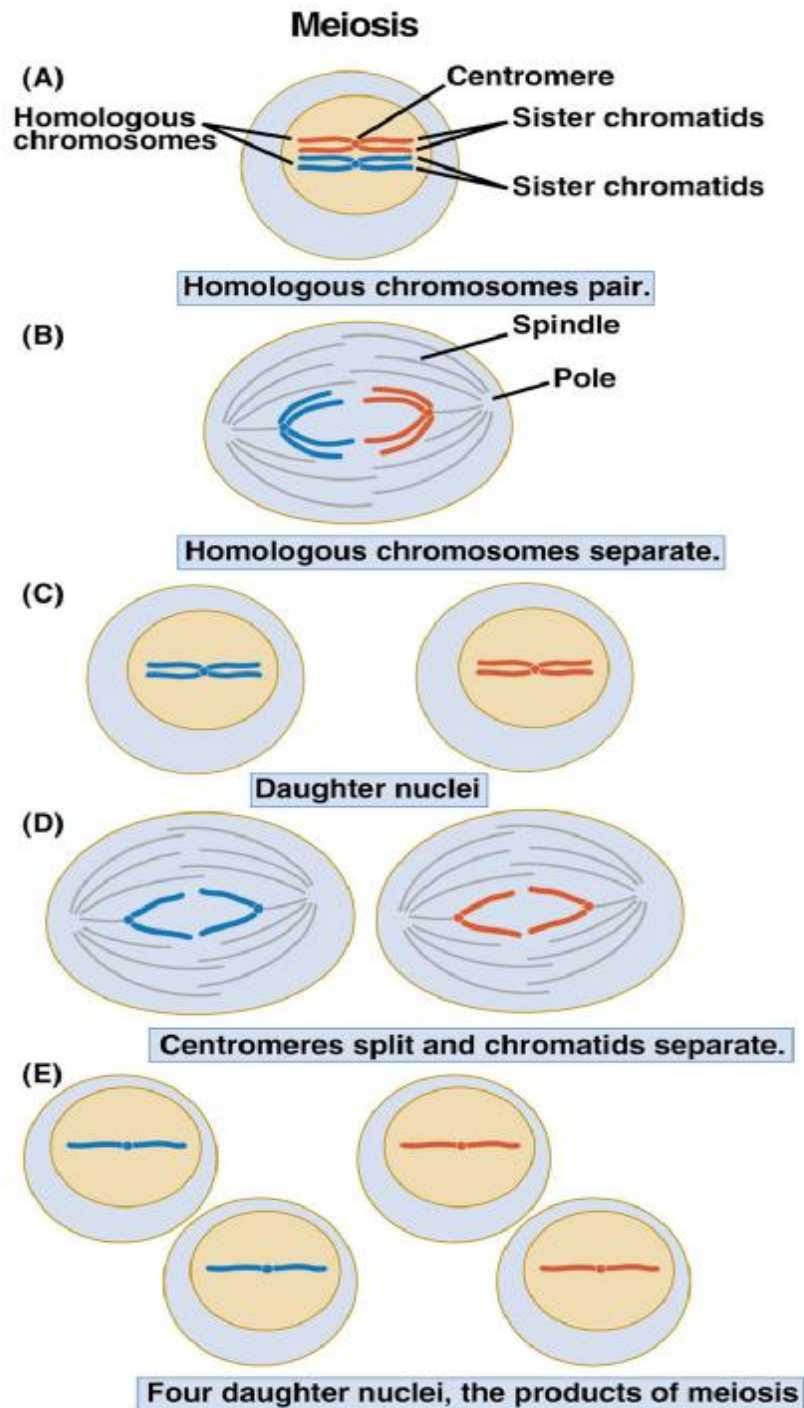
הצמדות  
הכרומוטידות  
האחיות  
במהלך המיוזה



# הפרדות הכרומוזימות האחיות במהלך המיוזה







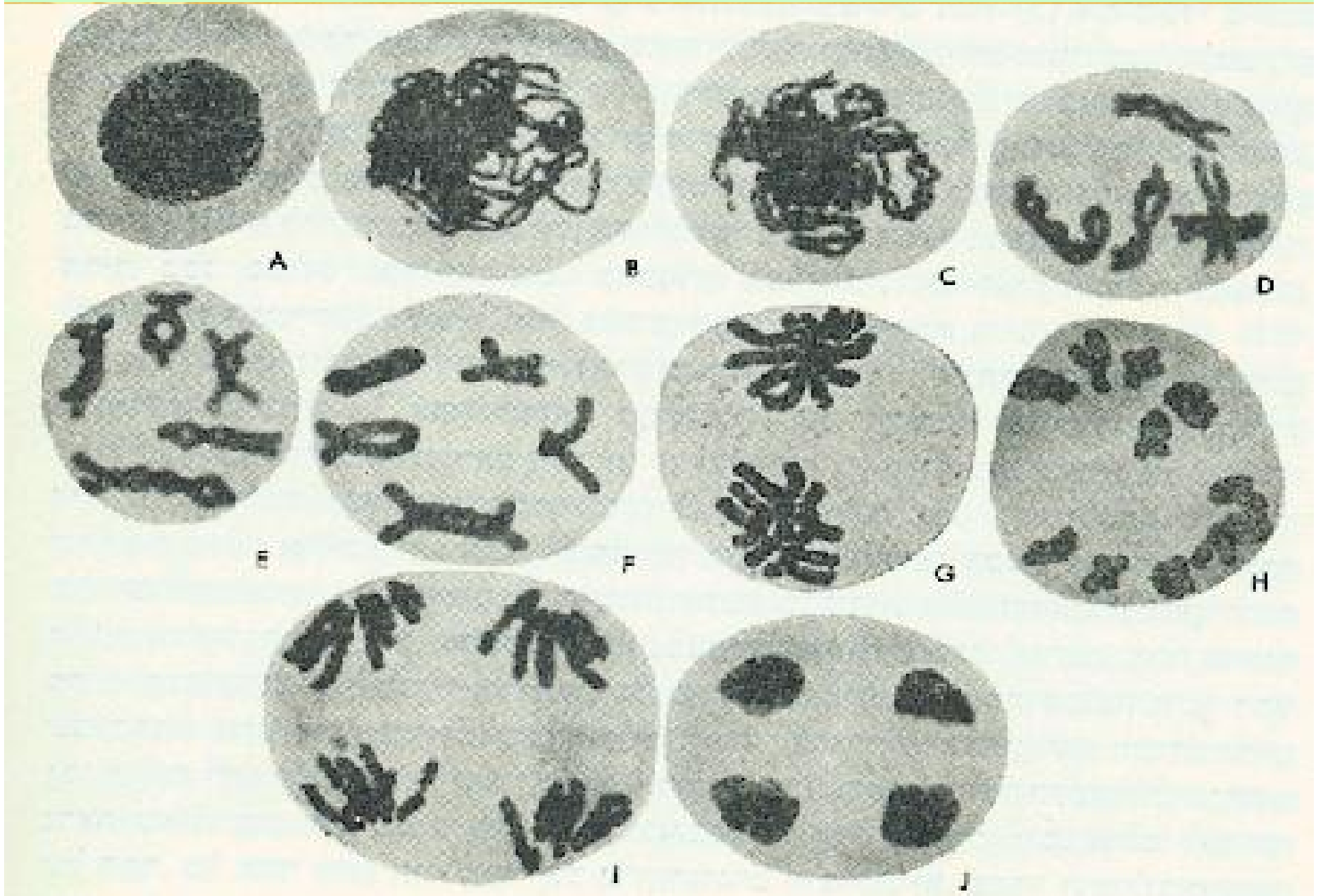
תהליך המיוזה (סיכום)

4 כרומוטידות בכל תא

2 כרומוטידות בכל תא

1 כרומוטידה בכול תא

# השלבים השונים בתהליך המיוזה (בצמח ממשפחת השושנים)

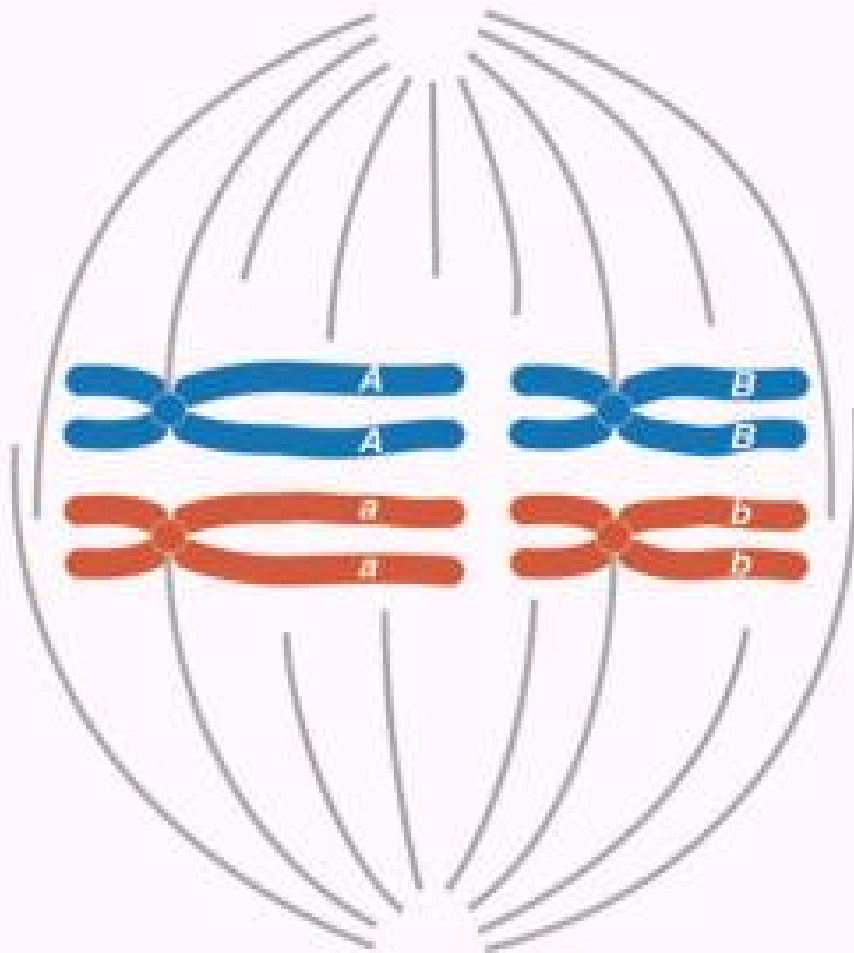




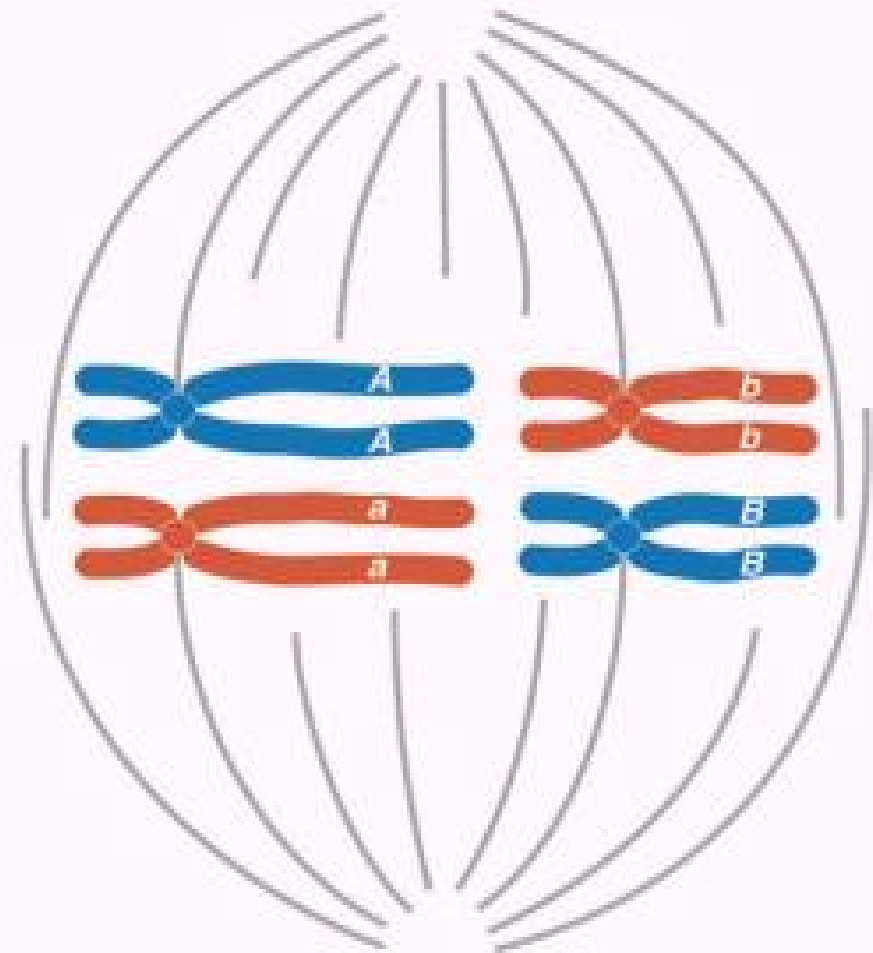
# היפרדות כרומוזומים שאינם הומולוגים $N=2$

like this

like this



or



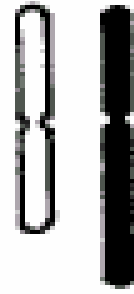
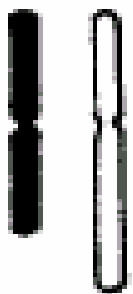
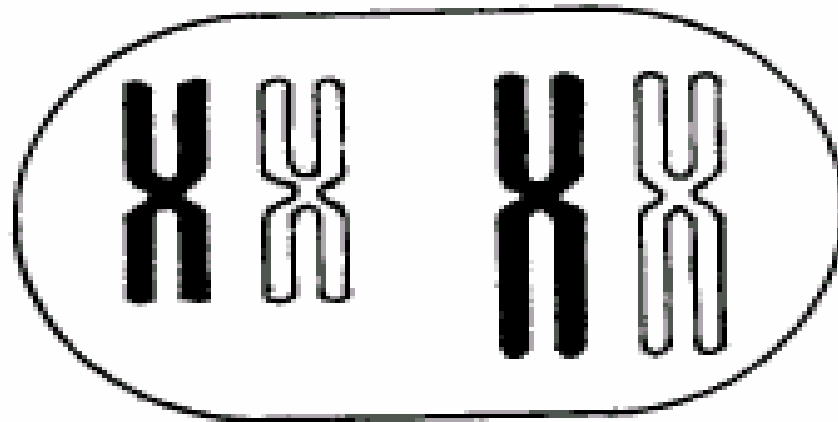
The gametes produced from this alignment are

***AB : AB : ab : ab***

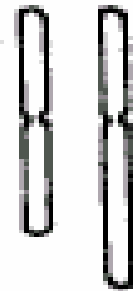
The gametes produced from this alignment are

***Ab : Ab : aB : aB***

# היפרדות כרומוזומים שאינם הומולוגים $N=2$



צורת הפרדה  
שניה

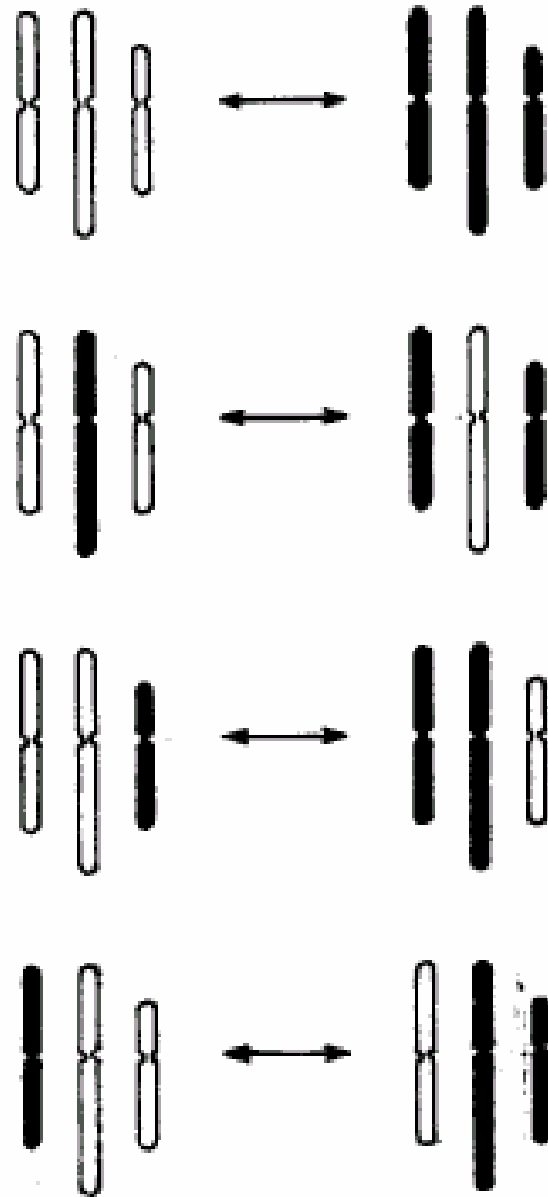


צורת הפרדה  
אחת

איזר ב-4: אפסרויות הפרדות כרומוזומים בפרט שבו  $n = 2$



בפרט שבו  $n=3$ , אפשריות ארבע צורות הפרדה, ובהתאם - שמונה גמטות שונות.



**בהפרדת**

**כרומוזומים**

**שאינם**

**הומולוגים**

**כאשר  $N=3$**

**נוצרות**

**שמונה**

**גמטות שונות**

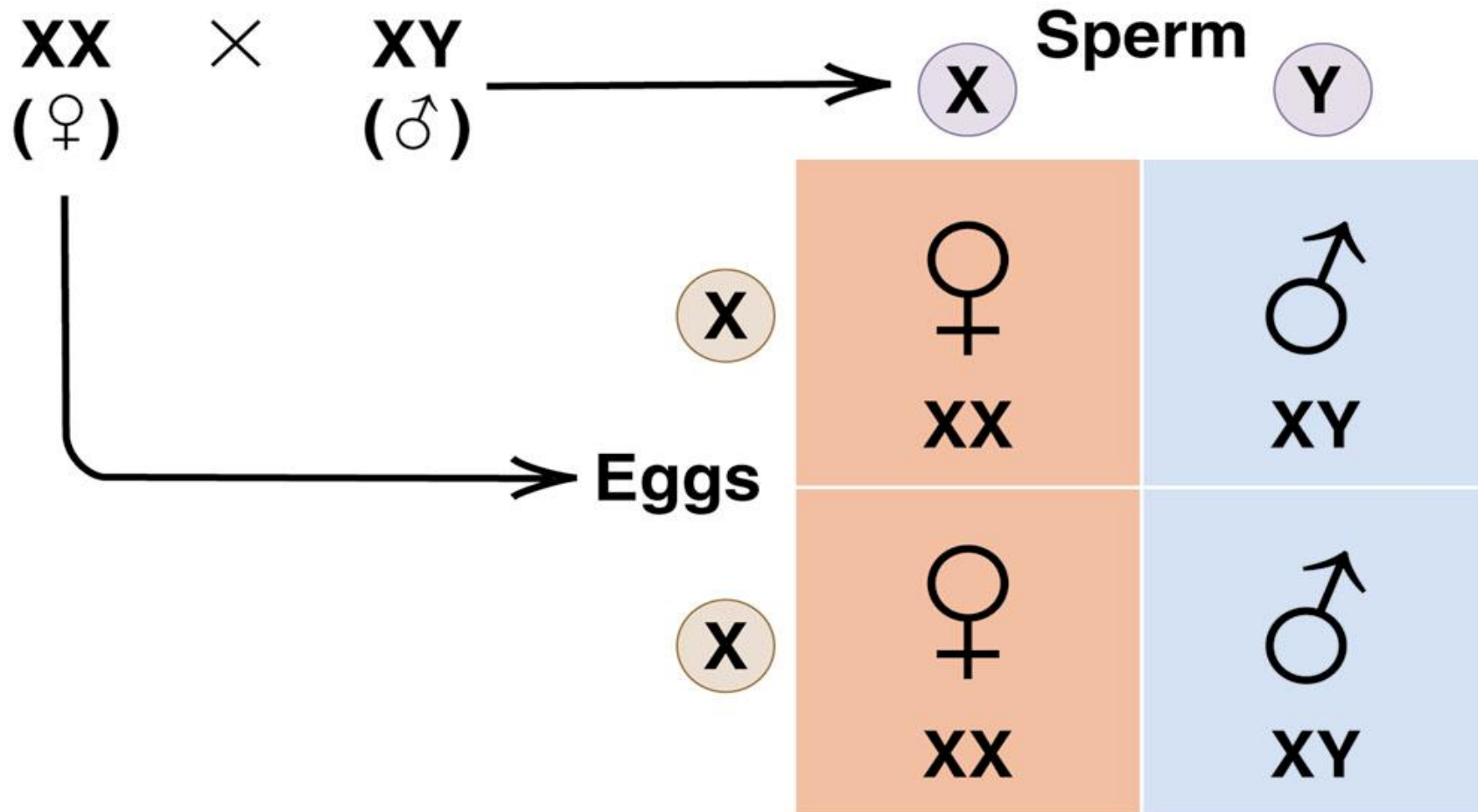
$$8=2^3$$

# תאומים זהים ושאינם זהים





היחס בין זכרים לנקבות שווה מבחינה הסתברותית.



The female (♀) to male (♂) ratio is 1:1.