

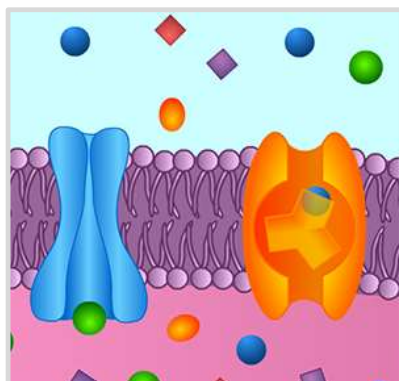
קרומים בתא

מעבר חומרים דרך הקרום באמצעות דיפוזיה

נושאי השיעור

- ◀ מאפייני הדיפוזיה
- ◀ מעבר חומרים בתהליך דיפוזיה מתרחש דרך הפוספוליפידים, התעלות והנשאים
- ◀ הגורמים המשפיעים על קצב הדיפוזיה

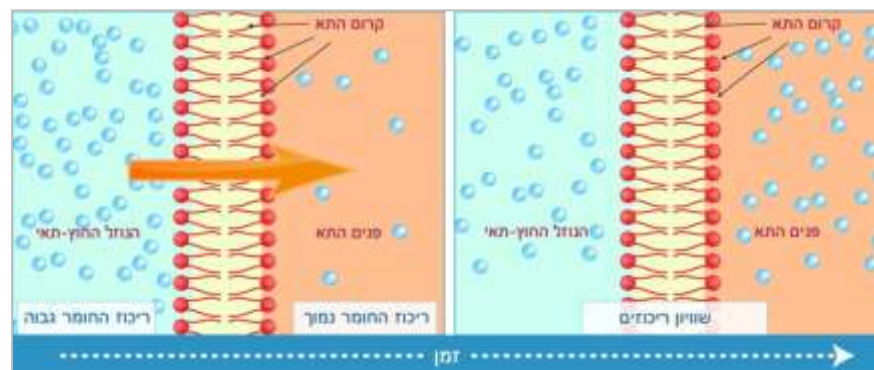
קישורים:



[מעבר חומרים דרך קרום התא](#)



[דיפוזיה של חומרים](#)

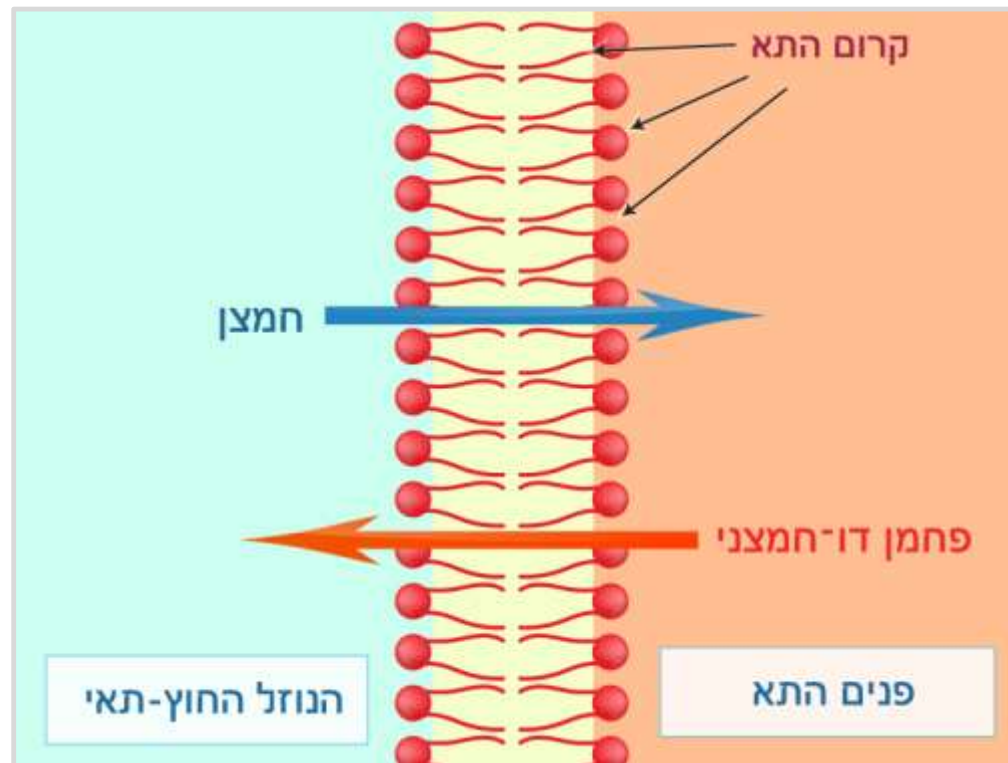


[דיפוזיה דרך קרום התא](#)

מעבר חומרים דרך הקרום באמצעות דיפוזיה

אחד ממאפייני החיים של תאים הוא קליטת חומרים מן הסביבה ופליטת חומרים אליה. תאים קולטים מהסביבה חומרים כגון חמצן וחומרי מזון שונים, ופולטים אליה חומרים שונים כגון פחמן דו-חמצני. מעבר החומרים דרך קרום התא נעשה בדרכים שונות. אחת מהן היא הדיפוזיה (פעפוע).

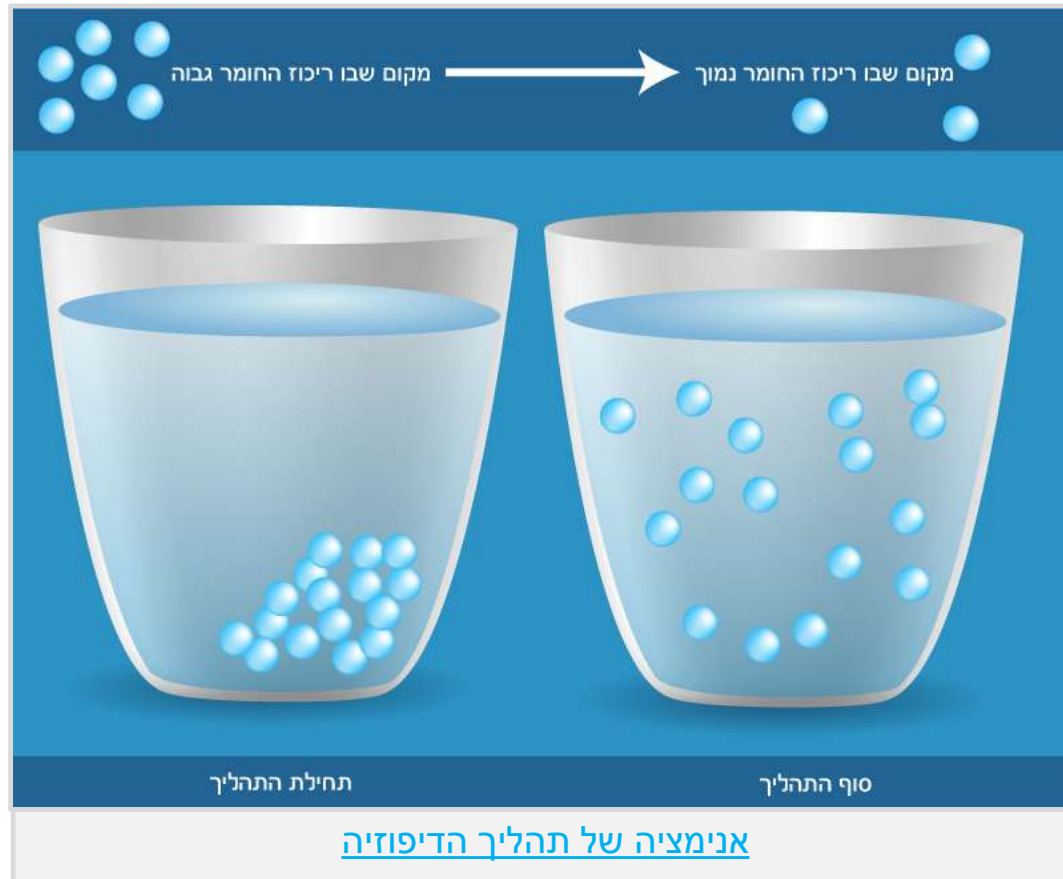
לפניכם איור המציג דיפוזיה של חמצן מהנוזל החוץ-תאי אל פנים התא, וכן דיפוזיה של פחמן דו-חמצני מפנים התא אל הנוזל החוץ-תאי:



מעבר חומרים דרך הקרום באמצעות דיפוזיה

הדיפוזיה היא מעבר של חומר בכיוון **מפל הריכוזים** שלו, כלומר, ממקום שבו ריכוז החומר גבוה למקום שבו ריכוז החומר נמוך. תהליך הדיפוזיה נמשך עד שמולקולות החומר מתפזרות שווה בשווה, כלומר, נוצר מצב של **שוויון ריכוזים**. מולקולות כל החומרים נעות **בתנועה אקראית** (אקראי=לכל הכיוונים). הדיפוזיה נובעת מתנועה זו.

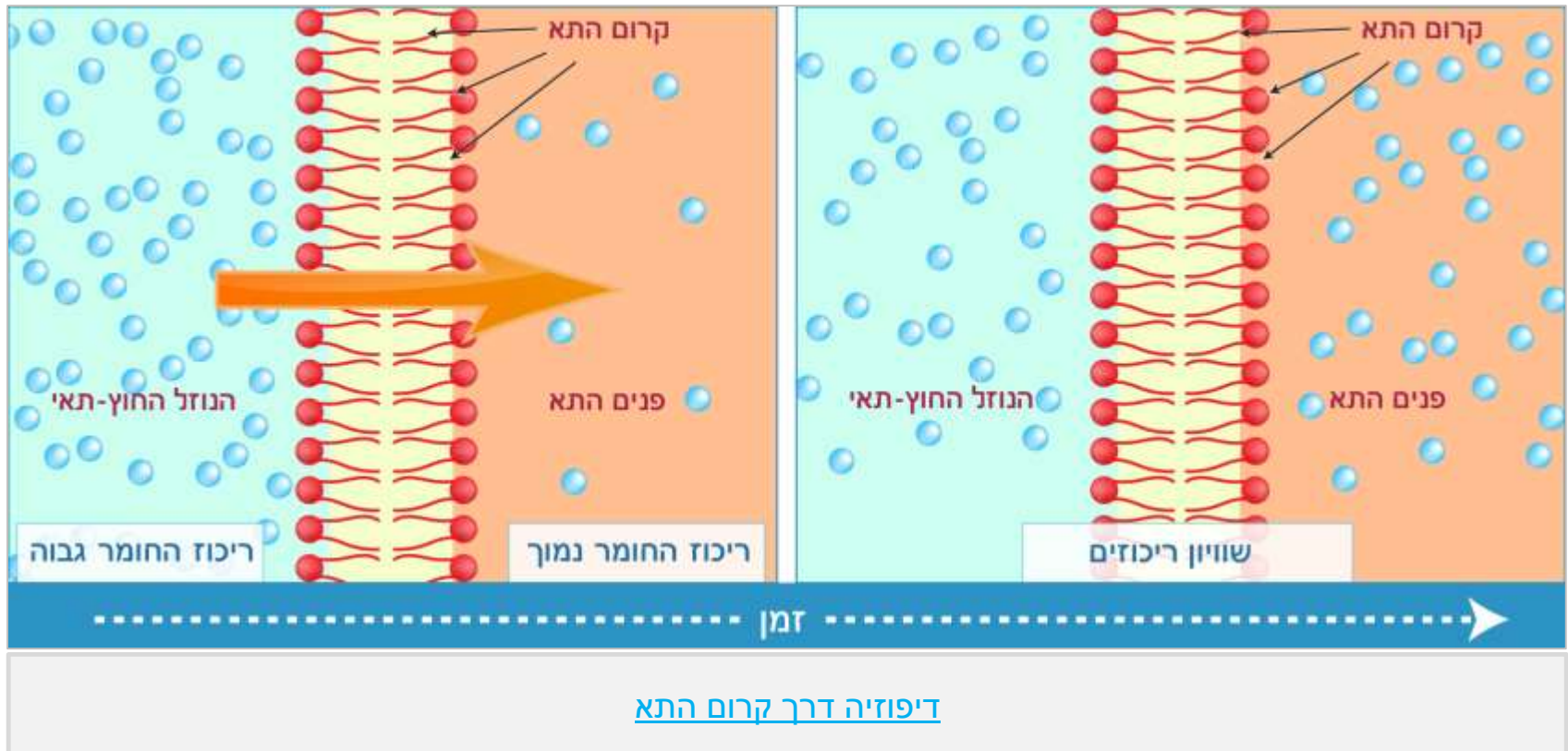
הדיפוזיה היא **תהליך פסיבי**, כלומר, הוא מתרחש מעצמו, בלא צורך בהשקעת אנרגיה. אפשר לראות אנימציה של דיפוזיה בקישור הבא:



מעבר חומרים דרך הקרום באמצעות דיפוזיה

חלק ניכר מהחומרים שעוברים דרך הקרום אל תוך התא, וממנו החוצה עוברים בדיפוזיה. חומרים שריכוזם מחוץ לתא גבוה יותר מאשר בתוך התא, נכנסים אל התא בדיפוזיה, ואילו חומרים שריכוזם בתוך התא גבוה מאשר מחוץ לתא, יוצאים מהתא בדיפוזיה.

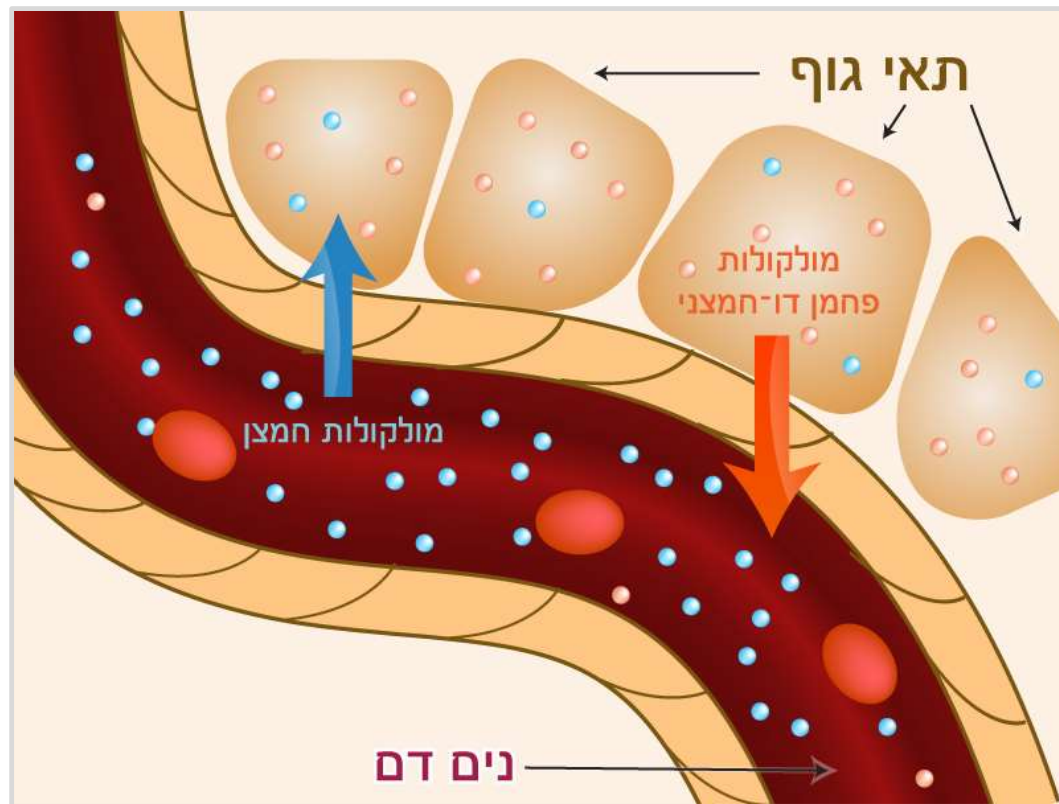
באנימציה הבאה מתואר תהליך דיפוזיה של חומר אל תוך התא בכיוון מפל הריכוזים שלו.



מעבר חומרים דרך הקרום באמצעות דיפוזיה

גם בגוף האדם, חלק מהחומרים העוברים מהדם אל תאי הגוף ובכיוון ההפוך, עוברים בתהליך דיפוזיה.

לדוגמה, חמצן עובר מהדם שבו ריכוזו גבוה אל התאי הגוף שבהם ריכוזו נמוך וכן פחמן דו-חמצני עובר מהתאים אל נימי הדם, כפי המתואר בתרשים הבא:



שאלה 1:

גלוקוז עובר מהדם לתאי הגוף בתהליך דיפוזיה. מה אפשר ללמוד מכך על ריכוזו בדם לעומת ריכוזו בתאים?

שאלה 1:

גלוקוז עובר מהדם לתאי הגוף בתהליך דיפוזיה. מה אפשר ללמוד מכך על ריכוזו בדם לעומת ריכוזו בתאים?

תשובה:

ריכוז הגלוקוז בדם גבוה יחסית, ואילו בתאים ריכוזו נמוך, כלומר מתקיים מפל ריכוזים של הגלוקוז בין הדם לתאים.

שאלה 2:

- א. חמצן עובר בדיפוזיה מן הדם, שבו ריכוזו גבוה יחסית, אל התא, שבו ריכוזו נמוך יחסית. מדוע ריכוז החמצן בתא נשאר נמוך למרות הקליטה המתמדת מן הדם, ולא נוצר שוויון ריכוזים?
- ב. ענו על אותה שאלה בנוגע לגלוקוז.

שאלה 2:

- א. חמצן עובר בדיפוזיה מן הדם, שבו ריכוזו גבוה יחסית, אל התא, שבו ריכוזו נמוך יחסית. מדוע ריכוז החמצן בתא נשאר נמוך למרות הקליטה המתמדת מן הדם, ולא נוצר שוויון ריכוזים?
- ב. ענו על אותה שאלה בנוגע לגלוקוז.

תשובה:

- א. החמצן החודר אל התא נצרך בלא הרף בתהליך הנשימה התאית והופך לחומרים אחרים. לכן ריכוז החמצן בתוך התא לעולם נמוך יותר מריכוזו בדם. כלומר, מתקיים מפל ריכוזים מתמיד של החמצן בין הדם לתאים.
- ב. גם הגלוקוז החודר לתאים מתפרק בתהליך הנשימה התאית, ולכן ריכוזו בתא נשאר נמוך.

שאלה 3:

ריכוז ה-CO₂ בדרך כלל:

- א. גבוה יותר בתאי הגוף מאשר בנימי הדם, כי CO₂ נוצר בתאים כל הזמן.
- ב. גבוה יותר בנימי הדם מאשר בתאי הגוף, כי הדם מוביל כל הזמן CO₂ אל הריאות.
- ג. שווה בתאי הגוף ובנימי הדם, כי מתרחשת דיפוזיה.
- ד. שווה בתאי הגוף ובנימי הדם הודות להומיאוסטזיס

שאלה 3:

ריכוז ה-CO₂ בדרך כלל:

- א. גבוה יותר בתאי הגוף מאשר בנימי הדם, כי CO₂ נוצר בתאים כל הזמן.
- ב. גבוה יותר בנימי הדם מאשר בתאי הגוף, כי הדם מוביל כל הזמן CO₂ אל הריאות.
- ג. שווה בתאי הגוף ובנימי הדם, כי מתרחשת דיפוזיה.
- ד. שווה בתאי הגוף ובנימי הדם הודות להומיאוסטזיס

תשובה:

התשובה הנכונה - א'

שאלה 4:

אלו מהתהליכים הבאים הוא תהליך של דיפוזיה?

- א. קליטת יוני אשלגן ע"י התא, מריכוז אשלגן נמוך מחוץ לתא לריכוז אשלגן גבוה בתוך התא.
- ב. פירוק חלבונים לחומצות אמיניות במערכת העיכול.
- ג. מעבר חמצן מנאדיות הריאה לנימי הדם בריאות.
- ד. הפיכת גלוקוז וחמצן לפחמן דו-חמצני ולמים בתהליך הנשימה התאית.

רמז: הדיפוזיה אינה תהליך כימי שבו חל שינוי במולקולות החומר. הדיפוזיה גורמת רק לשינוי בפיזור של המולקולות.

שאלה 4:

אלו מהתהליכים הבאים הוא תהליך של דיפוזיה?

- א. קליטת יוני אשלגן ע"י התא, מריכוז אשלגן נמוך מחוץ לתא לריכוז אשלגן גבוה בתוך התא.
- ב. פירוק חלבונים לחומצות אמיניות במערכת העיכול.
- ג. מעבר חמצן מנאדיות הריאה לנימי הדם בריאות.
- ד. הפיכת גלוקוז וחמצן לפחמן דו-חמצני ולמים בתהליך הנשימה התאית.

תשובה:

התשובה הנכונה – ג'

תשובה א' אינה נכונה כי מדובר במעבר של יוני אשלגן בכיוון המנוגד למפל הריכוזים שלהם, כלומר מריכוז נמוך לריכוז גבוה. זו דרך אחרת של מעבר חומרים דרך קרום התא, ונלמד עליה בהמשך.

תשובה ב' אינה נכונה כי מדובר בתהליך כימי, כלומר, בשינוי במולקולות החומר: חלבונים מתפרקים לחומצות אמיניות. לכן גם תשובה ד' אינה נכונה, מכיוון שגם הנשימה התאית היא תהליך כימי, שבמהלכו גלוקוז וחמצן הופכים לפחמן דו-חמצני ומים.

תשובה ג' נכונה. מדובר בתהליך דיפוזיה: חמצן עובר בכיוון מפל הריכוזים שלו, מנאדיות הריאה, ששם ריכוזו גבוה, לנימי הדם, ששם ריכוזו נמוך.

שאלה 5:

- איזה מבין התהליכים הבאים אינו תהליך דיפוזיה ?
- א. מעבר פחמן דו-חמצני מנימי הדם אל נאדיות הריאה.
 - ב. התפזרות מולקולות מלח במרק גם בלא ערבוב.
 - ג. יצירת חלבונים בריבוזומים בתאים.
 - ד. מעבר גלוקוז ממערכת העיכול לדם.

שאלה 5:

- איזה מבין התהליכים הבאים אינו תהליך דיפוזיה ?
- מעבר פחמן דו-חמצני מנימי הדם אל נאדיות הריאה.
 - התפזרות מולקולות מלח במרק גם בלא ערבוב.
 - יצירת חלבונים בריבוזומים בתאים.
 - מעבר גלוקוז ממערכת העיכול לדם.

תשובה:

התשובה הנכונה – ג',
כי מדובר בתהליך כימי של הפיכת חומצות אמיניות לחלבון.

מעבר חומרים דרך הקרום באמצעות דיפוזיה

שאלה 6:

הכנסו לסימולציה המוצגת בקישור המצורף:



מעבר חומרים דרך קרום התא

א. לחצו על כפתור תעלות, וקבעו בנוגע לחומר שהמולקולה שלו מסומנת בריבוע אדום, אם הוא עובר בתהליך דיפוזיה.

רמז: בדקו האם החומר עובר בכיוון מפל הריכוזים שלו, כלומר, מריכוז גבוה לנמוך.

ב. לחצו על כפתור "משאבות אקטיביות" וענו על אותה שאלה בנוגע לחומר שהמולקולה שלו מסומנת בעיגול כחול.

מעבר חומרים דרך הקרום באמצעות דיפוזיה

שאלה 6:

הכנסו לסימולציה המוצגת בקישור המצורף:



א. לחצו על כפתור תעלות, וקבעו בנוגע לחומר שהמולקולה שלו מסומנת בריבוע אדום, אם הוא עובר בתהליך דיפוזיה.

ב. לחצו על כפתור "משאבות אקטיביות" וענו על אותה שאלה בנוגע לחומר שהמולקולה שלו מסומנת בעיגול כחול.

תשובה:

החומר שמסומן כריבוע אדום עובר בדיפוזיה ממקום שבו ריכוזו גבוה מחוץ לתא למקום שבו ריכוזו נמוך בתוך התא. לעומת זאת, החומר שמסומן בעיגול כחול עובר בניגוד למפל הריכוזים ממקום שבו ריכוזו נמוך מחוץ לתא למקום שבו ריכוזו גבוה בתוך התא. מעבר זה אינו דיפוזיה אלא תהליך העברה פעילה עליה נלמד בהמשך.

מעבר חומרים בדיפוזיה מתרחש דרך הפוספוליפידים התעלות והנשאים

מעבר חומרים בתהליך דיפוזיה מתרחש דרך שלושה מרכיבים של הקרום:
דרך שכבת הפוספוליפידים עוברים חומרים מסיסים בשומן כגון חמצן ופחמן דו-חמצני,
ודרך התעלות והנשאים עוברים חומרים מסיסים במים שאינם מסיסים בשומן כגון גלוקוז ויוני
נתרן.
מידע מפורט על כך תמצאו במצגת: דרכי מעבר חומרים דרך הקרום.

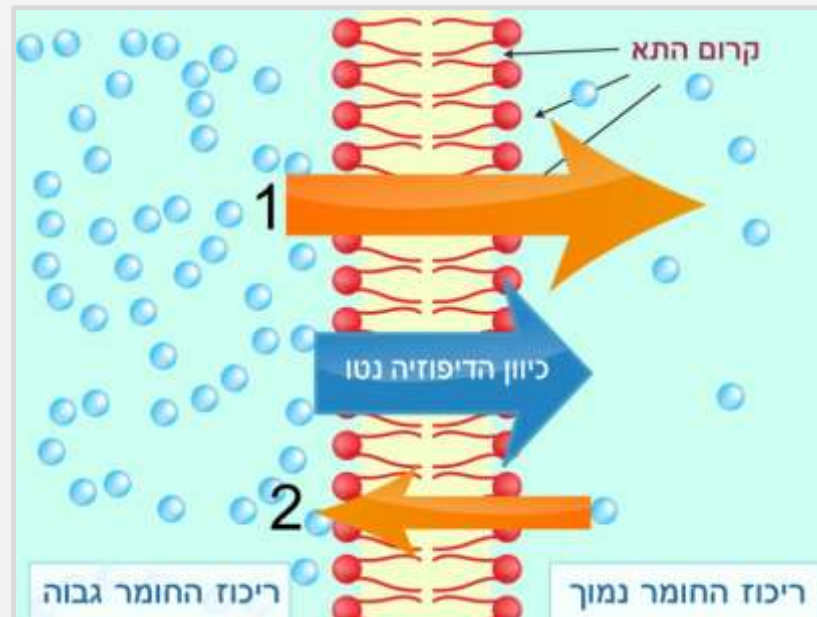
שאלה 7:

מולקולות החומרים השונים נעות באקראי לכיוונים שונים. למרות זאת, מדוע בדיפוזיה מולקולות החומר נעות ממקום שבו ריכוזן גבוה למקום שבו ריכוזן נמוך?

רמז: מהי ההסתברות הגדולה יותר למעבר אקראי של מולקולות: מהמקום שבו ריכוזן גבוה למקום שבו ריכוזן נמוך. או להיפך?
מה יהיה בסה"כ כיוון התנועה נטו?

תשובה:

אמנם, תנועת מולקולות החומר היא אקראית, כלומר, לכל הכיוונים, אך יש סיכוי גדול יותר לתנועת מולקולות ממקום שבו ריכוזן גבוה למקום שבו ריכוזן נמוך. לכן, בסה"כ נטו, יש תנועה של החומר על פי מפל הריכוזים, כלומר, מריכוז גבוה לריכוז נמוך. בתרשים הבא נראית דיפוזיה של חומר דרך קרום מצד שמאל שבו ריכוזו גבוה לצד ימין שבו ריכוזו נמוך. החץ העליון (1) מראה את תנועת המולקולות מהריכוז הגבוה לנמוך, ואילו החץ התחתון (2) מראה שיש גם תנועה בכיוון ההפוך, מהריכוז הנמוך לגבוה. קצב התנועה מהריכוז הגבוה לנמוך גדול יותר מאשר קצב התנועה בכיוון ההפוך. ולכן, בסה"כ נטו יש מעבר של חומר מהריכוז הגבוה לנמוך כפי שמראה החץ המרכזי.



[מעבר חומרים מרכז גבוה לרכז נמוך](#)

שאלה 8:

- בתהליך דיפוזיה מתרחש/ת :
- א. שחרור אנרגיה ע"י המולקולות.
 - ב. תנועה של כל המולקולות בכיוון אחד בלבד.
 - ג. תנועה אקראית של מולקולות.
 - ד. תגובה כימית בין מולקולות.

שאלה 8:

- בתהליך דיפוזיה מתרחש/ת :
- שחרור אנרגיה ע"י המולקולות.
 - תנועה של כל המולקולות בכיוון אחד בלבד.
 - תנועה אקראית של מולקולות.
 - תגובה כימית בין מולקולות.

תשובה:

התשובה הנכונה היא ג'.
תשובה א' אינה נכונה כי הדיפוזיה הוא תהליך פסיבי.
תשובה ב' אינה נכונה כי תנועת המולקולות היא אקראית לכל הכיוונים.
תשובה ג' נכונה. תנועת המולקולות היא אקראית (אף על פי שבסה"כ יש תנועה מריכוז גבוה לנמוך).
תשובה ד' אינה נכונה כי בדיפוזיה אין שינוי כימי של המולקולות

סיכום ביניים: מה למדנו על הדיפוזיה?

- ◀ הדיפוזיה היא תהליך פסיבי של מעבר חומר בכיוון מפל הריכוזים של החומר כלומר, ממקום שבו ריכוז החומר גבוה למקום שבו ריכוז החומר נמוך.
- ◀ הדיפוזיה נובעת מהתנועה האקראית לכל הכיוונים של מולקולות החומר.
- ◀ הדיפוזיה גורמת לפיזור אחיד של מולקולות החומר, כלומר, לשוויון ריכוזים.
- ◀ הדיפוזיה היא אחד התהליכים המרכזיים של מעבר חומרים בין התאים לסביבתם.
- ◀ אם חומר מנוצל בתא (כמו חמצן), או נוצר בתא (כמו פחמן דו-חמצני), מתקיים תמיד מפל ריכוזים שלו בין הדם לתאים, אך למרות הדיפוזיה, לא נוצר מצב של שוויון ריכוזים.

מושגים חשובים:

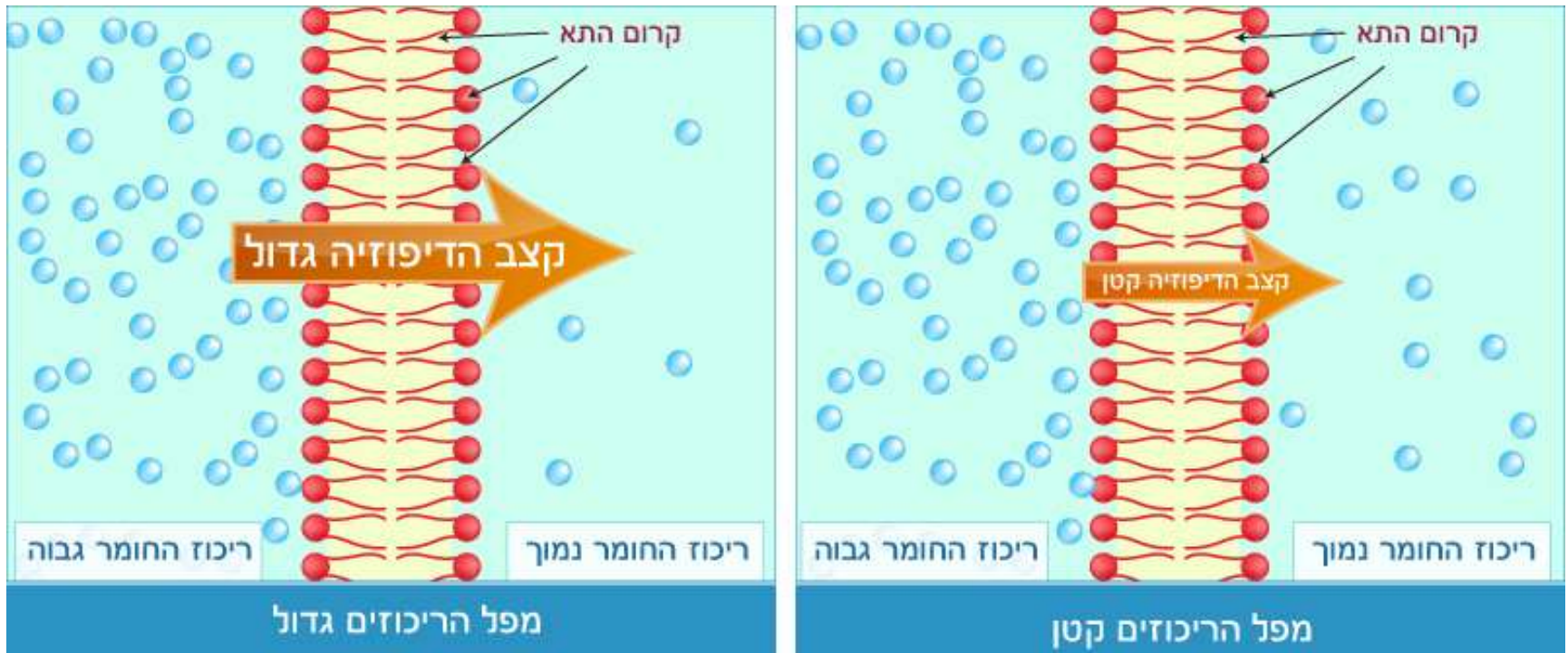
דיפוזיה, ריכוז, מפל ריכוזים, שוויון ריכוזים, תהליך פסיבי

הגורמים המשפיעים על קצב הדיפוזיה

הגורמים המשפיעים על קצב הדיפוזיה

א. **טמפרטורה:** ככל שהטמפרטורה עולה, קצב הדיפוזיה עולה, כי קצב תנועת המולקולות עולה.

ב. **מפל (הפרש) הריכוזים של החומר:** ככל שמפל הריכוזים של החומר גדול יותר, קצב הדיפוזיה עולה.

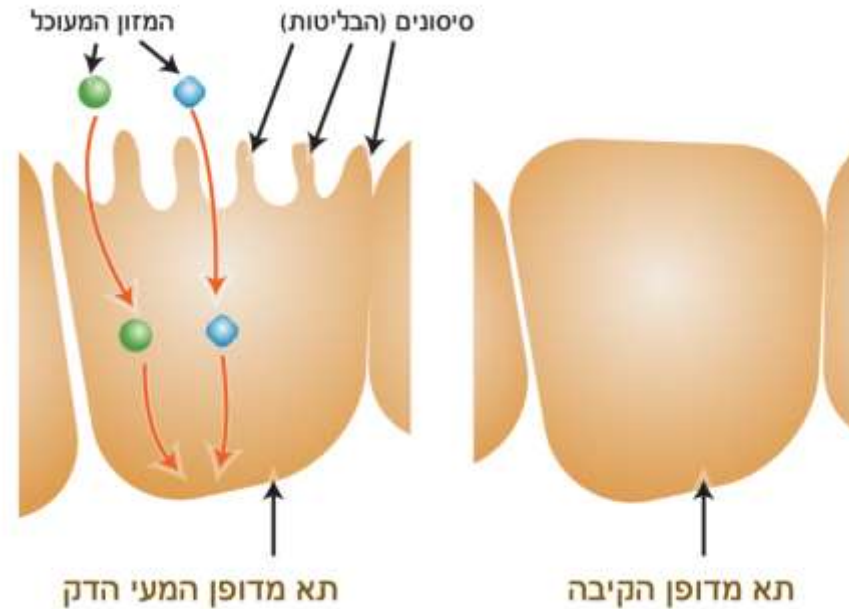


ג. **גודל המולקולה של החומר:** ככל שגודל המולקולה קטן יותר, קצב הדיפוזיה עולה

במקרה שמדובר בדיפוזיה של חומר דרך קרום התא, משפיעים גם הגורמים הבאים:
ד. גודל שטח הפנים של הקרום, או במילים אחרות: היחס בין שטח הפנים של התא לנפח התא. ככל שיחס זה גדול יותר, יש יותר מקום שדרכו יכולה להתרחש הדיפוזיה, ולכן קצב הדיפוזיה גדול יותר.

הגורמים המשפיעים על קצב הדיפוזיה

בתרשימים הבאים מתוארים תא מדופן המעי הדק שדרכו נספג המזון המעוכל מהמעי לדם ותא מדופן הקיבה. בתא מדופן המעי הדק היחס בין שטח הפנים לנפח גדול יותר, דבר המייעל את ספיגת המזון דרכו.



תא מדופן המעי הדק	תא מדופן הקיבה	
גדול	קטן	שטח פנים
זוהו בשני התאים		נפח
גדול	קטן	היחס בין שטח פנים לנפח

שאלה 9:

סנדליות חיות במקווי מים קולטות את החמצן מהמים. כיצד תשפיע עלייה בטמפרטורת המים על קצב הדיפוזיה של החמצן מהמים אל הסנדלית?

א. קצב הדיפוזיה יגדל.

ב. קצב הדיפוזיה יקטן.

ג. לא יהיה שינוי.

ד. אי-אפשר לקבוע.

שאלה 9:

סנדליות חיות במקווי מים קולטות את החמצן מהמים. כיצד תשפיע עלייה בטמפרטורת המים על קצב הדיפוזיה של החמצן מהמים אל הסנדלית?

- א. קצב הדיפוזיה יגדל.
- ב. קצב הדיפוזיה יקטן.
- ג. לא יהיה שינוי.
- ד. אי-אפשר לקבוע.

תשובה:

התשובה הנכונה א'.

שאלה 10:

בתרשים הבא מוצגות שתי צורות שונות של תאי חיידקים : תא נקד ותא סלילני .



הניחו שנפח החיידקים זהה. איזה חיידק יקלוט יותר חומרים מסביבתו? נמקו.

שאלה 10:

בתרשים הבא מוצגות שתי צורות שונות של תאי חיידקים : תא נקד ותא סלילני .



נקד

סלילני

הניחו שנפח החיידקים זהה. איזה חיידק יקלוט יותר חומרים מסביבתו? נמקו.

תשובה:

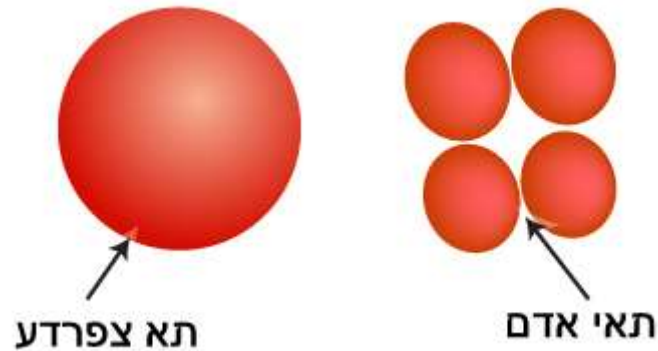
החיידק הסלילני יקלוט יותר חומרים כי היחס בין שטחו לנפחו (שטח/נפח) גדול יותר.

שאלה 11:

דם האדם שונה מדם הצפרדע. קוטר תאי הדם האדומים באדם הוא 7 מיקרון , ואילו קוטר תאי הדם האדומים בצפרדע הוא 32 מיקרון. איזה משני היצורים יקשר יותר חמצן באותה יחידת נפח של דם? נמק.

רמז: לאדם יש תאי דם קטנים רבים יחסית, ואילו לצפרדע יש יחסית מעט תאי דם גדולים כפי המתואר בתרשים הבא.

בהנחה שנפח ארבעת התאים הקטנים יחד שווה לנפח התא הגדול, היכן יהיה היחס בין שטח הפנים לנפח יהיה גדול יותר, בתאי הצפרדע או בתאי האדם?

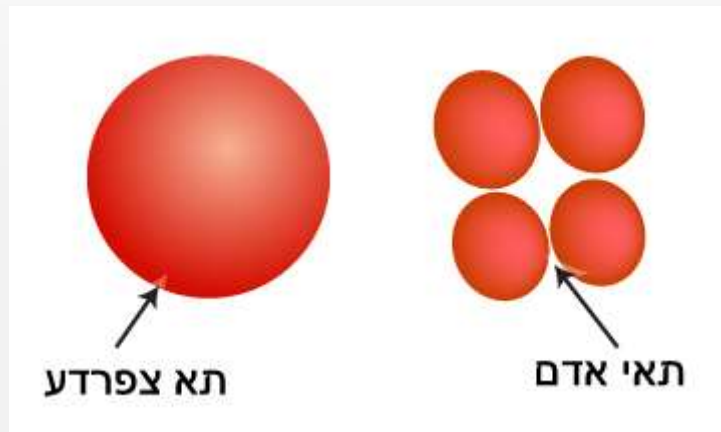


שאלה 11:

דם האדם שונה מדם הצפרדע. קוטר תאי הדם האדומים באדם הוא 7 מיקרון , ואילו קוטר תאי הדם האדומים בצפרדע הוא 32 מיקרון. איזה משני היצורים יקשר יותר חמצן באותה יחידת נפח של דם? נמק.

תשובה:

החמצן העובר מנאדיות הריאה אל נוזל הדם בנימי הדם; מנוזל הדם הוא חודר בדיפוזיה אל תוך תאי הדם האדומים ונקשר להמוגלובין. כפי שעולה מנתוני השאלה, לצפרדע יש מעט תאי דם אדומים גדולים ואילו לאדם יש תאי דם קטנים רבים, כמתואר בתרשים הבא:



נניח שנפח ארבעת התאים הקטנים שווה לנפח התא הגדול. ברור ששטח הפנים הכולל של ארבעת התאים הקטנים גדול משטח הפנים של התא הגדול, ובמילים אחרות: היחס שטח פנים/נפח של התאים הקטנים גדול משל התא הגדול. ולכן הם קולטים יותר חמצן.

שאלה 12:

אם נבדוק את קצב הדיפוזיה של חמצן מהדם אל תאי השרירים בזמן פעילות גופנית לעומת מצב מנוחה, סביר שנמצא שקצב הדיפוזיה:

- א. יישאר בלא שינוי, כי ההומיאוסטזיס נשמר בגוף.
- ב. יגדל, כי הטמפרטורה באזור השרירים עולה בזמן פעילות גופנית.
- ג. יגדל, כי מפל הריכוזים של החמצן בין הדם לתאי השרירים יגדל.
- ד. תשובות ב' ו-ג' נכונות.

שאלה 12:

אם נבדוק את קצב הדיפוזיה של חמצן מהדם אל תאי השרירים בזמן פעילות גופנית לעומת מצב מנוחה, סביר שנמצא שקצב הדיפוזיה:

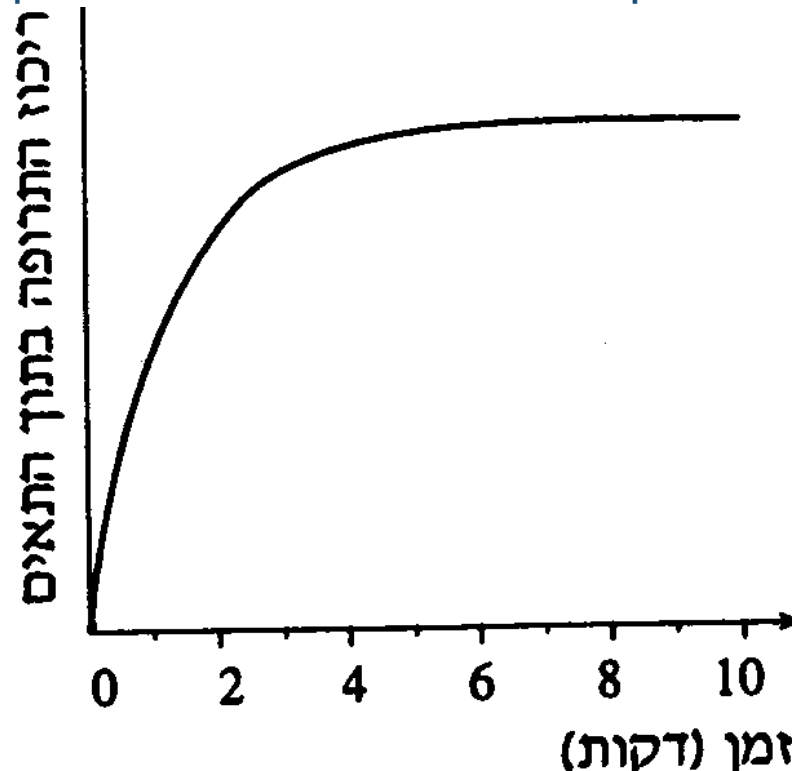
- א. יישאר בלא שינוי, כי ההומיאוסטזיס נשמר בגוף.
- ב. יגדל, כי הטמפרטורה באזור השרירים עולה בזמן פעילות גופנית.
- ג. יגדל, כי מפל הריכוזים של החמצן בין הדם לתאי השרירים יגדל.
- ד. תשובות ב' ו-ג' נכונות.

תשובה:

התשובה הנכונה – ד'. בזמן פעילות גופנית, קצב הנשימה בתאי השרירים עולה, כדי לספק אנרגיה לתהליך ההתכווצות. לפיכך, ריכוז החמצן בתאים יורד יותר מהרגיל והפרש ריכוזי החמצן בין הדם לתאים גדל. לכן קצב הדיפוזיה עולה. נוסף על כך, הטמפרטורה באזור תאי השרירים עולה, כי בתהליך הנשימה וההתכווצות נוצר, בין היתר, חום. עליית הטמפרטורה גורמת לעלייה בקצב הדיפוזיה.

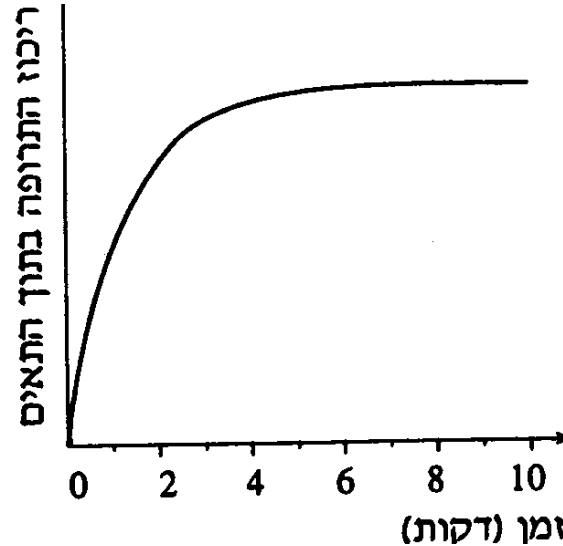
שאלה 13:

כאשר נלחמים בתאי סרטן המתפתחים בתוך הגוף, משתמשים בתרופות החודרות לתוך התאים וגורמות לחיסולם. חוקרים עשו ניסוי שבו בדקו את קצב החדירה של תרופה כלשהי לתאים הסרטניים. הם שמו בנוזל שבו היו התאים את התרופה, ומדדו את השתנות ריכוז התרופה בתוך התאים. הגרף הבא מתאר את התוצאות שהתקבלו.



א. האם ייתכן שהתרופה חודרת לתאים בדיפוזיה? נמק.

ב. מה יכולה להיות הסיבה לכך שאחרי 6 שעות והלאה, ריכוז התרופה בתאים נשאר קבוע?



תשובה:

א. ייתכן שהתרופה חודרת לתאים בדיפוזיה מכיוון שריכוזה מחוץ לתאים גבוה ואילו ריכוזה ההתחלתי בתוך התאים הוא אפס; כלומר, קיים הפרש ריכוזים של התרופה בין התאים לסביבתם.

ב. עקב כניסת התרופה בדיפוזיה, אחרי 6 שעות ריכוזה מחוץ לתאים ובתוך התאים משתווה, ולכן הריכוז נשאר קבוע.

סיכום ביניים: מה למדנו על הדיפוזיה?

גורמים שונים משפיעים על קצב הדיפוזיה כגון:

- ◀ טמפרטורה
- ◀ מפל הריכוזים
- ◀ גודל המולקולה של החומר
- ◀ גודל שטח הפנים
- ◀ מידת חדירות הקרום לחומר

מושגים חשובים:

יחס שטח פנים/נפח