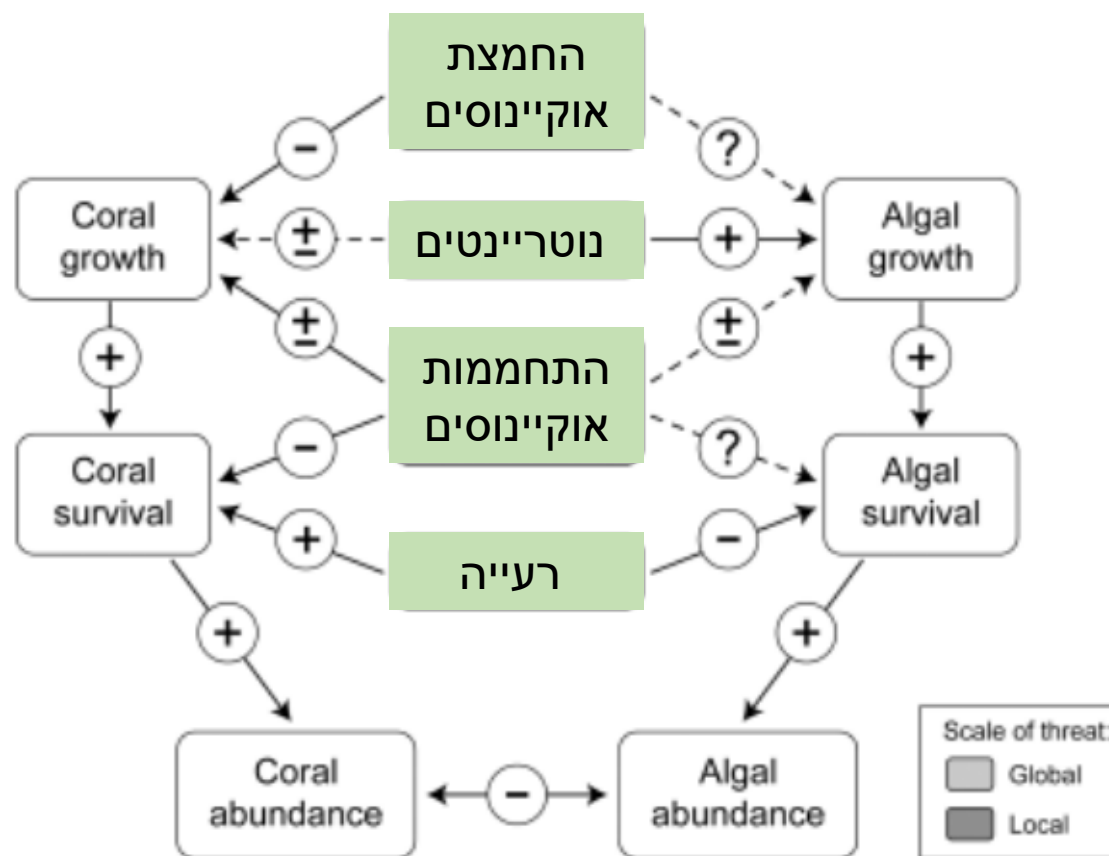
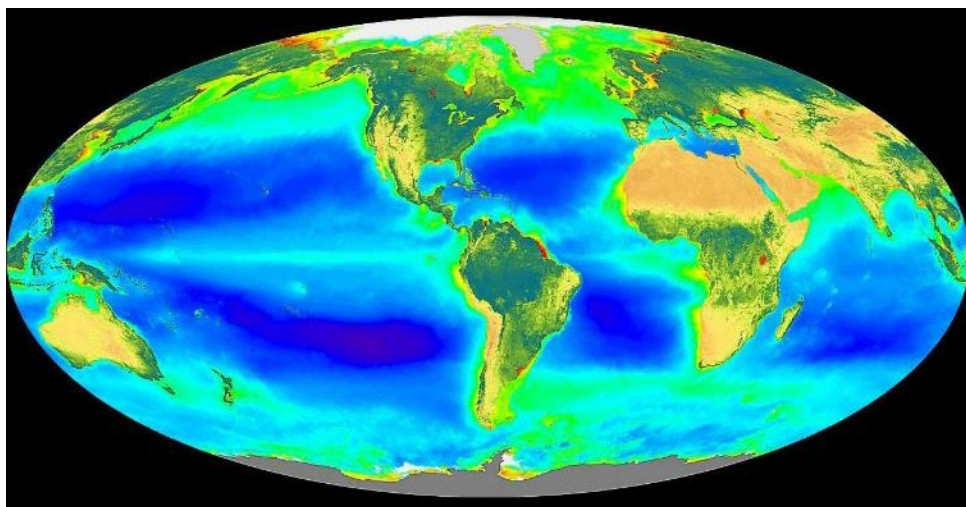




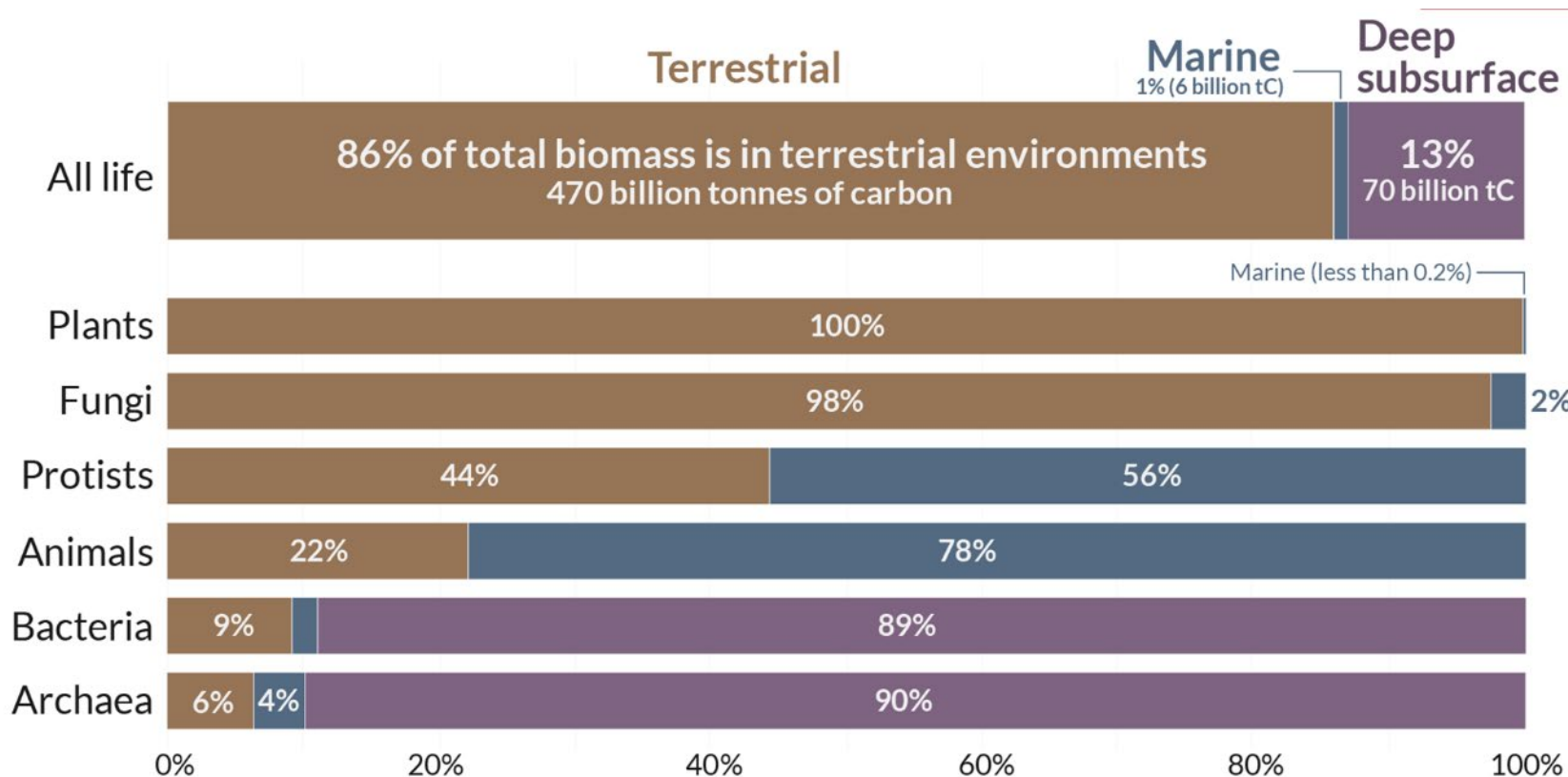
החמצת אוקיינוסים התופעה ומפת השלכות

השפעת האוקיינוסים על אקלים כדור הארץ



- 70% משטח כדור הארץ מכוסה באוקיינוסים.
- כ-40% מהייצור הראשוני מתבצע באוקיינוסים על ידי אצות פוטוסינתטיות.
- האוקיינוס הוא מבלע חשוב לעודפי פחמן דו-חמצני.
- האוקיינוס בעל השפעה ממצגת הודות לקיבול החום הגבוה של המים.
- החזרת קרינת השמש מהמים ומלוחות הקרח משפיעה על טמפרטורת האוויר.

פיזור הביומסה של כדור הארץ לפי סביבות החיים (ב%).



רק 1% מכל היצורים החיים מתקיימים בסביבה הימית. אולם, הם מייצגים כ-78% מכלל בעלי החיים.

- Deep subsurface
אזורים עמוקים המשתרעים מתחת לקרקע או מתחת לקרום האוקייני.

מקרא: יבשה, ים, אזורים עמוקים



שונית האלמוגים



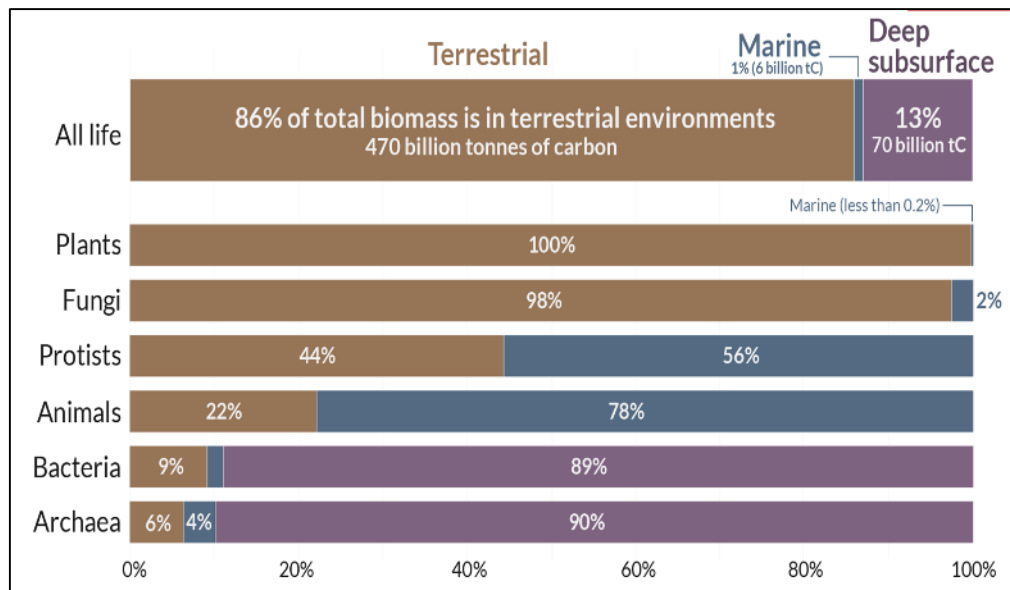
- שונית האלמוגים הינה מערכת ביולוגית מורכבת המהווה בית ליותר ממיליון סוגים שונים של בעלי חיים- **הסביבה המגוונת ביותר בעולם**
- שוניות האלמוגים מהוות 0.1% משטח האוקיינוסים, אך מקיימות כ-25% ממיני בעלי החיים הימיים.
- השונית היא מבנה ביוגני גירני. היא נוצרת על ידי יצורים חיים שיכולים להפריש שלד גירני: תולעים, חלזונות, אצות גירניות, צדפות, וכמובן אלמוגים.
- שוניות אלמוגים מספקות פרנסה ישירה ל- 500 מיליון בני אדם.

כלל שוניות האלמוגים משקיעות
כ (טרה) 10^{12} ק"ג גיר בשנה

סיכום עד כאן



- הסביבה הימית מאכלסת אחוז ניכר מהביומסה של כדור הארץ, ובעיקר בעלי חיים.
- שונות האלמוגים מהווה בית גידול עשיר לחי בסביבה הימית.
- שונות האלמוגים היא מבנה ביוגני שנוצר על ידי אלמוגי אבן "בוני שונות" בתהליך של השקעת שלד גירני.



פגיעה בשונות האלמוגים תתבטא בנזק
עצום למערכת האקולוגית

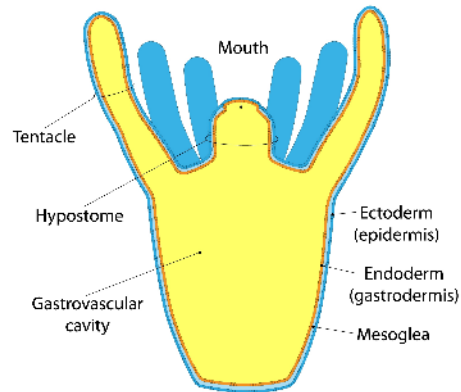
מהו אלמוג ומה הקשר ליצירת גיר?

- אלמוגים – מחלקה של חסרי חוליות ימיי השייכים למערכת הצורבים.

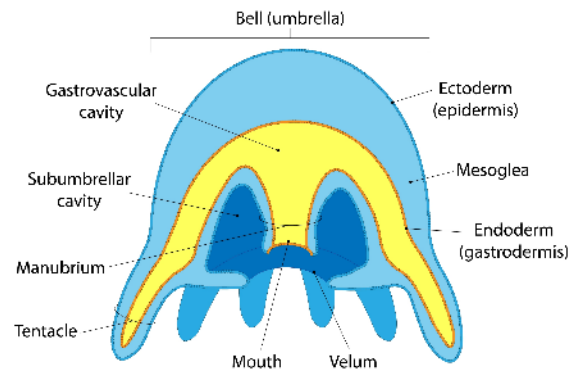
- יחידת המבנה הבסיסית היא פוליפ

- אלמוגי אבן "בוני שונית" - הפוליפים מפרישים שלד גירני המשמש להגנה.

- רובם מקיימים סימביוזה עם זואוקסנטלות



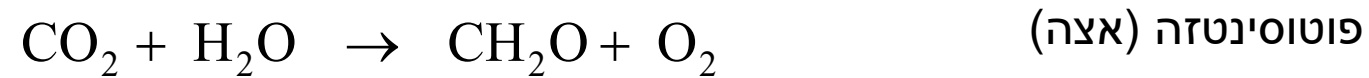
Polyp



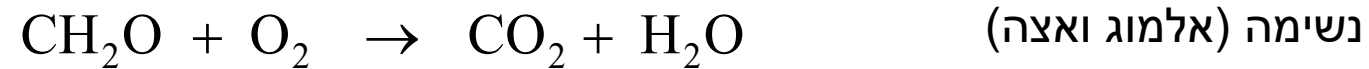
Medusa



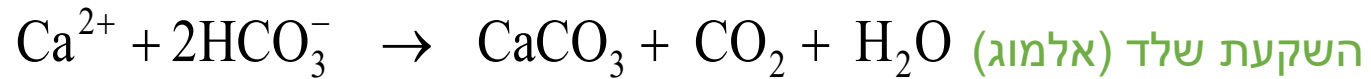
מהו אלמוג ומה הקשר ליצירת גיר?



פוטוסינתזה (אצה)



נשימה (אלמוג ואצה)



השקעת שלד (אלמוג)

סימביוזה בין האלמוג לאצה מאפשרת את ביצוע הפוטוסינתזה.

אלמוגי האבן מיוחדים ביכולתם להפריש שלד גירני.

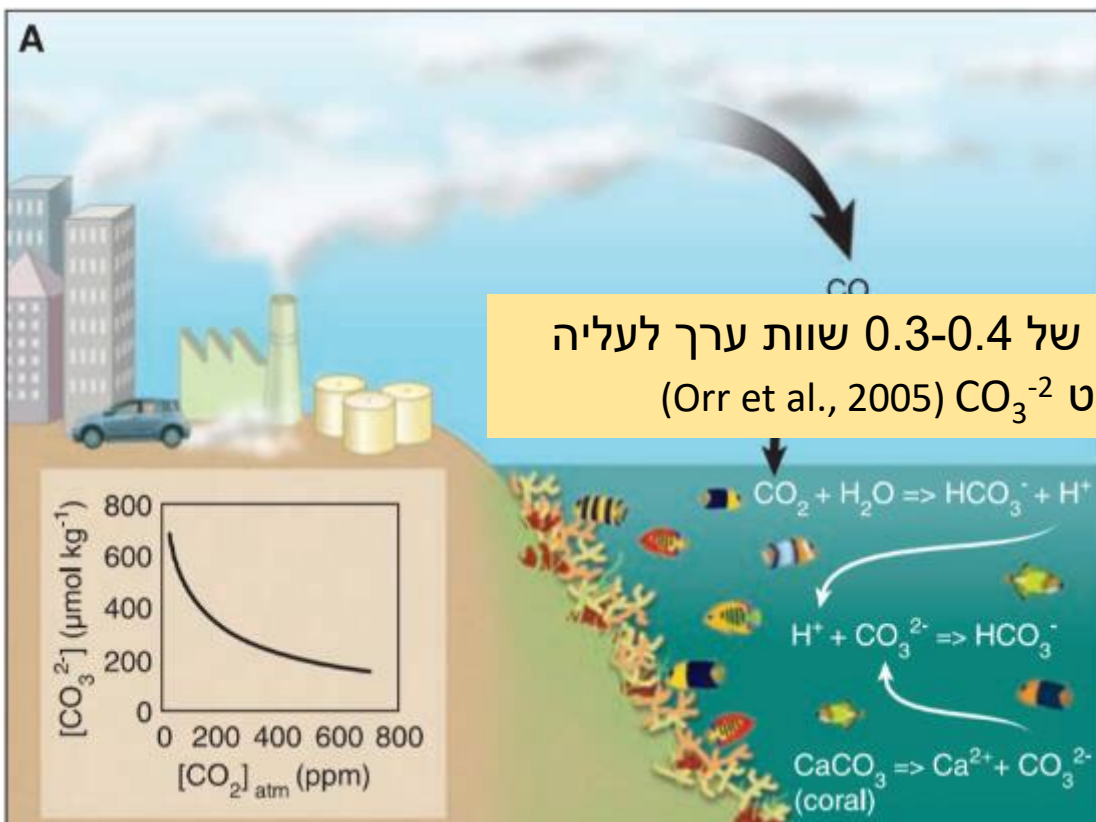
מה יקרה אם התנאים ישתנו?



השלד שנוצר מהווה את מצע השונית ועל כן אלמוגים אלו נקראים גם "בוני שונית".

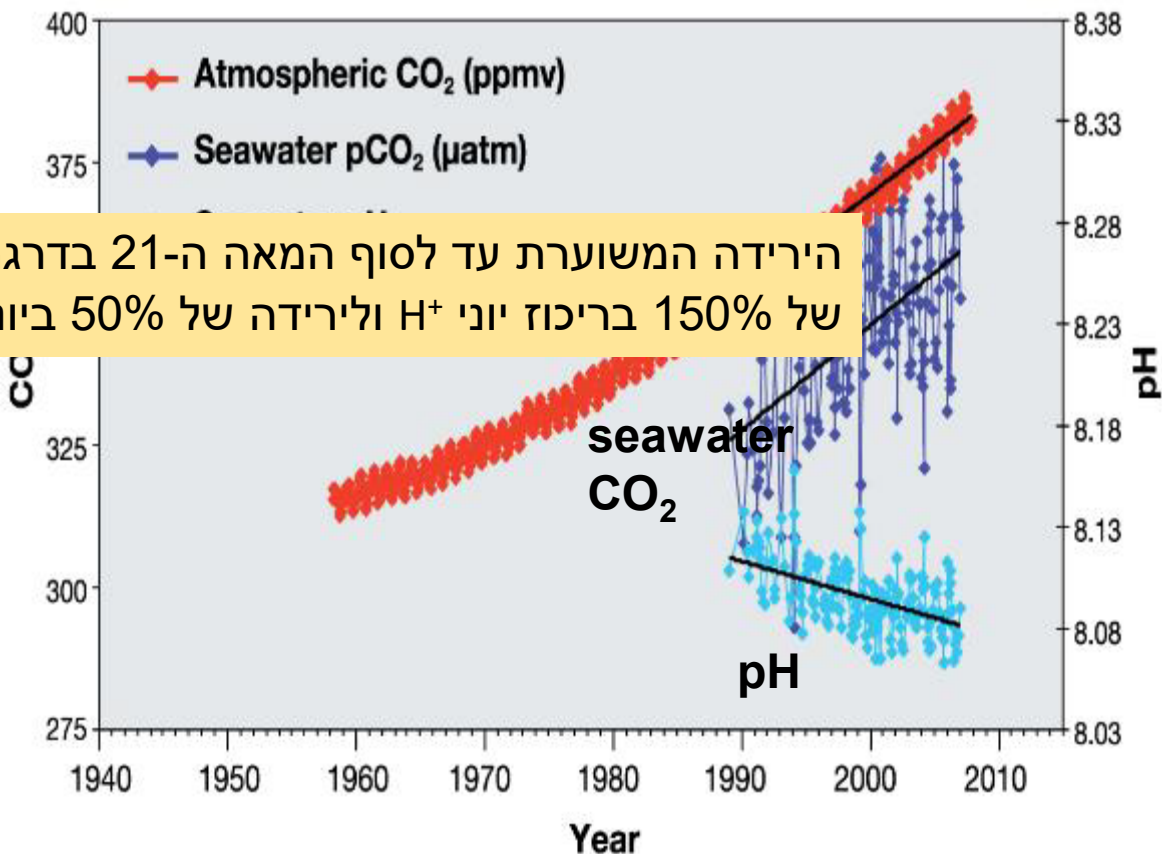
השקעת השלד תלויה בנוכחות צורני הפחמן וב - pH של האוקיינוס. תהליכי נשימה תאית, פוטוסינתזה והשקעת השלד הגירני שומרים על שיווי משקל בדרגת ה pH המאפשרת את התנאים להשקעת השלד הגירני.

החמצת אוקיינוסים או “The other CO₂ problem”



הירידה המשוערת עד לסוף המאה ה-21 בדרגת ה-pH של 0.3-0.4 שוות ערך לעליה של 150% בריכוז יוני H^+ ולירידה של 50% ביוני קרבונט CO_3^{2-} (Orr et al., 2005)

CO₂ and pH time series in the North Pacific Ocean



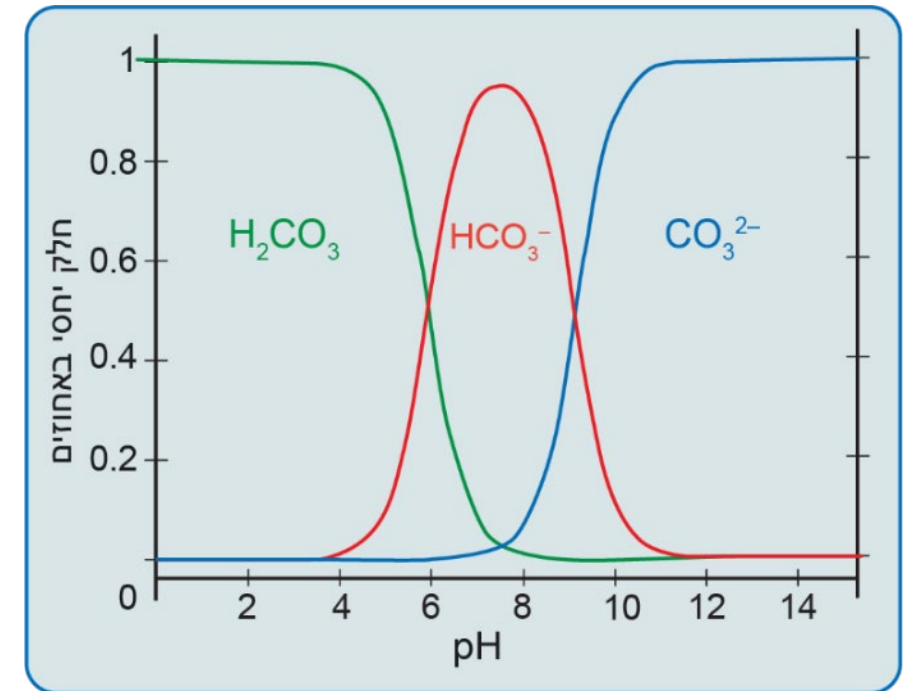
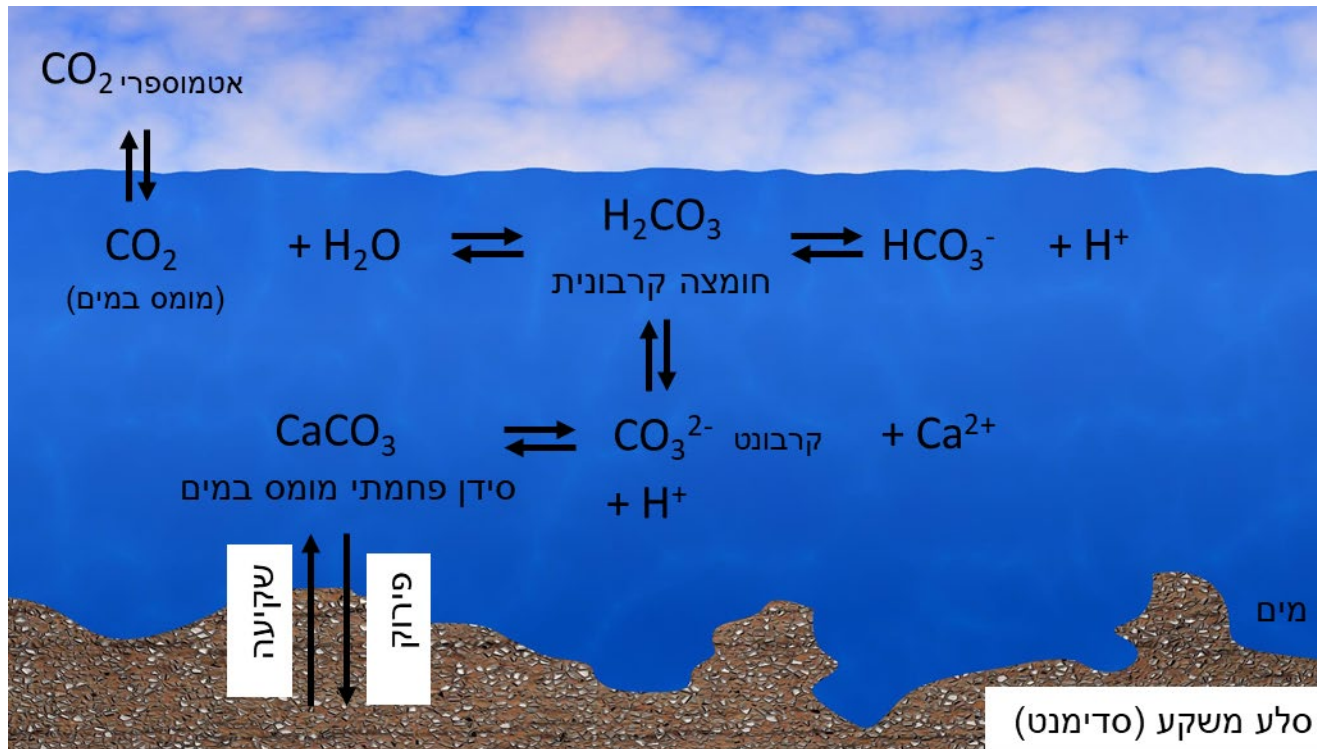
Material, S. O., York, N. & Nw, A. Change and Ocean Acidification. *Science* (80-.). **1737**, 1737–1743 (2007).

Doney, S. C., Fabry, V. J., Feely, R. A. & Kleypas, J. A. Ocean Acidification: The Other CO₂ Problem. *Ann. Rev. Mar. Sci.* **1**, 169–192 (2009).

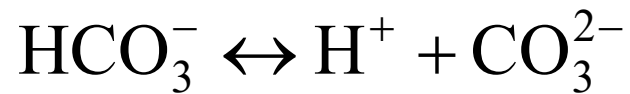
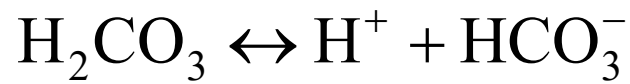
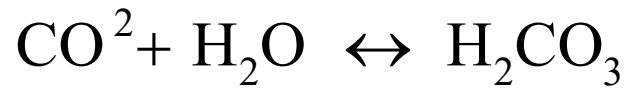
החמצת אוקיינוסים או “The other CO₂ problem”

הגורל של מולקולת CO₂
במי הים

כל עוד דרגת ה- pH של המים היא בסביבות 8.1
כ-90% מהפחמן האי-אורגני במים נמצא בצורת
יוני ביקרובנט. (HCO₃⁻)



החמצת אוקיינוסים או "The other CO₂ problem"



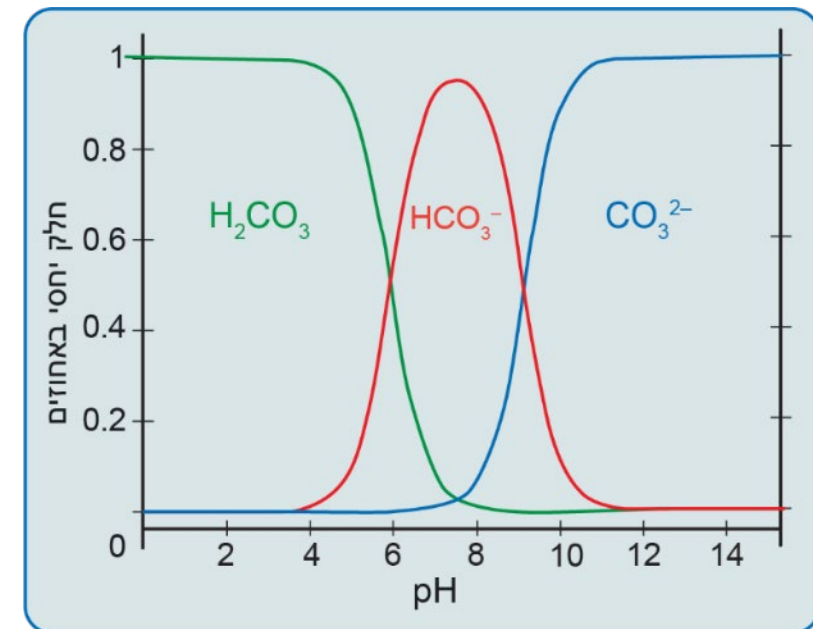
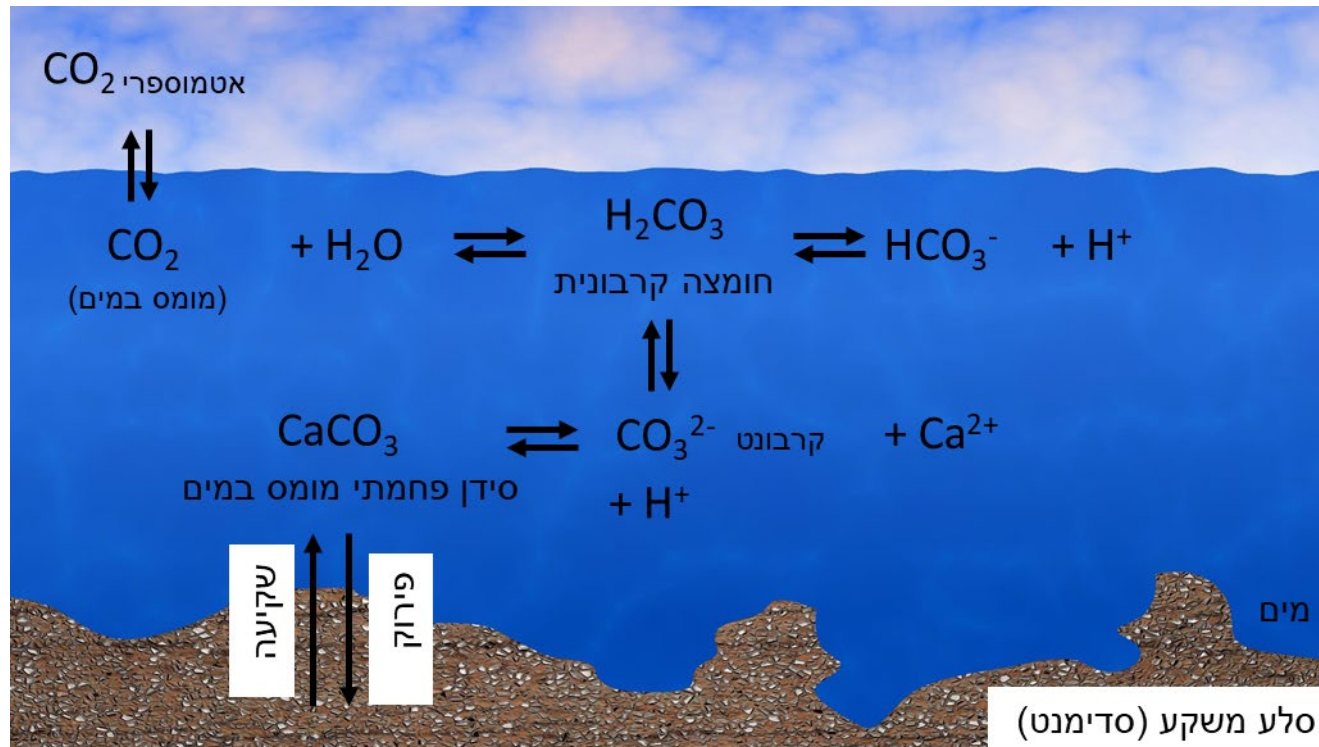
1. התווספות של פחמן דו-חמצני למי הים מהאוויר, מעלה

את ריכוז של הפחמן הדו חמצני המומס בהם. CO_{aq}^2

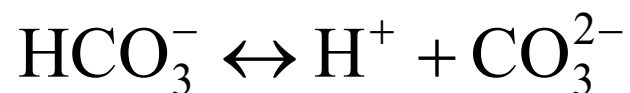
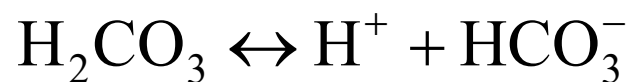
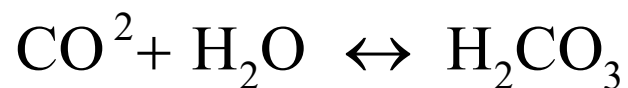
2. התגובה הכימית נעה ימינה בכיוון שיווי המשקל החדש

3. וריכוז יוני המימן במים עולה ביחד עם עליה בריכוז יוני

ביקרבונט.

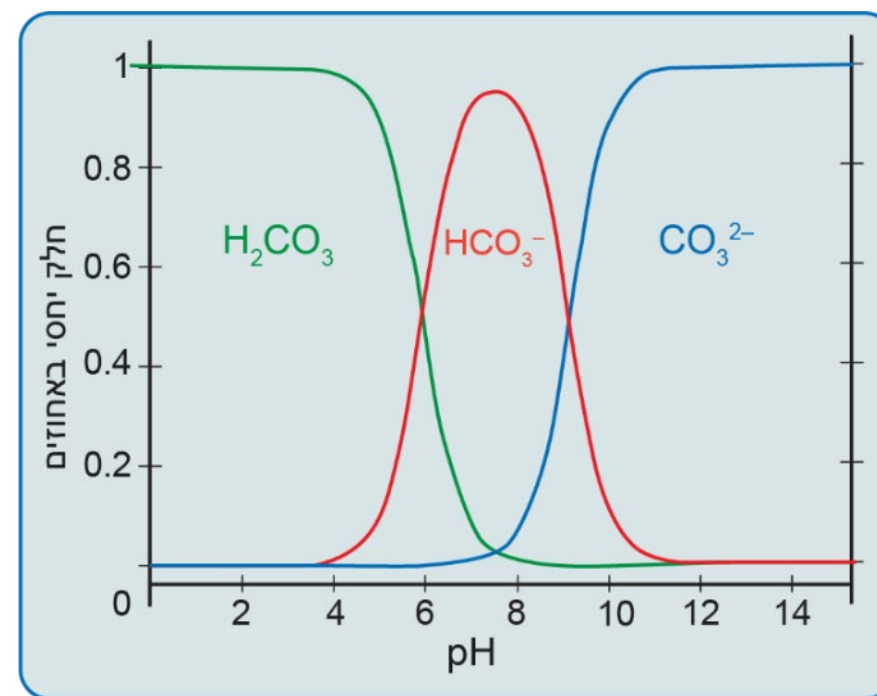
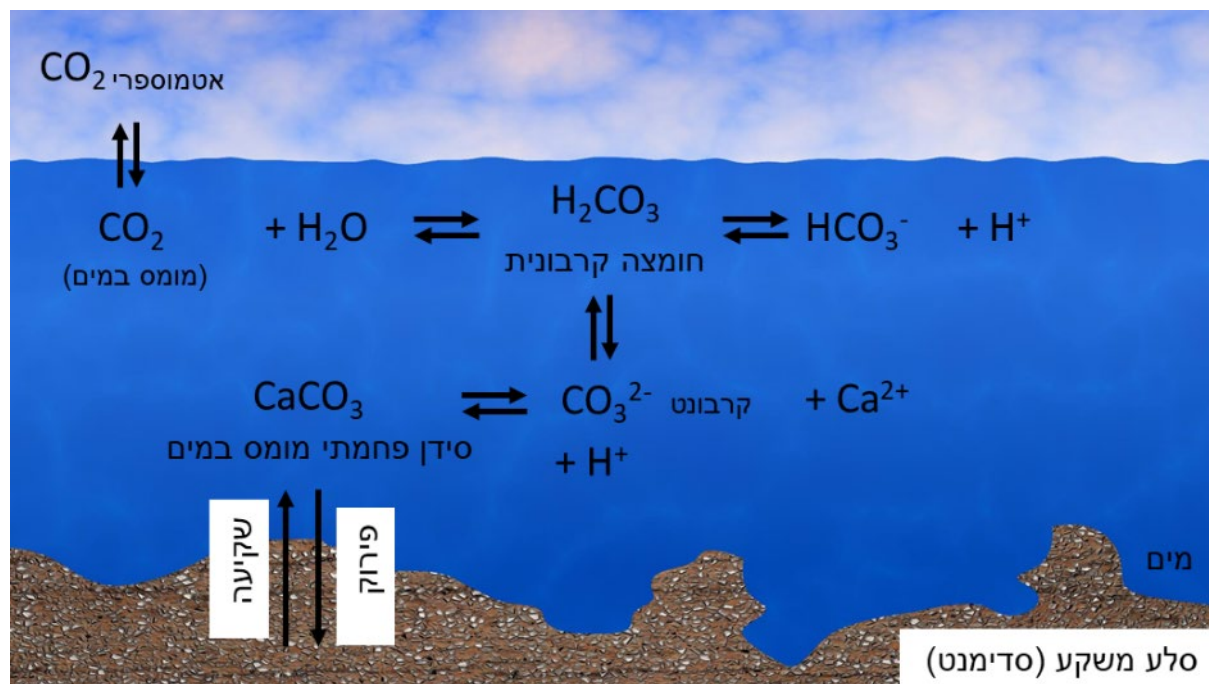


החמצת אוקיינוסים או "The other CO₂ problem"

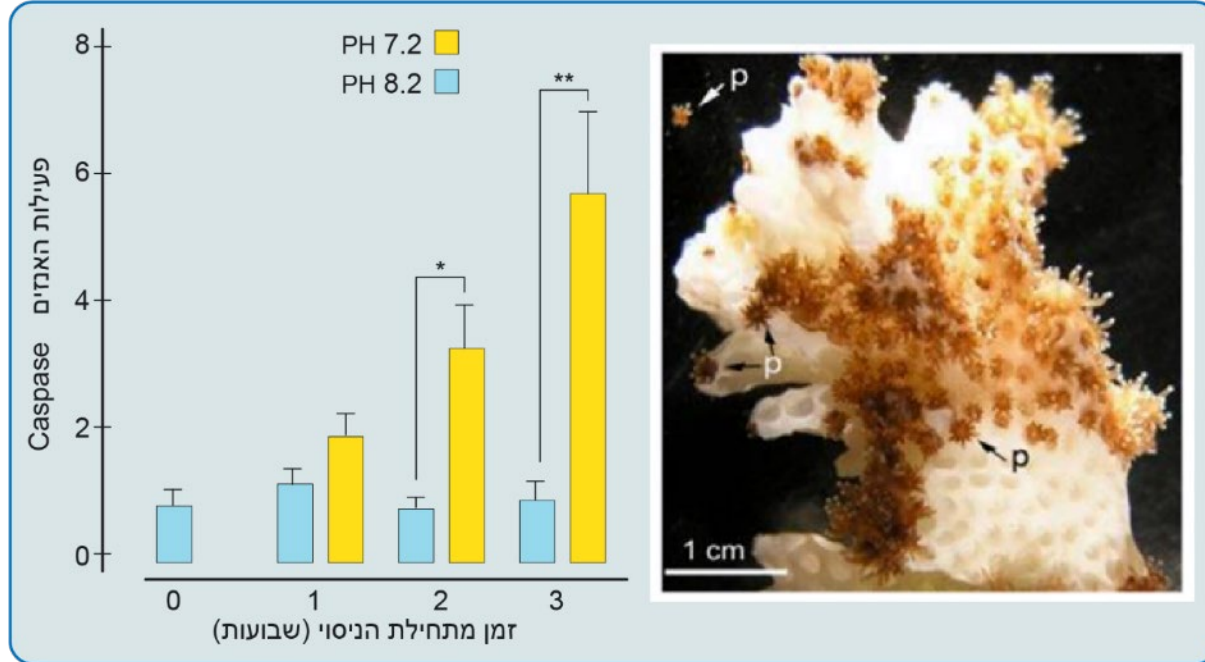


ריכוז יוני הקרבונט יורד דווקא בגלל עליה בריכוז יוני H^+ .
למה זה כך?

בגלל הבדלים בקבועי שיווי המשקל של התגובות הכימיות למעשה התגובה השלישית נעה לכיוון המגיבים ככל שהחומציות עולה ולכן ריכוז יוני הקרבונט קטן



מחקר: השלכות ביולוגיות של החמצת אוקיינוסים.



- אלמוגי האבן חשובים מאד ליצירת מצע השונית עליו יתבססו מינים רבים של בעלי חיים וצמחים. בהתאם אלמוגים אלה נקראים אלמוגים "בוני שונית".
- בהתבסס על עדויות ממחקר המאובנים, הציעו שאלמוגי אבן יכולים להחליף את מבנה גופם ממבנה בעל שלד גירני למבנים רכים חסרי שלד גירני.

Breakdown of coral colonial form under reduced pH conditions is initiated in polyps and mediated through apoptosis

Hagit Kvitt^{a,b,c}, Esti Kramarsky-Winter^d, Keren Maor-Landaw^e, Keren Zandbank^b, Ariel Kushmaro^d, Hanna Rosenfeld^c, Maoz Fine^{b,e}, and Dan Tchernov^{a,b,1}

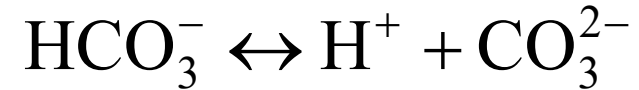
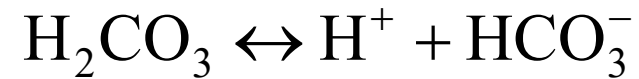
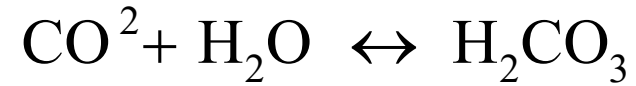
^aMarine Biology Department, Leon H. Charney School of Marine Sciences, University of Haifa, Mount Carmel, Haifa 31905, Israel; ^bInteruniversity Institute for Marine Science, Lilat 88103, Israel; ^cIsrael Oceanographic and Limnological Research, National Center for Mariculture, Lilat 88112, Israel; ^dAwram and Stella Goldstein-Goren Department of Biotechnology Engineering, Ben-Gurion University, Beer-Sheva 8410501, Israel; and ^eThe Mina & Everard Goodman Faculty for Life Sciences, Bar-Ilan University, Ramat Gan 52900, Israel

Edited by Nancy Knowlton, Smithsonian Institution, Washington, DC, and approved January 5, 2015 (received for review October 12, 2014)

מחקר: השלכות ביולוגיות של החמצת אוקיינוסים.

מה האלמוג צריך כדי להשקיע שלד גירני?

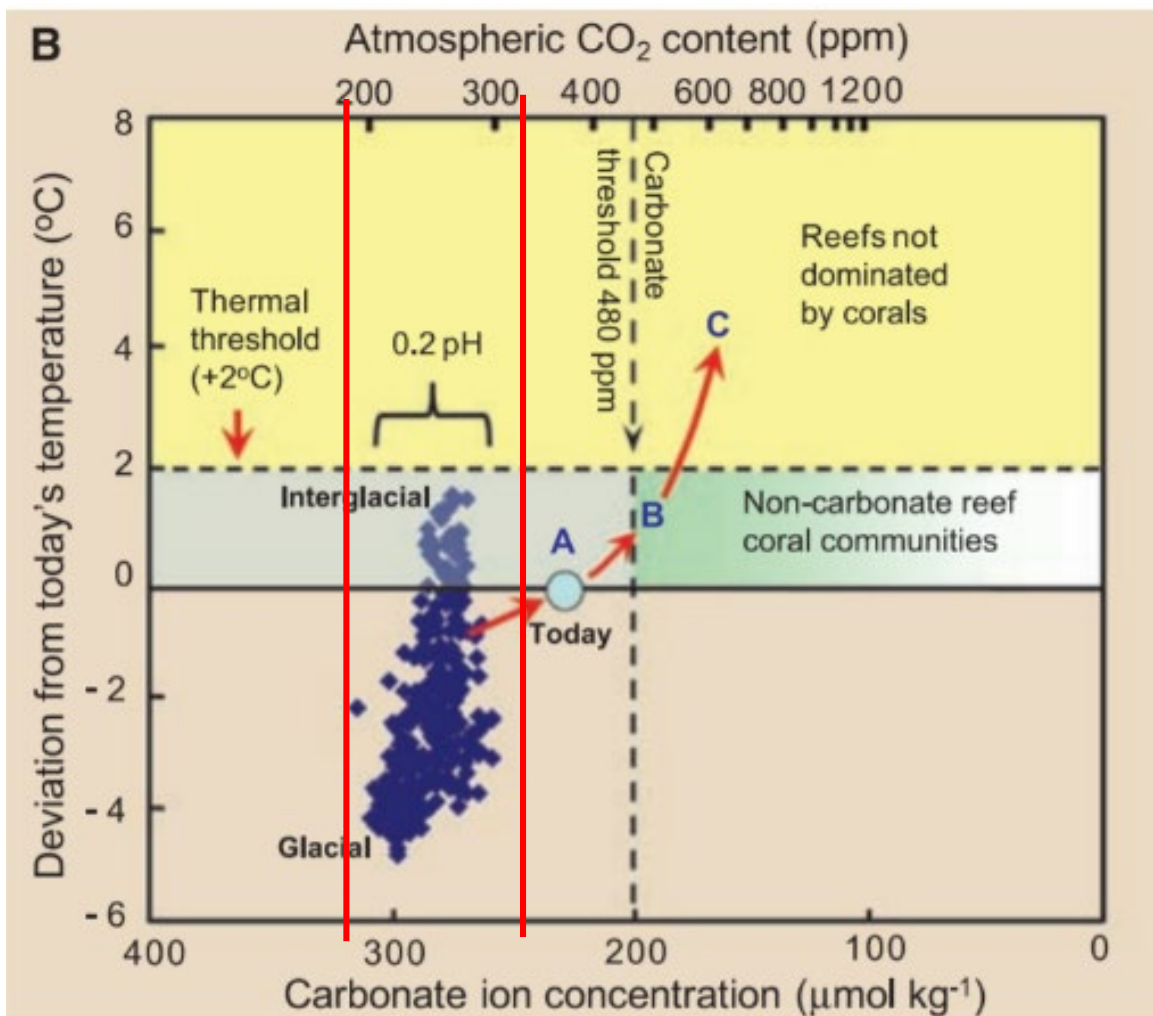
$$\frac{[\text{Ca}^{2+}] \times [\text{CO}_3^{2-}]^2}{\text{CaCO}_3} = \Omega$$



כאשר אומגה גדול מ-1 התגובה תלך לכיוון התוצרים כלומר שיקוע של CaCO_3 .

כאשר אומגה קטן מ-1 התגובה תלך בכיוון המגיבים כלומר פירוק CaCO_3 .

החמצת אוקיינוסים - תחזית



420,000 שנים

ב - 400 אלף השנים האחרונות (תקופה קרחונית) היו מעט מאוד תנודות בריכוז הפחמן הדו-חמצני באטמוספירה, בשינוי בחומציות הים ובשינוי בריכוז יוני הקרבונט בים.

בנקודה A המייצגת את המצב כיום - השינוי בטמפרטורה מתבטא בעליה של 0.7 מעלות צלסיוס, ירידה של 0.1 בערך pH, וערך נמוך של ריכוז יוני קרבונט.

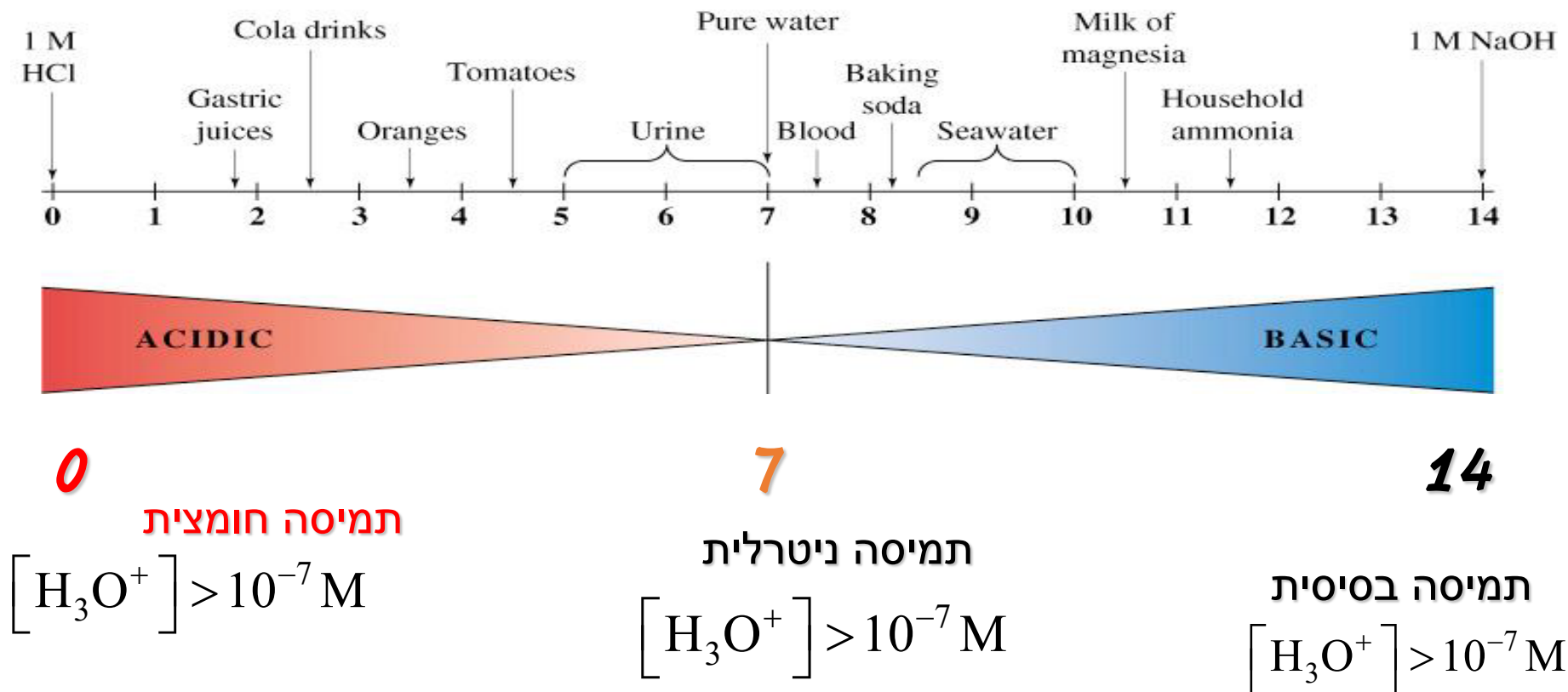
לפי התחזית (נקודה C), הצפי הוא לירידה בריכוז יוני הקרבונט, עלייה בטמפרטורה ועליה בריכוז הפחמן הדו-חמצני האטמוספרי.

מה הידע הדרוש ברמת התלמידים?

- התלמיד צריך לדעת מהי חומצה ומהו בסיס.
- התלמיד צריך להכיר את סולם ה pH
- התלמיד צריך לדעת להסביר כיצד פעפוע של פחמן דו-חמצני למי הים משפיע על דרגת ה pH .
- התלמיד צריך להבין את הקשר בין דרגת ה pH של המים ליכולת של אלמוגי אבן להפריש שלד גירני.
- התלמיד צריך להסביר את ההשלכות של פגיע בשוניית האלמוגים כתוצאה מתהליך החמצת האוקיינוסים.

דוגמה לשאלה שהיינו מצפים מהתלמיד לדעת לענות עליה:

מה אתם יכולים להסיק מהתמונה על הקשר שבין רמת החומציות לריכוז יוני ההידרוניום שבתמיסה?



מדגימים את החמצת אוקיינוסים באמצעות ניסויים

החמצת האוקיינוסים – מיפוי השלכות

מפת ההשלכות: תרשים זרימה של שרשרת השפעות
בין גורמים, משפיעים ומושפעים.



אילו השלכות יכולות להיות לתופעה זו על האדם והסביבה?

הכינו רשימה של כלל ההשלכות שלדעתכם עשויות לקרות בעקבות החמצת האוקיינוסים

לדוגמא: שינויים באוכלוסיית האלמוגים – כללי, מין מסוים

מפת השלכות



בניית מפת השלכות

חישובו על ההשלכות האפשריות
להיגד הרשום במסגרת.

