

אמוניה בתעשייה הכימית

הגידול המואץ באוכלוסיה במאה ה-19 גרם לביקוש רב יותר למזון. להגדלת התוצרת החקלאית נעשה שימוש גובר בדשנים המכילים תרכובות חנקן וזרחן. מדענים ניסו למצוא שיטות ליצור מן החנקן האטמוספרי תרכובות חנקן שונות הניתנות לשימוש בדשנים הכימיים. אחת התרכובות הללו הייתה האמוניה (NH_3). התגובה הכימית לקבלת האמוניה היא תגובה בין חנקן (N_2) שהופק מן האוויר לבין מימן (H_2), המופק בדרכים שונות. למרות שהתגובה נראית לכאורה פשוטה מאוד, היא כרוכה בבעיות טכנולוגיות שונות. התהליך שפרץ את הדרך לייצור אמוניה מן היסודות מימן וחנקן היה תהליך שפיתח פריץ האבר (Fritz Haber) הנקרא על שמו. האבר הקים בגרמניה מפעל לייצור אמוניה בשנת 1913 ששימש גם לייצור חומרי נפץ שנדרשו בתקופת מלחמת העולם ה-1.

יכולתה של גרמניה במלחמת העולם ה-1 לייצר אמוניה היווה עבודה יתרון. שאר מדינות אירופה נאלצו לייבא לשם כך את המחצב מלחת צ'ילי (NaNO_3) מדרום אמריקה, מבצע שהיה קשה ביותר בגלל הקרבות באוקיינוסים ששיבשו את התעבורה הימית.

היעזרו בנתונים המופיעים בטבלה כדי לענות על שאלות 1 ו-2:

חמצן	אמוניה	מימן	חנקן	
-220	-78	-259	-210	טמפרטורת היתוך ($^{\circ}\text{C}$)
-183	-33.6	-253	-196	טמפרטורת רתיחה ($^{\circ}\text{C}$)



שאלה 1

נסחו את תהליך התגובה האקסותרמית בין חנקן ומימן ליצירת אמוניה. על הניסוח לכלול את מצב הצבירה של החומרים ולהיות מאוזן.

שאלה 2

המקור לחנקן לייצור האמוניה בתעשייה הוא האוויר. האוויר הוא תערובת המכילה בין השאר כ-21% חמצן, וכ-78% חנקן.

א. הציעו דרך להפרדת שני הגזים.

ב. המכלים המשמשים לאחסון חנקן מכילים חנקן נוזלי.

הסבירו כיצד מתאפשר הדבר למרות שהמכלים מוחזקים

בטמפרטורת החדר.

שאלה 3

במפעל שהקים האבר פותחו שיטות עבודה להפקת אמוניה בתנאי לחץ גבוה וטמפרטורה נמוכה יחסית תוך שימוש בזרז (קטליזטור) שאפשר תגובה מהירה למרות הטמפרטורה הנמוכה.

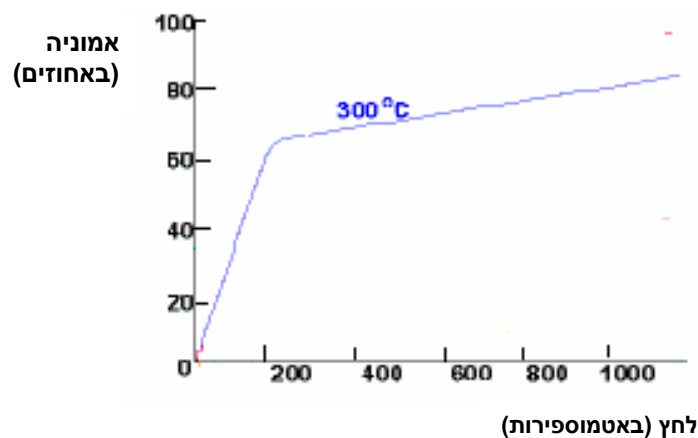
סמנו נכון/ לא נכון

- א. זרז מקטין את זמן התגובה הכימית. נכון / לא נכון
- ב. הזרז אינו חומר פעיל כימית. נכון / לא נכון
- ג. זרז משנה את סוג התוצרים בתגובה הכימית. נכון / לא נכון
- ד. כמות הזרז אינה משתנה במשך התגובה. נכון / לא נכון

שאלה 4

בתהליך הפקת האמוניה יש צורך בהעלאת הלחץ. העלאת הלחץ מחייבת שימוש במשאבים כלכליים וטכנולוגיים ניכרים. לפניכם גרף המתאר את הקשר בין כמות האמוניה המתקבלת לבין הלחץ בטמפרטורה של 300°C .

אחוז האמוניה המתקבל בתנאי לחץ שונים בטמפרטורה של 300°C



בהנחה שתהליך הייצור הוא בטמפרטורה של 300°C , מה הם תנאי הלחץ הכדאיים ביותר מבחינה כלכלית? סמנו את התשובה הנכונה והסבירו את תשובתכם:

- א. כ-1 אטמוספירה
- ב. כ-100 אטמוספירות
- ג. כ-200 אטמוספירות
- ד. כ-800 אטמוספירות

שאלה 5

לפניך כמה היגדים. ציני/י בטבלה את מידת הסכמתך לכל אחד מהם:

לא מסכימה	מסכימה באופן חלקי	מסכימה	מסכימה במידה רבה	
				הקידמה מעודדת מלחמות.
				הנזק במחקר מדעי-טכנולוגי רב יותר מן התועלת שבו.
				על החברה, ולא על אנשי המדע, מוטלת האחריות לשימוש בהישגי המחקר המדעי-טכנולוגי.
				יש לעודד קידום המחקר המדעי-טכנולוגי מבלי להתייחס לתוצאות.

מחונן למשימה – אמוניה בתעשייה הכימית

הנושאים בתוכנית הלימודים: חומרים – תרכובות; מהירות תגובה; אנרגיה בתגובות כימיות

הקשר המשימה: משאבים – בהיבט חברתי

היסטוריה – תהליך האבר לייצור אמוניה

גבולות המדע והטכנולוגיה

מקורות: מידע על תהליך האבר לייצור אמוניה

<http://www.answers.com/%20Haber%20process>

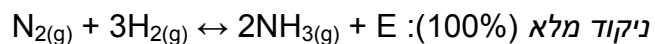
[/http://haberchemistry.tripod.com](http://haberchemistry.tripod.com)

<http://www.usetute.com.au/haberpro.html>

<http://www.princeton.edu/~hos/mike/texts/readmach/zmaczynski.htm>

שאלה 1

מטרת השאלה: ידע של מדע – ניסוח תגובה כימית



הערה: הניקוד יהיה מלא גם אם לא ציינו חץ של שיווי משקל, או את האנרגיה בתהליך

ללא ניקוד: תשובה לא נכונה, או לא ענו

שאלה 2

מטרת השאלה: ידע של מדע – מצבי צבירה – הפרדת חומרים והשפעת הלחץ על מצב הצבירה

יכולות – יישום ידע של מדע

ניקוד מלא (100%): א. מקררים את שני הגזים לטמפרטורה נמוכה מ- -196°C עד שיהפכו

לנוזל. מחממים את שני הנוזלים. בגלל שטמפרטורת הרתיחה שלהם שונה החנקן ירתח

ראשון יהפוך לגז ויצא מן המערכת. ניתן לקבל כתשובה נכונה אם התלמיד ירשום שיקרר את

האוויר עד שאחד מהגזים יהפוך לנוזל ואז יאסוף את הגז שנותר (חנקן).

הערה למורה: התהליך שבו בין החנקן לבין החמצן על ידי אידי ועיבוי, הוא למעשה תהליך

של הפרדה על ידי זיקוק. בתעשייה לא מקררים לטמפרטורות נמוכות כל כך, אלא מפעילים

לחץ גבוה, המעלה את נקודות הרתיחה, אולם התהליך דומה.

ב. כדי לאחסן את החנקן במצב נוזלי, יש לדחוס אותו בלחץ גבוה.

ניקוד חלקי: ענו נכון רק על אחד הסעיפים, סעיף א – 70% או סעיף ב – 30%

ללא ניקוד: תשובות לא נכונות, או לא ענו.

שאלה 3

מטרת השאלה: ידע של מדע – הזרז בתגובות כימיות

יכולות – הפקת מידע מטקסט

ניקוד מלא (100%): א – נכון ב – לא נכון ג – לא נכון ד – נכון

ניקוד חלקי: 25% – על כל תשובה נכונה

ללא ניקוד: תשובות לא נכונות, או לא ענו.

שאלה 4

מטרת השאלה: יכולות – הפקת מידע מגרף

ניקוד מלא (100%): תשובה ג' : מהגרף ניתן לראות כי מעל 200 אטמוספרות אין עליה גדולה בכמות התוצר המתקבלת, ולכן השקעה גדולה במתקנים יקרים יותר העומדים בלחצים גבוהים אינה כדאית.

הערה למורה: כדי לעבוד בלחץ גבוה יש לבנות מתקנים יקרים העומדים בלחץ כזה: חומרים העומדים בלחץ, אטמים מיוחדים, אמצעי בטיחות למניעת פיצוץ או דליפת חומרים מסוכנים (כמו אמוניה). בתעשייה נהוג מבחינה בטיחותית לעבוד בטמפרטורה של 500°C למרות שיעילות התהליך בטמפרטורה זו נמוכה יותר.

ללא ניקוד: התשובה אינה נכונה, או סמנו תשובה נכונה ללא הסבר, או לא ענו.

שאלה 5

מטרת השאלה: עמדות כלפי פיתוח מדעי-טכנולוגי והשפעתו על החברה

ללא ניקוד