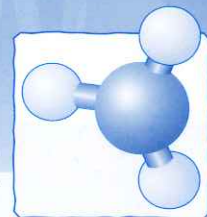


גז הצחוק – Nitrous Oxide – $N_2O(g)$

דבורה קצביץ*



גז הצחוק קיבל התייחסות מיוחדת בחוזר מנכ"ל בתחילת שנת הלימודים הנוכחית. להלן ציטוט מתוך חוזר מנכ"ל, ספטמבר 2004:

סעיף בריאות 2.2-48

"בתקופה האחרונה אנו עדים לשימוש לרעה של בני נוער בגז הצחוק במקומות בילוי. על מנהלי בתי הספר ליידע את הצוותים החינוכיים על הסכנות הכרוכות בשימוש בגז צחוק, העלול לגרום לנזק בלתי הפיך למשתמשים בו. להלן מידע על גז הצחוק:

גז הצחוק N_2O – Nitrous Oxide הוא חומר מפחית כאב וחרדה הניתן בשימוש רפואי ברפואת השיניים וברפואה הכללית בשילוב עם גז חמצן בריכוזים נמוכים, תוך פיקוח על השימוש על-ידי משרד הבריאות. גז הצחוק אינו מוגדר כסם מסוכן על-פי פקודת הסמים המסוכנים ואינו מופיע בפקודת הרוקחים. שאיפת הגז, והחזקתו בחלל הפה ופליטתו לשקית, יוצרת הרגשת רוגע, סחרור, עלפון, הזיות ואף "שכרון מעמקים".

הסכנות העלולות להיגרם מהשימוש בגז הצחוק ללא שילוב חמצן, שלא לצורך רפואי וללא פיקוח רפואי, הן: נזק במערכת העצבים והמות, חולשה ורפיון, חוסר תחושה באברי הגוף, איבוד האיזון ושיווי המשקל, חוסר שליטה במיומנויות מוטוריות, חוסר התמצאות ופגיעה ברקמת הריאה, נחירי האף ובמיתרי הקול. שימוש חוזר בגז והתמכרות לו עלולים לגרום לפגיעה בלתי הפיכה במערכת העצבים המרכזית ובמערכת הדם, עד אובדן הכרה ומוות...".



בתחילת נובמבר 2004 הונחה על שולחן הכנסת הצעת חוק שטענה ש"גז הצחוק יוכרז כסם מסוכן וייכנס לרשימת הסמים המסוכנים האסורים לשימוש...", זאת על-מנת למנוע את תופעת השימוש הנפוץ שעושים בני נוער בגז במקומות הבילוי וכדי לתת למשטרה כלים לטפל בתופעה. בני הנוער משלמים כמה שקלים תמורת בלון מלא גז, שואפים ונושפים ללא הפסקה ומתמסטלים. בני הנוער אינם מודעים לסכנות הנובעות משימוש בסם וממשיכים לרכוש אותו.

אין ספק שתפקידנו, כמורי הכימיה וכחלק מהצוות החינוכי, לקחת חלק פעיל בפעילות ההסברה במסגרת שיעורי חברה או כחלק מהוראת הכימיה במתכונת של קריאה מונחית של מאמר, של שאלות אותנטיות ובאמצעות חיבור ישיר של הנושא לתכני הלימוד כמו גזים, חמצון-חיזור, אנרגיה וכו'.

* דבורה קצביץ, מורה לכימיה, תיכון אזורי גדרה, עורכת עמיתה "על-כימיה", חברה בקבוצת הכימיה של המחלקה להוראת המדעים, מכון ויצמן למדע, מדריכה לכימיה במחוז מרכז.

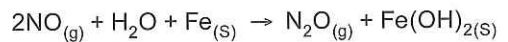
הגז $N_2O_{(g)}$ התגלה לראשונה בסוף המאה ה-18 ע"י הכימאי האנגלי ג'וזף פריסטלי (המדען שגילה את החמצן). מספר שנים לאחר מכן בדק הכימאי המפרי דייז את השפעותיו הפיזיולוגיות של הגז על אנשים. הוא הבחין בתגובותיהם המשעשעות של הנבדקים והטביע את השם גז צחוק לגז N_2O . כמו כן הבחין שלגז יש אפקט מרדים וציין:

"As nitrous oxide in its extensive operation appears capable of destroying physical pain, it may be used with advantage during surgical operations in which no great effusion of blood takes place."

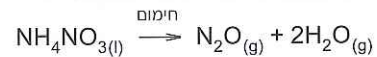
למרות האבחנה הברורה של המפרי, השימוש היחיד בגז במשך 40 שנה יוחד למופעי בידור וקרנבלים. בשנת 1844 במהלך מופע בקונויטיקט, הבחין רופא השיניים ד"ר וולס שהיה בקהל, שאחד הצופים שהיה תחת השפעת הגז, נפצע ולא חש בכך, אלא כאשר פגה השפעתו של הסם. ד"ר וולס הציע להשתמש בסם במהלך טיפולי שיניים, אך הצעתו הקדימה את זמנה, וציבור הרופאים דאז דחה אותה.

עברו כ-160 שנה, ורופאי השיניים משתמשים היום בגז להקלת כאבים במהלך טיפול שיניים וכן על מנת להוריד את רמת החרדה של המטופלים.

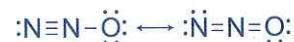
פריסטלי הפיק את הגז על-ידי חימום אמון חנקתי, בנוכחות ברזל לקבלת חנקן חמצני $NO_{(g)}$. את תוצרי התגובה העביר דרך מים על-מנת לספוג תוצרי לוואי רעילים.



היום מייצרים את הגז $N_2O_{(g)}$ על-ידי חימום עדין של אמוניום חנקתי מותר לפי הניסוח הבא:



נוסחת הייצוג האלקטרונית של N_2O אינה "מצייתת" לכללי הקישור הקלאסיים, וניתן להציע לה שתי נוסחאות המייצגות צורות רזונטיביות:



השימושים העיקריים לגז $N_2O_{(g)}$ הם אלה:

- חומר הרדמה ומוריד חרדה במהלך טיפולי שיניים.
- חומר דוחף (propellant) בתרסיסים שונים, במיוחד בקצפת.
- כתוסף להזרקת האוויר למנוע שריפה פנימית בכלי רכב, על מנת להגדיל את הספק המנוע שלהם.

נבדוק מהן התכונות המקנות לגז $N_2O_{(g)}$ את היכולות למלא תפקידים אלו.

גז הצחוק והשפעתו על המוח

רק לאחרונה גילו חוקרים את דרך פעולתו של הגז, דרך המסבירה מדוע השימוש בו עלול לגרום נזק למוח. הגז $N_2O_{(g)}$ כנראה חוסם קולטנים מסוג NMDA (N-methyl-D-aspartate), שהם בעלי תפקיד מרכזי בתהליכי למידה, זיכרון ותחושת כאב. קולטנים אלו שייכים למשפחת הקולטנים המעוררים, והם מופעלים על ידי המתוון העצבי גלוטאמט.

כאמור, הפעולה המרדמה של גז הצחוק נעשית על ידי חסימת מסרים מעוררים. זאת בניגוד לרוב החומרים המרדמים אשר פעולתם למניעת ההעברה של מסרי הכאב בין תאי העצב, מתבצעת על ידי חיזוק ההעברה של מסרים מעכבים.

מהן הסכנות הכרוכות בשאיפת גז הצחוק $N_2O_{(g)}$?

גז הצחוק עצמו אינו רעיל, לכן נשאלת השאלה מדוע שאיפתו מסוכנת? שאיפה לא מבוקרת של גז צחוק יכולה לגרום לחוסר בחמצן וכתוצאה מכך לפגיעה במוח. לכן השימוש הרפואי בגז ע"י רופאי השיניים, למשל, ניתן תמיד כתערובת עם חמצן.

האנשים אשר שואפים את הגז על דעת עצמם, אינם חשים בקוצר נשימה כתוצאה מהמחסור בחמצן, כי מנגנון הבקרה של הנשימה בגוף מבוסס על חיישנים הרגישים לרמת הפחמן-הדו-חמצני בדם, ולא לרמת החמצן בדם. לכן אנשים אלו יכולים להגיע למצבי עילפון וחוסר הכרה כתוצאה ממחסור בחמצן.

נוסף על כך השימוש בגז צחוק, לאורך זמן ובכמויות גדולות, גורם להופעת סימפטומים הדומים לאלו הקיימים בחוסר



ויטמין B12, הכוללים הפרעות נוירולוגיות, החל בעקצוץ בקצה האצבעות וברעד וכלה בהירדמות של איברים.

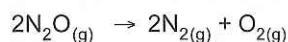


N₂O_(g) כחומר דוחף (propellant) בתרסיסים שונים
 בטמפרטורת החדר N₂O_(g) הוא חומר כמעט בלתי פעיל כלפי מגוון רחב של חומרים, כולל מתכות אלקליות, הלוגנים ואוזון. לכן הגז יכול לשמש כחומר דוחף בתרסיסים רבים, במקום הפריאונים – CFCs, שפוגעים בשכבת האוזון. N₂O_(g) מאושר כתוסף מזון ולכן יכול לשמש כחומר דוחף במכלי קצפת.

N₂O_(g) ניטרו אוקסיד כתוסף להזרקת האוויר למנועים

הוספת N₂O_(g) לתערובת אוויר/דלק מעלה את הספק המנוע והשימוש בגז למטרה זו החל כבר במלחמת העולם השנייה במנועי מטוסים. תוספת זו נהוגה היום במכוניות מירוץ, באופנועים ואף במכוניות משפחתיות יוקרתיות. השפעתו של הגז N₂O_(g) על הספק המנוע נובעת ממספר גורמים:

1. בטמפרטורה הקיימת בצילינדר של המנוע הגז מתפרק על-פי התגובה הבאה:



ניתן לראות על פי חישובים סטוכיומטריים שעל כל ליטר N₂O_(g) שנכנס לצילינדר מקבלים 0.5 ליטר חמצן, בעוד שליטר אוויר מספק רק 0.2 ליטר חמצן (20% חמצן באוויר). לכן במכוניות שיש להן התקן מיוחד להזרקת הגז, תוזרם לצילינדר במקביל להזרקת הגז, גם כמות דלק גדולה יותר, אשר תגיב בתגובת שריפה עם החמצן, וכתוצאה מכך יעלה הספק המנוע.



2. תגובת הפירוק של ה- N₂O_(g) מעלה את מספר מולי הגז בצילינדר, כתוצאה מכך מופעל לחץ גדול יותר על הבוכנה, ולכן הספק המנוע עולה.

3. הגז N₂O_(g) מאוחסן במכונית בלחץ גבוה מאוד, כך שלמעשה, מצב הצבירה שלו הוא נוזלי. כאשר הוא מוזרק למנוע הוא מתאדה. תהליך האידיוי של הגז מקרר את תערובת הגזים בצילינדר. קירור הגזים מעלה את צפיפותם, וכתוצאה מכך כמות גדולה יותר של דלק ואוויר יכולה להיכנס לצילינדר ולהגיב בתגובת השריפה, וכפועל יוצא מכך – להעלות את הספק המנוע.

לסיכום מספר נתונים ועובדות לגבי הגז N₂O :

N ₂ O	נוסחה
גז חסר צבע	הופעה
44 גר' למול	מסה מולרית
-91°C	טמפרטורת היתוך
-88°C	טמפרטורת רתיחה
0.112 גר' ל-100 גר' מים	מסיסות במים
$\Delta H_f^\circ = 82\text{kJ/mol}$	אנתלפיית התהוות
$S^\circ = 220\text{J/mol}\cdot\text{K}$	אנטרופיה

מספר הזיהוי של הגז CAS (Chemical Abstract Service) number הוא 10024-97-2.

כמו כן מספרו במסגרת החומרים המסוכנים UN number הוא 1070.

מקורות

מולקולת החודש
<http://www.chm.bris.ac.uk/motm/n2o/n2oc.htm>

כיצד עובדים דברים
<http://auto.howstuffworks.com/question259.htm>

אוסף עובדות מפורט
http://www.fact-index.com/n/ni/nitrous_oxide.html

הרשות למלחמה בסמים
<http://www.antidrug.org.il/template/default.asp?mainc=4&catid=23&pageid=66>