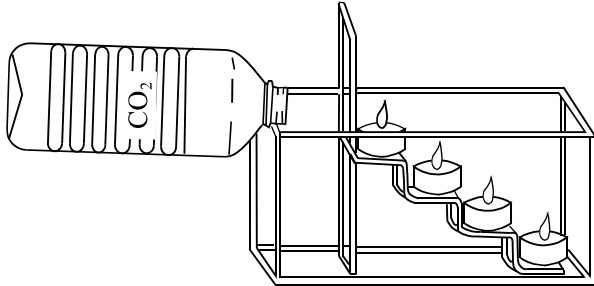


מערת הכלבים

תכולת הערכה

בדוק המצאות כל הפריטים באריזה, קרא את הוראות ההפעלה בשלמותן לפני ביצוע ההדגמה ופעל במדויק בהתאם להנחיות.



איור 1

- תיבת פרספקס שקופה
- מדרגות שקופות וארבעה נרות (המחברים בצמדנים)
- גנרטור גז (מכל + מכסה)
- מכל לאיסוף הגז $\text{CO}_2(\text{g})$
- 6 מנות של חומצה אצטית (חומץ)
- מכל עם סודה לשתייה (NaHCO_3)
- כפית מדידה
- קיסם
- קופסת גפרורים

ניתן לייצר $\text{CO}_2(\text{g})$ בצמוד להפעלת הערכה, או יום, יומיים לפני מועד הפעלתה ולאחסנו במכל לאיסוף הגז.

עזרה ראשונה

- במקרה של מגע החומצה האצטית עם העור, יש לשטוף במי ברז ובסבון.
- במקרה של מגע החומרים עם העיניים, יש לשטוף היטב במים זורמים במשך 15 דקות ולפנות לטיפול רפואי.

רקע מדעי

באמצעות ערכה זו ניתן להדגים את הנושאים הבאים:

1. התנהגותם של גזים כבדים באוויר.
2. פחמן דו-חמצני מונע שריפה.
3. פיזור של חלקיקי גז כבדים באוויר.
4. תצפית מדעית - מהי?

מבוא:

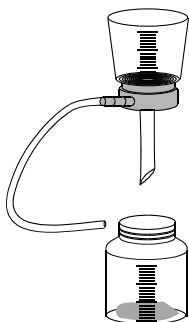
שמה של מערת הכלבים באיטליה ניתן לה על שום תופעה מעניינת המתרחשת בה. כלבים, או בעלי חיים נמוכים אחרים, הנכנסים לתוכה, מתים תוך דקות ספורות. מסתבר, כי על קרקעיתה מצוי גז כבד בריכוז המסוכן לבעלי חיים הזקוקים לחמצן. גז זה הוא פחמן דו-חמצני (CO_2) . הצפיפות של CO_2 היא 1.98 גרם/ליטר לעומת זו של האוויר - 1.29 גרם/ליטר (ב- 0°C). האוויר המצוי סביבנו מורכב לפי נפחו מ-78% חנקן, 21% חמצן, 0.9% ארגון, 0.03% פחמן דו-חמצני וגזים נוספים.

בעלי חיים קולטים את החמצן שבאוויר באמצעות תהליך חילוף חומרים. בתהליך זה נפלט פחמן דו-חמצני CO_2 . תהליך הפוטוסינתזה בצמחים, לעומת זאת, צורך CO_2 ופולט חמצן (O_2). הפחמן הדו-חמצני אינו מאפשר בעירה, ולכן משמש כחומר לכיבוי שריפות.

ההדגמה:

התהליך המודגם בערכה זו דומה מאוד לזה המתרחש במערת הכלבים. אולם, בעוד שבמערת הכלבים נוצר CO_2 וחודר באופן רציף דרך קרקעית המערה כתוצאה מהפעילות הוולקנית באזור, הרי שבהדגמה שלנו אנו "שופכים" את הגז אל תוך הכלי בפעולה חד-פעמית. מסתם (משקלם) של חלקיקי ה- CO_2 גדולה פי 1.5 ממסתם הממוצעת של חלקיקי האוויר, וכוח הכובד מקנה להם תנועה בכיוון מטה, בנוסף לתנועתם האקראית הרגילה. מסיבה זו רובם שוקעים אל קרקעית הכלי, תוך דחיפת החלקיקים הקלים של האוויר החוצה (בדומה למים, אשר יידחו שמן כלפי מעלה). כתוצאה מכך, נוצרת על קרקעית הכלי, בשלב הראשון, שכבה בה ריכוז ה- CO_2 גבוה מאוד. שכבה זו גדלה והולכת ומגיעה בסוף ההדגמה עד לשפת הכלי. הנרות, הזקוקים לחמצן על מנת לבעור, כבים בזה אחר זה, מהנמוך לגבוה.

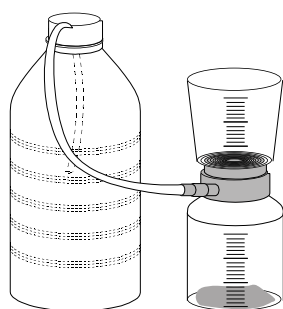
על מנת להמחיש את משמעות היות CO_2 כבד מהאוויר למרות היותו בלתי נראה ולהקל על ההסבר למתרחש בהדגמה, ניתן לערוך הדגמה זו בו זמנית בשתי ערכות, כאשר הערכה השנייה מופעלת בעזרת מים במקום CO_2 .



איור 2

לאחר פרק זמן, ניתן להכניס קיסם דולק לתוך הכלי והוא נשאר דולק. כלומר ה- CO_2 , שהיה בכלי, התפזר באוויר החדר כתוצאה מהתנועה האקראית של החלקיקים, תהליך זה נקרא פיעפוע (או דיפוזיה באנגלית)

במערת הכלבים, לעומת זאת, יש אספקה מתמדת של מולקולות CO_2 ולכן, על קרקעיתה נשאר ריכוז גבוה של פחמן דו-חמצני.



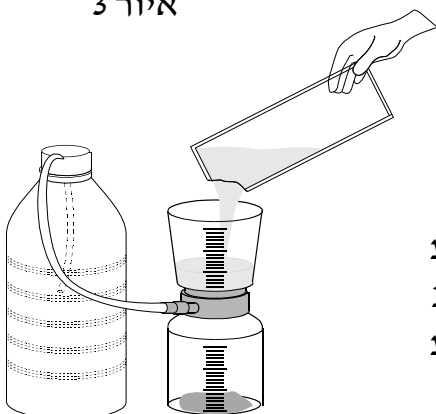
איור 3

הוראות הפעלה

יש להקפיד על כללי עבודה בטיחותיים המתחייבים בעבודה עם חומרים כימיים.
המנע ממגע החומרים עם העיניים.

א. הוראות להפקת הגז:

1. העמד את גנרטור הגז על השולחן.
2. הפרד בין המכלים ע"י פתיחת ההברגה שביניהם והכנס למכל התחתון כפית סודה לשתייה (כ- 10 גרם) (איור 2).
3. הברג בחזרה את המשפך.
4. הכנס את הצינורית היוצאת מהמכסה לתוך מכל האיסוף המסומן ב- $CO_2(g)$ (איור 3).
5. פתח את מכסה המשפך. גזור בעזרת מספריים את אחת הפינות של שקית החומצה האצטית (חומץ), מזוג לתוך המשפך 100 מ"ל של החומצה וכסה את המשפך. (ריכוז החומצה האצטית בחומץ הוא 5%) (איור 4).



איור 4

6. המתן כ- 1.5-2 דקות, הוצא **בעדינות** את הצינורית (על מנת לא ליצור מערבולות) ממכל המילוי ופקוק אותו.
7. עם תום הניסוי, שפוך את תוכנו של הגנרטור לכיור ושטוף אותו במי ברז.

ב. הוראות להדגמה:

**יש לבצע את ההדגמה בחדר ללא משבי רוח, ורצוי שיהיה גם חשוך.
יש לנקוט באמצעי בטיחות המתחייבים בעבודה עם אש גלויה.**

1. הוצא את המדרגות השקופות מתיבת הפרספקס והנח אותן על השולחן.
 2. הדק את הנרות למדרגות על ידי לחיצה והדלק את הנרות.
 3. הצב את המדרגות עם הנרות הדולקים בתוך תיבת הפרספקס, כשהחלק הנמוך של המדרגות צמוד לדופן של התיבה (ראה איור 1).
 4. פתח את בקבוק ה-CO₂, הנח את פתחו על דופן התיבה מאחורי המדרגה הגבוהה (איור 1). הטה את הבקבוק באיטיות עד למצב אנכי (כשפתחו כלפי מטה). החזק אותו במצב זה כ-10 שניות.
- תאר מה קרה לנרות. (הם כבו זה אחר זה מהנר הנמוך לגבוה.)
 5. בעזרת קיסם דולק, נסה להדליק את הנרות **בלי להוציאם מהתיבה**.
- האם הצלחת? מדוע? (לא, הפחמן הדו חמצני הציף את התיבה ודחה מתוכה את החמצן הדרוש לבעירה).
- אילו שתי תכונות של הפחמן הדו חמצני ראינו בניסוי זה? (כבד מהאוויר ומכבה בעירה)
- מה צריך לעשות כדי שהנרות יוכלו לבעור בתוך התיבה? (לשפוך ממנה את הפחמן הדו חמצני או להמתין שיתפזר אל מחוץ לתיבה).
בצע את הצעתך.
- (אם מעוניינים להראות כי הגז הכבד מתפזר ב"כוחות עצמו" מתוך הכלי, יש להשאיר את כלי ההדגמה על השולחן עוד כ-20 דקות).
6. בדוק אם אפשר להדליק את הנרות בעזרת קיסם דולק, בלי להוציא את הנרות מהתיבה.
- האם אפשר להדליק את הנרות? (כן)
- מדוע כעת הנרות יכולים לדלוק למרות שבסעיף הקודם לא הצלחת להדליקם? (הפחמן הדו חמצני נשפך/פיעפע מהתיבה ובמקומו חדר חמצן).