

סיפורי נרות (מסמך למורה)

[הדלקת נר "קסם" לתלמיד שיש לו יום הולדת]¹

היום יום ההולדת שלי, מעניין אילו הפתעות אקבל!....יש דבר אחד שבטוח לא יפתיע אותי: נרות הקסם על העוגה שעכשיו הכרתם! אם בעבר זה אפילו עצבן אותי השנה קרה לי "סוויטש" במוח וזה ממש מסקרן אותי!!
רציתי להבין מה עומד מאחורי קסם הנרות.

אשמח לקבל את עזרתכם בנושא.
תמי

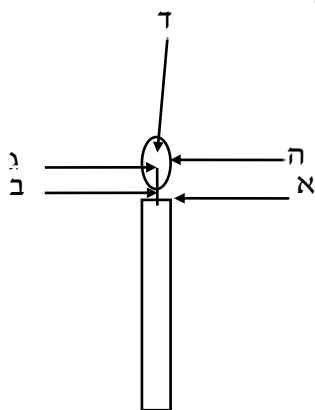
על מנת לקבל רעיונות להסבר התופעה בואו נתחיל בתצפיות והעלאת שאלות:

1. לפניכם שני נרות, הדביקו אותם לצלחת פטרי מזכוכית, כל נר בצלחת נפרדת.
2. הדליקו את נרות למשך כדקה וכבו אותם. רשמו תצפיותיכם במהלך הבעירה ולאחריה.
 - אורך הפתיל גדול יחסית לנר רגיל
 - הפתיל לא מכופף
 - מהחלק התחתון של הלהבה יוצאים מדי פעם גיצים.
 - כאשר מכבים אותו נוצר עשן רב יותר מאשר בנר רגיל.
 - לפעמים הנשיפה מעודדת את הבעירה במקום לכבות אותה.
 - אחרי שניות שהנר כבוי רואים זיק מתפתח שהופך ללהבה.
 - אם מכבים את הנר מיד לאחר הדלקתו הוא נכבה.
3. שאלו שאלות בעקבות תצפיותיכם.
 - ☺ לא רוצים להרוס לכם את העונג והסקרנות של החלק הזה.
4. נסו לפרש את התצפיות.
 - ☺ גם כאן...לא רוצים להרוס – יש פרושים בסוף.

אם קשה לכם להסביר איך פועל הנר, לפניכם סדרת ניסויים העוסקים בבעירת הנר שיעזרו לכם.

בצעו את הניסויים על פי ההוראות. כל ניסוי נותן "אור" להיבט אחר בעקרון פעולתו של הנר. נסו לקבוע איזהו אילו מהשלבים (א-ה) המופיעים להלן "מוארים" או מוסברים על ידי הניסוי.

אפשר לתאר את בעירת נר רגיל במספר תהליכים שמתרחשים בו זמנית.



- השעווה המוצקה ניתכת בשקע שליד הפתיל.
- השעווה הנוזלית נספגת בפתיל.
- השעווה הנוזלית (שספוגה בפתיל עצמו) מתאדה.
- במרכז הלהבה יש ריכוז גבוה של אדי שעווה (שעווה במצב גזי).
- השעווה הגזית "פוגשת" את החמצן בהיקף הלהבה השעווה נשרפת.

כמו כן, התנאים שונים באזורים שונים של הלהבה. בתחתית הלהבה, הלהבה כחולה והבעירה מלאה, בחלקו העליון היא צהובה (צבע להבה אופייני לפיח) הבעירה חלקית.

¹ ניתן לרכוש את "נרות הקסם" בחנויות צעצועים או באינטרנט re-light candles ב-dealxtreme



ניסוי 1 : נסו להדליק את הנר בצדו התחתון (בלי הפתיל).

- הצלחתם? לא, השעווה ניתכת מבלי להידלק
- מדוע?

אין פתיל בוער, לכן השעווה לא מתאדה עליו אלא נשארת נוזלית. השעווה הנוזלית (שספוגה בפתיל עצמו) מתאדה והופכת לשעווה הגזית ורק אז היא נשרפת. בגז המולקולות של השעווה רחוקות אחת מהשנייה ולכן יש יותר סיכוי לתגובה עם מולקולות החמצן. (לתלמידים שלמדו אנרגיה: לגז יש אנרגיה גבוהה יותר מאשר לנוזל, אנרגיית השפעול בתהליך הבעירה של השעווה הגזית נמוכה יותר מאשר אנרגיית השפעול בתהליך הבעירה של השעווה הנוזלית)

ניסוי 2 :

א. הדביקו את הנר על צלחת פטרי מזכוכית.

- תארו את הלהבה על צורתה וגווניה.
- הלהבה בצורה אובלית עם קצה "חד" עליון.
- בתחתית הלהבה כחולה בצורת גביע.
- באמצע רואים אזור יותר כהה.
- החלק העליון בהיר מאוד.
- מעל הלהבה יש אזור חם מאוד.

- העלו השערה שתסביר ממה נובעים ההבדלים.

במקומות שונים מתרחשים תהליכים שונים, נוצרים חומרים אחרים. אולי מפני שיש חשיפה שונה לחמצן.

באזורים בהם מתרחשת בעירה חלקית, נוצר

פיח. "צבע הלהבה" האופייני של פיח הוא צהוב לבן בהיר (כמו בלהבה).

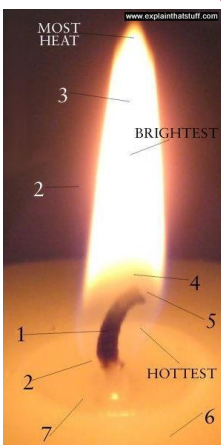
באזור בו מתרחשת בעירה מלאה צבע הלהבה כחול. רוב הלהבה בהירה ומפיצה אור כדי להשיג את מטרת הנר-הארה, לא חימום.

להלן טמפרטורות **משוערות** לחלקים השונים של נר והלהבה שלה מתוך

<http://www.explainthatstuff.com/candles.html>. שימו לב שהטמפרטורות תלויות במספר גורמים

כגון: ריכוז החמצן, סוג השעווה שהנר עשוי ממנה, טמפרטורת הסביבה (אוויר), ועוד. נא לא

לקחת את הערכים הללו כמוחלטים!

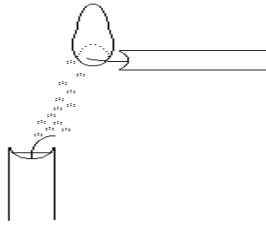


מספר בתמונה	אזור	טמפרטורה °C (-+)
1	פתיל	400
2	קצה חיצוני כחול / לבן של הלהבה (וגם את הגביע הכחול מתחת להבה שבו החמצן נכנס)	1200
3	חום כהה / חלק פנימי אדום של הלהבה	1000
4	חלק אדום / כתום פנימי של הלהבה	800
5	אזור מרכז צהוב של חלק הבהיר של הלהבה	1400
6	הגוף של הנר	40-50
7	שעווה נוזלית בראש הנר	60



ניסוי 3:

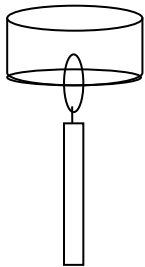
- א. תנו לנר לבעור כדקה.
- ב. הדליקו נר נוסף. כבו את הנר שדלק זמן מה (הדבוק) בנשיפה וקרבו במהירות את הנר הבעור הנוסף ל"עשן" הלבן שעולה מהנר הכבוי.



- תארו מה קרה.
ה"עשן" הלבן שעולה מהנר הכבוי נדלק כאשר מקרבים אליו את הלהבה של הנר הדולק.
מעניין לחשוב מדוע הנשיפה מכבה את הנר. יתכן שהנשיפה מרחיקה ומפזרת את השעווה הגזית מאזור הפתיל החם, גם פן חם יכבה את הנר.
- מהו לדעתכם ה"עשן" הלבן? נמקו.
במרכז הלהבה יש ריכוז גבוהה של אדי שעווה (שעווה במצב גזי) שמתקררת כאשר מכבים את הנר. ה"עשן" הלבן הוא תרסיס (טיפות זעירות) של שעווה שנדלקת במגע עם האש.

ניסוי 4:

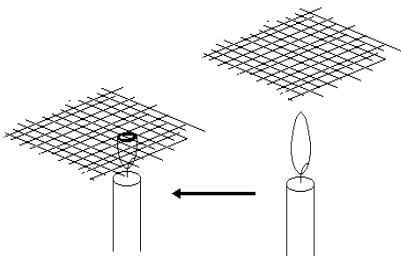
- החזיקו כלי זכוכית (עמיד לאש) באמצע הלהבה במאונך לנר כמתואר בציור.
דאגו שהלהבה לא תזוז.
התבוננו ב"ציור" שהתקבל על הזכוכית.



- מהו החומר השחור?
פיח
- מדוע לדעתך התקבלו מעגלים?
השעווה הגזית "פוגשת" את החמצן בהיקף הלהבה ושם היא נשרפת, במרכז הלהבה לא מתרחשת בעירה לכן כאשר "חותכים" את הלהבה, מתקבלים עיגולים של פיח.

ניסוי 5:

- החזיקו מסננת ממתכת (או רשת) באזורים שונים של הלהבה. מתכות מוליכות חום מצוין ולכן מורידות את טמפרטורת הלהבה.



- תראו את התופעה ונסו להסביר אותה.
הרשת "חותכת" את הלהבה, מעליה אין להבה. רואים קצת פיח. מתכות מוליכות חום מצוין ולכן מורידות את טמפרטורת הלהבה, השעווה הגזית מתקררת ולכן לא נשרפת באזור מעל הרשת.

- בקשו מהמורה לספר על השימוש של התופעה במכרות הפחם.

איור מתוך ניסויים עם נרות של יהושע סיון 1

המדען דייוויד היה מודע לתופעה זו. בתקופתו (1778-1829) אירעו אסונות רבים במכרות עקב התפוצצויות. חלק הגדול של הטרגדיות נגרם כאשר הכורים השתמשו במנורות נפט כדי להאיר

את מקום עבודתם, בעת שהאוויר סביבם הכילה

גז נפיץ. דייוויד ניצל את התופעה הנ"ל, שבה הרשת מהווה מחסום לאש,

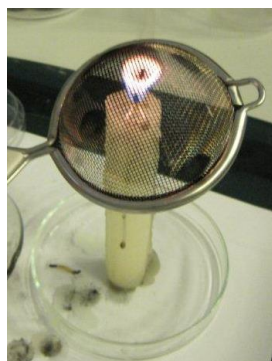
ובנה מתקני תאורה שמנעו מהחום

להגיע לאזור הגז הנפיץ, וכך נמנעו

התפוצצויות במכרות.



Fig. 192. Davy's Sicherheitslampe



ניסוי 6:

הדליקו נר והניחו לו לבעור כחצי דקה. טפטפו בעזרת טפי טיפת מים בשעווה הנוזלית.

- תארו מה קרה. הסבר.
לאחר מספר רגעים הלהבה מתחילה להבהב ולקטון תוך השמעת פיצוצים עד שהנר כבה.
המים נספגים בפתיל במקום השעווה הנוזלית (שהתקררה וקפאה על ידי המים). המים מכבים את הנר.
- האם תוכל "להחיות" את הנר? איך?
על מנת "להחיות" את הנר, יש צורך לייבש אותו. כאשר שמים את הנר בלהבה של נר דולק, המים שהיו ספוגים בפתיל מתאדים (בליווי קולות של פיצוצים בנובעים מהשינוי הפתאומי בנפח המים) עד שהפתיל מתייבש, סופג שוב שעווה נוזלית ונדלק מחדש.

ובחזרה לנרות הקסם.....נסו לפרש את התצפיות.

תצפית	פירוש
אורך הפתיל גדול יחסית לנר רגיל	כדי שנר יידלק מחדש רצוי שתהיה כמות גדולה של "רסיסי שעווה", פתיל גדול יספוג יותר שעווה.
הפתיל לא מכופף	פתיל עבה יותר מתכופף פחות
מהחלק התחתון של הלהבה יוצאים מדי פעם גיצים.	יש אבקת מתכת (מגנזיום) שנדלקת תוך פליטת אור
כאשר מכבים אותו נוצר עשן רב יותר מאשר בנר רגיל.	כמות אדי השעווה גדולה יותר מאשר בנר רגיל, אותה שעווה מתעבה לתרסיס בעת כיבוי הנר.
לפעמים הנשיפה מעודדת את הבעירה במקום לכבות אותה.	בנשיפה יש זרימה יותר גדולה של אוויר, של חמצן שמגיב עם השעווה
אחרי שניות שהנר כבוי רואים זיק שמתפתח והופך ללהבה.	יש מתכת (מגנזיום) בעלת אנרגיית שפעול נמוכה יותר שנדלקת גם בטמפרטורה נמוכה
אם מכבים את הנר מיד לאחר הדלקתו הוא נכבה.	נדרש זמן כדי שהשעווה הנוזלית תיספג בפתיל ותתאדה. אם מכבים את הנר מיד לאחר הדלקתו כמות אדי השעווה קטנה, ואולי הטמפרטורה איננה מספיק גבוהה.

הציעו לתמי ניסויים אשר בעזרתם תחקרו את הנר, ושיטות אלגנטיות לכיבוי נרות הקסם.
שילחו את התוצאות והמסקנות לתמי במייל: temiexp@gmail.com

עבודה נעימה!



מעניין אתכם לראות נר בוער בחללית?
תוכלו לצפות בסרטון הבא: (לפני שאתם צופים בסרטון נסו לשער איך הוא יראה).

<http://goo.gl/yxPIV1>

לקריאה נוספת:

- על פליטת האנרגיה של נר, מחקר שנערך לאחרונה על ידי Hamins ו-Bundy בשנת 2005, [לחצו כאן לקישור למאמר](#)

Characterization of Candle Flames, Hamins, A., Bundy, M. Journal of FIRE PROTECTION ENGINEERING, Vol. 15—November 2005, p 265-285
<http://fire.nist.gov/bfrlpubs/fire05/PDF/f05141.pdf>

- הקשרים לחנוכה: על נסים, נפלאות ותאורה
או: כיצד מקשרת נורת חשמל בין כורי הפחם לפרנקנשטיין?
שייקה שפיר

<http://www.excellence.org.il/Uploads/9979.pdf>