

אלקטרוסטטיקה

הכוח החשמלי טעינת גופים ומודל האטום

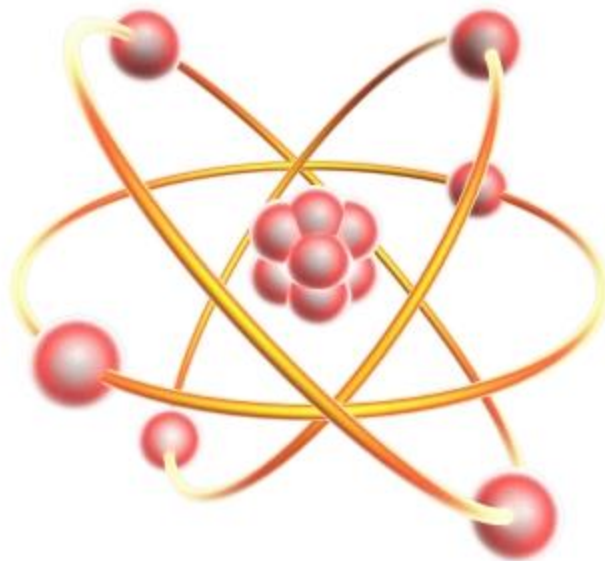


Image courtesy of cooldesign / FreeDigitalPhotos.net

▶ מקורו של הכוח האלקטרוסטטי הוא בתכונה פיזיקלית של החומר.

▶ ניסויים מראים כי יש שני סוגי מטען. **ומטענים מסוג שונה מושכים זה את זה, ומטענים מאותו סוג דוחים**

זה את זה.

▶ המטען היסודי הוא מטען של פרוטון או אלקטרון. נקבע כי מטענו של הפרוטון חיובי ומטענו של האלקטרון שלילי.

▶ באופן כללי ניתן לתאר את האטום כמורכב מגרעין העשוי מפרוטונים ונייטרונים ומסביב לגרעין נעים האלקטרונים. באטום מספר הפרוטונים שווה למספר האלקטרונים. מספר הפרוטונים קובע את התכונות הכימיות של האטום.

▶ כאשר האטום מאוזן מבחינה חשמלית הוא נייטרלי. אטום בעל עודף אלקטרונים נקרא יון שלילי, אטום שיש בו חוסר אלקטרונים נקרא יון חיובי.

▶ גוף שיש בו עודף אלקטרונים נקרא גוף טעון שלילי וגוף שיש בו חוסר אלקטרונים נקרא גוף טעון חיובי.

▶ קיים "חוק שימור המטען החשמלי". בתהליכים של טעינת גופים, לא נוצרים מטענים 'יש מאין'. בדרך כלל מדובר בהפרדת מטענים בלבד.

▶ קיטוב חשמלי: הפרדה בין מטענים.

הסבירו במילים - מהי השראה אלקטרוסטטית?

הסבירו מהי השראה אלקטרוסטטית.

בגוף ניטרלי מצויים מטענים חיוביים ושליילים בכמויות שוות.

נניח כי אנו מקרבים אל הגוף הניטרלי גוף טעון מטען חיובי.

הגוף הטעון ימשוך את המטענים השליליים שבגוף הניטרלי אליו, כתוצאה

מכך נקבל בגוף הניטרלי קיטוב חשמלי. קיטוב חשמלי זה הושרה על ידי

הגוף הטעון.

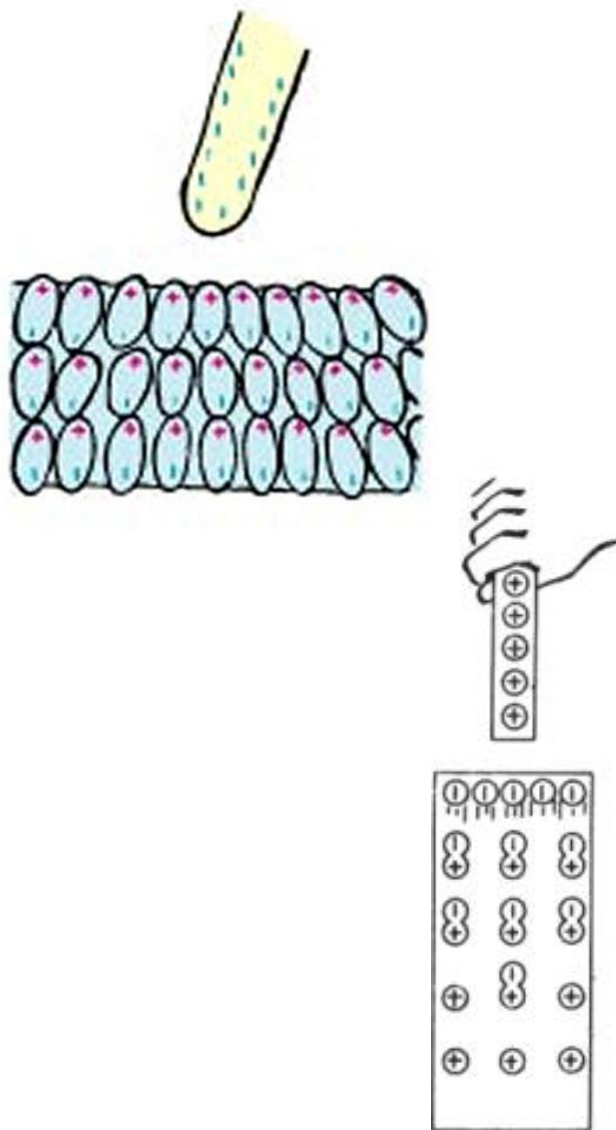
לכן התופעה של קיטוב חשמלי של גוף ניטרלי כתוצאה מהימצאותו בקרבת

גוף טעון נקראת השראה אלקטרוסטטית.

נשים לב כי במוליך הקיטוב נעשה על ידי תנועת האלקטרונים החופשיים,

ובמבודד לעומת זאת הקיטוב נעשה בדרך כלל על ידי סיבוב מולקולות

החומר.



מקרבים מוט זכוכית טעון לקצה של מוט מתכת (ראו תרשים).

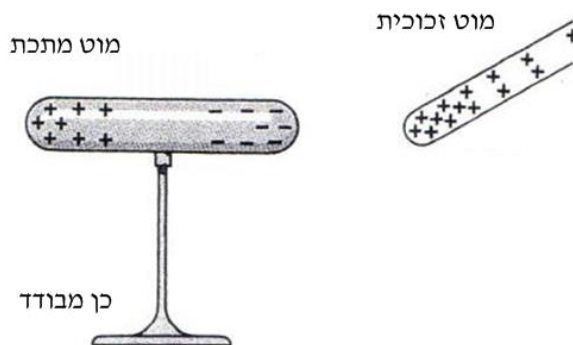
א- הסבירו את התופעה המתוארת בתרשים.

ב- האם מוט המתכת טעון חשמלית? נמקו.

ג- במתכת ישנו מספר עצום של אלקטרונים חופשיים. האם תנועת האלקטרונים במוט המתכת תפסק לאחר זמן? נמקו תשובתכם.

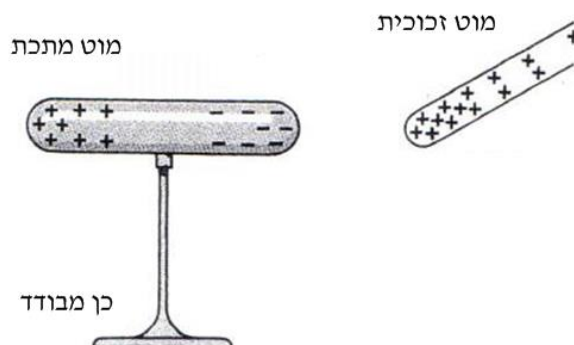
ד- האם על מוט המתכת הכוח השקול שווה לאפס? אם כן, מה כיוונו? נמקו תשובתכם.

ה- בשלב המתואר בתרשים, מה יקרה אם נחבר תיל מוליך מהקצה השמאלי של מוט המתכת לאדמה? מה יקרה אם נחבר את התיל לקצה הימני?



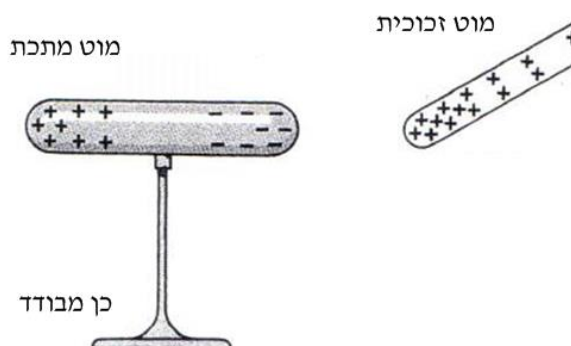
א- הסבירו את התופעה המתוארת בתרשים.

◀ מוט הזכוכית טעון במטען חיובי. כאשר מקרבים אותו אל מוט המתכת אלקטרונים חופשיים במתכת נמשכים לכיוון מוט הזכוכית, וכתוצאה, נוצר בה קיטוב: בצד הימני יש עודף אלקטרונים (מטען שלילי), ובצד השמאלי – חוסר של אלקטרונים, כלומר מטען חיובי.



ב- האם מוט המתכת טעון חשמלית? נמקו.

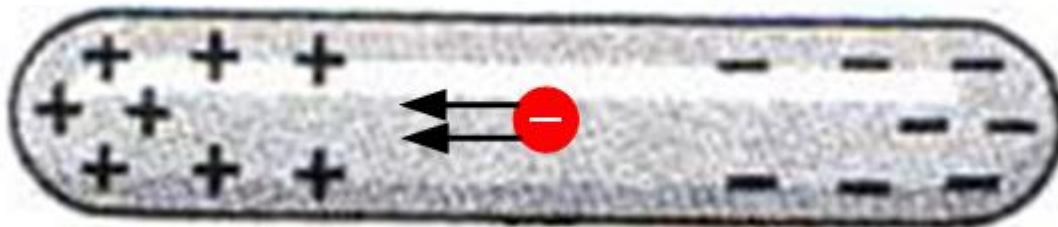
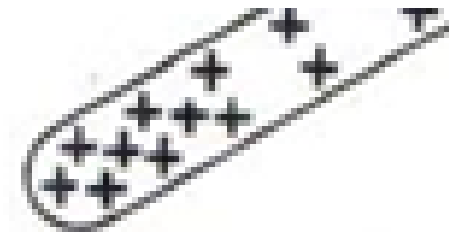
- ▶ למרות שבתוך המתכת נוצר קיטוב חשמלי (כתוצאה מההשראה אותה יוצר מוט הזכוכית), סך כל המטען החשמלי העודף שבתוך המתכת הוא 0, ולכן המוט אינו טעון חשמלית.
- ▶ זהו מקרה בו נוצרת הפרדה של מטענים בתוך חומר נתון, אך לא נוצר עודף של מטען מסוג מסוים.



ג- במתכת ישנו מספר עצום של אלקטרונים חופשיים. האם תנועת האלקטרונים במוט המתכת תפסק לאחר זמן? נמקו תשובתכם.

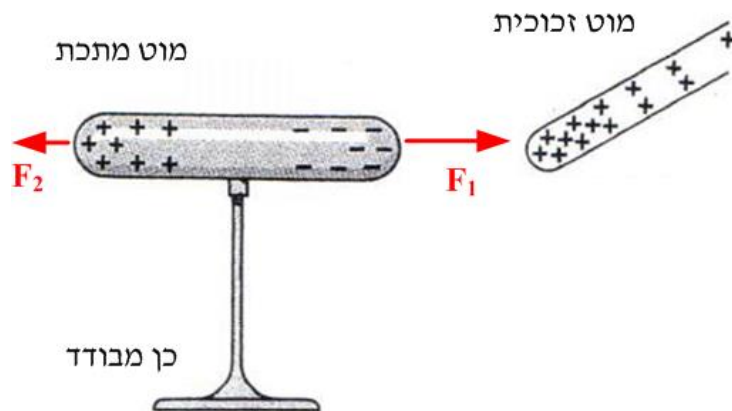
למרות שבמתכת ישנו מספר רב של אלקטרונים חופשיים, התנועה תיפסק, משום שכתוצאה מהקיטוב נוצר בתוך מוט המתכת כוח חשמלי: על האלקטרונים החופשיים שנעים ימינה פועל כוח דחייה מהאלקטרונים שהצטברו בצד הימני ובו בזמן פועל עליהם כוח משיכה מהיונים שבצד השמאלי (ראו תרשים).

ככל שהקיטוב גדול יותר כך הכוח החשמלי השקול הפועל שמאלה על האלקטרונים החופשיים חזק יותר, ולכן התנועה בתוך המתכת תיפסק בסופו של דבר.



ד- האם על מוט המתכת הכוח השקול שווה לאפס? אם כן, מה כיוונו? נמקו תשובתכם.

- ▶ מוט הזכוכית טעון חיובית, בעוד שבקצה הימני של מוט המתכת יש עודף מטענים שליליים. כתוצאה מכך נוצרת משיכה בין מוט הזכוכית לקצה הימני של מוט המתכת (F_1).
- ▶ בקצה השמאלי של מוט המתכת יש עודף מטענים חיוביים, ולכן קיים כוח דחייה בינו לבין מוט הזכוכית (F_2).
- ▶ אנו יודעים כי הכוח החשמלי קטן עם המרחק, ולכן גם אם ריכוז המטענים בשני קצות המוט הוא שווה, מתקיים $F_1 > F_2$.
- ▶ לכן, על מוט המתכת פועל כוח שקול שכיוונו ימינה, לכיוון מוט הזכוכית הטעון.



- ה- בשלב המתואר בתרשים, מה יקרה אם נחבר תיל מוליך מהקצה השמאלי של מוט המתכת לאדמה?
מה יקרה אם נחבר את התיל לקצה הימני?
- כל זמן שמוט הזכוכית מצוי בקרבת מוט המתכת יישמר הקיטוב בתוך המתכת.
- כאשר נחבר, במצב הנתון, תיל מוליך אל הקצה השמאלי: אלקטרונים מהקרע יזרמו, דרך התיל המוליך, אל הקצה השמאלי של מוט המתכת. כתוצאה מכך, ייווצר עודף של אלקטרונים במתכת כולה, והיא תיטען במטען שלילי.
- פעולת חיבור גוף טעון אל האדמה נקראת הארקה.
- אם נחבר את התיל המוליך לקצה הימני של המתכת, עודף האלקטרונים שבקצה זה יזרום דרך התיל אל הקרע, ובכך ייווצר חוסר של אלקטרונים במתכת כולה, והיא תיטען במטען חיובי.



מדוע לא נצליח לטעון מוט מתכת על ידי שיפשוף כאשר נחזיק אותו ביד?

מדוע לא נצליח לטעון מוט מתכת על ידי שיפשוף כאשר נחזיק אותו ביד?

גוף האדם נחשב כמוליך טוב, ולכן המטען העודף במוליך עובר אל גוף האדם, בדיוק כמו במקרה של הארקה.

לעומת זאת, מוט מבודד המשופשף בקצה אחד, המטען העודף נשאר באיזור השיפשוף ואינו עובר לגוף האדם.

מקרבים מוט מבודד הטעון במטען שלילי אל בלון, התלוי לתקרה באמצעות חוט מבודד.

- א. אם הבלון נימשך אל המוט, האם ניתן לקבוע בוודאות שהבלון טעון במטען חיובי? נמק
ב. אם הבלון נדחה על ידי המוט, האם ניתן לקבוע בוודאות שהבלון טעון במטען שלילי? נמק

מקרבים מוט מבודד הטעון במטען שלילי אל בלון, התלוי לתקרה באמצעות חוט מבודד.
א. אם הבלון נימשך אל המוט, האם ניתן לקבוע בוודאות שהבלון טעון במטען חיובי? נמק

לא ניתן לקבוע באופן וודאי אם הבלון היה טעון חיובי או נייטרלי, כיוון שבכל פעם שמקרבים גוף טעון
לגוף לא נקודתי נייטרלי נוצרים כוחות משיכה בעקבות הקיטוב שנוצר בגוף הנייטרלי.

מקרבים מוט מבודד הטעון במטען שלילי אל בלון, התלוי לתקרה באמצעות חוט מבודד.
ב. אם הבלון נדחה על ידי המוט, האם ניתן לקבוע בוודאות שהבלון טעון במטען שלילי? נמק

כן ניתן לקבוע באופן וודאי שהבלון היה טעון במטען שלילי, כיוון שכוח דחייה יכול להיווצר אך ורק
אם הבלון היה טעון באותו סימן של המוט.

הסבר את עיקרון פעולתו של האלקטרוסקופ, שהוא מכשיר שבאמצעותו ניתן לחקור גופים טעונים.

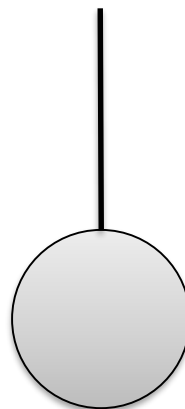
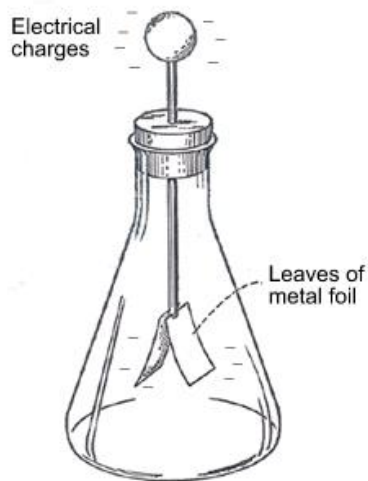


<https://www.youtube.com/watch?v=Ngv2OlqFWXU>

כאשר **נקרב** מוט טעון לראש האלקטרוסקופ, עלי המתכת שלו נדחים. במקרה שהמוט טעון במטען חיובי, עוברים אלקטרונים מעלי המתכת שלו אל ראש האלקטרוסקופ. עלי המתכת נטענים במטען חיובי ולכן הם דוחים זה את זה, ונפרסים זה מזה בזווית. כאשר נסיר את המוט הטעון, העלים יחזרו למצבם הראשוני.

כאשר **נצמיד** מוט טעון לראש האלקטרוסקופ, עלי המתכת שלו נדחים. במקרה שהמוט טעון במטען חיובי, עוברים אלקטרונים מראש האלקטרוסקופ ומעלי המתכת שלו למוט. עלי המתכת נטענו במטען חיובי ולכן דוחים זה את זה. כאשר נסיר את המוט הטעון, העלים יישארו פרוסים. **למעשה האלקטרוסקופ נטען על ידי מגע עם גוף טעון.**

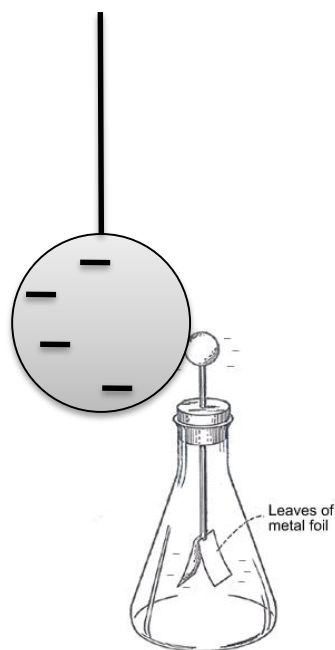
- כדור מוליך קטן לא טעון, תלוי בקצהו של חוט תפירה דק.
בידכם אלקטרוסקופ הטעון במטען שלילי.
א. כיצד תטענו את הכדור במטען שלילי? תארו והסבירו.
ב. כיצד תטענו את הכדור במטען חיובי? תארו והסבירו.



כדור מוליך קטן לא טעון, תלוי בקצהו של חוט תפירה דק.
בידכם, אלקטרוסקופ הטעון במטען שלילי.
א. כיצד תטענו את הכדור במטען שלילי? תארו והסבירו.

פתרון:

ניגע בעזרת האלקטרוסקופ בכדור המוליך.
חלק ממטען האלקטרוסקופ יעבור אל הכדור והוא ייטען במטען האלקטרוסקופ.
לאחר מכן ננתק את המגע, והכדור ישאר טעון.

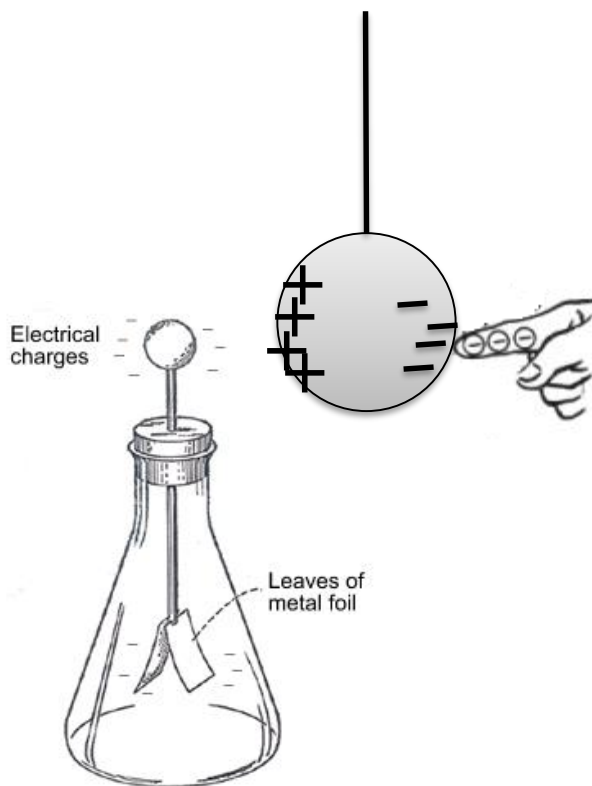


פתרון תרגיל 6 סעיף ב

כדור מוליך קטן לא טעון, תלוי בקצהו של חוט תפירה דק.
בידכם אלקטרוסקופ הטעון במטען שלילי.
ב. כיצד תטענו את הכדור במטען חיובי? תארו והסבירו.

פתרון:

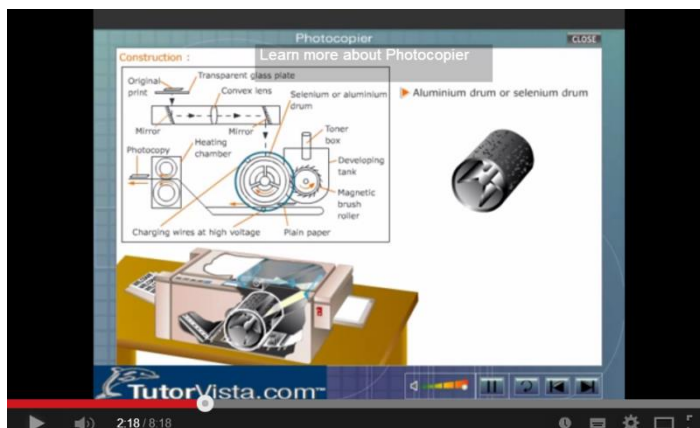
נקרב את ראש האלקטרוסקופ אל הכדור, ללא מגע. כתוצאה מכך ייוצר קיטוב בכדור.
מטען חיובי ייוצר בצד אחד של הכדור, ומטען שלילי ייוצר בצד השני של הכדור.
במצב זה ניגע עם האצבע בכדור, המטען השלילי יעבור אל הגוף.
נסלק את היד, נרחיק את האלקטרוסקופ והכדור ישאר טעון חיובי.



חשבו על מכשירים בחיי היום היום שיש בהם שימוש באלקטרוסטטיקה.

מכונת צילום מסמכים:

<https://www.youtube.com/watch?v=PgkYN8V4CcA>



מערכת לסינון חלקיקי אבק

<https://www.youtube.com/watch?v=JYvKMFqU-nE>



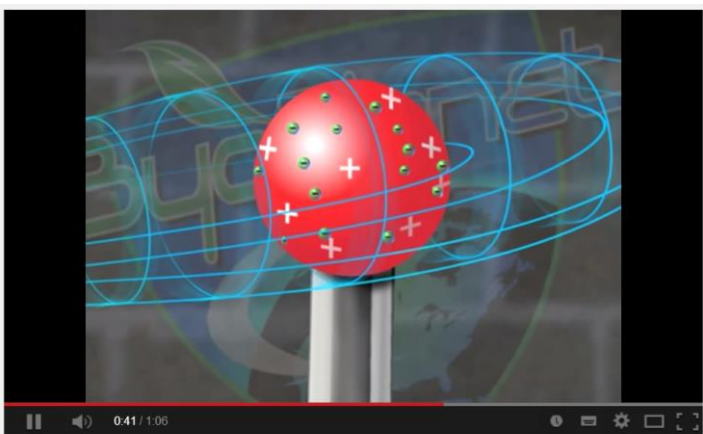
טכניקת ריסוס אלקטרוסטטי:

https://www.youtube.com/watch?v=4nUN-gfwH_g&list=PLOu9IztnQg9gBWXMO4nIDGJI62dtAsXKS&index=10



Electrostatic Spraying Demonstration

<https://www.youtube.com/watch?v=vhevHij2yTU>



What is Electrostatic Spraying?

הארקת מטוסים בשעת מילוי דלק:

<https://www.youtube.com/watch?v=FzsTamPPnHc>



<https://www.youtube.com/watch?v=XKAhx4NdJTs>

