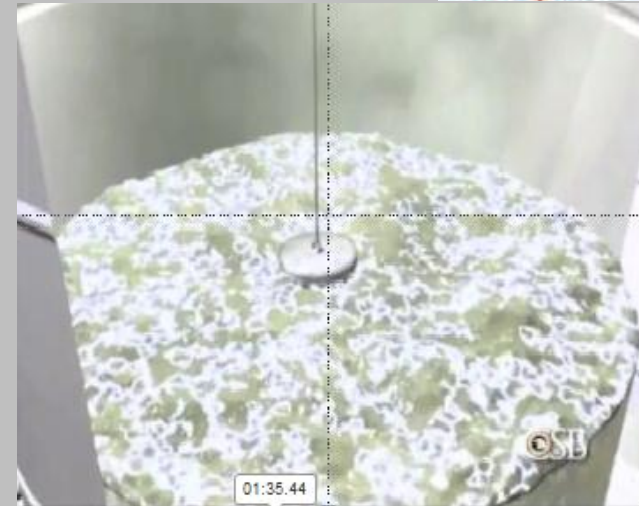




סיכוני התלקחות הנובעים מפריקת מברשת ו/או משימוש במכלי פלסטיק

מרצה: שי שגב

מאי 2012



שי שגב - מנהל המרכז לבטיחות תהליכית

- יועץ ומרצה לבטיחות תהליכית ובטיחות אש
- נציגות בישראל של חברת Fauske המתמחה בבדיקות לנפיצות אבקות ובמניעת run-away בריאקטורים כימיים
- BSc בהנדסה כימית
- MSc (בהצטיינות) בניהול והנדסת בטיחות
- ניסיון כמנהל בטיחות תהליכית גלובלי בטבע
- הכשרה וניסיון כמהנדס בחברת הביטוח הבינלאומית FM Global
- מרצה בכנסים מקצועיים בארץ ובחו"ל



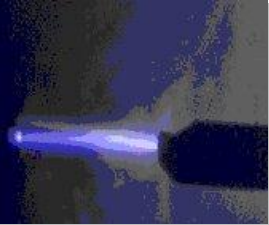


מיתוסים שאני מעונין להפריך בהרצאה

- ❖ גישור והארקה ימנעו תמיד אפשרות של יצירת או פריקת חשמל סטטי.
- ❖ אין צורך בהכרת התכונות של החומרים עמם עובדים בכדי למנוע אפשרות של פריקת חשמל סטטי.
- ❖ שימוש במכלי פלסטיק (כגון קוביות- IBC) וצנרת פלסטיק לעבודה עם נוזלים דליקים הינו בטוח.
- ❖ מילוי של מכל מחלקו התחתון (bottom feeding) מונע אפשרות של היווצרות או פריקת חשמל סטטי.



סוגי פריקות חשמל סטטי



❖ פריקת ניצוץ (Spark Discharge) - פריקה בעוצמה של עד 100 mJ.

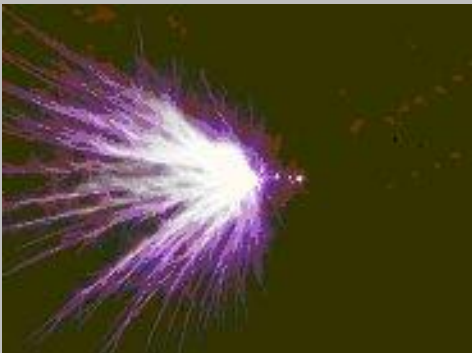
מתרחשת כתוצאה מפריקת מטען סטטי שהצטבר על גוף מוליך בלתי מוארק ולכן ניתנת למניעה בעזרת גישורים והארקות.

❖ פריקת מברשת (Brush Discharge) - פריקה בעוצמה של עד 4 mJ. פריקת נברשת מתרחשת כתוצאה ממגע בין גוף מוארק לגוף בלתי מוליך הטעון בקוטביות אחרת. לא ניתן למנוע אותה בעזרת גישורים והארקות

❖ פריקת מברשת מתגלגלת (Propagating Brush Discharge)

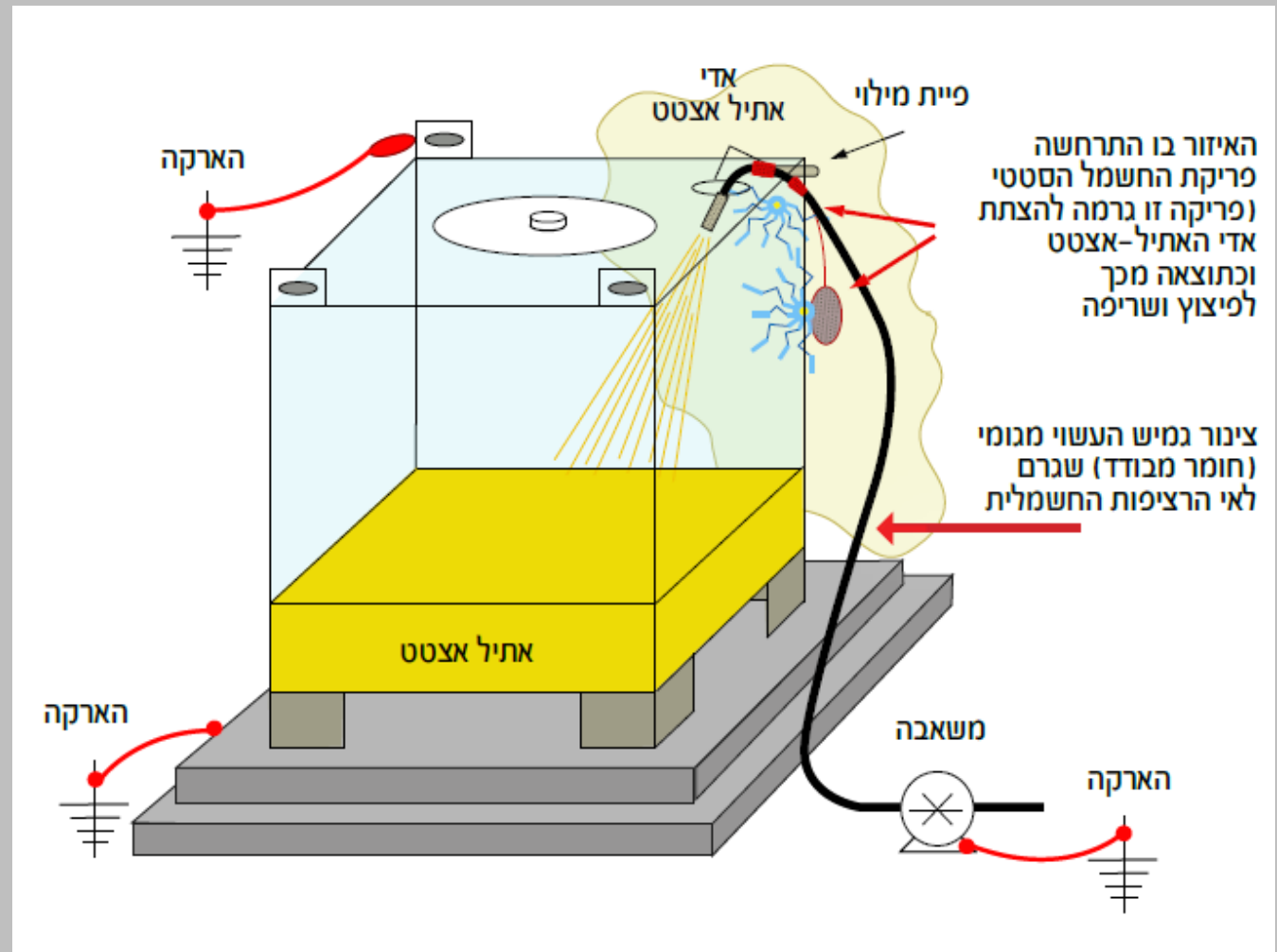
❖ פריקה קונית (Cone Discharge)

❖ פריקת קורונה (Corona Discharge)





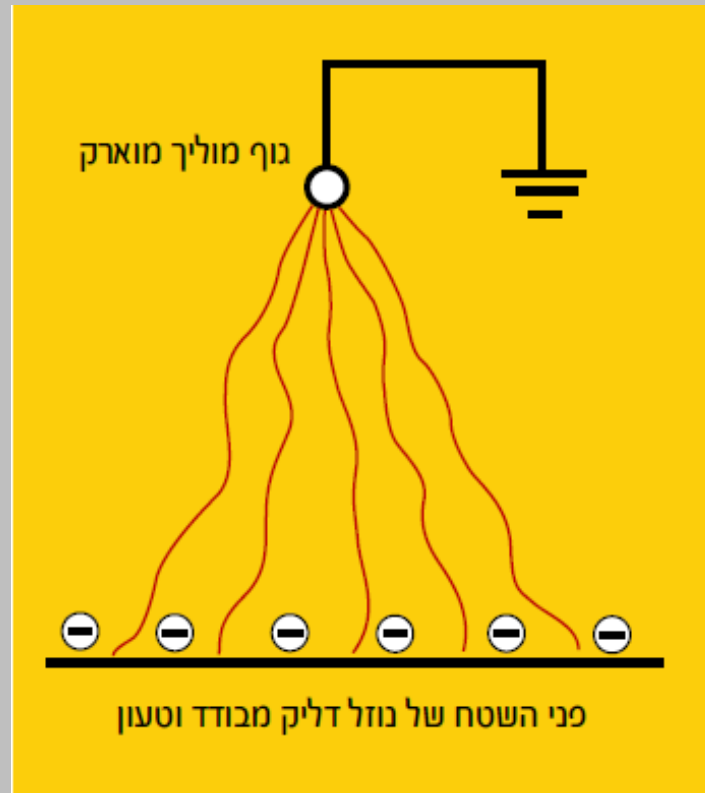
דוגמא לפריקת ניצוץ





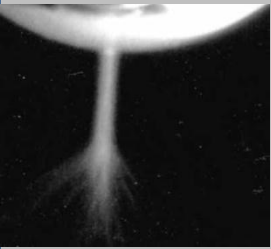
מנגנון פריקת מברשת

מפני השטח של נוזלים מבודדים



נוזל מבודד – נוזל בעל התנגדות
נפחית של פחות מ- $10^4 \Omega m$

הפריקה מתרחשת מפני השטח של הנוזל המבודד והטעון אל גוף מוליך מוארק.
מאחר והפריקה היא מכל פני השטח, היא נראית בצורה של מעין מברשת.

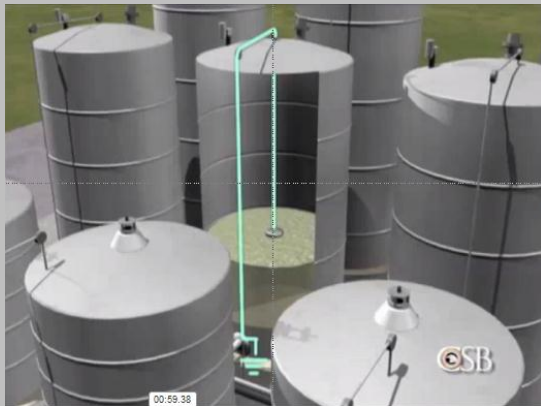


❖ פריקת מברשת (Brush Discharge)

❖ נדרשת טעינה של פני השטח בעוצמה של מעל 20 kv

❖ כאשר נעשה שימוש במכלי פלסטיק (כגון קוביה-IBC) לעבודה עם נוזלים דליקים מבודדים, עלולה להתרחש פריקת מברשת:

❖ בין פני השטח של הנוזל במכל לבין גוף מוליך מוארק (לדוגמא: טובלן מתכתי מוארק, מוט דיגוס, אלמנט מתכתי מוארק במכל כגון מד גובה וכד'). בתרחיש זה הפריקה תתרחש במרחק של עד 10 ס"מ מפני השטח של הנוזל.
❖ מדפנות הפלסטיק של המכל



הערה: חשוב לציין שבעבודה עם קוביות מפלסטיק, עלולה להתרחש גם פריקת ניצוץ מהכלוב המתכתי של הקוביה (מאחר וחשמל סטטי יכול לעבור גם בהשראה).



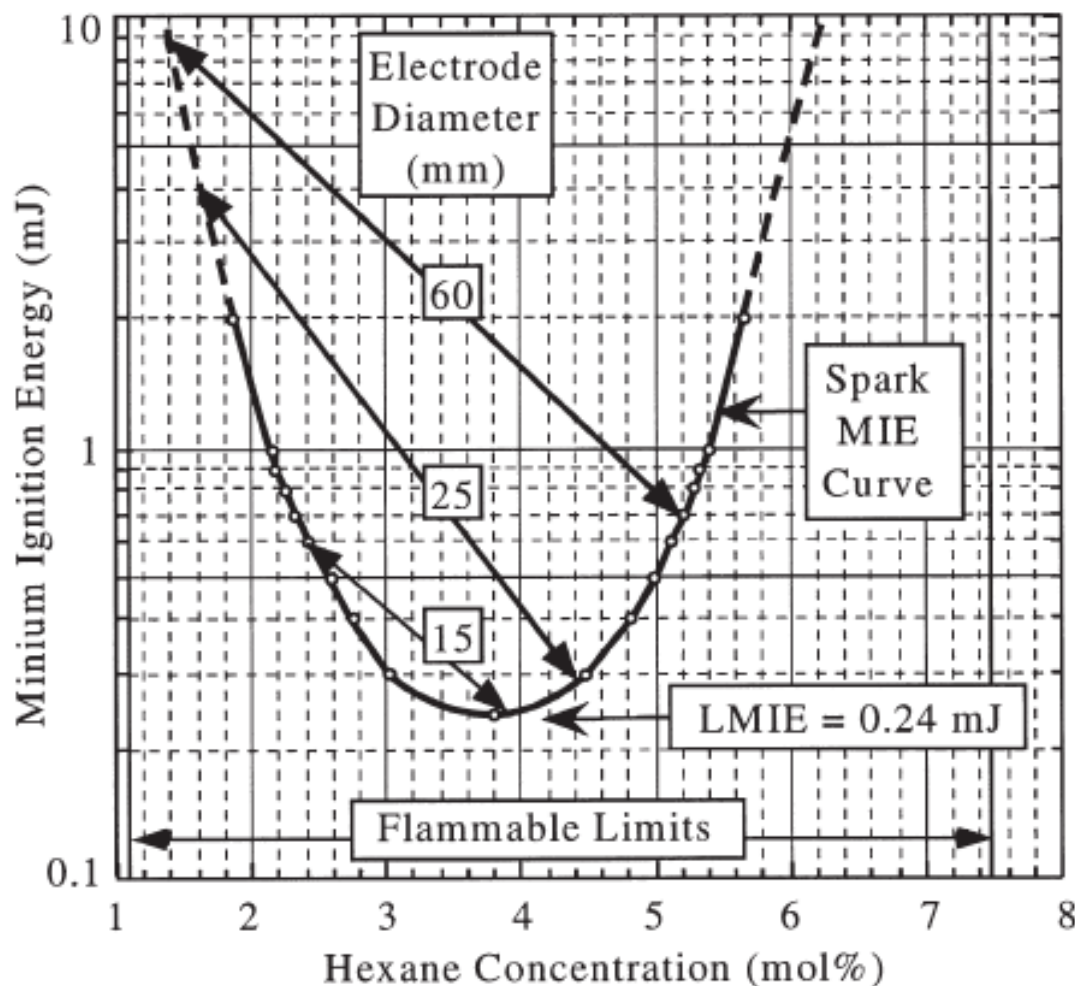
פריקת מברשת במיכל נפטא



פיצוץ מיכל נפטא (סולבנט מבודד) , 2:58 דקות



הצתה של הקסאן ע"י פריקת מברשת



מקור: CCPS



מילוי בהתזה (splash filling) והחלפת התאים במכלית תוך כדי מילוי

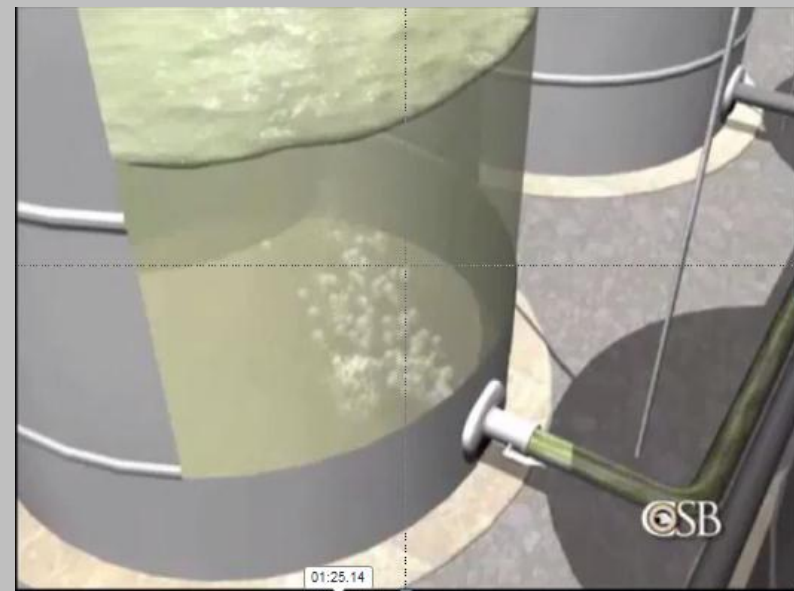
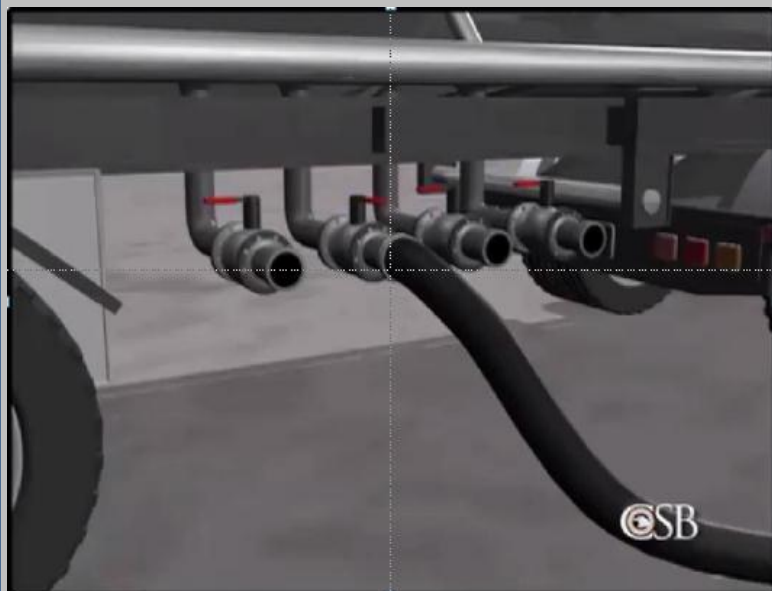


❖ הכנסת אויר לשכבת האינטרפזה ולכן האווירה מעל פני הנוזל

הינה מתחת ל-UEL.

❖ גם אם מתבצע מילוי תחתי, כניסת האוויר והטורבולנציה

יכולים לגרום ליצירת חשמל סטטי והתפרקותו





טמפרטורות שיווי משקל של ממסים נפוצים

Liquid	LFL (%)	LFL (°C)	LMIE (%)	LMIE (°C)	UFL (%)	UFL (°C)
Diethyl ether	1.9	-46	5.1	-28	36.0	9
<i>n</i> -Hexane	1.1	-25	3.8	-5	7.5	5
Cyclohexane	1.3	-18	3.8	4	8.0	15
Benzene	1.3	-12	4.7	7	7.8	16
<i>n</i> -Heptane	1.0	-4	3.4	14	6.7	26
Methanol	6.0	8	14.7	25	36.0	42
Toluene	1.1	4	4.1	26	7.1	37
(VM&P naphtha)	~1	~9	3.5–4.0 (est)	20–30 (est)	~6	Unknown
Ethyl benzene	0.8	15	3.8 (est)	48	6.7	58
Styrene, xylene(s)	0.9–1.1	23–28	3.8 (est)	~50	6.7–7.0	60–65



סיכוני השימוש במכלי פלסטיק בעבודה עם נוזלים דליקים

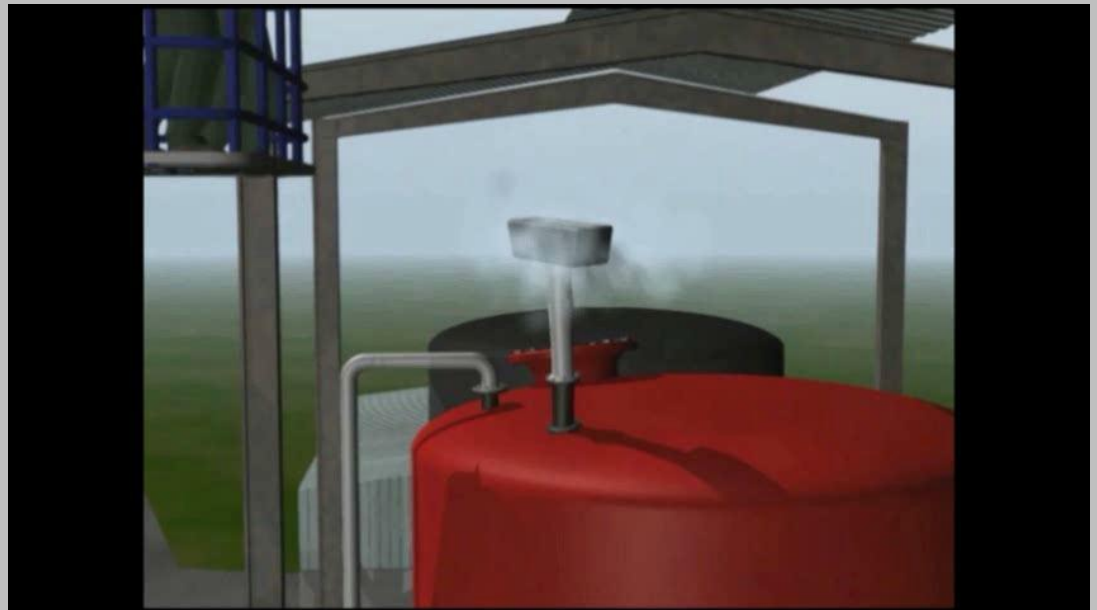
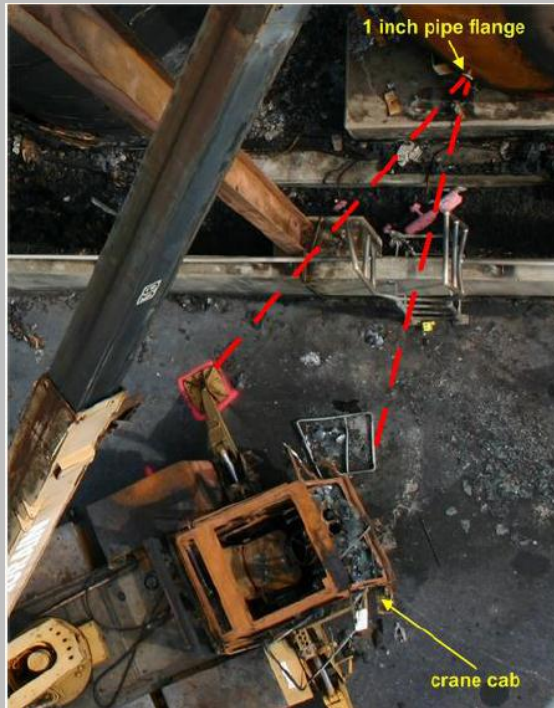
- ❖ לא ניתן להאריק את הפלסטיק, ולכן גם אם משתמשים בנוזלים מוליכים עלולה להיווצר פריקת ניצוץ.
- ❖ תהליך הנידוף (איוד) של נוזל, יוצר חשמל סטטי.
- לכן נוזל במיכל פלסטי שאינו אטום, גם אם הוא מוליך, עלול להיות טעון.
- ❖ בעבודה עם נוזלים דליקים מבודדים בקוביות, עלולה להיווצר פריקת מברשת הן מפני השטח של הנוזל והן מפני השטח של הקוביה.
- ❖ זמן ההתפרקות של המטען (Relaxation time) ארוך יותר.
- ❖ במקרה של שימוש רב פעמי במכל, הוא עלול להכיל שאריות של אדים דליקים לפני מילויו.



סיכוני השימוש בצנרת פלסטיק בעבודה עם נוזלים דליקים

❖ העברת נוזלים או אבק נפיץ בצנרת פלסטיק עלולה לגרום לטעינתה.

❖ החוזק המכאני של פלסטיק ועמידותו באש ובפיצוץ הינן נמוכות ולכן תקנים כגון NFPA 30 דורשים שהברזים והצנרת המובילים למכלי נוזלים דליקים יהיו עשויים מפלדה.





עמידות מכאנית ועמידות אש של מכלי פלסטיק

❖ בנוסף לסיכוני החשמל הסטטי, צריך לזכור כי למכלים מפלסטיק יש

עמידות מכאנית נמוכה, ועמידות נמוכה באש.





המסרים המרכזיים בהרצאה

- ❖ גישור והארקה הם אמצעי בטיחות מרכזיים בעבודה עם חומרים מוליכים אך בעבודה עם חומרים מבודדים יש להימנע מהכנסת גוף מוליך מוארק ("אלקטרודה") למכל מאחר והוא עלול לגרום לפריקת מברשת כאשר יהיה קרוב לפני השטח של הנוזל.
- ❖ חובה להכיר את התכונות של החומרים עמם עובדים, ולבצע ניתוח סיכונים יסודי בכדי למנוע אפשרות של פריקת חשמל סטטי ו/או שריפה / פיצוץ.



המסרים המרכזיים בהרצאה(המשך...)

- ❖ שימוש במכלי פלסטיק (לרבות מכלי קוביה – IBC) ו/או צנרת פלסטיק הינו מסוכן, הן בשל סיכוני ההצתה כתוצאה מפריקת חשמל סטטי והן בשל העמידות המכאנית והעמידות באש הנמוכה של הפלסטיק.
- ❖ יש להתייחס תמיד למיכל פלסטי המכיל נוזל דליק כאילו הנוזל טעון (צריך לזכור שגם תהליך הנידוף מהמכל יוצר חשמל סטטי בנוזל שנשאר).
- ❖ מילוי של מכל מחלקו התחתון (bottom feeding) אינו מונע אפשרות של היווצרות או פריקת חשמל סטטי.