

כימיה

מאזן חמצן

הגדרה:

מאזן חמצן (באחוזים) בין הדלק והמחמצן בחומר.

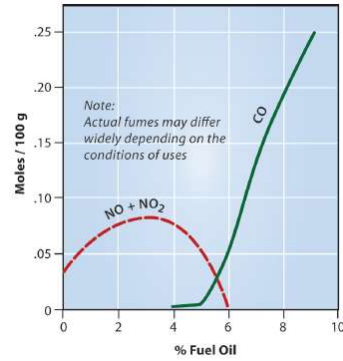
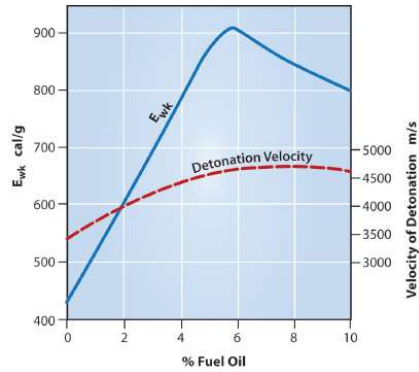
השפעת מאזן חמצן:

תגובת בעירה מאוזנת (מאזן חמצן 0%) מאפשרת חימצון

כל המגיבים לתוצרי פחמן דו חמצני , מים וחנקן ללא עודף

או חוסרים של חמצן.

תגובת בעירה אמוניום ניטרט ותוסף דלק

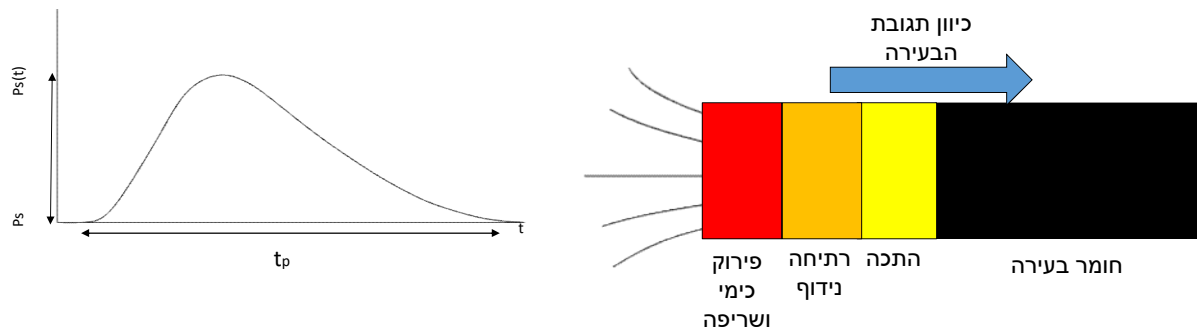


סוגי בעירה

בעירה פירוטכנית

- תגובת בעירה – חומר עם חמצן
- תגובה המתקדמת בפנים תווך החומר
- מנגנון התקדמות התגובה הינו העברת חום באמצעות קרינה
- תגובה שבה הדלק והמחמצן נמצאים שניהם בתווך החומר או במגע בין שני חומרים או במולקולה בודדת.

דפלגרציה



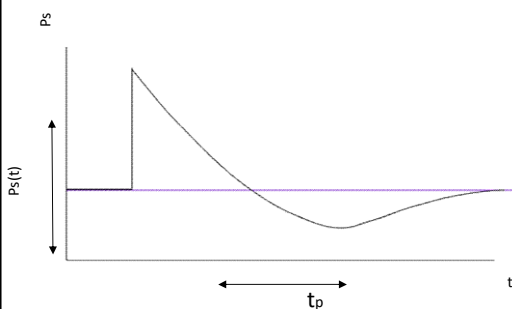
דטונציה

גל הלים מאמץ - מעוות



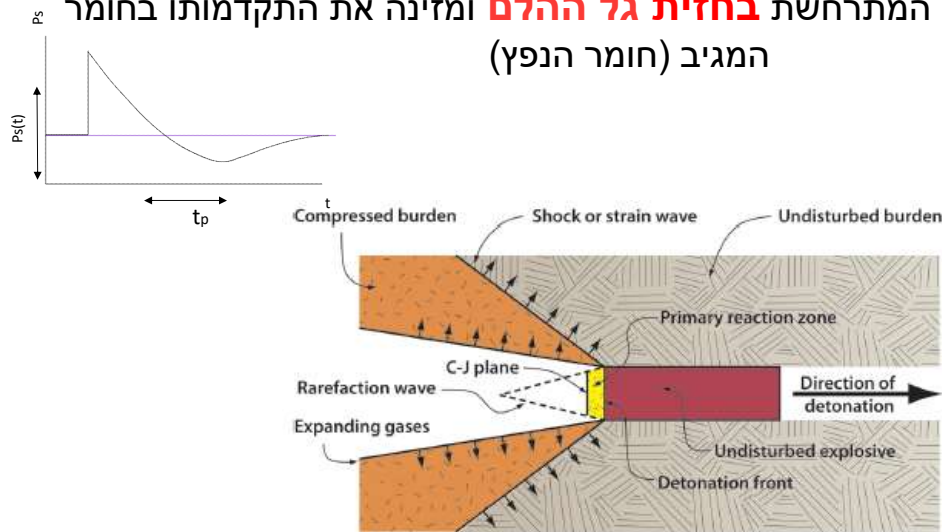
גל הלים - דטונציה

תגובה כימית המתרחשת **בחזית גל** ההלים ומזינה את התקדמותו בחומר המגיב (חומר הנפץ)

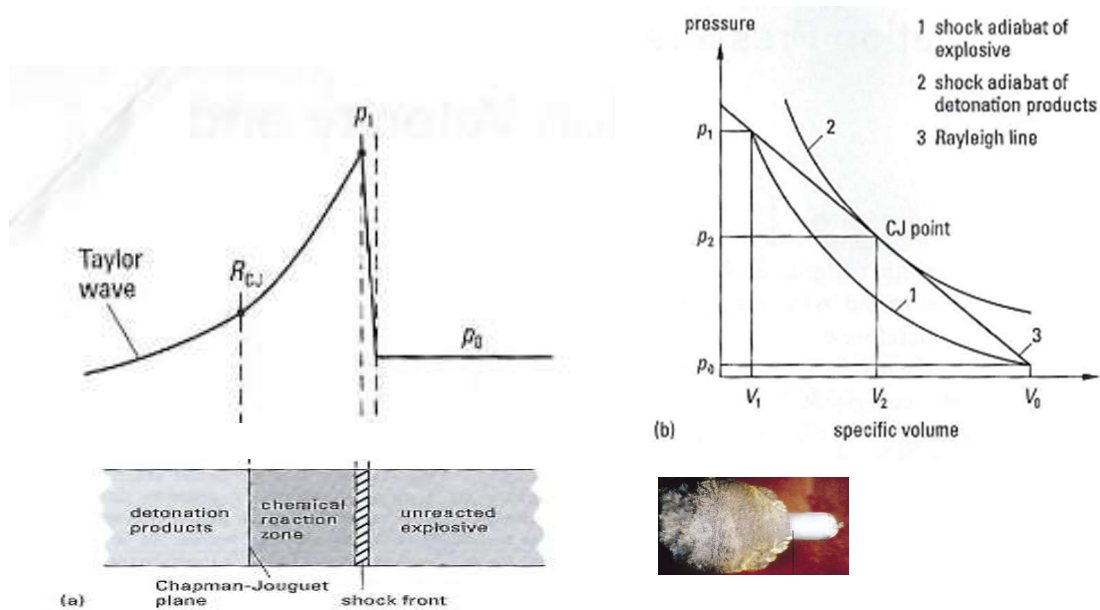


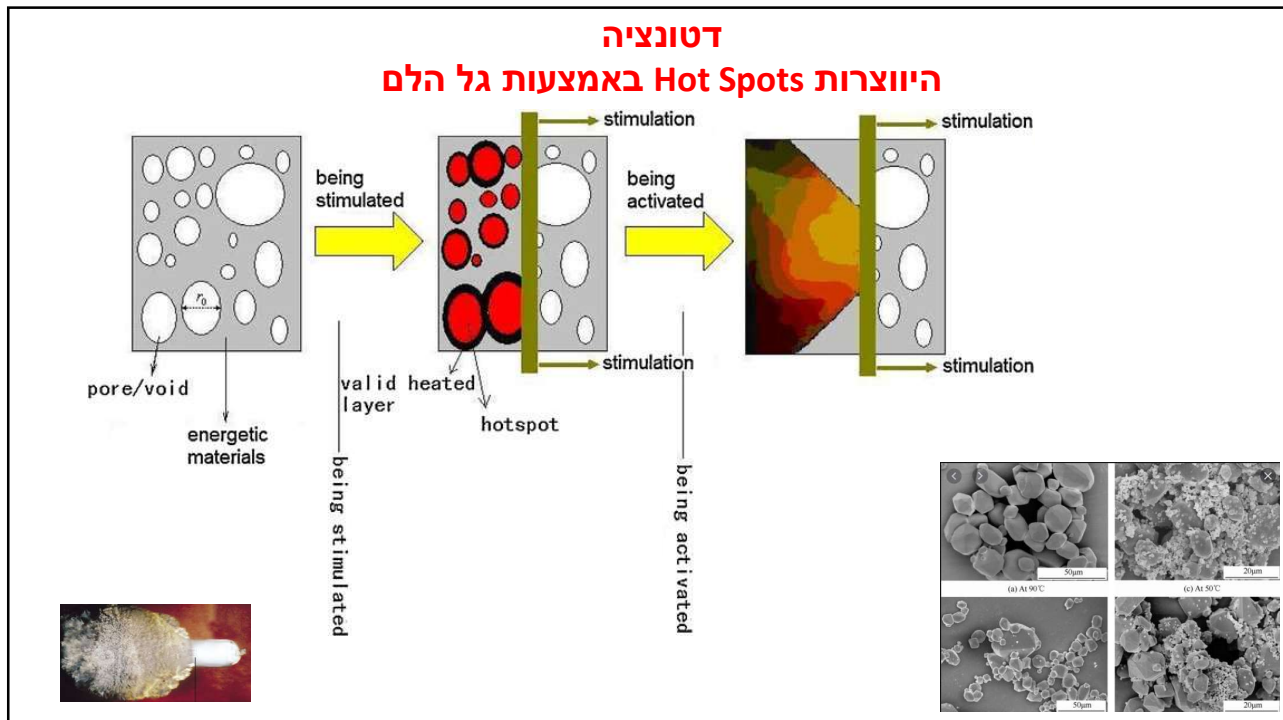
גל הלם - דטונציה

תגובה כימית המתרחשת **בחזית גל ההלם** ומזינה את התקדמותו בחומר המגיב (חומר הנפץ)



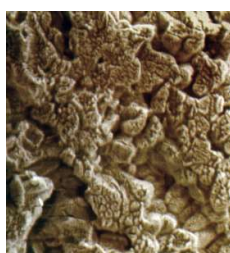
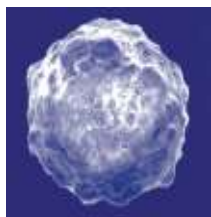
דטונציה שיווי משקל בין מגיבים לתוצרים





דטונציה גורמים משפיעים

דטונציה - גורמים משפיעים



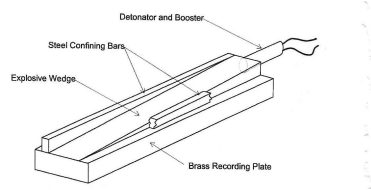
- צפיפות
- כליאות
- הרכב כימי
- זרזים
- טמפרטורה
- משקל, גודל וצורת יזם ומאיץ
- זמן המתנה בקדח הפיצוץ
- קירבה לקוטר קריטי
- קירבה לצפיפות קריטית
- שיטת טעינה
- תכנון הפיצוץ (פאות חופשיות, שיחרור, זמני השהייה, כיוון יזימה)
- אידושים דינמיים (במהלך תגובת הדטונציה)
- גובה עמודת חומרי הנפץ
- תנאי סביבת העבודה
- תנאי ייצור
- תנאי הובלה

מדידת מהירות דטונציה

Explosive	Typical VOD m/sec
Civil	
ANFO	~2500-4500
Emulsion	~3400-5400
Military	
HMX	9100
RDX	7500
PETN	8200
TNT	6900

דטונציה גורמים משפיעים קוטר קריטי

- קוטר קריטי הינו הקוטר שמעליו חומר הנפץ יעבור תגובת דטונציה ומתחתיו הוא יעבור דפלגרציה או שריפה בלבד.
- גובה קריטי הינו הגובה שמעליו החומר יעבור תגובת דטונציה ומתחתיו החומר יעבור דפלגרציה או שרפה.



דטונציה גורמים משפיעים כליאות



אבש"ש



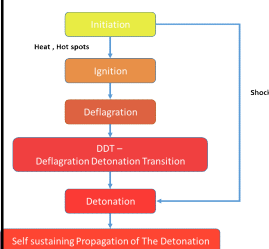
אבש"ר



C4



AN/NM

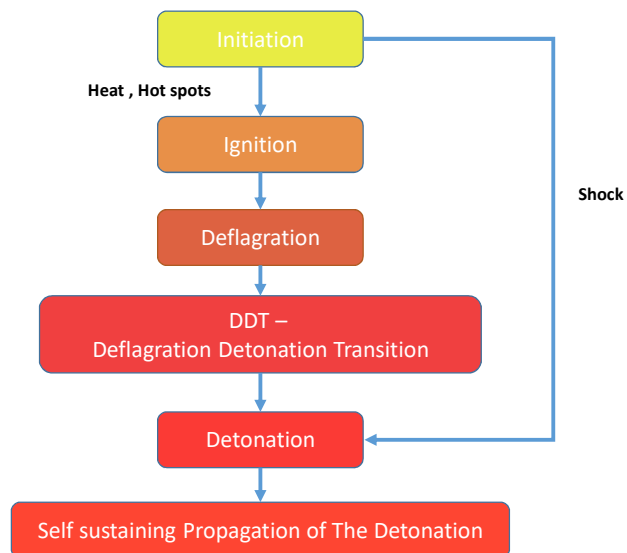


	תהליך דטונציה	תהליך בעירת חומר פירוטכני	בעירת חומר שאינו חומר נפץ
1	הצתה בלהבה ניצוץ טמפרטורה גבוהה הלם מכאני	הצתה בלהבה, ניצוץ, טמפרטורה גבוהה הלם מכאני	הצתה בלהבה, ניצוץ, טמפרטורה גבוהה
2	ניתן ליזימה בתנאי רטיבות	לא ניתן להצתה בתנאי רטיבות	לא ניתן להצתה בתנאי רטיבות
3	מקור החמצן לבעירה מצוי בתווך החומר עצמו	מקור החמצן לבעירה מצוי בתווך החומר עצמו	נדרש מקור אספקת חמצן חיצוני
4	רעש חזק	רעש עמום ולחישה	בעירה עם להבה ללא רעש
5	תוצרי גלי הלם וגז	תוצרי גז רבים (משמש בהודפים להנעה רקטית)	בעירה עם תוצרי גזים יחסית מעטים
6	קצב תגובה מעל מהירות הקול בתווך החומר	קצב התגובה מתחת למהירות הקול בתווך החומר	מהירות בעירה נמוכה
7	התקדמות מבוססת על גלי הלם	התקדמות מבוססת על הולכת חום בקרינה	התקדמות מבוססת על הולכת חום בקרינה
8	מהירות דטונציה מושפעת במעט מעליית לחץ בסביבת התגובה	קצב הבעירה גובר עם עלייה בלחץ בסביבת הבעירה	קצב הבעירה עולה עם עליית הלחץ מעל אזור הבעירה
9	מושפעת מחוזק המעטפת	אינה מושפעת מחוזק המעטפת	אינה מושפעת מחוזק המעטפת
10	מהירות הדטונציה מושפעת מקוטר המטען (קוטר קריטי)	הבעירה אינה מושפעת מגודל החומר הפירוטכני	אינה תלויה בגודל החומר הדליק
11	דעיכת דטונציה אינה משתנה לדפלגרציה	עשויה לעבור לתגובת דטונציה בתנאים	לעולם אינה עוברת תהליך מעבר

אסון ביירות 2020



דפלגרציה לדטונציה



עד שיום אחד...כמעט 7 שנים אחרי



אסון ביירות 2020

אסון ביירות 2020



אסון ביירות 2020



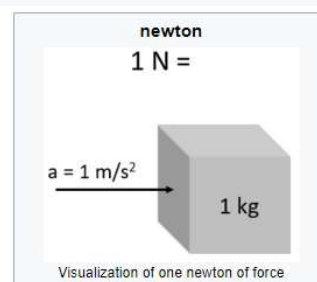
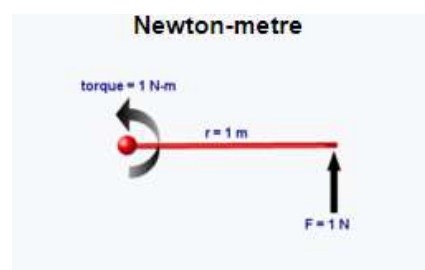
- נסיבות התאונה (שרשרת דטונציה)
- רסס
- הדף



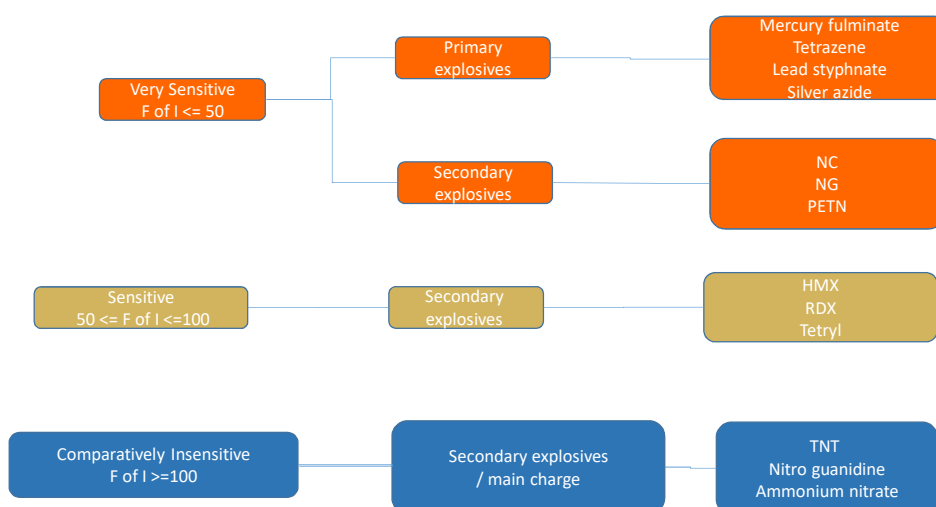


סיווג חומרי נפץ על פי רגישות

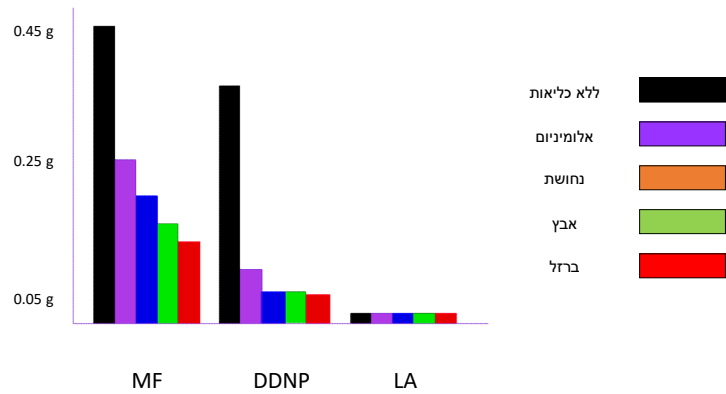
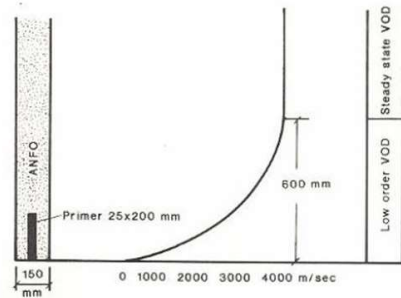
Material	Friction Sensitivity N	Impact sensitivity Nm
Tetrazene	8	1
Mercury fulminate	4	1
Lead styphnate	1.5	4
Lead azide	0.5	3
PETN	60	3
RDX	120	7.5
NG	>350	0.2
NC	>350	3
TNT	>350	15
Ammonium nitrate	>350	50



שרשרת דטונציה סיווג חומרים על פי רגישות



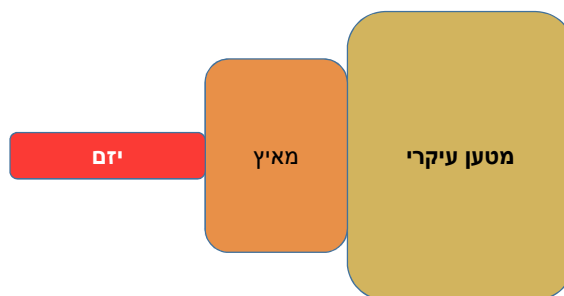
משקל קריטי ?



השפעת כליאות על ספי משקל חומרי ראשוני להפעלת PETN (50%)

שרשרת דטונציה

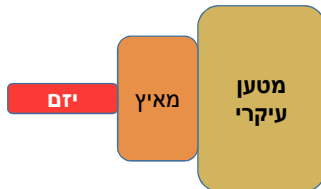
שרשרת ניפוצ
אוסף השלבים והמרכיבים המשמשים לתהליכי דפלגרציה ודטונציה (מבוקרים ושאינם מבוקרים)



- בטיחות
- תפעול
- כלכלי

שרשרת דטונציה

ייעוד – יזימת חומר הנפץ העיקרי אשר מבצע את עבודת הריסוק וההדיפה



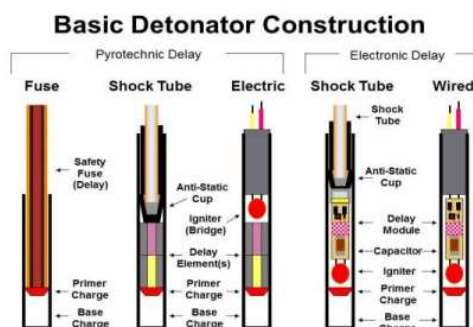
• **יזם** – מיליגרמים של חומר רגיש

• **מאיץ** – רגישות לחומרי היוזם מאות עד אלפי גרמים

• **חומר עיקרי** - רגישות נמוכה במשקלים של עד אלפי קילוגרמים

שרשרת ניפוצ

שימוש בחומרי נפץ יוזמים (ראשוניים):



שיטות יזימה

- פרוטכנית
- חשמלית
- מכאנית – גל הלם וחום

דרישות

- אנרגיה מינימלית
- יציבות
- בטיחות
- דיוק

שרשרת ניפוצ

הגדרת נפץ על פי התקנות:

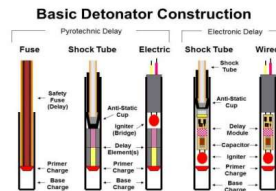
"נפץ" – אבזר המשמש להפעלת מטען חומר נפץ, לרבות נפץ רגיל, נפץ חשמלי, נפץ השהיה ונפץ השהיה לפתיל רועם ונפצים המופעלים באמצעים אחרים שאישר לשימוש מפקח עבודה אזורי

"נפץ השהיה" – נפץ חשמלי שתוכנן לפעול זמן קצוב לאחר הפעלתו, המכיל אלמנט השהיה המותקן בין אלמנט הצתת מטען הנפץ ובין חומר הנפץ שבנפץ;

"נפץ השהיה לפתיל רועם" – נפץ לא חשמלי שתוכנן לפעול זמן קצוב לאחר הפעלתו על ידי פתיל רועם;

"נפץ חשמלי" – נפץ המופעל על ידי זרם חשמלי;

"נפץ רגיל" – נפץ המופעל על ידי פתיל בטיחות;



שרשרת ניפוצ נפץ

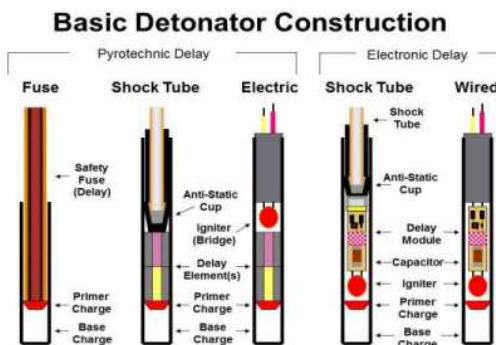
סוגי נפצים

נפצים פירוטכניים לא חשמליים – השהייה ומיידיים

נפצים פירוטכניים חשמליים – השהייה ומיידיים

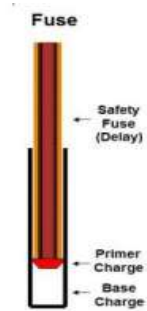
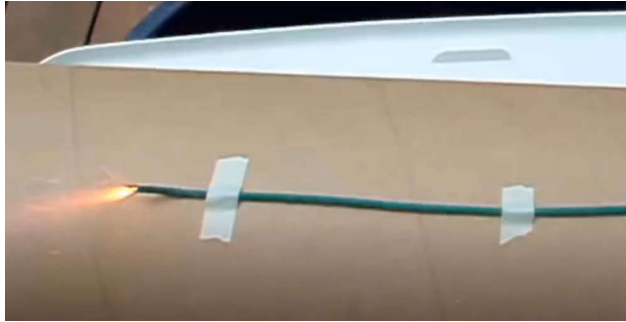
נפצים אלקטרוניים

פתיל רועם



שרשרת ניפוצ נפץ לא חשמלי – הפעלה פתיל בטיחות

נפץ לא חשמלי – הפעלה פתיל בטיחות



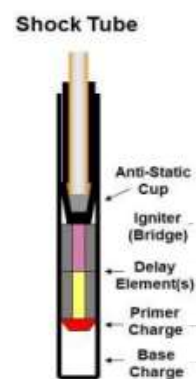
"נפץ רגיל" – נפץ המופעל על ידי פתיל בטיחות

שרשרת ניפוצ נפץ לא חשמלי הפעלה גל הلم

נפץ לא חשמלי



נפץ פני
שטח



נפץ ראשי

שרשרת ניפוצ נפץ לא חשמלי הפעלה גל הלם

נפץ לא חשמלי - נוכל:

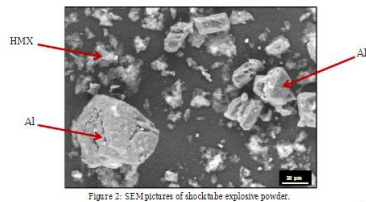
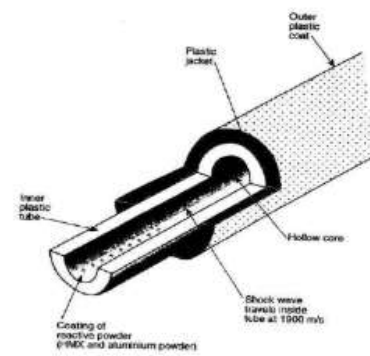


Figure 2: SEM pictures of shocktube explosive powder.



a) shocktube cross section by optical microscope



b) schematic of shocktube, from [3]

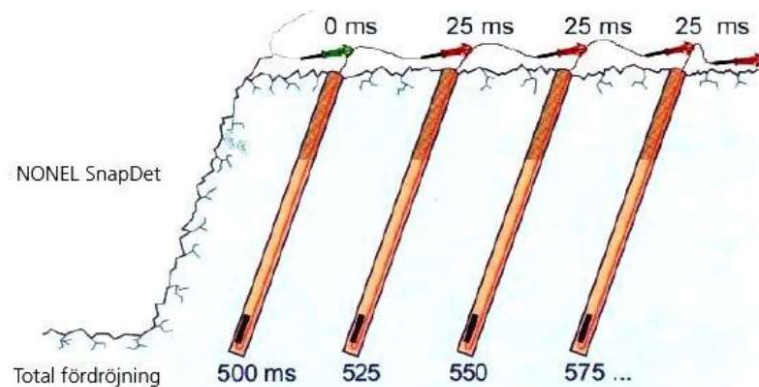
Figure 1: Pictures of shocktube systems.

שרשרת ניפוצ נפץ לא חשמלי הפעלה גל הלם

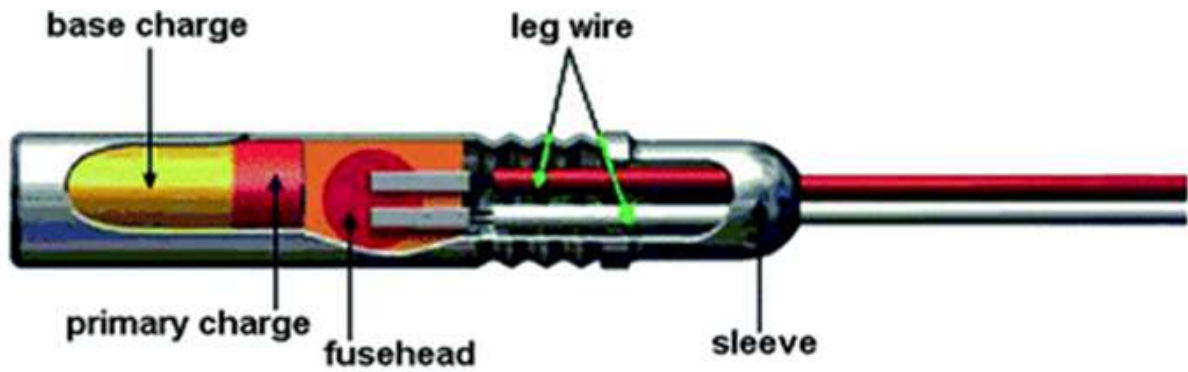
נפץ לא חשמלי - נוכל:



Surface and borehole detonators

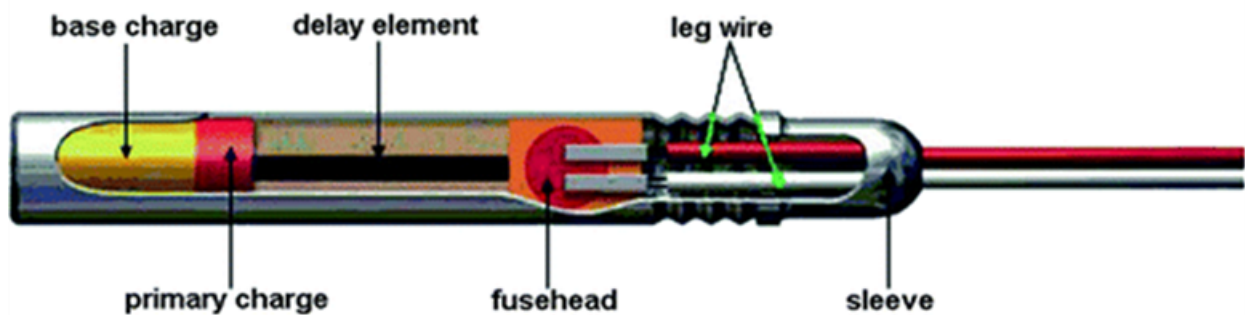


שרשרת ניפוצ
נפץ פירוטכני חשמלי מיידי



A. Instantaneous Detonator

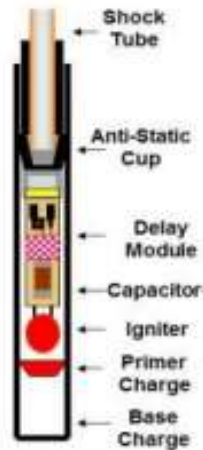
שרשרת ניפוצ
נפץ פירוטכני חשמלי
בהשהיה



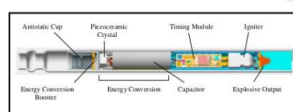
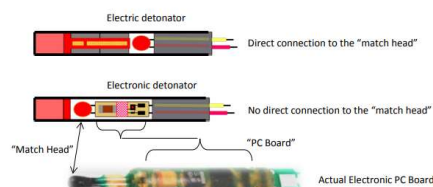
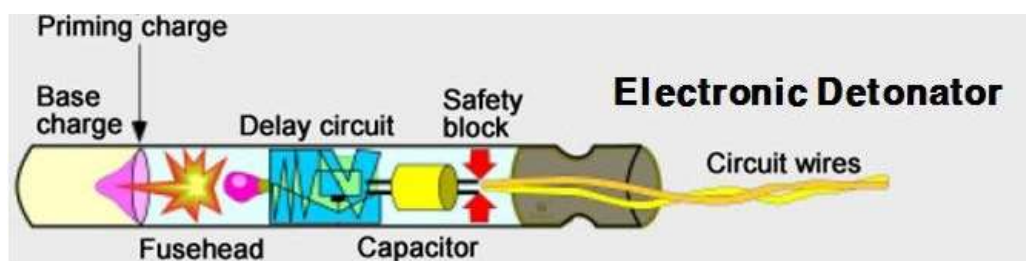
B. Delay Detonator

שרשרת ניפוצ נפץ אלקטרוני

Shock Tube



שרשרת ניפוצ נפץ אלקטרוני



שרשרת ניפוצ דוגמאות לסוגי נפצים נוספים

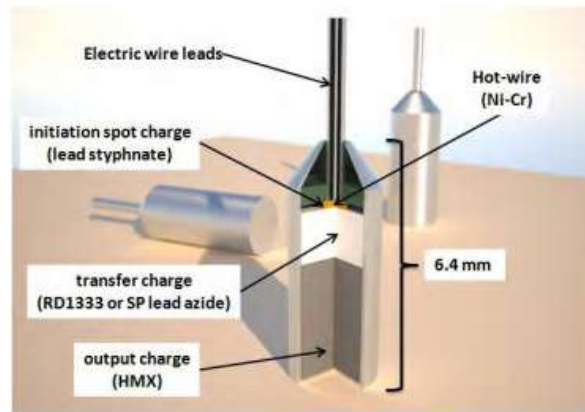
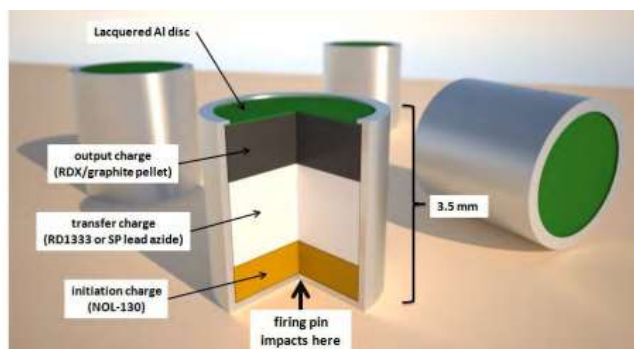


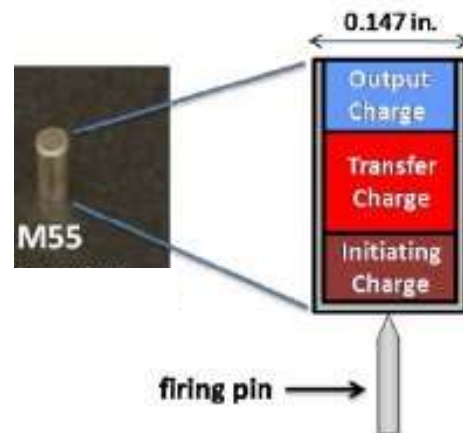
Figure 6
M100 military electric detonator

שרשרת ניפוצ דוגמאות לסוגי נפצים נוספים

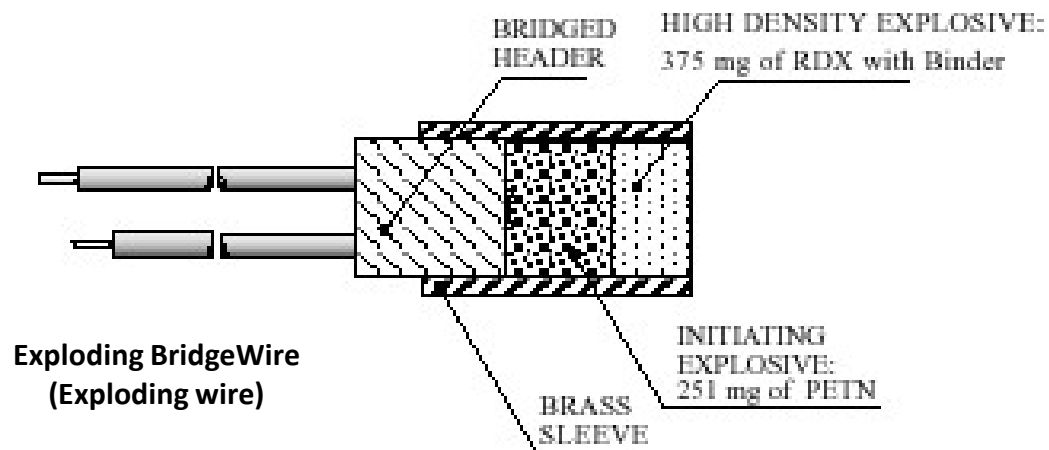


Note: NOL-130 = a formulation of lead styphnate, RD1333 lead azide, barium nitrate, antimony trisulfide, and tetrazene.

Figure 3
Cross section of the U.S. Army M55, a common stab detonator

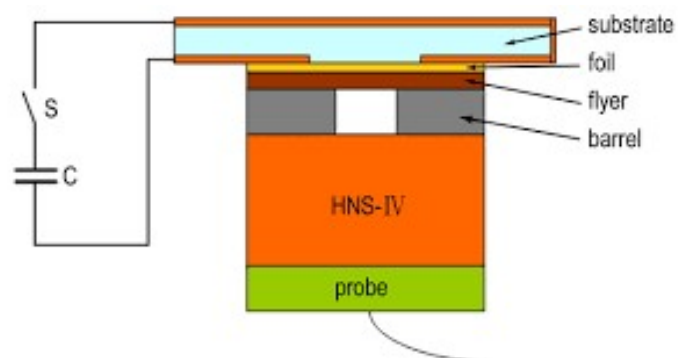
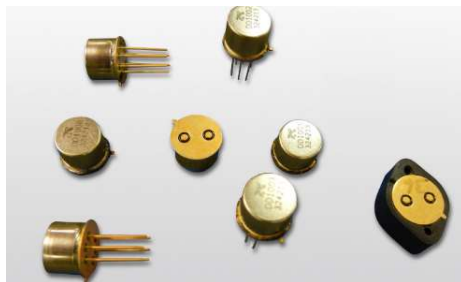


שרשרת ניפוצ
דוגמאות לסוגי נפצים נוספים



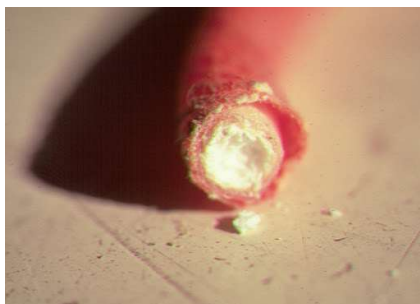
שרשרת ניפוצ
דוגמאות לסוגי נפצים נוספים

נפצים נוספים



Slapper Detonator
(Exposing Foil Initiator)

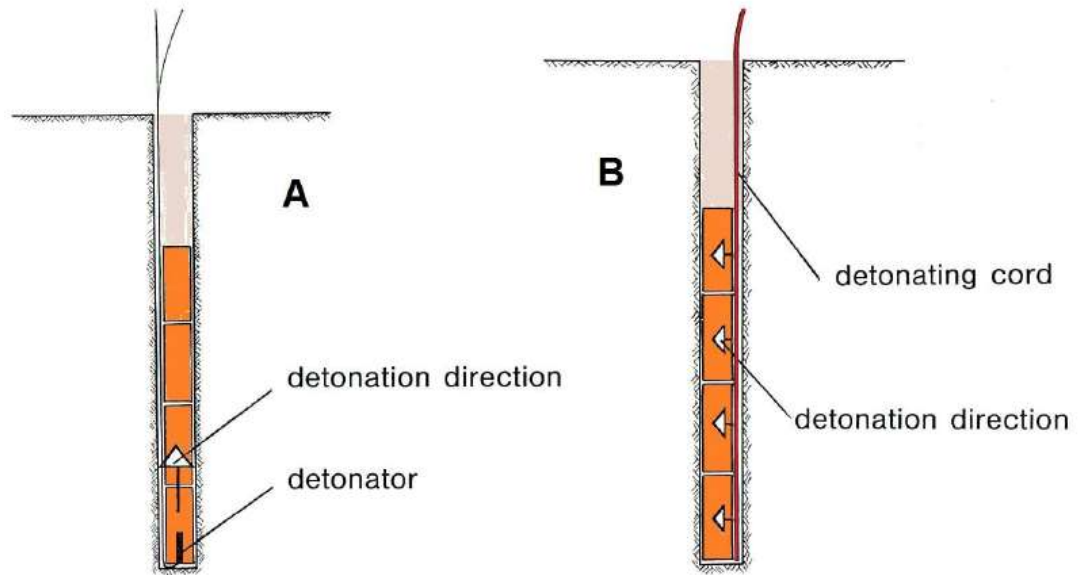
שרשרת ניפוך פתיל רועם



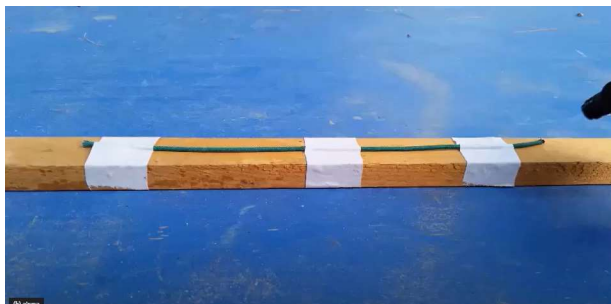
- מהירות דטונציה: 6000-8000 מטר / שניה
- ניתן לייזום באמצעות נפץ
- אטום למים
- אינו כולא את גל הניפוך



שרשרת ניפוצ פתיל רועם

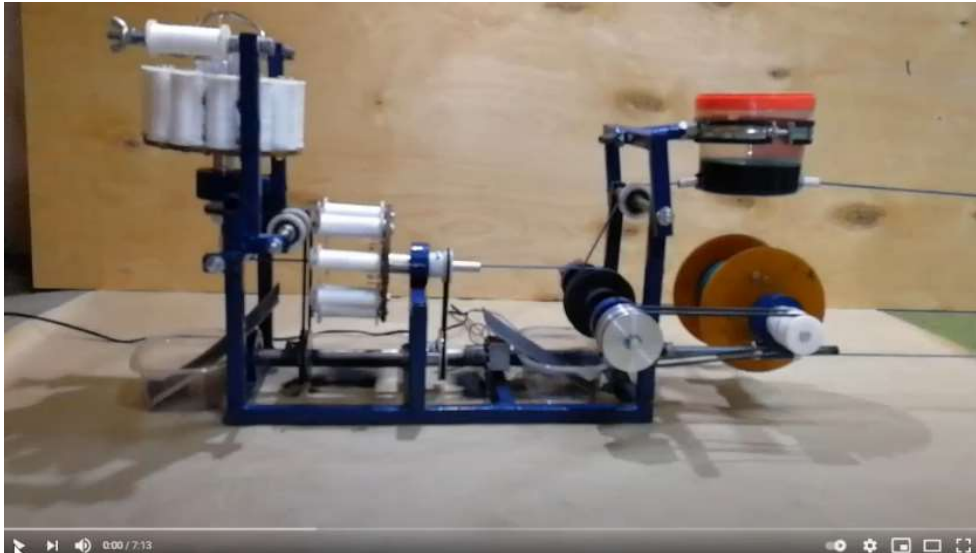


שרשרת ניפוצ מקורות אנרגיה פרוטכניים - פתיל השהייה



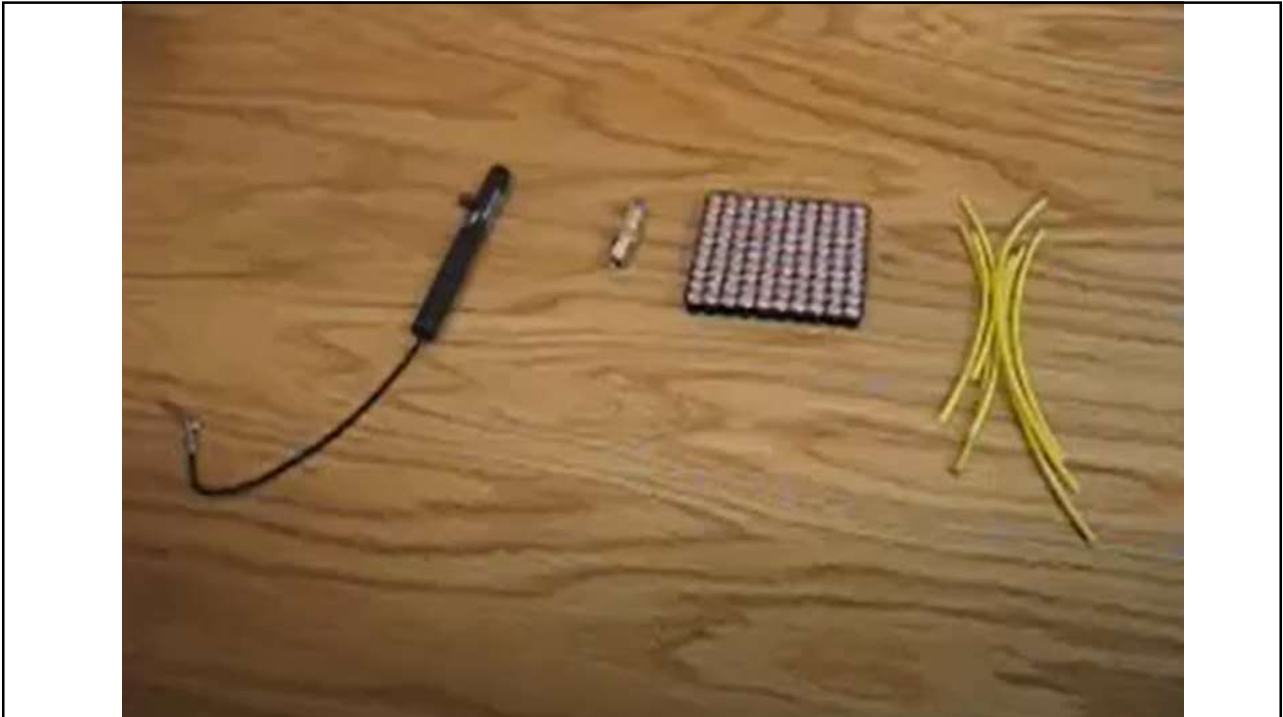
- מהירות בעירה: דקות עד עשרות דקות לסנטימטר פתיל
- ניתן לייזום באמצעות ראש גפרור חשמלי / מקור אש גלויה
- אטום למים
- הבעירה אינה כלואה בפתיל

שרשרת ניפוח
מקורות אנרגיה פירוטכניים - פתיל השהייה



שרשרת ניפוח
מקורות אנרגיה פירוטכניים - נונל

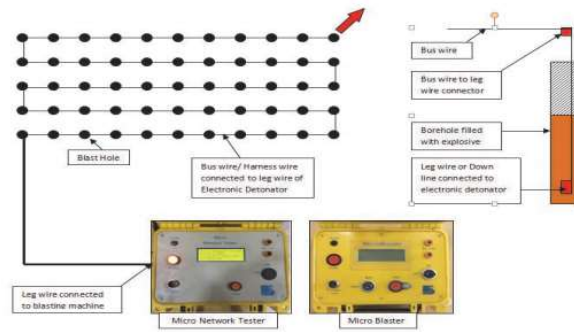




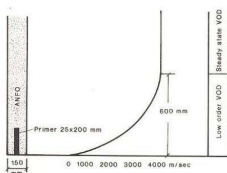
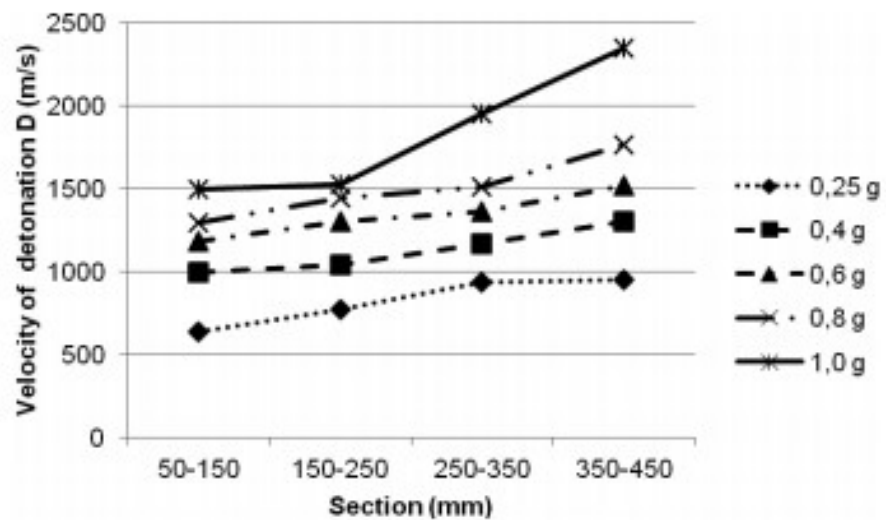
**שרשרת ניפוצ
מקורות אנרגיה חשמליים**



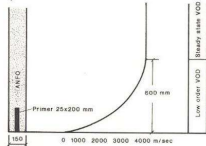
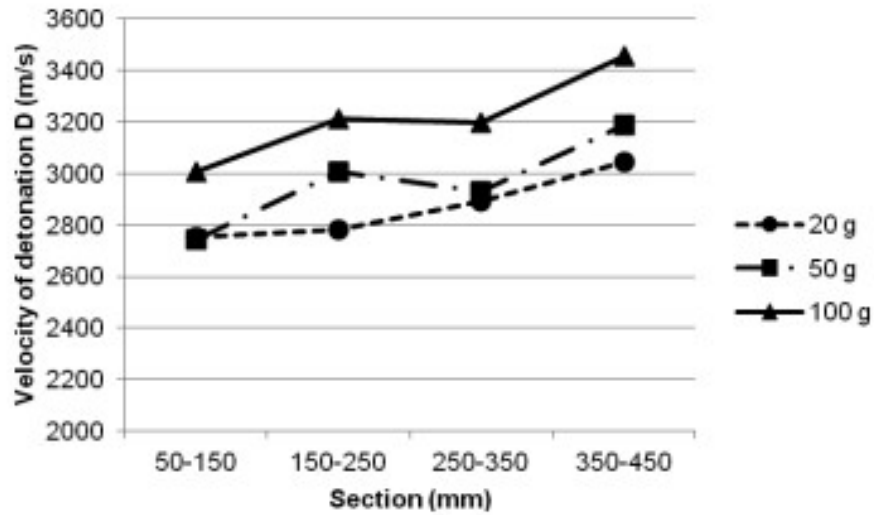
שרשרת ניפוצ מקורת אנרגיה חשמליים



שרשרת ניפוצ מאיצים – השפעת מסען יוזם על מהירות דטונציה אנפו



שרשרת ניפוח מאיצים – השפעת מסען יוזם על מהירות דטונציה אנפוז



שרשרת ניפוח מאיצים

Superprime® Cord Sensitive Cast Booster



Properties		SDS #1108
Density (g/cc) Avg	1.60	
Velocity (m/sec)	7,800	
Velocity (ft/s)	25,600	
Detonation Pressure (Kbars)	245	
Water Resistance	6 months with no loss of sensitivity	
Shelf Life Maximum	5 years (from date of production)	
Maximum Usage Temperature	66°C (150°F)	

SECTION 3 – COMPOSITION/INFORMATION ON INGREDIENTS	
3.1 Mixtures	
Description: Mixture of substances listed below with nonhazardous additions.	
Dangerous components:	
CAS: 76-11-2	peroxybis(trimethyl selenate) (PETS)
ENECIS: 201-084-3	E R2
Index number: 603-035-00-5	
CAS: 118-96-7	1,4-bis(trimethyl selenate) (TMS)
ENECIS: 204-289-8	E R2, E R2, N R51/53
Index number: 603-035-00-4	
CAS: 7429-90-5	aluminum metal
	F R12
	Water-react. 1, H260
CAS: 121-82-4	peroxybis(trimethyl selenate) (PETS)
ENECIS: 204-289-8	E R2, E R2
	Exp. 1.1, H201
CAS: 2891-41-0	acetylperoxybis(trimethyl selenate) (PETS)
ENECIS: 229-289-9	E R2, E R2, E R2
	Exp. 1.1, H201
	Acute Tox. 3, H302; Acute Tox. 3, H311

Additional information: For the wording of the listed risk phrases refer to section 16.

Superprime® Cast Booster



Properties		SDS #1108
Density (g/cc) Avg	1.60	
Velocity (m/sec)	7,800	
Velocity (ft/s)	25,600	
Detonation Pressure (Kbars)	245	
Water Resistance	6 months with no loss of sensitivity	
Shelf Life Maximum	5 years (from date of production)	
Maximum Usage Temperature	66°C (150°F)	

שרשרת ניפוך מאיצים



שרשרת ניפוך מאיצים



אמולסיה

- ~ 90% אמוניום ניטרט עם מלחי סודיום וקלציום ניטרט בתמיסה מימית
- ~ 6% דלק
- ~ 2% אמולסיפייר
- ~ 2% מיקרובלונים או חומרי הגזה

Watergel

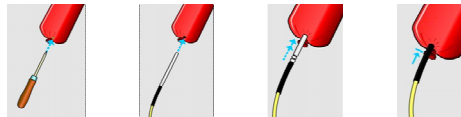
- ~ 90% אמוניום ניטרט עם מלחי סודיום וקלציום ניטרט בתמיסה מימית
- ~ 6% דלק
- ~ 2% ג'לטין
- TNT ~ 2%



שרשרת ניפוצ מאיצים

הכנת תחל

78. (א) תחל יוכן במקום בטוח ולא יוכן במחסן או במרחק קטן מ-10 מטרים ממחסן, מרצועה נעה, ממקור אש או הצתה, או מזרם חשמל.
- (ב) לא יוחדר נפץ לתוך תרמיל חומר נפץ, אלא לאחר שנוקב בתרמיל חלל מתאים עבורו והנפץ הוחדר או חובר לתרמיל באופן שלא ייפגע.
- (ג) לא ינקב אדם תרמיל חומר נפץ עבור נפץ אלא במכשיר העשוי עץ, נחושת, פליז, מתכת אלברזלית אחרת או חומר אחר שאינו יוצר גצים.
- (ד) בעת הכנת תחל, לא יסיר אדם את העטיפה מעל תרמיל חומר נפץ ולא יפתח אותה אלא במידה הדרושה להכנסת הנפץ; היה צורך להכין מטענים קטנים לעבודות מיוחדות, מותר לחתוך תרמיל חומר נפץ לכמה חלקים קטנים.
- (ה) לא יוכנו תחלים אלא במספר הדרוש לקדחים שעומדים לפוצץ בבת אחת; היה הדבר מעשי, יוכן התחל במקום השימוש בו ויושם מיד בקדח.



שרשרת ניפוצ חומר עיקרי



שרשרת ניפוצ חומר עיקרי



צפיפות ורגישות ליזימה

אנפו

צפיפות : 0.72-0.68 : רגיש לנפץ

צפיפות : 0.76-0.73 : רגיש למאיץ אמולסיה בקוטר עד 50 מ"מ

צפיפות : 0.77-0.85 : רגיש למאיץ אמולסיה 65-80 מ"מ

שרשרת ניפוצ מערכת אבטחת דריכה

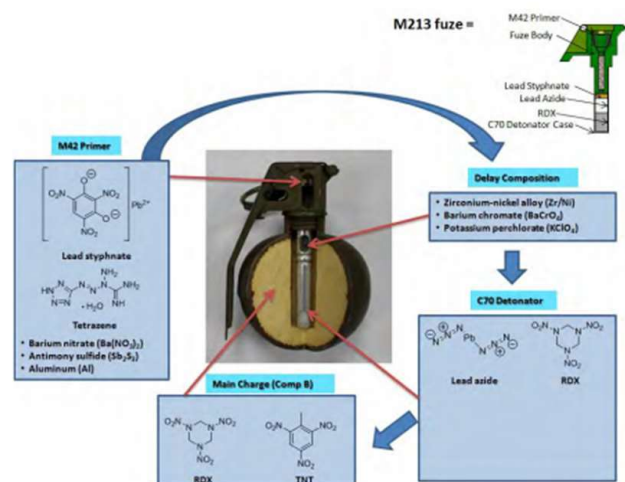
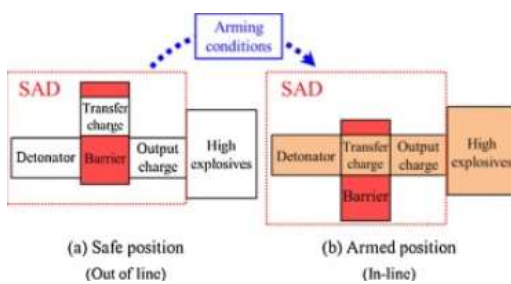


Figure 9

Diagram of the M67 fragmentation grenade and the incorporated M213 fuze

רסס

רסס

רסס – תוצרי התפרקות מעטפת חומר הנפץ בתהליכי

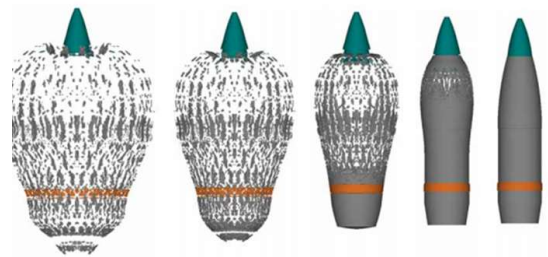
דפלגרציה ודטונציה



רסס

רסס מבוקר – רסס המאופיין בתכנון מקדים של אזורים מוחלשים להיווצרות מאפייני פריסה, משקל ושטח פנים

מבוקרים

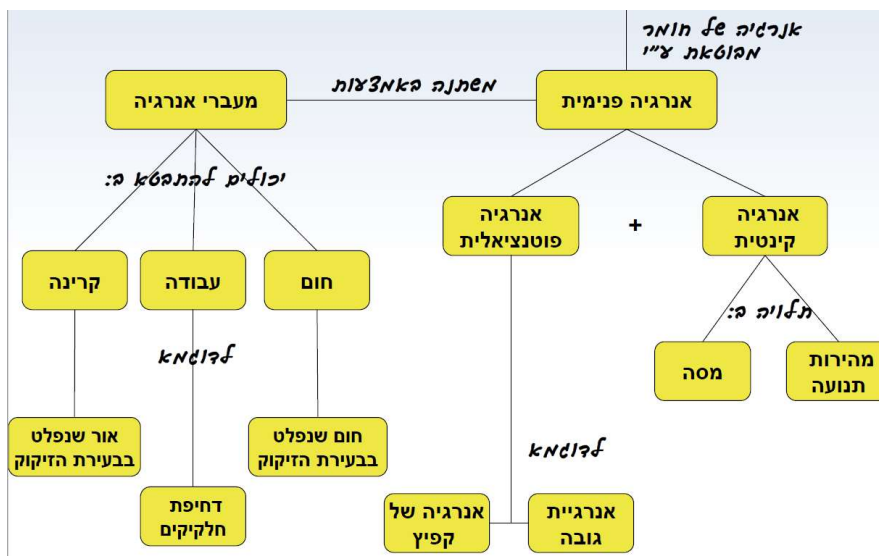


רסס

רסס שבעי



רס
מעברי אנרגיה



007

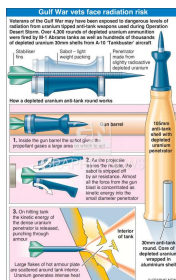
סיכוני רסס

- יזימה IMPACT
- חדירות
- הצתה

$$E = \frac{1}{2} * m * V^2$$



העברת אנרגיה קינטית ברסס



רסס
תקנות ותקנים

רסס? רגמות?

רגמות - רסיסים מאמצעים, קרקע ומבנים העפים בעקבות פגיעת החנ"מ בהם.

רסס
תקנות ותקנים

* הגדרות "שטח סכנה" (1) -

שטח שיש בו סכנת פגיעה בנפש או ברכוש, עקב ביצוע הפיצוץ, כתוצאה מהעפת רגמות, מהדף אוויר או זעזועי קרקע;

* הגנה מפני העפת רגמות (191) -

החלק החיצון של המבנה באזור הימצאותם של מטעני חומרי הנפץ, יוגן מפני העפת רגמות וחלקים אחרים, על ידי התקנת

כיסוי מגן שגובהו, עוביו ויציבותו יהיו מתאימים לגודל המטענים ולתכונות אלמנט המבנה העומד להריסה; כיסוי המגן כאמור, יהיה בחלקו התחתון במרחק שלא יפחת מ-0.5 מטר מהמבנה ואילו חלקו העליון יכול שיישען על המבנה

סס תקנות ותקנים

* אמצעים למניעת פגיעות

90. (א) נערך פיצוץ בשטח בנוי, ישתמשו בנפצי השהייה ותוגבל כמות חמרי הנפץ, למניעת זעזועי קרקע והדף אוויר העלולים להזיק למבנים או

לבנינים וכן **למניעת העפתן של רגמות**; בנוסף לכך, יכוסה שטח הקדחים באופן שתימנע העפת רגמות ופגיעה בנפש וברכוש.

(ב) על אף האמור בתקנת משנה (א), רשאי מפקח העבודה האזורי, בהתחשב בתנאים המיוחדים של השטח –

(1) לפטור מן החובה להשתמש בנפצי השהייה או לכסות את שטח הקדחים או משתי החובות;

(2) לדרוש קיום החובות כאמור במרחק העולה על 300 מטרים משטח שיש בו מבנים או בנינים,

והכל בהתאם לתנאי ההיתר.

(ג) במקומות מסויימים רשאי מפקח העבודה האזורי לדרוש, כתנאי מוקדם להוצאת ההיתר, עריכת מדידות סייסמיות לשם קביעת כמויות

חומרי נפץ מרביות, בהתחשב ברמה המותרת של זעזועי קרקע.

סס תקנות ותקנים

תנאים לביצוע עבודות השמדה

158. עבודות ההשמדה יבוצעו תוך כדי הקפדה על תנאים אלה:

(1) מקום ההשמדה בפיצוץ או בשריפה יהיה במרחק המבטיח מפני גרימת פגיעות בנפש או ברכוש כתוצאה מהעפת רגמות או מהדף אוויר, לפי קביעת הממונה על הפיצוצים, בהתאם לכמות המרבית של חומר נפץ המושמד בבת אחת, ובכל מקרה לא יפחת מ-300 מטרים ממקום ישוב,

מדרכים, כבישים ומסילות ברזל, ממבנים ובנינים וממקומות עבודה;

(2) על אזור ההשמדה תופקד שמירה שתמנע כניסת בני אדם לשטח הסכנה, כל עוד מבצעים שם עבודות השמדה;

(3) מקום ההשמדה ייקבע בשטח חול או חרסית; השטח ינוקה תחילה מאבנים וסלעים;

(4) הבאת חומרי הנפץ למקום ההשמדה תיעשה סמוך, ככל האפשר, לזמן ביצוע עבודות ההשמדה.

הגנה מפני העפת רגמות

191. החלק החיצון של המבנה באזור הימצאותם של מטעני חומרי הנפץ, יוגן מפני העפת רגמות וחלקים אחרים, על ידי התקנת כיסוי מגן שגובהו,

עוביו ויציבותו יהיו מתאימים לגודל המטענים ולתכונות אלמנט המבנה העומד להריסה; כיסוי המגן כאמור, יהיה בחלקו התחתון במרחק שלא

יפחת מ-0.5 מטר מהמבנה ואילו חלקו העליון יכול שיישען על המבנה.

הערכת טווח רסס מכסימלי (נוסחה בסיסית)

$$R = (V_0/g) \cdot \sin 2\theta$$

R = Range (m)
 V_0 = Initial Fragment Velocity (m/s)
 g = Gravity (m/s²)
 θ = Launch Angle (Radians)

כלים בסיסיים להערכת נזקי רסס

IATG– International Ammunition Technical Guidelines

For fragmenting munitions when public access is possible to the demolition range area. $D = 634(AUW)^{1/6}$	D = Distance (m) AUW = All Up Weight of Ammunition or Bare Explosives (kg)
For fragmenting munitions when public access is denied to the demolition range area. $D = 444(AUW)^{1/6}$	
For bare exposed explosive only. $D = 130(AUW)^{1/3}$	

Table 24: Simple Range Safety Distances

$$D = 634 * 5^{\frac{1}{6}} = 829 \text{ meter}$$

חישוב עבור 5 קילוגרם חומרי נפץ **ורסס** בסמוך לתשתיות ואזרחים

$$D = 130 * 5^{\frac{1}{3}} = 222 \text{ meter}$$

חישוב עבור 5 קילוגרם חומרי נפץ **בלבד** בסמוך לתשתיות ואזרחים

כלים בסיסיים להערכת נזקי רסיס

מדריך משהב"ט 4145

טבלה 5-6. תת-קבוצת סיכון 1.1
מרחקי סיכון רסיס

מבנה (מטרים)	שטח פתוח (מטרים)	משקל נפצים NEWQD (kg)
61.0	71.9	≤0.23
61.0	80.2	0.3
61.0	88.8	0.45
61.0	105.5	0.91
61.0	115.3	1.4
61.0	122.3	2.3
61.0	139.0	3.2
61.0	144.4	4.5
61.0	154.2	6.8
61.0	161.1	9.1
61.0	171.7	14.1
118.2	183.2	22.7
158.1	191.3	31.8
200.4	200.4	45.4
248.5	248.5	68.0
282.6	282.6	90.7
330.6	330.6	136.1
378.7	378.7	204.1
381.0	381.0	>204.1

כלים בסיסיים להערכת נזקי מרסיסים

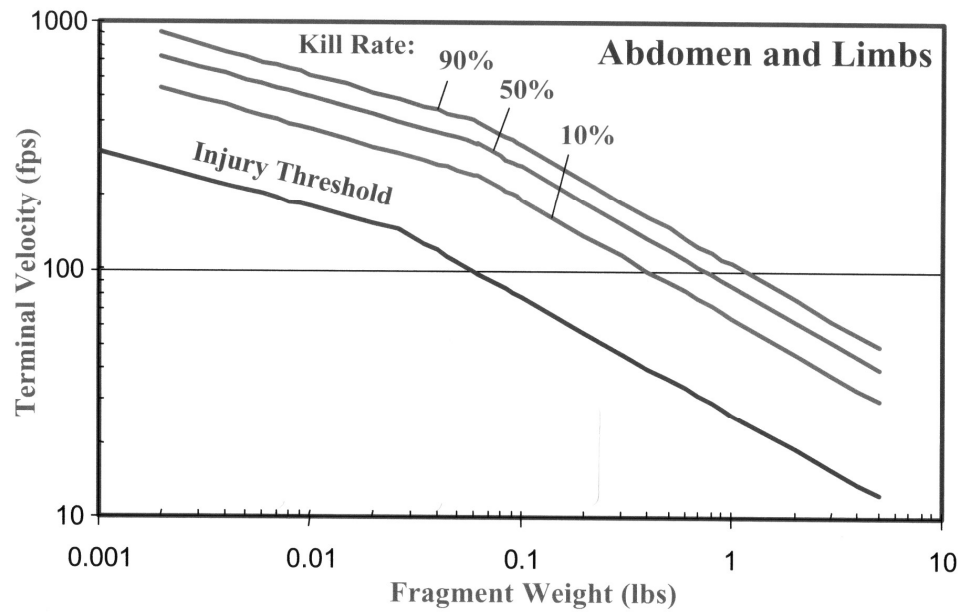
טבלה 3.2: רסיסים המייצגים 50% סיכויי לחדירה דרך עור האדם [8]

Ratio of Fragment area/weight (ft ² /lb)	Fragment Area Based on 0.033 lb. fragment weight (ft ²)	Velocity (fps)	Threshold Energy (ft-lb)
0.03	0.00099	100	5
0.10	0.00330	165	14
0.20	0.00660	250	32
0.30	0.00990	335	58
0.40	0.01320	425	93

טבלה 3.3: סף פגיעה חמורה של אדם מפגיעת רסיס [8]

Critical Organ	Weight (lbs)	Fragment Velocity (fps)	Energy (ft-lb)
Thorax	>2.5	10	4
	0.1	80	10
	0.001	400	2.5
Abdomen and limbs	>6.0	10	9
	0.1	75	9
	0.001	550	5
Head	>8.0	10	12
	0.1	100	16
	0.001	450	3

כלים בסיסיים להערכת נזקי מרסיסים



כלים בסיסיים להערכת נזקי מרסיסים

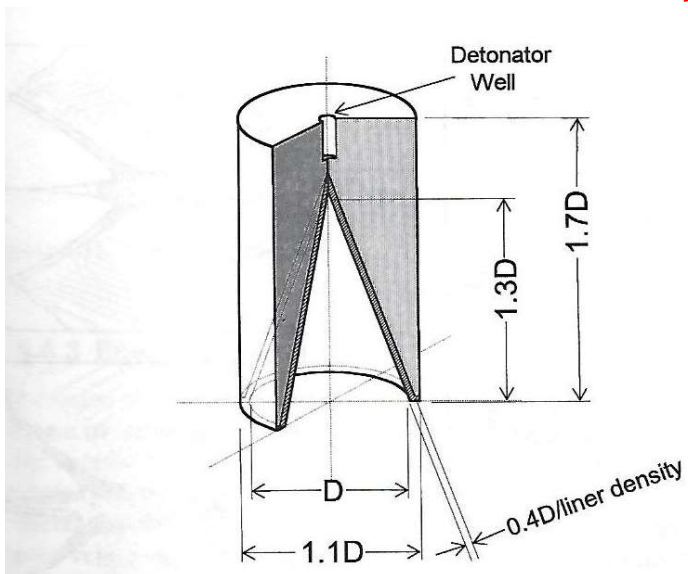
Q - D

מטענים צורתיים



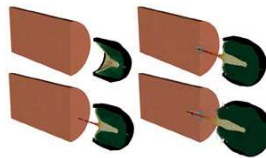
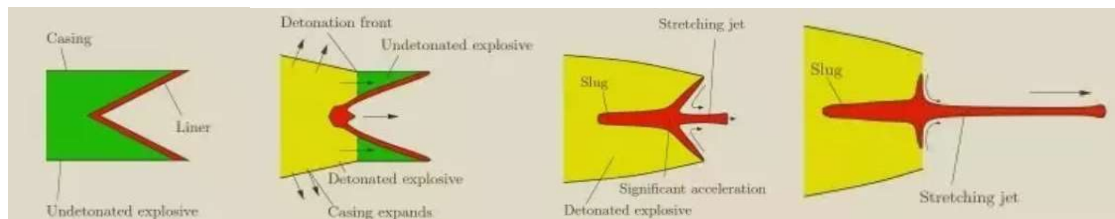
מטענים צורתיים

מידות מאפיינות



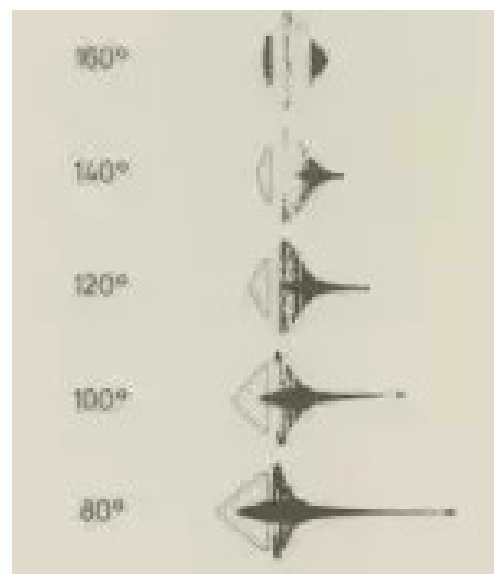
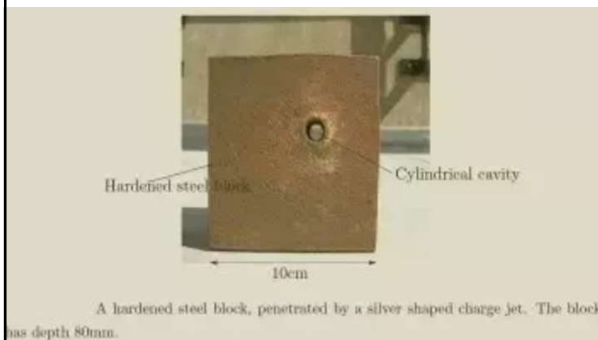
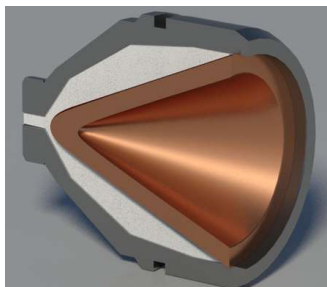
מטענים צורתיים

היווצרות סילון המתכת



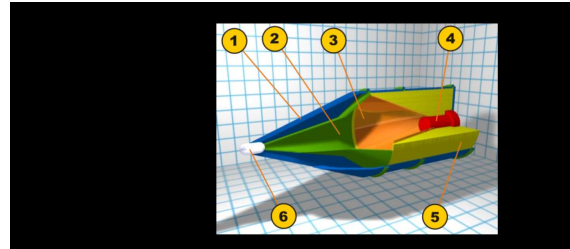
מטענים צורתיים

השפעת זווית הליינר על צורת הסילון



מטענים צורתיים

בתחמושות



Aerodynamic cover; 2: Air-filled cavity; 3: Conical liner; 4: Detonator; 5: Explosive; 6: Piezo-electric trigger



מטענים צורתיים

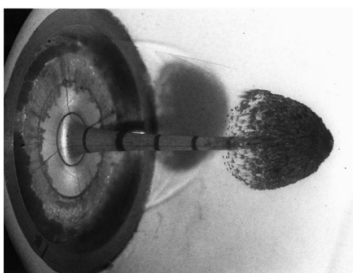


Figure 7. A shaped charge speeds to the right at 8 kilometers per second during a hydrodynamic test, which illustrates the fluid-like behavior of metals when they are subjected to extremely high pressures.

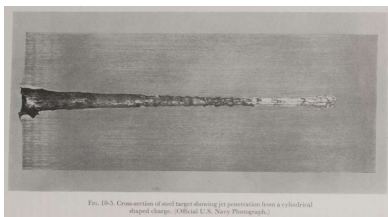
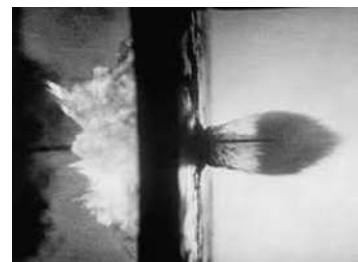
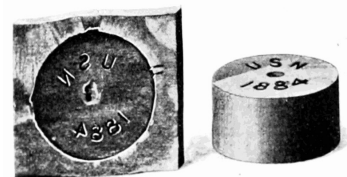
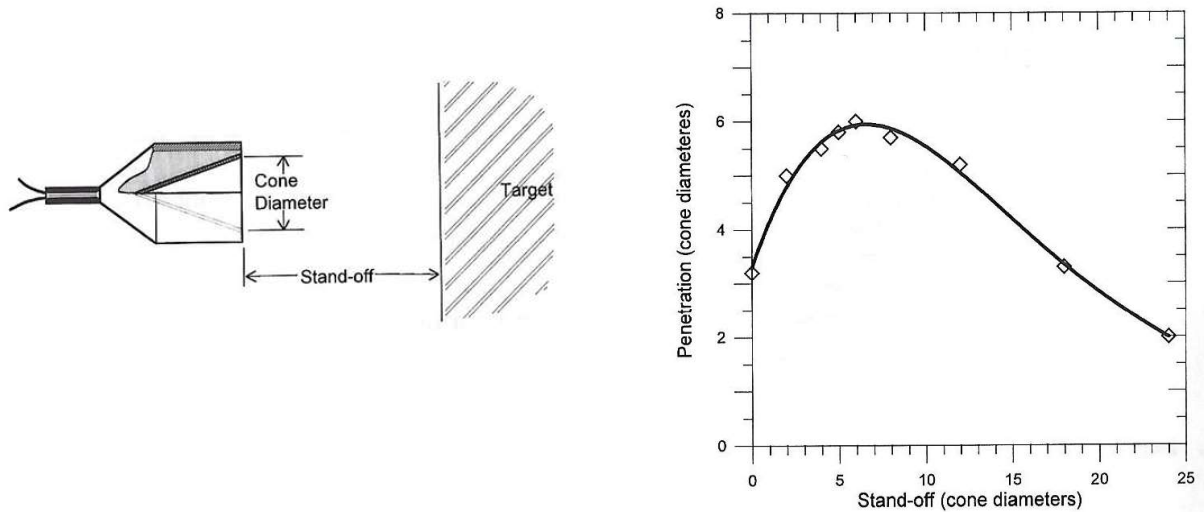


FIG. 18-5. Construction of steel target showing jet penetration from a cylindrical shaped charge. (Official U.S. Navy Photograph.)



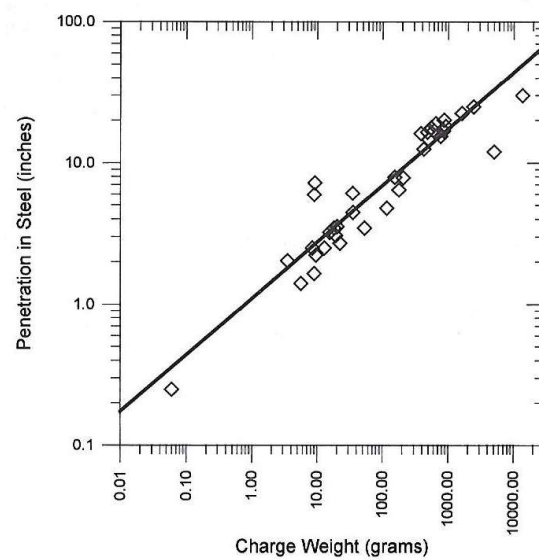
מטענים צורתיים

השפעת SO על עומק חדירה



מטענים צורתיים

עומקי חדירות אופייניים למוצרים מסחריים



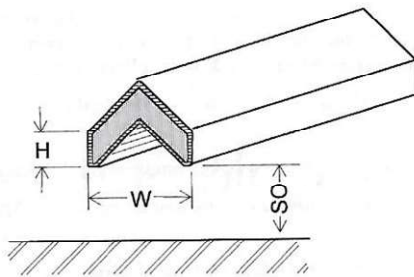
מטענים צורתיים

מטעני חיתוך ליניאריים



מטענים צורתיים

עומק חדירת מטען חיתוך ליניארי



Grain per foot = 0.21 gram / meter

$$W \approx C^{1/2}/32 \text{ (} W \text{ in in., } C \text{ is the core loading in grains per foot)}$$

$$H \approx W/4$$

$$SO \text{ (optimum)} \approx 0.2W \text{ (for lead sheathed)}$$

$$0.7W \text{ (for copper sheathed)}$$

$$1.0 W \text{ (for aluminum sheathed)}$$

$$\text{Penetration into steel} \approx 0.6W \text{ (for lead sheathed)}$$

$$0.7W \text{ (for aluminum sheathed)}$$

$$0.9W \text{ (for copper sheathed).}$$

