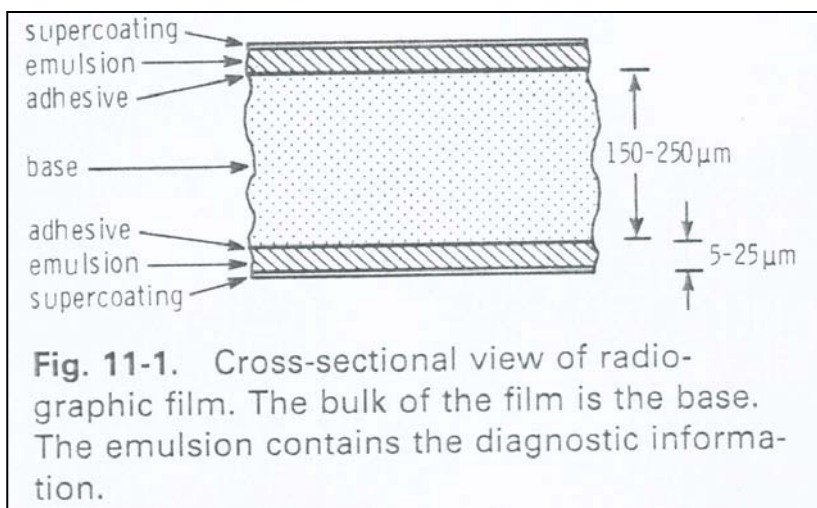


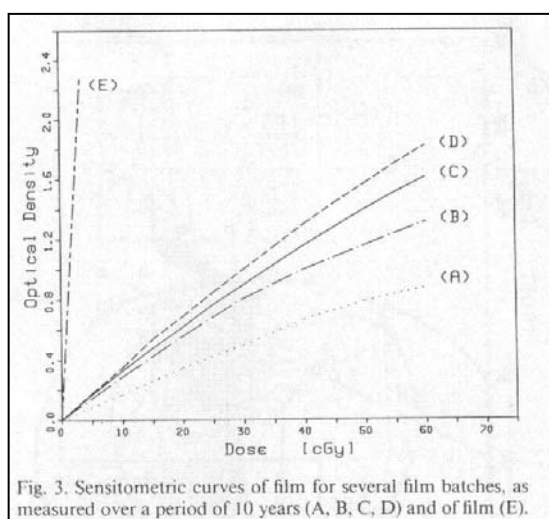
לוחות צילום – תוספות



חתך אופייני של לוח צילום, (Bushong, 1993 p190).

השפעת סידרת הייצור:

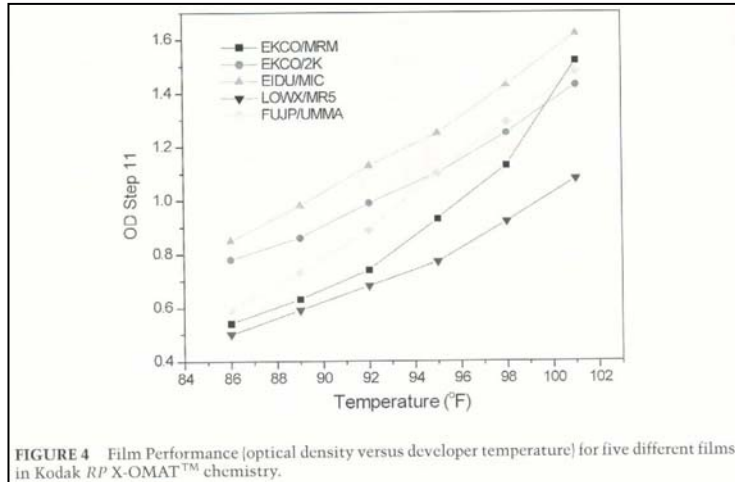
השפעת סידרת הייצור מתואר על ידי (Van Battum 1990). עקומות A,B,C,D נמדדו בלוח מסוג Kodak-XV2, בסדרות יצור שונות ובזמנים שונים.



השפעת סידרת הייצור על עקומת ה- (Van Battum 1990), S.C.

השפעת הטמפרטורה בפיתוח:

הטמפרטורה של נוזל הפיתוח משפיעה מאוד על רגישות לוח הצילום. הצפיפות האופטית עלולה לגדול ב- 5-10% לכל תוספת של מעלת צלסיוס, (Dudley 1956).



השפעת הטמפרטורה של נוזל הפיתוח על הצפיפות האופטית (Suleiman 2001 p39).
השפעת ריכוז הכימיקלים:

כמו בכל תגובה כימית, ריכוז לא מספיק של החומרים הבאים במגע גורם לתגובה חלקית בלבד. כיון שנוזל הפיתוח מתחמץ בקצב של $\sim 1L/24h$, וחלק נוסף מהכימיקלים מתבלה תוך כדי הפיתוח או הקיבוע, חשוב להקפיד על התחדשות הנוזלים במכונות הפיתוח לפי המלצות היצרנים. בזמן ניקוי מכונת הפיתוח מומלץ לשמור על הנוזלים השונים ולהחזירם בתום התחזוקה על מנת לשמור על תנאים קבועים. במכונות פיתוח אוטומטיות, השליטה על חום הנוזלים וקצב החלפתם אמורה לפתור את הבעיות הקשורות לפיתוח, אלא אם כן ישנן תקלות.
(Dudley 1956, Kodak 1999).

השפעת הזמן:

אחרי החשיפה מתרחש תהליך של דהייה וטשטוש (fading) של התמונה הכמוסה בעקבות תגובה כימית בין החמצן ורטיבות האוויר לבין אטומי הגבישים שהגיבו לקרינה. חלק מהתהליך נובע גם מהתפרקות התמונה הכמוסה ושיחזור הגביש המקורי.

דוֹזימטריה של פוטונים

השפעת האנרגיה של הקרינה:

התלות האנרגטית של תגובת לוח הצילום בתחום אנרגיות הקרינה הנמוכות הוא החיסרון העיקרי של גלאי זה. ההשחרה של לוח הצילום מודדת את כמות האנרגיה שעברה לתחליב ולמלחי הכסף, בכל סוגי התגובות של הפוטונים עם החומר. אמנם לא בכל אנרגיה התרומות של התגובות השונות שומרות על יחס שווה ביניהן. מקדם הבליעה המסי של האפקט הפוטואלקטרי תלוי באנרגיית הפוטון וגם במספר האטומי של החומר, לפי המשוואה:

$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{pe} \propto \frac{Z^{3.8}}{A \cdot E^3}$$

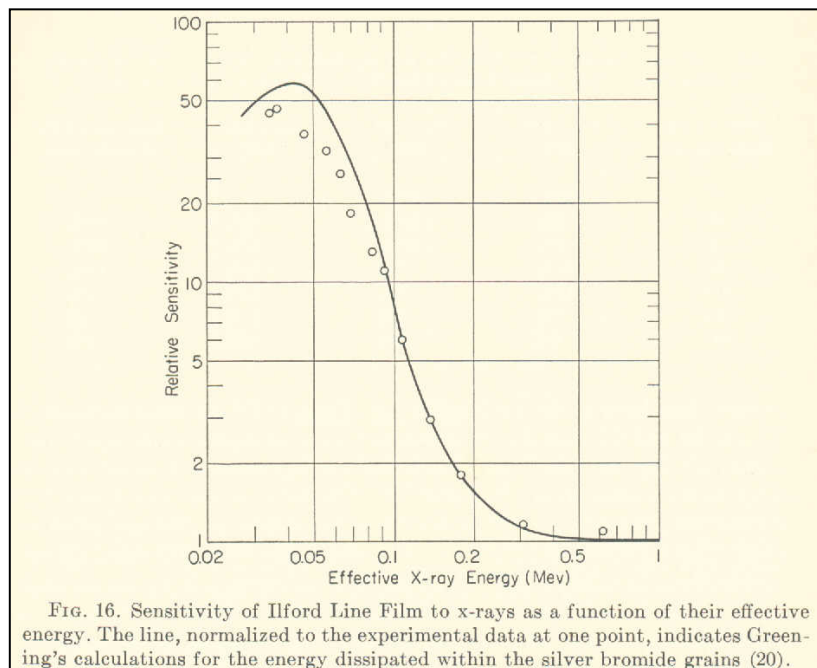
Z - מספר אטומי, A - מסה אטומית.

E - אנרגיית הפוטון.

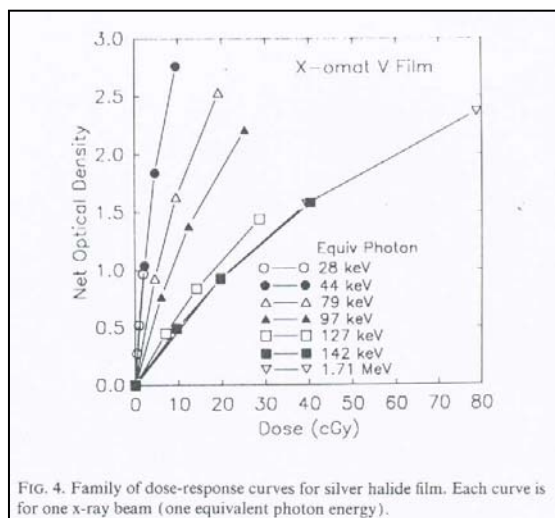
כאשר $Z > 16$ חתך הפעולה תלוי ב- $Z^{3.8}$ (עבור כסף $Z=45$), וכאשר $Z < 16$ חתך הפעולה תלוי ב- Z^3 (עבור רקמה רכה $Z \sim 7.6$). כיון ש- Z/A נשאר קבוע כמעט, התלות של מקדם הבליעה הוא ב- Z^2/E^3 . לעומת זאת המקדם לאפקט קומפטון תלוי ב- E^- ואינו תלוי ב-Z:

$$\left(\frac{\mu}{\rho}\right)_{comp} \propto \frac{Z}{A} \cdot \frac{1}{\sqrt{E}}$$

כתוצאה מכך, עבור חומר נתון, ככל שהאנרגיה יורדת, האפקט הפוטואלקטרי חשוב יותר. תופעה זו מוגברת עוד יותר על ידי הערך הגבוה של Z עבור הכסף, לכן לוחות הצילום יותר רגישים לאנרגיות נמוכות של הפוטונים ומקבלים עבורם השחרת יתר (פי 10-50 בהשוואת פוטון באנרגיה של 40 keV לפוטון באנרגיה של 1 MeV). לכן כשמודדים בתחום האנרגיות הנמוכות צריך לכייל את לוחות הצילום גם לפי התלות באנרגיית הקרינה.



השפעת האנרגיה על רגישות לוח הצילום. סדר הגודל של התופעה בגרף זה שונה מזה שבגרף שבאיור הקודם בגלל שחלק ניכר מהאנרגיה שעוברת לאלקטרונים של מלחי הכסף מתפזר מחוץ לגבישי המלח. (Dudley 1956 p329).



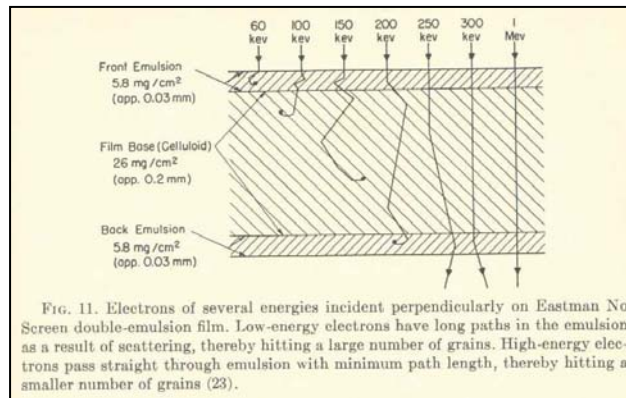
עקומות S.C. שנמדדו באנרגיות שונות בלוח הצילום. ההשחרה איננה אופיינית למנה ללא התייחסות נאותה לאנרגיית הקרינה. (Muench 1991).

כיון שבאנרגיות 0.1-5 MeV, התגובה העיקרית ברקמה רכה, מים, גילטין של תחליב או אוויר, היא אפקט קומפטון אבל בכסף היא האפקט הפוטואלקטרי, מקבלים תגובת יתר של לוח הצילום גם ביחס לגלאי אחר (תא יינון).

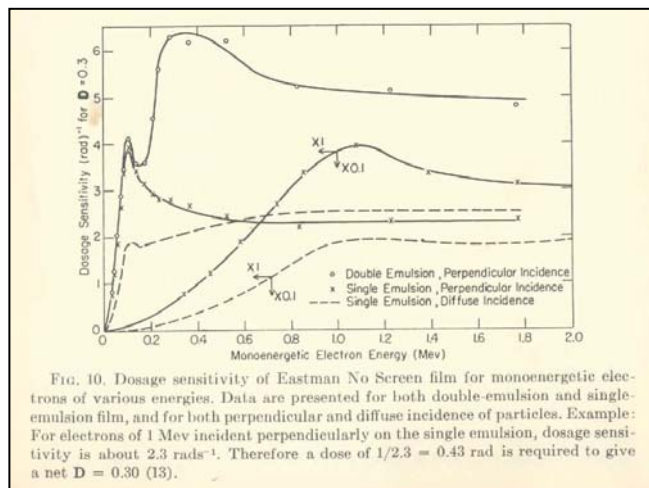
לעומת זאת, באנרגיות גבוהות תופעת קומפטון שולטת גם עבור הכסף, תגובת לוח הצילום איננה תלויה באנרגיה, ולוח הצילום הוא דו־זימטר טוב. סף העלמות התופעה נע בין 127-200 keV (Dudley 1956,1966, Metcalfe 1997).

דו־זימטריה של אלקטרונים

לגבי אלקטרונים באנרגיות נמוכות המצב שונה. ישנם שני פיקים של רגישות בתחום האנרגיות הנמוכות יחסית, לפני שהרגישות מתייצבת עבור האנרגיות הגבוהות יותר. תופעה זו מוסברת בכך שאלקטרונים באנרגיות נמוכות אינם חודרים עמוק לתוך שכבת התחליב, ולכן התגובה היא נמוכה יחסית. ככל שהאנרגיה עולה, ויחד אתה אורך מסלול האלקטרון, התגובה של השכבה הראשונה גדלה ומקבלים את הפיק הראשון. אחרי סף אנרגטי נוסף, כאשר האלקטרונים מגיעים עד לשכבה השנייה, גם היא משתתפת אז בתגובת לוח הצילום ומקבלים את הפיק השני. באנרגיות הגבוהות יותר האלקטרונים מסוגלים לעבור את הלוח מצד לצד ומגיבים באותה מידה, ללא קשר לאנרגיה. (Dudley 1956 p322-323)



כּוּשֵׁר הַחֲדִירָה בְּלוֹחַ צִילוּם שֶׁל אֶלֶקְטְרוֹנִים בְּעֵלֵי אֲנֵרְגִיּוֹת שׁוֹנֵת (Dudley 1956 p323).



רגישות לוח צילום בתלות באנרגיית האלקטרונים. (Dudley 1956 p322).

באנרגיות גבוהות אין עוד הבדל בתגובת לוח הצילום בין סוגי החלקיקים, פוטונים או אלקטרונים. לכן לוח הצילום שימושי בתחום האנרגיות הטיפוליות המופקות מהמאיצים הקוויים ברדיותרפיה. השפעת האנרגיות הנמוכות כמעט ואינה מורגשת בהם במצבים השגרתיים. לעומת זאת ישנה בעיה בתחום המקורות הרדיואקטיביים שפולטים קרינה באנרגיות הנמוכות.