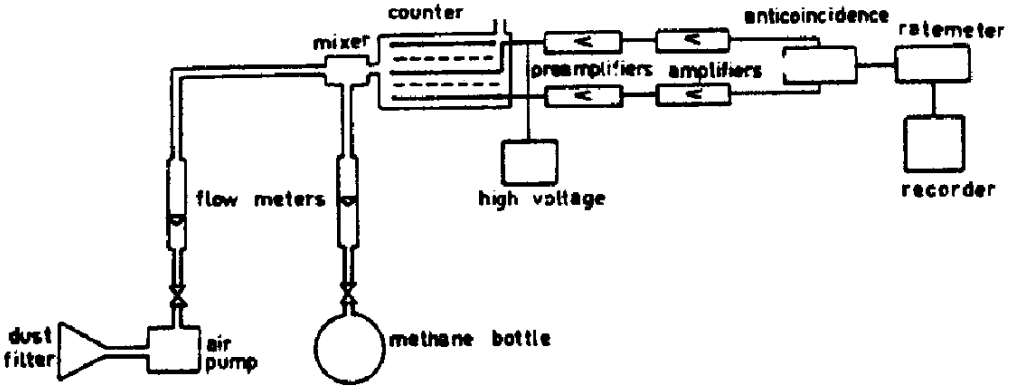
דוזימטריה של ניטור טריטיום

הטריטיום מופיע לרוב בצורתו הגזית, זהו איזוטופ רדיואקטיבי של מימן H^3 הפולט קרני β נמוכי אנרגיה עד לאנרגית מכסימום של 18 keV בעל מחצית חיים של 12.26 שנה.
הטריטיום משמש כסמן רדיואקטיבי לחומרים שונים ברפואה ובביולוגיה. הטריטיום מצוי בכמויות רבות גם בחלק מהכורים הגרעיניים.

ניטור הטריטיום באוויר מתבצע על ידי גילוי החלקיקים הנפלטים מהטריטיום. לרוב משתמשים בגלאים ממולאים בגז, בהם יש כניסת אוויר המכיל את הטריטיום אל הגלאי ומתערבב עם מילוי הגז של הגלאי.
מונה פרופורציונאלי שפותח על יד Ehrel לטריטיום מוקף במונה שמשמש כמגן לצמצום קריאות מהרקע ומחובר ב- Anti-Coincidence למונה המרכזי. שני המונים הופרדו על ידי רשת מוליכה בעלת פוטנציאל אפס. חוטי המונים בודדו על ידי ציפוי טפלון. הגז בשני המונים היה אותה תערובת של אויר ושל מתאן.
תזרים הפעלת המכשיר מתואר בתרשים הבא:



Block diagram of a tritium monitor. From Ehrel, R., *Proc. Symp. Assessment of Airborne Radioactivity*, IAEA, Vienna, 1968, 531.

נבדק מונה המבוסס על תא יינון לצורך ניטור טריטיום ונמצא כבעל כיול ליניארי בטוח:

רגישות המערכת עמדה על $0.1 - 10^{-6}\ \mu Ci/cm^3$. $10^{-5}\ \mu Ci/cm^3 - 5\ Ci/cm^3$.

מונים גדולים המכילים עד ל- 40 ליטר גז פותחו על ידי Cowper Osborne: שני מיכלים שווי נפח אחד בתוך השני. התא החיצוני ניתן ליינון גם על ידי הבטא וגם על ידי קרני גמה, בעוד התא הפנימי מנה גמה בלבד.

איסוף מטען עקב קרינת בטא:

$$Q_\beta = \frac{qM}{w} E \quad [Cb]$$

E – אנרגית המקור.

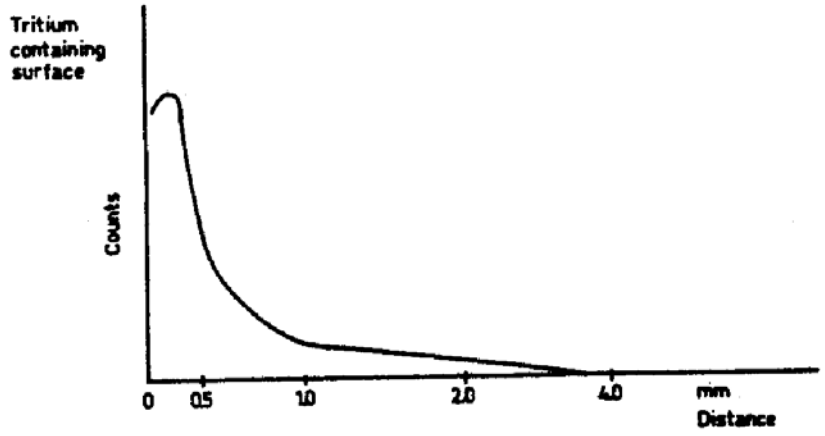
q – מטען האלקטרון

w – אנרגיה דרושה ליצירת זוג יונים

M = 4000–10000 גורם הכפלה.

מכשירים לגילוי זיהומי טריטיום:

לעיתים קיימת בעיה של זיהום משטחים בטריטיום. טווח קרינת בטא של 18 keV באוויר הוא בערך 0.5 mm.



Tritium count in air near a contaminated surface.

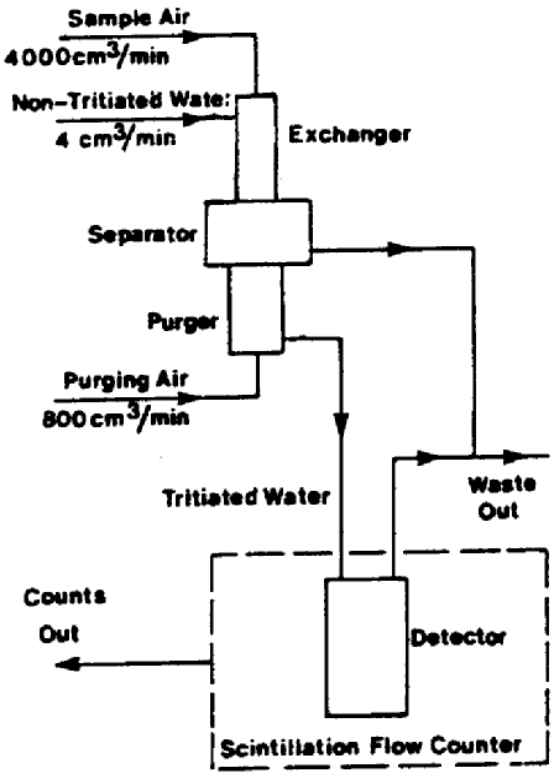
הטווח הקצר של הקרינה מקשה לגלות זיהומים, בעיקר על פני משטחים מחוספסים.

לשם כך פותח מונה מיוחד המופעל לאחר שאיבת האוויר שבין המשטח למונה כך שטווח הקרינה עולה לכדי כך שהקרינה מגיעה אל הגלאי. הגלאי הוא מונה נצנוצים NaI בעל שטח של $25\ cm^2$, ובעל רגישות של $.10^{-4}\ \mu Ci/cm^2$

<u>מדידת אדי מים המכילים טריטיום HTO</u>

אדי מים שנפלטים מכור (יחד עם גז רדיואקטיבי Ar^{41}) מכילים לעיתים אדי HTO. מערכת ניטור למטרה זו צריכה להיות ברגישות מסדר גודל של $1\ \mu Ci/m^3$ (שהם עשירית הריכוז המותר באויר).

Osborne פיתח מכשיר מדידה שבו מסוננים דוגמיות אוויר המכילות אדים.



Basic sample processing system for tritium in air monitor. From Osborne, R. V., *IEEE Trans. Nucl. Sci.*, NS-22, 676, 1975.

לאחר ההפרדה הפזה המימית מכילה מספר אחוזים של טריטיום. הגזים האצילים משוחררים, והמים עוברים דרך מערכי של לוחות נצנצים פלסטיים בתוך מונה נצנוצים ממוגן.