

Śmiertelne mieszkanie w Kramatorsku

Keywords: wykładniki i logaritmy, funkcja wykładnicza, funkcja logarytmiczna, radioaktywność

Mieszkanie numer 85, budynek 7, ulica Mariyi Pryimachenko, Kramatorsk (dawniej ZSRR, obecnie Ukraina), było naprawdę przeklęte i przyniosło swoim lokatorom tylko nieszczęście. W latach 1980-1989 mieszkali tu kolejno dwie rodziny, które bezradnie patrzyły, jak ich dzieci umierają na białaczkę. 18-letnia córka zmarła nagle w 1980 roku, a następnie jej 16-letni brat i matka w 1982 roku. Żadna z tych śmierci nie przyciągnęła uwagi władz, a mieszkanie zostało przekazane nowym lokatorom. Niestety, oni również nie mieli szczęścia, ponieważ ich syn wkrótce zmarł na białaczkę.



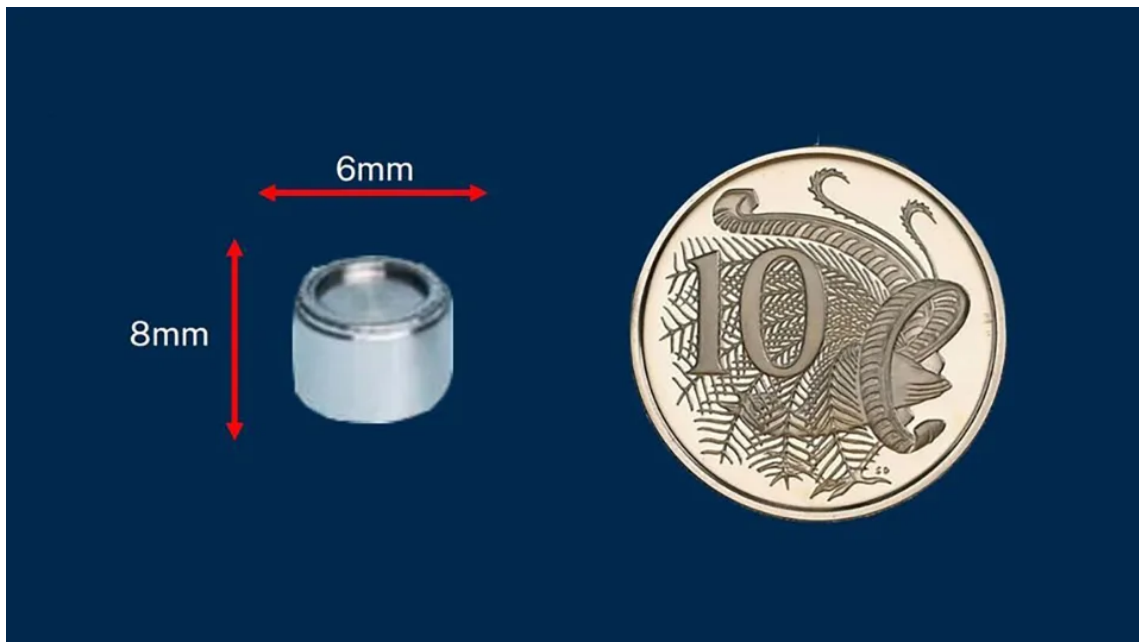
Rysunek 1: Dom w Kramatorsku, w którym dochodziło do tajemniczych zgonów

Wypadek w kamieniołomie Karansky

Dopiero po kolejnej śmierci, dzięki uporowi nowego najemcy, mieszkanie zostało skontrolowane. Inspektorzy byli zszokowani. Odkryli, że pokój dziecięcy był silnym źródłem promieniowania radioaktywnego. Duża część ściany została wycięta i zbadana. Dokładne badanie ujawniło emiter promieniowania w panelu, taki jak używany w kamieniołomach. Oznaczenie na emiterze ujawniło, że został on utracony pod

koniec lat 70 tych w kamieniołomie Karansky.

W kamieniołomach materiały radioaktywne mogą być wykorzystywane na przykład do określania gęstości skał lub poziomu napełnienia nieprzezroczystych pojemników. Pomimo faktu, że obchodzenie się z tymi materiałami podlega surowym przepisom, czasami dochodzi do wypadku. Podobny wypadek miał miejsce na początku 2023 roku w Australii. Tam emiter zaginął podczas transportu na odległość 1400 kilometrów. Poszukiwania przypominały szukanie igły w stogu siana. Emiter jest cylindrem wielkości baterii guzikowej, o wielkości 8 milimetrów. Na szczęście australijski emiter został znaleziony na drodze, po której poruszał się transport. Niestety, ukraiński emiter nie miał tyle szczęścia i skończył w panelu, który został użyty do budowy feralnego domu.



Rysunek 2: Źródło promieniowania podobnego typu zagubione w 2023 roku w Australii

Zadanie 1. Panel tworzący ścianę pokoju dziecięcego zawiera radioaktywny emiter. Niefortunnym zbiegiem okoliczności znajduje się on tuż obok jednego z łóżek dziecięcych. Spróbuj oszacować, o ile dawka promieniowania została zmniejszona, gdyby łóżko dziecka zostało przeniesione na przeciwną stronę zagrożonego pomieszczenia. Załóżmy, że emiter promieniuje równomiernie we wszystkich kierunkach. Załóżmy również, że odległość nadajnika od łóżka dziecka wynosiła pół metra, a po przeniesieniu łóżeczka na przeciwną stronę pokoju, odległość wzrasta do trzech metrów, czyli sześciokrotnie.

Rozwiązanie. Zgodnie z treścią zadania możemy założyć, że promieniowanie jest równomiernie rozłożone na obszarze kulistym.

Pole powierzchni kuli o promieniu r jest określone wzorem:

$$S = 4\pi r^2.$$

Z tego wynika, że powierzchnia kulista o sześciokrotnie większym promieniu ma 36 razy większą powierzchnię. Dlatego całkowita moc emitera jest rozłożona na 36 razy większej powierzchni. W związku

z tym natężenie promieniowania w sześciokrotnie większej odległości jest 36 razy niższe.

Zadanie 2. Cez użyty jako źródło promieniowania radioaktywnego w opisanym zdarzeniu ma okres połowicznego rozpadu wynoszący 30 lat. Określ, ile czasu zajęłoby zmniejszenie radioaktywności o taki sam współczynnik, jak po przeniesieniu złoża, jak w poprzednim zadaniu.

Rozwiązanie. Z fizyki wiemy, że aktywność grzejnika i ilość nierozłożonego materiału są proporcjonalne i oba maleją wykładniczo z czasem zgodnie z równaniem:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

- $N(t)$ oznacza ilość nierozpadłej substancji w chwili t ;
- N_0 to początkowa ilość substancji;
- λ to stała rozpadu, która charakteryzuje przewidywaną szybkość przemiany;
- t to czas.

Konieczne jest zatem ustalenie, w którym momencie ilość materiału radioaktywnego jest 36 razy mniejsza. Biorąc logarytm z obu stron równania (1), otrzymujemy:

$$-\lambda t = \ln \frac{N(t)}{N_0}. \quad (2)$$

Ponieważ ilość zmniejsza się o połowę w ciągu trzydziestu lat ($N(30) = \frac{1}{2}N_0$), mamy:

$$-\lambda 30 = \ln \frac{1}{2}$$

oraz

$$\lambda = \frac{1}{30} \ln 2.$$

Podstawiając do równania (2), otrzymujemy:

$$-\frac{1}{30} t \ln 2 = \ln \frac{N(t)}{N_0}$$

oraz

$$t = -30 \frac{\ln \frac{N(t)}{N_0}}{\ln 2}.$$

Musimy określić czas, który zapewnia $\frac{N(t)}{N_0} = \frac{1}{36}$. Otrzymujemy:

$$t = -30 \frac{\ln \frac{1}{36}}{\ln 2} = 30 \frac{\ln 36}{\ln 2} \doteq 155.$$

Poziom promieniowania spada do poziomu odpowiadającego przeniesieniu łóżka na drugą stronę pokoju po około 155 latach.

Źródła i literatura

Literatura

- Wikipedia, Kramatorsk radiological accident, https://en.wikipedia.org/wiki/Kramatorsk_radiological_accident, September 28, 2023
- https://www.irozhlas.cz/zpravy-svet/australie-radiace-nebezpeci-varovani-radioaktivita-ces-2301311701_har, September 28, 2023
- <https://edition.cnn.com/2023/02/01/australia/australia-radioactive-capsule-found-intl-hnk/index.html>, September 28, 2023

Źródła obrazu

- Artemka, praca własna, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:\%D0%A3%D0%BB%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%9C%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B8_%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%B9%D0%BC%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE,_7.jpg, September 28, 2023
- <https://edition.cnn.com/2023/02/01/australia/australia-radioactive-capsule-found-intl-hnk/index.html>, September 28, 2023