

Smrtící byt v Kramatorsku

Keywords: exponenciály a logaritmy, exponenciální funkce, logaritmická funkce, radioaktivita

Byt číslo 85, dům 7, Kramatorsk (dříve SSSR, dnes Ukrajina), ulice Mariyi Pryimachenko byl vskutku prokletý a svým nájemníkům přinesl jenom samé utrpení. V letech 1980 až 1989 zde postupně žily dvě rodiny a bezmocně sledovaly, jak jim děti umírají na leukémii. V roce 1980 náhle zemřela osmnáctiletá dcera, kterou v roce 1982 následovali i její šestnáctiletý bratr a matka. Nic z toho nepřitáhlo pozornost úřadů a byt naopak dostali noví nájemníci. Ani jim však byt štěstí nepřinesl a jejich syn zakrátko zemřel, také na leukémii.



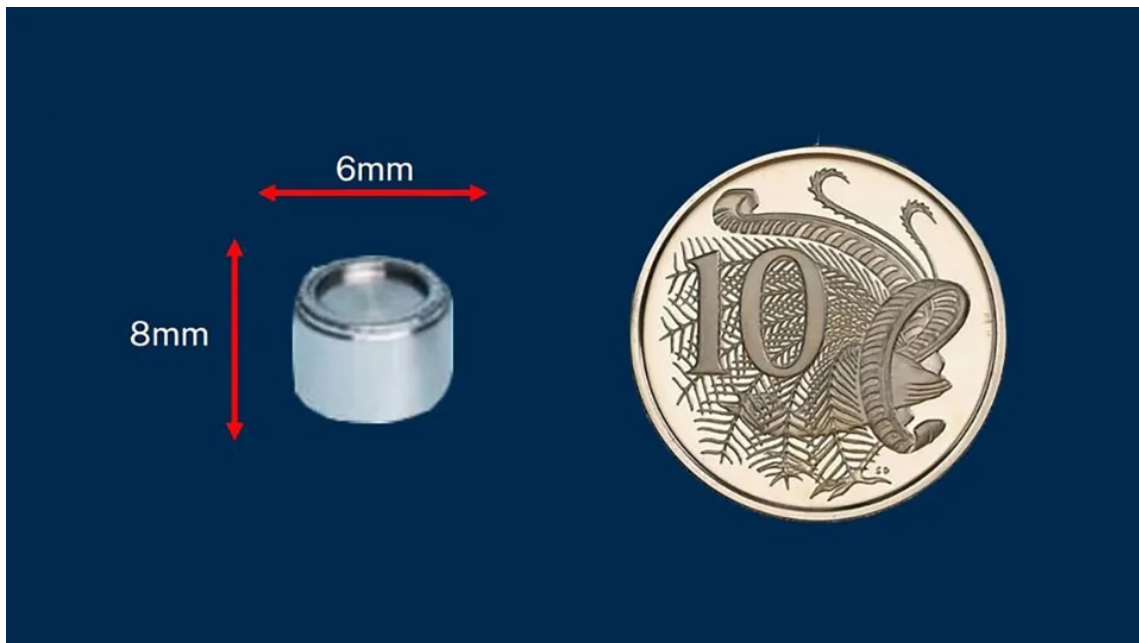
Obrázek 1: Dům v Kramatorsku, kde docházelo k záhadným úmrtím

Nehoda v lomu Karansky

Teprve po dalším úmrtí a díky vytrvalosti nového nájemníka byl byt prohlédnut. Šokovaní inspektoři zjistili, že v dětském pokoji je silný zdroj radioaktivního záření. Velká část zdi byla vyříznuta a prozkoumána. Pečlivý průzkum objevil v panelu radioaktivní zářič, jaký se používá v lomech. Díky značení radiokativních zdrojů bylo zjištěno, že zmíněný zářič byl ztracen koncem sedmdesátých let v lomu Karansky.

Results matter!

V lomech se radioaktivní materiály mohou použít například ke stanovení hustoty hornin nebo naplněnosti neprůhledných nádob. Jakkoliv se zacházení s těmito materiály podrobuje přísným pravidlům, k nehodě někdy dojde. Podobná nehoda jako v lomu Karansky se stala začátkem roku 2023 v Austrálii, kde byl zářič vytroušen během transportu na vzdálenost 1400 kilometrů. Hledání bylo vskutku hledáním jehly v kupce sena, protože zářičem je váleček velikosti knoflíkové baterie o velikosti 8 milimetrů. Australský zářič se naštěstí podařilo najít u silnice, po které se transport pohyboval. Ukrajinský zářič bohužel takové štěstí neměl a skončil v panelu, ze kterého byl postaven nešťastný dům.



Obrázek 2: Zářič podobného typu ztracený v roce 2023 v Austrálii

Úloha 1. V panelu tvořícím stěnu dětského pokoje je radioaktivní zářič. Nešťastnou shodou okolností právě v místě vedle postele jednoho z dětí. Pokuste se odhadnout, jak by se dávka snížila, pokud by dětská postel nebyla u této stěny, ale na opačné straně postiženého pokoje. Předpokládejte, že zářič září všemi směry rovnoměrně, že vzdálenost zářiče od dětské postele byla půl metru a po přestěhování postele na opačnou stranu pokoje by narostla na tři metry, tj. šestkrát.

Řešení. Podle zadání je možné předpokládat, že záření se rovnoměrně rozloží na kulovou plochu.

Povrch koule o poloměru r je dán vzorcem

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

Odsud plyne, že kulová plocha mající šestinásobný poloměr má 36-krát větší povrch. Veškerý výkon zářiče se tedy rozloží na 36-krát větší povrch. Proto je intenzita radiace v šestinásobné vzdálenosti celkem 36-krát menší.

Úloha 2. Cesium použité jako zdroj radioaktivního záření v popsaném incidentu má poločas rozpadu 30 let. Určete, za jak dlouho by radioaktivita klesla stejným násobkem, jako odpovídá přestěhování postele v předchozí úloze.

Řešení. Z fyziky je známo, že aktivita zářiče a množství nerozpadnuté látky jsou úměrné a obě klesají exponenciálně s časem podle vztahu

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

kde

- $N(t)$ značí množství nerozpadnuté látky v čase;
- N_0 je počáteční množství látky;
- λ je přeměnová konstanta, která charakterizuje předpokládanou rychlost přeměny;
- t je čas.

Je tedy nutné najít, v jakém čase bude množství radioaktivního materiálu 36-krát menší. Logaritmováním vztahu (1) dostáváme

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

Protože po třiceti letech klesne množství na polovinu, tj. $N(30) = \frac{1}{2}N_0$, tak platí

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

a

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

Po dosazení do (2) dostáváme

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

a

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

Pro čas, kdy platí $\frac{N(t)}{N_0} = \frac{1}{36}$ dostáváme

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

Poklesu ozáření ekvivalentnímu přesunu postele na druhou stranu pokoje bychom se dočkali po 155 letech.

Odkazy a literatura

Literatura

- Wikipedie, 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

Zdroje obrázků

- Artemka, Own work, 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