

Szkolna Radonowa

Mapa Polski

Scenariusz lekcji: Detekcja radonu

I. Słonecka, Ł. Koszuk, Z. Podgórska, D. Aksamit



WARSZAWA 2021

SCENARIUSZ LEKCJI

DETEKCJA RADONU

1. Cel główny

Głównym celem zajęć jest zaznajomienie uczniów z metodą detekcji radonu opartą na detektorach śladowych z folią CR-39, które są wykorzystywane w projekcie Szkolnej Radonowej Mapy Polski. Uczniowie poznają cały proces pomiaru, od ekspozycji detektorów na radon, po analizę płytek CR-39 i sami taką analizę przeprowadzą. W tym celu udostępnione zostaną przykładowe zdjęcia mikroskopowe śladów cząstek alfa pochodzących od radonu, wykonane wcześniej dla znanych stężeń radonu. Uczniowie będą mieli okazję uczestniczyć w benchmarku porównawczym z innymi uczestnikami projektu. Wszystkie szkoły, które przystąpiły do projektu Szkolnej Mapy Radonowej dostaną do analizy dokładnie taki sam zestaw zdjęć, dzięki czemu w kolejnym kroku będzie można przeprowadzić porównanie otrzymanych wyników.

2. Cele szczegółowe

W ramach zajęć poruszone zostaną także ogólne treści dotyczące detekcji promieniowania jonizującego ze szczególnym uwzględnieniem pomiaru promieniowania alfa. Uczniowie dowiedzą się, w jakim celu i jakimi metodami można rejestrować promieniowanie jonizujące. Poznają ograniczenia metod i dowiedzą się, na co zwrócić uwagę przy doborze mierników promieniowania. Proponujemy, aby w szkołach, w których temat promieniowania jonizującego nie został jeszcze poruszony, zagadnienia detekcji poprzedzić wprowadzeniem oraz rozbudowaną dyskusją na temat radonu. Uczniowie dowiedzą się, jakie właściwości radonu wpływają na to, że jest on potencjalnym zagrożeniem dla zdrowia człowieka, a tym samym, jaka jest zasadność jego pomiaru oraz, w jaki sposób taki pomiar przeprowadzić. Niniejszy scenariusz zawiera treści wprowadzające, które, jak podkreślamy, nie są obowiązkowe do przeprowadzenia, jeśli ten temat zrealizowali już Państwo na lekcjach.

Prosimy o zdecydowanie, którą część materiału wykorzystają Państwo na dodatkowych zajęciach z uczniami. Materiał jest dość bogaty, chcieliśmy przekazać jak najwięcej. Mogą Państwo wykorzystać dostarczone przez nas pomoce na zajęciach lekcyjnych w przyszłości.

Ważnym elementem scenariusza jest detekcja radonu, dlatego bardzo ważne, żeby wyraźnie zaznaczyć, że jego rejestracja odbywa się głównie poprzez pomiar promieniowania alfa emitowanego z radonu i jego pochodnych, a wówczas dobór odpowiedniego sprzętu pomiarowego nie jest trywialny. Aczkolwiek stosuje się także metody, w których wykorzystuje się emitowane promieniowanie gamma, o czym także zostanie wspomniane. Uczniowie poznają kilka przykładowych metod pomiaru radonu, ale głównie skupiamy się na poznaniu techniki detektorów śladowych, dlatego jej poświęcone zostanie najwięcej miejsca, a proces pomiaru

radonu zostanie tu omówiony bardzo szczegółowo. Ideą jest, żeby uczniowie zrozumieli, jak wygląda cały przebieg pomiaru radonu detektorami śladowymi, których obrazy sami będą mieli możliwość analizować.

Najważniejszym celem szczegółowym jest benchmark porównawczy, który szczegółowo zostanie opisany w dalszej części scenariusza (część C). Jeśli uważają Państwo, że uczniowie, którzy biorą udział w projekcie mają dostateczną wiedzę, można od razu przejść do tego etapu.

3. Metody i techniki pracy

Zajęcia mogą być przeprowadzone zarówno w wersji online, jak i stacjonarnie. Tematy do omówienia mogą zostać przygotowane w postaci prezentacji lub tylko omówione (do niniejszego scenariusza zostały załączone dwie prezentacje, materiały do pracy z uczniami oraz dodatkowa broszura poświęcona wyłącznie detekcji promieniowania jonizującego). Do scenariusza dołączone są pytania i zadania, które powinny zostać przeprowadzone w formie dyskusji z uczniami. Do przeprowadzenia benchmarku przygotowane zostały przykładowe obrazy śladów/otworów pozostawionych na płytce CR-39 po ekspozycji radonu, instrukcja programu ImageJ służącego do analizy obrazów oraz arkusz kalkulacyjny, w którym należy wprowadzić odpowiednie informacje i stosując wzór na krzywą kalibracyjną, obliczyć wartości stężeń radonu. Treść benchmarku stanowi osobny plik, który należy przekazać uczniom biorącym udział w projekcie.

4. Formy pracy

Uczniowie mogą pracować w grupach lub indywidualnie.

5. Środki dydaktyczne

- Broszura „Radon i jego źródła. Przewodnik Młodego Odkrywcy”,
- Broszura „Detekcja promieniowania jonizującego. Przewodnik Młodego Odkrywcy”,
- „Ocena stężenia radonu. Benchmark”,
- Karty pracy ucznia, Jaką dawkę promieniowania jonizującego otrzymujesz rocznie?
- Program do obróbki obrazu ImageJ

6. Literatura dla Nauczyciela

1. K. Mamont-Cieśla, Radon – promieniotwórczy gaz w środowisku człowieka
<http://www.if.pw.edu.pl/~pluta/pl/dyd/mtj/MTJ-W-wa/Radon-1a.pdf>
2. A. Kisiel, Detekcja promieniowania jądrowego,
<http://www.if.pw.edu.pl/%7Epluta/pl/dyd/POKL33/pdf/podreczniki/A-Kisiel-podrecznik-full.pdf>
3. J. Sputowski, Detektory promieniowania jonizującego Ich typy i zasada działania
http://www.if.pw.edu.pl/~pluta/pl/dyd/mtj/zal1/pz07/Jacek_Sputowski.pdf

OPIS PRZEBIEGU ZAJĘĆ

Zajęcia podzielono na 3 części A, B i C, a w każdej uwzględniono fazę wstępną, realizacyjną i podsumowującą. Materiał jest dość obszerny i nie powinien być zrealizowany na jednym spotkaniu. Część A dotyczy podstawowych zagadnień związanych z promieniowaniem jonizującym i jest przeznaczona dla uczniów, którzy nie przerabiali tego materiału na lekcjach fizyki. Część B dotyczy detekcji promieniowania jonizującego – polecamy wszystkim szkołom zrealizować ten materiał, na pewno będzie to uzupełnienie wiedzy uczniów na ten temat. Część C dotyczy pomiarów stężenia radonu, a jej zasadniczym elementem jest benchmark porównawczy.

PLAN PRACY

Części A i B są **nieobowiązkowe** i dedykowane są tym grupom uczniów, które nie omawiały jeszcze w trakcie regularnych lekcji fizyki zagadnień związanych z promieniowaniem jonizującym. Materiał przedstawiony w dwóch pierwszych scenariuszach jest obszerniejszy niż podstawa programowa, dlatego decyzję co do realizacji tego materiału pozostawiamy Nauczycielom. Materiały, które otrzymują Państwo od nas w ramach projektu *Szkolna Radonowa Mapa Polski* można używać w przyszłości do celów dydaktycznych, jeśli uznają Państwo, że warto z nich skorzystać.

A

PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE WPROWADZENIE DO ZAJĘĆ

Załączniki:

- *prezentacja_czescA.pdf*
- *czesc1_kartapracy.pdf*
- *oblicz_dawke.pdf*

B

DETEKCJA PROMIENIOWANIA JĄDROWEGO

Załączniki:

- *prezentacja_czescB.pdf*
- *Broszura „Detekcja promieniowania jonizującego”,
plik: broszura_detekcja.pdf*

C

OCENA STĘŻENIA RADONU BENCHMARK

Załączniki:

- *radon_benchmark.pdf*
- *radon_benchmark_wynik.xls*
- *czesc1_zdjecie1.jpg; czesc1_zdjecie2.jpg*
- *kalibracja_zdjecie1.jpg; kalibracja_zdjecie2.jpg;
kalibracja_zdjecie3.jpg*
- *czesc2_zdjecie3.jpg; czesc2_zdjecie4.jpg*

A

PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE WPROWADZENIE DO ZAJĘĆ

Faza wstępna

Wprowadzenie do tematyki radonu rozpoczyna się od omówienia zagadnień związanych z promieniowaniem jonizującym. Jako podstawę materiału rekomendujemy tutaj treści zawarte w broszurze oraz podaną do niej literaturę. Na wstępie można postawić uczniom kilka pytań problemowych, do których odpowiedzi znajdą w omówionym przez Nauczyciela materiale.

Faza realizacyjna

Należy wprowadzić uczniów do tematyki promieniowania jonizującego zwracając szczególną uwagę na następujące zagadnienia:

- omówienie pojęć: jonizacja, aktywność, okres półrozpadu...
- rodzaje promieniowania – przy szczególnym uwzględnieniu promieniowania alfa,
- właściwości poszczególnych rodzajów promieniowania – głównie sposób jonizacji materii (pośredni, bezpośredni), zasięg oraz wpływ na człowieka,
- oddziaływanie promieniowania na ludzkie ciało – narażenie zewnętrzne i wewnętrzne,
- rozpady promieniotwórcze,
- naturalne i sztuczne źródła promieniowania – zaprezentowanie wykresu rocznego narażenia statystycznego Polaka i zwrócenie uwagi, że radon jest głównym czynnikiem narażenia od promieniowania naturalnego i wynosi niemal 40% całkowitej rocznej dawki efektywnej („skutecznej”) w Polsce,
- szeregi promieniotwórcze – lokalizacja radonu w szeregu uranowo-radowym i analiza jego rozpadu do produktów pochodnych, ewentualnie analiza wszystkich trzech naturalnych szeregów promieniotwórczych,
- właściwości radonu – chemiczne i fizyczne, z uwzględnieniem czasu półrozpadu radonu.

Do wykorzystania:

→ Prezentacja, plik:
prezentacja_czescA.pdf
→ Karta pracy dla
uczniów, plik:
czescA_kartapracy.pdf

Do wykorzystania:

→ Formularz „Jaką
dawkę promieniowania
jonizującego otrzymu-
jesz rocznie?”, plik:
oblicz_dawke.pdf

Komentarz:

Do części A załączamy prezentację, w której zamieszczone zostały minimalnie wymagane treści merytoryczne, a także kartę pracy dla ucznia oraz pytania dyskusyjne. Załączamy także formularz „Jaką dawkę promieniowania jonizującego otrzymujesz rocznie?”, który pozwala bardzo łatwo obliczyć indywidualną roczną dawkę skuteczną, jaką otrzymujemy od promieniowania jonizującego naturalnego i sztucznego. Kartę pracy oraz formularz uczniowie mogą wypełnić sami lub wspólnie z Nauczycielem. Prosimy zwrócić uwagę, że w formularzu należy wybrać odpowiednie wartości dawki uzależnione od miejsca zamieszkania ucznia oraz stylu życia i wpisać je w ramkę lub zanotować na kartce. Niektóre dawki cząstkowe zostały z góry ustalone, ponieważ nie zależą od trybu życia. Na koniec

należy zsumować całkowitą dawkę roczną i określić, czy jest ona mniejsza czy większa od dawki skutecznej przeciętnego Polaka.

Faza podsumowująca

Przeprowadzenie dyskusji z uczniami według przykładowych pytań:

1. Jakie znaczenie dla zdrowia ma to, że radon emituje promieniowanie alfa?

Podpowiedź: promieniowanie alfa ma bardzo dużą zdolność jonizacji, czyli oddaje większość swojej energii w bardzo niewielkiej odległości. Przy narażeniu zewnętrznym przed promieniowaniem alfa chroni ubranie i wierzchnia warstwa naskórka, o ile na ciele nie znajdują się otwarte rany, przez które cząstki alfa mogłyby się przedostać do krwiobiegu. Największe zagrożenie występuje po wnikięciu promieniowania alfa do organizmu człowieka, wówczas powoduje ono uszkodzenie materiału genetycznego w postaci pęknięć nici DNA. Nieodbudowane bądź błędnie naprawione pęknięcia mogą prowadzić do poważnych uszkodzeń komórek, a nawet do powstania zmian nowotworowych.

2. Czy radon-222 stanowiłby większe czy mniejsze narażenie w sytuacji gdyby jego okres półrozpadu zamiast 3,8 dnia wynosił 1 sekundę? Dlaczego? Co, gdyby czas ten wynosił 50 lat?

Podpowiedź: okres półrozpadu radonu-222 wynosi 3,8 dnia, co pozwala mu na przedostawanie się ze skorupy ziemskiej na powierzchnię i migrację do wyższych części budynków. W przypadku krótszego okresu półrozpadu, np. 1 sekundy, radon nie miałby szansy przedostać się na wyższe piętra, ponieważ wcześniej zdążyłby się rozpaść. Dobrym porównaniem jest tutaj radon-220 (toron), którego okres półrozpadu wynosi 56 sekund. Toron gromadzi się jedynie w piwnicach, zagrożeniem jest także w jaskiniach i kopalniach, ponieważ tam zdąży dotrzeć w czasie swojego krótkiego czasu półrozpadu, natomiast z rocznej oceny narażenia wynika, że wkład toronu do dawki efektywnej od promieniowania jonizującego stanowi jedynie 2,6%. Z kolei bardzo długi okres półrozpadu, np. 50 lat, mógłby prowadzić do znacznie większego zagrożenia.

3. Na wykresie rocznego narażenia na promieniowanie jonizujące statystycznego Polaka przedstawiony jest udział procentowy pochodzący m.in. od dwóch izotopów radonu: Rn-222 (radon) i Rn-220 (toron). Dlaczego narażenie pochodzące od Rn-220 jest znacznie mniejsze niż w przypadku Rn-222?

Podpowiedź: na znacznie mniejsze narażenia od toronu wpływa jego okres półrozpadu, który dla toronu (56 sekund) jest znacznie krótszy niż dla radonu-222. (3,8 dnia).

4. Czy w tym samym budynku stężenie radonu w piwnicy i na 2 piętrze będzie jednakowe? Co weźmiesz pod uwagę w analizie tego problemu?

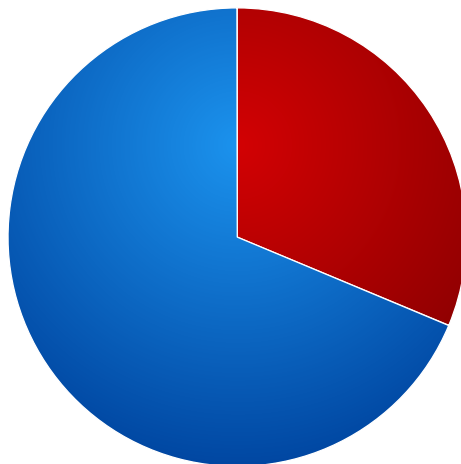
Podpowiedź: analizując ten sam budynek, czyli zakładając, że dom jest zbudowany z tych samych materiałów, a ściany pokrywane tymi samymi farbami, w rozważaniu dotyczącym wielkości stężenia radonu bierzemy pod uwagę wysokość kondygnacji. Stężenie radonu jest najwyższe w dolnych partiach budynku i maleje wraz z wysokością.

5. Wymień 4 właściwości charakteryzujące radon (chemiczne i/lub fizyczne) i wyjaśnij dlaczego każda z nich ma wpływ na szkodliwość radonu i jaki jest to wpływ?

Podpowiedź: radon jest przede wszystkim promieniotwórczy, co wpływa na jego szkodliwość dla organizmu. Jest gazem, więc łatwo przedostaje się z głębi

63,5%
Źródła naturalne

- 31,1% - radon
- 12,3% - promieniowanie gamma od izotopów naturalnie występujących na Ziemi
- 10,1% - promieniowanie kosmiczne
- 7,3% - promieniowanie wewnętrzne
- 2,6% - toron



36,5%
Źródła sztuczne

- 36,3% - diagnostyka medyczna
- 0,1% - awarie w przemyśle jądrowym
- 0,2% - inne

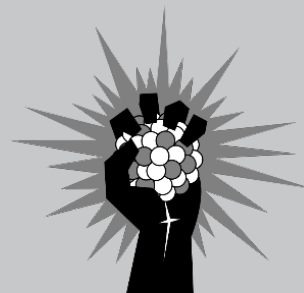
Rys. 1 Udział różnych źródeł promieniowania jonizującego w całkowitej dawce promieniowania jonizującego otrzymanej przez statystycznego mieszkańca Polski w 2019 r., źródło: Państwowa Agencja Atomistyki

Ilustracja z broszury „Radon i jego źródła. Przewodnik młodego odkrywcy”, strona 9

ziemi na powierzchnię. Jest bezbarwny i bezwonny, czyli nie możemy go zarejestrować żadnym z naszych zmysłów. Łatwo rozpuszcza się w wodzie, dlatego do budynków może się też przedostawać wraz z wodą z ujęć podziemnych.

PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ I PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE

Fundacja FORUM ATOMOWE • poskromiony Atom • materiały dydaktyczne



1. Połącz termin z jego definicją.

Energia uwalniana przez niestabilne izotopy.	Rozpad promieniotwórczy
Atomy pierwiastka o tej samej liczbie protonów, ale różnej liczbie neutronów.	Okres półrozpadu
Proces stawania się bardziej stabilnym i mniej radioaktywnym w miarę upływu czasu.	Izotopy
Ilość czasu, w jakim materiał traci połowę swojej radioaktywności.	Promieniowanie

2. Oceń, czy zdanie jest prawdziwe (P), czy fałszywe (F)

Promieniowanie jonizujące istnieje w przyrodzie.	<input type="radio"/> P <input checked="" type="radio"/> F
Niestabilne izotopy mogą zmieniać się z jednej postaci na drugą, emitując cząstki i/lub promieniowanie elektromagnetyczne.	<input type="radio"/> P <input checked="" type="radio"/> F
Ludzie mieszkający na poziomie morza są narażeni na większe promieniowanie tła niż ludzie mieszkający na dużych wysokościach.	P <input checked="" type="radio"/> F
Promieniowanie elektromagnetyczne o wysokiej energii nazywane jest promieniowaniem niejonizującym.	P <input checked="" type="radio"/> F
Jesteśmy narażeni na promieniowanie jonizujące, którego źródłem jest jedzenie i wodą, którą pijemy.	<input type="radio"/> P <input checked="" type="radio"/> F
Promieniowanie tła obejmuje m.in. promieniowanie ze skał i gleby, kosmosu oraz obrazowania medycznego.	P <input checked="" type="radio"/> F
Miejsce zamieszkania wpływa na nasze narażenie na promieniowanie jonizujące.	<input type="radio"/> P <input checked="" type="radio"/> F
Większość promieniowania, na które narażony jest przeciętny Europejczyk, pochodzi z elektrowni jądrowych.	P <input checked="" type="radio"/> F
Prześwietlenie rentgenowskie wykonywane w celu sprawdzenia, czy masz złamaną rękę, naraża Cię na promieniowanie jonizujące.	<input type="radio"/> P <input checked="" type="radio"/> F
W naszych organizmach znajdują się źródła promieniowania jonizującego.	<input type="radio"/> P <input checked="" type="radio"/> F

3. Podaj trzy źródła naturalnego i sztucznego promieniowania jonizującego



kosmos, skały, gleba, rośliny, pożywienie,
woda, mleko, radon, nasz organizm, ...



medycyna, przemysł, materiały
budowlane, czujki dymu, opad
radioaktywny po próbach broni jądrowej, ...

4. Substancja radioaktywna zawiera w tej chwili 1000 radioaktywnych atomów pewnego izotopu, którego okres półrozpadu wynosi 10 lat. Za 30 lat od tego momentu, ile mniej więcej atomów w próbce będzie nadal radioaktywnych?

Odpowiedź:**125**..... atomów

Za 10 lat 500 atomów będzie wciąż radioaktywnych, za 20 lat, 250 atomów, tym samym za 30 lat 125 atomów będzie wciąż radioaktywna

5. Jeśli pewna ilość substancji radioaktywnej, która zawiera jeden izotop promieniotwórczy, straciła 7/8 radioaktywnych atomów w ciągu 30 sekund, jaki jest jej okres półrozpadu tego izotopu? Pamiętaj o jednostce czasu.

Odpowiedź:**10**..... s / ~~min / h / d / lat~~

Po 1 okresie półrozpadu pozostaje 1/2 atomów radioaktywnych, po 2 okresach półrozpadu pozostaje 1/4 atomów radioaktywnych, po 3 okresach półrozpadu pozostaje 1/8 atomów radioaktywnych. Zatem 7/8 atomów naszego izotopu promieniotwórczego rozpadło się. Wystarczy czas 30 s podzielić przez 3.

DETEKCJA PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO

Faza wstępna

Niniejszy punkt wprowadza uczniów w zagadnienie detekcji promieniowania jonizującego. Na wstępie można zapytać uczniów, gdzie w praktyce wykorzystywane są źródła promieniowania jonizującego, w jaki sposób oceniać narażenie ludzi na promieniowanie oraz jak dobierać detektory i dlaczego odpowiedni dobór mierników jest tak ważny?

Faza realizacyjna

Przeprowadzenie wykładu/prezentacji na podstawie broszury „Detekcja promieniowania jądrowego”. Omówienie zagadnień:

- Gdzie w praktyce można spotkać źródła promieniowania jonizującego?
- Dlaczego należy oceniać narażenie na promieniowanie jonizujące?
- Co mogą zmierzyć detektory?
- Jak dobierać detektory?
- Jak mierzyć radon?
- Jakie są różnice w stężeniu dobowym i sezonowym radonu i z czego one wynikają?
- Jak zmienia się stężenie radonu wraz z wysokością?

Do wykorzystania:

→ Prezentacja, plik: prezentacja_czescB.pdf
→ Broszura „Detekcja promieniowania jonizującego”, plik: broszura_detekcja.pdf

Po przeprowadzeniu krótkiej prezentacji lub przeczytaniu przez uczniów dostarczonej do niniejszego scenariusza broszury pt; „Detekcja promieniowania jonizującego. Przewodnik młodego odkrywcy”, proponujemy utrwalić wiadomości poprzez dyskusję. Podzielona została ona na dwie części - pierwsza, poświęcona ogólnie detekcji promieniowania, druga, która dotyczy bezpośrednio pomiarów radonu.

Część 1 - „case study” (oparty na autentycznym wydarzeniu)

W marcu 2017 roku dwóm pracownikom Idaho National Laboratory (amerykański instytut badawczy) ukradziono z samochodu zaparkowanego na noc na parkingu hotelowym w San Antonio w Teksasie nieujawnioną dotąd ilość plutonu i cezu. Gdy pracownicy laboratorium obudzili się następnego ranka, stwierdzili, że okno ich samochodu zostało rozbite. Brakowało detektorów promieniowania i próbek plutonu i cezu używanych do ich kalibracji. Władze stanowe i federalne nadal nie wiedzą, gdzie znajdują się skradzione substancje radioaktywne. Do wiadomości publicznej nie podano także ilości tych substancji, a jedynie komunikat, że ta ilość plutonu nie wystarczy do stworzenia tak zwanej „brudnej bomby”. Ty, jako prywatny detektyw, któremu zlecono przeprowadzenie śledztwa, wykrycie sprawców i odnalezienie materiałów radioaktywnych, przygotowujesz się właśnie do tego zadania. Aby móc odnaleźć i zidentyfikować skradzione substancje, musisz wybrać odpowiedni detektor promie-

niowania jonizującego. Ze względu na to, że śledztwo zostało utajnione, nie możesz skonsultować tego z żadnym ekspertem. Jesteś zdany tylko na siebie i wiedzę, którą dostarczają Ci książki, czy Internet.

Przeanalizuj zastosowanie dostępnych detektorów promieniowania jonizującego i zdecyduj, który będzie najbardziej optymalny do wykonania tego zadania.

Polecamy przeprowadzić z uczniami dyskusję, rozpoczynając od prostego zadania. Poniżej przedstawiono tabelę wraz z pytaniami, którą proponujemy uzupełnić na podstawie zdobytych wcześniej informacji (z broszury lub prezentacji).

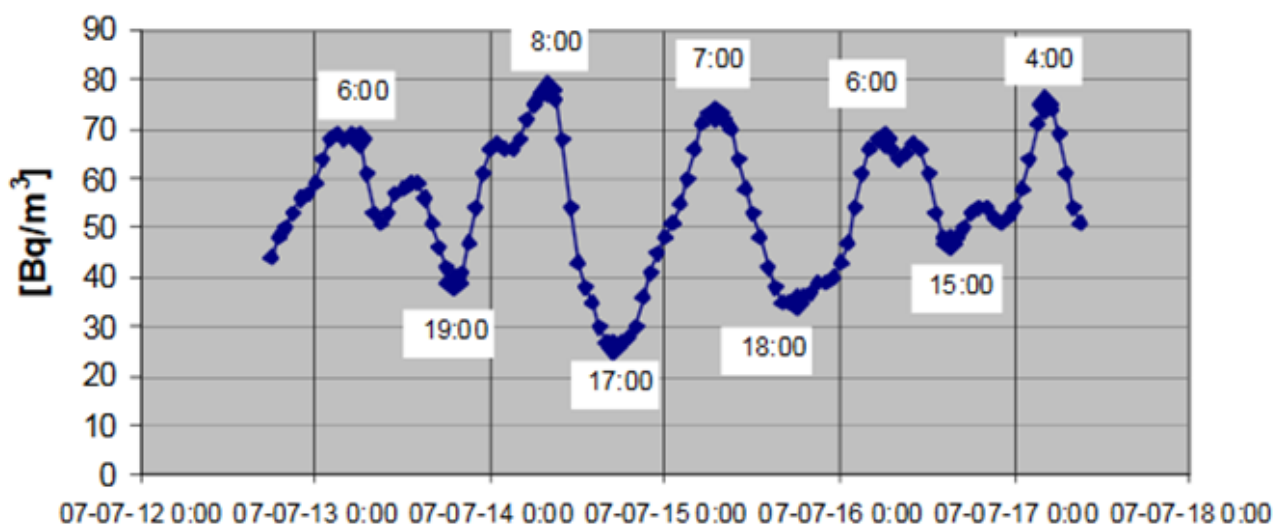
	Licznik Geigera	Detektor scyntylicyjny	Detektor półprzewodnikowy
Czy możliwy jest pomiar energii promieniowania?	-	+	+
Czy możliwa jest identyfikacja izotopu promieniotwórczego?	-	+	+
Czy urządzenie jest tanie?	+	+/-	-
Czy urządzenie jest mobilne?	+	+	+/-
Jaki rodzaj promieniowania mierzy dane urządzenie?	Alfa o bardzo dużej energii, beta i gamma	Alfa o bardzo dużej energii, beta, gamma	Gamma

Następnie poproś uczniów, aby ustalili, jaki rodzaj promieniowania emituje pluton i cez. Który z detektorów będzie najodpowiedniejszy dla naszego detektywa?

Podpowiedź: detektor scyntylicyjny.

Część 2 - dyskusja

- Skąd wynikają różnice w wartościach stężenia radonu w pomiarze dobowym? Przeanalizuj wykres podając przyczyny zmian wartości mierzonej rano w porównaniu do zmierzonej wieczorem. (Rys. 1)



Rys. 1 Przebieg dobowy stężenia radonu w domu jednorodzinnym w Warszawie (dom niepodpiwniczony z cegły, parter)

Źródło: <http://www.if.pw.edu.pl/~pluta/pl/dyd/mtj/MTJ-W-wa/Radon-1a.pdf>

Podpowiedź: dobowy pomiar stężenia radonu w pomieszczeniu zależy przede wszystkim od trybu życia mieszkańców, ale ogólnie rzecz biorąc jest bardzo podobny w większości przypadków. Największe stężenie jest notowane rano, zaraz po przebudzeniu, czyli po całej nocy, kiedy to nikt nie chodził, nie przemieszczał się, nie robił przeciągów, które powodowałyby przedostawanie się radonu na zewnątrz, a przede wszystkim, kiedy to pomieszczenia nie były wietrzone. Najmniejsze stężenia są widoczne w godzinach popołudniowo-wieczornych, kiedy aktywność mieszkańców jest największa.

2. Poniższa tabela przedstawia zmierzone wartości stężeń radonu w miesiącach zimowych i letnich w 4 domach w piwnicy i na parterze w wiosce Umhausen, w dolinie Ötztal w Tyrolu. Wyjaśnij różnice między zimą i latem oraz między piwnicą i parterem.

Tabela 1 Średnie stężenia radonu w miesiącach zimowych i letnich w 4 domach w piwnicy i na parterze w wiosce Umhausen, w dolinie Ötztal w Tyrolu

Źródło: <http://www.if.pw.edu.pl/~pluta/pl/dyd/mtj/MTJ-W-wa/Radon-1a.pdf>

Nr domu	Piwnica [Bq/m ³]		Parter [Bq/m ³]	
	Zima	Lato	Zima	Lato
1	200 000	20 000	50 000	5 000
2	100 000	3 000	80 000	300
3	60 000	300	25 000	150
4	20 000	600	4 000	300

Podpowiedź: w przypadku niniejszej analizy bierzemy pod uwagę dwa czynniki – wysokość kondygnacji oraz porę roku. Wiemy już, że wraz z wysokością wielkość stężenia radonu maleje, co jest obserwowane w tabeli niezależnie od pory roku – w każdym przypadku stężenie w piwnicy jest wyższe niż stężenie na parterze. W przypadku pór roku większe stężenia występują w miesiące zimne, czyli jesienią i zimą, niż w ciepłe. Wynika to z przepuszczalności gleby. Mokre lub zamrożone podłoże znacznie gorzej przepuszcza radon na powierzchnię. Dodatkowo pod ogrzewanym budynkiem gleba nie jest tak zamrożona jak w innych miejscach, co powoduje łatwiejsze zasysanie, czyli wydajniejsze przedostawanie się gazu do budynku.

3. Wymień źródła radonu w pomieszczeniach i wykonaj plakat, który je zilustruje. Wskaż te, które mają największe znaczenie przy wnikaniu do budynków.

Podpowiedź: źródła radonu w pomieszczeniach wraz z ich analizą zostały szczegółowo opisane w „Radon i jego źródła. Przewodnik młodego odkrywcy”. Główne znaczenie ma podłoże pod budynkiem, nieszczelności w fundamentach, otwory na instalacje, mikropęknięcia fundamentów, efekt kominowy oraz materiały budowlane, ale radon dostaje się też z powietrza atmosferycznego, wody i gazu ziemnego.

4. Jakie środki można przedsięwziąć, aby ograniczyć narażenie na radon w budynkach?

Podpowiedź: stężenie radonu w budynkach mieszkalnych można zmniejszać poprzez systematyczne wietrzenie pomieszczeń, jednak najważniejszą kwestią jest zidentyfikowanie źródła narażenia i dostosowanie odpowiedniego rozwiązania do panującej sytuacji, zwłaszcza w przypadku stwierdzenia istotnego poziomu zawartości radonu. Czasem wystarczy pokrycie ścian dodatkową warstwą farby, a innym razem konieczna może okazać się instalacja wypompowująca powietrze spod budynku. Dla dopiero powstających budynków stosuje się m.in. odpowiednie uszczelnienie fundamentów i świadomy wybór materiałów budowlanych oraz przede wszystkim miejsca pod budowę.

Faza podsumowująca

Dlaczego przy detekcji promieniowania jonizującego ważny jest odpowiedni dobór przyrządów? Przeprowadź dyskusję.

Podpowiedź: odpowiedni dobór przyrządów jest bardzo istotny przy pomiarze promieniowania jonizującego ze względu na to, że poszczególne rodzaje promieniowania różnią się między sobą naturą, a co za tym idzie, sposobem oddziaływania z materią, czy energią. W najgorszym wypadku nieodpowiednio dobrany przyrząd może nie być w stanie zarejestrować danego promieniowania lub danej energii („nie widzieć go”), lub znacząco wpływać na wynik.

OCENA STĘŻENIA RADONU BENCHMARK

C

Faza wstępna

Uczniowie zapoznają się z ideą benchmarku porównawczego, który polega na porównaniu wyników tego samego doświadczenia różnymi bądź jednakowymi metodami, który realizowany będzie przez szkoły biorące udział w projekcie. Benchmark jest pewnym rodzajem zawodów, które sprawdzają kompetencje uczniów związane z analizą danych i posługiwaniem się odpowiednimi narzędziami (oprogramowaniem). Zadaniem uczniów będzie przeprowadzenie analizy zdjęć mikroskopowych z płytek CR-39 ze śladami po promieniowaniu alfa od radonu, wykorzystując w tym celu darmowy program ImageJ, który należy zainstalować na swoim komputerze. Wszystkie szkoły biorące udział w projekcie otrzymają jednakowy pakiet zdjęć, instrukcję programu ImageJ oraz arkusz kalkulacyjny ze współrzędnymi krzywej kalibracyjnej. Krzywa kalibracyjna pozwala na przeliczenie liczby zaobserwowanych śladów na wartość stężenia radonu zgodnie z konkretną formułą – wzorem, który podany będzie w treści benchmarku. Wyniki powinny zostać przesłane do organizatorów za pomocą specjalnego formularza, który dołączony jest do treści benchmarku.

Do wykorzystania:

→ Treść benchmarku:
radon_benchmark.pdf
+ załączniki

Na początek warto zastanowić się nad ideą wykonywania benchmarków, które realizuje się w wielu dziedzinach nauki i techniki. Celem naszego benchmarku jest ocena stężenia radonu wykonana przez uczniów pod nadzorem Nauczyciela. Po przesłaniu wyników do organizatorów, organizatorzy dokonają podsumowania benchmarku, którego wyniki zostaną omówione podczas webinaru podsumowującego projekt. Wyniki zostaną także opublikowane na stronie internetowej projektu.

Faza realizacyjna

W tej części uczniowie zapoznają się z instrukcją obsługi programu ImageJ (załącznik) służącego do analizy obrazu oraz zainstalują program, a następnie wykonają polecenia zawarte w treści benchmarku. Uzyskane wyniki uczestnicy przesyłają organizatorom w odpowiednim formularzu.

Faza podsumowująca

Wspólnie z Nauczycielem uczniowie zastanowią się czy uzyskana wartość jest znacząca z punktu widzenia zdrowia człowieka oraz odniosą się do odpowiednich limitów zawartych w polskim prawie (szczegółowe informacje zawarte są w broszurze „Radon i jego źródła. Przewodnik Młodego Odkrywcy”). Ponadto warto już na tym etapie przeprowadzić dyskusję, śledząc krok po kroku etapy benchmarku, gdzie jest największe prawdopodobieństwo popełnienia błędu, w czasie jego wykonania. Oczywiście omówimy to w czasie seminarium podsumowującego projekt.

