

Podstawa programowa kształcenia w zawodzie technik chemik jądrowy

projekt

Wersja z dn. **11 września 2014**

Temat innowacyjny **Modernizacja oferty kształcenia zawodowego w powiązaniu z potrzebami lokalnego/regionalnego rynku pracy**

Nazwa projektodawcy **Narodowe Centrum Badań Jądrowych**

Tytuł projektu **Szkoła z przyszłością**

Numer umowy **POKL.09.02.00-14-058/11**

Otwock 2014

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projekt „Szkoła z przyszłością”
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
ul. Andrzeja Sołtana 7
05-400 Otwock-Świerk

<http://www.ncbj.gov.pl/szkola-z-przyszloscia/>
projekt.szp@ncbj.gov.pl
tel. +48 22 71 80 123



Dokument przygotowany w ramach projektu „Szkoła z przyszłością” współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Projekt realizowany jest w ramach priorytetu IX „Rozwój wykształcenia i kompetencji w regionach” działania 9.2 „Podniesienie atrakcyjności i jakości szkolnictwa zawodowego”.

*Opracowanie dokumentu: zespół zarządzający projektem (**mgr Marcin Paweł Sadowski**, mgr Marcin Sierpiński) przy współpracy pracowników Działu Edukacji i Szkoleń NCBJ (**prof. dr hab. Ludwik Dobrzyński**, mgr inż. Łukasz Adamowski, mgr Ewa Droste, dr Marek Kirejczyk, mgr Maja Marcinkowska-Sanner, Robert Wołkiewicz) oraz przy współpracy pracowników Instytutu Chemii i Techniki Jądrowej (prof. Jerzy Narbutt, prof. Aleksander Bilewicz, prof. Krzysztof Bobrowski, prof. Grażyna Przybytniak).*

.....
prof. dr hab. Ludwik Dobrzyński
Dyrektor Działu Edukacji i Szkoleń NCBJ

.....
mgr Marcin Paweł Sadowski
kierownik projektu „Szkoła z przyszłością”

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projekt „Szkoła z przyszłością”
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
ul. Andrzeja Sołtana 7
05-400 Otwock-Świerk

<http://www.ncbj.gov.pl/szkola-z-przyszloscia/>
projekt.szp@ncbj.gov.pl
tel. +48 22 71 80 123



Spis treści

1. Klasyfikacja zawodów szkolnictwa zawodowego	7
1.1. Pozycja w strukturze klasyfikacji zawodów szkolnictwa zawodowego	7
1.2. Klasyfikacja właściwa.....	7
2. Cel kształcenia zawodowego.....	9
3. Cele kształcenia w zawodzie	10
4. Efekty kształcenia	11
4.1. Efekty kształcenia wspólne dla wszystkich zawodów:	11
(BHP). Bezpieczeństwo i higiena pracy.....	11
(PDG). Podejmowanie i prowadzenie działalności gospodarczej.....	11
(JOZ). Język obcy ukierunkowany zawodowo.....	12
(KPS). Kompetencje personalne i społeczne	12
(OMZ). Organizacja pracy małych zespołów	13
4.2. Efekty kształcenia wspólne dla zawodów w ramach obszaru administracyjno- usługowego, stanowiące podbudowę do kształcenia w zawodzie lub grupie zawodów	13
PKZ(A.z)	13
PKZ(A.+n).....	14
PKZ(A.+c)	15
4.3. Efekty kształcenia właściwe dla kwalifikacji wyodrębnionych w zawodzie technik chemik jądrowy	17
A.59. Przygotowywanie sprzętu, odczynników chemicznych i próbek do badań analitycznych	17
A.60. Wykonywanie badań analitycznych	18
A.n. Eksploatacja i zastosowania źródeł promieniowania jonizującego	20
A.c. Wykonywanie badań i analiz chemii radiacyjnej	22
5. Warunki realizacji kształcenia w zawodzie.....	25
6. Minimalna liczba godzin kształcenia zawodowego	27

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



*Niniejszym wnioskujemy
o wpisanie
do klasyfikacji zawodów szkolnictwa zawodowego
zawodu **technik chemik jądrowy**
wg. opisanej dalej specyfikacji:*

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projekt „Szkoła z przyszłością”
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
ul. Andrzeja Sołtana 7
05-400 Otwock-Świerk

<http://www.ncbj.gov.pl/szkola-z-przyszloscia/>
projekt.szp@ncbj.gov.pl
tel. +48 22 71 80 123



1. Klasyfikacja zawodów szkolnictwa zawodowego

1.1. Pozycja w strukturze klasyfikacji zawodów szkolnictwa zawodowego

Nawa kolumny		Numer kolumny	Wartość
Symbol cyfrowy i nazwa grupy wielkiej		1.	3. Technicy i inny średni personel
Symbole cyfrowe i nazwy grup wyodrębnionych w ramach grupy wielkiej	grupy duże	2.	31. Średni personel nauk fizycznych, chemicznych i technicznych
	grupy średnie	3.	311. Technicy nauk fizycznych i technicznych
Symbol cyfrowy i nazwa grupy elementarnej		nd.	3111. Technicy nauk chemicznych, fizycznych i pokrewni

1.2. Klasyfikacja właściwa

Nawa kolumny		Numer kolumny	Wartość ¹
Symbol cyfrowy		1.	3111xx ²
Nazwa grupy zawodów / Nazwa zawodu		2.	Technik chemik jądrowy
Wnioskodawca – minister właściwy do spraw		3.	gospodarki
Obszar kształcenia		4.	A (administracyjno-usługowy)
Typy szkół ponadgimnazjalnych	ZSZ ³	5.	
	T ⁴	6.	X
	SP ⁵	7.	
Nazwy kwalifikacji wyodrębnionych w zawodzie lub brak wyodrębnienia kwalifikacji w zawodzie		8.	K1. Wykonywanie badań analitycznych K2. Wykonywanie badań i analiz chemii radiacyjnej

¹ Dla oznaczenia typu szkoły ponadgimnazjalnej, którym może odbywać się kształcenie, przyjęto znak „X” w przypadku zasadniczej szkoły zawodowej i technikum. W przypadku szkoły policealnej wskazano długość okresu kształcenia w latach. Znakiem „X” oznaczono także możliwość prowadzenia kształcenia na kwalifikacyjnych kursach zawodowych w zakresie kwalifikacji wyodrębnionych w zawodzie.

² Numer do ustalenia w dalszym etapie legislacyjnym.

³ ZSZ – trzyletnia zasadnicza szkoła zawodowa

⁴ T – czteroletnie technikum

⁵ SP – szkoła policealna o okresie nauczania nie dłuższym niż 2,5 roku

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projekt „Szkoła z przyszłością”
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
ul. Andrzeja Sołtana 7
05-400 Otwock-Świerk

<http://www.ncbj.gov.pl/szkola-z-przyszloscia/>
projekt.szp@ncbj.gov.pl
tel. +48 22 71 80 123



Nawa kolumny	Numer kolumny	Wartość ¹
Możliwość prowadzenia kształcenia na kwalifikacyjnych kursach zawodowych w zakresie kwalifikacji wyodrębnionych w zawodzie	9.	X
Szczególne uwarunkowania lub ograniczenia związane z kształceniem w danym zawodzie	10.	

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projekt „Szkoła z przyszłością”
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
ul. Andrzeja Sołtana 7
05-400 Otwock-Świerk

<http://www.ncbj.gov.pl/szkola-z-przyszloscia/>
projekt.szp@ncbj.gov.pl
tel. +48 22 71 80 123



2. Cel kształcenia zawodowego

Celem kształcenia zawodowego jest przygotowanie uczących się do życia w warunkach współczesnego świata, wykonywania pracy zawodowej i aktywnego funkcjonowania na zmieniającym się rynku pracy.

Zadania szkoły i innych podmiotów prowadzących kształcenie zawodowe oraz sposób ich realizacji są uwarunkowane zmianami zachodzącymi w otoczeniu gospodarczo-społecznym, na które wpływają w szczególności: idea gospodarki opartej na wiedzy, globalizacja procesów gospodarczych i społecznych, rosnący udział handlu międzynarodowego, mobilność geograficzna i zawodowa, nowe techniki i technologie, a także wzrost oczekiwań pracodawców w zakresie poziomu wiedzy i umiejętności pracowników.

W procesie kształcenia zawodowego ważne jest integrowanie i korelowanie kształcenia ogólnego i zawodowego, w tym doskonalenie kompetencji kluczowych nabytych w procesie kształcenia ogólnego, z uwzględnieniem niższych etapów edukacyjnych. Odpowiedni poziom wiedzy ogólnej powiązanej z wiedzą zawodową przyczyni się do podniesienia poziomu umiejętności zawodowych absolwentów szkół kształcących w zawodach, a tym samym zapewni im możliwość sprostania wyzwaniom zmieniającego się rynku pracy.

W procesie kształcenia zawodowego są podejmowane działania wspomagające rozwój każdego uczącego się, stosownie do jego potrzeb i możliwości, ze szczególnym uwzględnieniem indywidualnych ścieżek edukacji i kariery, możliwości podnoszenia poziomu wykształcenia i kwalifikacji zawodowych oraz zapobiegania przedwczesnemu kończeniu nauki.

Elastycznemu reagowaniu systemu kształcenia zawodowego na potrzeby rynku pracy, jego otwartości na uczenie się przez całe życie oraz mobilności edukacyjnej i zawodowej absolwentów ma służyć wyodrębnienie kwalifikacji w ramach poszczególnych zawodów wpisanych do klasyfikacji zawodów szkolnictwa zawodowego.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



3. Cele kształcenia w zawodzie

Absolwent szkoły kształcącej w zawodzie technik chemik jądrowy powinien być przygotowany do wykonywania następujących zadań zawodowych:

- praca z otwartymi źródłami promieniotwórczymi w tym: wydzielanie i zatężanie substancji promieniotwórczych z roztworów i substancji stałych; przygotowywanie roztworów promieniotwórczych o zadanej aktywności; przygotowywanie źródeł do pomiaru promieniowania α i β ; proste syntezы związków znakowanych radionuklidami;
- pomiar promieniowania jonizującego (α , β i γ), stosowanie urządzeń pomiarowych w eksperymentach i obserwacjach oraz analiza uzyskanych wyników;
- pomiar dawki pochłoniętej przez układ przy pomocy rutynowych dozymetrów chemicznych (np. dozymetr Frickego);
- rozróżnianie pod względem budowy i możliwości zastosowania (w energetyce, nauce, medycynie i przemyśle) urządzeń wykorzystujących promieniowanie jonizujące i techniki radiacyjne;
- wykonywanie badań radioanalitycznych i środowiskowych;
- praca laboratoryjna w pracowni izotopowej z wykorzystaniem wiedzy dotyczącej właściwości promieniowania jonizującego;
- wykonywanie pomiarów dozymetrycznych dla źródeł gamma i akceleratorów elektronów;
- realizowanie podstawowych prac w zakresie chemii i techniki radiacyjnej: pobieranie i przygotowywanie próbek, ustalanie dawki i procedury napromieniowania, wykonywanie podstawowych badań fizykochemicznych.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projekt „Szkoła z przyszłością”
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
ul. Andrzeja Sołtana 7
05-400 Otwock-Świerk

<http://www.ncbj.gov.pl/szkola-z-przyszloscia/>
projekt.szp@ncbj.gov.pl
tel. +48 22 71 80 123



4. Efekty kształcenia

Do wykonywania wyżej wymienionych zadań zawodowych niezbędne jest osiągnięcie zakładanych efektów kształcenia, na które składają się:

4.1. Efekty kształcenia wspólne dla wszystkich zawodów:

(BHP). Bezpieczeństwo i higiena pracy

Uczeń:

- rozróżnia pojęcia związane z bezpieczeństwem i higieną pracy, ochroną przeciwpożarową, ochroną środowiska i ergonomią;
- rozróżnia zadania i uprawnienia instytucji oraz służb działających w zakresie ochrony pracy i ochrony środowiska w Polsce;
- określa prawa i obowiązki pracownika oraz pracodawcy w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy;
- przewiduje zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka oraz mienia i środowiska związane z wykonywaniem zadań zawodowych;
- określa zagrożenia związane z występowaniem szkodliwych czynników w środowisku pracy;
- określa skutki oddziaływania czynników szkodliwych na organizm człowieka;
- organizuje stanowisko pracy zgodnie z obowiązującymi wymaganiami ergonomii, przepisami bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska;
- stosuje środki ochrony indywidualnej i zbiorowej podczas wykonywania zadań zawodowych;
- przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy oraz stosuje przepisy prawa dotyczące ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska;
- udziela pierwszej pomocy poszkodowanym w wypadkach przy pracy oraz w stanach zagrożenia zdrowia i życia.

(PDG). Podejmowanie i prowadzenie działalności gospodarczej

Uczeń:

- stosuje pojęcia z obszaru funkcjonowania gospodarki rynkowej;
- stosuje przepisy prawa pracy, przepisy prawa dotyczące ochrony danych osobowych oraz przepisy prawa podatkowego i prawa autorskiego;

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- stosuje przepisy prawa dotyczące prowadzenia działalności gospodarczej;
- rozróżnia przedsiębiorstwa i instytucje występujące w branży i powiązania między nimi;
- analizuje działania prowadzone przez przedsiębiorstwa funkcjonujące w branży;
- inicjuje wspólne przedsięwzięcia z różnymi przedsiębiorstwami z branży;
- przygotowuje dokumentację niezbędną do uruchomienia i prowadzenia działalności gospodarczej;
- prowadzi korespondencję związaną z prowadzeniem działalności gospodarczej;
- obsługuje urządzenia biurowe oraz stosuje programy komputerowe wspomagające prowadzenie działalności gospodarczej;
- planuje i podejmuje działania marketingowe prowadzonej działalności gospodarczej;
- optymalizuje koszty i przychody prowadzonej działalności gospodarczej.

(JOZ). Język obcy ukierunkowany zawodowo

Uczeń:

- posługuje się zasobem środków językowych (leksykalnych, gramatycznych, ortograficznych oraz fonetycznych), umożliwiających realizację zadań zawodowych;
- interpretuje wypowiedzi dotyczące wykonywania typowych czynności zawodowych, artykułowane powoli i wyraźnie, w standardowej odmianie języka;
- analizuje i interpretuje krótkie teksty pisemne dotyczące wykonywania typowych czynności zawodowych;
- formułuje krótkie i zrozumiałe wypowiedzi oraz teksty pisemne umożliwiające komunikowanie się w środowisku pracy;
- korzysta z obcojęzycznych źródeł informacji.

(KPS). Kompetencje personalne i społeczne

Uczeń:

- przestrzega zasad kultury i etyki;
- jest kreatywny i konsekwentny w realizacji zadań;
- przewiduje skutki podejmowanych działań;
- jest otwarty na zmiany;
- potrafi radzić sobie ze stresem;
- aktualizuje wiedzę i doskonali umiejętności zawodowe;
- przestrzega tajemnicy zawodowej;

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- potrafi ponosić odpowiedzialność za podejmowane działania;
- potrafi negocjować warunki porozumień;
- współpracuje w zespole.

(OMZ). Organizacja pracy małych zespołów

Uczeń:

- planuje pracę zespołu w celu wykonania przydzielonych zadań;
- dobiera osoby do wykonania przydzielonych zadań;
- kieruje wykonaniem przydzielonych zadań;
- ocenia jakość wykonania przydzielonych zadań;
- wprowadza rozwiązania techniczne i organizacyjne wpływające na poprawę warunków i jakość pracy;
- komunikuje się ze współpracownikami.

4.2. Efekty kształcenia wspólne dla zawodów w ramach obszaru administracyjno-usługowego, stanowiące podbudowę do kształcenia w zawodzie lub grupie zawodów

PKZ(A.z)

Uczeń:

- klasyfikuje metody pomiarowe stosowane w badaniach laboratoryjnych i pomiarach przemysłowych;
- klasyfikuje i oblicza błędy pomiarowe;
- określa cele i zadania normalizacji;
- przestrzega zasad wdrażania i funkcjonowania systemów akredytacji, certyfikacji i dobrej praktyki laboratoryjnej;
- charakteryzuje systemy zarządzania jakością, bezpieczeństwem i środowiskiem;
- wykonuje czynności związane z wzorcowaniem, konserwacją, przygotowaniem do legalizacji wyposażenia pomiarowego;
- wykonuje obliczenia związane ze sporządzaniem roztworów;
- sporządza roztwory o zadanych stężeniach;
- wykonuje proste pomiary fizykochemicznych właściwości roztworów: pH, widm absorpcyjnych itp. przy pomocy podstawowego sprzętu pomiarowego (pehametr, spektrofotometr UV-Vis);

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- rozpoznaje znormalizowane symbole urządzeń i położenie węzłów analitycznych i punktów pomiarowych na schematach technologicznych;
- stosuje programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań.

PKZ(A.+n)

Podstawy fizyki jądrowej. Uczeń:

- wykorzystuje pojęcie energii mechanicznej i wymienia różne jej formy;
- posługuje się pojęciem pracy i mocy;
- opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii;
- stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej;
- posługuje się pojęciem sprawności;
- zna podstawowe surowce energetyczne i metody wydobywania z nich energii;
- rozróżnia źródła odnawialne i nieodnawialne;
- zna definicję promieniowania i teorię dualizmu korpuskularno-falowego;
- posługuje się wartościami fizycznymi opisującymi fale elektromagnetyczne i ich zależności;
- zna widmo elektromagnetyczne oraz nadajniki i odbiorniki fal elektromagnetycznych;
- posługuje się pojęciami z dziedziny fizyki jądrowej;
- korzysta z modelu atomu Bohra w zadaniach;
- opisuje budowę jądra atomowego oraz zna pojęcie izotopu i energii wiązania;
- rozróżnia promieniowanie alfa, beta, gamma oraz neutronowe i zna pojęcie aktywności;
- charakteryzuje źródła promieniotwórcze;
- opisuje zjawiska związane z promieniowaniem i jego właściwościami;
- interpretuje wielkości fizyczne związane z promieniowaniem i budową jądra atomowego;
- zna pojęcie jonizacji;
- zna pojęcie, śladu;
- opisuje różnice pomiędzy jonizowaniem przez różne rodzaje promieniowania;
- wykorzystuje aparat matematyczny do obliczania zasięgu promieniowania oraz osłabiania jego intensywności w wyniku przechodzenia przez materię;
- posługuje się równaniami do opisu reakcji jądrowych, w tym reakcji rozszczepienia i syntezy jądrowej;
- opisuje wykorzystując wielkości fizyczne ruch cząstek naładowanych w polu magnetycznym;
- zna pojęcie plazmy, warunki wytwarzania i wykorzystuje wielkości fizyczne do jej opisu.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



Ochrona radiologiczna. Uczeń:

- wykorzystuje wielkości fizyczne do opisu promieniowania, dawki, dawki równoważnej, skutecznej i mocy dawki;
- zna pojęcie równowagi radiologicznej;
- stosuje podstawowe zasady ochrony radiologicznej;
- zna prawne podstawy ochrony radiologicznej;
- opisuje mechanizm działania promieniowania jonizującego na tkanki;
- rozróżnia deterministyczne i stochastyczne skutki promieniowania;
- rozróżnia naturalne i sztuczne źródła promieniowania;
- szacuje wielkości dozymetryczne;
- określa bezpieczeństwo pracy na stanowisku na podstawie obliczeń dozymetrycznych;
- przedstawia wyniki pomiarów i obliczeń w postaci tabel i wykresów;
- analizuje statystycznie otrzymane dane pomiarowe;
- sporządza dokumentację z wykonywanych prac;
- stosuje programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań.

PKZ(A.+c)⁶

Teoria – uczeń:

- posługuje się pojęciami z dziedziny budowy atomu i cząsteczki;
- wyznacza konfiguracje elektronowe atomów różnych pierwiastków;
- zna i posługuje się układem okresowym Mendelejewa;
- potrafi wyznaczyć miejsce pierwiastka w układzie okresowym na podstawie jego konfiguracji elektronowej;
- potrafi przewidzieć własności pierwiastka na podstawie jego miejsca w układzie okresowym;
- zna rodzaje wiązań chemicznych;
- potrafi przewidzieć własności cząsteczki na podstawie typu wiązań;
- zna podstawowe struktury związane z geometrią cząsteczek i ich powiązanie z hybrydyzacją orbitali atomowych;
- dobrze operuje pojęciami wartościowości, mola;

⁶ Dla efektów kształcenia nie ujętych obecnie w przepisach, tj. proponowanych niniejszym dokumentem przyjęto oznaczenia typu literowego zamiast konkretnego numeru.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- potrafi napisać reakcję chemiczną i dobrać współczynniki reakcji;
- zna pojęcie stopni utlenienia pierwiastków oraz potrafi napisać i zbilansować reakcje redoks;
- rozróżnia procesy egzotermiczne i endotermiczne;
- zna pojęcie szybkości reakcji i wpływu katalizatorów na szybkość reakcji;
- posiada podstawowe wiadomości dotyczące roztworów;
- wie, co to jest dysocjacja chemiczna oraz stała i stopień dysocjacji;
- potrafi przeprowadzić reakcje zobojętniania, strącania i kompleksowania;
- zna pojęcia kwasowości i zasadowości roztworu oraz pH;
- potrafi scharakteryzować pierwiastki poszczególnych grup i ich związki chemiczne;
- umie posługiwać się literaturą naukową;
- zna pojęcie rodnika, jonorodnika i stanu wzbudzonego;
- wie, na czym polega radioliza wody i potrafi wymienić główne produkty radiolizy wody: pierwotne i końcowe, wraz z ich podstawowymi własnościami chemicznymi;
- wie, gdzie w otaczającym go świecie występują rodniki i jakie techniki badawcze służą do ich detekcji i identyfikacji;
- wie jakie są metody generacji rodników i stanów wzbudzonych;
- wie czym różni się monomer od polimeru;
- zna podstawowe zagadnienia dotyczące polimeryzacji, wie co to jest makrocząsteczka.

Praktyczne – uczeń:

- syntezuje preparaty chemiczne metodami laboratoryjnymi na podstawie dostępnych przepisów;
- dobiera pod kątem ich czystości odczynniki chemiczne potrzebne do wykonania określonego zadania;
- potrafi przygotować roztwory o określonym stężeniu procentowym i molowym;
- potrafi zmierzyć pH roztworu za pomocą papierka wskaźnikowego oraz pehametru;
- potrafi wykonać jakościową analizę roztworu;
- potrafi ilościowo określić stężenia substancji na podstawie metod strąceniowych, miareczkowych i redoks;
- posługuje się podstawowymi metodami analizy instrumentalnej, metodami spektroskopowymi i elektrochemicznymi; potrafi przeprowadzić pomiary według podanej instrukcji/procedury;
- pobiera i przygotowuje reprezentatywne próbki do badań analitycznych;
- wyjaśnia zjawiska fizyczne i chemiczne zachodzące podczas wykonywania analiz;

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- potrafi przeprowadzić analizy produktów naturalnych;
- potrafi pracować z rozpuszczalnikami organicznymi zachowując zasady bezpieczeństwa;
- klasyfikuje i oblicza błędy pomiarowe;
- stosuje programy komputerowe wspomagające wykonywanie zadań;
- prowadzi dziennik laboratoryjny i sporządza dokumentację z wykonywanych prac doświadczalnych.

4.3. Efekty kształcenia właściwe dla kwalifikacji wyodrębnionych w zawodzie technik chemik jądrowy

A.59. Przygotowywanie sprzętu, odczynników chemicznych i próbek do badań analitycznych

Gospodarowanie wyposażeniem oraz odczynnikami chemicznymi w laboratorium analitycznym – uczeń:

- wykonuje prace związane z obsługą i konserwacją infrastruktury technicznej laboratorium analitycznego;
- klasyfikuje wyposażenie pomiarowe i wyposażenie pomocnicze stosowane w pracach analitycznych;
- klasyfikuje odczynniki chemiczne ze względu na ich czystość, jakość i zastosowanie w procesach analitycznych;
- sporządza zapotrzebowania na wyposażenie pomiarowe i pomocnicze oraz odczynniki chemiczne stosowane w pracach analitycznych;
- przygotowuje zestawy sprzętu laboratoryjnego i odczynników chemicznych do wykonywania prac analitycznych;
- ocenia stan techniczny wyposażenia pomiarowego i wyposażenia pomocniczego stosowanego w laboratorium analitycznym;
- prowadzi gospodarkę magazynową wyposażenia pomiarowego i wyposażenia pomocniczego;
- prowadzi gospodarkę odczynnikami chemicznymi i odpadami w laboratorium analitycznym.

Wykonywanie prac preparatywnych i przygotowanie odczynników chemicznych do badań analitycznych – uczeń:

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- wyjaśnia zjawiska fizyczne, chemiczne i fizykochemiczne zachodzące podczas oczyszczania i rozdzielania substancji oraz w procesach wytwarzania preparatów chemicznych metodami laboratoryjnymi;
- prowadzi procesy związane z oczyszczaniem i rozdzielaniem substancji;
- wytwarza preparaty chemiczne metodami laboratoryjnymi;
- ocenia jakość otrzymanych preparatów chemicznych i oczyszczanych substancji;
- przygotowuje roztwory mianowane i wzorce analityczne;
- ocenia jakość odczynników chemicznych;
- prowadzi dokumentację prac związanych z przygotowaniem odczynników i preparatów chemicznych oraz oczyszczaniem substancji.

Pobieranie i przygotowanie próbek do badań analitycznych – uczeń:

- przestrzega zasad pobierania próbek w warunkach terenowych, stacjonarnych i ciągłego procesu technologicznego;
- dobiera narzędzia i przyrządy do pobierania próbek substancji gazowych, ciekłych i stałych;
- pobiera próbki substancji gazowych, ciekłych i stałych;
- znakuje, utrwała i transportuje pobrane próbki;
- przygotowuje reprezentatywne próbki do badań analitycznych;
- dobiera metody i techniki przygotowania próbek do badań analitycznych;
- przeprowadza operacje i procesy jednostkowe związane z przygotowaniem próbek do badań analitycznych;
- zabezpiecza i przechowuje próbki archiwalne;
- prowadzi dokumentację prac związanych z pobieraniem, przygotowywaniem i przechowywaniem próbek do badań analitycznych.

A.60. Wykonywanie badań analitycznych

Kontrola laboratoryjna surowców, półproduktów, produktów i materiałów pomocniczych – uczeń:

- rozróżnia klasyczne metody analizy jakościowej i analizy ilościowej materiałów;
- rozróżnia metody instrumentalne stosowane w analizach jakościowych i analizach ilościowych materiałów;
- wyjaśnia zjawiska fizyczne, chemiczne i fizykochemiczne zachodzące podczas wykonywania badań analitycznych;

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- posługuje się laboratoryjnym wyposażeniem pomiarowym stosowanym w analizach jakościowych i analizach ilościowych materiałów;
- określa kryteria i wskaźniki oceny jakości surowców, półproduktów, produktów i materiałów pomocniczych przemysłów: chemicznego, paliwowego, farmaceutycznego, biotechnologicznego;
- bada właściwości fizyczne i fizykochemiczne surowców, półproduktów, produktów i materiałów pomocniczych;
- bada skład jakościowy i ilościowy surowców, półproduktów, produktów i materiałów pomocniczych;
- ocenia jakość surowców, półproduktów, produktów i materiałów pomocniczych na podstawie wyników badań laboratoryjnych;
- wykonuje analizy ruchowe i międzyoperacyjne;
- posługuje się automatycznymi analizatorami przemysłowymi;
- przestrzega procedur systemu zarządzania jakością;
- prowadzi dokumentację wyników badań laboratoryjnych surowców, półproduktów, produktów i materiałów pomocniczych przemysłów: chemicznego, paliwowego, farmaceutycznego, biotechnologicznego.

Wykonywanie badań bioanalitycznych i środowiskowych – uczeń:

- dobiera wyposażenie pomiarowe i wyposażenie pomocnicze do wykonywania badań: mikrobiologicznych, biochemicznych i środowiskowych;
- posługuje się laboratoryjnym wyposażeniem pomiarowym i wyposażeniem pomocniczym stosowanymi w badaniach bioanalitycznych i środowiskowych;
- przygotowuje preparaty mikroskopowe;
- sporządza podłoża do badań mikrobiologicznych;
- wykonuje badania mikrobiologiczne wody pitnej, ścieków, powietrza oraz środków spożywczych;
- wyjaśnia zjawiska fizyczne, chemiczne i fizykochemiczne zachodzące podczas identyfikacji i analiz ilościowych produktów naturalnych;
- identyfikuje produkty naturalne metodami chemicznymi oraz instrumentalnymi;
- wykonuje oznaczenia ilościowe aminokwasów, białek, cukrów, lipidów i kwasów nukleinowych;
- wykonuje analizy z zastosowaniem biosensorów;
- wykonuje analizy fizykochemiczne wody, ścieków, powietrza i gleby w warunkach terenowych i laboratoryjnych;
- ocenia jakość wody, ścieków, powietrza i gleby na podstawie wyników badań analitycznych;

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- prowadzi ewidencję oraz dokumentację wyników badań bioanalitycznych i środowiskowych.

A.n. Eksploatacja i zastosowania źródeł promieniowania jonizującego^{7, 8}

Pomiary promieniowania – uczeń:

- zna podstawowe metody klasyfikacji detektorów;
- stosuje w obliczeniach pojęcia czasu martwego i żywego;
- opisuje działanie podstawowych typów detektorów i potrafi dobrać typ właściwy do pomiaru;
- konstruuje tor pomiarowy i poprawnie opisuje wszystkie jego elementy;
- klasyfikuje i oblicza błędy pomiarowe;
- zna podstawowe rozkłady statystyczne i opisujące je wielkości;
- dopasowuje funkcję do danych doświadczalnych;
- oblicza niepewności pomiarowe.

Użytkowanie źródeł promieniowania jonizującego – uczeń:

- rozpoznaje źródła promieniowania jonizującego i identyfikuje ich możliwe zastosowania;
- określa funkcje, parametry oraz zastosowanie źródeł promieniowania jonizującego;
- określa funkcje bloków funkcjonalnych urządzeń wykorzystujących promieniowanie jonizujące⁹ na podstawie analizy schematów ideowych i blokowych;
- dobiera urządzenia elektroniczne i urządzenia wykorzystujące promieniowanie jonizujące do przewidywanych warunków pracy;
- określa funkcje oprogramowania specjalistycznego stosowanego w urządzeniach wykorzystujących promieniowanie jonizujące;
- instaluje oprogramowanie urządzeń wykorzystujących promieniowanie jonizujące;
- uruchamia urządzenia wykorzystujące promieniowanie jonizujące;
- wykonuje regulacje urządzeń wykorzystujących promieniowanie jonizujące.

Obsługiwanie źródeł promieniowania jonizującego – uczeń:

- dobiera metody i przyrządy do pomiaru parametrów do charakterystyki źródeł promieniowania jonizującego;

⁷ Zgodnie z ustawą Prawo Atomowe źródło promieniowania jonizującego to „źródło promieniotwórcze, urządzenie zawierające takie źródło, urządzenie wytwarzające promieniowanie jonizujące lub urządzenie emitujące substancje promieniotwórcze”

⁸ Dla efektów kształcenia nie ujętych obecnie w przepisach, tj. proponowanych niniejszym dokumentem przyjęto oznaczenia typu literowego zamiast konkretnego numeru.

⁹ W niniejszym dokumencie pod pojęciem „urządzenia wykorzystującego promieniowanie jonizujące” rozumie się skrótowo wymienione w ustawie Prawo Atomowe: urządzenie zawierające źródło promieniowania jonizującego, urządzenie wytwarzające promieniowanie jonizujące lub urządzenie emitujące substancje promieniotwórcze.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- wykonuje pomiary sygnałów elektrycznych w blokach funkcjonalnych urządzeń wykorzystujących promieniowanie jonizujące;
- wykonuje pomiary parametrów źródeł promieniowania jonizującego;
- kontroluje poprawność stosowania źródeł promieniowania jonizującego, w tym działania urządzeń wykorzystujących promieniowanie jonizujące;
- posługuje się instrukcją serwisową urządzeń wykorzystujących promieniowanie jonizujące;
- ocenia stan techniczny źródeł promieniowania jonizującego;
- lokalizuje uszkodzenia źródeł promieniowania jonizującego;
- określa rodzaj i zakres napraw źródeł promieniowania jonizującego;
- dobiera narzędzia i przyrządy do wykonania naprawy źródeł promieniowania jonizującego;
- dobiera części i podzespoły do naprawy urządzeń wykorzystujących promieniowanie jonizujące, korzystając z katalogów i dokumentacji technicznej tych urządzeń;
- dokonuje wymiany uszkodzonych elementów i podzespołów urządzeń wykorzystujących promieniowanie jonizujące.

Reaktory jądrowe i energetyka jądrowa – uczeń:

- zna pojęcia prawdopodobieństwa rozszczepienia i przekroju czynnego;
- zna warunki inicjacji procesu rozszczepienia jądrowego;
- opisuje reakcję łańcuchową, wie czym są neutrony opóźnione;
- zna elementy konstrukcyjne reaktora jądrowego;
- stosuje pojęcie współczynnika mnożenia i jego pochodnych do opisu sterowania reaktorem jądrowym;
- korzysta z pojęcia reaktywności;
- wie, czym jest zatrucie reaktora;
- zna klasyfikacje reaktorów jądrowych, ich zastosowania oraz wady i zalety poszczególnych typów;
- zna zasady działania elektrowni jądrowych;
- opisuje cykl paliwowy;
- zna zasady postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem.

Zastosowania promieniowania jądrowego – uczeń:

- opisuje urządzenia wykorzystujące reakcję syntezy w warunkach ziemskich;
- zna zasadę działania lampy rentgenowskiej, akceleratora liniowego, kołowego, cyklotronu i synchrotronu;

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- zna źródła neutronów;
- opisuje ideę projektu ITER;
- zna podstawowe medyczne, naukowe i przemysłowe zastosowania promieniowania jądrowego;
- stosuje pojęcie bilansu energetycznego i podstawowe wielkości ekonomiczne do opisu sytuacji energetycznej Polski.

A.c. Wykonywanie badań i analiz chemii radiacyjnej¹⁰

Podstawowa wiedza z chemii radiacyjnej – uczeń:

- wie czym zajmuje się chemia radiacyjna, zna różnicę między radiochemią, fotochemią i chemią radiacyjną
- zna źródła promieniowania jonizującego stosowane w chemii radiacyjnej
- potrafi wskazać różnice między oddziaływaniem promieniowania korpuskularnego i elektromagnetycznego z materią
- posługuje się jednostkami i pojęciami używanymi w chemii radiacyjnej
- zna podstawowe sposoby ochrony przed promieniowaniem

Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią – uczeń:

- wie w jaki sposób promieniowanie jonizujące jest absorbowane przez materię
- ma podstawową wiedzę o przebiegu jonizacji w ciele stałym
- potrafi zdefiniować pojęcie rodnika i przytoczyć przykłady jego powstawania
- zna podstawowe makroskopowe skutki działania promieniowania jonizującego

Oddziaływanie promieniowania jonizującego z polimerami – uczeń:

- zna etapy polimeryzacji rodnikowej, wie na czym polega
- wie, jaka jest różnica między oddziaływaniem promieniowania jonizującego z fazą krystaliczną i amorficzną polimeru
- zna sposoby zapobiegania radiacyjnej degradacji polimerów
- wie na czym polega sieciowanie radiacyjne polimerów
- potrafi wymienić sposoby recyklingu polimerów, w tym wspomaganych promieniowaniem jonizującym
- wie co to jest szczepienie radiacyjne i jakimi metodami można je prowadzić

Technologie radiacyjne – uczeń:

- wie w jaki sposób można w praktyce wykorzystać sieciowanie radiacyjne

¹⁰ Dla efektów kształcenia nie ujętych obecnie w przepisach, tj. proponowanych niniejszym dokumentem przyjęto oznaczenia typu literowego zamiast konkretnego numeru.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- zna zalety i wady technologii radiacyjnych w porównaniu do technik tradycyjnych
- rozumie zasady sterylizacji radiacyjnej wyrobów medycznych
- umie dokonać pomiaru dawki pochłoniętej i rozkładu dawki głębinowej
- potrafi posługiwać się aparaturą przeznaczoną do wyznaczania dawki pochłoniętej
- wykonuje pomiar frakcji żelowej usieciowanego polimeru na podstawie normy
- potrafi przygotować próbkę polimeru do badań
- umie opracować procedurę napromieniowania
- wykonuje bieżące pomiary dozymetryczne oraz pomiar dawki skumulowanej
- przeprowadza analizę trwałych produktów procesów inicjowanych promieniowaniem jonizującym
- ocenia metodami fizykochemicznymi, termicznym i mechanicznymi degradację materiałów narażonych na promieniowanie jonizujące.

Otrzymywanie i zastosowania radionuklidów – uczeń:

- wie, jak otrzymać dany radionuklid w reakcjach z neutronami termicznymi, neutronami prędkimi, protonami, deutronami, cząstkami alfa, kwantami gamma oraz w reakcji rozszczepienia;
- zna zasady działania reaktorów jądrowych, akceleratorów liniowych i cyklotronów;
- zna zasadę działania generatorów radionuklidów;
- zna pojęcia radionuklidów nośnikowych i beżnośnikowych;
- zna i rozumie specyfikę chemii substancji w ilościach niewagowych;
- potrafi zaplanować proces wydzielenia radionuklidu z tarczy za pomocą metod strącaniowych: ekstrakcji ciecz-ciecz, ekstrakcji ciecz-ciało stałe, wymiany jonowej;
- zna pojęcie radiopierwiastków i wymienia najważniejsze z nich;
- zna szeregi promieniotwórcze uranu i toru;

Zastosowanie metod izotopowych w nauce, przemyśle i medycynie – uczeń:

- posiada podstawowe wiadomości o związkach chemicznych znakowanych ^{14}C i ^3H oraz izotopami trwałymi;
- potrafi określić, w jakich dziedzinach nauki, przemysłu i medycyny stosuje się radioizotopy;
- zna zasady datowania izotopowego obiektów geologicznych oraz substancji pochodzenia organicznego;
- posiada podstawową wiedzę o metodzie analizy aktywacyjnej;
- posiada podstawowe wiadomości dotyczące diagnostyki SPECT i PET oraz metod sprzężonych;
- zna podstawy oddziaływania promieniowania na organizmy żywe;
- potrafi wymienić najważniejsze radionuklidy stosowane w radioterapii;

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



- szacuje wielkości dozymetryczne;
- rozpoznaje i charakteryzuje źródła promieniowania jonizującego;
- obsługuje aparaturę do pomiaru promieniowania jonizującego;
- obsługuje generatory radionuklidów;
- obsługuje automaty syntezujące radiofarmaceutyki;
- posiada umiejętność pracy w komorze rękawicowej i w komorze gorącej;
- potrafi otworzyć i rozdozować otrzymany preparat promieniotwórczy;
- potrafi przygotować roztwory o żądanej radioaktywności;
- umie ocenić potrzebę (konieczność) zastosowania nośnika;
- potrafi wydzielić określony radionuklid z mieszaniny radionuklidów;
- potrafi przygotować źródła do pomiaru promieniowania α i β preparatu;
- potrafi wykonać prostą syntezę związku znakowanego;
- potrafi przeprowadzić analizę radiometryczną gleby, wód i powietrza;
- potrafi przeprowadzić dekontaminację wykrytych skażeń.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projekt „Szkoła z przyszłością”
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
ul. Andrzeja Sołtana 7
05-400 Otwock-Świerk

<http://www.ncbj.gov.pl/szkola-z-przyszloscia/>
projekt.szp@ncbj.gov.pl
tel. +48 22 71 80 123



5. Warunki realizacji kształcenia w zawodzie

Szkoła podejmująca kształcenie w zawodzie technik chemik jądrowy powinna posiadać następujące pomieszczenia dydaktyczne:

- laboratorium chemiczne wyposażone w: wyciągi chemiczne; szkło laboratoryjne miarowe, wirówki, suszarki, piece do prażenia, łaźnie, mieszadła, wytrząsarki, urządzenia do ogrzewania i chłodzenia oraz - w wydzielonym pomieszczeniu - wagi laboratoryjne techniczne i analityczne; zestawy do poboru i transportu próbek ciekłych, stałych i gazowych, wyposażenie pomiarowe do oznaczeń w terenie, środki ochrony indywidualnej; sprzęt i urządzenia do oczyszczania i wyodrębniania substancji, zagęszczania śladów, prowadzenia prac preparatywnych, procesów jednostkowych (w skali laboratoryjnej), w tym urządzenia do rozdrabniania i mieszania, sączenia, destylacji i rektyfikacji, ogrzewania i chłodzenia, ekstrakcji ciecz-ciecz, sublimacji, mineralizacji, badań właściwości fizykochemicznych substancji; zbiorniki na stałe i ciekłe odpady chemiczne.
- laboratorium radiochemiczne wyposażone w takie same urządzenia i sprzęt co laboratorium chemiczne, a ponadto: wyciągi radiochemiczne z filtrami powietrza; komory rękawicowe z filtrami powietrza; specjalnie zabezpieczony magazyn substancji promieniotwórczych; osłony przed promieniowaniem jonizującym (cegły ołowiane, ekrany z tworzyw sztucznych); środki ochrony osobistej: specjalnie oznakowane fartuchy laboratoryjne, rękawiczki chirurgiczne, dozymetry osobiste, przenośne mierniki intensywności promieniowania jonizującego; odrębne, zabezpieczone zbiorniki na stałe i ciekłe odpady promieniotwórcze.
- pracownię promieniowania jonizującego wyposażoną w: stanowiska pomiarowe (jedno stanowisko dla dwóch uczniów), zasilane napięciem 230/400 V prądu przemiennego, zabezpieczone ochroną przeciwporażeniową, wyposażone w wyłączniki awaryjne i wyłącznik awaryjny centralny; próbki ogólnodostępnych substancji promieniotwórczych; podstawowe elektroniczne detektory promieniowania jonizującego (Geigera-Müllera, scyntylacyjne, półprzewodnikowe); zasilacze stabilizowane niskiego i wysokiego napięcia stałego; wzmacniacze spektrometryczne; analizatory jedno- i wielokanałowe; układy przetwarzające i rejestrujące sygnały cyfrowe (układy koincydencji i liczniki); przyrządy pomiarowe analogowe i cyfrowe; oscyloskopy; zestawy elementów elektrycznych i elektronicznych, przewody i kable elektryczne; stanowiska komputerowe (jedno stanowisko dla dwóch uczniów) z oprogramowaniem umożliwiającym pomiar i analizę promieniowania jonizującego.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



Ponadto w.w. pracownie powinny być wyposażone w: instrukcje wykonywania ćwiczeń, karty charakterystyk substancji niebezpiecznych, środki ochrony indywidualnej.

Pracownie powinny posiadać dodatkowe pomieszczenia do przechowywania odczynników chemicznych i substancji niebezpiecznych, odpadów laboratoryjnych oraz wyposażenia pomiarowego i pomocniczego, a także do wykonywania prac przygotowawczych.

Kształcenie praktyczne może odbywać się w pracowniach szkolnych, placówkach kształcenia praktycznego, laboratoriach uczelni, ośrodkach naukowych i naukowo-badawczych związanych z sektorem fizyki i/albo techniki jądrowej oraz podmiotach stanowiących potencjalne miejsca zatrudnienia absolwentów szkół kształcących w zawodzie.

Szkoła organizuje praktyki zawodowe w podmiocie zapewniającym rzeczywiste warunki pracy właściwe dla nauczanego zawodu w wymiarze 6 tygodni (240 godzin).

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projekt „Szkoła z przyszłością”
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
ul. Andrzeja Sołtana 7
05-400 Otwock-Świerk

<http://www.ncbj.gov.pl/szkola-z-przyszloscia/>
projekt.szp@ncbj.gov.pl
tel. +48 22 71 80 123



6. Minimalna liczba godzin kształcenia zawodowego

Efekty kształcenia wspólne dla wszystkich zawodów oraz efekty kształcenia wspólne dla zawodów w ramach obszaru elektryczno-elektronicznego, stanowiące podbudowę do kształcenia w zawodzie lub grupie zawodów	585 godz.
A.59. Przygotowywanie sprzętu, odczynników chemicznych i próbek do badań analitycznych	120 godz.
A.60. Wykonywanie badań analitycznych	330 godz.
A.n. Eksploatacja źródeł promieniowania jonizującego	180 godz.
A.c. Wykonywanie badań i analiz chemii radiacyjnej	420 godz.

Komentarz: W szkole liczbę godzin kształcenia zawodowego należy dostosować do wymiaru godzin określonego w przepisach w sprawie ramowych planów nauczania w szkołach publicznych, przewidzianego dla kształcenia zawodowego, zachowując minimalną liczbę godzin wskazanych w tabeli odpowiednio dla efektów kształcenia: wspólnych dla wszystkich zawodów i wspólnych dla zawodów w ramach obszaru kształcenia stanowiących podbudowę do kształcenia w zawodzie lub grupie zawodów oraz właściwych dla kwalifikacji wyodrębnionych w zawodzie.

Projekt współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Projekt „Szkoła z przyszłością”
Narodowe Centrum Badań Jądrowych
ul. Andrzeja Sołtana 7
05-400 Otwock-Świerk

<http://www.ncbj.gov.pl/szkola-z-przyszloscia/>
projekt.szp@ncbj.gov.pl
tel. +48 22 71 80 123

