

Załącznik 1

Wykaz akademickich uczelni publicznych podlegających nadzorowi Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (wg obwieszczenia nr 6 MNiSW z dnia 20 lipca 2009 r.) prowadzących kształcenie z zakresu fizyki, nauk technicznych i pokrewnych.

Uniwersytety

1. Uniwersytet Warszawski
2. Uniwersytet w Białymstoku
3. Uniwersytet Gdański
4. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
5. Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
6. Uniwersytet Łódzki
7. Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie
8. Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
9. Uniwersytet Opolski
10. Uniwersytet Szczeciński
11. Uniwersytet Śląski w Katowicach
12. Uniwersytet Rzeszowski
13. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
14. Uniwersytet Wrocławski
15. Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie
16. Uniwersytet Zielonogórski
17. Uniwersytet Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy
18. Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Politechniki

19. Politechnika Warszawska
20. Politechnika Białostocka
21. Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
22. Politechnika Częstochowska
23. Politechnika Gdańska
24. Politechnika Śląska (Gliwice)
25. Politechnika Świętokrzyska w Kielcach
26. Politechnika Koszalińska
27. Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
28. Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
29. Politechnika Lubelska
30. Politechnika Łódzka
31. Politechnika Opolska
32. Politechnika Poznańska
33. Politechnika Radomska im. Kazimierza Pułaskiego
34. Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza
35. Politechnika Wrocławska

Załącznik 2

Standardy w zakresie treści kształcenia dla wybranych kierunków studiów

FIZYKA

A. Studia pierwszego stopnia

Kształcenie w zakresie podstaw fizyki

Mechanika – Podstawowe wielkości fizyczne – pomiar. Międzynarodowy układ jednostek SI. Wektory i wielkości wektorowe w fizyce. Ruch prostoliniowy. Ruch w dwóch i trzech wymiarach. Siła i ruch. Zasady dynamiki Newtona. Energia kinetyczna, praca. Energia potencjalna, zachowanie energii. Zderzenia. Ruch obrotowy brył sztywnych. Statyka i dynamika płynów. Drgania mechaniczne i fale. Oddziaływanie grawitacyjne, pole grawitacyjne. Transformacja Lorentza. Elektryczność i magnetyzm – ładunek elektryczny, pole elektryczne. Prawo Coulomba. Prawo Gaussa. Potencjał elektryczny. Dielektryk w polu elektrycznym. Kondensatory. Prąd elektryczny, prawa przepływu prądu. Obwody elektryczne. Pola magnetyczne. Prawo Ampera. Indukcja i indukcyjność. Drgania elektromagnetyczne. Prąd zmienny. Równania Maxwella. Fale elektromagnetyczne. Optyka – fala świetlna na granicy dwóch ośrodków. Polaryzacja światła. Dyfrakcja i interferencja światła. Prędkość światła. Współczynnik załamania światła – jego dyspersja. Klasyczne i nieklasyczne źródła światła. Detektory optyczne. Budowa materii – Zjawiska nieklasyczne, koncepcja fotonu. Stabilność atomu, model Rutherforda-Bohra. Fale de Broglie'a. Równanie Schrödingera. Atom wodoru. Obiekty kwantowe w polach zewnętrznych. Modele jądrowe. Promieniotwórczość. Klasyfikacja cząstek elementarnych.

Kształcenie w zakresie astronomii

Ważniejsze odkrycia astronomiczne do połowy XIX wieku. Nośniki informacji o Wszechświecie. Fizyka i ewolucja gwiazd. Materia międzygwiazdowa. Budowa Galaktyki. Astronomia pozagalaktyczna. Elementy kosmologii.

Kształcenie kierunkowe w zakresie elektrodynamiki

Elektrostatyka – Prawo Coulomba. Prawo Gaussa. Potencjał elektryczny – równanie Poissona, równanie Laplace'a. Praca i energia w elektrostatyce. Pole elektryczne w materii – dielektryki, podatność elektryczna, przenikalność elektryczna. Magnetostatyka – siła Lorentza. Prawo Biot-Savarta. Prawo Ampera. Magnetyczny potencjał wektorowy. Indukcja elektromagnetyczna. Pola zmienne w czasie. Prawo indukcji Faradaya. Prąd przesunięcia Maxwella. Równania Maxwella. Potencjały i pola źródeł zmiennych w czasie. Potencjał wektorowy i skalarny. Transformacje cechowania. Elektrodynamika a teoria względności.

B. Studia drugiego stopnia

Kształcenie kierunkowe w zakresie fizyki teoretycznej

Czasoprzestrzeń Galileusza i czasoprzestrzeń Minkowskiego szczególnej teorii względności. Kinematyka i dynamika punktów materialnych i brył sztywnych. Więzy, zasada d'Alemberta, równania Lagrange'a. Zasady wariacyjne i prawa zachowania. Twierdzenie Noether. Przestrzeń fazowa, równania Hamiltona. Niezmienniki przekształceń kanonicznych, całki ruchu. Stabilność trajektorii fazowych. Elementy teorii chaosu. Elementy dynamiki relatywistycznej. Elementy mechaniki sprężystych ośrodków rozciągniętych. Elementy klasycznej mechaniki statystycznej. Elementy kwantowej mechaniki statystycznej.

Zastosowania klasycznej i kwantowej mechaniki statystycznej w termodynamice i fizyce fazy skondensowanej. Statystyki Fermiego i Bosego.

Kształcenie kierunkowe w zakresie fizyki fazy skondensowanej

Stany skupienia. Elementy krystalografii. Symetria, własności termiczne sieci krystalicznej. Przemiany fazowe. Dielektryki. Magnetyki. Metale. Półprzewodniki. Nadprzewodnictwo. Nadciekłość. Fizyka powierzchni i międzypowierzchni. Metody doświadczalne fizyki faz skondensowanych.

Kształcenie kierunkowe w zakresie fizyki kwantowej

Układy wielu cząstek. Symetria funkcji falowej. Rachunek zaburzeń – zależny i niezależny od czasu. Teoria rozpraszania – przybliżenie Borna, przesunięcie fazowe, całki po trajektoriach – równoważność podejścia Schrödingera, Heisenberga i Feynmana. Równanie Diraca. Relatywistyczna mechanika kwantowa.

FIZYKA TECHNICZNA

A. Studia pierwszego stopnia

Kształcenie kierunkowe w zakresie elektrotechniki i elektroniki

Obwody elektryczne. Elementy RLC. Transformatory. Proste maszyny elektryczne. Elementy elektroniczne. Podstawowe układy elektroniczne – zasilacze klasyczne i impulsowe, wzmacniacze, generatory, układy logiczne, bloki funkcjonalne urządzeń cyfrowych, układy mikroprocesorowe. Struktura i budowa mikrokomputera. Rozwój systemów mikroprocesorowych.

Kształcenie kierunkowe w zakresie podstaw fizyki technicznej

Wybrane zagadnienia mechaniki i termodynamiki technicznej, optyki instrumentalnej, fizyki materiałów, fizyki środowiska oraz energetyki jądrowej i ochrony radiologicznej.

Kształcenie kierunkowe w zakresie laboratorium fizycznego

Metody pomiarowe z zakresu fizyki klasycznej – z zastosowaniem technik elektronicznych i metod komputerowego wspomagania eksperymentu fizycznego. Planowanie pomiarów, budowa układów pomiarowych, wykonanie pomiarów, ocena niepewności pomiarów.

B. Studia drugiego stopnia

Kształcenie kierunkowe w zakresie fizyki współczesnej

Elementy teorii względności – układy odniesienia, prędkość światła, postulaty Einsteina, transformacja Lorentza i jej konsekwencje. Elementy mechaniki kwantowej – postulaty teorii kwantowej, własności falowe cząstek, zasada nieoznaczoności Heisenberga, formalizm mechaniki kwantowej, równanie Schrödingera, funkcja falowa, liczby kwantowe, hamiltonian, kwantowa teoria atomu, układ okresowy pierwiastków.

Kształcenie kierunkowe w zakresie fizyki fazy skondensowanej

Stany skupienia. Podstawy krystalografii. Symetria i własności termiczne sieci krystalicznej. Przemiany fazowe. Dielektryki. Magnetyki. Metale. Półprzewodniki. Nadprzewodnictwo. Nadciekłość. Fizyka powierzchni i międzypowierzchni. Metody doświadczalne fizyki fazy skondensowanej.

Kształcenie kierunkowe w zakresie metod numerycznych

Błędy numeryczne. Precyzja obliczeń. Przybliżenia w obliczeniach numerycznych. Niestabilność numeryczna. Metody rozwiązywania równań nieliniowych i układów równań nieliniowych. Metody algebry liniowej – podstawowe działania na macierzach. Układy równań liniowych. Wartości i wektory własne. Numeryczne różniczkowanie i całkowanie. Optymalizacja – metoda złotego podziału (Newtona), sympleks. Aproksymacja i interpolacja – wielomianowa, bazy Lagrange’a, Newtona. Analiza Fouriera – szeregi Fouriera, dyskretna transformata Fouriera, szybka transformata Fouriera. Rozwiązywanie równania różniczkowych. MATLAB dla obliczeń numerycznych.

INŻYNIERIA MATERIAŁOWA

A. Studia pierwszego stopnia

Kształcenie w zakresie fizyki

Zasady dynamiki układów punktów materialnych. Elementy mechaniki relatywistycznej. Podstawowe prawa elektrodynamiki i magnetyzmu. Zasady optyki geometrycznej i falowej. Elementy optyki relatywistycznej. Dyfrakcja, interferencja i polaryzacja fal. Spójność światła. Fizyka laserów. Podstawy akustyki. Mechanika kwantowa i budowa materii. Promieniowanie rentgenowskie. Promieniotwórczość. Przemiany jądrowe. Energetyka jądrowa. Elementy fizyki ciała stałego i fizyki metali. Metale i półprzewodniki.

Kształcenie w zakresie nauki o materiałach

Materia i jej składniki. Oddziaływania międzyatomowe i międzycząsteczkowe. Struktura faz skondensowanych. Sieć krystaliczna, elementy krystalografii i krystalochemii. Defekty struktury krystalicznej. Optyczne, elektryczne i magnetyczne własności materiałów. Sprężystość i plastyczność. Monokryształy, polikryształy, materiały wielofazowe, granice rozdziału. Zjawiska powierzchniowe. Własności powierzchni fazowych – adsorpcja, adhezja. Fazy – równowaga fazowa, polimorfizm. Dyfuzja i prawa dyfuzji. Procesy strukturalne i przemiany fazowe. Polimeryzacja, polikondensacja, poliaddycja, wityfikacja i krystalizacja. Procesy umocnienia materiałów. Odkształcenie plastyczne i procesy aktywowane cieplnie. Przemiany fazowe w stanie stałym, przemiany dyfuzyjne i bezdyfuzyjne. Pokrycia i warstwy powierzchniowe. Struktura i własności materiałów amorficznych i nanostrukturalnych. Zależność między strukturą i własnościami materiałów inżynierskich. Kryteria doboru materiałów inżynierskich i kształtowania ich własności. Warunki pracy i mechanizmy zużycia i dekohezji materiałów – pękanie, zmęczenie, pełzanie, korozja, zużycie trybologiczne. Tendencje rozwojowe nauki o materiałach.

Kształcenie w zakresie materiałów inżynierskich

Podstawowe grupy materiałów inżynierskich – struktura i własności oraz technologie kształtowania i zasady doboru przy wytwarzaniu produktów technicznych: metale i ich stopy, materiały polimerowe, ceramiczne i kompozytowe. Stale i inne stopy żelaza – klasyfikacja i oznaczanie. Struktura i własności stali węglowych i niestopowych (konstrukcyjnych, maszynowych i na urządzenia ciśnieniowe), niskowęglowych (do obróbki plastycznej na zimno) i narzędziowych. Rola domieszek, zanieczyszczeń i wtrąceń niemetalicznych w stalach niestopowych oraz pierwiastków stopowych w stalach stopowych. Stale stopowe – konstrukcyjne, maszynowe, na urządzenia ciśnieniowe, na elementy łożysk tocznych, do pracy w podwyższonej temperaturze, żaroodporne, żarowytrzymałe, zaworowe, odporne na korozję i ścieranie, do pracy w obniżonej temperaturze, o szczególnych własnościach magnetycznych oraz stosowane na narzędzia szybko tnące do pracy na gorąco i na zimno.

Nadstopy i stopy wysokożarowytrzymałe. Odlewnicze stopy żelaza – staliwa i żeliwa niestopowe i stopowe. Metale nieżelazne i ich stopy – klasyfikacja i oznaczanie. Metale: lekkie, ciężkie, trudno topliwe, szlachetne, rzadkie, alkaliczne i ziem alkalicznych. Materiały ceramiczne. Ceramika inżynierska i porowata. Cermetale inżynierskie. Materiały ceramiczne o specjalnych zastosowaniach. Szkła i ceramika szklana. Materiały węglowe. Fullereny i nanorurki węglowe. Materiały spiekane i wytwarzane metodami metalurgii proszków. Spiekane i supertwarde materiały narzędziowe. Materiały polimerowe – ich klasyfikacja i oznaczanie. Materiały kompozytowe o osnowie polimerowej, metalowej, ceramicznej i węglowej oraz warstwowe. Materiały: funkcjonalne, przewodzące prąd elektryczny, półprzewodnikowe, nadprzewodzące, o szczególnych własnościach magnetycznych oraz stosowane w optyce i optoelektronice, fotonice i elektronice. Intermetaliki. Stopy metali o małej rozszerzalności cieplnej. Materiały: porowate, amorficzne i nanostrukturalne. Inżynierskie materiały inteligentne, w tym stosowane w systemach mikro- i nanoelektromechanicznych. Materiały: biomedyczne i biomimetyczne. Znaczenie materiałów inżynierskich w postępie cywilizacyjnym. Perspektywy zastosowań materiałów inżynierskich.

Kształcenie w zakresie projektowania materiałowego i komputerowej nauki o materiałach

Zasady doboru materiałów inżynierskich. Rola projektowania materiałowego w projektowaniu inżynierskim produktów i procesów ich wytwarzania. Elementy i fazy projektowania inżynierskiego. Czynniki funkcjonalne i zagadnienia jakości wytwarzania produktów. Czynniki socjologiczne, ekologiczne i ekonomiczne w projektowaniu inżynierskim. Metodyka projektowania materiałowego. Komputerowe wspomaganie projektowania materiałowego CAMD (*Computer Aided Materials Design*). Zależności projektowania materiałowego i technologicznego produktów i ich elementów. Podstawowe czynniki uwzględniane podczas projektowania technologicznego. Źródła informacji o materiałach inżynierskich. Informatyczne bazy danych o materiałach inżynierskich. Podstawy komputerowej nauki o materiałach. Metody numeryczne symulacji zjawisk i procesów fizycznych oraz predykcji własności materiałów. Metody pozyskiwania diagramów równowag fazowych. Stosowanie technik komputerowych w badaniach struktury i własności materiałów. Zbieranie i numeryczna analiza danych pomiarowych. Metody sztucznej inteligencji w modelowaniu, symulacji i predykcji struktury i własności materiałów inżynierskich.

Kształcenie w zakresie metodyki badania materiałów

Mikroskopia świetlna w badaniach materiałów. Metalografia. Stereologia. Analiza obrazu. Promieniowanie rentgenowskie i jego własności. Dyfrakcja promieni rentgenowskich. Budowa dyfraktometrów. Rentgenowska analiza strukturalna – ilościowa i jakościowa. Spektrometria rentgenowska. Wiązka elektronowa i jej własności. Dyfrakcja elektronów. Mikroskopia elektronowa transmisyjna. Budowa mikroskopu elektronowego transmisyjnego. Mikroskopia elektronowa odbiciowa. Mikroskop skaningowy. Fraktografia. Spektroskopia elektronowa, Augera i fotoelektronów. Analiza cieplna materiałów. Metody badania materiałów oparte o pomiary rezystywności elektrycznej, własności magnetycznych, akustycznych i tarcia wewnętrznego. Spektroskopia efektu Moesbauera i anihilacji pozytonów. Neutronografia. Stosowanie promieniowania synchrotronowego do badania materiałów. Badanie własności mechanicznych (wytrzymałościowych i plastycznych), statycznych, dynamicznych, oraz w próbach udarowych. Badanie ciągliwości metodami mechaniki pękania. Pomiary twardości i mikrotwardości. Badanie zmęczenia w warunkach pełzania, korozji i zużycia trybologicznego. Metodyka badania cienkich powłok. Badania defektoskopowe. Próby technologiczne i odbiorcze materiałów. Metody

komputerowego wspomaganie badań materiałoznawczych. Systemy zarządzania jakością w badaniach materiałów.

Kształcenie w zakresie technologii procesów materiałowych

Procesy wytwarzania materiałów inżynierskich. Techniki otrzymywania metali i stopów. Metalurgia proszków. Technologie wytwarzania powłok. Techniki otrzymywania nanomateriałów i materiałów nanostrukturalnych, szkielek metalicznych, materiałów kompozytowych i cienkich warstw. Metody produkcji materiałów polimerowych. Otrzymywanie materiałów ceramicznych i kompozytowych. Techniki przetwórstwa metali i ich stopów – odlewnictwo, obróbka plastyczna (walcowanie, kucie, wyciskanie, ciągnięcie, tłoczenie) na zimno i na gorąco, obróbka cieplna, obróbka cieplnoplastyczna, techniki połączeń trwałych (spawanie, zgrzewanie, lutowanie), obróbka skrawaniem i zaawansowane technologie obróbki ubytkowej, nowoczesne techniki kształtowania, metody inżynierii powierzchni i nanoszenia powłok. Przetwórstwo materiałów polimerowych (wytłaczanie, wtryskiwanie, prasowanie, kształtowanie, walcowanie, odlewanie, spawanie, zgrzewanie). Metody wykorzystywane do modyfikacji powierzchni. Kontrola jakości produkowanych materiałów. Ochrona środowiska naturalnego przy różnych technologiach produkcji materiałów. Metody recyklingu i odzysku materiałów. Metody pozyskiwania materiałów z odpadów i w efekcie unieszkodliwiania odpadów (fizyczne, chemiczne, cieplne i biologiczne). Techniki i technologie służące pozyskiwaniu i przekształcaniu odpadów. Możliwości wykorzystywania przetworzonych odpadów. Podstawy komputerowego wspomaganie wytwarzania CAM (Computer Aided Manufacturing).

Kształcenie w zakresie mechaniki technicznej, pękania oraz wytrzymałości materiałów

Redukcja dowolnego układu sił. Równowaga układów płaskich przestrzennych – wyznaczanie wielkości podporowych. Analiza statyczna belek, słupów, ram i kratownic. Elementy teorii stanu naprężenia i odkształcenia. Układy liniowosprężyste. Naprężenia dopuszczalne. Hipotezy wytrzymałościowe. Analiza wytrzymałości elementów maszyn. Elementy kinematyki i dynamiki punktu materialnego, układu punktów materialnych i bryły sztywnej. Podstawy teorii drgań układów mechanicznych. Elementy mechaniki pękania. Statyka płynów. Elementy kinematyki płynów. Równanie Bernoulliego. Przepływy laminarne i turbulentne. Przepływy przez kanały zamknięte i otwarte. Równanie Naviera-Stokesa. Podobieństwa zjawisk przepływowych. Przepływy potencjalne i dynamika gazów. Techniki komputerowe w mechanice. Kryteria doboru materiałów na podstawie modeli mechaniki technicznej, wytrzymałości materiałów i mechaniki pękania.

Kształcenie w zakresie projektowania inżynierskiego i grafiki inżynierskiej

Projektowanie obiektów i procesów. Holistyczne ujęcie procesu projektowania. Układy techniczne (maszyny, urządzenia, infrastruktura i procesy) w ujęciu systemowym. Elementy maszynoznawstwa. Elementy maszyn. Formułowanie i analiza problemu, poszukiwanie koncepcji rozwiązania – metody i techniki wspomagające. Kształtowanie wybranych charakterystyk obiektów technicznych – obliczenia inżynierskie. Spełnianie wymagań i ograniczeń. Metody oceny i wyboru wariantów rozwiązania. Modelowanie i optymalizacja w projektowaniu. Bazy wiedzy w projektowaniu inżynierskim. Komputerowe wspomaganie procesu projektowania. Znaczenie doboru materiałów i projektowania materiałowego w projektowaniu inżynierskim. Geometryczne podstawy rysunku technicznego: rzutowanie prostokątne i aksonometryczne – punkt, prosta, płaszczyzna, wielościan, powierzchnia, bryła. Główne formy zapisu graficznego: rzutowanie, przekroje rysunkowe, wymiarowanie. Schematy (kinetyczne) złożonych układów technicznych w różnych obszarach inżynierii –

instalacje hydrauliczne, elektryczne, elektroniczne, ciepłone, chemiczne oraz z zakresu infrastruktury budowlanej i drogowej. Zasady czytania rysunków i schematów maszyn, urządzeń i układów technicznych oraz opisu ich budowy i działania. Procesy i systemy eksploatacji, niezawodności i bezpieczeństwa. Elementy diagnostyki technicznej maszyn związane z własnościami eksploatacyjnymi materiałów. Podstawy komputerowego wspomagania projektowania CAD (*Computer Aided Design*) w połączeniu z komputerowym wspomaganiem projektowania materiałowego (CAMD) i technologicznego (CAM).

Kształcenie w zakresie termodynamiki technicznej

Gazy doskonałe, półdoskonałe i rzeczywiste. Zasady termodynamiki. Równania termiczne i kaloryczne. Przemiany termodynamiczne odwracalne i nieodwracalne. Mieszanie dławienie i skraplanie gazów. Obiegi termodynamiczne. Sprawność obiegów termodynamicznych, silniki ciepłone, pompy ciepła, ziębiarki. Egzergia, bilanse egzergy. Podstawowe mechanizmy wymiany ciepła – przewodzenie, konwekcja i promieniowanie. Podstawowe zagadnienia energetyczne – rodzaje energii, bilanse energetyczne, nośniki energetyczne. Spalanie – rodzaje paliw i ich własności. Ciepło spalania i wartość opałowa. Kinetyka spalania paliw stałych, ciekłych i gazowych. Zasady przepływu gazów – teoria podobieństwa hydrodynamicznego, kryteria przepływu, rodzaje przepływu, równania ciągłości strugi, tarcie podczas przepływu, straty ciśnienia, pomiar natężenia przepływu medium, rurki spiętrzające, zwężki i dysze. Charakterystyka układów przepływowych – opory przepływu: hydrauliczne, miejscowe i hydrostatyczne. Wentylatory – charakterystyka. Wymienniki ciepła. Niekonwencjonalne źródła energii, pompy ciepła. Urządzenia energetyczne w inżynierii materiałowej i obróbce materiałów.

Kształcenie w zakresie elektrotechniki i elektroniki

Podstawy elektrostatyki i elektromagnetyzmu. Obwody elektryczne prądu stałego i przemiennego. Moc i energia w obwodach jednofazowych i trójfazowych. Transformator. Maszyny: szeregową i bocznikową prądu stałego oraz asynchroniczną i synchroniczną prądu przemiennego. Silniki elektryczne. Struktura i projektowanie napędu elektrycznego. Przyrządy półprzewodnikowe. Elementy bezzłączowe, diody, tranzystory, wzmacniacze mocy, wzmacniacze operacyjne w układach liniowych i nieliniowych. Sposoby wytwarzania drgań elektrycznych, generatory. Układy prostownikowe i zasilające. Stabilizowane zasilacze parametryczne, kompensacyjne i impulsowe. Układy dwustanowe i cyfrowe. Arytmetyka cyfrowa i funkcje logiczne. Wybrane półprzewodnikowe układy cyfrowe. Schematy blokowe i architektura mikrokomputerów. Elementy techniki mikroprocesorowej. Zastosowania materiałów w elektrotechnice i elektronice.

ENERGETYKA

A. Studia pierwszego stopnia

Kształcenie w zakresie fizyki

Miejsce fizyki i jej rola we współczesnej nauce i technice. Wybrane problemy i zastosowania teorii względności, optyki, akustyki, fizyki atomowej i jądrowej. Energia promienista. Bezpośrednia konwersja energii słonecznej i paliw w elektryczną.

Kształcenie w zakresie materiałów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych

Wielkości charakteryzujące materiały. Materiały konstrukcyjne i ich własności: stopy metali, materiały ceramiczne, tworzywa sztuczne. Smary i oleje – własności. Materiały do pokryć powierzchniowych.

Kształcenie w zakresie gospodarki energetycznej

Rola energii w rozwoju ludzkości. Racjonalizacja użytkowania energii. Bilanse materiałowe i energetyczne. Krajowy system energetyczny i jego podsystemy: paliw stałych, paliw ciekłych, gazo-energetyczny, elektroenergetyczny, ciepło-energetyczny. Rachunek skumulowanego zużycia energii. Skojarzona gospodarka ciepłno-elektryczna. Akumulacja energii. Zasady wykorzystania energii odpadowej. Segmenty rynku energii: paliw, energii elektrycznej, ciepła. Monopol naturalny. Regulacje prawne w obrocie energią. Instytucja regulatora. Specyfika i elementy rynku energii elektrycznej. Giełda energii elektrycznej.

Załącznik 3

Wykaz akademickich uczelni publicznych podejmujących kształcenie z zakresu energetyki jądrowej

1. Akademia Górniczo-Hutnicza:

- a) Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, kierunek: fizyka techniczna; specjalność: fizyka jądrowa – dzienne, magisterskie jednolite oraz dwustopniowe (z dyplomem magistra po II stopniu), studia III stopnia, doktoranckie.
- b) Międzywydziałowa Szkoła Energetyki, kierunek: energetyka; specjalność: zaawansowane technologie energetyczne – dzienne, dwustopniowe (3.5 roku + 1.5 roku) zakończone dyplomem magistra, jednostopniowe (dwa ostatnie roczniki kończą w roku 2009 i 2010).

2. Konsorcjum „Kadry dla Energetyki Jądrowej i Technologii Jądrowej w Przemśle i Medycynie (UMCS, Politechnika Wroclawska, Uniwersytet Warszawski):

Politechnika Wroclawska:

Wydział Mechaniczno-Energetyczny, kierunek: energetyka; specjalność: budowa i eksploatacja systemów energetycznych – dzienne, magisterskie, dwustopniowe (7 semestrów + 3 semestry), studia III stopnia, doktoranckie (4 lata).

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie:

Wydział Matematyki, Fizyki i Informatyki, specjalizacja: bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna – dzienne, pierwszego stopnia zakończone licencjatem (3 lata = 2 lata fizyka + 1 rok specjalizacji), współpraca z Instytutem Energii Atomowej w Świerku (studenci mają zajęcia w Świerku).

3. Politechnika Gdańska:

Międzywydziałowe studia na kierunku energetyka (Wydziały: Oceanotechnika i Okrętownictwo, Mechanika i Elektrotechnika i Automatyka) studia I stopnia zakończone tytułem inżyniera (7 semestrów), przewidywane uruchomienie studiów II stopnia (magisterskich).

Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa, kierunek energetyka, studia magisterskie II stopnia (2 lata).

4. Politechnika Krakowska:

Wydział Inżynierii Elektrycznej i Komputerowej wspólnie z Wydziałem Mechanicznym, kierunek energetyka, dzienne I stopnia, zakończone dyplomem inżyniera (3 lata).

Wydział przygotowuje się do uruchomienia studiów II stopnia na kierunku Energetyka o specjalności „Niekonwencjonalne źródła energii”.

5. Politechnika Łódzka:

Wydział Mechaniczny, kierunek energetyka, studia dzienne, I stopnia zakończone dyplomem inżyniera (3.5 roku).

6. Politechnika Poznańska:

Wydział Elektryczny, kierunek energetyka, studia stacjonarne I stopnia (3,5 roku), niestacjonarne I oraz II stopnia.

7. Politechnika Warszawska:

Wydział Mechaniczny, Energetyki i Lotnictwa, kierunek energetyka, studia stacjonarne I stopnia oraz studia stacjonarne I stopnia w języku wykładowym angielskim *Power Engineering*.

Zgodnie z planami władz Wydziału Mechanicznego Energetyki i Lotnictwa Politechniki Warszawskiej od semestru letniego roku akademickiego 2009/10 będzie realizowana specjalność Energetyka Jądrowa. Będą to studia stacjonarne II stopnia, magisterskie.

8. Politechnika Wrocławska:

Wydział Mechaniczno-Energetyczny Politechniki Wrocławskiej oraz Instytut Problemów Jądrowych w Świerku otwierają studia podyplomowe w lutym 2010, kierunek energetyka jądrowa (tryb zaoczny – 2 semestry).

Załącznik 4

Popularyzacja fuzji termojądrowej wśród nauczycieli i uczniów szkół ponadpodstawowych na terenie Polski (2008 – 2009)

Projekt Krajowego Punktu Kontaktowego przy Instytucie Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy w Warszawie

- I. Zorganizowanie grupy nauczycieli przedmiotów przyrodniczych z gimnazjów i liceów z całej Polski - około 100 osób.
- II. Współpraca z ośrodkami naukowymi:
 - Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy w Warszawie,
 - *European Fusion Development Agreement (EFDA)* w Garching, Niemcy,
 - Wydawnictwo czasopisma dla nauczycieli przedmiotów przyrodniczych „*Science in School*” w Heidelbergu, Niemcy,
 - *Joint European Torus (JET)* Culham, Anglia,
 - *Department of Physics, University of Oxford*, Anglia,
 - *Rutherford Appleton Laboratory*, Oxford, Anglia.
- III. Przygotowanie materiałów:
 1. Przetłumaczenie materiałów z czasopisma „*Science in School*”
 - Fuzja we Wszechświecie: źródło energii Słońca,
 - Fuzja czyli synteza jądrowa – as w rękawie energetyki,
 - Fuzja we Wszechświecie: kiedy umierają gwiazdy...,
 - Fuzja we Wszechświecie: wszyscy pochodzimy z pyłu gwiazdowego,
 - Fuzja we Wszechświecie: skąd pochodzi twoja biżuteria.
 2. Przetłumaczenie materiałów EFDA
 - DVD Fusion 2100 – lekcja fizyki w roku 2100,
 - Plakat „Czysta energia dla przyszłości”,
 - DVD *European Fusion Research* – fragment: *The Starmakers* - Twórcy gwiazd,
 - Wystawa „*Fusion Expo*” – tłumaczenie na język polski.
 3. Artykuły pracowników naukowych z Instytutu Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy
 - Gwiezdna energia - czego możemy nauczyć się od Słońca? – Paweł Gąsior,
 - Od JET-a do ITER-a. Ważny krok na drodze do energii taniej, bezpiecznej i przyjaznej środowisku – Andrzej Gałkowski.
 4. Opracowanie graficzne powyższych materiałów i wydanie ich w formie broszur.
- IV. Dystrybucja materiałów wśród nauczycieli należących do projektu (3, 4 razy w roku):

- Zaznajomienie nauczycieli z tematyką fuzji jądrowej i badań fuzyjnych w Europie,
 - Wykorzystanie materiałów przez nauczycieli w swoich szkołach na lekcjach, kółkach zainteresowań przy organizowaniu sesji szkolnych i międzyszkolnych, konkursów i wystaw,
 - Dzielnie się uwagami, spostrzeżeniami, poradami.
- V. Konferencje naukowe i szkolenia zorganizowane przez KPK przy IFPiLM z udziałem wykładowców z IFPiLM oraz współpracujących ośrodków IPJ Świerk, JET Culham. W każdej konferencji uczestniczyło około 45-50 nauczycieli fizyki (w Opatowie również studenci fizyki z uczelni wyższych, które gościły wystawę *Fusion Expo*)
- „Fuzja jądrowa w kosmosie i na Ziemi” – Serock, 5 - 6 czerwca 2008,
 - „50 lat badań nad fuzją jądrową” – IFPiLM Warszawa, 5 grudnia 2008,
 - Szkolenie dla nauczycieli w Oksfordzie w Wielkiej Brytanii w ośrodkach: Joint European Torus JET Culham, Department of Physics, University of Oxford, Rutherford Appleton Laboratory, 11 - 17 marca 2009,
 - „Energia gwiazd – czysta energia dla przyszłości” – Opatów, 15 – 16 maja 2009.

Va. Planowane szkolenia dla nauczycieli i uczniów w roku 2010

- Dobczyce koło Krakowa – kwiecień 2010,
- Oksford, Wielka Brytania – czerwiec 2010.

VI. Wystawa „*Fusion Expo*” w Polsce w roku 2009:

Wystawa objazdowa zaprojektowana i przygotowana przez Komisję Europejską i Konsorcjum EFDA (*European Fusion Development Agreement*) odwiedziła cztery polskie miasta:

Koszalin 27 maja – 9 czerwca

Szczecin 15 czerwca – 15 lipca

Łódź 10 października – 25 października

Katowice 3 listopada – 21 listopada

VIa. Przygotowania do pokazania wystawy w następnych latach 2010, 2011:

Kielce, Bydgoszcz, Lublin.

VII. Przykładowe działania nauczycieli

- Projekty, jednoroczne i dwuletnie realizowane w szkołach przez uczniów pod kierunkiem nauczycieli fizyki, biologii, chemii, geografii,
- Konkursy klasowe, międzyklasowe, szkolne, międzyszkolne,
- Wystawy w szkołach, świetlicach, Domach Kultury,
- Sesje szkolne i międzyszkolne,
- Referaty informacyjne w Domach Kultury, Ośrodkach Doskonalenia Nauczycieli na uczelniach wyższych,
- Szkolenie kadry nauczycielskiej w swoich szkołach na temat fuzji jądrowej,

- Dyskusje panelowe dla szerokiej publiczności w ramach różnych akcji, np. „Z energetyką w przyszłość”, „W obliczu kryzysu energetycznego”, „Problemy Ziemi w świetle współczesnej nauki”, „Słońce na niebie i na ziemi”, obchodów Dni Ziemi,
- Udział w polskiej wersji „*Science on Stage*” „Nauki przyrodnicze na scenie” – przedstawienie teatralne „As w rękawie energetyki”,
- Udział w konkursie „Fizyka współczesna blisko nas” na Zjeździe Fizyków Polskich w Krakowie, wrzesień 2009. Konkurs wygrał scenariusz lekcji na temat fuzji jądrowej, przygotowany przez nauczycielkę fizyki I LO im. T. Kościuszki w Wieluniu, biorącą udział w projekcie KPK IFPiLM.