**Nazwa przedmiotu:**

Fizyka - laboratorium

**Koordynator przedmiotu:**

dr Roman Rumianowski

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Środowiska

**Grupa przedmiotów:**

Wspólne dla wydziału

**Kod przedmiotu:**

WS1A\_07\_L

**Semestr nominalny:**

2 / rok ak. 2023/2024

**Liczba punktów ECTS:**

2

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Laboratoria: liczba godzin według planu studiów - 30, zapoznanie ze wskazaną literaturą - 10, napisanie sprawozdania - 10, razem - 50 h

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

Laboratoria - 30h; razem= 1,2 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

2ECTS

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 0h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 30h |
| Projekt: | 0h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

brak

**Limit liczby studentów:**

Laboratorium 8-12

**Cel przedmiotu:**

Potrafi przeprowadzić podstawowe pomiary fizyczne oraz opracować i przedstawić ich wyniki, w szczególności: potrafi zbudować prosty układ pomiarowy z wykorzystaniem standardowych urządzeń pomiarowych, zgodnie z zadanym schematem i specyfikacją, - potrafi wyznaczyć wyniki i niepewności pomiarów bezpośrednich i pośrednich, - umie dokonać oceny wiarygodności wyników pomiarów i ich niepewności w kontekście posiadanej wiedzy fizycznej.

**Treści kształcenia:**

L1 Regulamin pracowni fizycznej. Organizacja zajęć. Przepisy BHP.
L2 Pierwsze ćwiczenie laboratoryjne, wejściówka z przygotowania zagadnień teoretycznych. Praca doświadczalna – budowa układu doświadczalnego, wykonywanie pomiarów.
L3 Pierwsze ćwiczenie laboratoryjne, praca doświadczalna – wykonywanie pomiarów, opracowywanie wyników.
L4 Pierwsze ćwiczenie laboratoryjne, opracowanie sprawozdania i obrona sprawozdania z ćwiczenia laborratoryjnego
L5 Drugie ćwiczenie laboratoryjne, wejściówka z przygotowania zagadnień teoretycznych. Praca doświadczalna – budowa układu doświadczalnego, wykonywanie pomiarów.
L6 Drugie ćwiczenie laboratoryjne, praca doświadczalna – wykonywanie pomiarów, opracowywanie wyników.
L7 Drugie ćwiczenie laboratoryjne, opracowanie sprawozdania i obrona sprawozdania z ćwiczenia laborratoryjnego
L8 Sprawdzian ogólny, temat: „Rachunek niepewności pomiarów w pracowni fizycznej”
L9 Trzecie ćwiczenie laboratoryjne, wejściówka z przygotowania zagadnień teoretycznych. Praca doświadczalna – budowa układu doświadczalnego, wykonywanie pomiarów.
L10 Trzecie ćwiczenie laboratoryjne, praca doświadczalna – wykonywanie pomiarów, opracowywanie wyników.
L11 Trzecie ćwiczenie laboratoryjne, opracowanie sprawozdania i obrona sprawozdania z ćwiczenia laborratoryjnego
L12 Czwarte ćwiczenie laboratoryjne, wejściówka z przygotowania zagadnień teoretycznych. Praca doświadczalna – budowa układu doświadczalnego, wykonywanie pomiarów.
L13 Czwarte ćwiczenie laboratoryjne, praca doświadczalna – wykonywanie pomiarów, opracowywanie wyników.
L14 Czwarte ćwiczenie laboratoryjne, opracowanie sprawozdania i obrona sprawozdania z ćwiczenia laborratoryjnego
L15 Podsumowanie zajęć. Zaliczenie pracowni. Kolokwium poprawkowe, temat: „Rachunek niepewności pomiarów w pracowni fizycznej”
Zestawienie ćwiczeń laboratoryjnych
Mechanika 1. Wahadło sprężynowe, fizyczne i torsyjne 2. Wyznaczanie prędkości dźwięku metodą składania drgań
Termodynamika 3. Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy metodą ostygania. Sprawdzenie prawa Newtona. 4. Wyznaczanie ciepła topnienia lodu 5. Wyznaczanie lepkości powietrza i wody 6. Wyznaczanie stosunku ciepła właściwego cp/cv dla powietrza.
Elektryczność 7. Wyznaczanie powierzchni ekwipotencjalnych dla różnych układów przewodników. 8. Badanie procesu rozładowania kondensatorów 9. Wyznaczanie pojemności kondensatorów 10. Rezonans elektryczny 11. Wyznaczanie składowej poziomej natężenia pola magnetycznego Ziemi 12. Wyznaczanie oporności właściwej metali.
Optyka i fizyka cząstek 13. Wyznaczanie długości fali światła laserowego metodą dyfrakcyjną. Siatka dyfrakcyjna 14. Wyznaczanie współczynnika załamania światła w szkle metodą najmniejszego odchylenia i metodą pomiaru kąta Brewstera 15. Licznik scyntylacyjny. Rozkłady Gaussa i Poissona. Modelowanie rozkładów. Deska Galtona

**Metody oceny:**

1. Studenci wykonują w semestrze cztery ćwiczenia laboratoryjne i piszą kolokwium rachunku niepewności pomiarowych.
2. Każde ćwiczenie składa się z trzech zajęć
Na pierwszych zajęciach – przeznaczonych na dane ćwiczenie, studenci przygotowują układ doświadczalny, zestawiają niezbędne przyrządy i rozpoczynają pomiary.
Podczas tych zajęć każdy student pisze indywidualnie tzw. wejściówkę, z zakresu materiału podanego w instrukcji do danego ćwiczenia.
Student jest oceniany w skali 0 – 6 punktów.
Na drugich zajęciach – studenci kończą pomiary, korygują ewentualne błędy lub pomyłki powtarzając pomiary i konsultują z prowadzącym zagadnienia dotyczące opracowania
sprawozdania. Podczas tych zajęć prowadzący ocenia w skali 0 – 3 punktów znajomość metody doświadczalnej, staranność i samodzielność wykonania pomiarów oraz stopień zaawansowania opracowania sprawozdania.
Na trzecich zajęciach – odbywa się obrona sprawozdania przygotowanego indywidualnie przez każdego studenta. Na te zajęcia student przynosi, opracowane sprawozdanie wraz z nośnikiem własnych wyników pomiarów i programem MATEX - (program wspomagający obliczenia i tworzenia wykresów)
Sprawozdanie oraz wiadomości studenta dotyczące sprawozdania są oceniane w skali 0-6 pkt
Za niesamodzielną pracę (niesamodzielne opracowanie ćwiczenia) student otrzymuje 0 punktów.
3. Kolokwium (w formie testu) dotyczące rachunku niepewności pomiarowych w pracowni fizycznej oceniane jest w skali 0 – 20 punktów.
4. W ciągu semestru student może uzyskać z laboratorium fizyki w sumie: 80 punktów.
4 ćwiczenia x 15 punktów = 60 punktów
kolokwium z rachunku niepewności - 20 punktów
5. Ocena końcowa z laboratorium fizycznego jest określana ilością punktów
6. Ocena końcowa z przedmiotu obliczana jest wg następujących zasad:
0 – 39 pkt. 2.0
40 – 44 3.0
45 – 49 3.5
50 – 59 4.0
60 – 69 4.5
70 – 80 5.0
Wykonanie i opracowanie ćwiczeń
1. Przed rozpoczęciem ćwiczenia laboratoryjnego student jest zobowiązany zapoznać się z instrukcją ćwiczenia znajdującą się w gablocie przy Laboratoriach Fizyki oraz (w kserografie I p.)
2. Do każdego wyznaczonego ćwiczenia student przygotowuje arkusz protokół formatu A 4 (np. papier kancelaryjny A3 in folio) wraz ze starannie wypełnioną tabelką (wymiary i sposób wypełnienia tabelki patrz wzór w gablocie) i (w kserografie I p.).
Tabelkę należy wypełnić pismem technicznym lub drukiem.
Protokół z wypełnioną tabelką są sprawdzane przed wejściem do laboratorium przez prowadzącego zajęcia.
Student ma być przygotowany (wg. wcześniej udostępnionej instrukcji) do sprawnego połączenia i wykonania pomiarów oraz teorii związanej z wykonywanym ćwiczeniem.
W gablotach przy Laboratoriach Fizyki będą wywieszane listy zespołów, przydzielone im nr ćwiczeń, zalecana literatura, zestawy zadań oraz aktualizowana ilość punktów uzyskanych przez studentów z poszczególnych ćwiczeń.
3. Wyniki pomiarów otrzymane podczas wykonywania ćwiczenia należy wpisać długopisem do tabeli w protokóle i uzyskać ich zatwierdzenie podpisem prowadzącego zajęcia przed opuszczeniem laboratorium.
4. Każdy student przygotowuje sprawozdanie – protokół w jednym egzemplarzu.
5. Sprawozdanie powinno zawierać:
- schemat układu pomiarowego, definicje wielkości mierzonych oraz wzory i wyjaśnienia symboli bez tzw. teorii do ćwiczenia.
- wybór metody rachunku niepewności pomiarowych wraz z uzasadnieniem
- obliczenie wartości średnich i niepewności pomiarowych wielkości mierzonych
- zapis wyniku końcowego zgodnie z obowiązującą konwencją
- wykresy (zob. przykłady w gablocie) wykonane własnoręcznie na papierze milimetrowym lub drukarce komputerowej.
Wykres opisany pismem technicznym lub drukiem musi zawierać podziałki funkcyjne, legendę wartości pomiarów i zaznaczone niepewności pomiarowe, dopasowaną funkcję oraz zestawienia w postaci małej tabelki wszystkich wyników otrzymanych z programu MATEX tj. wartości statystyki testowej  (chi-kwadrat) liczbę stopni swobody, dokładność dopasowania (eps. lambda), parametry krzywych dopasowanych (fitowanych) do danych doświadczalnych, niepewności pomiarowe tych parametrów itp.
W przypadku wykresów komputerowych standardom odpowiadają m.in. wykresy wykonane przy pomocy programu MicroCal ORIGIN.
- obliczenie wymaganych stałych fizycznych wraz z ich niepewnościami pomiarowymi na podstawie wartości fitowanych parametrów
Wnioski końcowe a w nich:
- uzasadnienie zastosowanej metody rachunku niepewności pomiarowych wraz z oceną
- dokładności poszczególnych wielkości i ich wkładu procentowego do wyniku końcowego
- ocenę zgodności otrzymanych wyników z wartościami podanymi w tablicach fizycznych, podać wartość tablicową ocenę poziomu ufności odnośnie zgodności danych doświadczalnych z testowania hipotezą.

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Resnick R., Halliday D., Fizyka t.1 i 2, PWN, Warszawa, 1998 2. Mulas E., Rumianowski R., Rachunek niepewności pomiaru w pracowni fizycznej – Nowa kodyfikacja, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2002 3. Walker J., Podstawy Fizyki. Zbiór zadań, PWN, Warszawa, 2005

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

Program studiów dostosowany do potrzeb społeczno-gospodarczych w ramach zadania 8 projektu NERW PW

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka U08\_01:**

Potrafi opracować wyniki pomiaru. Potrafi obliczyć niepewności pomiarowe.

Weryfikacja:

Kolokwium (W11,W12) Kolokwium (C1 - C8), (L1 - L8)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I1A\_U08\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka U09\_01:**

Potrafi obliczyć podstawowe wielkości fizyczne w problemach technicznych z tematyki obwodów prądu stałego i przemiennego, pola magnetycznego i optyki.

Weryfikacja:

Kolokwium (C1-C9). Pisemny egzamin końcowy (W1-W15)

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** I1A\_U09\_01

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.o