

Wyposażenie edukacyjne „Laboratorium odnawialnych źródeł energii w Siennicy”

Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia

Zestawy edukacyjne

Zestawy powinny umożliwiać uczestnikom zajęć samodzielne dokonywanie badań nad procesami konwersji energii ze źródeł odnawialnych w zakresie:

- Energii słońca - Ogniwa fotowoltaiczne
- Energii wody – Turbiny wodne
- Energii pochodzenia chemicznego – Ogniwa paliwowe
- Energii wiatru – Turbiny wiatrowe

OGNIWA FOTOWOLTAICZNE - Zestaw edukacyjny do badań konwersji energii słońca w zakresie fotowoltaiki.

Liczba zestawów – 10 kompletów

Zestaw powinien być składowany w zamykanej wiekiem walizce/transporterze, o trwałej, sztywnej konstrukcji aluminiowej z tworzywa sztucznego lub drewna, wyłożonej miękkim materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy zestawu przed przesuwaniem się w trakcie przenoszenia. Walizka/transporter powinny zawierać przegrody o wielkości dostosowanej do wielkości elementów składowych zestawu. Walizka/transporter powinny zabezpieczać elementy zestawu przed uszkodzeniami w trakcie transportu i składowania.

Zestaw powinien zawierać opracowane w języku polskim instrukcję obsługi oraz materiał dydaktyczny dla nauczycieli i uczniów, w zakresie możliwych do realizacji eksperymentów.

Charakterystyka produktu:

Zestaw powinien pozwalać na kompleksowe przeprowadzanie eksperymentów jakościowych i ilościowych z zakresu fotowoltaiki. Zestaw powinien zawierać także niezbędne do przeprowadzania doświadczeń dodatkowe akcesoria, takie jak: urządzenia pomiarowe, kable, termometr laboratoryjny oraz inne urządzenia, umożliwiające przeprowadzanie kompleksowych eksperymentów związanych z przetwarzaniem energii słonecznej w elektryczną.

Zestaw powinien umożliwiać przeprowadzanie zarówno prostych eksperymentów np. z silnikiem elektrycznym lub bucikiem, jak i bardziej zaawansowanych doświadczeń z zakresu fizyki, takich jak wyznaczenie charakterystyki U-I, badanie zależności wydajności ogniwa słonecznego od jego temperatury.

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- 3 × Panel solarny do 1 V, do 500 mA
- 1 × Panel solarny do 1 V, do 1000 mA
- 1 × Płyta główna wraz ze schematem połączeń
- 1 × Moduł oświetleniowy
- 1 × Moduł oporu elektrycznego

- 1 × Moduł potencjometryczny
- 1 × Moduł silnika elektrycznego
- 1 × Moduł dźwiękowy / buczonek
- 1 × Zestaw płytek osłonowych do ogniw słonecznych (min 4 szt.)
- 1 × Zestaw filtrów barwnych
- 1 × Moduł kondensatora (dostosowany do pracy zestawu)
- 1 × Moduł zasilacza (dostosowany do pracy zestawu)
- 2 × Urządzenia do pomiarów elektrycznych
- Zestaw przewodów do łączenia modułów i do obwodów pomiarowych, w barwach czarnej i czerwonej, w liczbie umożliwiającej prawidłową realizację eksperymentów.
- 1 × Termometr laboratoryjny
- 1 × Walizka/transporter wraz z wyściółkami
- 1 × Miernik natężenia oświetlenia

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające prowadzenie eksperymentów z dziedziny fotowoltaiki, fizyki i elektrotechniki w zakresie badań:

- Połączenie szeregowo i równoległe ogniw słonecznych
- Zależność mocy ogniwa od wielkości powierzchni ogniw słonecznych
- Zależność mocy ogniwa od kąta padania promieni słonecznych na ogniwo
- Zależność mocy ogniwa od natężenia oświetlenia
- Wewnętrzna rezystancja ogniwa słonecznego
- Charakterystyka ciemna ogniwa fotowoltaicznego
- Charakterystyki U-I i współczynnik wypełnienia ogniwa
- Charakterystyki U-I w zależności od natężenia oświetlenia
- Zależność mocy ogniwa słonecznego od jego temperatury
- Zacienianie ogniw przy połączeniu szeregowym
- Zacienianie ogniw przy połączeniu równoległym
- Zależność mocy ogniwa słonecznego od natężenia światła
- Zależność mocy ogniwa od współczynnika przetwarzania energii
- Zaporowy i przewodzący charakter pracy ogniwa słonecznego przy oświetleniu i zacienieniu
- Ogniwo fotowoltaiczne, jako miernik transmisji

Zestaw powinien umożliwiać realizację eksperymentów z dziedziny optyki:

- Różne poziomy natężenia światła
- Różne kąty padania promieni słonecznych na ogniwo słoneczne
- Promieniowanie rozproszone
- Promieniowanie bezpośrednie
- Albedo
- Własności koloru
- Mieszanie barw
- Złudzenia optyczne (dysk Benhama)

TURBINA WODNA - zestaw demonstracyjny do badania konwersji energii wody

Liczba zestawów – 10 kompletów

Zestaw powinien być składowany w zamykanej wiekiem walizce/transporterze, o trwałej, sztywnej konstrukcji aluminiowej z tworzywa sztucznego lub drewna, wyłożonej miękkim materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy

zestawu przed przesuwaniami się w trakcie przenoszenia. Walizka/transporter powinny zawierać przegrody o wielkości dostosowanej do wielkości elementów składowych zestawu. Walizka/transporter powinny zabezpieczać elementy zestawu przed uszkodzeniami w trakcie transportu i składowania.

Zestaw powinien zawierać opracowane w języku polskim instrukcję obsługi oraz materiał dydaktyczny dla nauczycieli i uczniów, w zakresie możliwych do realizacji eksperymentów.

Urządzenie powinno służyć do demonstracji konwersji energii mechanicznej wody w energię elektryczną.

Turbina powinna posiadać oprzyrządowanie umożliwiające prowadzenie ćwiczeń bez dostępu do bieżącej wody. Urządzenie powinno być wyposażone w układ zamknięty zasilania turbiny wodnej w grawitacyjny strumień wody lub strumień wody wymuszony pompką elektryczną o napięciu do 12V. W przypadku wymuszonego obiegu wody, zestaw powinien być wyposażony w zasilacz umożliwiający pracę pompki obiegowej. Układ obiegu wody powinien być skonstruowany w sposób zabezpieczający stanowisko pracy przed wylewaniem się wody z układu obiegowego.

Moduł turbiny powinien być podłączony do generatora prądu elektrycznego, którego działanie sygnalizowane może być poprzez różne odbiorniki prądu np. świecąca żarówka, buczek elektryczny, dioda LED, obracające się barwne koło.

Uruchomienie urządzenia będzie następowało przez włączenie obiegu wody.

Zatrzymanie turbiny powinno następować w efekcie wyłączenia obiegu wody.

Wirnik turbiny, w trakcie pracy, powinien być widoczny dla uczestników eksperymentów

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

1× Moduł turbiny wodnej

1× Moduł dźwiękowy/buczek

1 x Układ zamknięty obiegu wody jako czynnika roboczego dla wirnika turbiny wodnej
Zestaw powinien być kompatybilny z urządzeniami pomiarowymi energii elektrycznej minimum jednego z zestawów edukacyjnych stanowiących przedmiot zamówienia.

Przewody i wężyki niezbędne do realizowanych z zestawem eksperymentów.

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające prowadzenie eksperymentów z dziedziny mechaniki wody.

- Przemiana energii wody w turbinie wodnej
- Wpływ wartości spadu wody na produkcję energii elektrycznej
- Wpływ kąta padania wody na produkcję energii elektrycznej

OGNIWO PALIWOWE - zestaw edukacyjny do badań w zakresie konwersji energii chemicznej i światła

Liczba zestawów – 10 kompletów

Zestaw powinien być składowany w zamykanej wiekiem walizce/transporterze, o trwałej, sztywnej konstrukcji aluminiowej z tworzywa sztucznego lub drewna, wyłożonej miękkim materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy zestawu przed przesuwaniami się w trakcie przenoszenia. Walizka/transporter

powinny zawierać przegrody o wielkości dostosowanej do wielkości elementów składowych zestawu. Walizka/transporter powinny zabezpieczać elementy zestawu przed uszkodzeniami w trakcie transportu i składowania.

Zestaw powinien zawierać opracowane w języku polskim instrukcję obsługi oraz materiał dydaktyczny dla nauczycieli i uczniów, w zakresie możliwych do realizacji eksperymentów.

Zestaw powinien umożliwiać prowadzenie eksperymentów z zakresu działania ogniwa paliwowego. Zestaw powinien odzwierciedlać kompletny obieg energii w oparciu o technologię solarną i ogniwa paliwowych. Powinien umożliwić poznanie oraz zrozumienie zasad wytwarzania energii odnawialnej jak i eksperymentowanie z procesem jej produkcji.

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- Elektrolizer.
- Moduł solarny.
- Panel pomiaru obciążenia posiadający minimum funkcjonalności:
 - pomiar napięcia i prądu elektrycznego,
 - odbiornik – silnik elektryczny,
 - odbiornik – żarówka,
 - przełącznik wyboru rezystancji/odbiornik.
- Stoper.
- Ogniwo wodorowe (PEM).
- Metanolowe ogniwo paliwowe (dostosowane do pracy zestawu).
- Rozkładalne ogniwo paliwowe (dostosowane do pracy zestawu).
- Butle do przechowywania metanolu – minimum dwie butle o pojemności dostosowanej do realizowanych badań.
- Przewody i wężyki niezbędne do realizowanych z zestawem eksperymentów.

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie co najmniej 20 różnych eksperymentów z zakresów:

- Charakterystyka U-I ogniwa fotowoltaicznego oraz ogniwa paliwowego
- Elektroliza
- Zależność prądu ogniwa słonecznego od odległości i kąta padania promieni światła
- Pierwsze prawo Faradaya
- Połączenie szeregowe i równoległe ogniwa słonecznego z paliwowym
- Rozkład wody na tlen i wodór

GENERATOR WIATROWY - zestaw edukacyjny do badań w zakresie konwersji energii wiatru.

Liczba zestawów – 10 kompletów

Zestaw powinien być składowany w zamykanej wiekiem walizce/transporterze, o trwałej, sztywnej konstrukcji aluminiowej z tworzywa sztucznego lub drewna, wyłożonej miękkim materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy zestawu przed przesuwaniem się w trakcie przenoszenia. Walizka/transporter powinny zawierać przegrody o wielkości dostosowanej do wielkości elementów

składowych zestawu. Walizka/transporter powinny zabezpieczać elementy zestawu przed uszkodzeniami w trakcie transportu i składowania.

Zestaw powinien zawierać opracowane w języku polskim instrukcję obsługi oraz materiał dydaktyczny dla nauczycieli i uczniów, w zakresie możliwych do realizacji eksperymentów.

Zestaw powinien umożliwiać poznanie zasad funkcjonowania turbiny wiatrowej w zmiennych charakterystykach, takich jak wpływ prędkości wiatru i jego kierunku na moc turbiny czy praca różnych rodzajów wirnika w zależności od kąta nachylenia łopatek śmigła. Zestaw powinien umożliwiać przeprowadzanie eksperymentów jakościowych przy użyciu takich elementów jak żarówka czy buczek.

Obok podstawowych zasad związanych z wytwarzaniem energii wiatrowej zestaw powinien pozwalać także na badanie procesów związanych z przemianą energii elektrycznej i jej magazynowaniem.

Zestaw powinien zawierać urządzenia niezbędne do realizacji pomiarów elektrycznych i siły wiatru.

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- 1× Płyta główna zestawu wraz ze schematami połączeń
 - 1× Moduł oporu elektrycznego
 - 1× Moduł potencjometryczny
 - 1× Moduł dźwiękowy / buczek
 - 1× Moduł żaróvkowy
 - 1× Moduł silnika elektrycznego
 - 1× Pionowa elektrownia wiatrowa - turbina Savoniusa, wyposażona w systemem połączeń elektrycznych kompatybilny z modułami zestawu
 - 1× Moduł do tworzenia podmuchu powietrza
 - 1× Turbina wiatrowa z poziomą osią obrotu, wymiennym wirnikiem, wyposażona w systemem połączeń elektrycznych kompatybilny z modułami zestawu
 - 1× Moduł kondensatora (dostosowany do pracy zestawu)
 - 1× Zestaw wirników wymiennych do turbiny wiatrowej z poziomą osią obrotu dwu, trój i czteropłatowych
 - 1× Zasilacz modułu tworzenia podmuchu wiatru
 - 2× Miernik uniwersalny, dostosowany do realizacji pomiarów
- Zestaw przewodów do łączenia modułów i do obwodów pomiarowych, w barwach czarnej i czerwonej, w liczbie umożliwiającej prawidłową realizację eksperymentów.
- 1× Urządzenie do pomiaru prędkości wiatru z podstawką

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie poniższych eksperymentów:

- Zależność prędkości wiatru od odległości od jego źródła
- Prędkość rozruchowa turbiny wiatrowej
- Porównanie prędkości rozruchowych turbiny poziomej i turbiny Savoniusa
- Zmiany wytwarzanego napięcia przy podłączeniu odbiornika prądu
- Badanie prędkości wiatru za wirnikiem turbiny wiatrowej
- Obliczanie bilansu energetycznego turbiny wiatrowej
- Obliczanie współczynnika wydajności turbiny wiatrowej
- Magazynowanie energii elektrycznej
- Konwersja energii w turbinie wiatrowej
- Porównanie turbiny płatowej i turbiny Savoniusa
- Porównanie turbin dwu, trój i czteropłatowych
- Charakterystyka U-I turbiny wiatrowej
- Zależność turbiny wiatrowej od kierunku wiatru
- Zależność turbiny wiatrowej od kąta nachylenia łopatek wirnika

- Zależność prędkości rozruchowej turbiny wiatrowej od kąta nachylenia łopatek wirnika
- Zależność turbiny wiatrowej od kształtu łopatek wirnika

KOLEKTOR SŁONECZNY - zestaw edukacyjny do badań w zakresie konwersji energii słońca.

Liczba zestawów – 10 kompletów

Zestaw powinien być składowany w zamykanej wiekiem walizce/transporterze, o trwałej, sztywnej konstrukcji aluminiowej z tworzywa sztucznego lub drewna, wyłożonej miękkim materiałem, stabilizującym i zabezpieczającym elementy zestawu przed przesuwaniem się w trakcie przenoszenia. Walizka/transporter powinny zawierać przegrody o wielkości dostosowanej do wielkości elementów składowych zestawu. Walizka/transporter powinny zabezpieczać elementy zestawu przed uszkodzeniami w trakcie transportu i składowania.

Zestaw powinien zawierać opracowane w języku polskim instrukcję obsługi oraz materiał dydaktyczny dla nauczycieli i uczniów, w zakresie możliwych do realizacji eksperymentów.

Zestaw powinien pozwalać na nabycie praktycznej wiedzy na temat technologii pozyskiwania i przetwarzania energii słońca przy pomocy kolektora słonecznego.

Zestaw powinien służyć do demonstracji zasad, właściwości i technicznego wykorzystania przekształcenia energii słonecznej w ciepłą. Powinien zawierać urządzenia potrzebne do przeprowadzania doświadczeń z zakresu absorpcji, przepływu i promieniowania cieplnego oraz do budowy kompletnego kolektora słonecznego z obiegiem termo-syfonowym, pompowym i wymiennikiem ciepła. Podstawową częścią zestawu powinien być kolektor słoneczny, służący do przekształcania energii promieniowania słonecznego w ciepło, przy zastosowaniu wody jako nośnika energii.

W skład zestawu powinny wchodzić co najmniej:

- 1x Płyta główna wraz ze schematami połączeń
- 1x Moduł potencjometryczny
- 1x Moduł silnika elektrycznego
- 1x Kolektor słoneczny
- 1x Kolektor lustrzany
- 1x Rurka absorpcyjna
- 1x Moduł soczewkowy
- 1x Moduł absorpcyjny dla soczewek
- 1x Moduł absorpcyjny czarny / biały
- 1x Moduł pompy
- 1x Moduł Peltiera
- 1x Wymiennik ciepła - woda
- 1x Wymiennik ciepła - parafina
- 1x Zestaw rurek
- 1x Zasilacz
- 1x Obudowa lampy
- 1x Kierunkowe źródło światła ze stabilizacją pozycji o mocy minimalnej 120W
- 2x Miernik uniwersalny
- 1x Termometr laboratoryjny

1x Poduszka chłodząca

1x Czujnik pomiaru temperatury

1x Zlewka ze szkła borowo-krzemowego

Zestaw przewodów do łączenia modułów i do obwodów pomiarowych, w barwach czarnej i czerwonej, w liczbie umożliwiającej prawidłową realizację eksperymentów.

Zestaw powinien zawierać elementy umożliwiające przeprowadzenie poniższych eksperymentów:

- Podstawowe zasady dotyczące działania kolektora słonecznego:
- Absorpcja i odbijanie światła przez różne materiały
- Skupienie światła przy pomocy soczewki Fresnela
- Przepływ ciepła i stratyfikacja termiczna
- Przewodzenia ciepła
- Izolacja cieplna

Kolektor słoneczny:

- Kolektor słoneczny z pompą obiegową
- Kolektor słoneczny z obiegowym syfonem termicznym
- Różne wartości szybkości przepływu
- Obieg w kolektorze z wymiennikiem ciepła
- Obieg w kolektorze z akumulatorem parafinowym

Koncentrator energii słonecznej (Concentrated Solar Power CSP):

- Paraboliczny kolektor rynnowy z pompą obiegową
- Rozogniskowanie

Moduł Peltiera jako generator termoelektryczny:

- Jakościowy eksperyment pokazujący zasadę funkcjonowania
- Ilościowe wyznaczanie mocy energii elektrycznej
- Zależność pomiędzy zmianami temperatury i zmianami mocy

Wyposażenie instruktażowe „Laboratorium odnawialnych źródeł energii w Siennicy”

Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia

Zestawy instruktażowe.

Zestawy powinny pozwalać na nabycie, pod kierunkiem instruktora, praktycznej wiedzy na temat technologii pozyskiwania i przetwarzania energii ze źródeł odnawialnych, z zastosowaniem rzeczywistych podzespołów wykorzystywanych w instalacjach OZE, w zakresie:

- Energii słońca - Ogniwa fotowoltaiczne
- Energii ciepła wody i powietrza – Pompa ciepła

POMPA CIEPŁA - zestaw instruktażowy do badań w zakresie konwersji energii ciepła wody i powietrza.

Liczba zestawów – 1 zestaw

Zestaw powinien zawierać instrukcję obsługi w języku polskim oraz opracowany w języku polskim materiał dydaktyczny dla nauczycieli i uczniów w zakresie możliwych do realizacji eksperymentów.

Zestaw powinien pozwolić nabyć praktyczną wiedzę na temat technologii pozyskiwania i przetwarzania energii termalnej przy pomocy pompy ciepła. Powinien umożliwić prowadzenie badań procesów technologicznych produkcji energii cieplnej „dodatniej” i „ujemnej” i poznanie zasad budowy systemu.

Zestaw powinien być zbudowany w oparciu o przemysłowo produkowane komponenty i wyposażony we wszystkie urządzenia pomocnicze niezbędne w procesie produkcji energii cieplnej/chłodu, przez pompę ciepła oraz przyrządy pomiarowe.

Powinien być to funkcjonalny model uniwersalnej pompy ciepła z rewersyjnym układem ziębniczym, pracującym w trybie: woda/woda, woda/powietrze, powietrze/woda i powietrze/powietrze.

Realizacja trybów pracy pompy ciepła powinna być możliwa dzięki zastosowaniu odpowiednich przystawek dla wymienników symulujących dolne i górne źródła ciepła. System powinien służyć do demonstracji zasady działania i budowy pompy ciepła. Urządzenie powinno zostać wyposażone w kompletną instalację oraz zawór czterodrogowy, umożliwiający odwracanie obiegów. Instalacja powinna zostać opomiarowana w sposób umożliwiający monitorowanie stanu pracy urządzenia przy pomocy wskaźnika pozycji zaworu czterodrogowego, licznika energii, wskaźników temperatury i manometrów oraz wzierników czynnika ziębniczego.

Dla realizacji założonych badań, w skład zestawu powinny wchodzić conajmniej:

- rama o konstrukcji ze stali nierdzewnej lub aluminium
- dwa zasobniki cieczy (nakładki na wymienniki ciepła woda/woda)
- dwie tuleje z wentylatorem (nakładki na wymienniki ciepła powietrze/powietrze)
- sprężarka tłokowa
- wymienniki ciepła w formie helisy
- elektroniczny regulator temperatury, panelowy z wyświetlaczem
- licznik energii elektrycznej
- elektroniczne wskaźniki temperatury czynnika (tłoczenia, ssania i cieczy)
- presostaty zabezpieczające HP/LP
- praca rewersyjna (chłodzenie/ogrzewanie)
- filtr odwadniający dwukierunkowy
- dwa wzierniki czynnika ziębniczego
- optyczny diodowy wyświetlacz kierunku z sygnalizacją przepływu czynnika ziębniczego w urządzeniu
- manometr glicerynowy LP tablicowy
- manometr glicerynowy HP tablicowy
- czynnik ziębniczy
- moduł do sterowania zestawem on-line oraz do rejestracji danych pomiarowych na komputerze

Zasilanie:

standardowe napięcie i częstotliwość sieci PGE Dystrybucja S.A. \approx 230 V, 50 Hz

Dla wizualizacji ogólnego wyglądu oczekiwanego urządzenia Zamawiający załącza przykładowe zdjęcie zestawu.



Przybliżone wymiary urządzenia:

- długość do 1,5m
- szerokość podstawy do 1m
- wysokość do 1,5m
- waga do 100kg

OGNIWA FOTOWOLTAICZNE - zestaw instruktażowy do badań w zakresie konwersji energii światła.

Liczba zestawów – 1 zestaw

Zestaw powinien zawierać instrukcję obsługi w języku polskim oraz opracowany w języku polskim materiał dydaktyczny dla nauczycieli i uczniów w zakresie możliwych do realizacji eksperymentów.

Zestaw powinien być przeznaczony do eksperymentowania z rzeczywistym systemem fotowoltaicznym, składającym się z dwóch modułów o mocy jednostkowej od 20W do 50W.

Zestaw powinien być zbudowany w oparciu o przemysłowo produkowane komponenty i wyposażony we wszystkie urządzenia pomocnicze niezbędne w procesie produkcji energii elektrycznej przez panel fotowoltaiczny oraz w przyrządy pomiarowe.

Dla wizualizacji ogólnego wyglądu oczekiwanego urządzenia Zamawiający załączy przykładowe zdjęcie zestawu. Zestaw powinien zostać wyposażony w

system kół z blokadą, dostosowany do ciężaru zestawu, umożliwiający zmianę położenia urządzenia.



Dla realizacji założonych badań, w skład zestawu powinny wchodzić conajmniej:

Rama o konstrukcji ze stali nierdzewnej lub aluminium, wyposażona w układ kółek z blokadą, elementy mechaniczne umożliwiające regulację kąta położenia paneli fotowoltaicznych i wysokość oraz kąta lamp halogenowych

2x panel fotowoltaiczny z krzemu polikrystalicznego o mocy jednostkowej od 20W do 50W

2x lampa kierunkowa halogenowa minimum 250W z wyłącznikiem

2x linijka stalowa wskazująca wysokość lamp halogenowych

panel kontrolno-pomiarowy zawierający:

1x inwerter 12 V DC / 230 V AC,

1x regulator ładowania 12/24 V,

2x multimetr cyfrowy,

2x łącznik 2-biegunowy,

1x łącznik krzywkowy; 20 A

1x wyłącznik główny,
1x odbiornik elektryczny 12/24 V DC z obudową (źródło światła),
1x odbiornik elektryczny 230 V AC z obudową (źródło światła),
1x akumulator; 12 V, 5 - 10 Ah,
1x tabliczka ze schematem ideowym obwodu elektrycznego,
10x gniazdo bananowe; czerwone, 4 mm, 10 A, 60 V DC
11x gniazdo bananowe; czarne, 4 mm, 10 A, 60 V DC
5x gniazdo bananowe; czarne, 4 mm, 20 A, 1 kV
2x gniazdo bananowe; czerwone, 4 mm, 20 A, 1 kV

Panel zabezpieczający zawierający:

2x wyłącznik nadmiarowo-prądowy,
1x Bezpiecznik akumulatora
1x Bezpiecznik żarówki 12 / 24 V DC

Akcesoria:

1x luksomierz przeznaczony do pomiaru natężenia oświetlenia
1x termopara do pomiaru temperatury powierzchni paneli fotowoltaicznych
3x przewód pomiarowy; czarny, 4 mm 1 kV, 24 A
1x przewód pomiarowy; czerwony, 4 mm, 1 kV, 24 A
7x przewód pomiarowy; czarny, 4 mm, 60 V DC,
5x przewód pomiarowy; czerwony, 4 mm, 60 V DC

Zestaw przewodów do łączenia układów i do obwodów pomiarowych, w barwach czarnej i czerwonej, w liczbie umożliwiającej prawidłową realizację eksperymentów.

Zestaw powinien pozwolić na:

- zapoznanie z rzeczywistymi podzespołami, w jakie wyposażone są instalacje fotowoltaiczne
- montaż i demontaż systemu
- badanie właściwości panelu fotowoltaicznego, wyznaczanie charakterystyk pracy
- pomiar parametrów pracy panelu fotowoltaicznego
- badania wpływu położenia panelu na produkcję energii elektrycznej
- wyznaczanie efektywności panelu fotowoltaicznego

Przybliżone wymiary urządzenia:

- długość do 2m
- szerokość w podstawie do 1m
- wysokość do 2m
- waga do 100kg