

## SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

**SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA OKREŚLA PARAMETRY MINIMALNE CO DO WYMAGAŃ SPRZĘTOWYCH I JAKOŚCIOWYCH. WYKONAWCA MOŻE ZAOFEROWAĆ PRODUKTY O LEPSZYCH PARAMETRACH**

### ZADANIE 1

#### **Drukarka 3D wraz z kompletem narzędzi do obróbki wydruków 3D – zestaw 1**

**Drukarka 3D wraz z kompletem narzędzi do obróbki wydruków 3D musi zawierać przynajmniej wymienione podzespoły:**

- drukarka 3D - dwie sztuki,
- zestaw żarników do wydruku 3D,

Opis podane są parametry minimalne

#### **Drukarka 3D – dwie sztuki:**

- Aluminiowa obudowa i konstrukcja;
- Przesyłanie danych – karta Micro SD/ Kabel USB;
- Sterowanie za pomocą wyświetlacza dotykowego;
- Drukowanie obiektów o rozmiarach 12,5x12,5x12,5 cm ± 10% do każdego wymiaru;
- Minimalna grubość warstwy drukowania: 50 mikronów;
- Obsługiwane formaty: STL, OBJ, SVG, STEP, IGES, DWG, DXF;
- Funkcja frezowania CNC (frez 16 000 obr./min, wymiar frezowanego obiektu – 9x9x5 cm ± 10% do każdego wymiaru);
- Drukarka wyposażona w mobilną stację obliczeniową do obróbki wydruków 3D (typ: mobilna stacja obliczeniowa; procesor: liczba rdzeni – 6, liczba wątków – 12, procesor powinien osiągać co najmniej wydajność 15,250 - [https://www.cpubenchmark.net/high\\_end\\_cpus.html](https://www.cpubenchmark.net/high_end_cpus.html) w PassMark; pamięć RAM: 32 GB SO-DIMM DDR4, 2666MHz; Dysk: SSD M.2 PCIe NVMe 1000 GB; przekątna ekranu: 15,6", rozdzielczość ekranu 3840 x 2160; karta graficzna: karta graficzna powinna osiągać co najmniej wydajność 14,350 - [https://www.videocardbenchmark.net/high\\_end\\_gpus.html](https://www.videocardbenchmark.net/high_end_gpus.html) w PassMark, DirectX - DirectX 12.1; łączność: LAN 2.5 Gbps, Wi-Fi 6 (802.11 a/b/g/n/ac/ax), moduł Bluetooth; złącza: USB 3.1 Gen. 1 (USB 3.0) - 3 szt., USB Typu-C - 1 szt., HDMI 2.0 - 1 szt., Mini Display Port - 1 szt., RJ-45 (LAN) - 1 szt.).

#### **Zestaw żarników do wydruku 3D:**

- Żarnik czarny PLA 1,75 mm, 500g – 12 szt;
- Żarnik przezroczysty PLA 1,75 mm, 500g – 8 szt;
- Żarnik biały PLA 1,75 mm, 500g – 4 szt;
- Żarnik zielony PLA 1,75 mm, 500g – 4 szt;
- Żarnik niebieski PLA 1,75 mm, 500g – 4 szt;
- Żarnik czerwony PLA 1,75 mm, 500g – 4 szt;

- Żarnik srebro PLA 1,75 mm, 500g – 4 szt;
- Żarniki kompatybilne z drukarką 3D zawartą w zestawie.

## **ZADANIE 2**

### **Komplet zestawu eksperymentalnego „Żyroskop” – zestaw 1**

#### **Zestaw powinien umożliwiać:**

- Wyznaczanie pędu bezwładności żyroskopu poprzez pomiar przyspieszenia kątownego;
- Wyznaczanie pędu bezwładności poprzez pomiar częstotliwości żyroskopowej i częstotliwości precesji;
- Badanie zależności między precesją a częstotliwością żyroskopową i jego zależnością od momentu obrotowego;
- Badanie zależności między częstotliwością nutacji a częstotliwością żyroskopową.

Komplet zestawu eksperymentalnego „Żyroskop” musi zawierać przynajmniej wymienione podzespoły:

- żyroskop z 3 osiami,
- fotobramka z licznikiem,
- stoper cyfrowy,
- odważnik 10 g – 4 sztuki,
- odważnik 50 g,
- zasilacz,
- niezbędne elementy montażowe,
- niezbędne okablowanie,

W opisie podane są parametry minimalne

#### **Żyroskop z 3 osiami:**

- 3 osie obrotu;
- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Żyroskop”.

#### **Fotobramka z licznikiem:**

- Funkcja elektronicznego pomiaru czasu i zliczania impulsów;
- Możliwość sterowania zewnętrznego;
- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Żyroskop”.

#### **Stoper cyfrowy:**

- Dokładność - 1/100s;
- Minimalny czas pomiaru – 3h;
- Zasilanie bateryjne.

**Odważniki 10g – 4 sztuki:**

- Tolerancja masy - +/- 1%;
- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Żyroskop”

**Odważnik ze 50g:**

- Tolerancja masy - +/- 1%;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Żyroskop”.

**Zasilacz:**

- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Żyroskop”.

**Niezbędne elementy montażowe:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Żyroskop”;
- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Żyroskop”.

**Niezbędne okablowanie:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Żyroskop”;
- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Żyroskop”.

### **ZADANIE 3**

**Komplet zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali” – zestaw 1**

**Zestaw powinien umożliwiać:**

- Kalibrowanie półprzewodnikowego detektora energii za pomocą charakterystycznego promieniowania lampy rentgenowskiej z anodą wolframową;
- Rejestrowanie widma promieniowania fluorescencyjnego generowanego przez próbki stopów;
- Rejestrowanie widma promieniowania fluorescencyjnego generowanego przez czyste metale;
- Wyznaczanie wartości energii odpowiadających liniom fluorescencyjnym;
- Obliczanie stężeń składników stopu;
- Poznanie zagadnień powiązanych, jak: Promieniowanie hamowania, charakterystyczne promieniowanie rentgenowskie, poziomy energetyczne, wydajność fluorescencyjna, efekt Augera, spójne i niespójne rozpraszanie fotonów, absorpcja promieni rentgenowskich, krawędź absorpcji, efekt matrycy, półprzewodnikowe detektory energii, analizatory wielokanałowe;
- Przekazanie podstawowych informacji na temat tomografii komputerowej na bazie systemu, którego technika jest aktualnie stosowana przemysłem.
- Zestaw realizuje eksperymenty z następujących działów:
  - 1) wykonywanie zdjęć rentgenowskich próbek technicznych,
  - 2) badania nieniszczące,
  - 3) cyfrowa obróbka obrazu celem utworzenia obrazu trójwymiarowego jakiegoś obiektu;

- Bezpośrednie cyfrowe tworzenie obrazu.

Komplet zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali” musi zawierać przynajmniej wymienione podzespoły:

- aparat rentgenowski,
- goniometr,
- lampa wolframowa do aparatu rentgenowskiego,
- analizator wielokanałowy,
- detektor promieniowania rentgenowskiego do aparatu rentgenowskiego,
- zestaw próbek do fluorescencji rentgenowskiej,
- parownicza,
- szczypce tygli,
- zestaw uzupełniający
- niezbędne elementy montażowe,
- niezbędne okablowanie,

W opisie podane są parametry minimalne

**Aparat rentgenowski:**

- Zestaw rozszerzalny przez dodatkowe zestawy do specyficznych tematów i zakresów zastosowań;
- W pełni bezpieczne urządzenie z technologią szybkiej wymiany lamp rentgenowskich do prześwietleń i zdjęć rentgenowskich; doświadczeń z zakresu jonizacji i dozymetrii, wykonywania zdjęć metodami Lauego i Debye’a-Scherrera, spektroskopii rentgenowskiej, badań refleksji Bragga, spektrum hamowania / charakterystyk różnych materiałów anodowych, prawa Moseleya, określania stałej  $h$  i Rydberga, prawa Duane’a-Hunta, absorpcji zależnej od grubości materiału i energii, eksperymentów z ciałami kontrastującymi, zjawiska rozproszenia Comptona, dyfraktometrii rentgenowskiej i tomografii komputerowej;
- Wzmocnione ołowiem akrylowe szyby ekranujące promieniowanie rentgenowskie i odporne na stłuczenie;
- Elektryczne i mechaniczne zabezpieczenie;
- Technologia szybkiej wymiany lamp;
- Zabezpieczenie dotykowe dla gorących elementów;
- Symultaniczne sterowanie ręczne i za pośrednictwem komputera PC;
- Podświetlany ekran TFT;
- Dynamiczna wizualizacja wszystkich najważniejszych parametrów;
- Możliwość wykorzystania różnych lamp rentgenowskich (Fe, Cu, Mo, itp);
- Określanie natężenia promieniowania rentgenowskiego poprzez zintegrowane przyłącze licznika Geigera-Müllera;
- Interfejs do podłączania wyświetlacza wielkoformatowego;

- Oświetlenie przestrzeni wewnętrznej urządzenia za pomocą LED – zbliżone do światła dziennego
- Wysokie napięcie: 35,0 kV;
- Prąd emisyjny: 1,0 mA;
- Przestrzeń doświadczalna w mm - 440(B) x 345(H)x 354(T);
- Sterowanie z komputera za pośrednictwem USB 2.0;
- Wyposażony w tablet do prezentacji oraz wizualizacji danych (typ: tablet; procesor: częstotliwość taktowania procesora - 2.49 GHz, fizyczna ilość rdzeni – 8 rdzeni; pamięć wbudowana - 512 GB; typ ekranu: pojemnościowy, 10-punktowy, przekątna ekranu - 12,9", rozdzielczość - 2732 x 2048; łączność: LTE, Wi-Fi 6 (802.11 a/b/g/n/ac/ax), Moduł Bluetooth, GPS, GLONASS; czujniki: akcelerometr, barometr, czujnik światła, żyroskop);
- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

#### **Goniometr:**

- Blok z dwoma niezależnie funkcjonującymi silnikami krokowymi do obracania i dokładnego pozycjonowania próbki i detektora;
- Z systemem barier świetlnych do ograniczenia zakresu wychylania możliwego w zależności od położenia;
- Sterowany przez aparat rentgenowski. Możliwa bezpośrednia obsługa przez panel sterujący aparatu lub poprzez PC;
- Zasięg kroku obrotu - od 0,1 do 10 stopni;
- Prędkość obrotu – od 0,5 do 100s/krok;
- Zakres obrotu próbki - 360 °;
- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

#### **Lampa wolframowa do aparatu rentgenowskiego:**

- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

#### **Analizator wielokanałowy:**

- Wyjście analogowe do obserwowania spectrum impulsów z pomocą oscyloskopu;
- Wyjście USB do dołączenia komputera;
- Rozdzielczość każde spectrum do 4096 kanałów (12 Bit);
- Czas martwy - 60  $\mu$ s;
- Okno koincydencji: 1  $\mu$ s;
- Wielkość impulsu: 4 V;
- Długość impulsu - ca. 15  $\mu$ s Offset;
- Gniazdo diodowe -  $\pm 12$  V / max. 30 mA;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

**Detektor promieniowania rentgenowskiego do aparatu rentgenowskiego:**

- Półprzewodnikowy detektor do spektroskopii rentgenowskiej;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

**Zestaw próbek do fluorescencji rentgenowskiej:**

- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”;
- Próbki ze stopów – 5 szt., próbki ze specjalnych stopów – 4 szt., próbki z metali - 7 szt.

**Parownicza:**

- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”;
- Objętość: co najmniej 25ml.

**Szczypce tygli:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”;
- Materiał – stal szlachetna.

**Niezbędne elementy montażowe:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”;
- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

**Niezbędne okablowanie:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”;
- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

## **ZADANIE 4**

**Komplet zestawu eksperymentalnego „Tomografia komputerowa”  
– zestaw 1**

**Zestaw powinien umożliwiać:**

- Przekazanie podstawowych informacji na temat tomografii komputerowej na bazie systemu, którego technika jest aktualnie stosowana w przemyśle.
- Zestaw realizuje eksperymenty z następujących działów:
  - 1) wykonywanie zdjęć rentgenowskich próbek technicznych,
  - 2) badania nieniszczące,
  - 3) cyfrowa obróbka obrazu celem utworzenia obrazu trójwymiarowego jakiegoś obiektu;

- Bezpośrednie cyfrowe tworzenie obrazu.

Komplet zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali” musi zawierać przynajmniej wymienione podzespoły:

- aparat rentgenowski,
- zestaw rozszerzający do aparatu rentgenowskiego - tomografia komputerowa (CT),
- niezbędne akcesoria,
- niezbędne elementy montażowe,
- niezbędne okablowanie,

W opisie podane są parametry minimalne

**Aparat rentgenowski:**

- Zestaw rozszerzalny przez dodatkowe zestawy do specyficznych tematów i zakresów zastosowań;
- W pełni bezpieczne urządzenie z technologią szybkiej wymiany lamp rentgenowskich do prześwietleń i zdjęć rentgenowskich; doświadczeń z zakresu jonizacji i dozymetrii, wykonywania zdjęć metodami Lauego i Debye’a-Scherrera, spektroskopii rentgenowskiej, badań refleksji Bragga, spektrum hamowania / charakterystyk różnych materiałów anodowych, prawa Moseleya, określania stałej  $h$  i Rydberga, prawa Duane’a-Hunt’a, absorpcji zależnej od grubości materiału i energii, eksperymentów z ciekłymi środkami kontrastującymi, zjawiska rozproszenia Comptona, dyfraktometrii rentgenowskiej i tomografii komputerowej;
- Wzmocnione ołowiem akrylowe szyby ekranujące promieniowanie rentgenowskie i odporne na stłuczenie;
- Elektryczne i mechaniczne zabezpieczenie;
- Technologia szybkiej wymiany lamp;
- Zabezpieczenie dotykowe dla gorących elementów;
- Symultaniczne sterowanie ręczne i za pośrednictwem komputera PC;
- Podświetlany ekran TFT;
- Dynamiczna wizualizacja wszystkich najważniejszych parametrów;
- Możliwość wykorzystania różnych lamp rentgenowskich (Fe, Cu, Mo, itp);
- Określanie natężenia promieniowania rentgenowskiego poprzez zintegrowane przyłącze licznika Geigera-Müllera;
- Interfejs do podłączania wyświetlacza wielkoformatowego;
- Oświetlenie przestrzeni wewnętrznej urządzenia za pomocą LED – zbliżone do światła dziennego
- Wysokie napięcie: 35,0 kV;
- Prąd emisyjny: 1,0 mA;
- Przestrzeń doświadczalna w mm - 440(B) x 345(H)x 354(T);
- Sterowanie z komputera za pośrednictwem USB 2.0;
- Wyposażony w tablet do prezentacji oraz wizualizacji danych (typ: tablet; procesor: częstotliwość taktowania procesora - 2.49 GHz, fizyczna ilość rdzeni – 8 rdzeni; pamięć wbudowana -

512 GB; typ ekranu: pojemnościowy, 10-punktowy, przekątna ekranu - 12,9", rozdzielczość - 2732 x 2048; łączność: LTE, Wi-Fi 6 (802.11 a/b/g/n/ac/ax), Moduł Bluetooth, GPS, GLONASS; czujniki: akcelerometr, barometr, czujnik światła, żyroskop);

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

#### **Zestaw uzupełniający:**

- Zestaw umożliwiający wykonanie Tomografii komputerowej (CT), zestaw rozszerzający do aparatu rentgenowskiego

- Zestaw umożliwi przeprowadzenie:

- 1) rekonstrukcja trójplaszczynowa,
- 2) przekroje obrazów w dowolnej pozycji,
- 3) bezpośrednie, cyfrowe tworzenie obrazu;

- Posiada elementy:

- 1) bezpośredni, cyfrowy czujnik obrazu (rozdzielczość 48 µm, głębina obrazu 12 bitów, 1024 x 1024 pikseli, 4 ramki /s),

- 2) podzespół obrotowy do tomografii komputerowej;

- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

#### **Niezbędne akcesoria CT:**

- Niezbędne akcesoria do wykonania tomografii komputerowej umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

#### **Niezbędne elementy montażowe:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”;

- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

#### **Niezbędne okablowanie:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”;

- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Jakościowa, fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska metali”.

## **ZADANIE 5**

### **Komplet zestawu eksperymentalnego „Silnik elektryczny” – zestaw 1**

Zestaw powinien umożliwiać:

- Poznawać fizyczne i techniczne podstawy funkcjonowania silników elektrycznych, prądnic, transformatorów;
- Zbudowanie bez dodatków i narzędzi następujących modeli funkcjonalnych:
  - 1) różne typy silników prądu stałego,
  - 2) silniki bocznikowe i szeregowy,
  - 3) silniki synchroniczne,
  - 4) prądnica prądu stałego i zmiennego,
  - 5) transformator.

Komplet zestawu eksperymentalnego „Silnik elektryczny” musi zawierać przynajmniej wymienione podzespoły:

- silnik elektryczny/prądnica – 2 sztuki,
- zasilacz – 2 sztuki,
- kompas – 2 sztuki,
- multimetr cyfrowy z termoelementem NiCr- Ni – 2 sztuki,

W opisie podane są parametry minimalne

#### **Silnik elektryczny/prądnica – 2 sztuki:**

- Silnik elektryczny/prądnica powinien umożliwić realizację następujących zjawisk i układów:
  - 1) przemiana energii elektrycznej w energię mechaniczną (ruchu),
  - 2) pole magnetyczne cewki,
  - 3) silnik prądu stałego,
  - 4) silnik synchroniczny,
  - 5) silnik szeregowy i bocznikowy,
  - 6) indukcja elektromagnetyczna,
  - 7) prądnica generująca prąd,
  - 8) prądnice techniczne,
  - 9) transformator;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Silnik elektryczny”.

#### **Zasilacz – 2 sztuki:**

- Wyjście prądu stałego – od 0 do 12 V /2 A;
- Wyjście prądu zmiennego - 6 V~/12 V~/5 A;
- Regulacja prądu stałego;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Silnik elektryczny”.

**Kompas – 2 sztuki:**

- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Silnik elektryczny”.

**Multimetr cyfrowy z termoelementem NiCr- Ni – 2 sztuki:**

- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Silnik elektryczny”.

**Niezbędne elementy montażowe:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Silnik elektryczny”;
- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Silnik elektryczny”.

**Niezbędne okablowanie:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Silnik elektryczny”;
- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Silnik elektryczny”.

## **ZADANIE 6**

**Komplet zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)” - zestaw 1**

Zestaw powinien umożliwiać:

- Wyznaczenie zależności gradientu lepkości obrotowej od skrętnego naprężenia ścinającego dla dwóch płynów newtonowskich (gliceryny, ciekłej parafiny).
- Zbadanie zależności lepkości od temperatury dla oleju rycynowego i gliceryny.
- Wyznaczenie krzywej płynięcia dla nienewtonowskiego płynu (czekolada).

Komplet zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)” musi zawierać przynajmniej wymienione podzespoły:

- mieszadło magnetyczne z grzaniem i złączem termometru,
- pręcik mieszadła magnetycznego,
- oddzielacz do pręcików mieszadła,
- wiskozymetr rotacyjny,
- uchwyt do dynamometrów poglądowych,
- zlewka szklana – 3 sztuki,
- zlewka ze szkła borokrzemianowego – 2 sztuki,
- pręt mieszadła ze szkła borokrzemianowego,
- akcesoria,
- niezbędne elementy montażowe,
- niezbędne okablowanie,

W opisie podane są parametry minimalne

**Mieszadło magnetyczne z grzaniem i złączem termometru wraz z pręcikiem mieszadła magnetycznego:**

- Hermetyczna obudowa;
- Oddzielne włączniki z diodami LED do mieszania i grzania;
- Płyta grzewcza z siluminu o średnicy minimum 140 mm;
- Moc grzewcza: 800 W;
- Temperatura płyty grzewczej: od 20 do 250°C;
- Przyłącze do elektronicznej kontroli temperatury (termometr stykowy);
- Dokładność temperatury płyty grzewczej:  $\pm 5$  K;
- Obroty: od 100 do 1200 rpm;
- Dokładność obrotów:  $\pm 2\%$ ;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich”.

**Pręcik mieszadła magnetycznego:**

- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”.

**Oddzielacz do pręcików mieszadła:**

- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”.

**Wiskozymetr rotacyjny:**

- Klasyczny lepkościomierz rotacyjny (wiskozymetr) do określenia lepkości zgodnie z ISO2555 (“metoda Brookfield”);
- Wizualne i akustyczne sygnały przy krytycznych warunkach pomiarowych;
- Cyfrowa regulacja prędkości;
- Bezdotykowy, optoelektroniczny układ pomiaru momentu obrotowego;
- Zakres lepkości: od 15 do 2 000 000 mPas;
- Zakres temperatur: od -10 do +100 ° C;
- Dokładność -  $\pm 1\%$  pełnej skali;
- Powtarzalność -  $\pm 0,2\%$  pełnej skali;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”.

**Uchwyt do dynamometrów poglądowych:**

- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”.

**Zlewka szklana – 3 sztuki:**

- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”;

- Materiał – szkło;
- Pojemność – 600ml.

**Zlewka ze szkła borokrzemianowego – 2 sztuki:**

- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”;
- Materiał – szkło borokrzemianowe;
- Pojemność – 250ml.

**Pręt mieszadła ze szkła borokrzemianowego:**

- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”;
- Materiał – szkło borokrzemianowe.

**Akcesoria:**

- Niezbędne akcesoria umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”
- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”.

**Niezbędne elementy montażowe:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”;
- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”.

**Niezbędne okablowanie:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”;
- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Lepkość płynów Newtonowskich i nie-Newtonowskich (lepkościomierz obrotowy)”.

## **ZADANIE 7**

**Komplet zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo ciepłe” – zestaw 1**

Zestaw powinien umożliwiać:

- Wyznaczanie przewodności cieplnej.

Komplet zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo ciepłe” musi zawierać przynajmniej wymienione podzespoły:

- kalorymetr,
- naczynie kalorymetru z przyłączem do nagrzewnicy,
- pręt przewodzący ciepło – 2 szt.,
- mieszadło magnetyczne,

- pręcik mieszadła magnetycznego,
- reostat,
- grzałka,
- miernik temperatury,
- sonda temperatury zanurzona,
- sonda temperatury powierzchniowa – dwie sztuki,
- stoper cyfrowy,
- zlewka szklana,
- zasilacz niskich napięć,
- miernik cyfrowy,
- uniwersalny wzmacniacz pomiarowy,
- waga,
- niezbędne elementy montażowe,
- niezbędne okablowanie.

W opisie podane są parametry minimalne

**Kalorymetr:**

- Umożliwi określenie pojemności cieplnych ciał stałych lub cieczy i pomiaru energii przemian
- Posiada otwór do termometru lub czujnika temperatury;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo cieplne”.

**Naczynie kalorymetru z przyłączem do nagrzewnicy:**

- Naczynie aluminiowe włożone w pojemnik z tworzywa sztucznego z izolacją;
- Naczynie z przyłączem do doprowadzania ciepła;
- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo cieplne”.

**Pręt przewodzący ciepło:**

- Wykonany z metalu;
- W powłoce z tworzywa sztucznego do zmniejszenia bocznych strat ciepła.
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo cieplne”

**Mieszadło magnetyczne:**

- Pojemność: minimum 2 litry;
- Zakres prędkości: 100 - 1500 obr / min;
- Dokładność regulacji obrotów: +/- 5%;
- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo cieplne”.

**Pręcik mieszadła magnetycznego:**

- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Reostat:**

- Odpowiedni jako rezystor wstępny lub dzielnik napięcia;
- W obudowie metalowej bezpiecznej w dotyku;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Grzałka:**

- Grzałka zanurzalna;
- Posiada wtyk uziemiający;
- Posiada zabezpieczeniem przed przegrzaniem;
- Moc: 1000W;
- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Miernik temperatury:**

- Miernik temperatury i różnic temperatury w 4 różnych lokacjach;
- Interfejs RS232 do połączenia z komputerem;
- Możliwy pomiar różnicy temperatur pomiędzy 2 czujnikami w dowolnej kombinacji;
- Automatyczna kalibracja;
- Regulacja punktu zerowego;
- Zakres pomiarowy: -50 - +300C;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Sonda temperatury zanurzona:**

- Dokładność temperatury absolutnej od 0,1K przy 0 stopni C do 0,2K przy 100 stopniach C;
- Kabel łączeniowy z 4 izolowanymi przewodami miedzianymi do pomiarów rezystancji metodą 4-przewodową;
- Wtyk diodowy, 5-stykowy;
- Zakres pomiaru: -20 - +130 stopni C.
- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Sonda temperatury powierzchniowa:**

- Dokładność temperatury absolutnej od 0,1K przy 0 stopni C do 0,2K przy 100 stopniach C;
- Kabel łączeniowy z 4 izolowanymi przewodami miedzianymi do pomiarów rezystancji metodą 4-przewodową;

- Wtyk diodowy, 5-stykowy;
- Zakres pomiaru: -20 - +300 stopni C.
- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Stoper cyfrowy:**

- Czas pomiaru - 6 godz.;
- Dokładność pomiaru 1/100 sekundy;
- Zasilany baterią;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Zlewka szklana:**

- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Zasilacz niskich napięć:**

- Do jednoczesnego poboru napięcia zmiennego i stałego (prostownik mostkowy);
- Strona wtórna zabezpieczona wyłącznikiem nadprądowym;
- Napięcie przyłączowe 230 V~;
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Multimetr cyfrowy:**

- Wyświetlacz LED z podświetleniem tła;
- Ręczny wybór zakresu pomiarowego;
- Wskazanie stanu baterii;
- Test tranzystorów;
- Funkcja zachowywania wartości szczytowych;
- Automatyczne odłączanie zasilania
- Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Uniwersalny wzmacniacz pomiarowy:**

- Do wzmacniania napięć stałych i zmiennych w doświadczeniach praktycznych;
  - 2 tryby pracy: wzmacniacz elektrometru o wysokim oporze wejściowym oraz Low drift dla słabych sygnałów pomiarowych
- o średniej oporności źródłowej;
- Możliwe dołączenie filtra dolnoprzepustowego w celu eliminacji zakłóceń ;
  - Kompatybilny z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/Przewodnictwo cieplne”.

**Waga:**

- Cztery jednostki wagi: g/oz/ozt/dwt/;
- Kalibrowane przez zewnętrzny odważnik kalibrujący;
- Zakres tary: subtraktywny przez cały zakres ważenia;
- Zakres ważenia: 10 - 2000g;
- Dokładność odczytu: 1g;
- Kompatybilna z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo cieplne”.

**Niezbędne elementy montażowe:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo cieplne”;
- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo cieplne”.

**Niezbędne okablowanie:**

- Kompatybilne z pozostałymi elementami zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo cieplne”;
- Umożliwiające pełne wykorzystanie funkcjonalności zestawu eksperymentalnego „Termoizolacja/ Przewodnictwo cieplne”.