

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

„Dostawa zestawu aparatury specjalistycznej oraz materiałów do badań wraz z instalacją i szkoleniem”

nr ref.: ZP/8/IFPAN/2020/LS

Przedmiot zamówienia jest współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, Oś IV: Zwiększenie potencjału naukowo-badawczego, Działanie 4.3. Międzynarodowe Agendy Badawcze w ramach projektu Międzynarodowe Centrum Sprzężenia Magnetyzmu i Nadprzewodnictwa z Materiał Topologiczną, w programie Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Grant w programie Międzynarodowe Agendy Badawcze (konkurs nr 2/2015) nr projektu MAB/2017/1. Przedmiot zamówienia jest współfinansowany w ramach umowy uzupełniającej nr MAB/2017/1-AS/2.

I.

Przedmiotem zamówienia jest dostawa zestawu aparatury specjalistycznej do charakteryzacji w zmiennej temperaturze i polu magnetycznym wraz z instalacją i szkoleniem (zadanie 1) oraz dostawa materiałów niezbędnych do prowadzenia badań magnetotransportu topologicznych nanoprzyrządów (zadanie 2) - służących do realizacji zadań w ramach projektu pt. *Międzynarodowe Centrum Sprzężenia Magnetyzmu i Nadprzewodnictwa z Materiał Topologiczną*.

1. Przedmiot zamówienia ma być fabrycznie nowy, nieużywany, wolny od wad, będzie pochodził z oficjalnego kanału dystrybucyjnego producenta oraz nie będzie obciążony prawami na rzecz osób trzecich.
2. Dostarczony sprzęt musi odpowiadać wszystkim wymogom technicznym i jakościowym określonym przez Zamawiającego w szczególności wskazanym w wymaganiach technicznych. Zostanie do niego załączona dokumentacja techniczna oraz instrukcja obsługi w jęz. angielskim.
3. Wykonawca jest zobowiązany dostarczyć wszelkie niezbędne instrukcje i informacje techniczne dotyczące: instalacji, obsługi oraz serwisowania. Instrukcje muszą być dostarczone w wersji papierowej lub elektronicznej (format pdf).
4. Przedmiot zamówienia musi być przystosowany do pracy na terytorium RP oraz musi być dostarczony wraz akcesoriami niezbędnymi do uruchomienia i poprawnej pracy.
5. Przedmiot zamówienia obejmuje dostarczenie aparatury i materiałów wraz z niezbędnym oprogramowaniem na nośnikach lub w innej formie zgodnie z wymaganiami producenta oraz udzielenia przez Wykonawcę lub zapewnienie udzielenia przez producenta licencji uprawniającej Zamawiającego do korzystania z oprogramowania przez czas nieoznaczony na polach eksploatacji określonych w umowie i umożliwiających korzystanie z przedmiotu zamówienia w sposób zgodny z przeznaczeniem.
6. Wykonawca dostarczy, zainstaluje we wskazanym pomieszczeniu w budynku Instytutu Fizyki PAN, uruchomi, przeprowadzi testy producenta i zamawiającego oraz sprawdzi działanie wszystkich dostarczonych elementów oraz przeszkoli minimum 5 pracowników Zamawiającego w zakresie eksploatacji i serwisowania aparatury wraz z wyposażeniem (czas trwania szkolenia minimum 20h).

Wymaga się przeprowadzenia dodatkowych testów w laboratorium Zamawiającego:

- wymaga się wykonanie pomiaru rezystancji w modzie DC na próbce testowej o wartości oporu 100Ω , wymagana wartość pomiaru oporu powinna wynosić $100\Omega \pm 0.5\Omega$, (DC Resistivity Option: Verify readings from 100 Ohm Resistance sample),
 - wymaga się wykonanie pomiaru rezystancji w modzie AC na diodzie oraz pomiar I-V diody, rezystancja diody w kierunku przewodzenia musi mieścić się w zakresie od 100Ω do $100 M\Omega$, (AC Resistivity Option: Verify readings from Diode test puck, 100 Ohm, 100 Mega-Ohm. I-V curve should show "diode feature"),
 - wymaga się wykonanie testu rotatora, który musi umożliwiać obracanie się próbki o 360° w obecności przyłożonego pola magnetycznego i w całym zakresie stosowanych temperatur, wymaga się zamocowanie Hall sensora i sprawdzenie działania rotatora oraz sprawdzenie płynności obrotu, liniowości i luzu w temperaturze $300K$ oraz $2 K$, luz powinien być nie większy niż 10 stopni, (Horizontal rotator test: Verify smooth rotation, linearity, and backlash at 300 K using Hall sensor. The backlash should be not more than 10 degrees),
 - wymaga się wykonanie pomiaru próbki NiFe przy częstotści $f=10 GHz$, pole rezonansu powinno wynosić $1100 Oe$, stosunek sygnału do szumu nie gorszy niż 9 . (Measure NiFe sample at 10 GHz. That resonance field should be at 1100 Oe. The Signal-to-noise-ratio ≥ 9).
7. Wykonawcę zobowiązuje się do dostarczenia wymaganych narzędzi i materiałów eksploatacyjnych, w tym próbek testowych potrzebnych do instalacji, uruchomienia i testowania zamawianej aparatury, co zostanie potwierdzone w protokole odbioru przedmiotu zamówienia.
8. Cena obejmuje wszelkie koszty wykonania zamówienia, w tym: koszty dostawy, ubezpieczenia na czas transportu, wniesienia, montażu, instalacji, uruchomienia, przeprowadzenia testów oraz przeszkolenia pracowników w zakresie eksploatacji aparatury wraz z wyposażeniem.

II. Wymagania odnośnie gwarancji i serwisu przedmiotu zamówienia:

1. Wymagana jest gwarancja Wykonawcy na okres co najmniej 12 miesięcy, liczony od dnia podpisania protokołu odbioru końcowego przedmiotu zamówienia.
2. Koszty transportu, serwisowania, koszty części wymienianych oraz koszty wymiany tych części w okresie gwarancji ponosi Wykonawca.
3. Czas przystąpienia do naprawy gwarancyjnej, rozumiany jako czas reakcji serwisu poprzez wstępną diagnostykę przeprowadzoną w oparciu o wywiad telefoniczny lub wizję lokalną: nie dłuższy niż 5 dni roboczych od daty zgłoszenia przez Zamawiającego niedziałania lub nieprawidłowego działania elementu przedmiotu zamówienia. Zgłoszenia mogą być dokonywane w formie pisemnej, drogą elektroniczną lub faksem.
4. Wykonawca musi zapewnić (bez dodatkowych kosztów po stronie Zamawiającego) udzielenie przez producenta porad serwisowych (wsparcie techniczne), w języku angielskim, drogą elektroniczną mail oraz telefoniczną w okresie trwania gwarancji.
5. Czas przywrócenia pełnej funkcjonalności urządzenia: niezwłocznie, przy czym nie dłużej niż 40 dni. Ww. terminy są liczone od daty zgłoszenia przez Zamawiającego niedziałania lub nieprawidłowego działania elementu przedmiotu zamówienia.
6. Okres serwisu gwarancyjnego, o którym mowa w pkt 1, ulega automatycznie przedłużeniu o okres naprawy przedmiotu zamówienia.
7. Aktualizacja oprogramowania (jeżeli ma zastosowanie) w okresie gwarancji (bez dodatkowych kosztów po stronie Zamawiającego).
8. Wykonawca zagwarantuje jakość dostarczonych produktów zgodnie ze wymaganiami technicznymi - odpowiedzialność z tytułu gwarancji jakości obejmuje zarówno wady powstałe z przyczyn tkwiących w przedmiocie zamówienia w chwili dokonania odbioru przez zamawiającego, jak i wszelkie inne wady powstałe z przyczyn, za które wykonawca ponosi odpowiedzialność.
9. Wykonawca zapewnia, bez dodatkowych kosztów i obciążeń po stronie Zamawiającego, dostępność części zamiennych przez cały okres gwarancji oraz gwarantuje odpłatną dostępność części zamiennych przez okres min. 5 lat od zakończenia okresu gwarancji.

III. Wymagania techniczne

Lp.	Wymagania (wymagane parametry minimalne)	Requirements (minimum parameters required)
<p>Zadanie 1 - Zestaw aparatury specjalistycznej do charakteryzacji w zmiennej temperaturze i polu magnetycznym wraz z instalacją i szkoleniem.</p>		
1.	<p>System do szerokopasmowej Globalnej Spektroskopii Fal Spinowych: system musi pracować w szerokim zakresie temperatur, pola magnetycznego oraz częstotliwości.</p> <p>Wymagana konfiguracja musi umożliwiać pomiar rezystancji DC i AC w funkcji kąta pomiędzy prądem i polem magnetycznym. System „pod klucz” musi być dostarczony ze wszystkimi niezbędnymi komponentami potrzebnymi co najmniej do przeprowadzenia pomiarów zgodnie ze specyfikacjami wymienionymi w tym dokumencie.</p> <p>System musi być wyposażony w komputer umożliwiający automatyczne sterowanie urządzeniem za pomocą oprogramowania zainstalowanego przez dostawcę.</p> <p>Oprogramowanie musi być dostarczone przez odpowiedniego dostawcę przyrządu i powinno kontrolować wszystkie aspekty elektroniki przyrządu, pozostałego sprzętu, obsługi gazów oraz akwizycji i analizy danych.</p> <p>Oprogramowanie musi zawierać wszechstronny edytor konfigurowania przebiegów pomiarowych bez nadzoru. Każdy użytkownik musi mieć możliwość ustawienia własnych sekwencji pomiarowych oraz zbiorów danych, tak aby wszystko było zabezpieczone w systemie posiadającym wielu użytkowników. Również musi być umożliwiony zdalny dostęp użytkownika do systemu przez Internet.</p> <p>Układ ten musi być także dostosowany do modyfikacji w przyszłości.</p>	<p>The system to broadband global spin-wave spectroscopy: the system must be operated at variable temperature, magnetic field, and frequency.</p> <p>The needed set-up must also be able to measure DC and AC resistivities as a function of angle with respect to current and magnetic field direction. The “turn-key” system must come with all the necessary componenets needed to at least carry out measurements with specifications mentioned in this document.</p> <p>The system must come with a computer allowing the automated control of the instrument via pre-installed software.</p> <p>The software must be supplied by the respective instrument supplier and shall control all aspects of the instrument’s electronics, hardware, gas handling, data acquisition, and data analysis.</p> <p>The software shall include a comprehensive sequence editor for setting up unattended measurement runs. Each user shall be able to set their own measurement sequences and data files so experimental set-ups and data are safe on a multi-user system. Remote user access to the system via the Internet must be possible.</p> <p>The required set-up must not only satisfy the current needs of the group but also should be customizable for future needs.</p>

<p>Poniżej przedstawiamy ogólne wytyczne urządzenia konieczne do realizacji badań:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zakres pola magnetycznego od co najmniej - 9 do + 9 T. <ul style="list-style-type: none"> • Wymagane tryby generacji pola: liniowy, oscylujący i tryb „no overshoot”, • Jednorodność pola musi być nie gorsza niż 0.012% na długości 3 cm, • Zakres szybkości zmian pola magnetycznego („ramp rate”) co najmniej od 0.2 Oe/s do 200 Oe/s, • Rozdzielczość pola magnetycznego musi być lepsza niż 0.17 Oe. 2. System musi posiadać zintegrowany ekran magnetyczny zdolny do utrzymania linii pięciu gausów w maksymalnej odległości 1 m od centrum kriostatu, aby umożliwić instalację tego systemu bliżej innych wrażliwych instrumentów w celu lepszego wykorzystania przestrzeni laboratoryjnej. 3. System musi być wyposażony w szafkę z zasilaczem magnezu, cyrkulacyjną i komorową pompą, rozdzielaczem/kolektorem gazowym, kontrolerem kriostatu oraz kontrolerem magnezu. 4. Szafa i kriostat razem nie mogą potrzebować więcej powierzchni podłogi niż 2 m x 3 m przy prześwicie poniżej 3 m. Wymagania elektryczne dla prawidłowego działania systemu muszą być spełnione przez napięcie jednofazowe 200-230 VAC. 5. Zakres temperatur pomiarowych (T) musi być nie węższy niż od 1.9 K do 400 K. <ul style="list-style-type: none"> • Typowa stabilność temperaturowa +/- 0.1% dla temperatur poniżej T < 25 K oraz +/- 0.025% powyżej T > 25 K, • Czas schładzania próbki od 300 K do 2 K musi być krótszy niż 50 min. 6. System musi być „suchy” (bez zalewowy), tj. nie wymagać dostarczenia żadnych cieczy kriogenicznych. Musi wymagać jedynie dostarczania gazowego helu. Kriostat powinien wykorzystywać zintegrowaną 	<p>Below, we provide general guidelines we have in mind regarding this needed set-up</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Magnetic field range of at least from -9 T to +9 T. <ul style="list-style-type: none"> • Required magnetic field drive modes: Linear, oscillating, and no overshoot, • Uniformity of the field to be at least 0.012% over a length of 3 cm, • The ramp rate range of the magnetic field > 0.2 Oe/s to 200 Oe/s, • Magnetic Field Resolution better than 0.17 Oe. 2. The system must have an integrated magnetic shield capable of maintaining the five gauss line at a maximum distance of 1 m from the cryostat center to allow this system to be installed closer to other sensitive instruments for better lab space utilization. 3. System must be equipped with a cabinet with magnet power supply, circulation and chamber pump, gas manifold, cryostat controller and magnet controller. 4. The cabinet and cryostat together must not need more than 2 m x 3 m floor space with less than 3 m overhead clearance. The electrical requirement for the system must be satisfied with 200-230 VAC for the successful operation. 5. A temperature (T) range of at least from T = 1.9 K to 400 K. <ul style="list-style-type: none"> • Typical temperature (T) stability of ± 0.1 % for T < 25 K and ± 0.025% for T > 25 K • Sample’s cool down time from 300 K to 2 K < 50 min. 6. System must be fully cryogenfree (“dry”). Must require a supply of helium gas only and never any cryogenic liquid. The cryostat should employ integrated pulse-
---	---

	<p>technologię chłodzącą „pulse-tube” po to, aby zminimalizować wibracje podczas pomiarów próbki.</p> <p>7. Sprężarka do kriostatu musi być chłodzona wodą i musi być zalana napięciem 3-fazowe 380/420 V prądu przemiennego, 50 Hz, 30 A. Wymagany przepływ wody powinien być mniejszy lub równy 15 l/min przy temperaturze 293 K. Sprężarka nie może zajmować więcej niż 1 m x 1 m powierzchni podłogi i musi być wyposażona w sprężone linie sprężonego helu o długości co najmniej 7 m, co umożliwi umieszczenie sprężarki w oddzielnym pomieszczeniu.</p> <p>8. System musi być zdolny do wykonywania badań Globalnej Spektroskopii Fal Spinowych (GSWS) i Odwrotnego Spinowego Efektu Halla (ISHE) w zakresie pól od -9 T do +9 T oraz temperatur od 8 K do 400 K. Ponadto musi posiadać:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falowód do wykonywania GSWS i ISHE z przewodami kompatybilnymi z pracą w temperaturach kriogenicznych do dostarczania i odbierania sygnału o częstotliwości radiowej (RF) w niskich temperaturach. • Zakres częstotliwości pracy co najmniej tak szeroki jak 5 GHz do 35 GHz. • Dokładność częstotliwości lepsza niż > 0.06 GHz. • Stosunek sygnału do szumu nie gorszy niż 9 dla pomiaru 10 nm warstwy $\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ przy częstotliwości $f=10$ GHz. • Sensor temperatury musi być umieszczony blisko falowodu. • Możliwość pomiarów „efektywnego namagnesowania”, „anizotropii”, „współczynnika żyromagnetycznego”, „tłumienia”, „niejednorodnego poszerzenia” oraz napięcia Odwrotnego Spinowego Efektu Halla (ISHE). • W pełni zautomatyzowane pomiary (poza zmianą próbki) w funkcji częstotliwości, pola magnetycznego oraz temperatury. • System musi być wyposażony w komputer umożliwiający automatyczne sterowanie 	<p>tube cooler technology to minimize vibration during sample measurements.</p> <p>7. A compressor for cooler must be water-cooled and must use 380/420 VAC 3-phase, 50 Hz, 30A connection. The required water flow rate should be less than or equal to 15 lpm at the temperature 293 K. The compressor must not need more than 1 m x 1 m floor space and must be equipped with compressed helium lines at least 7 m long, allowing compressor to be placed in a separate room.</p> <p>8. The system must be capable of performing Global Spin Wave Spectroscopy (GSWS) and Inverse Spin Hall Effect (ISHE) measurements from -9 T to +9 T in a temperature range of 8 K to 400 K. It must also be equipped with</p> <ul style="list-style-type: none"> • A Waveguide to perform GSWS and ISHE with cryo compatible coax cables for delivery and return of the RF signal. • Frequency range of at least 5 GHz to 35 GHz. • Frequency accuracy > 0.06 GHz. • Signal-to-noise Ratio ≥ 9 for 10 nm thick $\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_{0.2}$ film at $f = 10$ GHz. • Temperature sensor located close to the waveguide. • Measurement of “effective magnetization”, “anisotropy”, “gyromagnetic ratio”, “damping”, and “inhomogeneous broadening”, and Inverse spin hall effect (ISHE) voltage needed. • Fully automated measurements (except a change of the sample) as a function of frequency, magnetic field, and temperature. • The system must come with a separate computer allowing the automated control
--	---	---

<p>urządzeniem za pomocą już zainstalowanego przez dostawcę oprogramowania. Akceptowalne jest zainstalowanie oprogramowania do GSWS oraz ISHE na głównym komputerze systemu, jeśli nie pogorszy to funkcjonalności.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oprogramowanie musi być dostarczone przez odpowiedniego dostawcę przyrządu i powinno kontrolować wszystkie aspekty elektroniki przyrządu, pozostałego sprzętu, obsługi gazów oraz akwizycji i analizy danych. • Oprogramowanie musi zawierać wszechstronny edytor konfigurowania przebiegów pomiarowych bez nadzoru. Każdy użytkownik musi mieć możliwość ustawienia własnych sekwencji pomiarowych oraz zbiorów danych, tak aby wszystko było zabezpieczone w systemie posiadającym wielu użytkowników. Również musi być umożliwiony zdalny dostęp użytkownika do systemu przez Internet. • Oprogramowanie musi umożliwiać przemiatanie częstotliwościowe przy stałym polu magnetycznym w celu wykonania pomiarów GSWS. • Oprogramowanie musi również umożliwiać przemiatanie polem magnetycznym przy stałej częstotliwości RF w celu wykonania GSWS. • Co najmniej dwa współpłaszczyznowe (planarne) falowody powinny być zapewnione do wykonywania pomiarów GSWS w płaszczyźnie i poza płaszczyzną. • Co najmniej jeden falowód współpłaszczyznowy powinien być zapewniony do wykonywania pomiarów ISHE. <p>9. System powinien być zdolny do wykonywania czterosondowych pomiarów elektrycznych z użyciem prądu stałego o następujących minimalnych wymaganiach:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Czterosondowych kanałów pomiarowych na jednym uchwycie powinno być więcej niż 3. • Konfigurowalne parametry każdego z kanałowa w celu ograniczenia napięcia, 	<p>of the instrument via pre-installed software or the software for GSWS and ISHE must be intaled on the main computer for the enire system, provided that this will not reduce system functionality.</p> <ul style="list-style-type: none"> • The software must be supplied by the respective instrument supplier and shall control all aspects of the instrument's electronics, hardware, gas handling, data acquisition, and data analysis. • The software shall include a comprehensive sequence editor for setting up unattended measurement runs. Each user shall be able to set their own measurement sequences and data files so experimental set-ups and data are safe on a multi-user system. Remote user access to the system via the Internet must be possible. • The software must allow to program frequency sweep at a constant magnetic field to perform GSWS. • The software must also allow to program magnetic field sweep at a constant radio frequency to perform GSWS. • At least two coplanar waveguides should be provided to perform in-plane, out-of-plane GSWS measurements. • At least one coplanar waveguide to perform ISHE measurements should be offered. <p>9. The system should be capable of performing four-probe DC electrical measurements with the following minimum characteristics:</p> <ul style="list-style-type: none"> • four-probe measurement channels on a single sample-holder > 3. • Configurable parameters of each channel to limit the voltage, current, or power for protecting sensitive samples.
--	---

<p>prądu lub mocy w celu ochrony wrażliwych próbek.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Możliwość automatycznego uśredniania poprzez przełączania polaryzacji dla każdego z kanałów. • Rezystywność powinno się być w stanie obliczyć na podstawie zmierzonej rezystancji oraz parametrów geometrii próbki podanych przez użytkownika. • Tryb pomiaru rezystancji powinien być stałoprądowy (DC). • Zakres pomiaru rezystancji w konfiguracji cztero sondowej powinien być co najmniej tak szeroki jak od 10 $\mu\Omega$ do 5 MΩ. • Czułość rezystancji powinna wynosić co najmniej 20 nV RMS. • Zakres prądu powinien być co najmniej tak szeroki jak od 2 nA do 5 mA. • Zakres temperaturowy pomiaru powinien być co najmniej tak szeroki jak od 1,9 K do 400 K. • Zakres pracy w polach magnetycznych musi mieścić się w zakresie co najmniej od - 9 T do + 9 T. • System musi być wyposażony w stację do testowania podłączeń do próbek zamontowanej na uchwycie. <p>10. System musi być w stanie wykonywać czterosondowe pomiary elektryczne za pomocą prądu przemiennego w szerokim, dynamicznym zakresie z zastosowaniem techniki „lock-in” i posiadać następujące cechy:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jednoczesny pomiar rezystancji na co najmniej dwóch kanałach wraz z jednoczesnym zapisem pomiaru fazy sygnału oraz napięcia kwadraturowego. • Możliwość wyboru oddzielnej częstotliwości dla każdego kanału, aby zapobiec przesłuchowi sygnału (cross-talk) i aby zwiększyć stosunek sygnału do szumu. • Dwa tryby pomiaru: zasilanie prądem w standardowej konfiguracji 4-sondowej; oraz zasilanie napięciem w konfiguracji 2-sondowej dla próbek o wysokiej impedancji. 	<ul style="list-style-type: none"> • Possibility of automated polarity-switch averaging for each of the channels. • Resistivity can be calculated using measured resistance and user-provided sample geometry parameters. • Resistance measurement mode should be DC. • Resistance measurements range in four probe configuration at least as broad as: 10 micro-Ohm to 5 Mega-Ohm. • Resistance sensitivity at least 20 nV RMS. • Current range should be at least from 2 nA to 5 mA. • Measurements range should be at least as broad as 1.9 K to 400 K. • Magnetic field operation range at least - 9 T to + 9 T. • System must be equipped with the test station allowing to check sample wiring mounted on the sample puck. <p>10. The system must be capable of performing four-probe AC Electrical measurements across a wide range using the lock-in technique with following features:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simultaneous measurement of resistance on at least two channels with phase angle and quadrature voltage recorded. • Pre-selected frequencies for each channel to prevent cross-talk and maximize signal-to-noise ratio. • Two measurement modes: current sourced in standard 4-probe configuration; voltage sourced in high-impedance 2-probe configuration.
--	--

<ul style="list-style-type: none"> • Zbieranie charakterystyk prądowo-napięciowych I-V w celu badania jakości kontaktów omowych. • Przedwzmacniacz powinien być zamontowany jak najbliżej elektrycznego punktu dostępu systemu pomiarowego, tak aby zminimalizować degradację sygnałów występujących przed wzmacnieniem. • Tryb wzbudzenia rezystancji powinien być w modzie przemiennego prądu (AC). • Zakres pomiarowy rezystancji w normalnej konfiguracji czterosondowej musi być co najmniej tak szeroki jak 10 $\mu\Omega$ do 10 MΩ. • Musi być możliwy pomiar wyższych oporności, np. w modzie dwusondowym. • Zakres pomiaru rezystancji próbek wysokooporowych, np. w konfiguracji dwusondowej powinien być co najmniej tak szeroki jak 2 MΩ do 5 GΩ. • Dokładność pomiaru rezystancji powinna być nie gorsza niż $\pm 0,2$ % dla oporu poniżej $R < 200$ kΩ oraz nie gorsza niż ok. $\pm 0,3$ % przy wartościach zbliżonych do $R \approx 1$ MΩ. Natomiast dla rezystancji wyższych, poniżej $R < 5$ GΩ dokładność nie powinna być gorsza niż ± 6 % • Czulość pomiaru rezystancji powinna być wyższa niż 20 nΩ RMS. • Parametry generatora: Zakres częstotliwości wzbudzania co najmniej tak szeroki jak od 0,1 Hz do 150 Hz. Zakres amplitudy prądu co najmniej tak szeroki jak 10 nA - 50 mA. Dokładność amplitudy prądu co najmniej $\pm 0,5\%$. Zakres amplitudy napięcia z zakresu 10 mV - 10 V (dla 2-sondowych pomiarów wysokiej impedancji). • Zakres roboczy temperatur co najmniej od 1,9 K do 400 K. • Zakres roboczy pola magnetycznego co najmniej od - 9 T do + 9 T. <p>11. Należy zapewnić skrzynkę rozdzielającą, która umożliwi instrumentom zewnętrznym uzyskanie dostępu do przewodów komory próbki. Skrzynka rozdzielająca powinna mieć co najmniej połączenia dla dwóch 12-</p>	<ul style="list-style-type: none"> • I-V curve collection to be used to screen for ohmic contacts. • Preamp should be mounted as close to the electrical access point of the measurement system as possible to minimize degradation of small signals occurring before amplification. • Resistance excitation mode should be AC. • Resistance measurement range in normal four-probe configuration must be at least as broad as 10 $\mu\Omega$ to 10 MΩ. • Measurements of higher resistances must be possible, e.g. in two-probe configuration. • Resistance measurement range in high impedance mode, e.g. in 2-probe configuration must be at least as broad as 2 MΩ to 5 GΩ. • Resistance (R) measurement accuracy should be not worse than ± 0.2 % for $R < 200$ kΩ, not worse than ± 0.3 % at $R \approx 1$ Mega-Ohm, and not worse than ± 6 % for $R < 5$ GΩ. • Resistance measurement sensitivity > 20 nΩ RMS. • Drive parameters: Frequency Range excitation of at least as broad as 0.1 Hz to 150 Hz. Current amplitude range of at least as broad 10 nA – 50 mA. Current amplitude accuracy of at least $\pm 0.5\%$. Voltage amplitude range of at least 10 mV – 10 V (for high-impedance 2-probe measurements). • Operational temperature range of at least 1.9 K - 400 K. • Operational magnetic field range of at least - 9 T - + 9 T. <p>11. A break-out box must be provided that will allow via external third party instruments to gain access to the sample chamber wirings. The break-out box should at least have connections for two 12-pin coax</p>
--	---

<p>pinowych kabli koncentrycznych, dwóch złączy lemo (jeden męski i jeden żeński) oraz dwunastu kabli typu BNC i uziemienia.</p> <p>12. Wymagany jest rotator umożliwiający badania zależności kątowej rezystancji elektrycznej w celu, uzyskania kluczowych informacji na temat właściwości elektronicznych i krystalograficznych materiałów. Rotator musi umożliwiać obracanie się próbki o 360 ° w obecności przyłożonego pola magnetycznego i w całym zakresie stosowanych temperatur. Zautomatyzowana procedura indeksowania i enkoder (przetwornik) powinny zapewnić uzyskiwanie dokładnych pozycji kątowych:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zintegrowany czujnik temperatury powinien mieć bezpośredni kontakt z zainstalowanym uchwytem na próbki. • Materiały użyte do wytworzenia rotatora powinny minimalizować wpływ magnetyczny i temperaturowy na pomiary, tak aby zapewnić odtwarzalność wyników przy cyklicznych zmianach parametrów pomiaru. • Należy dostarczyć trzy typy płytek (obwodów) drukowanych: jeden, w którym oś obrotu pozostaje w płaszczyźnie próbki, drugi, w którym oś wskazuje poza płaszczyznę próbki, oraz trzeci – typ uniwersalny płytki, który będzie mógł być zastosowany do różnego rodzaju próbek. • Należy zapewnić co najmniej dwa kanały na płytce; każdy kanał powinien zapewniać 4 kontakty elektryczne. • Musi być dostarczony sterowany komputerowo silnik do kontroli obrotów. • Zakres obrotu powinien wynosić co najmniej od -10 do + 370 stopni. • Luz obrotu przy cofaniu (Backlash) $\leq 10^\circ$. • Zakres roboczy temperatur (dla rotatora) powinien wynosić co najmniej 1,9 K - 400 K. • Zakres roboczy pola magnetycznego (dla rotatora) powinien również wynosić od - 9 T do + 9 T. 	<p>cables, two lemo connectors (one male and one female), twelve BNC type cables, and grounding.</p> <p>12. A rotator is needed to probe the angular dependence of the electrical resistance to obtain the key insights into the electronic and crystallographic properties of materials. The rotator should enable a sample to be rotated over 360° in the presence of an applied magnetic field spanning the entire temperature range of the base system. An automated indexing procedure and encoder should ensure accurate angular positions:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integrated temperature sensor should be in direct contact with the installed sample holder. • Materials used for fabricating rotator should minimize magnetic and temperature effects to ensure reproducibility upon cycling environmental parameters. • Three types of sample printed circuit boards should be provided – one where the rotation axis remains in the sample plane, and one where the axis points out of the sample plane, and the universal sample board to accommodate various types of samples. • At least two channels should be provided per sample board; each channel should provide a 4-probe electrical contact. • Computer controlled motor for rotation must be supplied. • Rotation Range should be at least -10° to + 370°. • Backlash $\leq 10^\circ$. • Operational temperature range (for the rotator) should be at least 1.9 K - 400 K. • Operational magnetic field range (for the rotator) should be at least - 9 T - + 9 T.
---	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Rozdzielczość obrotu kąowego powinna być lepsza niż 0,02° / krok. • Oś obrotu rotatora powinna być prostopadła do osi pola magnetycznego. 	<ul style="list-style-type: none"> • Angular rotation resolution should be better than 0.02°/step. • Rotator's axis of rotation should be perpendicular to the magnetic field axis.
--	--	---

Zadanie 2 - Dostawa materiałów niezbędnych do prowadzenia badań magnetotransportu topologicznych nanoprzyrządów.

Materiały niezbędne do prowadzenia badań magnetotransportu topologicznych nanoprzyrządów podatnych na uszkodzenia spowodowane wyładowaniami elektrostatycznymi. Materiały będą stosowane w aparaturze opisanej w zadaniu 1.

Materials necessary for performing magnetotransport studies of topological nanodevices that are susceptible to damage from electrostatic discharge. Materials will be used with apparatus described in task 1.

1.	<p>Wielofunkcyjna sonda, która pozwoli na charakteryzację magnetotransportowa nanourządzeń. Sonda musi mieć okablowane gniazdo podłączone do 12-stykowego interfejsu w kriostacie i być wyposażona w wykalibrowany termometr. Sonda powinna akceptować płytki montażowe próbek dla rotatora. Sonda musi umożliwiać umieszczenie gniazda pod różnymi kątami i w różnych pozycjach wzdłuż dolnej części sondy.</p> <p>Sonda musi umożliwiać użytkownikowi zainstalowanie w niej osobnego zestawu przewodów i próżniowego przejścia typu D-sub do badań nanourządzeń podatnych na uszkodzenia spowodowane wyładowaniami elektrostatycznymi, takich jak np. nanodrut.</p>	<p>Multifunctional probe that will allow magnetotransport characterization of nanodevices. Probe should have wired socket connected to the 12-pin puck interface and be equipped with calibrated thermometer. The probe should accept sample mounting boards for rotator. The probe must allow socket to be placed at various angles and at position along the bottom part of the probe.</p> <p>The probe must allow the user to install in it a separate set of wires and D-sub vacuum feedthrough for studies of nanodevices that are susceptible to damage from electrostatic discharge, such as e.g. nanowires.</p>
2.	Płytki montażowe próbek do rotatora służące do pomiaru oporności (3 szt.)	Rotator resistivity sample boards (3 pcs.)
3.	Uniwersalna płytka montażowa próbek do rotatora (3 szt.)	Rotator universal sample boards (3 pcs.)
4.	Płytki montażowe próbek do rotatora i służące do pomiaru oporności z równoległym polem magnetycznym (2 szt.)	Rotator sample boards for parallel magnetic field (2 pcs.)
5.	Próbnik do pomiarów oporności z użyciem prądu przemiennego i stałego (AC i DC) (2 szt.)	Sample pucks for AC and DC resistivity measurements (2 pcs.)