## Załącznik Nr 1

**SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

**Modułowy reaktor przepływowy**

Przedmiotem zamówienia jest fabrycznie nowy System do prowadzenia reakcji w warunkach przepływu (modułowy reaktor przepływowy).

**Wymagania Ogólne**

1. Każdy moduł stanowi oddzielne i niezależne urządzenie, umożliwiające łatwe konfigurowanie systemu reakcyjnego i dostosowanie go do planowanego procesu
2. Wszystkie moduły sterowane są z poziomu własnego wbudowanego interfejsu lub za pomocą oprogramowania na komputerze PC, kompatybilnego z każdym modułem

**Specyfikacja Modułów wchodzących w skład systemu:**

**Moduły pompowania reagentów**

1. Moduł/y umożliwiające podaż reagentów oparte o pompy strzykawkowe umożliwiające bezpulsacyjną podaż cieczy w całym zakresie przepływu
2. Pojedynczy moduł pompy wyposażony w nie mniej niż **2** niezależne kanały do podawania cieczy,
3. Łączna liczba niezależnych kanałów podawania cieczy wchodzących w skład systemu reakcyjnego nie mniejsza niż **4,**
4. Każdy kanał pompy działający w oparciu o strzykawki, umożliwiające nieprzerwany i bezpulsacyjny pobór i podaż cieczy w całym zakresie przepływu z podstawionego naczynia do dalszych modułów systemu reakcyjnego,
5. Zakres ciśnienia roboczego nie węższy niż 0-20 Bar,
6. Regulacja przepływu dla każdego kanału pompy nie węższa niż od 1 μL/min do 10 mL/min,
7. Dokładność przepływu nie gorsza niż 0,2% CV, dla pełnego skoku strzykawki,
8. Precyzja przepływu nie gorsza niż 0,06% CV, dla pełnego skoku strzykawki,
9. Możliwość zastosowania strzykawek w co najmniej 2 różnych rozmiarach,
10. Moduł dostarczany z kompletem strzykawek umożliwiających przepływ w zakresie co najmniej 10μL/min do 10 mL/min,
11. Możliwość podawania cieczy z naczynia w nadciśnieniu gazu obojętnego do kanału pompy,
12. Każdy kanał pompy wyposażony w czujnik ciśnienia,
13. Moduł pompy w interfejs umożliwiający sterowanie, programowanie oraz monitorowanie parametrów pracy,
14. Monitorowanie ciśnienia roboczego z dokładnością 0,1 Bar,
15. Moduł Pompy sterowany z poziomu wbudowanego interfejsu lub dostarczonego oprogramowania na komputerze PC wspólnego dla wszystkich dostarczonych modułów,
16. Możliwość napełniania strzykawek oraz przewodów odbywa się automatycznie z poziomu interfejsu urządzenia lub z dostarczonego oprogramowania na PC,
17. Możliwość programowania warunków podawania cieczy takich jak przepływ, ciśnienie graniczne, czas pompowania cieczy, objętość pompowanej cieczy indywidualnie dla każdego kanału pompy,
18. Moduł pompy umożliwiający wykonanie testu szczelności układu i wykrywania przecieków z poziomu wbudowanego interfejsu lub oprogramowania na PC,
19. Zabezpieczenie modułu pomp przez zbyt wysokim ciśnieniem,
20. Możliwość pompowania reagentów/rozpuszczalników o niskiej temperaturze wrzenia jak np. eter dietylowy bez zjawiska kawitacji w całym zakresie przepływów,
21. Pompy odporne na dostanie się pęcherzyka gazu do układu,
22. Elementy zwilżane pompy odporne na działanie silnych kwasów, silnych zasad i odczynników organicznych,
23. Elementy zwilżane wykonane z PCTFE, PTFE lub szkła,
24. Materiały zewnętrzne, z których wykonano moduł odporne chemicznie.

**Moduł Przechowywania i podawania reagentów w atmosferze gazu obojętnego**

1. Moduł posiadający miejsce do umieszczenia 4 butelek na reagenty o pojemności nie mniejszej niż 250 mL do przechowywania reagentów pod ciśnieniem gazu obojętnego umożliwiającego pracę z reagentami wrażliwymi na powietrze oraz wilgoć,
2. Umożliwia podawanie reagentów pod ciśnieniem redukując kawitację dla odczynników o niskiej temperaturze wrzenia,
3. Butelki na reagenty wykonane ze szkła z nakrętką z tworzywa zaopatrzoną w septum umożliwiające napełnienie butelki wysoce reaktywnymi reagentami przez kaniulę,
4. Ciśnienie gazu zasilającego moduł 1-10 Bar
5. Możliwość regulacji ciśnienia gazu podawanego do butelek w zakresie do 1 Bar,
6. Materiały zwilżane wykonane z szkła lub PTFE,
7. Materiały zewnętrzne, z których wykonano moduł odporne chemicznie.

**Moduł Grzewczy Reaktorów**

1. Moduł umożliwiający kontrolę i regulację temperatury roboczej podłączonego reaktora w zakresie nie węższym niż od temperatury pokojowej do 250 °C
2. Dokładność nastawy temperatury ±1°C,
3. Moduł grzewczy wyposażony w interfejs umożliwiający sterowanie, programowanie oraz monitorowanie parametrów pracy,
4. Moduł grzewczy sterowany z poziomu wbudowanego interfejsu i dostarczonego oprogramowania na komputerze PC wspólnego dla wszystkich dostarczonych modułów,
5. Monitorowanie temperatury reaktora z dokładnością ±0,1 °C,
6. Dokładność kontroli temperatury nie gorsza niż ±1 °C,
7. Moduł umożliwia wykorzystanie reaktorów kapilarnych, reaktorów do reakcji na fazie stałej i mikroreaktorów szklanych lub kwarcowych,
8. Zakres temperatur roboczych dla reaktorów nie węższy niż:
	1. Od temperatury pokojowej do 250 °C dla reaktorów kapilarnych,
	2. Od temperatury pokojowej do 150 °C dla reaktorów do reakcji na fazie stałej,
	3. Od temperatury pokojowej do 250 °C dla mikroreaktorów szklanych/kwarcowych,
9. Moduł grzewczy reaktorów dostarczany z szklanym mikroreaktorem i odpowiednim adapterem o następujących parametrach:
	1. Pojemność reakcyjna reaktora 250μL
	2. Trzy porty wlotowe
	3. Jeden port wylotowy
	4. Zakres temperatury roboczej szklanego mikroreaktora nie węższy niż
	-100°C do 250°C
	5. Maksymalne ciśnienie robocze nie mniej niż 20 Bar
10. Moduł Grzewczy reaktorów dostarczany w komplecie z adapterem i co najmniej czterema reaktorami wysokotemperaturowymi do reakcji na fazie stałej wykonanych ze szkła lub PTFE o pojemności (maksymalne ciśnienie robocze nie mniej niż 20 Bar):
	1. 0.7 mL±0.2 mL
	2. 2.4 mL±0.2 mL
	3. 5.6 mL±0.5 mL
	4. 11 mL±1 mL
11. Materiały zewnętrzne, z których wykonano moduł grzewczy odporne chemicznie.

**Moduł Chłodzący Reaktory**

1. Moduł umożliwiający kontrolę i regulację temperatury roboczej podłączonego reaktora w zakresie nie węższym niż od -100 °C do temperatury pokojowej,
2. Do chłodzenia wykorzystywana jest energia elektryczna,
3. Dokładność nastawy temperatury ±1 °C,
4. Moduł chłodzący wyposażony w interfejs umożliwiający sterowanie, programowanie oraz monitorowanie parametrów pracy,
5. Moduł chłodzący sterowany z poziomu wbudowanego interfejsu i dostarczonego oprogramowania na komputerze PC wspólnego dla wszystkich dostarczonych modułów,
6. Monitorowanie temperatury reaktora z dokładnością ±0,1 °C
7. Moduł umożliwia wykorzystanie reaktorów kapilarnych i mikroreaktorów szklanych lub kwarcowych,
8. Zakres temperatur roboczych dla reaktorów nie węższy niż:
	1. Od -70 °C do temperatury pokojowej dla reaktorów kapilarnych,
	2. Od -100 °C do temperatury pokojowej dla mikroreaktorów,
9. Moduł chłodzący reaktorów dostarczany z szklanym mikroreaktorem o następujących parametrach:
	1. Pojemność reakcyjna reaktora 250 μL,
	2. Mikroreaktor z wbudowaną sekcją do wstępnego schłodzenia reagentów przed wymieszaniem,
	3. Trzy porty wlotowe,
	4. Jeden port wylotowy,
	5. Zakres temperatury roboczej szklanego mikroreaktora nie węższy niż
	-100 °C do 250 °C
	6. Zakres ciśnienia roboczego nie węższy niż 0-20 Bar,
10. Materiały zewnętrzne, z których wykonano moduł chłodzący odporną chemicznie,

**Moduł ekstrakcji ciecz-ciecz w warunkach przepływu**

1. Moduł umożliwiający przeprowadzenie procesu ekstrakcji ciecz-ciecz w warunkach przepływu do kombinacji niemieszających się roztworów organicznych i wodnych,
2. Moduł wyposażony w przyłącze do strumienia pochodzącego z dowolnego reaktora lub modułu pompy wchodzącej w skład systemu oraz przyłącze dla rozpuszczalnika stosowanego do ekstrakcji podawanego za pomocą modułu pompy,
3. Separacja fazy wodnej i organicznej odbywa się po procesie ekstrakcji na membranie o charakterze hydrofobowym,
4. Materiał membrany PTFE, rozmiar porów 2 2μm,
5. Materiały zwilżane wykonane ze szkła lub PTFE,
6. Objętość separatora nie więcej niż 100 μL,
7. Wbudowany regulator ciśnienia zwrotnego,
8. Robocze ciśnienie gazu na wejściu do modułu regulacji ciśnienia zwrotnego 4-10 Bar
9. Regulacja ciśnienia zwrotnego w zakresie nie mniejszym niż 1-9 Bar,
10. Dokładność regulacji ciśnienia zwrotnego -0,0 Bar / +0,4 Bar,
11. Regulacja ciśnienia transmembranowego w zakresie nie mniejszym niż
0-500mBar
12. Dokładność regulacji ciśnienia transmembranowego nie gorsza niż 20 mBar (przy ciśnieniu zwrotnym 2-9 Bar)
13. Moduł ekstrakcji ciecz-ciecz wyposażony w interfejs umożliwiający sterowanie, programowanie oraz monitorowanie parametrów pracy
14. Moduł ekstrakcji ciecz-ciecz sterowany z poziomu wbudowanego interfejsu i dostarczonego oprogramowania na komputerze PC wspólnego dla wszystkich dostarczonych modułów
15. Monitorowanie ciśnienia zwrotnego z dokładnością ±0,1 Bar i ciśnienia transmembranowego 10 mBar,
16. Materiały zewnętrzne, z których wykonano moduł odporne chemicznie.

**Moduł kontroli ciśnienia zwrotnego**

1. Moduł umożliwiający kontrolę i regulację ciśnienia zwrotnego w zakresie nie węższym niż od 1,0-20,0 Bar z dokładnością do 0,1 Bar bez jakiejkolwiek ingerencji w części wewnątrz modułu,
2. Moduł kontroli ciśnienia zwrotnego napędzany jest za pomocą sprężonego powietrza lub gazu pod ciśnieniem,
3. Do działania urządzenia wymagane jest zasilanie gazem/sprężonym powietrzem o ciśnieniu od 2 do 25 Bar,
4. Generator/butla z powietrzem wraz z odpowiednim reduktorem i przyłączami w zestawie, podające sprężone powietrze o ciśnieniu od 2 do 25 Bar do modułu kontroli ciśnienia zwrotnego,
5. Materiały zewnętrzne, z których wykonano moduł regulacji ciśnienia zwrotnego odporne chemicznie,
6. Materiał zwilżanych materiałów szkło lub PFA,
7. Moduł kontroli ciśnienia zwrotnego wyposażony w wyświetlacz LED i interfejs umożliwiający sterowanie, programowanie oraz monitorowanie parametrów pracy,
8. Monitorowanie ciśnienia zwrotnego z dokładnością 0,1 Bar,
9. Moduł kontroli ciśnienia zwrotnego sterowany z poziomu wbudowanego interfejsu i dostarczonego oprogramowania na komputerze PC wspólnego dla wszystkich dostarczonych modułów.

**Akcesoria**

1. Komplet przewodów i złączek wykonanych z PTFE,
2. Zestaw uszczelek do dostarczonych reaktorów,
3. Membrany dla modułu ekstrakcji i kontroli ciśnienia,
4. Zestaw zasilaczy do każdego z modułów 230V/50Hz,
5. Zestaw narzędziowy,
6. Osobna płuczka ultradźwiękowa,

**Oprogramowanie sterujące**

1. Komputer przenośny do sterowania modularnego systemu reakcyjnego wraz z dodatkowym monitorem 21” z zainstalowanym systemem Windows oraz Microsoft Office,
2. Oprogramowanie umożliwiające sterowanie, kontrolę oraz programowanie działania modułów pomp, modułu grzewczego, chłodzącego, ekstrakcji ciecz-ciecz, kontroli ciśnienia zwrotnego poprzez zmianę parametrów kontrolowanych przez wymienione moduły. System musi być w pełni zautomatyzowany, sterowany z poziomu oprogramowania pracującego w środowisku Windows. System musi umożliwiać wizualizację wszystkich danych (temperatura, ciśnienie, przepływ itd.) tworzenie i zapamiętywanie metod i konfiguracji, obróbkę danych,
3. Komunikacja modułów z komputerem PC odbywa się poprzez pośredni HUB, do którego za pomocą odpowiednich złącz podpinane są moduły a następnie za pomocą przewodu USB, HUB łączy się z komputerem,
4. Oprogramowanie pozwala na tworzenie kolejki następujących po sobie procesów,
5. Oprogramowanie pozwala na import parametrów pracy zapisanych w postaci pliku Microsoft Excel lub pliku w formacie .csv,
6. W przypadku doposażenia Modularnego Systemu do prowadzenia reakcji w przepływie o dodatkowe moduły wspomniane w powyższych wymaganiach technicznych lub inne kompatybilne z oprogramowaniem, do ich podłączenia i sterowania nie jest konieczne wykupienie dodatkowej licencji.

**Wymagana możliwość rozbudowy Modularnego Systemu do Prowadzenia Reakcji w Przepływie**

1. Moduły muszą być kompatybilne z opisanym powyżej oprogramowaniem, bez konieczności dokupienia dodatkowej licencji,
2. Możliwość rozbudowy o nieograniczoną liczbę dodatkowych modułów pomp, grzania, chłodzenia, kontroli ciśnienia zwrotnego i ekstrakcji, temperatury itd.

**Dodatkowe wymagania**

1. Instalacja i instrukraż w laboratorium użytkownika,
2. Gwarancja 12 miesięcy,
3. Zestaw do rejestracji przebiegu reakcji (Kamera GoPro HERO 13 Black Creator Edition wraz z dwiema kartami pamięci Karta Pamięci SanDisk Extreme 512GB 190MB/s oraz statywem i akcesoriami).