

Inspiracją dla tego projektu jest szybki rozwój nowoczesnych technologii, takich jak urządzenie mikroprzepływowe 'Lab-On-Chip', innowacyjne materiały, np. miko- i nanowłókna, sztuczne i naturalne obiekty pływające, nanocząstki Janusa (o dwóch różnych powłokach powierzchni) lub hydrożele, będące jednymi z kandydatów na systemy dostarczania leków oraz oczyszczania wody.

Dodatkowo, nowe techniki eksperymentalne pozwalają badać ruch mikro- a nawet nanoobiektów biologicznych, takich jak DNA, aktyny, mikrotubule, bakterie czy plankton. Wraz z poszerzaniem dostępnej wiedzy dotyczącej morskich mikro-ekosystemów, rośnie uznanie dla ich znaczenie również w skali makro.

Jednocześnie wiedza na temat podstawowych zasad rządzących ruchem nano- i mikroobiektów w płynach jest wciąż dość ograniczona. Celem tego projektu jest wkład w wypełnienie istniejącej luki. Lepsze zrozumienie podstawowych mechanizmów istotnych dla badanych systemów wniesie wkład w rozwój metod manipulacji obiektami biologicznymi, takimi jak aktyny czy mikrotubule, metod wytwarzania nano- i mikroobiektów, oraz ochrony środowiska.

Wiele z interesujących mikroobiektów, zarówno naturalnych jak i wytworzonych przez człowieka, ma wydłużony kształt i sprężyste właściwości. Charakterystyczne cechy ich zachowania w przepływie zewnętrznym czy też pod wpływem grawitacji są badane doświadczalnie. Co zaskakujące, właściwości różnych typów cząstek, np. aktyn, nanowłókien, czy łańcuchów okrzemek, okazują się być podobne. Wyniki te wskazują, że podstawowe cechy dynamiki nie są zaburzone przez ruchy Browna, które są istotne w skali nano. Wspiera to koncepcję tego projektu, który koncentruje się na badaniu dynamiki mikrocząstek, dla których ruchy Browna są pomijalne.

Tematem tego projektu jest zbadanie dynamiki mikrocząstek w płynie w dwóch kontekstach: opadania pod wpływem grawitacji oraz unoszenia przez przepływ. W szczególności jesteśmy zainteresowani wpływem giętkości cząstek oraz ich ładunku elektrycznego. Dodatkowo będziemy badać blisko powiązane zagadnienie mikrocząstek oraz tzw. 'cząstek Janusa': sztucznie wytworzonych samonapędzających się nano i mikrocząstek.

Jednym z głównych tematów tego projektu jest sedymentacja mikrocząstek. Chcemy zbadać, jaki wpływ mają w tym kontekście sprężystość i ładunki elektryczne cząstek. Proces sedymentacji ma duże znaczenie dla przemysłu oraz środowiska. W dotychczasowych badaniach zajmowaliśmy się opadaniem kilku giętkich włókien. Zaobserwowaliśmy ciekawe zachowanie układu: cząstki przyciągały się, odpychały lub ustawiały równolegle do siebie, w zależności od giętkości włókien oraz początkowej konfiguracji. Takie dwucząstkowe oddziaływanie pomiędzy włóknami zapewne ma przełożenie na dynamikę i częściowe porządkowanie także w większych grupach cząstek.

Występujące w naturze mikroobiekty zanurzone w płynie często są naładowane elektrycznie. Interesujące jest więc zagadnienie, jaki jest wpływ ładunku na dynamikę. Brytyjski matematyk Samuel Earnshaw wykazał w 1842 roku, że w próżni nie może istnieć stabilny rozkład ładunków. Również w płynie do niedawna nie były znane stabilne układy nie naładowanych cząstek. Ostatnio odkryliśmy, że stabilny rozkład naładowanych cząstek może jednak istnieć w lepkim płynie. W ramach tego projektu planujemy zbadać, jak ogólne jest to zjawisko i jakie jest jego znaczenie dla konkretnych układów.

Rozwijając opis teoretyczny układów wielu mikrocząstek, będziemy wykorzystywać numeryczne programy HYDROMULTIPOLE, które powstały i były jak dotąd intensywnie wykorzystywane w naszej Pracowni, we współpracy z wiodącymi ośrodkami naukowymi na świecie. Zaawansowany matematycznie, efektywny i dokładny algorytm powstał specjalnie w celu obliczeń ruchu układów wielu mikrocząstek w płynach. Wyniki teoretyczne zostaną w ramach tego projektu także porównane z doświadczeniami. Przeprowadzimy rejestrację video ruchu różnych rodzajów cząstek elastycznych i sztywnych opadających geowiatcyjnie w bardzo lepkim płynie (glicerynie i oleju silikonowym).