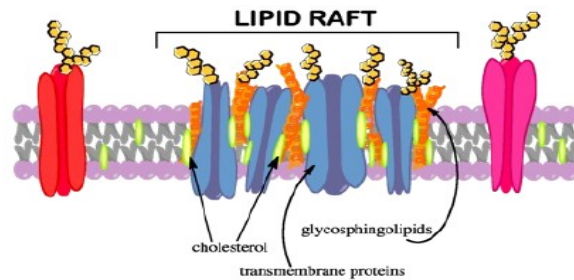


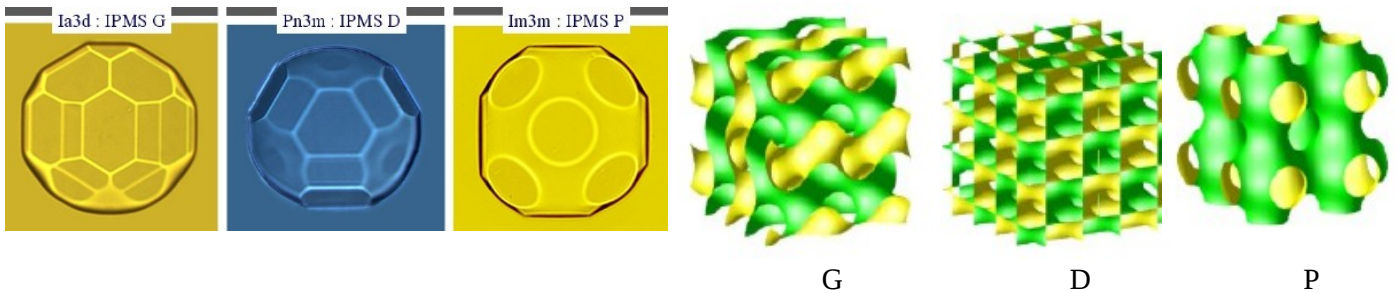
Termodynamika statystyczna płynów z niejednorodnościami w skali mezoskopowej

Atomy, cząsteczki lub cząstki koloidalne są równomiernie rozłożone w przestrzeni jeśli temperatura jest tak wysoka, że ruchy termiczne zapobiegają kondensacji. Jeśli temperatura jest dostatecznie niska i cząsteczki dążą do przyjęcia minimum energii potencjalnej, równomierny rozkład staje się niestabilny dla pewnego przedziału gęstości. W płynach prostych następuje wówczas współistnienie fazy ciekłej i gazowej. W przypadku naładowanych makromolekuł lub nanocząstek suma wszystkich oddziaływań może prowadzić do przyciągania na małych i odpychania na dużych odległościach. To odpychanie sprawia, że zamiast współistnienia ciecz-gaz powstają agregaty o rozmiarze określonym przez zasięg przyciągania, których odległość jest określona przez zasięg odpychania. W wodnych roztworach lipidów, których jedna część rozpuszcza się w wodzie a druga nie, w miejsce agregatów występują micelle lub dwuwarstwy. Znamienne jest to, że w żywych organizmach kluczową rolę odgrywają zarówno lipidy tworzące błony komórkowe, jak i naładowane makromolekuły, tworzące agregaty. Cząsteczki amfifilowe i naładowane cząstki są też składnikami miękkiej materii a samorzutna agregacja ma liczne zastosowania i ogromne, jeszcze nie wykorzystane możliwości.



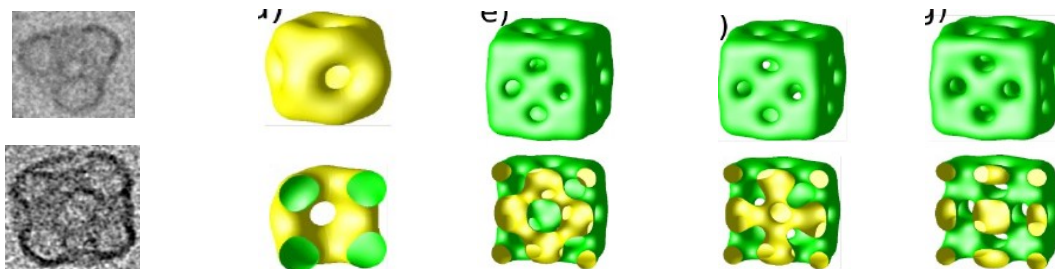
Rys. 1 Schematyczny szkic fragmentu dwuwarstwy lipidowej zawierającej agregujące białka.

W układach biologicznych komórka i organelle otoczone są elastyczną błoną. Niedopasowanie rozmiaru układu i typowej odległości między agregatami prowadzić może do zmiany rozmiaru i liczby agregatów, i do licznych anomalii, takich jak rosnące ciśnienie przy rosnącej objętości. Zawarcie agregujących cząsteczek w ograniczonej przestrzeni miało istotne znaczenie dla początków życia. W projekcie badany będzie wpływ ścian o różnych kształtach, sztywnych lub elastycznych, przepuszczalnych lub nie na samorzutną agregację. Do najciekawszych faz należą ciekłe kryształy o symetrii kubicznej, gdzie środek dwuwarstwy lipidowej jest powierzchnią, która w każdym punkcie ma kształt symetrycznego siodła. Taka dwuwarstwa rozdziela dwa porożgążane i rozłączne kanały wody. Podobnego typu strukturę ma retikulum endoplazmatyczne.



Rys.2. Monokryształy faz Ia3d (G), Pn3m (D), Im3m (P) i odpowiadające im wewnętrzne struktury.

Nanocząstki takich faz, tzw. kuzozomy, mogą być wykorzystane jako nośniki leków, zarówno rozpuszczalnych w wodzie jak i w organicznych rozpuszczalnikach. W ramach projektu badane będą ciekłe kryształy z nietrywialną wewnętrzną strukturą.



Rys. 4.

Rys.3. Małe kuzozomy. Obrazy z transmisyjnego mikroskopu elektronowego [Angelov et al Langmuir 28, 16647 (2012)] i teoretycznie otrzymane przez nas powierzchnie obrazujące położenie dwuwarstwy amfifilowej. W górnym rzędzie kuzozomy, w dolnym ich przekroje.