

Z naukowego punktu widzenia projekt ten podejmuje wa ne dla dalszego rozwoju fizyki statystycznej kwestie zwi zane z:

1. obserwacj nieznanych dotychczas tzw. hybrydowych przemian fazowych oraz
2. istnieniem układow fizycznych, dla których zasada równowa no ci zespołów statystycznych, b d ca jednym z fundamentów fizyki statystycznej, nie jest spełniona.

Parowanie wody, topnienie niegu, utrata magnetycznych własno ci podgrzanego kawałka elaza, nadprzewodnictwo – wszystkie te zjawiska s przykładami przemian fazowych. Wyja nienie przyczyn i okre lenie warunków wyst powania przemian fazowych, uznawanych za najbardziej fascynuj ce własno ci materii, stanowiło jedno z najwi kszych wyzwa fizyki ubiegłego wieku. W tym czasie udało si zrozumie i wytłumaczy wiele zagadnie zwi zanych z tymi zjawiskami oraz wypracowano uniwersalne metody pozwalaj ce opisywa przemiany fazowe w ró nych układach.

W szczególno ci, pokazano, e mimo wielkiej ró norodno ci obserwowanych przemian, mo na je podzieli na dwa rodzaje: nieci głe i ci głe. Pierwsze z nich zachodz nagle. Na przykład, przemiana wody w lód dokonuje si nagle. W ustalonym ci nieniu i powy ej temperatury topnienia woda jest płynna i ruchoma, a poni ej tej temperatury jest stała i sztywna. Nie ma nic pomi dzy jedn faz i drug – woda nie staje si mniej płynna zanim przemieni si w lód. W punkcie przemiany, g sto wody zmienia si skokowo. Inaczej jest w wypadku ci głych przemian fazowych, nazywanych krytycznymi. Mówi si , e zachodz w sposób burzliwy. W pobli u punktów krytycznych, w których te przemiany nast puj , badane układy staj si niezwykle podatne na ró ne zaburzenia. W takich układach nawet niewielka zmiana parametrów zewn trznych, na przykład temperatury, mo e spowodowa ogromne lawinowe zmiany. O zbli aniu si do punktów krytycznych wiadczy ogromne fluktuacje ró nych parametrów wewn trznych badanych układów, cho u rednione warto ci tych parametrów, zachowuj si w sposób ci gły – inaczej ni w przypadku nieci głych przemian.

B d ce przedmiotem bada w tym projekcie, hybrydowe przemiany fazowe zawdzi czaj sw nazw pochodz cym z mitologii greckiej stworom – hybrydom (np. chimerze, która była potworem o głowie lwa, tułowiu kozy i ogonie w a), poniewa podobnie, jak mityczne hybrydy ł cz nie pasuj ce do siebie elementy. Tymi elementami s cechy przemian fazowych nieci głych i ci głych, o których dotychczas s dzono, e nie mog współistnie w tym samym układzie. Jednym z celów tego projektu jest poznanie mechanizmów prowadz cych do powstawania hybrydowych przemian fazowych.

Oprócz hybrydowych przemian fazowych, w projekcie badane b d również układy, w których nie jest spełniona zasada równowa no ci zespołów statystycznych, b d ca jednym z fundamentów fizyki statystycznej. Pochodz ca z pocz tku XX wieku, z prac J.W. Gibbsa (który jest uznawany za prekursora i twórc fizyki statystycznej), idea równowa no ci zespołów jest jednym z fundamentów fizyki statystycznej i jest gł boko zakorzeniona w jej teorii i metodach. Dzi ki idei równowa no ci zasadne jest, na przykład, traktowanie temperatury i energii jako zmiennych sprz onych. Dzi ki tej idei ma te sens poj cie „równania stanu układu termodynamicznego”, przykładem którego jest znane równanie Clapeyrona, które opisuje stan gazu doskonałego. Prawdziwo tej zasady została zakwestionowana na pocz tku XXI wieku, gdy pokazano, e w niektórych układach fizycznych z dalekozasi gowymi oddziaływaniami wykorzystanie metod opartych o dwa ró ne zespoły nie prowadzi do tych samych wyników. Czy podwa a to wiarygodno wypracowanych w XX wieku metod fizyki statystycznej? Zrozumienie przyczyn załamania si idei równowa no ci zespołów statystycznych w wybranych układach fizycznych jest kolejnym celem tego projektu.