

科 目		必・選	担 当 教 員		学年・学科		単位数	授 業 形 態			
物性物理 (Condensed matter physics)		選	直井 弘之		2 年生 メカトロニクス工学専攻 エコシステム工学専攻		学修単位 2	半期 週 2 時間			
授業概要		専攻科では、各専攻ごとに様々な視点から「物質」を取り扱うことになる。物性物理では、「物質」を取り扱うための視点を用意して、物性に対する理解を深めることを目的とする。とくに、固体が有する様々な性質がみくろの構成要素にもとづいて解明されることを学ぶ。									
到達目標		1. 物質の特性を理解するための視点として、統計力学の基本的な考え方を理解して、簡単な物理系に対して自由エネルギーなどの熱力学的諸量を計算できる。 2. 統計力学にもとづいて、理想気体、金属、磁性体等の巨視的性質を導くことが出来る。									
評価方法		試験(1回)：50パーセント 課題レポート：50パーセント									
教科書等											
内 容		(110分授業を15回実施する。なお、1回の自宅演習は240分を目処にする。)						学習・教育目標			
第 1 回	オリエンテーション 物性物理の視点	(自宅演習)						C-1			
第 2 回	ミクロの世界1 量子力学の復習 1 (不確定性とは)	(自宅演習)						C-1			
第 3 回	ミクロの世界2 量子力学の復習 2 (量子井戸)	(自宅演習)						C-1			
第 4 回	ミクロの世界3 量子力学の復習 3 (Quantum Tunnellingと情報)	(自宅演習)						C-1			
第 5 回	ミクロとマクロをつなぐ1	(自宅演習)						C-1			
第 6 回	ミクロとマクロをつなぐ2	(自宅演習)						C-1			
第 7 回	ミクロからマクロへ (More Is Different)	(自宅演習)						C-1			
第 8 回	ミクロからマクロへ (分配関数)	(自宅演習)						C-1			
第 9 回	ミクロからマクロへ (自由エネルギー, 理想気体と調和振動子)	(自宅演習)						C-1			
第10回	ミクロからマクロへ (相転移と臨界現象)	(自宅演習)						C-1			
第11回	金属の物性	(自宅演習)						C-1			
第12回	絶縁体の物性	(自宅演習)						C-1			
第13回	マクロの世界 熱力学1	(自宅演習)						C-1			
第14回	マクロの世界 熱力学2	(自宅演習)						C-1			
第15回	期末試験	(自宅演習)						C-1			

※合格ラインについて、特に記載の無いものは、60点以上を合格とします。

物性物理の視点

物性物理がカバーしている領域を限定することは難しい。特に、はっきりと対象を限定して、それについて理解を深めてゆくという学問ではないと考えるからである。むしろ、物性を理解するための視点を与える、といったほうがよいかもしれない。本講義では、統計力学を通して物質を眺めることによって、ミクロの構成要素の属性から電気伝導性、磁性、誘電性など、あらゆる物性が説明されることを学ぶ。

ミクロの世界を支配する物理法則

電子などのミクロな系の物理を支配するのは量子力学である。電子には、粒子性と波動性が共存していることを学ぶ。特に、量子力学を通して、井戸型ポテンシャル中の粒子を眺めたときに現れる性質を通じて、

チェックポイント

- ・微視的对象に対して現れる粒子性および波動性を結ぶ関係について説明できる。
- ・井戸型ポテンシャル中の粒子の波動関数およびトンネル効果に微視的な現象の特徴を説明できること。

マクロの世界を支配する物理法則

ミクロな系の物理を支配するのは量子力学であるが、多数のミクロな構成要素が集まったマクロな系は、ミクロな系とはまったく異なる性質を示す。マクロな系の性質を解明するには、熱学が有効であることを学ぶ。

チェックポイント

- ・熱力学の諸法則およびヘルムホルツの自由エネルギーなどの熱力学関数の意味を説明できること。

ミクロとマクロをつなぐ

多数の原子、電子から構成されるマクロな系の性質を解明するためには、統計力学の考え方が有効であることを示す。

チェックポイント

- ・孤立系に対するエネルギー等重率の法則および熱浴に接する巨視的系に対するボルツマン分布の意味を説明できる。

統計物理学の見方

統計力学を通してマクロな系を眺める際には、拡張したエネルギー（自由エネルギー）を通してマクロな系を眺めると、その振る舞いが明らかになることを学ぶ。

チェックポイント

- ・エントロピーの意味を知り、この考え方に基づいて相転移現象を説明できること。
- ・ミクロの構成要素の属性から、圧力、磁化、などの巨視的な熱力学的諸量を求めることができること。例えば、相互作用のない粒子系の分配関数から、理想気体の状態方程式が導けること。

金属の物性

ミクロの構成要素である電子の属性に基づいて、金属の電気伝導について説明できることを示す。特に、バンド理論に基づいて、金属、半導体、絶縁体の識別が可能になることを学ぶ。

チェックポイント

- ・バンド理論に基づいて、金属、半導体、絶縁体の識別ができることを説明できること。

磁性体の物性

電子には、電荷を持つという属性の他に、磁気モーメントという属性をも有する。この性質から、固体が磁気的性質を帯びることが説明できることを示す。

チェックポイント

強磁性体のプロトタイプであるイジングモデルに対して、分子場（平均場）理論を適用することによって、強磁性体の磁化過程を説明できること。