

4月19日の講義のコメントへの回答：

熱力学の法則はマクロのものへ適用するものだ、という認識で合っていますか？また、マクロとマイクロはなぜ、そしてどのように分けられるのでしょうか？つまり、マイクロに特有の性質は、いつからその性質を示さなくなり、いつからマクロ特有の性質を示すようになるのでしょうか？その過程や、中途半端な状態がどうなっているか、疑問を持ちました。

1回目の講義で説明しましたが、講義で説明するのはマクロな系に対して成り立つ標準的な熱力学です。一方で、熱力学の適用範囲をマクロから拡張して、マイクロとマクロの中間状態に対する熱力学も1990年代以降に発展しました。

"まだ熱力学というものが自分の中でふわふわして理解でききれてない感じがありますが、これから頑張っていこうと思います。"

はい。

今回熱容量の定義をされましたが、今回の定義では温度変化が微量のときしか熱容量は使えないように見えますがそれはどうなのでしょう。"

温度変化が一般の場合も、講義で説明したように、積分で定義できます。

"前回の講義で操作的定義をすると宣言してくださったおかげで、どういう物理量をどういう順番でどういうふうに定義するかというのを意識するようになったので、今のところ講義の内容を理解できている(気になっている)。

それはよかったです。これから、次第に難しい概念がでてきます。

私は前回の感想で「圧力はベクトル？」の記事についてコメントした者ですが、今回の講義前に質問に行かなかったので、次回質問に行ってもよいですか？質問に行かなかった理由を正直に言うと「恥ずかしかったから」です。(こんなのだから物理が全然わからなくなるのだろう。)次は勇気を出して質問します。"

はい。

なぜ大学物理において、改めて熱容量を定義しなおす必要があるのか、もう一度教えていた

だけませんか。

何が定義されて、何を前提として、どの実験によって何が新たに帰結されるのか、という論理そのものを学ぶためです。その結果として、高校のときまでの熱力学では手も足もでなかった熱力学現象に関わる問題を解決することができます。

"確認程度のもので。

前提:物質の状態を表すパラメータとして温度なるものがあり、それは温度計で測定可能であると

熱の定義:熱接触によって物質間の温度は変化する→変化する際に何らかの物質量が受け渡されているはず→それを熱と定義する。(現在は定積など特定の場面で定義されている)

この認識であっていますか?"

はい。

操作的定義に基づいて高校でも扱った熱容量や熱、仕事を定義していく事で、漠然としていたそれらの認知がよりはっきりしたものになった。

それはよかったです。

ブラックホールに対しても、基準物質と比較して熱を定義し個性を記述することはできるのでしょうか。稚拙な質問で申し訳ないです。

ブラックホールには、別の観点から熱力学があることが分かっています。その熱力学に対して、標準的な熱力学に沿った形で捉えようとする研究があるらしいですが、即答できません。

講義中に質問のあった状態変数の決定に関する疑問は、僕にとっては思いもよらないもので、衝撃を受けた。与えられたものを無批判に受け入れるのではなく、よく咀嚼することが基本的な姿勢として必要だと痛感した。ところで、今回の講義から物質質量 N [mol]が登場したわけですが、この量はミクロの世界を"カンニング"することなく決定できる量なのでしょうか？

モル(物質質量)は化学反応から定量化されたもので、ミクロ的な実在と無関係に決まるのです。

"熱力学的仕事はマクロな力がする仕事であるということが、なんとなくわかったつもりで

いたが、明示的な説明を聞いてスッキリした。また、熱力学第一法則はエネルギーの保存のことを言っていると同時に、マクロな仕事を熱力学的仕事、ミクロな仕事を熱としてみなすということを宣言しているのではないかと感じた。

おお。まさに、その通りです。次回の講義で説明します。

熱力学的仕事の説明の中で、マクロな力のする仕事のことを考えているのに、微小量の長さが出てくることに違和感を抱いた。

ここで言う微小量とは、量子力学的効果が現れるミクロな長さという意味ではなく、熱力学的仕事を足し合わせた結果、ある範囲の誤差に収まるように定めた、ある程度小さいマクロな距離のことではないかと感じた。

重要な論点です。基本的にそのとおりですが、小さいマクロな距離の（操作的な）定義が必要ですね。次回の講義で補足します。

また、講義のあと温度について色々考えたが、理想気体を仮定せずに温度を定義するにはどうすればよいかわからなくなった。"

現在使われている温度の「目盛り」は、理想気体を基準にして作られていますが、目盛り間隔を除いては普遍的であることはあとで示します。（この講義では、ある温度計を認めてその目盛りを使っていますが、温度についての普遍的な特徴づけを行います。）