

# 物理研究班通信

第247号

◎令和元年度 10月例会 (R1.10.26)  
村尾, 筒井, 澤田, 尾野田, 乃口, 本田,  
佐藤, 岡田友

(担当 岡田友)

## ○ 10月例会の内容

< 本田先生 >

### ・ ダイオードの空乏層について

キャリアがなくなる場所を空乏層と呼ぶのであれば、ダイオードを順方向に接続した場合も、再結合により接合部でキャリアがなくなるので空乏層があるのではないかとの質問が生徒から出た。産総研のHPには、電圧をかける前の状態ですでにできている接合部での空乏層に関する記述が載っている。実際は、順方向に接続して電圧をかけた場合はキャリアが接合部に次々と送り込まれるので空乏層はできないと考える。一方、トランジスタでは逆方向にも電流が流れる。これはベースの部分が原子10個程度の厚さしかなく、その薄さが電子の物質波の波長より小さいために電流が流れるそうである。このように、空乏層についてはエネルギー準位や波数についても考える必要があるため、教科書のように電子を粒子として描いたイラストで説明するには限界があり、詳細について触れない方が高校生には理解しやすいとの結論に達した。

### ・ 光電効果における光電子による電流について

光電効果において、阻止電圧をかけて電子の運動エネルギーと電場からされる仕事が等しい時、光電流を0[A]と考えるが、実はまだ光電流は流れているのではないかとの質問が生徒から出た。数学的には正しいので、光電子は極板に届いていると解釈して良い。ただし、実験によって  $I=0$ [A]を示すのは難しく、器具の精度に依存する。実験的に電子の運動エネルギーの最大値を電圧から求めることができる場所に意義があり、授業では  $I=0$ [A]として扱って良いと思われる。

### ・ 圧気発火について

教科書の圧気発火の項目には「仕事から熱への転化」とあるが、断熱圧縮で  $Q=0$ [J]なので気体に熱は与えられていない。圧気発火ではピストンを押すという「仕事」を気体の内部エネルギーに変換して気体の温度を上昇させ、シリンダ内の綿に「熱」が移動して火が着くと考える。日常生活では摩擦熱の様に「熱が発生」すると表現する事がある。しかし、物理では「熱」とは温度変化の原因となる、移動していくエネルギーの一形態であり、物体は「発熱」による温度上昇が起こることはあっても、物体に「熱が発生」することはないと考える。摩擦熱は、摩擦力に逆らう仕事によって物体の熱運動が激しくなり、温度が上昇してまわりの物体に熱が移動すると考える。生徒に誤解や矛盾を与えないために、今一度整理してみる必要があるのではないかと。

### ・ 熱力学第2法則について

生徒から、熱力学第2法則では与えられた熱のすべてを仕事に変換できないと表現しているが、等温変化は  $Q=W$  なので、熱をすべて仕事に変換しているのではないかとの質問が出た。実際には等温変化では仕事で減少したエネルギーに相当する熱を恒温槽からもらいながら等温を保っているので、熱力学第2法則に反していない。熱力学第2法則の説明には様々あるが、すべて同じ内容なのか、生徒が理解しやすいのはどの説明なのか。永久機関が存在しない理由についてどのように説明するのか、エントロピーの説明はどうするのか等、説明の加減が難しい。

< 澤田先生 >

### ・ ボビンの回転運動について

前回のボビンの運動に対して、ボビンが回転するのは静止摩擦力によると記載した。丸いボビンを  $2n$  正多角形の回転板と考えると静止摩擦力によって回転している事が理解しやすい。その後、 $n$  を  $\infty$  にして円に近づける過程で、理想気体の分子運動論の類推を下に、静止摩擦力から動摩擦力へと転移するのは、との考えで計算してきた結果、静止摩擦力のままであったとの報告があった。

<乃口先生>

• **ニュートンの冷却則の検証について**

観音寺一高では1年生に科学探究基礎があり、その中で物理を3時間で教える講座がある。そこで、白湯が冷める過程を記録して法則性を見いだす実験を実施したそうであるが、室温との温度差が指数関数的に減衰するというニュートンの冷却則が成り立つのは、温度差が大きい場合であったそうである。この原因を探るため、右図右のデジタル温度計を用いて紙コップに入れた水の量や蓋の有無と温度変化との関係を調べた。結果、蓋をして実験する方が良い事、水量が多い方が良い事、室温は常時測定する方が良い事が分かった。さらに精度を高めるため、右図左の白金測温体を温度計にしたデータロガーを用いて、室温も常時測定しながら実験したところ、ニュートンの冷却則に良く合った結果になったそうである。熱の実験では、対流や温度計の場所等、種々の条件を毎回揃えるのは難しい。



• **液体金属について**

常温で液体状態のガリンスタンと呼ばれる、ガリウム・インジウム・スズの合金をA4のコピー用紙などに擦りつけると、右図のように中心部分に金属光沢を生じるが、その周辺には黒い部分ができる。黒い部分は、金属の層が薄くなり反射率が落ちることで生じる現象とのこと。同じような現象は銀やアルミニウム等でも生じる。このガリンスタンは水銀のような毒性がないので扱いやすいが、ガリウムを含んでいるため脆化が起きやすく、アルミニウム等には付着しないように注意が必要。



<村尾先生>

• **アナログ加速度計について**

電圧計の表示部を加速度目盛りにしたアナログ加速度計の紹介である。今年5月の例会(244号参照)でも紹介されたアナログ加速度計について、加速度センサーをADXL335に変更していた。アナログのため、細かな雑音や微振動を捉えないので余計な情報に惑わされないというメリットがある。センサー自身が小型なので、本体を自由落下させたり振り子運動させたりすることが可能である。周期が長い振り子運動では位置と加速度の変化が良く分かる。



• **ソフトの修正について**

村尾先生がこれまで開発してきたPC計測用シミュレーションソフトを集めたHPを開設している。ソフトを修正してあるので、PC上に「保存」してある場合は再ダウンロードしてもらいたい。対象ソフトは「波形表示」と「音の作成」である。<http://www.e.pikara.ne.jp/murao>

<尾野田先生>

• **有効数字について**

有効数字を考慮しながら計算していくと途中で桁数が落ちてしまい、最終的な答えが1桁になってしまうことがある。計算途中では有効数字を1桁多めに残して計算していくと桁落ちを防げる。生徒にも計算途中の有効数字について注意喚起していく必要がある。

○ **令和元年度1月例会の予定**

- 日時 令和2年1月18日(土) 15:00~
- ちょっとした演示実験や興味ある話題、授業での疑問点など話題は何でもかまいません。
- 部活動などで大変だと思いますが、多くの物理担当の先生方の参加をお待ちしています。