

物理チャレンジ2023 第2チャレンジ実験問題講評

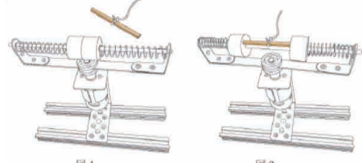
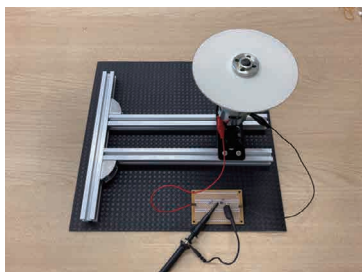


実験問題部会 部会長
電気通信大学/元東京大学 末元 徹

今年の実験問題は、2つの大問で構成した。課題1では角運動量の概念を理解し、角運動量保存則が成り立つことを体験してもらった。課題2ではLEDと太陽電池の働きをpn接合の観点から理解することを目標とした。

課題1 回転運動と角運動量保存の法則

フィギュアスケートの選手が回転しながら腕を縮めると回転が速くなるのは、テレビなどでなじみのシーンである。これは角運動量の保存則から説明できる現象であるが、これを実験で確かめてみようというのが、この課題の狙いである。DCモーターの軸を回転させると、角速度に比例する起電力を発生するので、これをオシロスコープの画面に表示させて角速度の時間変化を記録する。図はモーターの軸に数枚のCD板を取り付けた状態である。これを手で回して減衰の様子を観察し、その結果からCDの枚数によって慣性モーメントIが変わることを確かめ、モーター自身のIと減速トルクを求める。問題の後半では回転中に支え棒を引き抜きバネの力で錘を中心方向へ移動させるという巧妙な仕掛けで、フィギュアスケートを再現した。引き抜きの瞬間にIが小さくなって角速度が大きくなることを確かめてもらう(ここまでに100点)。そのときのエネルギーの変化や、その後の減衰の様子についての設問を「発展問題」として設け、ボーナス点を与えた。

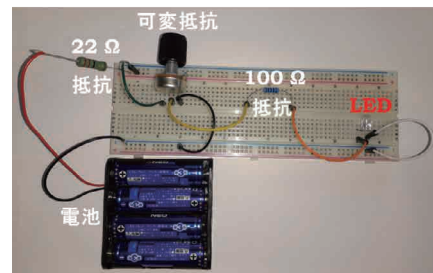


回転運動の実験装置

課題2 LEDと太陽電池

太陽電池は電卓の電源や屋上の発電設備として、発光ダイオード(LED)はペンライトや電気器具の表示として、見慣れたものであるが、いずれも半導体のpn接合という概念で理解できるところに気づいてもらうのが狙いである。実験に用いる回路は、電池ボックスと可変抵抗、LEDなどから構成され、各自ブレッドボード上に組み立てる。そして電流と電圧をデジタルマルチメータで測定する。まず、LEDの電流-電圧特性を測定し、LEDの種類によって電流の流れ始める電圧が異なる事、そして、その電圧と発光の波長がバンドギャップ

の大きさに関係していることを確かめる。LEDの光を太陽電池に照射して電流を測定し、LEDの明るさ(電流値)に対してどのように変化するかを測定する。LEDの光を別のLEDに当てると起電力が生じる(発電できる)ことを確かめてもらうのがユニークな点であった。最後に太陽光のスペクトルを掲げ、太陽電池(Si)とLEDに使われている半導体の発電用材料としての長所短所を論じてもらった。(100点)



LEDや太陽電池の電流、電圧を測定する回路

成績

今回は多くの生徒が実験を最後まで行うことができたようで、アンケートでは楽しかった、面白かったという感想が多く、実験の面白さを伝えるという点では成功したといえる。

一方、平均点が目標の50%ラインを大きく超えた157.3点という高得点になり、上位者の点差が付きにくいという問題があった。

昨年は課題2の正答率が22%と非常に低く、課題1(80点)と課題2(120点)を合わせた平均点も低く(72.1点)なってしまった。その反省に立って、今回は設問の数を減らし、解答しやすい問題を作成したが、やや行き過ぎたようである。また、実験手順などの指示が細かくされていたので、生徒自身の工夫の余地があまりなかったという点で物足りなさを感じた人もいたようである。簡単な問題から難問までをうまく分布させるなどの工夫が必要と思われる。

