

物理研究班通信

第 280 号

令和 7 年度 9 月例会 (R7.9.27)

村尾, 白川, 筒井, 沢田, 小谷, 佐藤, 尾野田, 岡田友,
佐伯, 樋口, 野田, 川田, 本田 (報告書担当: 本田)

中学理科で学習する物理 <佐伯先生>

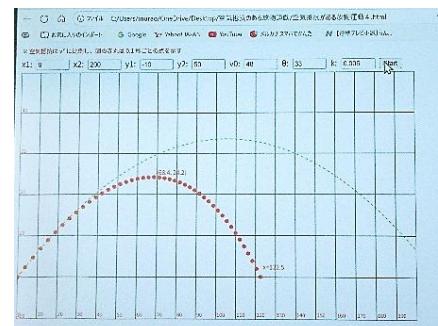
今の中学校で使われている教科書を見てみたら様々な発見があった。まず、1 分野 2 分野で分かれていない！（昭和 33 年の指導要領から存在していた 1 分野 2 分野は、分野間の壁を取り払うことで科学教育の質を向上させることを目指すため、平成 24 年から学年毎に一冊の教科書になっているようです。皆様、情報のアップデートを！）共有しておきたい情報は、以下の通り

- ・「密度」は 1 年の化学、「圧力」は 2 年の地学、「浮力」は 3 年の物理で定性的に学習
- ・「状態変化」は 1 年の化学、「熱量」は 2 年物理の電流のところで学習するが「熱平衡」や「ジュール熱」という言葉は出てこない。
- ・力のつり合いは 1 年、力の合成・分解は 3 年の物理で学習
- ・速さの増加する割合が、重力を斜面方向に分解した力と関係することも学習済

例会では、高校の教育課程についても話題となり、今後は物理基礎と物理を 1 つの科目として複数年で履修することが可能となる方向で動いていることも分かった。

空気抵抗がある放物運動 <村尾先生>

空気抵抗がある放物運動のシミュレーションプログラムを AI に書いてもらうことで、簡単に作成できた。グラフの横軸・縦軸それぞれの最小値と最大値 $x1, x2, y1, y2$ 、初速度 v_0 、水平方向からの打ち出し角度 θ 、空気抵抗の比例定数 k （速度の 2 乗に比例するとしている）を入力し、start をクリックすると、右図のような軌道を描いてくれる。たとえば、大谷翔平選手の 53 号ホームランは、打球速度が 173km/h (48m/s)、打球角度が 33° で、飛距離が 123m と公表されているが、この記録を元にシミュレーションを用いて算出した空気抵抗の比例定数 k は 0.005 であることが分かった。



音波の出入力による距離測定 <村尾先生>

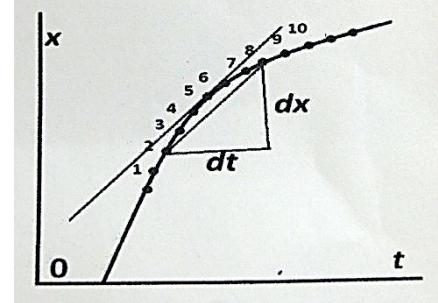
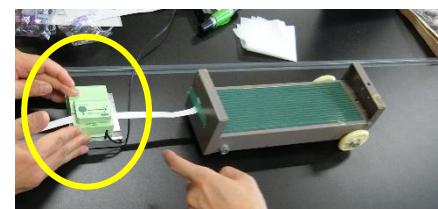
安価（¥135）な超音波センサー HC-SR04 を使用して距離測定器を製作した。Trig 端子に $10 \mu\text{s}$ のパルス波（この装置では $100 \mu\text{s}$ の音声パルス使用）を加えると 40kHz の超音波を出す。物体からの反射波が届くと Echo 端子から波の往復時間の幅の矩形波が出力され、矩形波の幅（超音波の往復時間）を測り、物体までの距離を求める。PASCO の距離センサーよりも近い 3cm 先からの測定が可能である。 $x-t$, $v-t$, $a-t$ グラフを表示するソフトもセットで研究班にいただいた。使用されたい方は一高までご連絡ください。



OPTICAL d TIMER-WEB の改善 <村尾先生>

ナリカの新方式記録タイマー（光学デジタル式）専用 WEB アプリ「OPTICAL d TIMER-WEB」における速度、加速度の求め方が改善された。たとえば、スムーズ値 7 で右図の x_5 での瞬間の速度を求める際、旧方式では x_2 と x_8 の間で 2.5mm 毎に x を求め、多数点を用いて最小二乗法で v を求めていた。新方式では、

$$v_5 = \frac{dx}{dt} = \frac{x_8 - x_2}{t_8 - t_2} \text{ とすることで、それが解消された。}$$

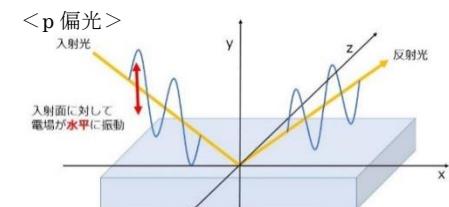
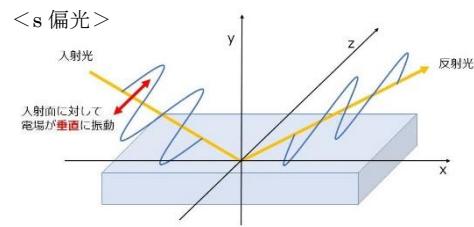


例会では、力学台車を「ちょん、ちょん」と 2 回、異なる力で押した際の $x-t$, $v-t$, $a-t$ グラフがどうなるかを予想し、実験した。力学台車を軽く押すという動作は、日頃の授業においては「初速度を与える」という扱いでしかなく、その部分に注目してグラフを予想したことはなかったので、思考を促すよい問い合わせた。

光の反射における位相の変化について <樋口先生>

光の反射について、高校物理では「屈折率が大きい媒質に対する反射では、固定端反射のように位相が反転する。」と学習し、理由までは教えていないが、これは光が反射、透過する際、その境界面で電場と磁場が連続であるための条件式を解いた結果、得られる解であり、光が境界面に対して垂直に入射する際は必ず成立する。しかし、斜め入射におけるs偏光、p偏光それぞれについて、同様にして解を求めたところ、p偏光の反射係数は $-\frac{\tan(\theta_i - \theta_t)}{\tan(\theta_i + \theta_t)}$ と記述されるため、屈折率が大きい媒質に対する反射で、位相が π 変化するとは必ずしも言い切れないことが分かる。

例会では、実際に光を用いる研究においてはs偏光のみにして実験を行っている場合があることが分かり、また、方解石で複屈折を観察した。

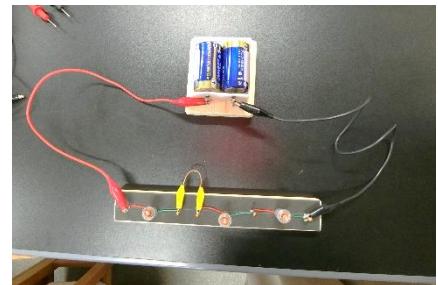


イラスト：工学技術の基礎用語 https://www.optics-words.com/kogaku_kiso/Fresnel-equations.html

研究授業報告：電位と電位差 <小谷先生>

9月26日（金）に高松第一高校で行われたSSH研究成果報告会にて小谷先生が実践した研究授業について報告された。内容は、「電位と電位差」の理解を深めるための演示実験及び生徒実験を含むアクティブラーニング型授業で、問い合わせ自体は湯口先生からいただいた資料を元にワークシートを作成した。

生徒は、回路から外れた部分の電位は必ず0Vと考えてしまったり、回路の途中が切断されて豆電球が消えていれば、たとえ電源と繋がっていても電位はすべて0Vと考えたりする傾向がある。そこで、実際に電位を測定すれば、予想と異なるという驚きを持って学習することができる。実験を通じて、電位ではなく、電位差があつて初めて電流が流れることを実感し、また、ワークシートの最後の問い合わせでは、回路の各点における電位と電位差を考えることで、コードを複雑に接続した場合でも、どの豆電球が点灯するかを予測できるため、楽しく学ぶことができていた。



実験キットの製作においては、インターネットで購入した安価な豆電球は明るさが不揃いであることや、細いリード線は抵抗が大きく、測定値が予想から大きく外れることがあるため注意が必要である。

10月例会：MRI基礎セミナー <沢田先生>

日時：10月11日（土）15:00～17:45

場所：徳島文理大学 高松駅キャンパス

講師：沢田 功 先生、山村 憲一郎 先生、中村 昌文 先生

参加者：高橋、若林、筒井、小谷、佐藤、尾野田、岡田友、岡田直、白幡、

佐伯、野田、渡邊、本田

初めに、高松駅キャンパスを見学した。診療放射線実習室にはCTやMRI装置などの検査機器と画像処理機器があり、アリーナやホール、お茶室も備えた18階建てで、建物外には薬草園もあった。

講座は、事前に研究班メンバーが沢田先生を通じて投げかけていたMRIに関する質問を中心に、臨床経験も豊富な二名の先生が解説する形で進められた。1.5Tの強力な磁場を生み出すために超伝導磁石を使っていること、そのために必要な液体ヘリウムの量が以前の1500Lから大幅に減り現在は7Lでよいこと、強磁場を発生させている中に、ラジオ波を人体に照射し、それを切った時に放出される体内の水素原子核の運動による信号を受信し画像化していること、そのため検査室はシールドされた部屋であることが分かった。MRI検査を受けたことがある人は一番気になっていたあの騒音の原因是、傾斜磁場コイルに電流が流れる時、フレミングの左手の法則に従って生じた力が原因でコイルがたわみ、ぶつかる音であることが分かった。その他、歯の矯正などで磁性体のワイヤーが体内に入っている場合、ラジオ波を照射したとき電流が流れ発熱する恐れがあるため危険であることや、クエンチを起こす理由などについて学んだ。最後に、実際のMRI装置の近くでクリップやアルミ板を動かして、手に伝わる力の変化から目に見えない磁場を強力に感じることができた。高校物理で学ぶ内容は医療工学の基礎となっていることを実感できた研修であった。

