

物理研究班通信

第265号

令和5年度 5月例会 (R5.5.20)
村尾, 筒井, 澤田, 白川, 尾野田, 岡田^友
鶴町, 石井, 小谷, 佐藤, 本田 (担当 本田)

<香川大学 鶴町先生>

基本実験講習会「12月2日」に決定

第4回高校物理の授業に役立つ基本実験講習会 in 高松の開催が12月2日(土)に決定した。高校物理の基本実験を選び、現場の先生方をインストラクターとして少人数グループで勉強できる貴重な機会である。実験項目については、6月例会で検討するため、実験分野等でリクエストがある方は、本田までお知らせください。

<村尾先生>

・同軸ケーブルについて

BSフジで放送されているガリレオXより「電線がもたらした情報通信～その誕生とイノベーションの系譜～」を紹介された。後日DVDを視聴すると、ペリー来航で電気によって通信を行う「電信」技術がもたらされたこと、海底ケーブルで世界とつながるも初期の頃はメール1通に100万円かかっていたこと、電線は「絹巻き線」から始まり「同軸ケーブル」「光ケーブル」と発展してきたこと等が分かりおもしろかった。DVDは一高で保管しており、貸し出し可能です。

・落下時の空気抵抗

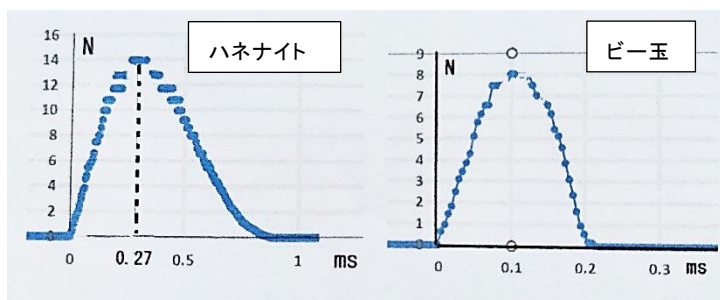
段ボール板(15cm×25.5cm, 3枚重ねで質量21g)の上に加速度センサ(KXSC7)をテープで固定し、約1mの高さから水平に落としてRaspberry Pi Picoを用いて運動解析した。その結果、この場合の空気抵抗は速さの2乗ではなく、1乗に比例することが分かった。次に、先程の板と底面積が同じ紙袋を用意し、その中に板1枚と加速度センサを入れ、質量を同じ21gにして同様に実験すると、



空気抵抗はどう変化するか。結果は、紙袋に入れた方が空気抵抗は小さくなった。流体中で物体を動かすと、物体の背面に流体が回り込み、それが大きな抵抗を生む。紙袋があると、空気が回り込めないため、空気抵抗は小さくなる。

・球の衝突時間

感圧センサ(FSR402)に様々な球を落させ、Raspberry Pi PicoやUSBオシロを用いて衝突時間を測定した。結果、スーパーボールが2ms, ハネナイトが0.8ms, ビー玉が0.2msと分かった。更に、ハネナイトは力のかかり方が時間に対して非対称で「グシャッとつぶれてじわーっと戻る」様子が読み取れた(グラフ右側のビー玉と比較すると分かりやすい)。



また、ピン球等が衝突を繰り返す過程において、衝突時間は変化しないことが分かった。球を弾性体として考えると、この実験は「ばね」を単体で落下させるモデルで考えることができ、衝突時間は単振動の周期と関係しているのではとの仮説が立てられた。

・運動量変化と力積の比較 (例会では触れていませんが、後日追加された情報です。)

球を感圧センサに衝突させるとPC画面にv-t図とF-t図が表示され、衝突時間が読み取れる。F-t図上で、マウスを衝突波形の左端から右端までドラッグすると力積が分かる。ボールの落下距離から衝突速度が求まるのでボールの質量をかけると運動量変化が求まり力積と比較できる。

<白川先生>

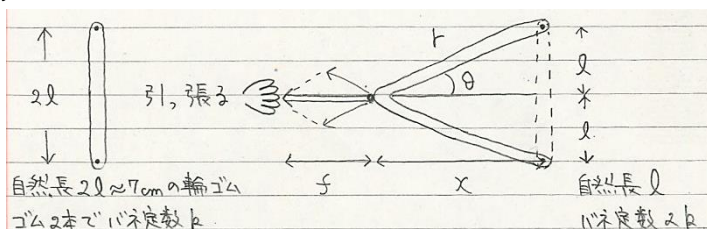
高校物理の授業でどれくらい実験をしているか

今年度の高予備入学生を対象に、高校時代に授業で行った実験についてアンケートを実施した。結果、生徒実験と演示実験合わせて最も多かったのは、箔検電器（64%）、続いておもり落下による重力加速度の測定（46%）、気柱の共鳴（45%）となった。少なかった実験は、比電荷 e/m の測定（4%）、霧箱（7%）と原子分野が続くが、金属の比熱測定（11%）や、圧気発火器・雲の発生（12%）等は簡単に行える実験なので、実施する高校が増えてほしいとの意見が出た。近年、大学入試でも実験に関する出題が増えているため、実験は入試対策としても十分意義があることを伝えているようだ。

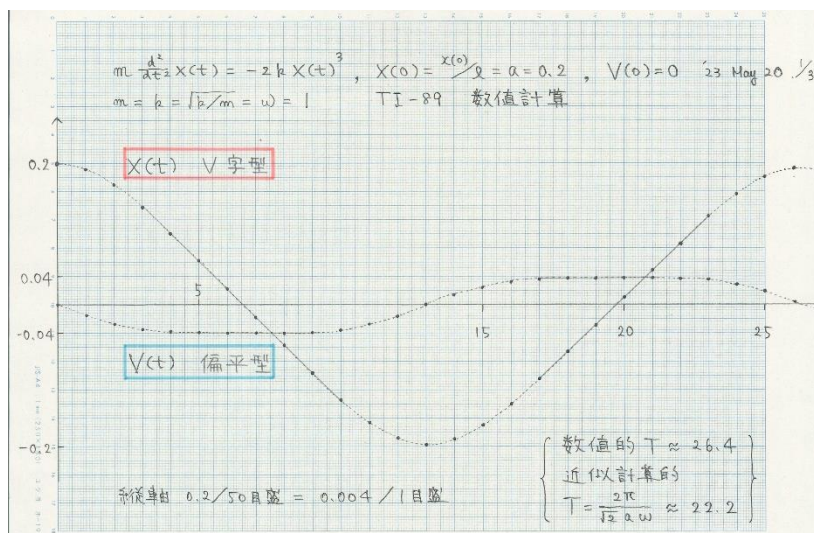
<澤田先生>

復元力が変位の3乗に比例する非線形振動

輪ゴムを自然長 $2l$ の状態で y 方向に2カ所固定し、中央に物体をつけて x 方向に伸ばしていく（右図参照）。ばね定数 k は変化しないと仮定した場合、この時の変位 x と復元力 $F = -f$ はどのような関係になるか計算した。結果、 x が l より十分小さい時、 F は x の3乗に比例し、 x が大きくなると、 F は $(x-l)$ に比例することが分かった。日頃実験で使用している「ばね」では逆に、変位が大きくなるとフックの法則が成立しなくなるため、なんとなく違和感が残る。



では、変位の3乗に比例する非線形的な復元力がはたらくとき、物体は一体どのような振動をするのだろうか。運動方程式を解いて $x-t$ グラフと $v-t$ グラフを描くと、変位 x が直線的な部分、すなわち速度 v が一定となる部分ができることが分かった（右グラフ参照）。両端では単振動っぽく、中心部では等速直線運動っぽい振動ということになる。スマートカートを車輪の向きと垂直方向にばね2本で挟んで振動させる等の実験を行うと結果を確かめられるかもしれない。このように、つなぎ方の幾何学的形状を変化させることで単振動と違った非線形振動をつくることのできるの興味深い。



<筒井先生>

豪州における原子力科学技術教育について

オーストラリア原子力科学技術機構に所属するブリジット マーフィー博士が講演された「原子力発電を持たない豪州の原子力産業の現状と原子力科学教育」の内容について報告された。豪州には、1950年～1960年代に英国が核実験を行った際、実験した砂漠に住んでいたアボリジニーの人々が被爆した歴史があり、2019年の調査では原子力発電に対して賛成が44%、反対が40%だった。豪州は石炭や天然ガス等の資源に恵まれているため原子力発電は行っていないが、世界のウラン埋蔵量の約3分の1を保有しているとされており、ウランの輸出は行っている。原子力科学教育としては、たとえば「中性子を使った技術により、太古の昔、ワニが恐竜を食べていたことが分かった」等、実際に放射性物質や放射線がどのように利用されているかを学ぶようだ。

○連絡

次回の例会は、6月23日（金）16:00からです。より多くの先生方が参加できるよう模索中で、6月は試しに金曜に開催してみます。皆様の参加をお待ちしております。