

小学校の教科に関する科目 理科 d (物理分野)

「力学 (運動) の実験」

令和 2 年 11 月 10 日

担当教官 : 福田善之

物体の運動とは、時間とともに物体が動くようすを表すことである。このような物体の運動を表す物理的な量 (物理量) として、 や を用いる。ここで、平均の とは、物体が動いた距離 (長さ) Δx を、物体の移動に要した時間 Δt で割った値である。物理量の基本単位 (SI 単位系) では、質量の単位はキログラム [kg]、長さの単位はメートル [m]、時間の単位は秒 [s] を用いるのが通例である。


平均の <u> </u> : $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ [m/s]

質問 : ドライアイスを床に滑らせると、どのような運動をするだろう？

【観察】 _____

物体が一直線上を一定の速さで動く運動 : 等速直線運動

運動の第 1 法則 : すべての物体は外部から力の作用を受けなければ、あるいは、外部からいくつかの力が作用していてもその合力が 0 ならば、一定の運動状態を保ち続ける。すなわち、静止している物体は静止の状態を続け、運動している物体は等速直線運動を続ける。
 (慣性の法則)

 ちょっとブレイク

「速さ」と「速度」の違い？

「速度」の大きさは「速さ」で、「速度」はどの方向に進んでいるのか、方向の情報も含んでいる物理量のこと。つまり、「速度」はベクトル、「速さ」はスカラーである。

水平面上の物体の動きは、外部から力をうけなければ等速直線運動をすることがわかった。では、垂直方向ではどうなるのだろうか。物体の運動を表す物理量には、もうひとつ_____がある。この_____は、物体の速さの変化量 Δv を、物体の移動に要した時間 Δt で割った値である。

平均の_____ : $\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ [m/s ²]
--

実験 1 : 物体の落下実験

目的 : 物体が落下するとき、速度がどのように変化したか測定する。

方法 :

- (1) 鉄製スタンドをコンセントのある机に乗せる。
- (2) 記録タイマーに矢印を下向きに鉄製スタンドに固定し、コンセントに電源コードを入れる。
- (3) 点灯間隔を毎秒 50にセットする。
- (4) 記録テープを落下距離程度の長さに切りとる。
- (5) 記録タイマーのスイッチが OFF になっていることを確認してから、横から記録テープを差し込む。
- (6) 記録テープの下側に落下させる球をセロハンテープ等で貼り付ける。球は指示されたものを使用する。
- (7) 記録テープをできるだけ自然に床に垂らした状態で、タイマーのスイッチを入れておもりを落下させる。このとき、球の落下位置にはゴムマットを敷いておく。
- (8) 記録テープを球からはがし、テープ上の打点間隔を測定する。(5 間隔)
- (9) 打点間の平均の速さを計算し、速度と時間のグラフ (v-t グラフ) をつくる。
- (10) 各区間の平均の速さの増加分を時間差で割った平均の加速度を計算する。
- (11) 各平均の加速度の値を求め、それぞれの値を表にまとめる。
- (12) 球を変えて、(4)-(11)を行う。

【結果】 物体の落下の運動についてわかったことをまとめ、以下に記載しよう。

落下する物体の速さは_____していた。また、加速度は、平均値_____ [cm/s²] で概ね_____であった。



物体が一定の加速度で一直線上を移動する運動 : 等加速度直線運動

質問：物体の落下が等速直線運動ではなくて等加速度直線運動になるのは何故？

【推察】 _____

落下する物体には _____ が働いている。この _____ は、地球が物体を引っ張る力である。このように、物体に力が働くと加速度を生じ、速さが変化する。物体の落下は、 _____ が一定の力で働いているから、等加速度直線運動になっている。

運動の第 2 法則：物体の加速度 a は、物体に作用している外力（外部からいくつかの力が作用している場合は、その合力） F に比例し、物体の質量 m に反比例する。

力学の第 2 法則を式で書くと次の関係が得られる。力の単位はニュートン [N] と表し、以下の関係式から $N = \text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ が成り立つことがわかる。

$$a = \frac{F}{m} \text{ または } F = ma$$

質問：重力が働いているときに発生する加速度は、物体の質量が違うどうなるだろう？

【ヒント】 実験 1 で、各班で質量の異なる球を使って実験しているので、実験結果から考えられることをまとめよう。

【考察】 _____

実験結果では、重力による加速度は質量が異なると違っているけど・・・実は、

質量が異なっても、重力加速度は同じである。 $g = 980 \text{ cms}^{-2}$

例えば、100 グラムのみかんに働く重力は、ほぼ 1N である

$$F = mg = 0.1\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} = 0.98\text{N} \sim 1\text{N}$$

【考察】質量の大きい鉄球と小さいプラスチック球のそれぞれで測った重力加速度が、実際には若干異なったのはなぜだろう？重力以外にどのような力が働いているのか、絵を描いて考えてみよう。

実験2：同じ力で質量が異なるときの加速度観測実験

目的：同じ力が働くとき、物体の質量が異なると加速度はどのように変化するか、実験で確かめる。

方法：

- (1) 力学台車1台と記録タイマー1台、ガイドトラック1本を用意する。
- (2) ガイドトラックを実験台の上に設置する。(できるだけ水平なところを利用する)
- (3) 鉄製スタンドを机の脇に置く。
- (4) 鉄製スタンドのアームをガイドトラックと同じ高さにする。
- (5) 鉄球のひもを、アームを介して力学台車の側面に貼り付ける。このとき、ひもがガイドトラックと平行になるようにアームの高さを調整しよう。
- (6) 鉄球の落下地点にゴムマットを敷いておく。
- (7) 記録タイマーをガイドトラックの端に置き、AC100Vのコンセントに電源コードを入れる。
- (8) 点灯間隔を毎秒50にセットする。
- (9) 記録テープの先端を、おもりを乗せない力学台車の側面にセロハンテープ等で貼り付ける。
- (10) 記録タイマーのスイッチが **OFF** になっていることを確認してから、記録テープを必要な長さだけ切り取ってから差し込む。
- (11) 鉄球をアームの高さ付近まで持ち上げ、鉄球のひもがピンと張るように力学台車を引っ張る。
- (12) 記録テープをできるだけ自然に床に置いた状態で、タイマーのスイッチを入れて台車を離す。
- (13) 記録テープの打点がかかれていていることを確認する。
- (14) 記録テープを台車からはがし、テープ上の打点間隔を測定する。(5間隔毎)
- (15) 打点間の平均の速さを計算し、速度と時間のグラフ (v-t グラフ) をつくる。
- (16) 各区間の平均の速さの増加分を時間差で割った平均の加速度を計算する。
- (17) 各平均の加速度の値を求め、それぞれの値を表にまとめる。
- (18) 次に、台車のおもりを2つのせて(5)-(17)の実験を行う。(台車、おもりの質量を把握しておく)

【結果】 おもりなしの台車の質量は_____g おもり2個の台車の質量は_____g

↓

質量が2倍になると、加速度は約_____倍になった

【考察】正確に反比例しているだろうか？台車やおもりにどのような力が働いているのか絵を描いて考えてみよう。

今回の実験では、質量が異なると _____ が変わっている。

一定な力が働くとき、物体の質量と加速度は _____ する
(運動の第 2 法則)

本日のまとめ

1. 速度とは物体の変位の時間的な変化を表し、加速度は速度の時間的な変化を表す。
2. 物体に力が働かないと、静止している場合は静止し、動いているものは等速直線運動する。
3. 物体に一定な力が働くと、等加速度直線運動する。
4. 重力による物体の落下運動は等加速度運動である。(重力加速度は 9.8ms^{-2} で一定)
5. 物体の加速度は力に比例し、質量に反比例する。

レポートについて

- ① 来週月曜日の午後 5 時まで、classroom から提出してください。
- ② レポートは word 等の電子媒体を用いて各自で書いてください。
- ③ レポートを書くときは、1) 実験の目的や内容、方法の説明、2) 実験の結果 (図や表を必ず添付する)、3) 考察 (何故そのような結果が得られたのか、理論通りだったのか、なぜうまくいかなかったのか? など、実験結果から考えられることを、根拠を示して記述する)、4) まとめ (今回の実験を通してわかったこと、特に教育的観点について) の構成で、明快かつ簡潔にまとめてください。予想は、自分の感覚ではなく、物理学の法則を踏まえて考えてください。
- ④ グラフはエクセル (本日配布した資料でもよい) で作成してレポートに添付してください。自分で作成したことがわかるように、学籍番号をグラフ中に表示してください。
- ⑤ 最後に感想・希望等を書いてください。
- ⑥ 本日作成したワークシートを本日中に classroom から提出してください。

