

加速度運動測定実験 実験レポート

【実験の目的】

斜面上を加速する物体の運動について、 $v-t$ 図を作成し、グラフから加速度を測定する方法を学ぶ。また、加速度が変化する原因が何かについても比較・検討する。

【準備物】

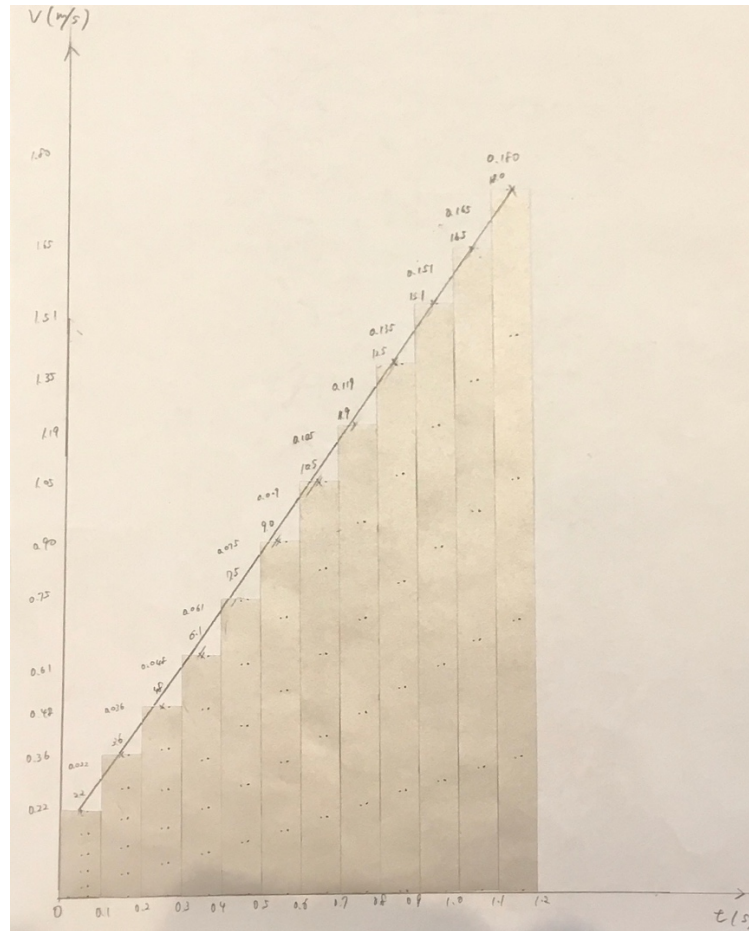
記録テープ、記録タイマー、滑走台、台車、座布団、はさみ、のり（またはテープ）

【実験方法】 -教科書 P.21 参照-

1. 滑走台の角度を 10° から 15° で斜面をつくる。※角度については iPhone の「計測」アプリでも測定できる。
2. 記録テープの端を斜面の上端付近に固定した記録タイマーに通し、台車の後部に固定する。なお記録テープは光沢がある方がオモテ面である。
3. 記録タイマーの打点の振動数が 50 Hz （一秒間に 50 回打点する）になっていることを確認する。
4. 記録タイマーのスイッチを入れてから、台車を静かに離し降下させる。
5. 打点された紙テープを、動き始めた方から一定の打点間隔(5 打点)で切り取り、図のように順に並べて貼る。
6. それぞれの紙テープの上端の中央に×印をつけ、各×印を通る直線を引く(直線の両側に×印が同じ程度で分布するように引く)
* $0\sim 0.1$ 秒の平均の速さ→真ん中の 0.05 秒地点の速さとみなす
7. こうして得られた $v-t$ 図の直線の傾きから、台車の加速度を求める。
※スプレッドシートで求めても構わない。

【実験結果】

実験によって得られたグラフを以下に示す。



今回得られたグラフの関数は $v = v_0 + at$ に当てはめて考えると、

$$v_0 = 0.15[m/s^2]$$

$$a = \frac{1.80 - 0.22}{1.15 - 0.05} = \frac{1.58}{1.1} = 1.44[m/s^2]$$

となることがわかる。

【考察】

・今回の実験系では、物体の加速度はおおよそ $a = g \sin \theta$ と計算することができる。(計算の考え方などは授業でお伝えします。) 重力加速度を $9.8 m/s^2$ 、 $\sin \theta$ の値は参考文献を利用して計算したとき、今回の実験結果は妥当であるだろうか。計算結果や関連する事項等の理由を踏まえた上で、妥当である/なしを答えなさい。

(参考)

見やすい三角関数表 <https://sci-pursuit.com/math/trigonometric-function-table.html> (閲覧日:2021年10月5日)

$a = g \sin \theta$ より、 $a = 1.44$ 、 $g = 9.8[m/s^2]$ だから

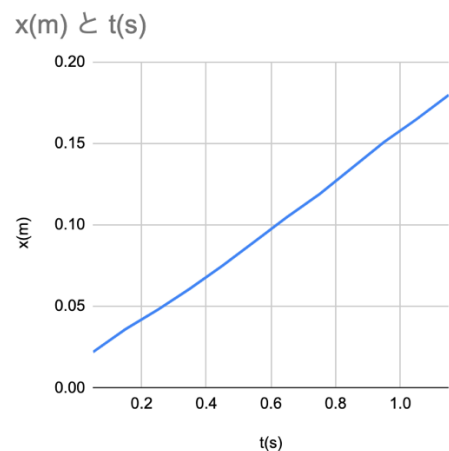
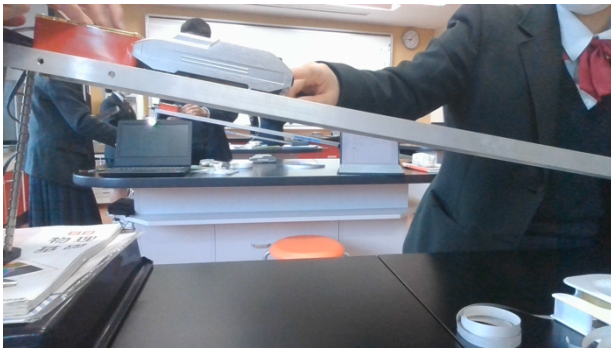
$$1.44 = 9.8 \sin \theta$$

$$\sin \theta = 0.146 \dots$$

三角関数表と照らし合わせると、台車の角度は **8.4 度**。

しかし、実験で設定した台車の角度は **10 度** である。

このように理論値と結果が異なった原因として、台車の後ろに記録テープと記録タイマーがついていたことにより、わずかに引っ掛かりが生まれ、台車の動きが本来の等加速度直線運動より遅くなってしまったことが挙げられる。また、実験に用いた台車や滑走台が完全に平らであると言い切ることはできず、スマートフォンの角度を測るアプリも完全に正確であるとは言えないこともあり、このような誤差が生まれてしまったと考えられる。実際に、実験を行った際に撮った映像をスロー再生すると、速度がわずかながら変化しているようにも見える。実験の値をスプレッドシートでグラフ化すると、時間と変位の関係を表すグラフは完全な直線にはならなかったことがわかる。



また、このように速度が一定ではなかったことにより、加速度 a を求めるために何秒の時のデータを用いるかによって、 a の値が異なってしまふ。

例えば、今回は 0.05 秒から 1.15 秒の間の平均加速度を求めたが、仮にグラフの傾きが最も大きい 0.75 秒から 0.85 秒の間の加速度を求めると、 $a = \frac{1.35-1.19}{0.85-0.75} = \frac{0.16}{0.1} = 1.6[m/s^2]$ となるため、 $a = g \sin \theta$ に $a = 1.6$ 、 $g = 9.8$ を代入すると $\sin \theta = 16.3 \dots$ となる。三角関数表と照らし合わせると、角度は **9.4 度** となり、実験した値に近い結果がでた。

以上のことから、滑走台を下る台車の速度は一定ではないため、部分的にデータを抜粋すれば実験で設定した滑走台の角度に近い値が出ることもあったが、全体の平均加速度を求めた時には、実験で設定した滑走台の角度とは異なる値が出たことがわかる。よって、今回の実験結果は完全に妥当だとは言えないと考える。

ただし、この実験一回限りではデータが妥当であるかどうかを判断することはできない。複数回実験を行って、理想値と実験値の差が偶然誤差によるものか、系統誤差によるものかを判断することが必要であるからだ。

◎理想値との差について

$a = g \sin \theta$ に代入した際に、実験値通りの角度（理想値）が出る時の加速度について求める。

角度が実験値通り 10 度だとすると、 $\sin \theta$ の値は **0.1736** である。 $a = g \sin \theta$ に代入すると、

$a = 9.8 \times 0.1736 \approx 1.70[\text{m/s}^2]$ と求められる。

今回の実験で求めた加速度 a の値は $1.44[\text{m/s}^2]$ だったことから、理想値である $1.70[\text{m/s}^2]$ との差は $0.26[\text{m/s}^2]$ であり、理想よりも $0.26[\text{m/s}^2]$ だけ遅く進んだことがわかる。