

直線運動 (実験指針P36~P40)

予習項目

物理学実験指針の「4.1 エアートラックを用いた速度・加速度の測定 1」をよく読みなさい。

- (1) 等速直線運動する物体の位置と時間の関係を説明しなさい(ノートに書きなさい)。
- (2) 等加速度運動する物体の位置と時間の関係を説明しなさい。

運動する物体の位置と時間の関係式は次のように書ける。

$$d(t) = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

①物体の加速度が $a=0$ となる場合、物体の位置 d は

$$d(t) = v_0 t$$

と書ける。この運動を等速直線運動と呼ぶ。また、②物体の初速度が $v_0=0$ となる場合、物体の位置 d は

$$d(t) = \frac{1}{2} a t^2$$

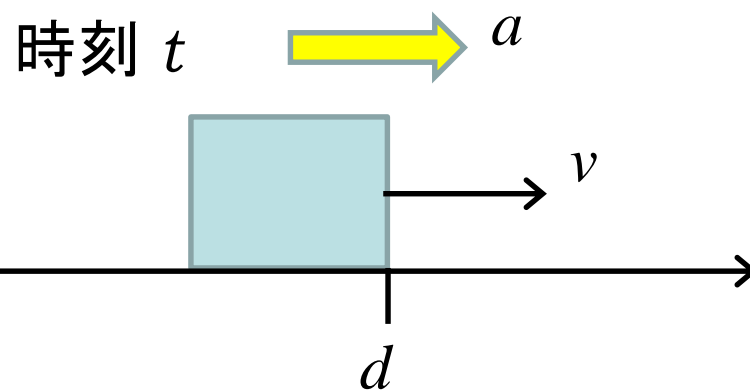
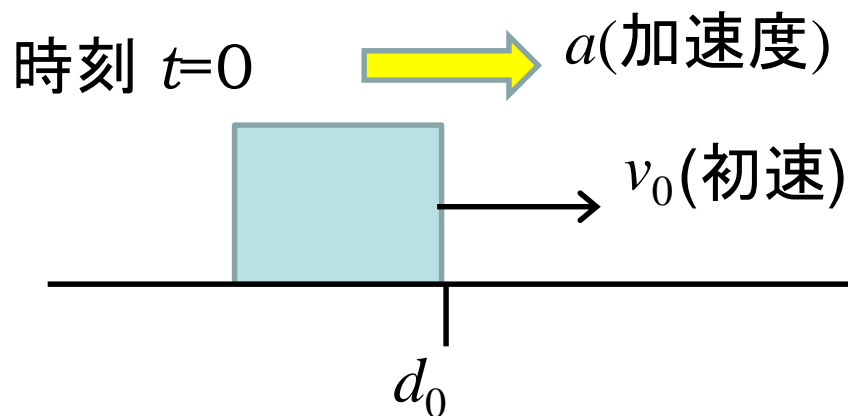
と書ける。この運動を等加速度運動と呼ぶことにする。

これらの関係を実験で検証しよう。実験の目的は

実験① 等速直線運動する物体の位置と時間の関係を検証する。

実験② 等加速度運動での位置と時間の関係を検証する

目的を達成するには、どのような実験をして、どのような結果が得られれば良いか？



実験① 等速直線運動する物体の位置と時間の関係の検証

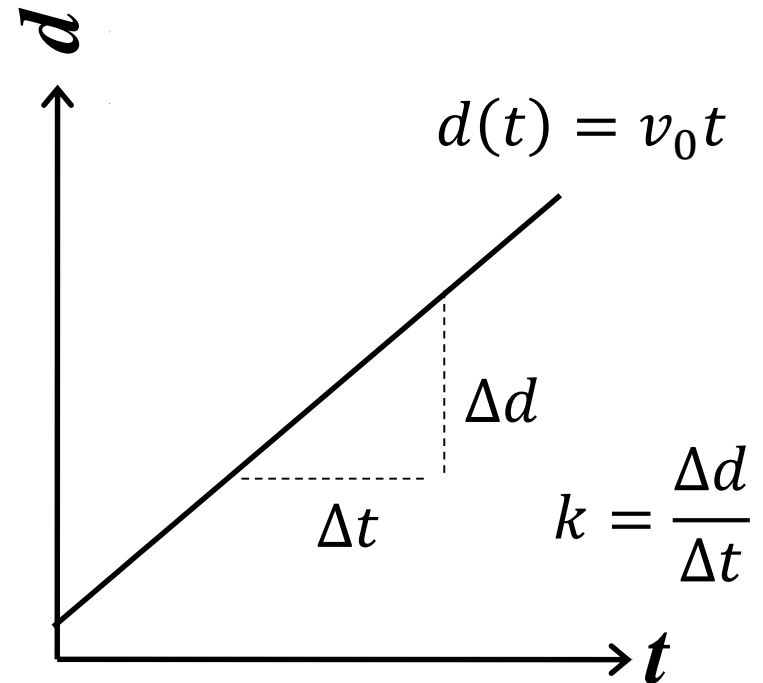
等速直線運動する物体の位置と時間の関係

$$d(t) = v_0 t$$

という関係が得られるかを実験で検証する。すなわち、図のように、 t と d の関係が傾き一定になることを確認すれば良い。このときグラフの傾きは

$$k = v_0$$

より初速度となる。



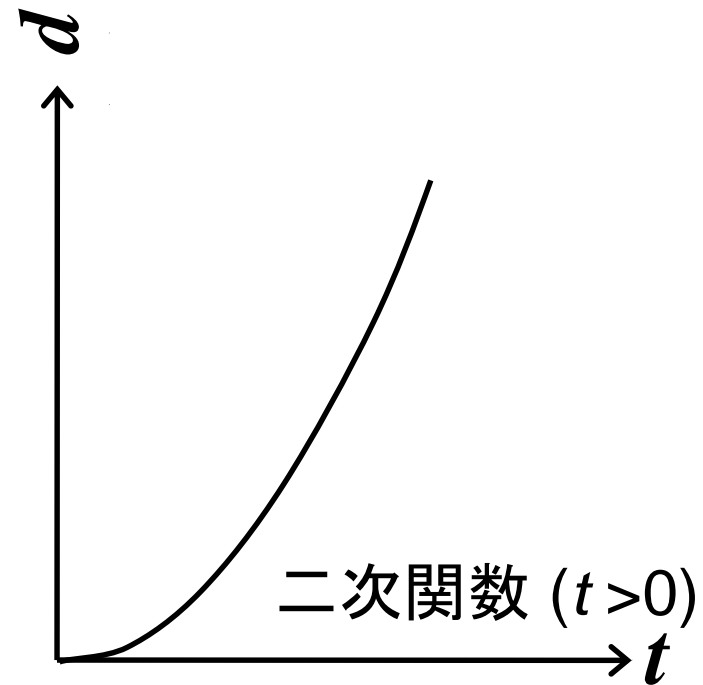
滑走体の位置と時刻の関係

実験② 等加速度運動する物体の位置と時間の関係の検証

等加速度運動する物体の位置と時間の関係

$$d(t) = \frac{1}{2}at^2$$

という関係が得られるかを実験で検証する。すなわち、図のように、 **t と d の関係が2次関数になることを確認**すれば良い。しかし、2次関数であることを確認するのは簡単ではない。



滑走体の位置と時刻の関係

実験② 等加速度運動する物体の位置と時間の関係の検証

そこで、次のような計算を考えよう。

$d(t) = \frac{1}{2}at^2$ の平方根である

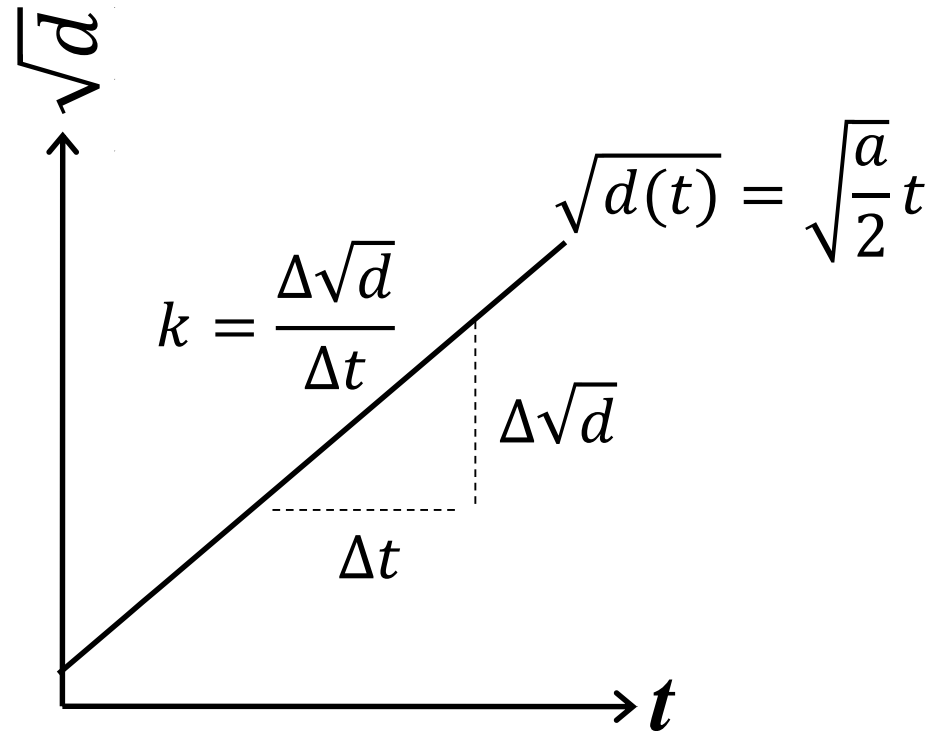
$$\sqrt{d(t)} = \sqrt{\frac{a}{2}}t$$

を計算すると、 t が \sqrt{d} に対して傾き一定になることがわかる。

このときグラフの傾き k から、

$$a = 2k^2$$

が得られ、滑走体の加速度が $2k^2$ となることが解る。



滑走体の位置の平方根と時刻の関係

実験② 等加速度運動する物体の位置と時間の関係の検証

傾きを解析して得られた加速度は正しいだろうか？確認するためには、加速度がよく知られている現象を利用して、検証すれば良い。そこで、重力加速度を実験に利用しよう。

a と g の関係はニュートンの第2法則 $F = ma$ を用いると

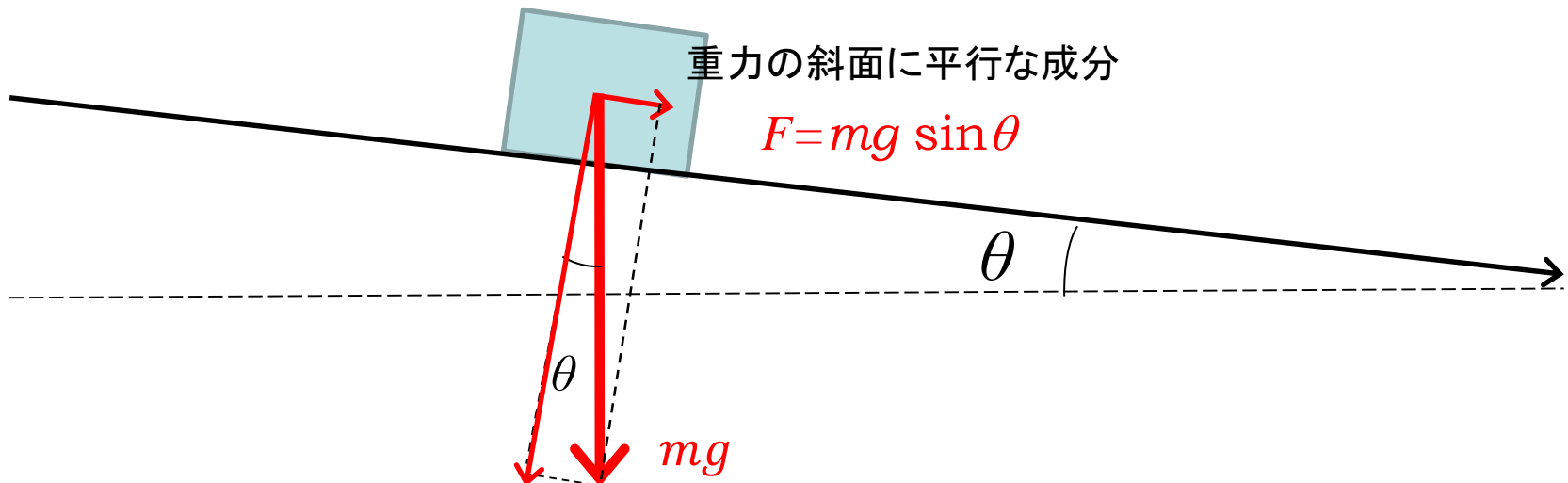
$$ma = mg \sin \theta$$

$$a = g \sin \theta$$

つまり、 a と θ の測定から、 $g = \frac{a}{\sin \theta}$ のように重力加速度の大きさが得られる。そこで、実験の指針としては

(1) t と \sqrt{d} のグラフが傾き一定になることを確認する

(2) $g = \frac{a}{\sin \theta}$ 、から $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ となることを確認する



まとめ

実験の目的

- ① 等速直線運動する物体の位置と時間の関係を検証する。
- ② 等加速度運動での位置と時間の関係を検証する

実験前の予測

- ① d は t に比例する
- ② d は t の2次関数になる
→ t が \sqrt{d} に対して傾き一定になることを確認する。
このとき、 $g = \frac{a}{\sin \theta}$ から $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ となることを確認する。