



## 第20回全国物理コンテスト 物理チャレンジ2024 第1チャレンジ実験課題ガイド

第1チャレンジの実験レポート課題は下記のようになっています。

### 第1チャレンジ実験レポート課題

#### 身のまわりの運動を調べてみよう

身のまわりの運動について、その位置、速度、加速度のいずれかを測定してください。得られたデータをもとに、位置と時間の関係、速度と時間の関係、加速度と時間の関係をグラフに描いて、考察してください。

身のまわりの運動の例としては、電車や自動車、エレベータなどの乗り物の運動、滑り台やブランコなどの遊具を利用した運動、投げられたボールの運動などが考えられます。記録タイマーなどの測定装置のほか、スマートフォンの動画機能やセンサー機能などを利用して測定することを期待しています。

身のまわりの運動についてスマートフォンなどを用いてデータを取得する場合、データの処理について悩むことがあるかもしれません。運動の分析を行ううえで参考になる例を2～3ページに示します。この例を参考に、自由な発想でレポートを作成していただくことを期待しています。

## 位置を調べることで運動を分析する場合 (物体の運動を動画撮影して分析する)

一直線上の運動で、時刻 $t$ と位置 $x$ のデータが表のように得られたとします。

時刻 $t$ /s	位置 $x$ /m
0	0
0.067	0.036
0.133	0.107
0.200	0.208
0.267	0.331
0.333	0.473

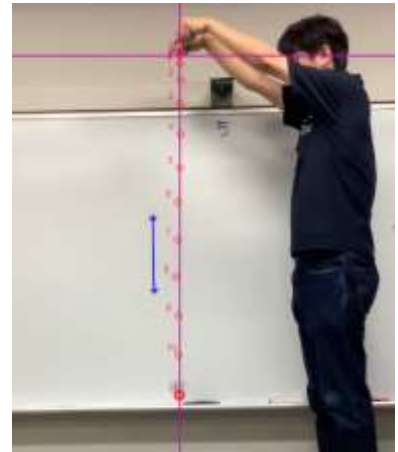


図 アルミカップ5枚重ねの落下運動  
(青い線が0.300 mを表す)

このデータから、0 s～0.067 sでの平均の速度 $\bar{v}$ は、時間変化を $\Delta t$ 、変位を $\Delta x$ とすると、

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.036 \text{ m} - 0 \text{ m}}{0.067 \text{ s} - 0 \text{ s}} = 0.53 \text{ m/s}$$

となります。平均の速度を順次計算すると、次の表のようになります。

時刻 $t$ /s	位置 $x$ /m	速度 $v$ /(m/s)
0	0	0.53
0.067	0.036	1.06
0.133	0.107	1.50
0.200	0.208	1.83
0.267	0.331	2.11
0.333	0.473	

0 s～0.067 sにおける平均の速度をその中間時刻0.033 sにおける瞬間の速度 $v$ とみなすことができます。0.033 s～0.100 sでの平均の加速度 $\bar{a}$ は、時間変化を $\Delta t$ 、速度の変化を $\Delta v$ とすると、

$$\bar{a} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{1.06 \text{ m/s} - 0.53 \text{ m/s}}{0.100 \text{ s} - 0.033 \text{ s}} = 7.9 \text{ m/s}^2$$

となります。平均の加速度を順次計算すると、次の表のようになります。

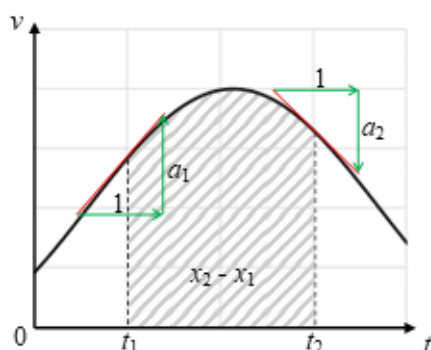
時刻 $t$ /s	位置 $x$ /m	速度 $v$ /(m/s)	加速度 $a$ /(m/s <sup>2</sup> )
0	0	0.53	7.9
0.067	0.036	1.06	6.6
0.133	0.107	1.50	4.9
0.200	0.208	1.83	4.2
0.267	0.331	2.11	
0.333	0.473		

ここで得られた平均の加速度も、速度同様に中央時刻0.067 sでの瞬間の加速度 $a$ とみなすことができます。このようなやり方で、位置 $x$ と時間 $t$ の関係、速度 $v$ と時間 $t$ の関係、加速度 $a$ と時間 $t$ の関係をグラフに描くことができます (あくまで例です)。

## 速度を調べることで運動を分析する場合

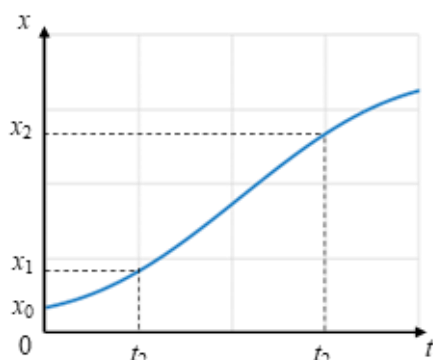
## (速度と時間を調べて分析する)

速度 $v$ と時間 $t$ の関係から、 $v-t$ グラフが得られている場合について考えます。

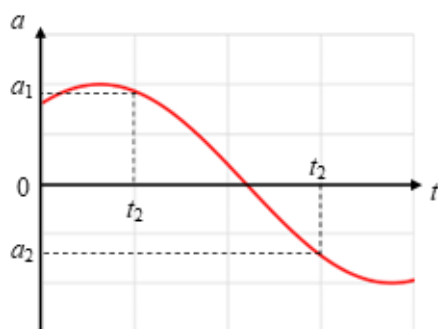
速度の時間変化を表すグラフ ( $v-t$ グラフ)

時刻 $t_1$ から $t_2$ の間の変位 $\Delta x = x_2 - x_1$ は斜線をかいたグラフ下の面積になります。 $x_1$ 、 $x_2$ はそれぞれ時刻 $t_1$ から $t_2$ の位置の座標です。速度 $v$ 軸の負の領域にあるときは、面積(すなわち変位)は負になります。変位の絶対値の和が移動距離になります。

時刻 $t_1$ での瞬間の加速度 $a_1$ はグラフの接線の傾きになります。

上記の $v-t$ グラフに対応する位置の時間変化を表すグラフ ( $x-t$ グラフ)

時刻 $t = 0$ における位置座標を $x_0$ としています。各時刻におけるこのグラフの傾きがその時刻の瞬間の速度 $v$ です。

上記の $v-t$ グラフに対応する加速度の時間変化を表すグラフ ( $a-t$ グラフ)

横軸 $a = 0$ との間の面積 ( $a < 0$ では負) が速度 $v$ の変化 $v_2 - v_1$ になります。