

実験2 重力加速度の大きさ g の測定

●目的

記録タイマーを用いて重力加速度の大きさを測定する。

<見方・考え方> 重力加速度の大きさを測定し、文献値などの値と比較する。

●仮説の設定

物体を落下させて $v-t$ 図を作成し、直線のグラフが得られたとき、直線の傾きから重力加速度の大きさ g を求めることができると考えられる。

●実験の計画

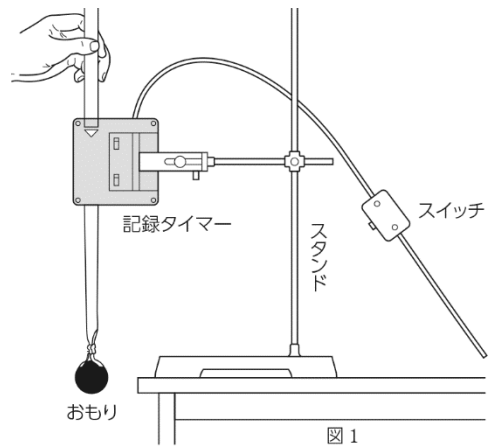
紙テープを落下物体につけて記録タイマーで打点し、その打点間隔を分析する。

●準備

記録タイマー、記録用の紙テープ、おもり（質量 300 g 以上の鉄製または鉛製のものがよい。そのほかにも質量の異なるものを数種類）、スタンド、方眼紙、クッション（ぞうきんなど）、ものさし

●手順

- (1) 記録タイマーを図 1 のように力学スタンドに取りつける。おもりが落下する地点に、クッションとしてぞうきんなどを置く。
- (2) 約 1 m の長さに切った紙テープの一端をおもりに取りつけ、他端をタイマーに通し、紙テープを手で支える。
- (3) タイマーの電源スイッチを入れ、手を静かにはなし、おもりを自由落下させる。
(注) 記録用の紙テープで手を切らないように、また、落下したおもりが足にぶつからないように注意する。
- (4) 打点された紙テープについて、動き始めのはっきりとした打点を基準点に定めて一定の打点間隔（例えば 2 打点）で基準点からの長さをはかる。
- (5) 各区間の平均の速さを求める。
- (6) おもりの速さと時間の関係をグラフに表し、その直線の傾きから重力加速度の大きさ g [m/s^2] を求める。
- (7) 質量の異なるおもりで同様の測定を行う。



●実験をはじめる前に

- ・もしも 2 打点間隔で長さをはかり、ある区間の長さが 1 cm であった場合、この部分は $\frac{2}{50}$ s (1 秒間に 50 打点の場合) の間に 1 cm、つまり 0.01 m 移動したことになるから、この区間での平均の速さは 0.25 m/s である。このことから、結果の表に書き入れる。
- ・平均の速さをグラフにプロットする場合、区間の中央時刻に点を記す。例えば、 $\frac{2}{50} \sim \frac{4}{50}$ s の間の平均の速さをプロットする場合、 $\frac{3}{50}$ s の所に点を記す。

●結果

次の表に書き入れて、各区間の平均の速さを求めよ。また、グラフに縦軸、横軸に目盛りを書き入れて、各区間の平均の速さをプロットして、グラフを完成させよ。

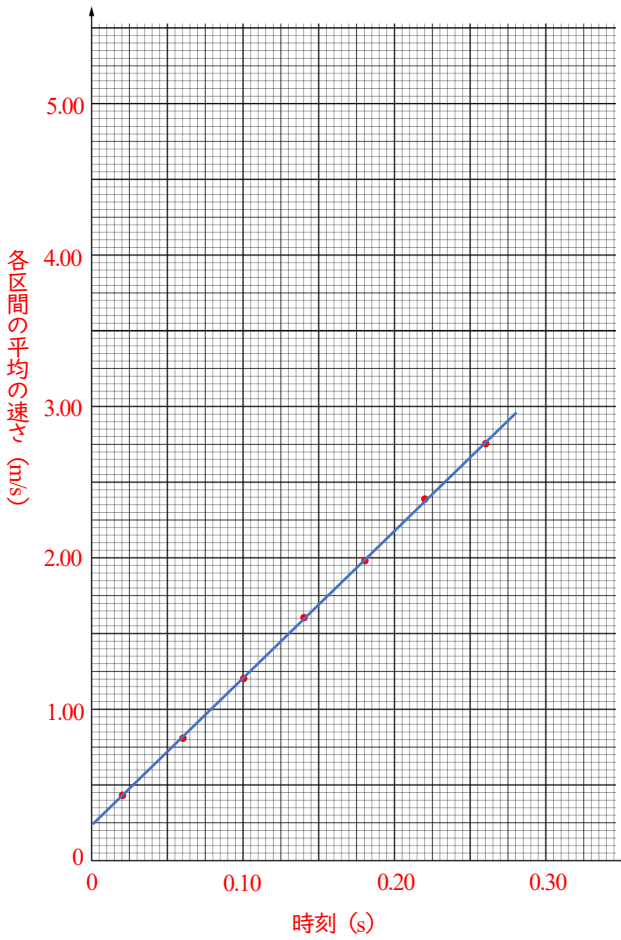
(a) おもりの質量 300g

時刻 (s)	基準点からの距離 (m)	各区間の移動距離 (m)	各区間の平均の速さ (m/s)
0	0	0.0172	0.43
$\frac{2}{50}$	0.0172		
$\frac{4}{50}$	0.0495	0.0323	0.81
$\frac{6}{50}$	0.0974	0.0479	1.20
$\frac{8}{50}$	0.1612	0.0638	1.60
$\frac{10}{50}$	0.2404	0.0792	1.98
$\frac{12}{50}$	0.3354	0.0950	2.38
$\frac{14}{50}$	0.4458	0.1104	2.76

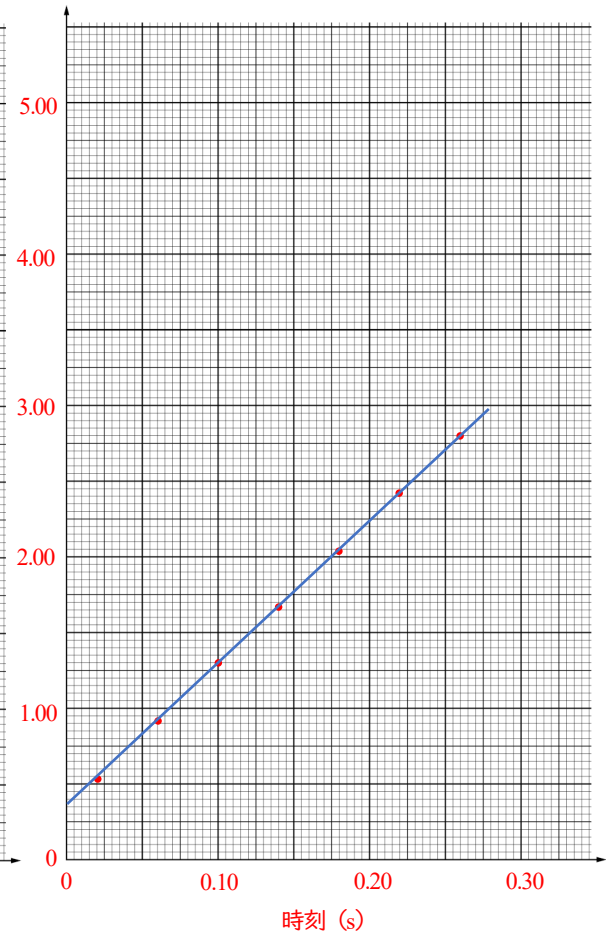
(b) おもりの質量 55g

時刻 (s)	基準点からの距離 (m)	各区間の移動距離 (m)	各区間の平均の速さ (m/s)
0	0	0.0211	0.53
$\frac{2}{50}$	0.0211		
$\frac{4}{50}$	0.0575	0.0364	0.91
$\frac{6}{50}$	0.1089	0.0514	1.29
$\frac{8}{50}$	0.1757	0.0668	1.67
$\frac{10}{50}$	0.2572	0.0815	2.04
$\frac{12}{50}$	0.3541	0.0969	2.42
$\frac{14}{50}$	0.4659	0.1118	2.80

(a) おもりの質量 300 g



(b) おもりの質量 55 g



グラフの直線の傾きから, (a) $g = [9.74] \text{ m/s}^2$

(b) $g = [9.45] \text{ m/s}^2$

●考察

- ・書籍やインターネットなどで、実験を行った地域における g の値を調べてみよう。

$$g = [9.7976] \text{ m/s}^2 \quad (\text{東京-羽田})$$

$$(a) \text{ の誤差} = \frac{|[9.74] - [9.7976]|}{[9.7976]} \times 100 = [0.59] \%$$

$$(b) \text{ の誤差} = \frac{|[9.45] - [9.7976]|}{[9.7976]} \times 100 = [3.55] \%$$

- ・誤差の生じた原因を考えてみよう。

- ①紙テープを切らずに落下させたため、テープ巻きの回転がおもりの落下を妨げた。
- ②テープがタイマーを通過する入り口で、ばたばたと横ゆれし、そのためにテープとタイマーとの間に摩擦を生じた。
- ③軽いおもりを使用したため、空気の抵抗力が無視できない。
などが考えられる。

- ・2種類のおもりの実験結果を比較し、大きく異なるときには、異なる原因を考えてみよう。

結果で示したように、重さ（質量）により加速度の大きさは異なる。

このことから軽い（すなわち質量の小さな）もののほうが、重力以外の力の影響を大きく受けるということがわかる。

データ例：測定値のみが記載されているプリントもご用意しております。
データの分析を中心に行うことができます。

●結果

次の表に書き入れて、各区間の平均の速さを求めよ。また、グラフに縦軸、横軸に目盛りを書き入れて、各区間の平均の速さをプロットして、グラフを完成させよ。

(a) おもりの質量 300g

時刻 (s)	基準点からの距離 (m)	各区間の移動距離 (m)	各区間の平均の速さ (m/s)
0	0		
$\frac{2}{50}$	0.0172		
$\frac{4}{50}$	0.0495		
$\frac{6}{50}$	0.0974		
$\frac{8}{50}$	0.1612		
$\frac{10}{50}$	0.2404		
$\frac{12}{50}$	0.3354		
$\frac{14}{50}$	0.4458		

(b) おもりの質量 55g

時刻 (s)	基準点からの距離 (m)	各区間の移動距離 (m)	各区間の平均の速さ (m/s)
0	0		
$\frac{2}{50}$	0.0211		
$\frac{4}{50}$	0.0575		
$\frac{6}{50}$	0.1089		
$\frac{8}{50}$	0.1757		
$\frac{10}{50}$	0.2572		
$\frac{12}{50}$	0.3541		
$\frac{14}{50}$	0.4659		

データ処理用ツール (Excel) : 測定値を入力すると, 求める値をすぐに計算できます。

実験2 重力加速度の大きさ g の測定

※ピンクのセルに数値を入力すると自動で計算されます。

記録タイマーの打点数: 50 打点/秒

測定間隔: 2 打点

おもりの重さ: 300 g

時刻(s)	落下距離(m)
0.00	0.0000
0.04	0.0172
0.08	0.0495
0.12	0.0974
0.16	0.1612
0.20	0.2404
0.24	0.3354
0.28	0.4458
0.32	
0.36	
0.40	
0.44	
0.48	



時刻(s)	各区間の移動距離(m)	各区間の平均の速さ(m/s)
0.02	0.0172	0.43
0.06	0.0323	0.81
0.1	0.0479	1.20
0.14	0.0638	1.60
0.18	0.0792	1.98
0.22	0.0950	2.38
0.26	0.1104	2.76
0.3		
0.34		
0.38		
0.42		
0.46		

※測定数によってグラフの作成範囲は調整する

重力加速度の大きさ: 9.74 m/s^2

