

験 194 物理

実験日：平成 年 月 日（ ）

実験者： 中学校 2年 組 番氏名

運動と力 ～重力を学ぼう～

実験を始める前に

物理学を学ぶ上での基本ともいえる力学について実験を通して学習します。私たちは日常生活でボールを投げたり、走ったり、物を持ち上げたりなど、力や運動に関わる現象を様々な場面で経験します。この授業ではとくに重力が関係する運動のようすを実験を通して確かめ、運動と力の関係を探ります。

実験学習の内容

- 1 重力による加速度をしらべよう
 - 2 垂直に投げ上げた物体（上昇中）の運動のようすをしらべよう
 - 3 水平面上での鉄球の運動をしらべよう
 - 4 一定の速さで走っている台車から真上に打ち上げた物体の運動をしらべよう
- 発展 空気の影響による運動のようすをしらべよう

【復習】力のはたらき

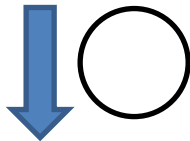
- ①物体の形を変える。
- ②物体の運動の状態（運動の向き、運動の速さ）を変える。
- ③物体を支える。

【復習】力の大きさ（ニュートン、N）

1Nは 100gの物体にはたらく重力の大きさにほぼ等しい。

【予想】自然に落下する物体の運動（自由落下）は…

運動の向き



- ・運動の向き：ア 変わらない（一直線の運動）
イ 変わる（一直線にならない）
- ・運動の速さ：ア 変わらない
イ 速くなる
ウ 遅くなる

実際にたしかめてみよう…

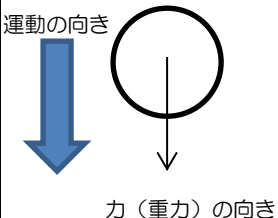
【結果】自然に落下する物体の運動（自由落下）は…

- 運動の向き：下向きのまま（①）。
- 運動の速さ：だんだん（②）なる。

速さが増しているということは、何らかの力がはたらいている
重力とは…

- 地球の中心に向かってはたらく力
- 離れていてもはたらく

【まとめ】自由落下



運動の向き

- 運動の向き：下向きのまま変わらない。
- 運動の速さ：だんだん速くなる。
- はたらいている力（重力）の向き：下向きで運動の向きと同じ

力（重力）の向き

だんだん速くなる場合など、速さの変化の割合（加速度）を考えることができる。
1秒間での速さの変化を表す加速度の単位は m/s^2 （メートルまいびょうまいびょう）。

運動の向きに力がはたらき続けると、力により運動の向きに加速度が生じるので、速さは一定の割合で増加する。

実験 重力による加速度をしらべよう

【準備物】 自由落下実験装置 落下用円筒 加速度測定センサー

【手順】(1)自由落下による速さ V_1 と 25cm 下方での速さ V_2 を計測する。

(2)測定した加速度を【結果】の表に記録する。

【結果】	加速度 (m/s^2)	最初の 速さ V_1 (m/s)	25cm 下方 での速さ V_2 (m/s)	加速度 (m/s^2)	最初の 速さ V_1 (m/s)	25cm 下方 での速さ V_2 (m/s)
1				6		
2				7		
3				8		
4				9		
5				10		

実験の結果、重力による加速度（速さが増す割合）：平均（ ） m/s²
 自由落下中、速さは変わっても重力による加速度は変わらない。
 質量の大きい物体では…

小数第3位を四捨五入

【まとめ】重力による加速度（重力加速度）

- 地球の重力加速度は約（ ） m/s²。*実験結果との差は空気抵抗や摩擦力による。
- 重力による加速度は物体の質量を変えても変わらない。
- 落下する物体の速度が変わっても変わらない。
- 地球表面でほぼ一定。重力加速度は天体の質量や大きさによって決まる。

【運動と力の関係】：運動方程式（運動の第二法則）

質量を m (kg) の物体に、F (N) の力が加わったときに a (m/s²) の加速度で速さが増えるとき、 $F = m \times a$ という関係がある。

運動方程式から 100g の物体にはたらく重力を求めると…

() kg × () m/s² = () N

次に運動の向きと逆向きに力がはたらいている運動をしらべてみよう。

実験 垂直に投げ上げた物体（上昇中）の運動のようすをしらべよう

【予想】垂直に投げ上げた物体（上昇中）の運動は…

- 運動の向き：A 変わらない イ 変わる
- 運動の速さ：A 変わらない イ 速くなる ウ 遅くなる
- はたらいている力（重力）の向き：下向きで運動の向きと逆

【準備物】 垂直発射実験装置 鉄球 デジタル速度測定器

- 【手順】 (1) デジタル速度測定器のスタートボタンを押す。
 (2) 垂直に鉄球を投げ上げ、上昇中の速さ V_1 と 6cm 上方での速さ V_2 を計測する。
 (3) 【結果】 に記録する。

【結果】	最初の速さ V_1	6cm 上方での速さ V_2	→速さが減る割合（逆向きの加速度） () m/s ²
	(m/s)	(m/s)	

実験の結果、速さが減る割合（逆向きの加速度）：平均（ ） m/s²

のりしろ

速さが減る割合（逆向きの加速度）は運動の向きと逆向きの重力による。

【まとめ】垂直に投げ上げた物体（上昇中）の運動

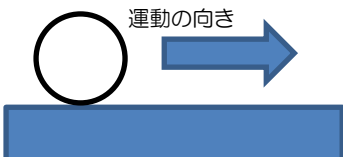
- 運動の向き：上向きのまま（①）。
- 運動の速さ：だんだん（②）なる。
- はたらいっている力（重力）の向き：下向きで運動の向きと逆。
- 速さが減る割合（逆向きの加速度）は、重力加速度に等しい。

運動の向きと逆に力がはたらき続けると、運動の向きと逆向きに加速度が生じるので、速さは一定の割合で減少する。

次に上向き、下向きの要素がない真横への運動（水平面での運動）を調べてみよう。

実験 水平面上での鉄球の運動をしらべよう

【予想】水平面上での鉄球の運動を予想しよう。



- 運動の向き：ア変わらない イ変わる
- 運動の速さ：ア変わらない イ速くなる ウ遅くなる

【準備物】 等速直線運動実験装置 鉄球 デジタル速度測定器

- 【手順】 (1) デジタル速度測定器のスイッチをいれる。
 (2) 鉄球を転がし、速度 V_1 と 20cm 移動後の V_2 を測定する。
 (3) 速度 (m/s) の差を【結果】に記録する。

【結果】

最初の速さ V_1	20cm 移動後の速さ V_2	速度の変化 $V_2 - V_1$
(m/s)	(m/s)	(m/s)
(m/s)	(m/s)	(m/s)
(m/s)	(m/s)	(m/s)
(m/s)	(m/s)	(m/s)
(m/s)	(m/s)	(m/s)

別の高さから鉄球を転がすと…

【結果】

最初の速さ V_1	20cm 移動後の速さ V_2	速度の変化 $V_2 - V_1$
(m/s)	(m/s)	(m/s)
(m/s)	(m/s)	(m/s)

【まとめ】水平面上を転がる鉄球の運動

- 運動の向き：(①)
- 運動の速さ：(②)

このことから、この運動に力ははたらいて (③)

向きも速さも変わらない運動を等速直線運動という。

【力と運動の関係】：慣性の法則（運動の第一法則）

物体に力がはたらいていないとき

- ・ 静止している物体は静止し続ける。
- ・ 運動している物体の向きは変わらない。速さは変わらない。

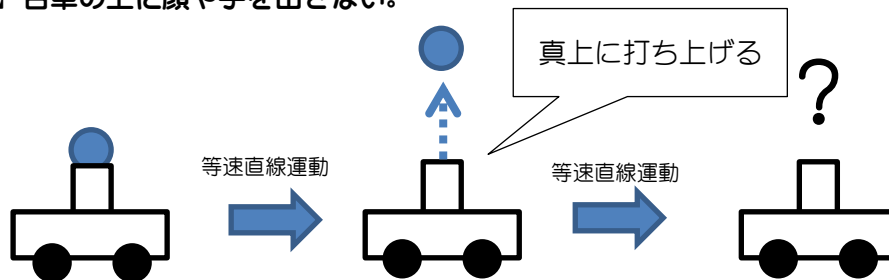
「力がはたらかないとき、運動の状態を変えない」という性質を慣性という。

実験 一定の速さで走っている台車から真上に打ち上げた物体の運動を調べよう

【準備物】 □慣性実験装置（台車） □プラスチック球 □滑走台

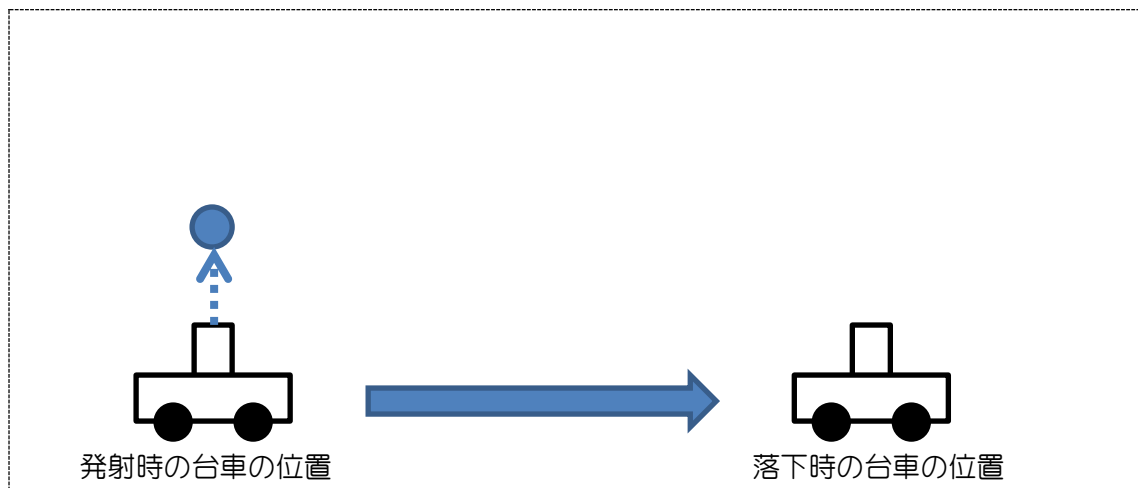
- 【手順】 (1)慣性実験装置（台車）に球をセットします。
(2)滑走台から慣性実験装置（台車）を走らせる。
(3)垂直に発射された球の運動のようすを観察する。

【注意】 台車の上に顔や手を出さない。



【予想】

打ち上げられた物体は、どのような運動をするか予想しよう（どこに落ちるか予想しよう）。
台車は水平面を転がる球と同じように等速直線運動を続けます。



【結果】

一定の速さで走っている台車から真上に打ち上げた物体は…

【まとめ】

台車の運動：水平面上の鉄球の運動と同じなので、等速直線運動。

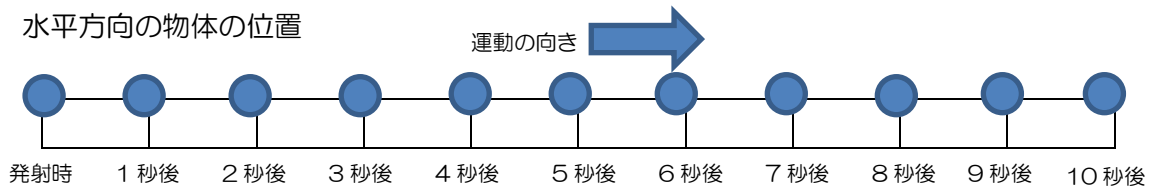
向き：変わらない，速さ：変わらない

速さが変わらないので，一定時間（1 秒間）あたりの移動距離は一定。

打ち上げた物体の運動：力がはたらいしていない水平（よこ）方向と，

重力の影響をうける垂直（たて）方向に分けて考える。

- 水平（よこ）方向：水平方向には力がはたらいしていないので，慣性の法則により台車を離れたあとも台車の進行方向に台車と同じ速さで運動し続ける。速さが変わらないので，一定時間（1 秒間）あたりの移動距離は一定。



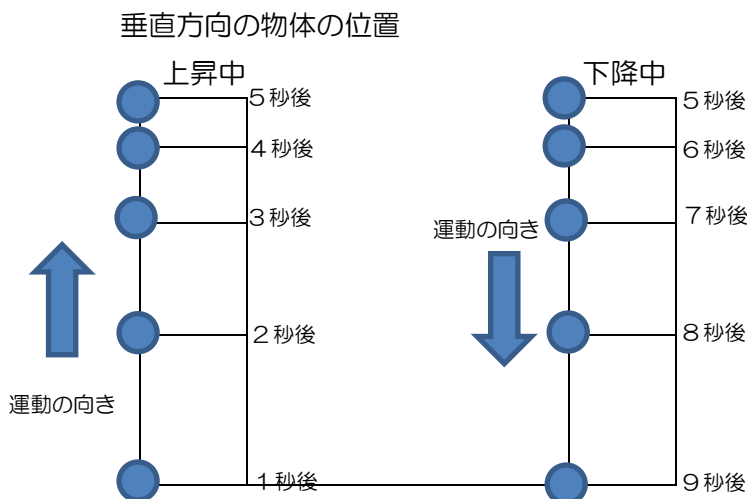
- 垂直（たて）方向

上昇中：垂直投げ上げの実験と同じように速さはだんだん遅くなる。

そのため，一定時間（1 秒間）あたりの移動距離は小さくなる。

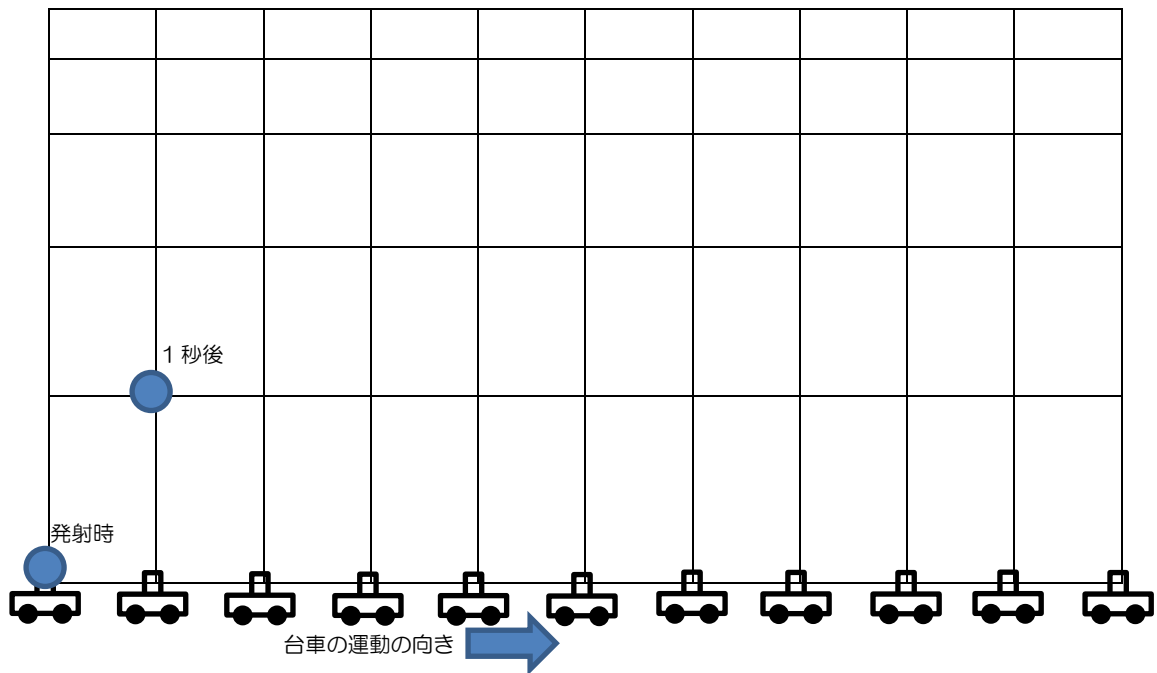
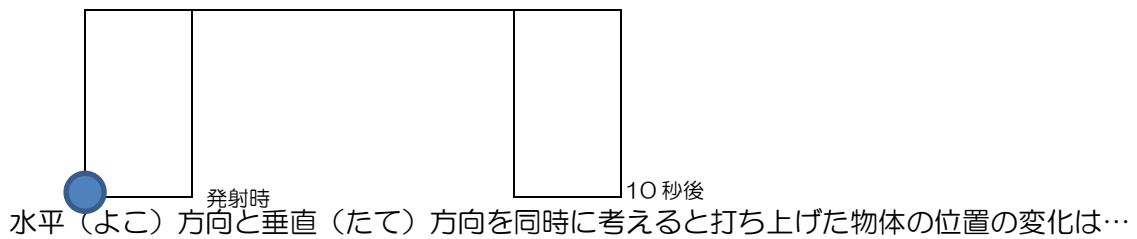
下降中：自由落下の実験と同じように速さはだんだん速くなる。

そのため，一定時間（1 秒間）あたりの移動距離は大きくなる。



このとき，上昇中も下降中も地球の重力加速度による減速・加速なので，速さの変化の割合は同じ（1 秒間に 9.8m/s ずつ）になります。

発射されてからもっとも高いところに到達するまでにかかる時間と，もっとも高いところから発射された高さから落下してくるまでにかかる時間の長さは同じになります。



このように水平方向に一定の速度で運動しながら、垂直方向に重力による加速・減速する運動を放物運動といいます。放物運動では常に運動の向きと速さが変わります。

学習のまとめ

1 物体に力がはたらかない（はたらいている力がつり合っている）とき

- ・ 静止している物体 → (①)
- ・ 運動している物体 → 向きは (②) , 速さは (③)

2 物体に一定の力がはたらき続けるとき

- ・ 力をうけると加速度が生じる。
- ・ 運動の向きと力の向きが同じ → 速さはだんだん (④)
- ・ 運動の向きと力の向きが逆 → 速さはだんだん (⑤)

空気の影響

地球上では、物体の質量に関係なく下向きに1秒間に9.8m/sずつ速くなる重力加速度をうけます。そのため、どんなものでも同じ高さから落とすと同時に着地するはずですが、羽毛と鉄球を同時に落とすと、羽毛の方がゆっくり落ちます。これは鉄球に比べて羽毛の方が大きく空気抵抗を受けるためです。空気のない状態である真空中では空気抵抗がないため、羽毛も球も同じ速さで落下します。

発展 空気の影響による運動のようすをしらべよう

装置の中で羽毛を自由落下させて速度を測定、空気の影響をしらべます。

この実験では自由落下と同じ装置を用い、実験装置内を減圧して通常の状態より空気を減らし、真空に近づけた状態で羽毛を自由落下させます。また、実験装置内を加圧して空気を通常より多くした状態で羽毛を自由落下させます。これらの実験を通して運動への空気の影響をしらべます。

【準備物】 自由落下実験装置 羽毛 デジタル速度測定器 吸排気ポンプ

【手順】 (1)自由落下実験装置の電磁石のスイッチを入れ、羽毛を接続する。

(2)空気を抜き、減圧した状態での落下速度を測定する。

(3)空気を入れ、加圧した状態での自由落下の速度を測定する。

【実験結果】

①減圧した状態での自由落下	→	速さ (V_1)	m/s	、	加速度	m/s^2
②通常の状態での自由落下	→	速さ (V_1)	m/s	、	加速度	m/s^2
③加圧した状態での自由落下	→	速さ (V_1)	m/s	、	加速度	m/s^2

実験結果から空気抵抗は運動にきい影響を与えていることが分かります。