

Date of Lab 10/11/11

Date of Submission 10/18/11

Physics Laboratory Report

Title

分裂のときの運動量の変化を調べる

Author Class

12K

Name

岩下 志織

西村 唯

Co-workers

Date	Summary	Teacher
10/18/11	質量の分かっている2台の台車が分裂したときに、運動量保存則が成立するかを確認するために、分裂後のそれぞれの速度を測定し、運動量を調べた。実験の結果、合体させた時と同じように、運動量保存則が成立することが分かった。	① <i>Tohei</i>

先生に  
説明は  
して

\* レポートは、日本語あるいは英語で記載すること。 \* この用紙をレポートの表紙として使うこと。  
\* 実験日から一週間目にあたる日までにレポートを提出すること。ただし、その後内容を付け加えて行っても良い。付け加えたときは、上に日付と内容を書くこと。

(1) 要旨

質量の分かっている 2 台の台車が分裂したときに、運動量保存則が成立するかを確認するために、分裂後のそれぞれの速度を測定し、運動量を調べた。実験の結果、合体させた時と同じように、運動量保存則が成立することが分かった。

(2) 序

(2-1) 目的

↓ 質量の分かっている 2 台の台車が分裂したときに、運動量保存則が成立するかを確認する。

(2-2) 理論

↓ 運動量保存則が成立する。

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v'$$



$$m_1v_1 - m_1v_1' = F_1\Delta t$$

$$m_2v_2 - m_2v_2' = F_2\Delta t$$

作用反作用の法則から

$$F_1 = -F_2$$

$$m_1v_1 - m_1v_1' = -(m_2v_2 - m_2v_2')$$

$$\underbrace{m_1v_1 + m_2v_2}_{\text{Initial}} = \underbrace{m_1v_1' + m_2v_2'}_{\text{Final}}$$

「衝突の前と後ろで運動量の和は変化せず保存される」

今回の場合は initial の  
運動量の和 = 0 であること  
を示し、実験の理論的背景  
を尋ねたい。

(3) 実験

(3-1) 使用器具

- 台車×2
- レール
- スパークタイマー
- 記録テープ
- たたき棒
- おもり

### (3-2)実験方法

- i. 使用する力学台車、A、Bの重量を測定する。
- ii. レールの両端にスパークタイマーをセットする。
- iii. 台車を置き、記録テープをセットする。
- iv. 台車を2台並べて真ん中に置く。
- v. 台車におもりをつける。
- vi. たたき棒でたたく。
- vii. スパークタイマーの記録を読み取る。
- viii. 台車のおもりを変えて、いろいろな質量の台車について実験を繰り返す。

### (4)実験結果

#### \*重量\*

力学台車 A = 494g

力学台車 B = 494g      これにおもり(250g)を乗せて台車の質量を変える。

\*記録された打点から6打点分の長さを求め、そこからAの速度 $v$ とBの速度 $V$ を求める。

\*机が傾いていた可能性があるから、実験 No.1~4 が終わった後、向きを逆にして、同じ実験を繰り返した(実験 No.5~8)。

大変良い。

#### \*速度の出し方

スパークタイマー(振動数 60Hz)を使用したため、6打点分の長さから求める。

➤ 速度 = (6打点分の長さ) / (6 / 60)

	Aの質量	Bの質量	等打点間の距離		分裂後の速度		運動量	
	$m_A$	$m_B$	A	B	$v$	$V$	$m_A v$	$m_B V$
単位	kg	kg	cm	cm	m/s	m/s	kg・m/s	kg・m/s
実験 No.1	0.494	0.494	11.1	11.9	1.11	-1.19	0.548	-0.588
実験 No.2	0.994	0.994	9.3	8.5	0.93	-0.85	0.924	-0.845
実験 No.3	0.494	0.994	14.2	7.0	1.42	-0.70	0.701	-0.696
実験 No.4	0.994	0.494	6.3	11.9	0.63	-1.19	0.626	-0.588
実験 No.5	0.494	0.494	8.0	8.1	0.80	-0.81	0.395	-0.400
実験 No.6	0.994	0.994	5.3	5.8	0.53	-0.58	0.527	-0.577
実験 No.7	0.494	0.994	12.8	6.8	1.28	-0.68	0.632	-0.676
実験 No.8	0.994	0.494	4.5	9.6	0.45	-0.96	0.447	-0.474

(台車Bは台車Aと逆向きに動いたから、符号は-)

\*使ったおもり

実験 No.	おもり (g)	
	台車 A (494g)	台車 B (494g)
1	+0	+0
2	+500	+500
3	+0	+500
4	+500	+0
5	+0	+0
6	+500	+500
7	+0	+500
8	+500	+0

\*すべての実験において、台車 A をたたき棒で叩いた。

\*すべての実験において、台車 A と台車 B は分裂し、互いに反対方向に動いた。

#### (5)考察

\*運動量保存則が成立するためには、初めの運動量が  $0(\text{kg} \cdot \text{m/s})$  だったのだから、分裂後の台車 A の運動量と台車 B の運動量の和も  $0(\text{kg} \cdot \text{m/s})$  になっていることを表さなければいけない。

$$(\text{台車 A の運動量}) + (\text{台車 B の運動量}) = 0(\text{kg} \cdot \text{m/s})$$

よって

$$\triangleright (\text{台車 A の運動量}) = -(\text{台車 B の運動量})$$

になっていなくてはならない。

\*先ほどの表の運動量に注目してみる。

(表 1)

運動量	
mAv	mBv
kg · m/s	kg · m/s
0.548	-0.588
0.924	-0.845
0.701	-0.696
0.626	-0.588
0.395	-0.400
0.527	-0.577
0.632	-0.676
0.447	-0.474

\*台車 A の運動量と台車 B の運動量の相対誤差を求めてみる)

$$\triangleright (\text{台車 A の運動量} - (\text{台車 B の運動量})) / (\text{台車 A の運動量}) \times 100$$

(表 2)

	誤差 (%)
実験 No.1	-7.2
実験 No.2	8.6
実験 No.3	0.8
実験 No.4	6.1
実験 No.5	-1.3
実験 No.6	-9.4
実験 No.7	-6.9
実験 No.8	-6.0

\*表 1、表 2 より、多少の誤差はあるが、

$$(\text{台車 A の運動量}) = -(\text{台車 B の運動量})$$

であることが分かる。

差もすべてが 10%以下であり、大変小さかった。

よって、運動量保存則が成立したことが分かる。

P.2の表と  
見くらべて  
すむように  
表の作り方を  
工夫しよう



\* レールが傾いていたか？

実験 5~8 は、実験 1~4 と全く同じ内容で、向きだけ逆向きである。

運動量の誤差が 1~4、5~8 で若干違うのは、このためだといえる。

← 意味不明

\* 何故誤差が出たのか？

- スパークタイマーの打点の読み取りにおいて、誤差が出た可能性がある。  
定規で測っているため、小数点以下を測定することができなかった。  
このことにより、誤差が出てしまった可能性がある。
- 実験を行ったときに、たたき棒の当て方が違い、うまく分裂できなかったという可能性がある。
- 机が傾いていた可能性がある。これによりレールも傾いてしまい、結果誤差が出てしまったという可能性がある。

これは「分裂棒」での  
かできなかったのか

\* 運動量保存の法則

いくつかの物体が内力を作用しあうだけで、外力を受けていないとき、個々の物体の運動量は変化しても、全体の運動量（各物体の運動量の和）は一定に保たれる。

(6) 結論

多少の誤差は出てしまったが、その差もすべて 10%以下であり、大変小さかった。このことから、分裂においても、合体のときと同じように、運動量保存則が成立することが確認できた。

(7) 感想

前回の実験と比べて、合体でも分裂でも運動量保存則が成立するということがはっきりと確認できてよかった。最初は、分裂のときにも運動量が保存される、という意味がよく分らないで、イメージがつかめなかったが、今回の実験で理解できた。また、今回の実験では、前回では考えなかった機の傾斜などを考えることにより、改良して実験を行うことができたと思う。前回の実験と今回の実験、両方をすることによって、運動量保存則をまとめてきちんと理解することができた。シンプルなのに目ではっきり確認できる実験でよかった。

台車の左右を入れ替えて実験したのは 大変良いが、  
その結果の記述がぼやけてる。  
傾斜についての結論も不明確である。  
先生に説明して下さい。



# 資料： スパークタイマー

実験 No. 台車

