

PhysicsLab-003	Combining Velocities
----------------	----------------------

1	Objectives	1) Observing a constant-speed vehicle on a moving board to understand the physics of "combining velocities." 動くボードの上で定速度走行台車を走らせその動きを観察し速度の合成を理解する。
4	References	啓林館「物理」p7、三省堂「物理 II」p.7

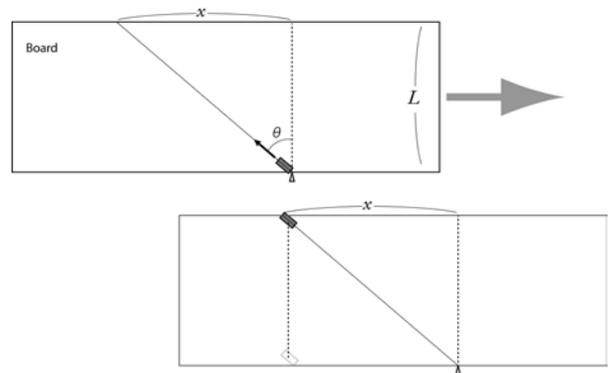
Preparation 準備

1	Constant-speed vehicle	
2	Board	Stopwatch

Experiments 実験

1	Measuring the speed of the constant-speed vehicles	(29.6 cm/s)
2	Practicing to move the board in a certain speed	(~ 0.3m/s)

ボードを流れる川に、台車を川を渡る船に見立てた実験。台車を走らせると同時にボードを引いて、台車がボードの幅方向に平行に走るようにする（船が岸に垂直に動くようにする）。このときのボードの移動距離  $x$  と時間  $T$  を測定し速度の合成の理論と比較する。



1. ボードの幅（川 R の幅）  $L$ 、台車（船 S）の速さ  $v$  を測定する。
2. 台車の出発点に印をつける。台車を走らせる道筋の直線を引く。ストップウォッチを準備。
3. 台車 S が、地面に対しボードのへりに垂直に動くようにボード R を動かす。反対側の縁に着くまでの時間  $T$  を測定する。
4. 結果を、速度の合成の理論と比較する。

$$\vec{v}_{GS} = \vec{v}_{GR} + \vec{v}_{RS}$$

$$\begin{aligned} \vec{v}_{GR} &= v_{GR} \hat{x} & v_{GR} &: \text{ボードの速さ（川の流速）} \\ \vec{v}_{RS} &= -v_{RS} \sin \theta \hat{x} + v_{RS} \cos \theta \hat{y} & v_{RB} = v &: \text{台車の速さ（船の静水に対する速さ）} \end{aligned}$$

$$\therefore \vec{v}_{GS} = (-v_{RS} \sin \theta + v_{GR}) \hat{x} + v_{RS} \cos \theta \hat{y}$$

岸に直角に進むから、  $-v_{RS} \sin \theta + v_{GR} = 0$

$$\therefore v_{GR} = v_{RS} \sin \theta \quad \dots\dots (1)$$

$$v_{GS} = v_{RS} \cos \theta \quad \dots\dots (2)$$

渡りきる時間  $T = \frac{L}{v_{GB}} = \frac{L}{v_{RS} \cos \theta} \quad \dots\dots (3)$

ボードの移動距離  $x = v_{GS} T = \frac{v_{RS} \sin \theta L}{v_{RS} \cos \theta} = L \tan \theta \quad \dots\dots (4)$

$$\theta = \tan^{-1} x/L \quad \dots\dots (5)$$

**実験** 1. 動く台車からの物体の投射

**目的** 等速直線運動をする台車から投射された物体の速度を調べる。

**準備** 力学台車(発進ばねつき), ビー玉, 透明なパイプ(長さ 40 cm 程度), 速さ測定器(スピードセンサー), 分度器, ビニルテープ, 粘着テープ, ブロック

**方法** ① 図 i のように, 力学台車の前面にパイプを粘着テープで固定する。その際, パイプを少し傾けて, 上端から 5~10 cm 程度のところに印をつけておく。

② 台車の運動に伴ってパイプの下端(ビー玉が投射される側)が通る直線上にビニルテープを貼る。

③ 台車を固定し, パイプの上端からビー玉を入れ, 投射されたビー玉の速さ  $v_1$  を速さ測定器で測定する。

④ 発進ばねをブロックに押しつけ, パイプにビー玉を入れ, ビー玉がパイプの印を通過するとき, 台車を発進させる。このとき, どの位置でビー玉がパイプから投射されるか, その軌跡を確認する。

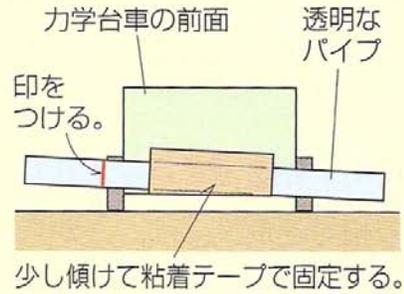
⑤ ④の後, ビー玉の軌跡上に速さ測定器を移動し, ④と同様にしてビー玉を投射し, ビー玉の速さ  $v_2$  と台車の進行方向とのなす角  $\theta$  を測定する。

⑥ 発進ばねの縮みを変えて, 台車の速さが異なる場合で, ④, ⑤の測定を行う。

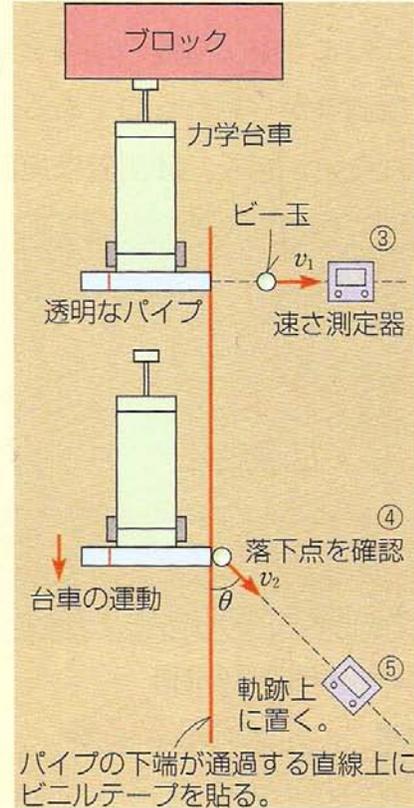
**考察** (1) 投射されたビー玉の軌跡はどうなったか。

(2) 測定したビー玉の速度を図 iii のように記入すると, ビー玉の速度の  $y$  成分は一定になっているか。

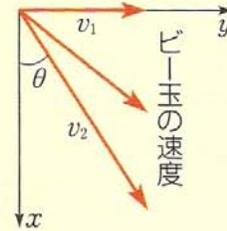
(3) ビー玉の速度の  $x$  成分は何を意味するか。



▲図 i



▲図 ii



▲図 iii  $x$  軸は台車の速度の向き,  $y$  軸は台車を固定したときのビー玉の速度  $v_1$  の向きである。