

年 月 日

第 6 日 斜面の実験

落下する物体を直接測定することは、物体があまりに速くて正確にできないことがわかった。そこでガリレオは、自由に落下する物体が一定の加速を受けるなら、なめらかな斜面を静止の状態からころがり落ちる球も小さいけれども一定の加速を受けるような加速運動であると考え、この運動を実験に調べることにした。

サルグイヤチ「長さ約1.2キュービット、幅1/2キュービット、厚さ3指幅の定規または角材をもつてきます。その端に幅1指幅余りの溝を切ります。この溝は端のみでまっすぐに作られ、平準に、かつ端から、なおその内側に、できるだけ平準な、つるつるした半円面状になってあります。その上を硬く、平準な、完全に円いしんちゆうの球を転がすのです。この版を、その一端が約1.1ないし1.2キュービット引き上げて傾斜した位置に置き、上に述べた球を溝に沿って転がし、その落下に要する時間を次に述べるような仕方で記録するのです。……」
…… 時間を測るためには、水を入れた大きな器を高い所に置いて使いました。……」
「新科学実験」(下) P.43 より

ガリレオの斜面の実験

図1はガリレオ(中央の人物)が人々の前で斜面の実験を行っている様子を描いた19世紀中頃の絵(部分)である。



図 1

〈問1〉 この絵の斜面の傾きの角はおよそ何度か。

三角関数表を用いて求めてみよう。



球の断面

* 藤沢正雄, 石川孝夫, 荒野: プロジェクト物理1「運動の概念」(コロナ社, 1977) より

実験 私たちの斜面の実験

【目的】 斜面をころがる物体について(通過距離)∝(時間)²であるかどうかをガリレオの方法で調べる。

【準備】 斜面(市販の板材で作る), 水時計(ポリバケツで作る), スタンド(2台), れんが(3個), メスシリンダー(100ml, 5個), 金属球

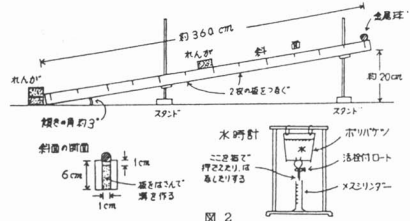


図 2

- (1) 市販の板材(長さ180cm,幅6cm,厚さ1cm) 4枚を使い, 2枚の板の間に長さ90cm,幅5cm,厚さ1cmの板をはさみボルト, ナットで固定し, 深さ1cm,幅1cmの溝のある長さ約360cmのレールを作る。
- (2) 60cmを長さの1単位として8単位まで目盛りをつけ, レールの一端を約20cm上げてスタンドで固定し斜面とする。(図2)
- (3) 水時計は図2のように, 木枠にポリバケツをさげ, バケツの底に付けた活栓付きロートを通して水を流すようにしたものを用いる。

【方法】

- (1) 斜面の上端より溝に沿って金属球をころがし, 1単位, 2単位, 3単位, 4単位だけの距離をそれぞれころがるのに要した時間を水時計ではかる。
- ① 時間の測定はその間にバケツから流れ出た水の重(体積)をメスシリンダーではかって行う。(流出した水の体積は流出時間に比例するから)
- ② ころがり終わった時間は目盛りの所においてれんがに金属球がぶつかった音で確認する。
- ③ 水を止めたり, 出したりするのはロートの管の下端をすばやく指で押さえたり, はなしたりして行う。
- ④ それぞれの距離について3回ずつ時間をはかりその平均をとる。
- (2) 測定値を次の表に記入し整理して, $x-t^2$ のグラフをかく。

年 月 日

第 1 日 放物体の運動を調べる

実験1 斜めに投げ上げられた物体の運動

【目的】 斜めに投げ上げた物体の初速度の方向と運動時間から水平到達距離を求める。

【準備】 ゴルフボール, 分度器(透明シートで作る), ストップウォッチ, 巻尺【方法】

- (1) 図1のように, Aが斜め上方に押し出すように投げたゴルフボールをBが同じ高さで受け止める。このとき, 初速度 v_0 の方向を示す角 θ をCが測定し, 運動時間 t をDが測定する。
- (2) θ と t から初速度の大きさ v_0 と到達点までの水平距離 S を計算で求める。
- (3) 巻尺で水平到達距離 S を実測し, 計算値と比較する。

【結果】

初速度の方向 $\theta =$ 運動時間 $t =$

最高点では $0 = v_0 \sin \theta - g(t/2)$,
 これより $v_0 = g t / 2 \sin \theta$ よって, $S = v_0 \cos \theta \times t$

$=$ $=$

巻尺による実測値

〈問〉 この実験では初速度 v_0 をあまり大きくしてはいけない。なぜか。

実験2 モンキーハンティング

図2のように, 点Aにあるおもちゃのさるに向かって点Oから小石を投げたとき, 同時にさるが自由落下したとする。このとき小石はさるに当たるだろうか。実験を工夫しながら考えよ。

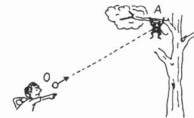


図 2

【方法1】 (斜面上でのモデル実験*)

図3のように, 傾けた板の上で, 点Aにガラス玉を手で押さえて静止させておく。もう1個のガラス玉を点Oから点Aのガラス玉をねらって打ち出す。その瞬間Aのガラス玉をころがすところだろうか。

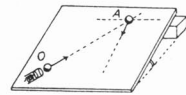


図 3

【結果】

【方法2】

図4のような, 弾丸(ガラス玉など)がおもちゃの銃の銃口を飛び出す瞬間, 電磁石のスイッチが切れ, 物体が自由落下するような装置を作って調べてみよう。

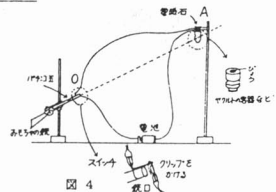


図 4

【結果】

【考察】

(まとめ)

* 落下運動をゆっくり行わせるという点で, ガリレオが斜面を利用したのと原理的には同じである。