

生徒実験：水平投射運動

【1】目的

水平投射運動が自由落下運動と水平方向への等速運動の合成であることを理解し、等加速度運動の式の取り扱いに慣れる。

【2】原理

物体を水平方向に投げ出したとき物体が行なう運動を水平投射運動という。水平投射運動は水平方向の等速運動と、鉛直方向への自由落下運動を合成した運動と見ることが出来る。

水平方向に x 軸、鉛直下方に y 軸をとり、原点から x 軸に沿って初速 v_0 で物体を投げ出すとする。重力加速度を g とすると、時刻 t における物体の速度成分および位置座標は、等加速度運動の式から

	x方向	y方向
速度	$v_x = v_0 \dots\dots(1)$	$v_y = g t \dots\dots(2)$
座標	$x = v_0 t \dots\dots(3)$	$y = \frac{1}{2} g t^2 \dots\dots(4)$

と書ける。

投げられた物体が原点より h だけ下方の床に達する時刻を T とすると、式(4)より

$$T = \sqrt{\frac{2h}{g}} \dots\dots(5)$$

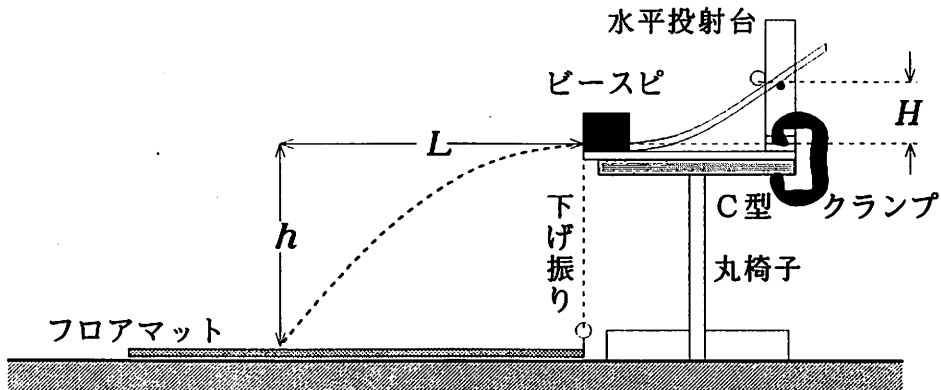
を得る。この間に水平方向に運動する距離、すなわち水平到達距離 L は式(3)より

$$L = v_0 T = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}} \dots\dots(6)$$

となる。実験によって v_0 および h を測定すれば、式(6)が成り立っていることを確認することができる。

【3】器具

水平投射台、C型クランプ、実験室用丸椅子、小球、速度測定器「ピースピ」フロアマット、ものさし、下げ振り、ボトルキャップ、電卓、セロテープ



【4】作業

- ①まず速度測定器「ピースピ」の操作に慣れる。時刻表示モードになっているときは青いボタンを数秒押し続けると単位表示[km/h]が点滅し、速度測定モードになる。このときコの字型の足の間を物体が通過するとその速度が時速で表示される。指などを通過させて計測されることを確かめる。リセットは青いボタンを軽く押す。
- ②ピースピの測定モードは、青いボタンを数秒押し続けるごとに、時刻表示→速度測定→ラップタイム→積算ラップタイム→時刻表示、と切り替わる。速度測定時は単位表示が[km/h]になっていることを確かめること。
- ③図のように、ピースピを水平投射台の端にレールをまたぐように置き、セロテープで固定する。
- ④実験机の上に丸椅子を置き、その上に水平投射台を組み立ててC型クランプで固定する。
- ⑤投射台の先端から下げ振りを垂らし、フロアマットの黒い対角線の一端をそれに合わせる。
- ⑥投射台の任意の高さから小球を転がし、落下地点がマットの対角線上に来るようにマットの位置を調節する。このとき④で合わせた端がずれないように注意する。
- ⑦以後、投射台を取り付けた丸椅子を回転させないように注意し、ずれてしまったときは④⑤の操作をやり直す。
- ⑧レールの上端からマットの上面までの高さ h をものさしで測定する。
- ⑨高さ h に対する滞空時間 T を式(5)により求める。重力加速度は $g=9.8[\text{m/s}^2]$ とする。
- ⑩ピースピの表示をリセットし00.00[km/h]とする。
- ⑪投射台のレールを一番下の釘にかけ、レール上に置いた小球の下端が釘と同じ高さになるように指で支え、静かに小球を放す。ピースピの示す初速度を読みとり、即座に秒速に換算する。この値が v_0 である。
- ⑫式(6)により水平到達距離 L を計算し、マット上の落下位置を予想する。その位置にボトルキャップを置き、指でしっかり固定しておく。
- ⑬ピースピの表示をリセットし00.00[km/h]とする。
- ⑭⑨と同じ位置から小球を静かに放し、落下予想位置のキャップに命中するかどうかを確認する。同時にピースピの示す初速度を読みとり⑨とほぼ同じであったことを確認する。大きく違うときはやり直す。
- ⑮レールをかける釘の位置を変えて v_0 を変化させ、④～⑫の実験をくり返す。
- ⑯釘の高さ H は下から5、10、15、20[cm]である。
- ⑰丸椅子の高さを変えて h を変化させ④～⑬の実験をくり返す。

【5】考察

- ①それぞれの測定、予想、実験結果を表にまとめよ。
- ②命中しない実験があった場合、その原因を考え、計算を再チェックし、実験をやりなおしてみる。その過程を報告せよ。
- ③この実験からどのようなことが確認できたか。
- ④釘の高さ H （レール上の落差）と初速度 v_0 の間にはどんな関係があるか。 H を横軸に、 v_0 や v_0^2 を縦軸にとったグラフを作り、比較して結論を導け。

測定結果

★印は式から計算で求め、予想する。

実験回数	1	2	3	4	5	6	7	8
床からの高さ h [m]								
滞空時間 T [s] ★								
釘の高さ H [cm]								
初速度 v_0 [km/h]								
初速度 v_0 [m/s]								
水平到達距離 L [m] ★								
命中したかどうか								

