

金属パイプ中のネオジム磁石の落下

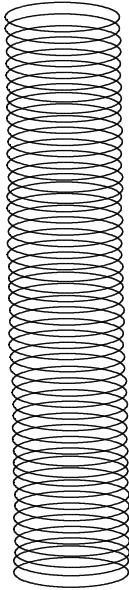
ある高校の生徒さんから質問が寄せられました。

金属パイプの中にネオジム磁石を落とした時、磁石がパイプを抜ける時間は、パイプが静止している時と、磁石を落とした瞬間にパイプを上にした時とで違いは有るか、というものです。

私の説は、上に動かした時の方が早く抜ける、と考えました。詳しくは次ページをご覧ください。

果たしてこの説は正しいのだろうか。他に何か重要な条件などがあるのでしょうか。運動方程式をきちんと立てて解くとどうなるのか。誰か実験で確かめてみませんか。

パイプのモデル

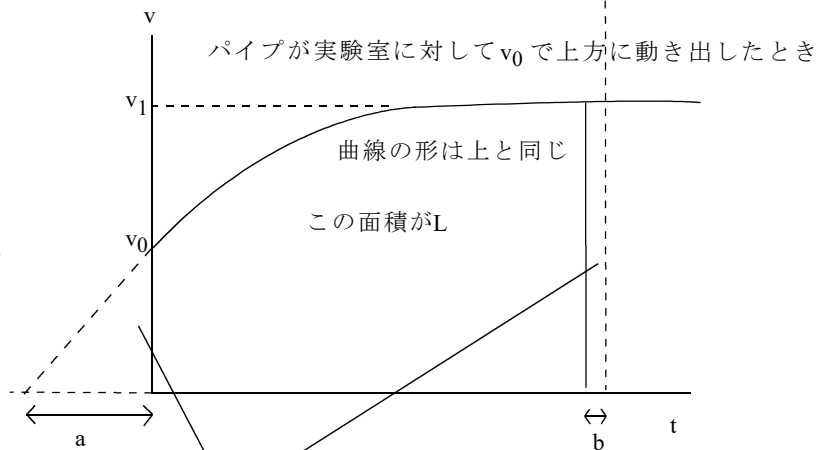
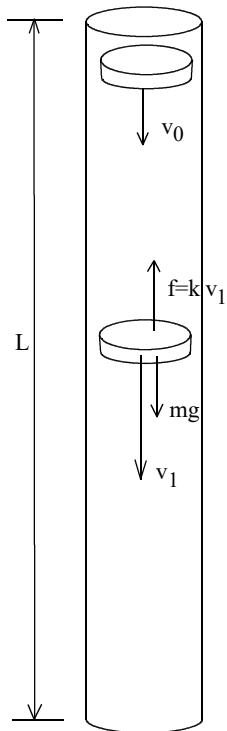
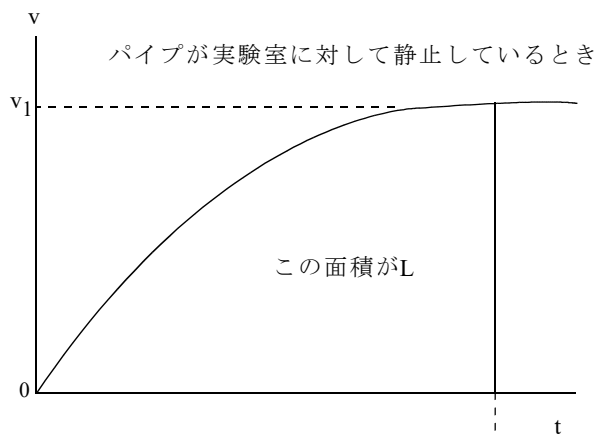


パイプを多くのコイルの集合体と考える。このコイルに流れる電流は磁場の変化に比例し、磁石が受ける力は電流に比例する。磁場の変化は磁石とパイプの相対速度に比例する。

磁石は終端速度の一定速度で落下する。

$mg = k \times v_1$ で決まる相対速度で落下する。

右図の速度はパイプから見た磁石の相対速度である。



この2つの部分の面積は同じになるので

$$a \times v_0 / 2 = v_1 \times b$$

$v_0 < v_1$ より $a > b$ となることは明白

下のグラフの方が早く v - t グラフの面積が L になるのでパイプを上を動かしたほうが早くパイプを通り抜ける。