

## 物理学 B 8章演習

机の上に綿密度  $\rho$ 、長さ  $L$  の一様な鎖がひとかたまりにして置いてある。この鎖の一端をつまんで鉛直上方へ力  $f$  で引き上げる。ただし鎖の全長  $L$  は引き上げる部分の長さ  $y$  に比べ充分長いので、鎖の一部は机の上に残っているものとする。引き上げられている部分の速さを  $v$  とする。重力加速度の大きさを  $g$  とする。

- (1) 引き上げた長さが  $y$  になった時の、鎖全体についての運動方程式を次の手順で求めなさい。
  - (a) 鎖全体の運動量  $P$  を求めなさい。
  - (b) 鎖に働く外力は何か (3 種の力がある)。それぞれの力は、どのような式で表されるか。
  - (c) (a),(b)より、鎖全体に対する運動方程式を書きなさい。
- (2) 一定の速さ  $v_0$  で引き上げる場合、引き上げた長さが  $y$  になった時には、どれだけの力で引っ張らなければならないか。
- (3) 一定の力  $f_0$  で引き上げる場合、 $y$  だけ引き上げたときの速さはどれだけか。[ヒント：運動方程式の両辺に  $yv$  を掛けると両辺とも積分できる形になる。]
- (4) (2), (3)それぞれの場合について、鎖の得た力学的エネルギーと、手のした仕事を計算し、両者の大小を比較しなさい。等しくないのはなぜか。その理由を考えなさい。

### 発展問題

- (1) (3)の場合に、時間の関数として高さ  $y$  を求めなさい。 $f_0$  と重力  $\rho yg$  が釣り合う高さ  $f_0/\rho g$  以上まで引き上げることができるのはなぜか。
- (2) 鎖が最上点に達した後で鎖が下がる場合は、どのような運動方程式で表されるか。