平成 19 年度「物理学基礎論 A」(前期) 試験問題

藤原義和 担当　　(H19.7.17 実施)

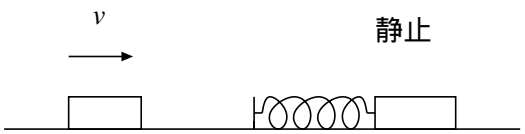
問 1. 次の基礎概念を、例をあげて、簡単に説明せよ。

(1) 慣性系

(2) 保存力

(3) 角運動量の保存則

問 2. 摩擦のない平面上におかれた、質量 m を持つ 2 つのブロックの衝突問題を考える。1 つのブロックにはその側面に質量の無視できるバネ定数 k をもったバネが取り付けてあって、衝突の際、バネが縮むことによりエネルギーを吸収するとする。はじめに、このブロックが静止していて、もう 1 つのブロックが速度 v でバネのついた面に衝突したとき、以下の問いに答えよ。

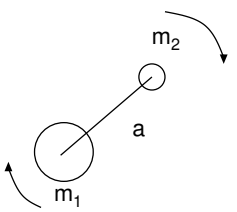


(a) 全エネルギーを 2 つのブロックの重心運動のエネルギーと重心系でのエネルギーに分解することにより、バネの縮みの最大値 x を求めよ。

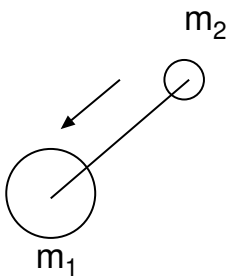
(b) 重心系でみたとき、衝突後の系の振る舞いを論じよ。2 つのブロックが弾性衝突をする場合と一体となって運動する完全非弾性衝突の場合のそれぞれについて考えよ。また、十分時間が経った後、2 つのブロックは実験室系ではどの様な振る舞いをするか？エネルギーの収支はどうなっているか？

問 3. 質量 m_1 と m_2 をもった 2 つの質点が、万有引力の作用のもとに、周期 T でお互いのまわりを円運動している。このとき、次の問に答えよ。

(a) 円運動の半径を a として、T を a の函数として表せ。
(万有引力定数を G とせよ。)



(b) ある与えられた瞬間に、2 つの質点の運動を急に止め、次にこれを放して、おたがいの上に落ちるままにしておく。2 つの質点は時間 $(1/4\sqrt{2})T$ の後に衝突することを証明せよ。(ヒント: エネルギーの保存則を用いる。また、必要ならば積分公式

$$\int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{\frac{1}{x}-1}} = \frac{\pi}{2}$$

を用いてよい。この積分は、変数変換 $x = (\sin\theta)^2$ により簡単に求まる。)