

## 第三回物理学 A レポート問題

福島孝治 (東京大学大学院総合文化研究科)

平成 16 年 6 月 4 日 : ver. 1.0

問題 1 「振り子の張力」:

1. 講義で話した振り子の問題で, 張力の時間変化を求め, グラフに記せ.
2. また, その意味を解釈せよ.

問題 2 「エネルギー保存則」: 質量  $m$  の質点の力学的エネルギー  $E$  を,

$$E = \frac{1}{2}mv^2 + U(x)$$

とする. ここで,  $x, v$  は質点の位置ベクトル, 速度ベクトルであり,  $U(x)$  はポテンシャルである. 力学的エネルギーが保存していること, つまり  $dE/dt = 0$  であることを示せ. その際に, 必要な条件は全て明示すること.

問題 3 「ポテンシャル曲線」: 2つの原子間に働く力のモデルとして, レナード・ジョーンズ (Lennard-Jones) 力がある. 質量  $m$  の原子がもう一つの原子から受けるポテンシャルは, 原子間の距離を  $r$  として,

$$U(r) = 4\epsilon \left( \left( \frac{\sigma}{r} \right)^{12} - \left( \frac{\sigma}{r} \right)^6 \right)$$

と与えられる. ここで,  $\sigma, \epsilon$  は定数とする. 原子間の距離  $r$  だけに注目し, 一次元空間の力学的運動について, 以下の問いに答えよ.

1. このポテンシャルから力を求めよ.
2. この系に力学的エネルギー  $E$  を与えたところ, 周期運動をした. 周期運動が起きるための  $E$  の条件を示せ.
3. その周期運動の振幅が非常に小さい場合に, その周期をおおざっぱに見積もってみる. ポテンシャルを平衡点の回りで 2 次曲線近似することにより, 周期を求めよ.
4. (難かも) もうすこし精度よく周期を求めてみよう.

問題 4 「保存力か」: 位置  $(x, y, z)$  の関数として, 力 (ベクトル) が次のように与えられている. 保存力かどうかを調べよ. もしも保存力ならば, ポテンシャルを求めよ<sup>a</sup>.

$$(a) \left( -\frac{cx}{r^3}, -\frac{cy}{r^3}, -\frac{cz}{r^3} \right), \text{ただし } r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}, \quad (b) (-cy, 0, 0)$$

<sup>a</sup>保存力であるための条件を確かめてみよう. ポテンシャルは空間の対称性を考慮するとよい.

問題 5 「エネルギー保存マシン?」: 2つの質量 ( $M \gg m$ ) の異なるボールを図のように縦に並べて落下させると、地面に落下後、上側の軽いボールは思ったよりもかなり高く跳ね上がる。この原理を力学の知識で解説せよ。また、跳ね上がった高さを予想せよ。

問題 4 「講義について」: 講義に関する感想・意見・要望はないか?

レポート提出に際して

1. ルール: A4片面で何枚でもよい。氏名と学籍番号と金曜日のクラスであることを明記のこと。切は6月18日のこの講義まで。それまでに16号館221A室まで持ってきてよい。
2. レポート問題は赤を入れて返却します。
3. ホッチキスで閉じて下さい。