

以下の全問に解答せよ。(最後の<問>はボーナス的な設問です。)

問題の読解および解答の両方で、スカラー記号とベクトル記号の区別に十分注意すること。本紙の印字では(例えば) $\boldsymbol{D}$ はベクトル、 D はスカラーの記号である。解答の手書き文字では、二重線部分があるかまたは上部に矢印が付いている記号だけをベクトルと見なす。

.....

問 1.

以下の空欄に入る、文章的・物理的に最も適切と考えられる内容(単語とは限らない)を答えよ。

- 大きさの無視できる2つの球が、伸縮性のある糸(質量は無視できる)で繋がって構成された孤立2体系を考える。孤立系ということは、(a)外力,外界の影響が一切なく、この系の(b)エネルギーは、系内の構成要素だけに基ついて決定される。ただし、この系の力学的エネルギーが(c)保存するかどうかは、糸によって媒介される内力に(d)非保存力の寄与があるか否かによって変わる。もし、2体間の相互作用ポテンシャルが糸の長さ(だけ)の関数として表せるならば、2体に作用する力は(e)保存力である。また、もし、糸が伸びるときに熱を発生するような場合には、ポテンシャルをもたない力の成分があり、その力の成分を介してなされる(f)仕事の分だけ、系の力学的エネルギーが(g)減少することになる。一方、系の全(h)運動量や全(i)角運動量は、作用する力が内力でありさえすれば、それが(d)であるか否かに関わらず、必ず保存する。
- 質量 m と M の2質点が、逆二乗型の引力相互作用で結ばれた孤立2体系を考える。2質点の運動は、2質点の(j)重心の位置、および、2質点の(k)位置ベクトルの差によって定義される相対位置の両者を用いれば、中心力を受ける1個の質点の運動方程式として分析することができる。ただし、その1体の運動は、質量が(l) $\frac{mM}{m+M}$ であり、相対位置ベクトルの空間中にある仮想的な質点の動きである。
孤立系の重心の運動は常に(m)等速度であるから、ある時刻の重心の(n)速度と(o)位置がわかれば、以後の重心の(o)は直ちに決まる。そこで、孤立2体系の相対位置の時間変化を、重心に対する変位の式に直せば、2質点それぞれの運動の様子を完全に把握することができる。
- 一般に、多質点系の全運動エネルギーは、(p)重心運動と、(q)内部の相対運動のエネルギーに分けて表すことができる。このエネルギーの値を、まちまちな等速運動をしている複数の(r)慣性系を使って表すとき、(p)のエネルギーはいくらでも変わり得るが、(q)の方は不変である。後者のエネルギーが系の内部エネルギーの考え方に対応する。
- (高校物理で扱った)単振り子が、実際の振り子といかに違うかを考えよう。まず、吊り糸は質量がなくて伸縮を起こさないと仮定する。さらに、重りの大きさが(s)吊り糸の長さ比べて無視できるほど小さいとする。その上で、吊り糸が(t)弛まないことや、重りが一定の(u)鉛直面内を外れた運動をしないための、厳しい初期条件を与える必要がある。最後に、(v)角度振幅が十分小さいとする数学的近似を採用して、やっと、1自由度の単振動として扱うことができ、周期の等時性などが説明されるのである。