

学籍番号 _____ 氏名 _____ 得点 _____

Q1: 以下の空欄を埋めなさい(5×4=20).

物体の運動を記述するためには、運動方程式があれば十分であることは間違いない。しかし、ある種の運動は、新しい物理量を導入することでよりわかりやすく記述できる。質量 m の質点の変位を \mathbf{r} 、質点に働く力を \mathbf{F} とするとき、運動方程式は _____ と書ける。いま、 $\mathbf{L} = \text{_____}$ を「角運動量」、 $\mathbf{N} = \text{_____}$ を「力のモーメント」と定義する(文章内の記号で記述せよ)。すると、運動方程式は _____ (数式) と変形できることが示せる。これは、「力のモーメントが働かない限り角運動量は変化しない」ことを意味し、中心力のみが働く運動の解析で絶大な威力を発揮する。

Q2: 位置ベクトル $\mathbf{r} = (1, 2, -1)$ [m] にあり、質量 1 kg、速度ベクトル $\mathbf{v} = (1, -3, 2)$ [m/s] を持つ質点がある。

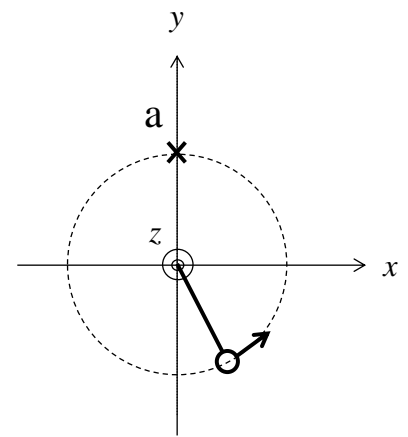
以下の問いに答えよ。

(1) 質点の角運動量ベクトル \mathbf{L} を求めよ(10)。 ※単位を忘れないこと

(2) この質点に $\mathbf{F} = (1, 5, 1)$ [N] の力を加えた。質点に働く力のモーメント \mathbf{N} を求めよ(10)。

(3) 力を加えた結果、角運動量の大きさは増加するか、減少するか。根拠とともに示しなさい(10)。

Q3: 図の様に、一端を固定した長さ l の軽いひもの先に質量 m の小球をつけ、一定の角速度 ω で水平なテーブル上を回転させる。ひもの一端を原点、テーブルを $(x-y)$ 平面として以下の間に答えよ。



(1) 小球の角運動量をデカルト座標で成分表示せよ(10).

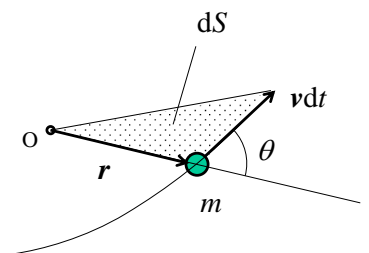
(2) 小球が図 a の位置にあったとき、突然ひもが切れた。その後の小球の運動 $\mathbf{r}(t)$ をデカルト座標で成分表示せよ。ひもが切れた瞬間を $t=0$ とする(10).

(3) ひもが切れた後の小球の運動量、角運動量をそれぞれデカルト座標で成分表示せよ(5×2=10).

ヒント: ひもが切れた後は小球に力(のモーメント)が働かないので、角運動量は保存する。

Q4: O 点に恒星があり、質量 m の惑星が恒星の周りを公転している。

(1) 「面積速度一定」とは、単位時間あたりに惑星が掃く面積 $\frac{dS}{dt}$ と定義される。これを惑星の角運動量で表わせ(10)。※絶対値記号を忘れないこと。



(2) 惑星の運動は面積速度が一定であることを文章で示せ(10).