

高校物理の復習

力学 (運動方程式・エネルギー保存則・運動量保存則)

[1] 質量 m の物体に力 \vec{F} を加えると加速度 \vec{a} が生じる。

この時の運動方程式を表せ。

[2] [1]で一次元(x 方向)にのみ運動をしているときの、エネルギー保存則(運動エネルギー+位置エネルギー=一定)を導け。位置 x , 速さ v , 加速度 a , 時間 t , 力 F , 質量 m の文字を用いてよい。
力 F は定数ではなく、 x に依存する量とする。

ヒント

運動方程式両辺を左辺に移項して $=0$ にした後、 v をかけて t で積分する。

[3] [1] 1の式から出発して、二つの物体(質量 m, m')が衝突するときの、運動量保存則を導け。ただし衝突時に受ける力は衝突の間変化せず F とおいてよい。

また簡単のため一次元で解いてよい。

ヒント

二つの物体の衝突した瞬間の運動方程式を立て、時間 t で積分し、2式の和を取り F を消去する。

力学 (円運動: ボーアモデルにむけて)

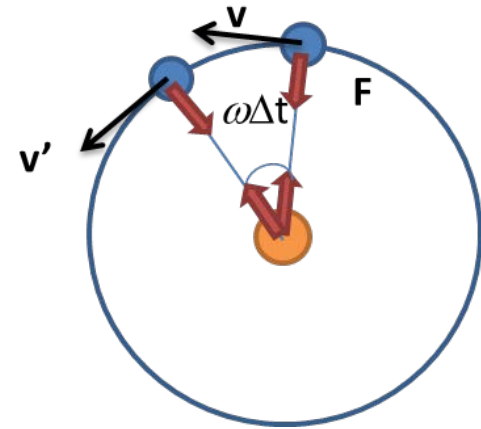
[4] 質量 m の物体の等速円運動について考える。

半径を r , 角速度を ω , 中心力を \vec{F} とし、
ある時刻 t の速度を \vec{v} , Δt 秒後の速度を \vec{v}' とする。

① \vec{v} , \vec{v}' の大きさである、速さ v を r , ω 等で表せ。

② 速度の差ベクトル、 $\Delta\vec{v} = \vec{v}' - \vec{v}$ の大きさが、 Δt が十分に小さいとき、
 $v \omega \Delta t$ となることを、作図して示せ。
(この v は①で求めた速さであり、 v のまま用いてよい。)

③ Δt が 0 に近づく極限で $\Delta\vec{v}$ の向きを作図して考え、運動方程式を立てよ。
ヒント: 加速度は $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ である。加速度の向きが $\Delta\vec{v}$ の向きである。



皆さんが、高校で習った円運動の運動方程式と一致したでしょうか？

[5] 4の問題で、 $|\vec{F}| = \frac{k}{r^2}$ の時(クーロン力や重力)、

r の場所での位置エネルギーを求めよ。

ただし r の原点を円運動の中心におき、

$r = \infty$ を位置エネルギー = 0 の基準になるように選べ。

ヒント: 位置エネルギーの定義は

$$U(\vec{r}) = -\int \vec{F} \cdot d\vec{r} + C \quad (\text{多次元}) \quad U(r) = -\int F dr + C \quad (\text{1次元})$$

今回は r という1変数で1次元として考える。

$$U(\infty) = 0 \quad \text{になるように} C \text{ を選ぶ。}$$

[6] 4の問題で、

全エネルギー(運動エネルギー + 位置エネルギー)を

m, r, ω を用いて表せ。