

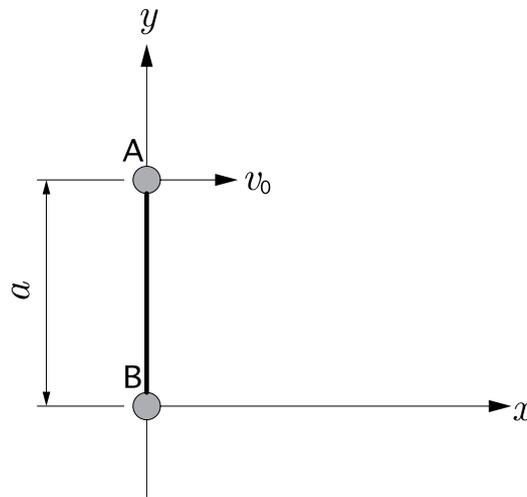
力学2 中間試験

担当：平山孝人 2006.6.13 9:00 - 10:30

[注意]

- 問題は全部で4問。
- 問題用紙1枚，解答用紙3枚，計算用紙1枚。
- 全ての解答用紙に氏名・学生番号を記入せよ。
- 問題文で定義されていない記号を用いるときは必ず定義をしてから使うこと。
- 必要ならば，以下の記号を用いよ。重力加速度： g
- 解答には結果だけでなく考え方の筋道も書くこと。結果だけの解答には点数を与えないことがある。

1. 図のように，両端に質量 m の小球 A と B が固定されている長さ a の十分に軽い棒が $x - y$ 平面上においてある。時刻 $t = 0$ で上の小球に x 軸に平行に速度 v_0 を与えたところ，この棒は回転しながら $x - y$ 平面上で移動を始めた。小球の大きさ，棒の重さ，摩擦は無視できるものとして，以下の問いに答えよ。



- (a) 時刻 t における重心の座標と速度を求めよ。
- (b) 回転の角速度 ω を求めよ。
- (c) 時刻 $t = 0$ における原点の周りの全角運動量と重心の周りの角運動量を求めよ。
- (d) 全運動エネルギーを求めよ。[ヒント：重心の運動と重心の周りの運動にわけて考える]
2. 水平な板の上に質量 m の物体がおかれている。板を水平に振幅 A ，周期 T の単振動をするように動かした。物体と面との間の静止摩擦係数を μ として，以下の問いに答えよ。
- (a) 物体は板の上を滑らないままであったとき「慣性系」から見た時の物体の加速度を求めよ。
- (b) 「非慣性系」から見ると，この物体は「静止」している。この時の力のつり合いの式を求めよ。
- (c) 物体が板の上を滑り出さない単振動の最大振幅を求めよ。

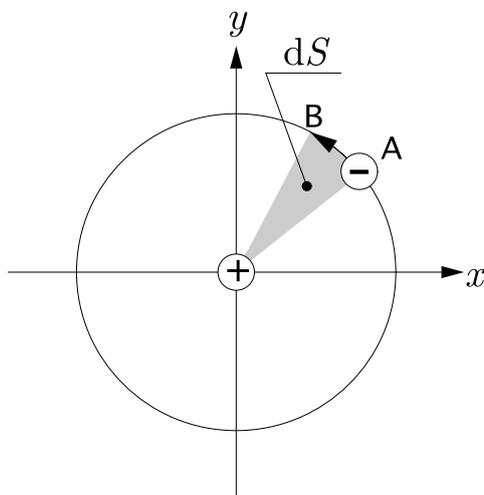
3. 以下の問いに答えよ。地球の半径は 6×10^6 (m) として、結果の有効数字は1桁でよい。結果には全て単位をつけること。必要ならば以下の式 (S' 系から見た時の運動方程式) を用いよ。

$$m\vec{a}' = \vec{F} - 2m\vec{\omega} \times \vec{v}' - m\vec{\omega} \times (\vec{\omega} \times \vec{r}')$$

- (a) 地球の回転 (自転) の角速度の大きさ ω を求めよ。
 (b) 体重 (質量) 50 kg の人が地球の北極点上と赤道上でばね秤で体重を量った。ばね秤の指す値の違いは何 kg か? また、どちらが大きいか?
 (c) 体重 (質量) 50 kg の人が赤道付近で秒速 10 m で走っている。向かっている方向が東・南の場合に人に働くコリオリ力の大きさと方向をそれぞれ求めよ。なお、地球は北極点から見て反時計回りに回転している。
4. 図のように、静止している陽子 (電荷 $+e$) の周りを一つの電子 (質量: m , 電荷: $-e$) が角速度 ω の等速円運動をしている場合を考える。電子と陽子の間に働く力はクーロン力のみであり、電子は質点と見なして良い。クーロン力: F_C はクーロンの法則の比例定数を k , 陽子と電子の距離を r として、

$$F_C = k \frac{e^2}{r^2}$$

である。電子の運動は $x - y$ 平面内に限るものとして、以下の問いに答えよ。



- (a) ある時刻において A の位置にある電子が、微小時間 dt の間に B に移動した。この時間内に電子の位置ベクトルが掃く面積: dS (図のグレーの部分) を求めよ。また、面積速度 $\frac{dS}{dt}$ が時間によらず一定であることを示せ。[ケプラーの第2法則]
- (b) 電子はクーロン力と遠心力がつり合っ等速円運動をしている。電子が陽子の周囲を回転する周期 T が $r^{\frac{3}{2}}$ に比例することを示せ。[ケプラーの第3法則]
- (c) 陽子の周りを回転する電子の運動では、上記 (a), (b) で示されたケプラーの第2, 第3法則に加え、第1法則 (楕円軌道) も成り立つ。このように、ケプラーの法則は (授業でやった) 太陽の周りを回っている惑星の運動以外に対しても成り立つ場合がある。ケプラーの3つの法則が成り立つにはどのような条件が必要か述べよ。