

基礎物理学概論
2007年度前期中間テスト

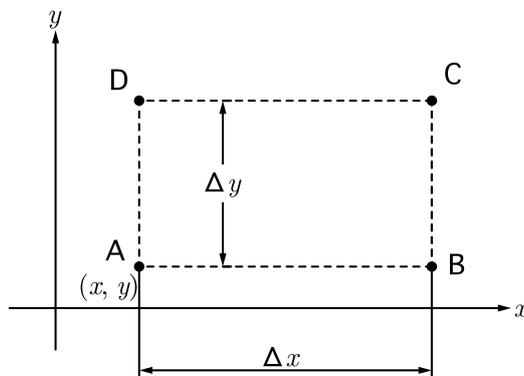
担当：平山孝人

2007.6.8 14:50 - 16:20

[注意]

- 問題用紙 1 枚，解答用紙 3 枚，計算用紙 1 枚。問題は 4 問。
- 解答用紙には 3 枚とも氏名・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・数値を用いよ。重力加速度： $g = 9.8(\text{m/s}^2)$
- 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， xy 平面上の力の場 $\vec{f}(x, y) = (f_x(x, y), f_y(x, y))$ に 4 つの点 $A(x, y)$ ， $B(x + \Delta x, y)$ ， $C(x + \Delta x, y + \Delta y)$ ， $D(x, y + \Delta y)$ がある。 $\Delta x, \Delta y$ は微少量として，以下の問いに答えよ。



- (a) 質点を $A \rightarrow B \rightarrow C$ と動かした時の場の力のする仕事を求めよ。
- (b) 同様に，質点を $A \rightarrow D \rightarrow C$ と動かした時の場の力のする仕事を求めよ。
- (c) 上の結果を使って，力の場 $\vec{f}(x, y)$ が保存力であるための条件を求めよ。
- (d) 上の (c) で求めた条件を用いて， $\vec{f}(x, y) = (-ax^2y, -\frac{1}{3}ax^3)$ が保存力であることを確かめよ。
2. 質量 m の質点が重力場中で自由落下している。自由落下を始めた時刻を $t = 0$ として以下の問いに答えよ。
- (a) 時刻 t における速度 $v(t)$ と鉛直方向の位置 $y(t)$ を求めよ。
- (b) 上の結果から力学的エネルギー $\frac{1}{2}mv^2 + mgy$ が保存することを示せ。
- (c) 力学的エネルギーの保存則から，この質点に対する運動方程式を求めよ。

3. ある質点の xy 平面上での運動について、以下の問いに答えよ。 ω は角速度であり、 p, q, ω は正の定数とする。
- (a) 質点の座標が $\vec{r} = (x, y) = (p \cos \omega t, p \sin \omega t)$ の場合を考える。
- 質点の速度の x, y 成分 v_x, v_y 、および加速度の x, y 成分 a_x, a_y を求めよ。
 - この質点の運動の軌跡を表す式を求めよ。[Hint: 軌跡の式なので、時間 t は含まれない]
- (b) 質点の座標が $\vec{r} = (x, y) = (p \cos \omega t, q \sin \omega t)$ ($p \neq q$) の場合を考える。
- この場合も等速円運動と同じく $\vec{a} = -\omega^2 \vec{r}$ が成り立つことを示せ。
 - この質点の運動の軌跡を図示せよ。運動の方向も図中に示すこと。
4. 以下の問いに答えよ。計算は暗算でできる程度の「大ざっぱ」なもので良いが、計算に使った途中の式および数値は全て答案に書くこと。長さや時間の単位はそれぞれメートル (m)、秒 (s) とし、結果には必ず単位を付けること。
- (a) 1kg の物体を自由落下させた場合の加速度を求めよ。
- (b) 地球の自転の角速度、赤道上的接線方向の速度、赤道上的人が感じる加速度の大きさとその方向を求めよ。地球の公転の影響は無視し、地球の半径は 6000km とする。
- (c) 停止している新幹線が加速を始めて 400m 走行するのに約 40 秒かかる。この間等加速度運動をしているとして、この時の加速度を求めよ。
- (d) 100m を 10 秒で走る選手がいる。この選手はスタートから 3 秒間は等加速度運動し、その後等速運動をするものとする。等加速度運動中の加速度と、等速運動の時の速度を求めよ。
- (e) 地球の自転により我々は常に加速度運動をしているが、日常生活においてそのような「加速度」を感じることはない。上記の結果を参考にして、その理由を述べよ。