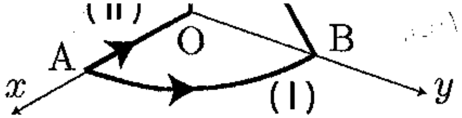
れの経路で $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r})$ のする仕事 $W_{(\mathrm{I})}, W_{(\mathrm{II})}$ を求めなさい。



(2) 3次元の力の場が保存力であるための一般的な条件を、$F_x, F_y\ F_z$ を用いた式で書きなさい。

(3) この問題の力 $\boldsymbol{F}(\boldsymbol{r})$ が保存力となるように、a の値を求めなさい。

(4) **(3)** の場合、ポテンシャル $U(x,y,z)$ を求めなさい。ただし、$U(0,0,0)=0$ とする。

問題 3. 次の各設問に答えなさい。

(1) 次の微分方程式の一般解を求めなさい。積分定数を含む形で解けばよい。ただし x は実数とし、最後は実関数の形で表しなさい。
(a) $\ddot{x}+2\dot{x}+3x=0$
(b) $\ddot{x}+2\dot{x}+x=0$

(2) エネルギー積分による方法で、微分方程式 $\ddot{x}=-x^3$ を積分しなさい。$t=0$ で $\dot{x}=0, x=1$ のとき、$\dot{x}^2$ を x の関数として表しなさい。

問題 4. 質量 m の弾丸を水平方向に初速度 v_0 で打ち出した時の鉛直面内の運動を考える。水平方向に x 軸を、鉛直上向きに y 軸をとる。弾丸の位置ベクトルと速度ベクトルはそれぞれ $\boldsymbol{r}=(x,y)$、$\boldsymbol{v}=(v_x,v_y)$ と書かれ、重力加速度ベクトルは $\boldsymbol{g}=(0,-g)$ である。水平方向（x 軸方向）には速度の 2 乗に比例する抵抗力 $-kv_x^2$ がかかる。鉛直方向（y 軸方向）に対しては抵抗が無視でき、力は重力のみがかかる。初期の位置ベクトルは $\boldsymbol{r}(t=0)=(0,0)$ である。

(1) x、y に関してそれぞれ運動方程式をたてなさい。

(2) **(1)** の x に関する運動方程式において $\dot{x}=v_x$ とおき、初期条件を考慮して水平方向の速度の時間依存性を求めなさい。

(3) **(2)** の解をさらに x に関する一階の微分方程式とみなして、$x(t)$ を求めなさい。

(4) 質点の軌跡を表す (x,y) が満たす式を求めなさい。