

物理学の基礎I 試験問題(その1) - 2002前期-

- [I] (1) $f(x, y, z) = x^2y + 2yx^2z$ のとき勾配 ∇f を求めよ。
(2) $U = U(x, y, z)$ (U がスカラー関数), としたとき、次を示せ。

$$\nabla \times (\nabla U) = 0 \quad (1)$$

- [II] $\mathbf{r} = (x, y, z) = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$, $r = |\mathbf{r}|$ のとき次の値を求めよ。
(1) ∇r , (2) ∇r^n , (3) $\nabla \cdot (r^n \mathbf{r})$, (4) $\nabla^2 \log r$, (5) ∇r^{-1}

- [III] $\mathbf{A} = (A_x(\mathbf{r}), A_y(\mathbf{r}), A_z(\mathbf{r}))$, $\phi = \phi(\mathbf{r})$ のとき次の公式を証明せよ。
(1) $\nabla \cdot (\phi \mathbf{A}) = (\nabla \phi) \cdot \mathbf{A} + \phi \nabla \cdot \mathbf{A}$
(2) $\nabla \cdot (\phi \times \mathbf{A}) = 0$
(3) $\mathbf{A} \times (\phi \times \mathbf{A}) = -(\mathbf{A} \cdot \nabla) \mathbf{A} + 1/2 \nabla |\mathbf{A}|^2$

[IV] ベクトルの内積および外積の意味を幾何学的意味に説明せよ。

- [V] (1) 保存力とはどういう力か説明せよ。
(2) 力学的エネルギー保存則を示せ。

物理学の基礎I 試験問題(その2) - 2002前期-

[I] 運動方程式から運動量に関する法則を導け。

- [II] 質量 m の質点に速さ v に比例する抵抗力 kv ($k > 0$) が働く落下運動を考える。
(1) 鉛直上向きを x 軸の正の向きとして質点の運動方程式を作れ。
(2) $v(t=0) = 0$ として任意の t での速度を求めよ。
(3) さらに、 $t=0$ で $x=0$ として任意の t での変位を求めよ。
(4) 終端速度を求めよ。
(5) 抵抗が速さの二乗に比例する場合の終端速度を求めよ。
(6) 実際の空気抵抗が速さに比例するのか、速さの二乗に比例するのかを決定するにはどのような実験をすればよいか。

[III] 減衰振動の運動方程式をつくり、質点の運動を考察せよ。

[IV] 平面極座標系での質点の運動方程式を求めよ。

[V] (x, y) 平面内で角速度 ω で回転している回転座標系での運動方程式を説明せよ。