

物理学基礎論 B レポート 01

河村聡人 (Akito D. Kawamura)

2013 年 10 月 15 日

1 ベクトルの基礎

ベクトル $\mathbf{A} = \langle 1, 2, 3 \rangle$ と $\mathbf{B} = \langle 1, 3, 2 \rangle$ について以下を求めよ。

1. $\mathbf{A} + \mathbf{B}$
2. $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$
3. $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$
4. $\mathbf{A} \cdot \mathbf{A}$
5. $\mathbf{A} \times \mathbf{A}$
6. \mathbf{A} を正規化 (normalized) し、単位ベクトル (長さが 1) を求めよ。

2 二重積分の基礎

二重積分

$$\iint_S f(\mathbf{r}) dS$$

について以下を求めよ。ただしベクトル空間 $\{x, y\}$ は直交座標系を、ベクトル空間 $\{r, \theta\}$ は極座標系を取るものとする。

1. $r = \langle x, y \rangle$ 、 $f(\mathbf{r}) = xy$ とし、 S が $\{x = [0, 1], y = [0, 1]\}$ の正方形
2. $r = \langle x, y \rangle$ 、 $f(\mathbf{r}) = x$ とし、 S が第一象限にある半径 1 の原点を中心とする四分円。(授業での例題)
3. $r = \langle r, \theta \rangle$ 、 $f(\mathbf{r}) = x = r \cos(\theta)$ とし、 S が第一象限にある半径 1 の原点を中心とする四分円。

3 複数の電荷

3つの同じ電荷 q を持つ点電荷が、一辺が l の正三角形の各頂点にある。この時、

1. あるひとつの点電荷が他のふたつの点電荷より受ける静電気力の大きさを求めよ。
2. ある一辺の中点での電場を求めよ。
3. 正三角形の中心での電場を求めよ。
4. 正三角形の面に垂直で中心を通る直線に沿って、点電荷 Q を無限遠から中心まで近づけた時、電場が行った仕事を求めよ。

4 一様な電荷-ワイヤー

無限に長いワイヤーが単位長さ辺り λ で一様に帯電している。この時、ワイヤーから距離 a の電場を求めよ。ただし、ワイヤーの太さは無視出来るものとする。

5 一様な電荷-金属球殻

半径 R の金属球殻があり、単位面積辺り σ で一様に帯電している。この時、球殻の中心から距離 a の電場を、 $a < R$ と $a > R$ の場合に分て求めよ。ただし、球殻の厚さは無視出来るものとする。

6 TAの悪ノリ問題

6.1 帯電した星間ガス-初期宇宙

半径 a の球形の電子ガス A と半径 b の球形の陽電子ガス B が中心を共有し、共に一様で非常に高い数密度 n で存在している。双方のガスが発散しない条件 a/b の値の範囲を静電気力と重力を考慮して求めよ。ただし密度の時間的发展、衝突や対消滅、熱運動による圧力、磁場等は考えなくて良いものとする。

6.2 帯電した星間ガス-現在の宇宙

先の問いにおいてガス B が陽電子ではなく陽子で構成されていた場合の双方のガスが発散しない条件 a/b の値の範囲を、先の問いと同様に求めよ。