

2018 レポート課題  
基礎物理学(力学+電磁気学)  
理学部・生物分子科学科

# 課題1

ベクトル  $\vec{A}, \vec{B}$  を

$$\vec{A} = (A_x, A_y, A_z)$$

$$\vec{B} = (B_x, B_y, B_z)$$

としたとき

(1) 2つのベクトルの外積が

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{pmatrix} A_y B_z - A_z B_y \\ A_z B_x - A_x B_z \\ A_x B_y - A_y B_x \end{pmatrix}$$

となることを示せ。

(2) 外積の大きさ  $|\vec{A} \times \vec{B}|$  が、 $|\vec{A}| |\vec{B}| \sin \theta$  となることを示せ。

# 課題2

等加速度運動の速度と変位の式

$$v = v_0 + at$$

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$$

から、

$$v^2 - v_0^2 = 2ax$$

を導け。

## 課題3

平面の極座標において、

(1) 速度  $v_r$  と速度  $v_\theta$  が

$$v_r = \frac{dr}{dt}$$

$$v_\theta = r \frac{d\theta}{dt}$$

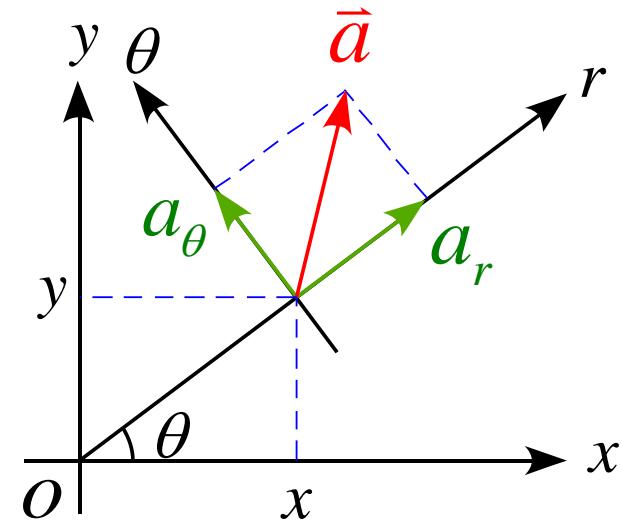
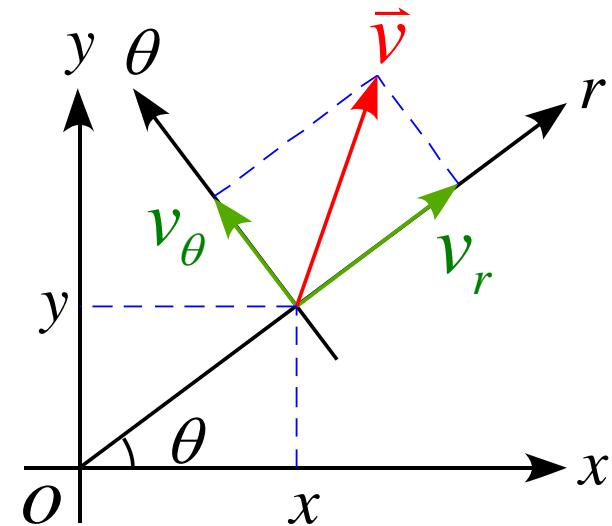
となることを示せ。

(2) 加速度  $a_r$  と加速度  $a_\theta$  が

$$a_r = \frac{d^2 r}{dt^2} - r \left( \frac{d\theta}{dt} \right)^2$$

$$a_\theta = 2 \frac{dr}{dt} \frac{d\theta}{dt} + r \left( \frac{d^2 \theta}{dt^2} \right) = \frac{1}{r} \frac{d}{dt} \left( r^2 \frac{d\theta}{dt} \right)$$

となることを示せ。



# 課題4

床の上に線密度  $\rho$  の鎖が置いてある。

この鎖の端を持って鉛直に引き上げる運動を考える。

重力加速度を  $g$  として以下の問いに答えよ。

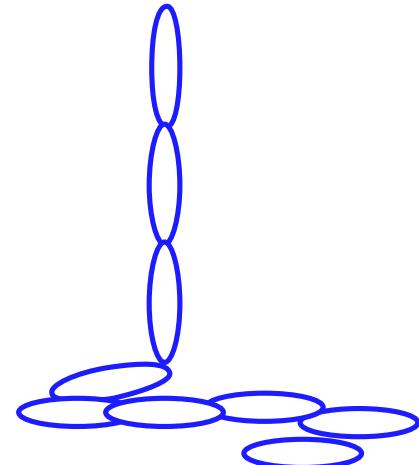
引き上げた部分の長さが  $x$  、速度が  $v$  、加速度が  $a$  となつたとき

(1) 引き上げた部分の質量  $m$  を記述せよ。

(2) この時の運動方程式を記述せよ。

(3) 引き上げる力  $F$  の大きさを求めよ。

(4) 一定の速度  $v$  で引き上げる場合の力の大きさを求めよ。



注) (3),(4)において解答のみの記述は評価しないものとする。

# 課題5

次の式を証明せよ。但し、 $\phi$  はスカラーとする。

$$(1) \quad \frac{d}{dt}(\phi \vec{A}) = \frac{d\phi}{dt} \vec{A} + \phi \frac{d\vec{A}}{dt}$$

$$(2) \quad \frac{d}{dt}(\vec{A} \cdot \vec{B}) = \frac{d\vec{A}}{dt} \cdot \vec{B} + \vec{A} \cdot \frac{d\vec{B}}{dt}$$

$$(3) \quad \frac{d}{dt}(\vec{A} \times \vec{B}) = \frac{d\vec{A}}{dt} \times \vec{B} + \vec{A} \times \frac{d\vec{B}}{dt}$$

# 課題6

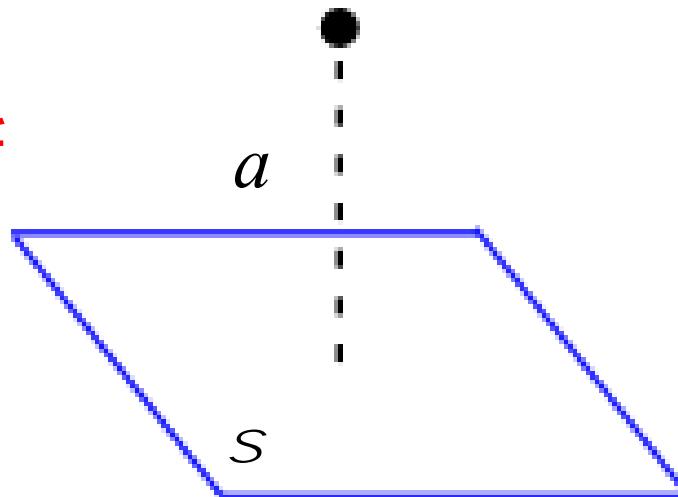
無限に広い平面がある。

この平面上に面密度  $S$  で一様に電荷が分布しているとする。

この平面から距離  $a$  だけ離れた点での電場の大きさを求めよ。

但し、真空誘電率は  $\epsilon_0$  とする。

注) クーロンの法則を用いて計算すること



# 課題7

ガウスの法則の微分形

$$\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0} \quad \left( \text{div } \vec{E} = \frac{r}{\epsilon_0} \right)$$

$$\nabla \times \vec{E} = 0 \quad \left( \text{rot } \vec{E} = 0 \right)$$

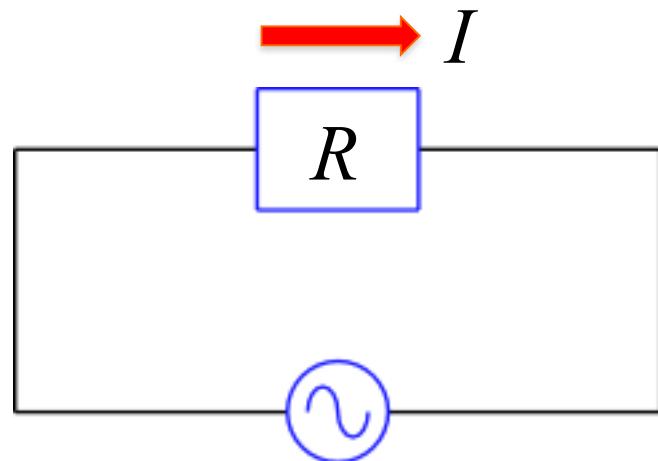
を導け

# 課題8

電流が時間的に周期的に変動する電流  $I(t)$  が

$$I(t) = I_0 \sin(2\pi ft)$$

で表される電流がある。



(1) 抵抗  $R$  に流したときの仕事率  $P$  を求めよ。

(2) このときの平均電流の大きさを求めよ。

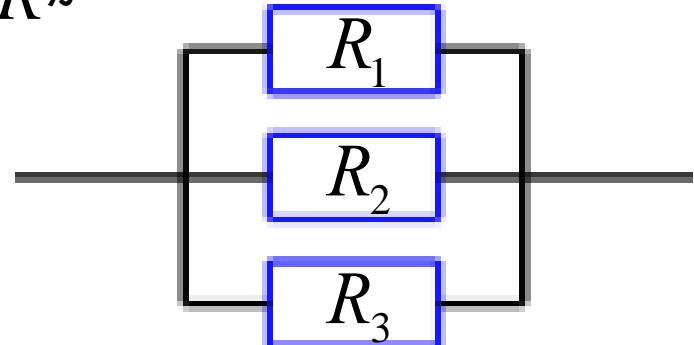
# 課題9

抵抗  $R_1, R_2, R_3$  がある。

(1) 3つの抵抗が並列につながれたときの合成抵抗  $R$  が

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

であることを示せ。



(2) 3つの抵抗が直列につながれたときの合成抵抗  $R$  が

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

であることを示せ。



# 課題10

地球は巨大な磁石であることはよく知られている。

以下の問い合わせに答えよ。(A4レポート用紙1枚分以上記述すること)

(1) 地球が磁石とみなせる仕組みについて説明せよ。

ただし、次の用語を用いること。「磁気双極子」「磁極」

(2) 地球上の歴史で、地磁気(地球が生じさせる磁場)が反転した時期について調べよ。

(3) もし、現代において地磁気が反転した場合、どのような影響が出るか検討せよ。