

北海道大学大学院環境科学院  
地球圏科学専攻  
大気海洋物理学・気候力学コース

平成28年度大学院修士課程秋季特別入試  
基礎学力試験

数学・物理学(古典物理学)より計2問出題されている。その全てに解答すること。1問につき1枚の解答用紙を使用し、解答用紙には問題番号を記入すること。

平成27年10月

## 問題 1

問 1 以下の微分方程式を解け。

(a)  $\frac{d^2y}{dx^2} + 2\frac{dy}{dx} + 2y = 0$

(b)  $\frac{dy}{dx} + y = x + 1$

問 2 以下の定積分を求めよ。

(a)  $\int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} x \sin x \, dx$

(b)  $\int_{-1}^1 \sqrt{1-x^2} \, dx$

問 3 3次元空間における位置ベクトルを  $r$ 、任意の定ベクトルを  $a$  とするとき、 $\nabla \times (a \times r)$  を求めよ。

問 4 行列  $A = \begin{pmatrix} 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$  について、

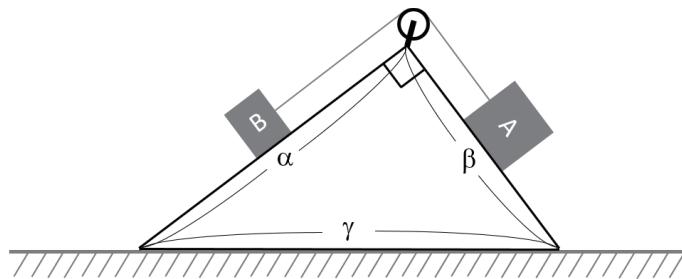
(a) 全ての固有値を求めよ。

(b) いずれか一つの固有値に属する固有ベクトルを求めよ。

## 問題 2

問 1 下の図のように、水平面上に固定された三角ブロックの上に、質量  $M$  の物体 A と質量  $m$  の物体 B が定滑車を通して斜面に平行な糸で結ばれている。三角ブロックの上側の頂点は直角で、三辺の長さはそれぞれ  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$  である。糸の質量および、三角ブロックと物体の間の摩擦は無視できるとし、以下の (a) ~ (c) に答えよ。ただし、重力加速度の大きさは  $g$  とする。

- (a) 定滑車の質量が無視できるとき、糸の張力を  $T$ 、物体 A が斜面に沿って下る方向の加速度を  $a$  とし、物体 A と物体 B の斜面に沿う方向の運動方程式をそれぞれ書け。
- (b) 張力  $T$  を用いずに、物体の加速度  $a$  を表せ。
- (c) 定滑車の質量が無視できないとき、(b) の場合に比べて、物体の加速度の大きさは大きくなるか、小さくなるか、変わらないか、答えよ。また、そのように判断した理由を述べよ。



問 2 以下の (a) ~ (c) に答えよ。ただし、重力加速度の大きさを  $10 \text{ m s}^{-2}$ 、海水と空気の定圧比熱をそれぞれ  $4 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$  と  $1 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ 、海水の密度を  $10^3 \text{ kg m}^{-3}$ 、氷の融解熱を  $300 \text{ kJ kg}^{-1}$  とする。

- (a) ある場所の気圧とは、その場所より上にある全空気の重さによって生じる単位面積あたりの力である。地球表面全体で平均した気圧を  $10^5 \text{ N m}^{-2}$  とした場合、大気全体の空気の質量を地球の表面積  $A \text{ (m}^2\text{)}$  を用いて  $\text{kg}$  で表せ。
- (b) 地球表面の 70% を覆う全海洋の平均深度を  $4000 \text{ m}$  とする。(a) の結果を用いると、海水全体の温度を  $1 \text{ K}$  上昇させるのに必要な熱量は、大気全体の温度を  $1 \text{ K}$  上昇させるのに必要な熱量の何倍に相当するか。
- (c) 海洋の面積が変わらないまま、南極とグリーンランドの氷がすべて融けると、全海洋の平均水位の上昇は  $60 \text{ m}$  になるとする。これらの氷をすべて融かすのに必要な熱量は、海水全体の温度を何  $\text{K}$  上昇させる熱量に相当するか。全海洋の平均深度を  $4000 \text{ m}$ 、氷の温度を  $0^\circ\text{C}$  (融点) とし、有効数字 1 桁で答えよ。