

2024 年度 名古屋大学大学院環境学研究科

地球環境科学専攻 大気水圏科学系

博士前期課程 普通入試

【専門科目 出題例】

(注意事項)

1. 専門科目は下記の 7 科目である。受験生は、出願時に選択した 2 科目を解答した。
 - ・地球環境学 ・地球物理学 ・地球化学 ・物理学
 - ・化学 ・生物学 ・数学
2. 本ファイルに掲載したのは、専門科目の試験において出題された問題の例である（すべての問題を掲載しているわけではない）。

地球環境学

問題 気候変動に関する以下の問1～2に答えなさい。

問1 氷期・間氷期サイクルについて説明しなさい（100字程度）。

問2 19世紀以降の二酸化炭素濃度の急増について、その原因を説明しなさい（100字程度）。

問題 地表面の熱収支に関する以下の問1～2に答えなさい。

問1 以下の地表面の熱収支式において、（ ）に当てはまる語句を記しなさい。

$$\text{正味放射量} = \text{顕熱輸送量} + () + \text{地中伝導熱}$$

問2 森林を砂漠に改変すると、地表面の熱収支はどのように変化するか、説明しなさい（100字程度）。

地球物理学

問題 太陽放射と地球放射に関する以下の問いに答えなさい。

問1 地球が太陽から吸収する放射量と地球が宇宙空間に放出する放射量は、地球全体で見るとつりあっている。単位時間あたりに地球全体が吸収する太陽放射量と地球全体から出ていく地球放射量を、以下のパラメータを使ってそれぞれ示しなさい。

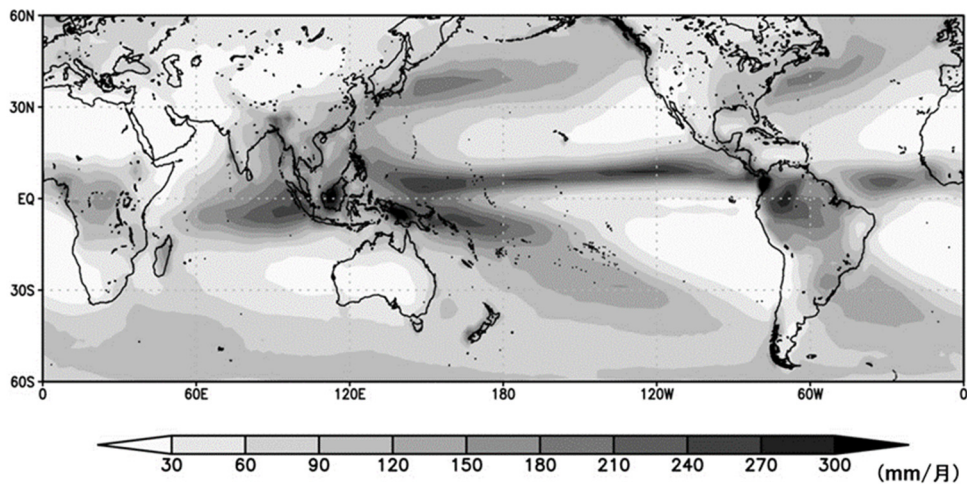
(太陽定数: S , 太陽放射に対する地球のアルベド: A , 地球の半径: r , 単位面積・単位時間当たりの地球放射量: I)

問2 実際の地球全体の平均地上気温は、問1の太陽放射と地球放射のエネルギーがつりあった状態の温度よりも 30°C 以上も高いことが知られている。この理由を説明しなさい (50 字程度)。

問題 下の図は、平年の年降水量の分布を示したものである。以下の問いに答えなさい。

問1 北半球の太平洋に着目すると、赤道付近と北緯 30～50 度で降水量が多く、北緯 20 度付近で降水量が少ない。この緯度帯による降水量の違いをもたらす大気の循環について説明しなさい (90 字程度)。

問2 エルニーニョ現象が発生するとき、赤道太平洋域の海面温度や降水域の分布が平年とどのように異なるか、特に東西方向の変化に着目して説明しなさい (40 字程度)。



地球化学

問題 対流圏大気中の主要成分は、水蒸気を除くと 3 種類である。

問 1 3 種類の成分のうち、二酸化炭素濃度の季節変動と逆位相で濃度が変動する成分を 1 つ挙げて化学式で答えよ。

問 2 問 1 の原因を 50 字程度で説明せよ。

問題 物質循環の解析には、安定同位体比が指標としてよく用いられる。また、安定同位体比は δ 値という表記法が使われることが多い。

問 1 炭素の安定同位体比、 $\delta^{13}\text{C}$ 値を定義する式を書け。ただし、試料の同位体比 ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比) を R_{sa} 、標準物質の同位体比を R_{st} 、として R_{sa} と R_{st} を用いて書くこと。

問 2 対流圏大気中の二酸化炭素の $\delta^{13}\text{C}$ 値は、過去 200 年間低下傾向にあることが知られている。この原因を 50 字程度で説明せよ。

問 3 最終氷期の海水の $\delta^{18}\text{O}$ 値は現在よりも高かったことが分かっている。この原因を 50 字程度で説明せよ。

物理学

問題 図1に示すように、質量が無視できる長さ L のひもにつながれた質量 m の質点が、微小な角度 θ で単振動をしているとき、以下の問に答えなさい。ただし、角度 θ は図1のように点線の右にあるときを正とする。

- 問1 質点の接線方向の速度と加速度を図中の記号を用いて示しなさい。
- 問2 重力加速度を g とすると、質点の重力の接線方向の成分を示しなさい。
- 問3 接線方向についての質点の運動方程式を示しなさい。
- 問4 角度 θ が十分小さいとして、その運動方程式を解いて、一般解を求めなさい。
- 問5 その解の振動の周期 T を求め、その解がなぜ振り子の等時性を表すのかを説明しなさい。

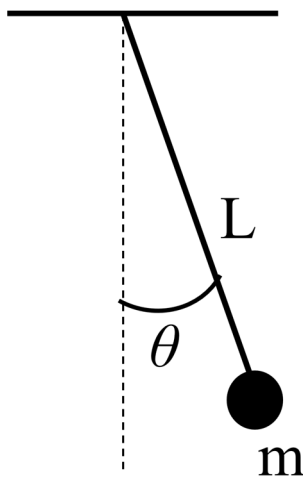


図1

問題 図2はカルノーサイクルの体積-圧力図で、AB、BC、CD、DAの順に4つのプロセスが進む。この図に関して、以下の問に答えなさい。体積を V 、圧力を p とし、図中にあるように温度は T_1 、 T_2 である。また、系に出入りする熱を Q_1 、 Q_2 とする。

問1 AからBへの変化はどのようなプロセスか説明しなさい。

問2 BCを通る曲線の式を示し、BからCへの変化はどのようなプロセスかを説明しなさい。

問3 上記4つのプロセスで、系のエントロピー S の変化が起こるのはどのプロセスかを答えなさい。また、そのときのエントロピーの変化量を示しなさい。

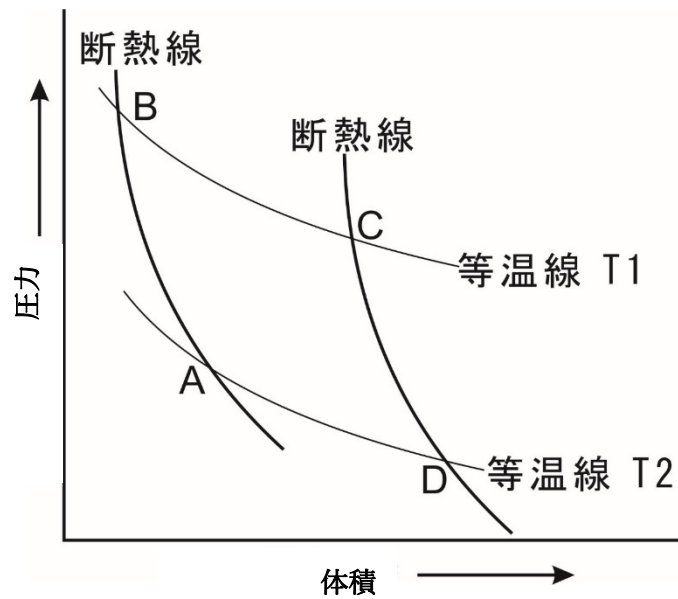


図2

化学

問題 C₄H₁₀O の化学式を持つ化合物について、以下の問いに答えなさい。

問1 異性体の構造式をすべて答えなさい。

問2 これらの異性体のなかで不斉炭素をもつ化合物の名称を答えなさい。

問題 H₂O の相変化について、以下の問いに答えなさい。

問1 固体（氷）から液体（水）へのエンタルピー変化 $\Delta H = +6.0 \text{ kJ mol}^{-1}$ 、エントロピー変化 $\Delta S = +22 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ であるとき、氷から水への相変化が生じる温度を求めなさい。

問2 液体（水）から気体（水蒸気）へと相変化する際に必要な ΔH は $+40 \text{ kJ mol}^{-1}$ である。氷から水への相変化に比べて、水から水蒸気への相変化では、より多くのエネルギーを必要とする理由を、100 字程度で答えなさい。

問題 物質 A の分解における反応速度式において $v = k[A]$ と表される反応は一次反応と呼ばれる。ここで、 v は反応速度、 k は反応速度定数、 $[A]$ は物質 A の濃度である。時間を t 、A の初期濃度を $[A_0]$ とする。以下の問いに答えなさい。

問1 一次反応として知られている反応の例を 1 つ答えなさい。

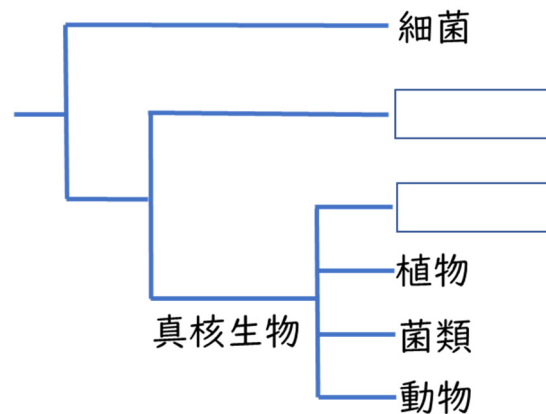
問2 反応開始からの時間 t に対して、 $[A]$ はどのように変化するのか、10 字程度で答えなさい。

問3 $[A]$ が半分となるのに要する時間を $t_{1/2}$ とする。 $t_{1/2}$ を k の関数として示しなさい。

生物学

問題 次の3つの問に答えなさい。

問1 下の図の空欄に入る用語を答えなさい。



問2 以下の文章の空欄に入る用語を答えなさい。

菌類は 栄養生物である。菌類は を分泌して体外にある食物を分解し、その結果できた の栄養分を吸収する。一方、ヒトを含むほとんどの は比較的大きな食物片を体内に取り込み、分解し吸収する。

問3 菌類の菌糸と胞子の機能を説明しなさい。

問題 陸上植物生態系における窒素循環に関する次の文の（ア）～（ケ）に当てはまる言葉を下の【語群】から選び解答しなさい。

・植物や菌類の遺体・排出物が分解者によって分解されることで（ア）が生じ、順次、（イ）と硝酸菌によって、（ウ）と（エ）になる。植物は、根により土壤中から（ア）、（ウ）、（エ）のうち主に（ア）と（エ）を吸収する。

・窒素同化に直接使われるのは（ア）なので、（エ）は（オ）と亜硝酸還元酵素により（ア）にまで（カ）される。

・（ア）は光合成と呼吸の過程で生じたグルタミン酸と（キ）を利用して反応し、様々な種類のアミノ酸となる。この各種アミノ酸から（ク）や（ケ）などが合成される。

【語群】

タンパク質、硝酸還元酵素、核酸、亜硝酸菌、還元、
 NO_3^- 、 NO_2^- 、 NH_4^+ 、ATP

数学

問題 次の微分方程式を解きなさい。

$$x^2 - y^2 + 2xy \frac{dy}{dx} = 0$$

問1 $y = xv$ として、 x と v の微分方程式に書き換えたものを示しなさい。

問2 v をおきもどして微分方程式を解きなさい。

問題 正規分布について以下の問いに答えなさい。

問1 正規分布の特徴を以下の語句を用いて説明しなさい（100字程度）。

平均値 最頻値 中央値 左右対称 誤差

問2 以下に示される正規分布の確率密度 $f_N(x)$ の式から、正規分布の期待値 $E_N(x)$ が μ となることを計算して求めなさい。

$$f_N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

なお、期待値 $E_N(x)$ は以下の式を用いて計算できる。

$$E_N(x) = \int_{-\infty}^{\infty} x f_N(x) dx$$

必要に応じて以下のガウス積分の公式を参照しなさい。

$$\int_{-\infty}^{\infty} e^{-x^2} dx = \sqrt{\pi}$$