

地球科学の試験問題は、令和6年度入学試験では受験者がなく実施しなかったため、理学部HPでの公表はございません。

なお、試験の過去問においては過去2年分掲載しておりますが、地球科学については令和4年度分を継続して公表します。最後のページに掲載しております。

令和6年度

茨城大学理学部理学科3年次編入学試験

試 験 問 題

数 学

注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
- ② 問題は2ページあります。落丁、乱丁または印刷の不鮮明な箇所がある場合は試験監督員に申し出ること。
- ③ 解答用紙は1題につき1枚（計2枚）あり、裏面も使用可。
- ④ 解答用紙の所定の欄に志願コース及び受験番号を記入すること。
- ⑤ 数学①と数学②は、それぞれ別の解答用紙に記入すること。
- ⑥ 試験終了後、問題冊子と下書用紙は各自持ち帰ること。

1 以下の各問に答えよ.

問1. 以下の各小問に答えよ.

- (1) \mathbf{R}^2 において, ベクトル $\begin{pmatrix} 2 \\ -1 \end{pmatrix}$ を $\begin{pmatrix} -2 \\ -3 \end{pmatrix}$ に, $\begin{pmatrix} 1 \\ 3 \end{pmatrix}$ を $\begin{pmatrix} 5 \\ 4 \end{pmatrix}$ にそれぞれ写す線形変換を表す2次の正方行列を求めよ.
- (2) 次のベクトル $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3$ は1次独立かどうかを調べよ.

$$\mathbf{a}_1 = \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \\ 5 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{a}_2 = \begin{pmatrix} -4 \\ 3 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{a}_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

問2. \mathbf{R}^4 の線形部分空間 V_1 と V_2 を次のように定める:

$$V_1 = \left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^4 \mid \begin{array}{l} x + 3z + 8w = 0, \\ x + y + 2z + w = 0 \end{array} \right\},$$
$$V_2 = \left\{ \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{pmatrix} \in \mathbf{R}^4 \mid \begin{array}{l} x + 2y + w = 0, \\ -y + 3z - w = 0 \end{array} \right\}.$$

このとき, 以下の各小問に答えよ.

- (1) V_1, V_2 の基底をそれぞれ一組求めよ.
- (2) $V_1 \cup V_2$ が \mathbf{R}^4 の線形部分空間ではないことを示せ.
- 問3. 一般に線形空間 K の部分空間 K_1, K_2 に対して, その和集合 $K_1 \cup K_2$ が K の部分空間であるならば, $K_1 \subset K_2$ または $K_2 \subset K_1$ が成り立つことを示せ.

2 以下の各問に答えよ.

問1. xy 平面内に定義域 D をもつ実数値関数

$$f(x, y) = \log \frac{y^2 - 3y + 2}{x^2 + x - 2}$$

を考える. ただし, 対数は自然対数とする. このとき, 以下の各小問に答えよ.

- (1) 関数 $f(x, y)$ の定義域 D を調べ, xy 平面上に図示せよ.
- (2) $\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial y} = 0$ となる点 (x, y) が, 小問(1)で求めた D 上に何個存在するか調べよ.

問2. 次の関数を考える.

$$f(x, y) = \sqrt{x^2 + y^2} - \frac{x^2 + y^2}{2}$$

また, 実数 t (ただし $t \neq \frac{1}{2}$) に対して $D(t) = \{(x, y) \in \mathbf{R}^2 \mid f(x, y) \geq t\}$ とする. このとき, 以下の各小問に答えよ.

- (1) 集合 $D(t)$ が空集合とならないための t の条件を求めよ.
- (2) t が小問(1)の条件を満たすとき, $D(t)$ が表す閉領域の面積 $S(t)$ を求めよ.
- (3) t が小問(1)の条件を満たすとき, 重積分

$$F(t) = \iint_{D(t)} f(x, y) dx dy$$

を求めよ.

令和6年度
茨城大学理学部理学科3年次編入学試験

試 験 問 題

物 理 学

注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
- ② 問題は2ページあります。落丁、乱丁または印刷の不鮮明な箇所がある場合は試験監督員に申し出ること。
- ③ 解答用紙は1題につき1枚（計2枚）あり、裏面も使用可。
- ④ 解答用紙の所定の欄に志願コース及び受験番号を記入すること。
- ⑤ 物理学①と物理学②は、それぞれ別の解答用紙に記入すること。
- ⑥ 試験終了後、問題冊子と下書用紙は各自持ち帰ること。

1 直交座標 (x, y, z) を極座標を用いて

$$x = r \sin \theta \cos \phi, \quad y = r \sin \theta \sin \phi, \quad z = r \cos \theta$$

と表す。ただし、 $0 \leq r$, $0 \leq \theta \leq \pi$, $0 \leq \phi \leq 2\pi$ である。原点 $r = 0$ を中心とする半径 R の球対称な質量 M の惑星があり、中心からの距離 r での質量密度を $\rho(r)$ とする。万有引力定数を G として以下の問に答えよ。解答は導出過程も含めて記述せよ。

問1 極座標における微小体積要素（体積素片）を書け。

問2 r を変数とする積分を用いて、 M を表せ。

問3 位置 $(x, y, z) = (0, 0, a)$ における重力ポテンシャル $V(a)$ を M , G , a を用いて表せ。ただし、 $R \leq a$ とし、 $V(a)$ の基準点を無限遠とする。重力ポテンシャルとは、重力による単位質量あたりのポテンシャルエネルギーである。

z 軸に沿って惑星に細いトンネルを掘り、質量 m の小物体が z 軸に沿って運動する状況を考える。トンネル内における小物体の位置を z とすると、惑星が小物体に及ぼす重力ポテンシャルは

$$V(z) = -\frac{g}{4R}(-z^2 - 2R|z| + 7R^2) \quad (-R \leq z \leq R)$$

であった。ただし、惑星表面での重力加速度の大きさを $g = \frac{GM}{R^2}$ とおいた。時刻 t における小物体の位置を $z(t)$ とし、時刻 $t = 0$ での初期条件を

$$z(0) = R, \quad \frac{dz}{dt}(0) = 0$$

とする。トンネルを掘ったことによる重力ポテンシャルへの影響は無視でき、惑星は回転していないとする。小物体には惑星からの重力のみが作用するとして以下の問に答えよ。

問4 $-R \leq z \leq R$ の範囲で $V(z)$ のグラフを図示せよ。

問5 $z(t)$ に関する小物体の運動方程式を書け。 $-R \leq z < 0$ および $0 < z \leq R$ で場合分けをすること。

問6 小物体が落下を始めてから原点 $z = 0$ に到達するまでの間の解 $z(t)$ を求めよ。

問7 小物体が落下を始めてから再び $z = R$ に戻ってくるまでにかかる時間を求めよ。

2 真空中に電荷がある場合の静電場に関する以下の問に答えよ。ただし、 ϵ_0 を真空の誘電率とする。解答は導出過程も含めて記述せよ。

問1 xy 平面内において、以下の3通りの配置で電荷 q ($q > 0$) がある。

A: 原点に電荷 q がある。

B: x 軸上の $x = -d$ ($d > 0$) および $x = +d$ に等量の電荷 $q/2$ がある。

C: y 軸上の $y = -d$ および $y = +d$ に等量の電荷 $q/2$ がある。

y 軸上の $y = r$ ($d < r$) を点 P とする。

- (1) B の配置の場合について、点 P における電場の向きと大きさを求めよ。
- (2) 電荷配置 A, B, C を、点 P における電場の大きさが大きい順に並べよ。

問2 原点 O を中心とする半径 a の球内に $+Q$ ($Q > 0$) の電荷が一様に分布している場合を考える。原点からの距離 r の点を点 P とする。

- (1) 点 P における電場の大きさを求めよ。
- (2) 点 P における電位を求めよ。ただし、基準点を無限遠とする。
- (3) この電荷分布全体の静電エネルギーを求めよ。

問3 真空中に電荷密度分布 $\rho(r)$ があるとき、静電場 $E(r)$ は次の方程式を満たす。

$$\operatorname{div} \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}, \quad \operatorname{rot} \mathbf{E} = 0$$

直交座標 $\mathbf{r} = (x, y, z)$ において、次のベクトル場 \mathbf{E}' を考える (k, a, b は定数)。

$$\mathbf{E}' = k (axy, x^2 + bxy, 0)$$

- (1) ベクトル場 \mathbf{E}' が、真空中に電荷密度分布がある場合の静電場であるとき、 a と b を求めよ。
- (2) (1) の条件が成り立つとき、電位を求めよ。
- (3) (1) の条件が成り立つとき、電荷密度分布を求めよ。

補足説明

2 問3で $k \neq 0$ とする。

令和6年度
茨城大学理学部理学科3年次編入学試験

試 験 問 題

化 学

注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
- ② 問題は2ページあります。落丁、乱丁または印刷の不鮮明な箇所がある場合は試験監督員に申し出ること。
- ③ 解答用紙は1題につき1枚（計2枚）あり、裏面も使用可。
- ④ 解答用紙の所定の欄に志願コース及び受験番号を記入すること。
- ⑤ 化学①と化学②は、それぞれ別の解答用紙に記入すること。
- ⑥ 試験終了後、問題冊子と下書用紙は各自持ち帰ること。

1

以下の各問いに答えよ。

- (1) 塩素原子の基底状態電子配置を以下のリチウム原子の例にならって書け。なお、例におけるかっこの中の数は、それぞれの副殻を占有する電子数である。

(例) Li: $1s(2)2s(1)$

- (2) 298.15 Kにおけるアセトン (気体)、 H_2 (気体)、および黒鉛 (固体) の標準燃焼エンタルピーは、それぞれ -1821 kJ/mol 、 -286 kJ/mol 、 -394 kJ/mol である。このとき、アセトン (気体) の標準生成エンタルピーを求めよ。

- (3) 25 °Cにおける $BaCO_3$ の溶解度積は、 $K_{sp} = 8.1 \times 10^{-9} [\text{mol/L}]^2$ であるとする。このとき、25 °Cにおける $BaCO_3$ の純水へのモル溶解度を求めよ。また、25 °Cにおける $BaCO_3$ の $0.10 \text{ mol/L BaCl}_2$ 水溶液へのモル溶解度を求めよ。なお、 $BaCl_2$ は水溶液中ですべて電離し、水酸化物などを生成しないものとする。溶解や析出による水溶液の体積変化は無視できるものとする。

- (4) 反応速度定数 k と活性化エネルギー E_a の関係は、絶対温度を T としたとき、Arrhenius

(アレニウス) の式 $k = A \exp\left(-\frac{E_a}{RT}\right)$ で表される。頻度因子(あるいは前指数因子) A は温

度によらず一定とする。300 K から 310 K に昇温して反応速度定数が 2.00 倍になったとすると、その反応の活性化エネルギーは何 kJ/mol か。 $\ln 2 = 0.693$ とする。気体定数 $R = 8.31 \text{ J/(K} \cdot \text{mol)}$ を用いること。

2

問 1 次の(1)から(5)について、簡潔に説明せよ。

- (1) ゴーシュ配座
- (2) 不斉炭素原子
- (3) 酵素反応における拮抗阻害
- (4) クーロン力とその大きさを決める因子
- (5) 理想溶液

問 2 以下の問いに答えよ。

- (1) エタンを塩素と反応させると塩素化が進行する。エタンからクロロエタンを得る反応について、反応機構を電子の矢印を用いて示せ。
- (2) エタンからクロロエタンを収率よく得るための工夫を 1 つあげ、理由とともに答えよ。
- (3) エチレンを冷暗所で塩素と反応させると塩素化が進行する。この反応について反応機構を電子の矢印を用いて答えよ。

問 3 以下の問いに答えよ。

- (1) アンモニアを水中に吹き込んだ際、水溶液中で進行する化学反応式を書け。またブレンステッドの酸および塩基として働いている物質を示せ。
- (2) ルイスの定義による酸とはどのようなものか説明せよ。
- (3) (a)硝酸イオン、(b)オゾンのそれぞれについて共鳴構造を示せ。

令和6年度
茨城大学理学部理学科3年次編入学試験

試 験 問 題

生 物 学

注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
- ② 問題は4ページあります。落丁、乱丁または印刷の不鮮明な箇所がある場合は試験監督員に申し出ること。
- ③ 解答用紙は1題につき1枚（計2枚）あり、裏面も使用可。
- ④ 解答用紙の所定の欄に志願コース及び受験番号を記入すること。
- ⑤ 解答は解答用紙の指定の欄に記入しなさい。字数が指定されている場合には、アルファベット、算用数字を含め、1マスに1字ずつ記入しなさい。
- ⑥ 試験終了後、問題冊子と下書用紙は各自持ち帰ること。

1 次の [A] および [B] の文章を読み、問1～問8に答えよ。

[A] 新型コロナウイルス (SARS-CoV2) によるパンデミックの沈静化に大きく貢献したのが mRNA ワクチンである。mRNA ワクチンの主成分である RNA は、①真核生物の細胞内で転写されている mRNA とは異なり、ウリジンの化学構造が変えられた人工 mRNA である。ウリジンの構造変換によって、細胞への取り込みおよび安定性の向上や、抗原ペプチドの発現効率の向上などがはかられている。

mRNA ワクチンを接種されたヒトの細胞内では、人工 mRNA の②ヌクレオチド 配列を元にした翻訳過程を経て、抗原③ペプチド が生成される。生成された抗原ペプチドは細胞表面に提示され、免疫応答のしくみを経て、免疫細胞の1種である (ア) が抗原ペプチドに対する (イ) を産生するようになることで、(ウ) 免疫が成立する。

問1 (ア)～(ウ) に適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、真核生物の細胞内で転写されて完成した mRNA について、両方の末端部に形成されている構造的な特徴を 75 字以内で説明せよ。

問3 同じく下線部①に関して、細胞内での mRNA の転写開始点の上流に存在し、転写の開始に重要な DNA 領域を何とよぶか。名称を答えよ。

問4 下線部②の「ヌクレオチド」とはどのようなものか。75 字以内で説明せよ。

問5 細胞核内で完成した mRNA は (エ) を通って細胞質に移動し、翻訳される。一般的に翻訳の開始は開始コドンで指定されており、開始コドンは同時に (オ) というアミノ酸を示すコドンでもある。(エ) と (オ) に適切な語句を答えよ。

問6 下線部③の「ペプチド」を構成する「ペプチド結合」とはどのようなものか、50 字以内で説明せよ。

問7 (イ) の基本構造について、概略図と文章を用いて簡単に説明せよ。また、(イ) はどの部分で抗原を認識しているのか、描いた概略図の該当部分を丸で囲って示せ。

[B] 免疫のしくみは自己と非自己の区別が基本にあり、細胞レベルでは細胞膜に存在する糖タンパク質が鍵となっている。糖タンパク質による個体識別の例として、ヒトの赤血球の膜に存在する糖タンパク質で決まる ABO 式血液型があげられる。ABO 式血液型は 3 つの対立遺伝子 (A, B, O で表す) の組み合わせによって形質が決まるとされており、各対立遺伝子の間における顕性 (優性) 潜性 (劣性) の関係は、 $A = B > O$ となっている。

問 8 ある A 型と B 型の夫婦の間に 3 人の子供が生まれたが、血液型は A B 型が 1 人と B 型が 2 人であった。この夫婦の ABO 式血液型に関する遺伝子を調べたところ、子供の血液型の組み合わせは、夫婦の遺伝子型から考えうる全ての遺伝子型を反映していることがわかった。この夫婦の ABO 式血液型の遺伝子型を答え、そう考えた理由を述べよ。なお、対立遺伝子は A, B, O で表すこと。

2 次の [A] と [B] の文章を読み、問 1～9 に答えよ。

[A] 生物の中には、①別種の生物によく似た形態を自然選択により進化させているものがある。アケビコノハというガの成虫は、枯葉の中で越冬する習性を持つが、翅を閉じると植物の枯葉にそっくりな形態をしている。この形態は鳥などによる捕食を逃れやすいため、アケビコノハ成虫の②適応度を上げると考えられる。

また、体に毒成分を含むチョウの種が生息する地域では、③毒を持たない別種のチョウが、有毒種と良く似た形態を持つ場合がある。さらに、④アシナガバチのように毒を持つ複数の昆虫種が互いに似た形態を持つこともある。

生物が持つ性質には、一見すると、適応度を下げる効果をもつように思われるものもある。ニホンミツバチのワーカー（働きバチ）は、自分では繁殖を行わず、女王を助けて働き、捕食者に巣が襲われた場合には反撃するなど、利他的で自己犠牲的な行動をする。⑤利他的な個体がなぜ自然選択で進化したのかは、自然選択の原理を考えたダーウィンを悩ませた難問であった。

問 1 下線部①のような現象を一般に何とよぶか。

問 2 下線部②について、適応度とは何か、50 字以内で説明せよ。

問 3 下線部③と④のような現象をそれぞれ何とよぶか。

問 4 下線部④の現象が、毒を持つ昆虫の適応度を上げる理由を 150 字以内で説明せよ。

問 5 ニホンミツバチの「女王」や「ワーカー」のような、社会性昆虫の種内でみられる行動や形態が異なる個体のタイプを何というか。

問 6 下線部⑤について、以下の文章はその理由を説明しようとしたものである。

「生物は種を維持する本能を進化させている。ニホンミツバチのワーカーのような利他的個体が、繁殖する女王を助けて働けば、女王はエネルギーを繁殖に集中させ、ワーカーを持たない他種に比べて多くの子を残すことができる。このため種間で自然選択が働き、ワーカーをもつニホンミツバチが進化した。」

ただしこの説明は適切ではない。どのような点が適切でないか、125 字以内で説明せよ。

[B] 生物の集団の個体数が増加する様子は、下のようなロジスティック式で近似できる。この式において、 N は個体数、 t は時間を表す。 r は とよばれ、 K は環境収容力とよばれる。

$$\frac{dN}{dt} = rN\left(1 - \frac{N}{K}\right)$$

問 7 に入る最も適切な用語を答えよ。

問8 環境収容力とは何か。25字以内で述べよ。

問9 不規則に大きな攪乱が生じる不安定な環境に生物の集団が生息する場合、安定な環境に比べて、(1) r の大きさと、(2)個体の体の大きさは、自然選択によりどのように進化すると予想されるか。それぞれ答えよ。

補足説明

「生物学」

①

2 ページ [B] の最下行

「 $A = B > O$ 」とは、「O に対して A と B は顕性であり、A と B の間に顕性・潜性の関係はない」という意味である。

令和4年度
茨城大学理学部理学科3年次編入学試験

試 験 問 題

地球科学

注 意 事 項

- ① 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
- ② 問題は2ページあります。落丁、乱丁または印刷の不鮮明な箇所がある場合は試験監督員に申し出ること。
- ③ 解答用紙は1題につき1枚（計2枚）あります。
- ④ 解答用紙の所定の欄に志願コース及び受験番号を記入すること。
- ⑤ 解答は解答用紙の指定の欄に記入しなさい。字数が指定されている場合には、アルファベット、算用数字を含め、1マスに1字ずつ記入しなさい。
- ⑥ 試験終了後、問題冊子と下書用紙は各自持ち帰ること。

1 惑星大気に関する次の文章を読み、以下の問 1～4 に答えなさい。

太陽系の惑星は、原始惑星系円盤（原始太陽系星雲）において、微惑星と呼ばれる小天体が衝突・合体を繰り返して誕生したと考えられている。木星型惑星は巨大ガス惑星とも呼ばれ、[①] と He からなるガスを主成分とする。一方、地球型惑星はおもに岩石から構成され、大気の主成分は地球では [②] と O₂、金星、火星では [②] と [③] である。

地球型惑星の大気は惑星内部の揮発性物質を起源とする二次大気であり、微惑星の衝突による脱ガスで原始大気が生成した。原始大気の化学組成は、実験や理論計算により、火山ガスの組成に似ていると推定される（表 1）。a 誕生したばかりの地球の表層は、原始大気の影響により地表物質が溶融するほど高温であり、マグマオーシャンの状態であったと考えられる。b 原始大気は長い時間をかけて進化し、現在の大気の組成に近づいていった。

表 1 原始地球で生成した原始大気（1500 K の計算値）とメラピ火山（インドネシア）の火山ガスの化学組成 野津憲治著「宇宙・地球化学」朝倉書店より

成分	1500 K の原始大気 (mol%)	メラピ火山の火山ガス (mol%)
[④]	95	94.0
[③]	4.2	4.3
HCl	0.78	0.2
[①]	0.076	0.5
SO ₂	0.076	0.5
[②]	0.13	<0.1
CO	0.009	<0.01

問 1 上の文章および表 1 の空欄 [①] ～ [④] に当てはまる成分（物質）の化学式を答えよ。

問 2 上記のように、木星型惑星と地球型惑星の大気（ガス成分）の化学組成は大きく異なっている。木星型惑星の大気の形成過程を 50 字以内で説明せよ。

問 3 下線部 a について、原始大気の影響により地球の表層が高温になる理由を 50 字以内で説明せよ。

問 4 下線部 b について、表 1 に示すように O₂ は原始大気にはほとんど含まれないが、現在の大気には 20% 程度含まれている。地球の大気に O₂ が蓄積していった過程や時期について、下記の語をすべて用いて 250 字以内で説明せよ。

シアノバクテリア、光合成、有機物、ストロマトライト

2 日本列島の地質に関する次の文章を読み、以下の問1～4に答えなさい。

茨城県鹿島沖の日本海溝の水深 6,500～7,500 m の海底には、第一鹿島海山と呼ばれる、比高約 3,000 m の海山があり、西側半分が崩れ落ちたような形をしている。その頂部には白亜紀前期の礁性石灰岩があり、厚歯二枚貝やサンゴ類の化石を含んでいる。

問1 太平洋プレートは日本周辺では北西方向に年間 8 cmで移動している。もし、プレート運動速度が一定と仮定すると、この礁性石灰岩 (125 Ma) は、現在の位置からどの方向にどのくらい離れたところで形成されたのか？なお、Ma は百万年前のことである。

問2 この石灰岩はどのような環境のどのような場所で形成されたと考えられるか。以下の用語すべてを用いて200字以内で考察せよ。

赤道太平洋, 熱帯, 浅海, 有光層, 光合成, 炭酸塩, 骨格, 藻類

問3 第一鹿島海山は数百万年後にはどのようなになっているのかを、以下の用語すべてを用いて100字以内で推測せよ。

太平洋プレート, 日本列島, 日本海溝, 沈み込み帯, 付加体, 秋吉石灰岩

問4 古生代シルル紀以降の地層には、石灰岩 (炭酸カルシウム (CaCO_3) を主成分とする岩石) が日本や世界各地の地層に大量に含まれている。石灰岩の形成が地球の大気組成や平均気温の変化に果たした役割を、以下の用語すべてを用いて200字以内で推測せよ。

地球形成初期の大気, 現在の地球の大気, 二酸化炭素, 海水, カルシウムイオン, 平均気温