

平成29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。

数学 1

実数を成分とする 3 次正方行列 A のうち, $A^3 = O$ かつ $A^2 \neq O$ を満たすもの全体の集合を X とする. ただし O は 3 次零行列とする. 以下の各問に答えよ.

問 1. X の元を 1 つあげよ.

問 2. X の任意の元 A の行列式は 0 であることを示せ.

問 3. X の任意の元 A の固有値はすべて 0 であることを示せ.

問 4. A を X の元とする. \mathbf{a} を $A^2\mathbf{a}$ が零ベクトルでない 3 次実ベクトルとするとき, $\mathbf{a}, A\mathbf{a}, A^2\mathbf{a}$ は一次独立であることを示せ.

数学Ⅱ

問1. 実2変数関数 $f(x, y) = x^3 - 3x - 3y^2$ に対して, xyz 空間内の曲面 S を

$$S = \{(x, y, z) \in \mathbb{R}^3 \mid z = f(x, y)\}$$

とする. このとき, 以下の各問に答えよ.

- (1) $f(x, y)$ の極値を求めよ.
- (2) k を正の定数とする. 曲面 S 上の点 $(k, k, f(k, k))$ における接平面が原点 $(0, 0, 0)$ を通るように定数 k の値を定めよ.

問2. n を正の整数, a を正の実数とする. xy 平面内の領域 $D_a = \{(x, y) \in \mathbb{R}^2 \mid x^2 + y^2 \leq a^2\}$ 上の2重積分

$$I_a(n) = \iint_{D_a} \frac{1}{(1 + x^2 + y^2)^n} dx dy$$

について, 以下の各問に答えよ.

- (1) $I_a(1)$ を求めよ.
- (2) $n \geq 2$ のとき, $I_a(n)$ を求めよ.
- (3) $n \geq 2$ のとき, 極限值 $\lim_{a \rightarrow \infty} I_a(n)$ を求めよ.

平成29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3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 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 静止した直交座標系(基本ベクトル e_x, e_y, e_z)に対して原点 O を共有し一定の角速度 ω で回転している直交座標系(基本ベクトル $e_{x'}, e_{y'}, e_{z'}$)から見た質点の運動を考える。質点の位置ベクトル r は二つの座標系で $r = xe_x + ye_y + ze_z = x'e_{x'} + y'e_{y'} + z'e_{z'}$ と表現できる。

(1) 回転座標系の基本ベクトルの時間についての微分は

$$\dot{e}_{x'} = \omega \times e_{x'}, \quad \dot{e}_{y'} = \omega \times e_{y'}, \quad \dot{e}_{z'} = \omega \times e_{z'}$$

と表現できる。ただし、 $\dot{A} = \frac{dA}{dt}$ は A の時間微分を表すとする。図1のように z 軸を回転軸として角速度 $\omega = \omega e_z$ で回転している座標系の場合について、この関係が成り立つことを説明せよ。

(2) 静止座標系から見た速度を $v = \dot{x}e_x + \dot{y}e_y + \dot{z}e_z$, 回転座標系から見た速度を $v' = \dot{x}'e_{x'} + \dot{y}'e_{y'} + \dot{z}'e_{z'}$ とする。以下の関係式

$$v = v' + \omega \times r$$

が成り立つことを示せ。

(3) 静止座標系から見た加速度を $a = \ddot{x}e_x + \ddot{y}e_y + \ddot{z}e_z$, 回転座標系から見た加速度を $a' = \ddot{x}'e_{x'} + \ddot{y}'e_{y'} + \ddot{z}'e_{z'}$ とする。 a と a' の間の関係式を示せ。ただし、 $\ddot{A} = \frac{d^2A}{dt^2}$ である。

問2 中心力 F を受けて運動している電子(質量 m , 電荷 $-e$, 位置ベクトル r) に弱い一様磁場 B を加えた場合を考える。

(1) 静止座標系から見た電子の運動方程式を示せ。ただし、静止座標系から見た電子の速度を v , 加速度を a とする。

(2) 静止座標系に対して原点 O を共有し一定の角速度 ω で回転している座標系から見た電子の運動方程式を示せ。ただし、回転座標系から見た電子の速度を v' , 加速度を a' とする。

(3) ある特定の角速度 ω_L で回転している座標系から見た運動方程式は、 $|B|$ と $|\omega_L|$ が小さく、 B と ω_L の2次の項を省略できる場合、磁場を加える前の静止座標系から見た運動方程式と同じ形になる。この角速度 ω_L を m, e, B を用いて表せ。

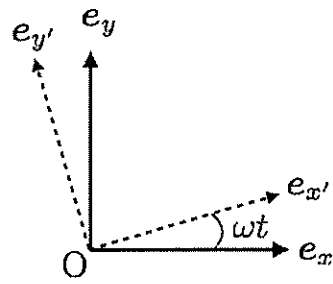


図 1: 静止座標系の基本ベクトル e_x, e_y と z 軸を回転軸として角速度 $\omega = \omega e_z$ で回転している座標系の時刻 t での基本ベクトル $e_{x'}, e_{y'}$ を z 軸正方向から見た図

2 真空中の静電場 $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ は次の方程式 (a), (b) に従う。

$$(a) \quad \nabla \cdot \mathbf{E}(\mathbf{r}) = \frac{1}{\varepsilon_0} \rho(\mathbf{r})$$

$$(b) \quad \nabla \times \mathbf{E}(\mathbf{r}) = 0$$

ここで ε_0 は真空の誘電率であり, $\rho(\mathbf{r})$ は電荷密度を表す。以下の問に答えよ。解答は導出過程も含めて記述せよ。必要に応じて問題最後の記号・公式集を用いても良い。

問1 電場 $\mathbf{E}(\mathbf{r})$ は静電ポテンシャル $\phi(\mathbf{r})$ を用いて

$$(c) \quad \mathbf{E}(\mathbf{r}) = -\nabla\phi(\mathbf{r})$$

で与えられる。この時, 式 (b) が常に満たされることを示せ。

以下では静電ポテンシャルが $\phi(\mathbf{r}) = \frac{1}{r} e^{-\frac{r}{a}}$ で与えられるとする。ただし, $a > 0$ とし, また $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ である。

問2 次の式を証明せよ。

$$\frac{\partial r}{\partial x} = \frac{x}{r}$$

問3 式 (c) を用いて, この場合の電場を求めよ。

問4 この場合の電荷密度を求めよ。

- 記号・公式集 -

- スカラー場 $f(x, y, z)$ に対して

$$\nabla f = \left(\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}, \frac{\partial f}{\partial z} \right), \quad \nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial z^2}$$

- ベクトル場 $\mathbf{A}(x, y, z) = (A_x(x, y, z), A_y(x, y, z), A_z(x, y, z))$ に対して

$$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{\partial A_x}{\partial x} + \frac{\partial A_y}{\partial y} + \frac{\partial A_z}{\partial z}, \quad \nabla \times \mathbf{A} = \left(\frac{\partial A_z}{\partial y} - \frac{\partial A_y}{\partial z}, \frac{\partial A_x}{\partial z} - \frac{\partial A_z}{\partial x}, \frac{\partial A_y}{\partial x} - \frac{\partial A_x}{\partial y} \right)$$

- 極座標 $x = r \sin \theta \cos \varphi, y = r \sin \theta \sin \varphi, z = r \cos \theta$ を用いると

$$\nabla^2 f = \frac{1}{r} \frac{\partial^2}{\partial r^2} (r f) + \frac{1}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left(\sin \theta \frac{\partial f}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 f}{\partial \varphi^2}$$

平成29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

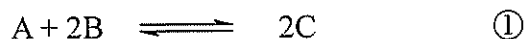
注 意 事 項

- 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

問1 以下の問いに答えよ。

27°Cで1.00 Lの容器に気体A 1.00 molと気体B 2.00 molを入れる。気体は反応し、以下の①式に従って気体Cを生成する。



- (1) ①式の反応は、Aが60.0%反応したときに平衡に達した。平衡時には、各気体はそれぞれ何 mol ずつ存在するか。また、この反応の平衡定数を求めよ。ただし、温度および容器の体積は変化しないものとする。
- (2) 理想気体の法則が成り立つ場合、平衡状態における容器内の混合気体の全圧を求めよ。
- (3) 平衡状態において温度一定条件で容器の体積を1.00 Lから2.00 Lに増加したとき、①の平衡はどちらの方向に移動するか答えよ。
- (4) 実際に存在する気体（実在気体）は、厳密には理想気体の状態方程式に従わない。その主な理由を2つ答えよ。

問2 以下の問いに答えよ。

BaCO₃の溶解度積を $K_{sp} = 8.1 \times 10^{-9} \text{ (mol/L)}^2$ とする。

- (1) BaCO₃の純水へのモル溶解度を求めよ。
- (2) BaCO₃の0.10 mol/L BaCl₂水溶液へのモル溶解度を求めよ。ただし、BaCl₂は水中ですべて電離し、水酸化物などを生成しないものとする。

問3 以下の問いに答えよ。

- (1) 測定の正確さと精度の違いについて説明せよ。
- (2) ド・ブロイ波（物質波）について説明せよ。

2

問1 以下の問いに答えよ。

(1) 基底状態における窒素の電子配置を以下の例にならって書け。

(例) Li: $1s^2 2s^1$

(2) 基底状態における窒素分子の結合次数を書け。

(3) 水の H-O-H 結合角は 104.5° 、アンモニアの H-N-H 結合角は 106.7° である。この結合角の違いを原子価殻電子対反発モデルで説明せよ。

(4) 酸化と還元とは何か、説明せよ。

(5) 次の反応式の \boxed{A} ~ \boxed{C} にあてはまる最も適切な数字または化学式を書け。また、この反応において酸化された原子と還元された原子をそれぞれ書け。

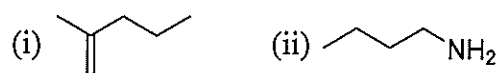


問2 以下の問いに答えよ。

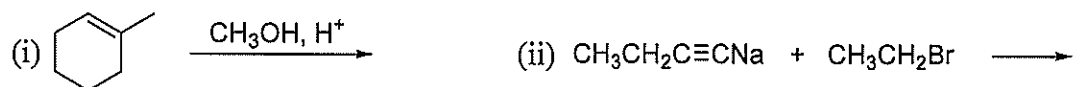
(1) 次の化合物の構造式を書け。

(i) 3,4-ジエチルヘプタン (ii) 3-メチルブタン酸

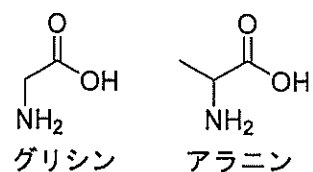
(2) 次の化合物の名称を書け。



(3) 次の反応の生成物の構造式を書け。



(4) グリシンとアラニンとの脱水縮合により生成する 2 種類のジペプチドの構造式を書け。



平成29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

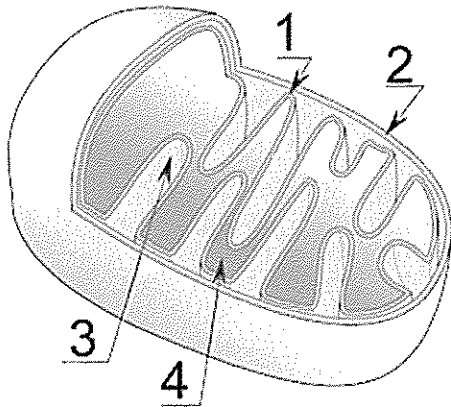
注 意 事 項

- 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 次の問1～5に答えよ。

ミトコンドリアとはほぼ全ての真核細胞にある細胞小器官であり、細胞内で分裂・増殖し、独自のDNAを持っている。ミトコンドリアの重要な役割の一つにATP合成がある。

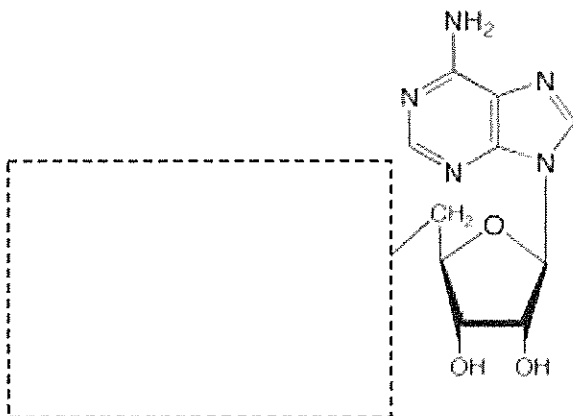
問1 下図はミトコンドリアの模式図である。図中の1、2、3、4の矢印で示した部分の名称を記せ。



図の出典 <https://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%AB:Mitochondrie.svg>

問2

- (1) ATPの正式名称を記せ。
- (2) 下図はATPの構造式を示している。破線で囲まれた部分を補って、図を完成させよ。



- (3) ATPは生体のエネルギー通貨と言われる。その理由を100字以内で説明せよ。

問3 真核多細胞動物において、ミトコンドリアは母性遺伝をすることが知られている。
その理由を次の用語を必ず使って125字以内で説明せよ。

受精 卵 精子

問4 ミトコンドリアDNAの特徴を100字以内で説明せよ。

問5 DNAの塩基配列の同一性や相違性を利用して、生物の系統関係を調べる事ができる。ヒトの家系、人種および人類の起源等を調べる上で、ミトコンドリアDNAを使う利点を125字以内で説明せよ。

2 次の文章を読み、問1～8に答えよ。

生物には、原核生物と真核生物が存在し、さらに原核生物には、古細菌（後生細菌とも呼ばれる）と真正細菌が知られている。

真核生物の中で、陸上を主な生育地とし、独立栄養で生活する陸上植物は、別名有胚植物 Embryophyta と呼ばれ、若い孢子体である胚 embryo が前の世代の配偶体に寄生する時期がある。陸上植物には、コケ植物、シダ植物、裸子植物、被子植物が知られている。

陸上植物の祖先が、水中から陸上へと進出した際、その形態は現生のコケ植物に似たものであったと考えられている。つまり、現生のコケ植物のように孢子のうは1孢子体に①<(ア) 1個、(イ) 複数個>であり、孢子体は分枝②<(ア) する、(イ) しない>状態である。そして、陸上進出後は、コケ植物が現れた後にシダ植物、裸子植物、被子植物の順に出現した。その変化の過程は、コケ植物およびシダ植物では孢子のうが裸出した状態であったものが、裸子植物では③<(ア) 雌性、(イ) 雄性>の孢子のうが 皮によって被われるように変化した。そして、この皮が裸子植物では 枚の状態から被子植物では 枚と変化し、さらにその外側を葉由来の構造と考えられる心皮によって被われるようになった。

陸上植物がコケ植物に似た祖先の型から現生の被子植物へと変化する過程において、前述のような孢子のうを被覆する構造の変化と共に配偶体や孢子体の構造や機能に様々な変化を生じた。つまり、現生コケ植物では、光合成を行って栄養分を作りだしているのは、主に④<(ア) 配偶体、(イ) 孢子体>であるのに対し、被子植物では、これが⑤<(ア) 配偶体、(イ) 孢子体>となる。さらに、被子植物の配偶体に相当する構造である胚のうは、タデ型と呼ばれる型では、受精前には 核 細胞という、より単純な構造になっている。ここで核の数と細胞の数が一致しないのは、胚のうの中央に位置する 個の核である 核の間に細胞膜が無いためである。

問1 下線部(a)の原核生物と真核生物の違いを40字以内で記せ。

問2 下線部(b)の孢子体と配偶体の違いを「核相」という用語を用いて30字以内で記せ。

問3 下線部(c)の4群の中から、維管束植物に含まれるものを全てあげよ。

問4 下線部(c)の4群の中から、種子植物に含まれるものを全てあげよ。

問5 本文が正しい文章となるように①から⑤のカッコ<>内の正しい用語を選び、解答欄に記号(ア)または(イ)で答えよ。

問6 本文が正しい文章となるように□1および□2に入る適切な用語を答えよ。解答を解答欄に記せ。

問7 本文が正しい文章となるように□A～□Eに入る適切な数字を答えよ。解答を解答欄に記せ。

問8 下線部(d)において、胚のうが配偶体に相当すると考えられる根拠を80字以内で記せ。

平成 29 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およ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 以下の問1～3に答えなさい。

問1 下の文章は、静水圧平衡が成り立っている時の高さによる気圧の変化を説明している。文中のカッコ①～⑤に入る適当な式あるいは語句を解答せよ。

底面積が s (m^2) の鉛直に立っている気柱を考える。その気柱の、高さ z (m) から $z+\Delta z$ (m) の部分に働く重力は、その部分の大気の密度を ρ (kg m^{-3})、重力加速度を g (m s^{-2}) とすると、[①] となる。その部分の上面に上から加わる圧力（気圧）を $p+\Delta p$ (Pa)、下面に下から加わる圧力を p (Pa) とする。この部分に加わる下向きの力の合計は[②] であり、上向きの力は[③] となる。空気が鉛直方向に静止しているときには、②と③は[④] いる。このことから、高さの差 Δz に対応する気圧変化 $\Delta p = [⑤]$ という静水圧平衡の式が導かれる。

問2 風の向きに関する以下の問題に解答せよ。

- (1) 北半球において高気圧および低気圧の周囲をめぐる風の向きを、図を描いて説明せよ。また、どうしてその向きに風が吹くのか説明せよ。
- (2) 温帯低気圧は、温暖前線および寒冷前線を伴うものが多い。温帯低気圧周囲の等圧線と温暖前線および寒冷前線の位置関係を、図を描いて説明せよ。また、温暖前線と寒冷前線とは何か、違いが分かるように説明せよ。

問3 地震の尺度としてマグニチュードと震度がよく使われる。この2つの尺度について、違いが分かるように、それぞれ説明せよ。

2 白亜紀に関する以下の文章を読み、以下の問1～2に答えなさい。

白亜紀の気候は現在と比べ非常に温暖で、両極の氷床が存在していなかったといわれている。また、当時の海水準は現在より200～300mほど高く、大陸上に海水が広く分布していた。この原因は、両極に氷床が存在していなかったことに加えて、当時の海洋プレートの生成速度（海洋底拡大速度）が現在と比べ大きかったためと考えられている。

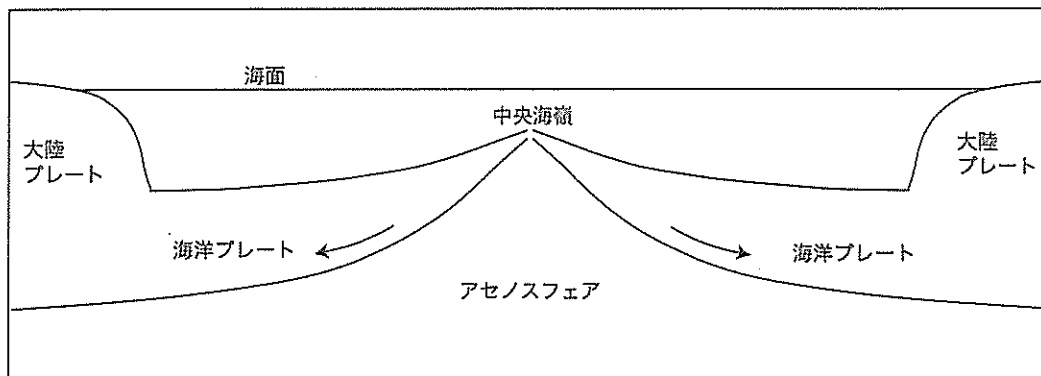


図 海洋プレートおよび大陸プレートの模式断面

中央海嶺で生成された海洋プレートは矢印の方向に移動し、時間とともに冷却することで厚みを増し沈降していく。海底面上のある地点の水深は、その地点における海洋プレートの年齢の平方根に比例して増大する。

問1 上の文章中の下線部で示される現象は、どのような地質学的証拠があれば示すことができるか100字以内で述べよ。

問2 海洋プレートの生成速度が大きくなると、なぜ海水準が上昇すると考えられるのか。図を参考に、そのメカニズムを300字以内で説明せよ。