

北海道大学大学院環境科学院
地球圏科学専攻

生物地球化学コース
令和2年4月入学

大学院修士課程（博士前期課程）入学試験問題
小論文・専門科目

1. 小論文は受験者全員が試験開始から1時間以内に解答せよ。答案用紙の受験科目欄には「小論文」と書くこと。試験開始1時間後に小論文の答案用紙を回収する。小論文の解答が終わったら、専門科目の解答を始めて良い。
2. 専門科目については、地学、化学、生物学の間1～問6の中から2問を自由に選択して解答せよ。各答案用紙の受験科目欄には、選択した科目名および問番号を書くこと。
3. 問1題につき答案用紙1枚を使用すること。答案用紙は裏を使っても良い。足りなければ申し出よ。

令和2年2月20日

小論文

課題：本コースを受験した動機と、入学後の研究に対する抱負について、500 字程度で記述せよ。

小論文は受験者全員が試験開始から 1 時間以内に解答せよ。小論文の解答が終わったら、専門科目の解答を始めて良い。

地学

問 1 以下の設問に答えよ。

設問 1 下の地質年代表は地球誕生以来の地質時代名を下から上へ向かい順に並べたものである。空欄 a-j にはいる地質時代名を記せ。

新生代	第四紀	完新世
		更新世
	新第三紀	鮮新世
		a
	古第三紀	b
		c
		d
中生代	e	
	f	
	g	
古生代	ペルム紀	
	h	
	デボン紀	
	i	
	j	
	カンブリア紀	
先カンブリア時代		

設問 2 下記の地形および地質に関する用語をそれぞれ 3 行以内で説明せよ。

- ア) 大陸斜面
- イ) 中央海嶺
- ウ) 褶曲
- エ) 流紋岩
- オ) 逆断層
- カ) 縞状鉄鉱床
- キ) ホットスポット

設問 3 下記の古気候学・古環境学に関する用語をそれぞれ 3 行以内で説明せよ。

- ク) 小氷期
- ケ) 水蒸気フィードバック
- コ) 火山強制

設問 4 深海底堆積物に含まれている底生有孔虫殻の酸素同位体比を分析することにより過去の陸上氷床体積の変動を知ることができる。その原理を 10 行以内で説明せよ。

地学

問2 以下の設問に答えよ。

設問1. 図1はある海水中のpHとその海水に溶存する無機炭素量の関係を示している。文章の(ア)から(コ)に、【用語群】から適切なものを選び、ひとつずつ入れよ。同じものを何度使っても良い。

溶存する無機炭素の種類には(ア)、(イ)、(ウ)がある。現在の表層海水では、最も多いのは(エ)でおよそ(オ)%である。その次に多いのは(カ)でおよそ(キ)%である。最も少ない(ク)はおよそ(ケ)%となる。もし、極端に酸性になると、(コ)だけの無機炭素となる。

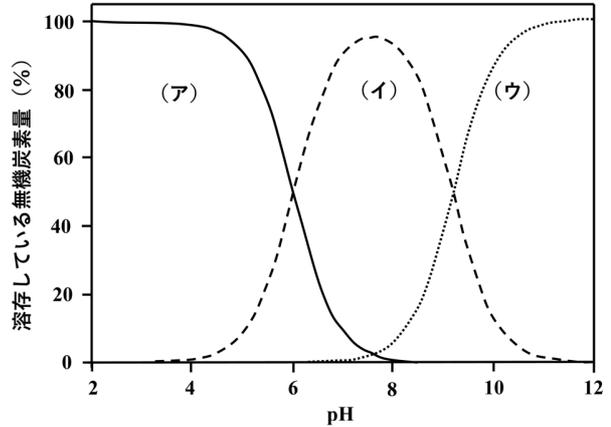


図1：海水中の無機炭素とpHの関係

設問2. 図2は海洋の深層水の動きとともに、その化学成分がどのように変化していくかを示す概念図である。この図の(サ)から(ト)に、【用語群】から適切なものを選び、ひとつずつ入れよ。同じものを何度使っても良い。

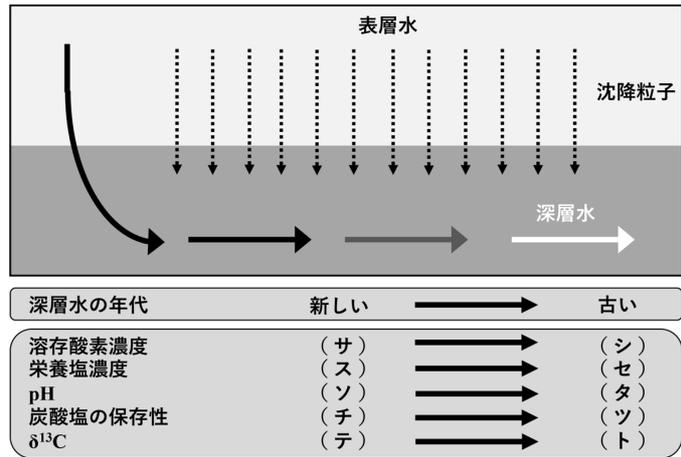


図2：水中の無機炭素とpHの関係

【用語群】 高い、低い、強い、弱い、明るい、暗い、良い、悪い、 H^+ 、 OH^- 、 HCO_3^- 、 $CaCO_3$ 、 CO_3^{2-} 、 H_2O 、 H_2CO_3 、 pCO_2 、1、10、20、30、50、90、100

設問3. 下記のことについてそれぞれ5行以内で解説せよ。

- i) ビッグバン
- ii) ガイア仮説
- iii) 成層圏
- iv) コリオリの力

化学

問3 以下の全ての設問に答えよ。ただし、全ての反応系において不純物は存在しないとする。なお、答えを導くための途中の過程または根拠の記述も省略せずに、答案用紙に示せ。

設問1 溶液の濃度に関する以下の問いに答えよ。必要であれば、 $\sqrt{5} = 2.236$ 、 $\log_{10}5.2 = 0.716$ 、 $\log_{10}6.2 = 0.792$ を用いよ。

- (1) 濃度 0.025 mol L^{-1} の塩酸を用い、炭酸カルシウム 200 mg を完全に反応させる。この反応式を書け。
- (2) (1) での反応に使用する塩酸の必要最小限の体積を求めよ。ただし、カルシウムの原子量は 40 とする。
- (3) $25.0 \text{ }^\circ\text{C}$ で濃度 $1.0 \times 10^{-7} \text{ mol L}^{-1}$ の水酸化ナトリウム水溶液を考える。この水溶液中で、水の電離によって生じている水酸化物イオン (OH^-) 濃度を求めよ。
- (4) (3) の水酸化ナトリウム水溶液の pH を求めよ。

設問2 溶液の浸透圧に関する以下の問いに答えよ。ただし、気体定数 $R = 8.3145 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ とする。

- (1) 濃度 0.60 mol L^{-1} のスクロース (ショ糖) の溶液と純水が容器内で半透膜を隔てて置かれている。 $20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ の温度条件下での浸透圧を計算せよ。
- (2) (1) の純水を濃度 0.30 mol L^{-1} のスクロース溶液と交換した。交換後の浸透圧を計算せよ。
- (3) (1) (2) を踏まえ、適切な半透膜を用いると、高分子化合物などの分子量を測定できる。その理由を1行で述べよ。
- (4) 質量が 2.6 g の非電解質の物質を水に溶かして 100 mL の水溶液にした。この水溶液の浸透圧は $27.0 \text{ }^\circ\text{C}$ において $12.5 \times 10^3 \text{ Pa}$ になった。この非電解質の物質の分子量を求めよ。

化学

問4 以下の全ての設問に答えよ。

設問1 次の化合物の構造を書き、各結合の分極の様子を、部分電荷を示す δ^- と δ^+ を用いて示せ。

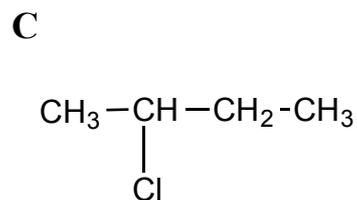
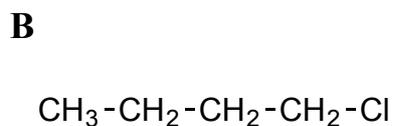
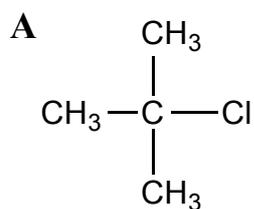
- (1) フッ化水素
- (2) メタノール
- (3) 三臭化ホウ素
- (4) アセトニトリル

設問2 カッコに示された特徴を説明できるように、次の分子の共鳴構造式を書き、構造の変化に伴う電子移動を、矢印を用いて示せ。

- (1) ベンゼン (6つの炭素原子は等しい負電荷を持っている)
- (2) 亜硝酸イオン (2つの酸素原子は等しい負電荷を持っている)
- (3) 硝酸イオン (3つの酸素原子は等しい負電荷を持っている)
- (4) 炭酸イオン (3つの酸素原子は等しい負電荷を持っている)

設問3 アンモニアとアンモニウムイオンの構造を、窒素原子の混成軌道を含めて書け。

設問4 次の化合物 A、B、C を、沸点の低い順に並べよ。



生物学

問5 以下の(1) - (5)に答えよ。

(1) 下の文章の(a)から(e)に適切な語句を埋めよ。

酵素が働きかける化合物を基質といい、酵素が働く反応を酵素反応と呼ぶ。酵素が反応をすすめるためには、酵素は基質と結合し、を形成する。この際、基質と結合する酵素の部位はと呼ばれる。酵素は、にきちんと収まる形をした化合物としか結合できない。これを酵素のという。酵素によっては生成物を基質に戻す反応を触媒することもあり、このような酵素反応をという。また、一方向のみの酵素反応はと呼ばれる。

(2) ミカエリス・メンテン型酵素に関して、基質濃度 ($[S]$) と酵素反応速度 (v) との関係の特徴がわかるように図示せよ。作図はフリーハンドでよい。軸は任意の線形スケールで示すこと。

(3) ミカエリス・メンテンの式におけるミカエリス定数 (K_m) について、基質濃度 ($[S]$) と酵素反応の最大速度 (V_{max}) を用いて3行以内で説明せよ。

(4) ミカエリス定数 (K_m) と酵素反応の最大速度 (V_{max}) を実際に実験で求める場合、ラインウィーバー・バークプロットが用いられることがある。ラインウィーバー・バークプロットについて10行以内で説明せよ。

(5) 酵素活性を調節する非競合阻害剤について、3行以内で説明せよ。

生物学

問6 以下の文章を読んで(1) - (5)に答えよ。

ある地域に生息する同一種の生物個体の集まりを個体群という。生活資源に制限がなく、無機的環境が好適な理想条件の下では、その個体数は指数関数的に増加する。ある個体群の個体数を N 、時間を t 、その種の持つ増加率である内的自然増加率を r とすると、個体群の成長は (a)指数曲線 で示される。しかし、現実の生物の個体群は環境からさまざまな制約を受ける。資源が無限ではなく、限られた空間内における個体群の成長は、最終的に一定の個体数で落ち着くような (b)ロジステック曲線 を示す。この曲線において最終的に到達する一定の個体数は \boxed{A} といい K で示される。個体群が成長して個体数が \boxed{A} に近づくと、限られた資源や空間をめぐる個体間の競争が生じ、個体数の増加に歯止めをかけるようになる。このような個体群の変化にもたらす効果を \boxed{B} という。

- (1) A から B に入る適切な語句を答えよ。
- (2) 下線部(a)と(b)を図で示せ。作図はフリーハンドでよい。軸は任意の線形スケールで示すこと。また、図中に K を明示せよ。
- (3) 下線部(a)と(b)に関して、 dN/dt を r 、 N 、 K を用いた式で示せ。
- (4) 植物に関しても、 \boxed{B} が生じる。それに関して、自己間引きと2分の3乗則について、それぞれ3行以内で説明せよ。
- (5) 個体群において生存率が時間の経過とともにどのように減少するかを示した表を生命表といい、それをグラフ化したものが生存曲線である。生存曲線は3つのタイプに分類される。各タイプについて、生物例にふれ、それぞれ3行以内で説明せよ。

