

筆記試験【専門科目】 問題紙

令和6年8月20日（火）

解答上の注意

1. 試験開始の合図があるまで問題紙を開いてはいけない。
 2. 自分が志望する「専攻名」「講座名」が、下欄に正しく表示されているか確認すること。
 3. 解答用紙は、出題番号（＝出題内容）ごとに1枚である。4題を選択解答することになるため、解答用紙は合計4枚になる。
 4. 解答用紙には必ず、「受験番号」「科目記号」「出題番号・出題内容」を記入すること。記入しなかった場合は無効となることもあるので注意すること。
 5. 別紙の「選択した出題内容記入票」は、答案とともに回収するので、試験終了までに記入を終えること。
 6. 問題紙によっては複数ページにわたるものがあるので注意すること。
 7. 試験開始の合図があったらまず最初に、問題紙に落丁、印刷の不鮮明等がないか確かめること。
- ※ この問題紙は、試験終了後回収する。

専攻名： 海洋応用生命科学専攻
講座名： 水産資源開発工学講座

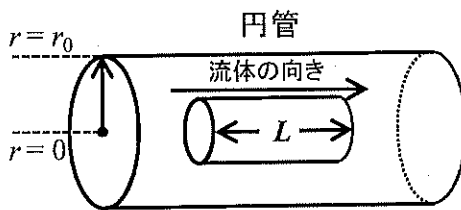
| 科目記号 | 科目名 | 出題番号 | 出題内容 | 備考 |
|------|----------|------|------------|--|
| L | 水産資源開発工学 | 401 | 化学工学 | 出題番号 401, 402, 421, 422, 431, 432, 481, 482, 491, 492, 541, 542 の計12題から、 4題を選択解答 |
| | | 402 | 化学工学 | |
| | | 421 | 物理化学 | |
| | | 422 | 物理化学 | |
| | | 431 | 酵素機能化学 | |
| | | 432 | 酵素機能化学 | |
| | | 481 | 北方生物圏機能生物学 | |
| | | 482 | 北方生物圏機能生物学 | |
| | | 491 | 比較生理学 | |
| | | 492 | 比較生理学 | |
| | | 541 | 水産生化学 | |
| 542 | 水産生化学 | | | |

| | |
|------|----------|
| 科目記号 | 科目名 |
| L | 水産資源開発工学 |

出題番号 401, 402, 421, 422, 431, 432, 481, 482, 491, 492, 541, 542 の計 12 題から、4 題を選択して解答しなさい。
 解答用紙には、科目記号・科目名、出題番号を記入すること。

出題内容：化学工学

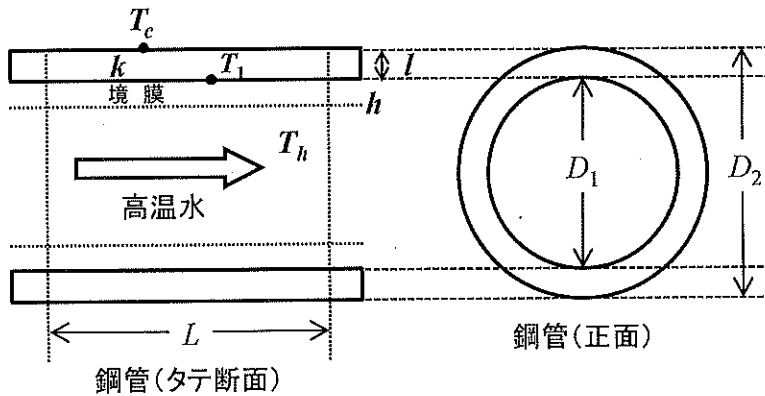
出題番号 401



円管を流れる流体（水）中に半径 r [m]、長さ L [m] の水柱を想定する。この水柱が流れるためには上流側と下流側に圧力差が存在しなければならない。この圧力差を ΔP [Pa] とする。また、この水柱側面の単位面積当たりの摩擦力は τ [Pa] とする。流体の粘度を μ [Pa · s]、半径 r 方向任意の位置の流速を u [m/s] とする。円管内壁は $r = r_0$ ($u = 0$)、円管中心は $r = 0$ ($u = u_m$) とする。

- (1) 定常状態である時、この水柱に働く力のつり合いの式を書きなさい。(10点)
- (2) $\tau = -\mu(du/dr)$ が成立するとして、流速 (u) の分布を求めなさい。(15点)

出題番号 402



鋼管（内径 D_1 [m]、外径 D_2 [m]）中に高温水（温度 T_h [K]）が流れている。鋼管の厚さは l [m] で熱伝導係数は k [W/(m K)] である。いま、区間 L [m] についての鋼管内側から外側への熱伝導を考える。鋼管内壁には流体境界膜が存在し、その境界膜伝熱係数は h [W/(m² K)] である。以下の問いに答えなさい。

- (1) 鋼管外側面積を A_2 [m²]、鋼管内側面積を A_1 [m²] としたとき、 $A_2/A_1 > 2$ であった。鋼管の伝熱面積 A [m²] を求めなさい。(5点)
- (2) 高温基準の伝熱面積を A_h [m²] とするとき、境界膜と鋼管を合わせた高温基準総括伝熱係数 U [W/(m² K)] の逆数を求めなさい。(10点)
- (3) 定常状態において高温水 (T_h [K]) から鋼管外側 (T_c [K]) への伝熱速度は Q [W] であった。鋼管内側の温度 T_1 [K] を求めなさい。但し、 T_h , T_c , U , h を用いて表しなさい。(10点)

出題内容：物理化学

出題番号 421

次の文章を読んで、空欄 (ア) - (シ) を埋めなさい。((ア) は 3 点, 他は 2 点, 計 25 点)

$$k = A \cdot \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \quad (1)$$

(1)式は (ア) と呼ばれる式で, 式中の k は (イ), A は (ウ), E は (エ) で, R と T はそれぞれ (オ) と (カ) である。 T が一定条件のとき, E の値が大きければ大きいほど k の値は (キ) なる。異なる二つの温度で k を決定したのであれば, (1)式から E の値を求めることができる。まず, (1)式の両辺の (ク) をとり, k の (ケ) と T の (コ) をそれぞれ縦軸と横軸にプロットすると, 両者の間には (サ) の傾きを持った (シ) が成立し, 傾きの絶対値から E を決定することができる。

出題番号 422

次の熱力学的関数に関する問いに答えなさい。ここで, Q : 閉じた系に入るエネルギー, U : 内部エネルギー, P : 圧力, V : 体積, T : 温度, S : エントロピー, A : Helmholtz 自由エネルギーとする。

(1) $dA = -PdV - SdT$ を誘導しなさい。但し $dU = TdS - PdV$ なる関係が成立するものとする。
(10 点)

(2) $\left(\frac{\partial A}{\partial V}\right)_T = -P$, および, $\left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_V = -S$ を誘導しなさい。(15 点)

出題内容：酵素機能化学

出題番号 431

(1) $pK_a = 9.0$ の α -アミノ基と $pK_c = 3.0$ の α -カルボキシル基をもつ α -アミノ酸の pH 3.0 における荷電状態を説明しなさい。(15 点)

(2) 次の文章の [] に入る適切な語句を下記の語群から選びなさい。(10 点)

タンパク質の水溶液に [①] を加えると, タンパク質が析出する現象を [②] とよび, タンパク質の粗精製に利用されている。[①] の [③] の種類でタンパク質の沈殿傾向が異なり, タンパク質の等電点より高い pH における沈殿のしやすさの順番は [④] 系列とよばれている。通常は, [①] として [⑤] がよく用いられる。

<語群>

- | | | | | |
|--------------|--------------|--------------|----------|----------|
| A. 糖, | B. 塩, | C. アルコール, | D. 塩溶, | E. 糖析, |
| F. 滲出, | G. 塩析, | H. 陽イオン, | I. 錯イオン, | J. 陰イオン, |
| K. 順ホフマイスター, | L. 逆ホフマイスター, | M. 酢酸アンモニウム, | | |
| N. 硫酸アンモニウム, | O. 硫酸ナトリウム, | P. 硫酸アルミニウム | | |

出題番号 432

(1) セリンプロテアーゼの触媒反応に関する「プロトンリレー説」について説明しなさい。その際, 「酵素-基質複合体」, 「求核攻撃」および「アシル酵素」の用語を用いること。(25 点)

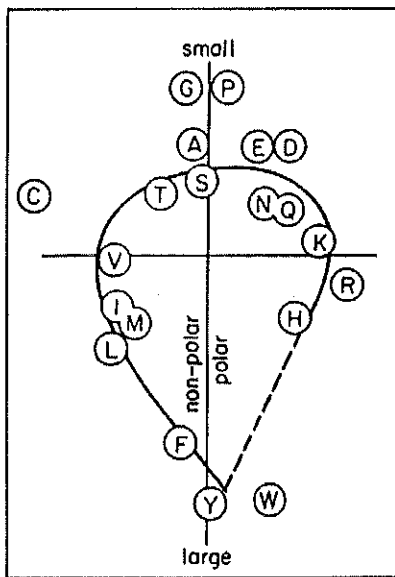
出題内容：北方生物圏機能生物学

出題番号 481

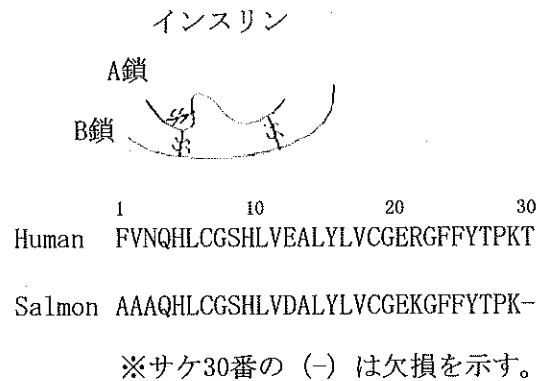
タンパク質の分子進化について、以下の問いに答えなさい。

- (1) アミノ酸の保守的な置換について説明しなさい。(15点)
- (2) 図(A)はDayhoffの転換確率マトリックスと呼ばれるものである。これを参照し、図(B)ヒトとサケのインスリンのB鎖のアミノ酸配列の置換のパターンと特徴を説明しなさい。(10点)

図(A) Dayhoffの転換確率マトリックス
(Taylor, J Theor Biol 119:205, 1986)



図(B) インスリンの構造とB鎖(ドメイン)のアミノ酸配列



出題番号 482

魚類の代謝について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 生物学的に、外温動物と変温動物の共通点と相違点を説明しなさい。(6点)
- (2) 魚類の代謝余裕(Aerobic scope)と水温との関係を図を用いて説明しなさい。(10点)
- (3) 温暖化が魚類に及ぼすであろう影響を三つ挙げ、それぞれを簡潔に説明しなさい。(9点)

出題内容：比較生理学

出題番号 491

ホルモンとその受容体の性質と分類について、以下の問いに答えなさい。

- (1) タンパク質ホルモン、アミノ酸誘導ホルモン、ステロイドホルモンおよび脂肪酸誘導ホルモンの四つについて、それぞれに属するものを一つずつ挙げて、それらの一般的な受容体タイプを答えなさい。ただし、本科目問題で挙げられているホルモン名（インスリン、インスリン様成長因子-1、成長ホルモンおよびコルチゾル）は除く。（16点）
- (2) インスリンとインスリン様成長因子-1のそれぞれの産生部位、分泌調節および作用を簡潔に説明するとともに、魚類における両者の受容体の特異性について説明しなさい。（9点）

出題番号 492

真骨類の鰓に成長ホルモンとコルチゾルが作用すると海水適応能が向上する。両者の作用について、以下の問いに答えなさい。

- (1) 成長ホルモンの鰓に対する作用を説明しなさい。（7点）
- (2) コルチゾルの鰓に対する作用を説明しなさい。（7点）
- (3) 成長ホルモンとコルチゾルが複合的に鰓に作用すると、単独の時よりも効果が強いとされるが、その理由を説明しなさい。（5点）
- (4) 海水適応能向上以外で、成長ホルモンとコルチゾルの肝臓に対する作用をそれぞれ説明しなさい。（6点）

出題内容：水産生化学

出題番号 541

- (1) 一次構造が不明なタンパク質を SDS-PAGE で単一バンドとして得た。このタンパク質の一次構造を決定する一連の方法について説明しなさい。（25点）

出題番号 542

- (1) ゲノムが明らかな微生物のゲノム DNA を抽出した。その配列の中に、目的の酵素が含まれる。その機能解析をするために、どのような手順で行うのか説明しなさい。（25点）