

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題番号71, 72, 81, 82, 91, 92, 101, 102, 11, 12, 111, 112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：化学海洋学

出題番号71

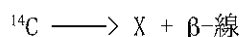
海洋における CaCO_3 の溶解について以下の問いに答えなさい。

- (1) 一般に, 海洋における CaCO_3 の固体には2つの形態がある。その2つを示し, 海水における溶解の違いについて説明しなさい。(5点)
- (2) 海洋における Ω (海水における CaCO_3 の飽和度) と Lysocline (CaCO_3 溶解度躍層) について, 並びにそれらの関係について詳しく説明しなさい。(10点)
- (3) Lysocline の深さは同じであるが, CCD (CaCO_3 補償深度) の深さが海域によって大きく異なることがある。その原因を詳しく説明しなさい。(10点)

出題番号72

放射性同位元素 ^{14}C について以下の問いに答えなさい。

- (1) 放射性同位元素 ^{14}C は, 下記のように β -線を放出して他の元素(X)に壊変する。放射性同位元素 ^{14}C の質量数は14, そして原子番号は6である。 ^{14}C が他の元素(X)に壊変する時の質量数(w), 陽子数(p), 中性子数(n)及び原子番号(a)の変化について, それぞれいくつからいくつになったか, また他の元素(X)とは何かを示しなさい。(5点)



- (2) 放射性同位元素 ^{14}C は, β -線を放出して他の元素に壊変する。 ^{14}C の壊変定数(Decay Constant)は $1.209 \times 10^{-4} \text{ year}^{-1}$ であるが, その半減期を求めなさい(途中の計算過程を示しなさい)。ただし, 自然対数 $\ln 2 = 0.693$ とする。(10点)
- (3) 海洋で海水中の放射性同位元素 ^{14}C や ^3H の放射能を測定することがあるが, それらの測定目的と違いについて詳しく説明しなさい。(10点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：物理海洋学

回転系の水平直交座標系 (x, y) において、均一流体線形の運動方程式と連続式は下記の①②③式で表される。

$$\partial u / \partial t - f v = -g \partial \eta / \partial x \quad \text{①}$$

$$\partial v / \partial t + f u = -g \partial \eta / \partial y \quad \text{②}$$

$$\partial \eta / \partial t + \partial(hu) / \partial x + \partial(hv) / \partial y = 0 \quad \text{③}$$

ここで、 (u, v) は x (東向き)、 y (北向き) 方向の流速成分、 t は時間、 η は水面変位、 h は一定水深、 g は重力加速度、 f (>0 : 北半球) はコリオリパラメータである。これら①～③の方程式は、下記の設問に共通する方程式群である。

出題番号 81

- (1) ①～③の方程式に適当な仮定をすれば、「慣性重力波」のみを記述できる方程式にすることができる。その仮定を述べなさい。(5点)
- (2) あなたが設問(1)で解答した仮定をもとに、①～③の方程式を変形し、 η に関する一つの方程式(波動方程式)を導きなさい。(10点)
- (3) 波動解 $\eta = \eta_0 \sin(kx + ly - \sigma t)$ を設問(2)で導いた方程式に代入し、慣性重力波の分散関係式を導きなさい。ここで、 η_0 は適当な振幅、 k と l はそれぞれ x 、 y 方向の波数、 σ は周波数である。(10点)

出題番号 82

①～③の方程式において、非発散の近似と f 値の y 方向変化(惑星ベータ: $\beta = df/dy$) を許せば、「惑星ロスビー波」のみを記述できる方程式にすることができる。

- (1) 一般に、非発散の近似をすれば、下記の流線関数 ϕ を導入することができる。

$$u = -(\partial \phi / \partial y) \quad v = \partial \phi / \partial x$$

非発散の近似とは何か、を説明しなさい。(5点)

- (2) ①～③の方程式から、流線関数 ϕ を用いた惑星ロスビー波の方程式を導きなさい。(10点)
- (3) 波動解 $\phi = \phi_0 \sin(kx + ly - \sigma t)$ を設問(2)で導いた方程式に代入し、惑星ロスビー波の分散関係式を導きなさい。ここで、 ϕ_0 は適当な振幅、 k と l はそれぞれ x 、 y 方向の波数、 σ は周波数である。(10点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：分析化学

出題番号 91

海水中の溶存酸素量の定量について以下の問いに答えなさい。

- (1) ウインクラー法による溶存酸素測定の方法を、以下の化学種を使って順序よく4つの化学反応式を作り詳しく説明しなさい。以下の化学種は複数回使用してよい。(15点)
- (Mn^{2+} , $MnO(OH)_2$, $Mn(OH)_2$, H_2O , H^+ , OH^- , O_2 , I_2 , I^- , $S_4O_6^{2-}$, $S_2O_3^{2-}$)
- (2) AOU(見かけの酸素消費量)について、詳しく説明しなさい。(10点)

出題番号 92

吸光度法を使用した鉄の定量について以下の問いに答えなさい。

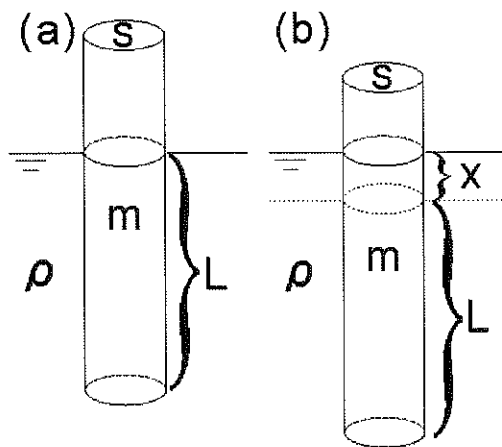
- (1) 透過度($T=I/I_0$)と吸光度(Abs)の関係式を示しなさい。(5点)
- (ただし、光路長 L の溶液に I_0 の強さの単色光が入射し、吸収されずに透過した透過光の強さを I とする)
- (2) モル吸光係数について説明しなさい。(5点)
- (3) 発色試薬 A, B, C の分析感度について以下の問いに答えなさい。
- (a) 発色試薬 A は鉄との発色において、そのモル吸光係数は 25000 であった。
- (b) 発色試薬 B を使用し鉄 10 $\mu\text{mol/liter}$ を発色させ、その吸光度(Abs)を測定したところ、0.150 であった。
- (c) 発色試薬 C を使用し鉄 50 $\mu\text{mol/liter}$ を発色させ、その透過度($T=I/I_0$)を測定したところ、0.10 であった。
- (*ただし、液層の長さはすべて 1 cm であり、それぞれの発色試薬は、鉄との発色の最大吸収波長で測定した。)
- 鉄定量分析に関して、上記の発色試薬 A, B, C の分析感度の高い順に並べなさい。また、その順番になった途中の計算過程を示しなさい。(15点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：力学一般

出題番号 101

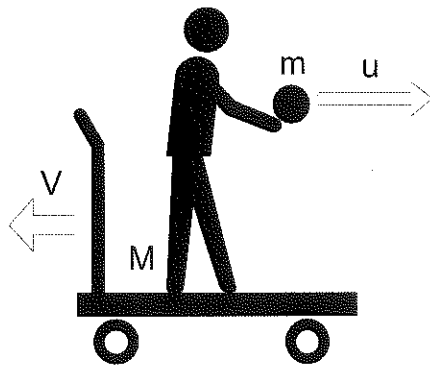
質量が m [kg], 断面積が S [m²] の円柱形状の「浮き」を密度 ρ [kgm⁻³] の水に浮かべる。最初は水面下に L [m] の長さが沈んだところでバランスした (下図(a))。次にバランス状態からさらに X [m] 指で押し下げて (下図(b)) 静かに指を離れたところ, 「浮き」は上下に振動を始めた。鉛直上向きを正としてとり, 重力加速度は g [ms⁻²], 空気抵抗・水の粘性抵抗などは無視するとして, 以下の問いに答えなさい。



- (1) 最初のバランス状態 (左図(a)) のときの力の釣り合いを示しなさい。(5点)
- (2) X [m] 押し込んだ状態 (左図(b)) から, 指を離れた瞬間の, 「浮き」の加速度はいくらか示しなさい。(5点)
- (3) 「浮き」から指を離れた後の上下運動が, 単振動運動であったとしたとき, その振動周期を求めなさい。(5点)
- (4) 横軸に時間, 縦軸に振幅をとり, 上記(3)の状態の振動中心の変位をグラフに示しなさい。また, 「浮き」の上下運動が速度に比例する抵抗力を受ける場合, このグラフはどのように変化するか, 上記グラフとスケールを一致させ, 別のグラフとして示しなさい。(10点)

出題番号 102

下図に示すように, 台車に乗った人が, 質量 m [kg] のボールを水平方向に速度 u [ms⁻¹] で投げた。このとき, 台車と人はボールと反対方向に速度 V [ms⁻¹] で動いたとする。人と台車の合計質量 (ボールは含まない) は M [kg], 台車と地面の転がり抵抗係数は C , 重力加速度は g [ms⁻²], 空気抵抗は無視するとして, 以下の問いに答えなさい。



- (1) 運動量保存の法則から, 速度 V はいくらか示しなさい。(7点)
- (2) このとき, 台車と人が持つ運動エネルギーはいくらか示しなさい。(8点)
- (3) この運動エネルギーが全て台車の転がり抵抗力に消費されたと考えると, 台車が進む距離はいくらか示しなさい。(10点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：プランクトン学

出題番号 11

海洋生態系における基礎生産者として最も重要な役割を果たす珪藻類に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 珪藻類は独特の細胞分裂を行うが、その様式について説明しなさい。(12点)
- (2) 珪藻類は増大胞子を形成するが、形成の過程と意義を説明しなさい。(13点)

出題番号 12

動物プランクトンと海洋生態系に関する以下の問いに答えなさい。

- (1) 海産動物プランクトンの尾虫類はどのような摂餌方式を持つか、知るところを述べなさい。
(10点)
- (2) 海洋生態系のうち、外洋域と湧昇域ではどのような食物網が構成されるか、知るところを述べなさい。(15点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：衛星海洋学

出題番号 111

- (1) 地球温暖化や気候変動のモニタリングには衛星リモートセンシングは不可欠のものとなっている。衛星リモートセンシング計測の特徴を述べ、それらが地球温暖化や気候変動のモニタリングに用いられている例を述べなさい。(15点)
- (2) 近年漁船用の燃油高騰により、経済的な側面で漁船漁業の持続性に大きな打撃を受けている。衛星リモートセンシングを応用して潜在的な漁場を推定できれば、漁場到達までの時間や燃料の節約につながるものと考えられる。衛星リモートセンシングを利用した回遊性浮魚類の漁場形成機構の解明や漁場予測モデルの開発についてどのような解析が必要か述べ、また実際に漁場予測情報を海上の漁船へ伝達するにはどのような技術が必要か述べなさい。(10点)

出題番号 112

- (1) 観測点 A において採水し、測定したクロロフィル a 濃度は 0.3 mg m^{-3} であった。一方、採水した日に観測された衛星データから、水中アルゴリズムを使って推定された観測点 A のクロロフィル a 濃度は 0.8 mg m^{-3} であった。現場で測定した濃度と衛星データから推定された濃度が異なる原因を推察しなさい(15点)。
- (2) 光が水分子に当たった時の散乱光の角度分布、および波長特性について説明しなさい(10点)。