

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, 111, 112の計10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

海洋の有機物に関して、以下の問いに答えなさい。

(1) 海洋学において、海水中の溶存有機物と粒子状有機物を区分する方法を述べなさい。
(10点)

(2) 海洋生物起源の有機硫黄ガス成分のうち、ジメチルサルファイド(CH_3SCH_3)と硫化カルボニル(COS)について、これらの成分が大気中に放出されると大気環境にどのような影響を及ぼすか詳しく説明しなさい。(15点)

海水中の溶存無機炭酸とアルカリ度について、以下の問いに答えなさい。

海水中炭素の大部分は炭酸成分 (H_2CO_3 , HCO_3^- , CO_3^{2-}) として溶存しており、溶存炭酸成分をまとめて Dissolved Inorganic Carbonate (DIC) とよぶ。地球の炭素循環を考えるうえで、DIC に占める各成分の割合や DIC 濃度を求めることが必要である。DIC 濃度は各成分濃度 ($[\text{H}_2\text{CO}_3]$, $[\text{HCO}_3^-]$, $[\text{CO}_3^{2-}]$) の合計で表され、その濃度単位は mol L^{-1} である。これらの成分は解離平衡に達している。そこで、 H_2CO_3 と HCO_3^- の平衡定数を K_1 、 HCO_3^- と CO_3^{2-} の平衡定数を K_2 とする。

- (1) 海水の pH が 8 のとき、DIC に占める HCO_3^- と CO_3^{2-} の割合を計算しなさい。ただし、 $K_1 = 1 \times 10^{-6}$ 、 $K_2 = 1 \times 10^{-9}$ とする。(15 点)

- (2) 海水のアルカリ度は、海水中の強電解質陽イオンの電荷量と強電解質陰イオンの電荷量の差で定義される。海水は電氣的に中性なので、アルカリ度を埋め合わせるだけの弱電解質イオンの電荷量が存在する。強電解質陽イオンの電荷量を 606 mmol L^{-1} 、強電解質陰イオンの電荷量を 604 mmol L^{-1} 、海水の pH を 8 としたとき、 HCO_3^- と CO_3^{2-} の合計濃度を求めなさい。ただし、海水中の弱電解質イオンとして、 HCO_3^- と CO_3^{2-} のみを考慮し、前問と同じように $K_1 = 1 \times 10^{-6}$ 、 $K_2 = 1 \times 10^{-9}$ とする。(10 点)

科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：海洋物理学

出題番号 81

北太平洋に関する以下の問いに答えなさい。説明の補助として図を用いても良い。

- (1) 一定の西風が北太平洋中緯度域の海面上を1年を通じて吹いており、海洋循環は定常状態となっている場合を考える。このとき、海面エクマン輸送は、どちら向きになると考えられるか、エクマン層内での力学バランスを議論することにより答えなさい。(8点)
- (2) 北太平洋亜寒帯循環域の平均海面高度は、北太平洋亜熱帯循環域の平均海面高度より低い。この理由を説明しなさい。なお、説明に際しては、偏西風が亜寒帯循環域と亜熱帯循環域の境界付近に位置していること、北太平洋では深層の流れがほとんどないことを前提とすること。(9点)
- (3) 海洋の密度成層は水温と塩分によって維持されている。北太平洋亜寒帯循環域と亜熱帯循環域の密度成層を主に維持しているのは、水温、塩分のどちらであるか、またその理由について答えなさい。(8点)

出題番号 82

係数 $a > 0$, $b > 0$ のとき、

$$y = \frac{ax}{x^2 + b^2} \quad (A)$$

のグラフを下記の設問に従って描きなさい。この(A)式は、例えば、 y を周波数 σ , x を東西波数 k , b を南北波数 l , a を $-\beta$ (β は惑星ベータ) に置き換えれば、西方伝播する惑星ロスビー波の分散関係式になります。

- (1) x が十分小さいときの(A)式の近似式を示しなさい。(5点)
- (2) x が十分大きいときの(A)式の近似式を示しなさい。(5点)
- (3) 横軸に x 軸、縦軸に y 軸をとり、設問(1)(2)で求めたそれぞれの近似式を破線で模式的に描きなさい。(5点)
- (4) 設問(3)のグラフ上に、(A)式のグラフを実線で模式的に描きなさい。(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

酸塩基平衡について以下の問いに答えなさい（計算過程も示しなさい）。

- (1) ある濃度のアンモニア水溶液の pH は 11 であった。そのアンモニア水溶液のモル濃度 (mol L^{-1}) を計算しなさい。ただし、下記に示すようにアンモニアの塩基解離定数 K_b は 25°C で 2.00×10^{-5} である。(10 点)



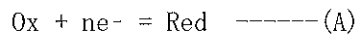
- (2) $2.00 \times 10^{-1} \text{ mol L}^{-1}$ の酢酸ナトリウム水溶液の pH を計算しなさい。ただし、下記に示すように酢酸の酸解離定数 K_a は 25°C で 2.00×10^{-5} である。(15 点)



出題番号 92

酸化還元電位について以下の問いに答えなさい（計算過程も示しなさい）。

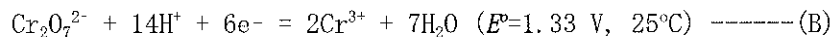
- (1) 酸化還元反応は下記のように反応の進行に電子が関与している。



ここで、Ox は酸化体、Red は還元体、n は反応に関与する電子数である。

Ox および Red に対する活量は a_{Ox} および a_{Red} であるとする。F は Faraday 定数、R は気体定数、T は絶対温度であるとする、電極電位 (E)、標準酸化還元電位 (E°) と活量の間にはある関係式 (ネルンスト式) が成立する。(A) の酸化還元反応についてネルンスト式を示しなさい。また、 25°C において活量係数を 1 と仮定し、モル濃度を用いた常用対数表示のネルンスト式を示しなさい。(10 点)

- (2) 下記の (B) の酸化還元反応について、 25°C において活量係数を 1 と仮定し、モル濃度を用いた常用対数表示のネルンスト式を示しなさい。また、 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ が $10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ 、 Cr^{3+} が $10^{-2} \text{ mol L}^{-1}$ である溶液について、pH が 2.0 のときの電極電位を求めなさい。(15 点)



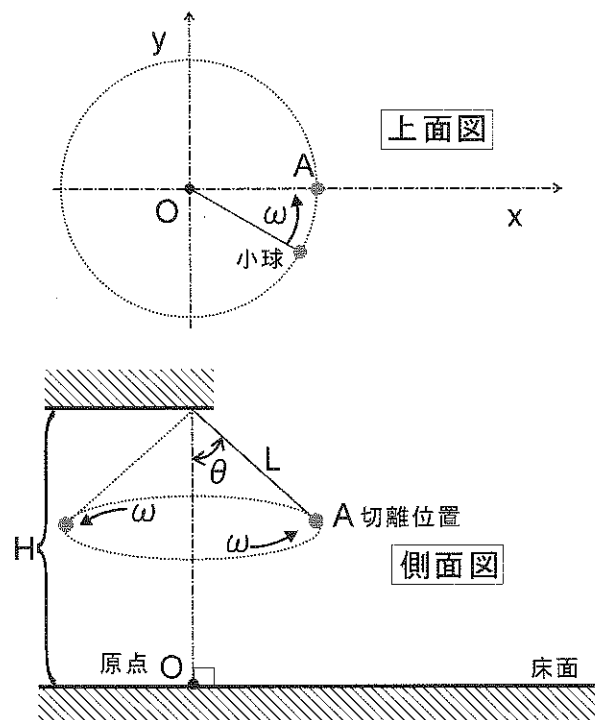
科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：力学一般

出題番号 101

水平な床面からの高さが H [m] の位置に、長さ L [m] ($H > L$) の糸でつるされた質量 M [kg] の小球がある。この小球を糸が鉛直方向と θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) をなす角に保ち、ある水平面上で角速度 ω [s^{-1}] の等速円運動をさせた。この時、糸の軌道は円錐面を描き、円錐振り子運動を行っていた(下図参照)。また、円錐振り子運動の回転方向は図で示すように、上面から見て反時計回りの運動であった。小球は円錐振り子運動を繰り返した後、図中 A の位置で糸から離れ、鉛直方向には自由落下で床面に落ちた。座標は図に示すように原点 O は糸のつりさげ点(回転中心)と床面と重なる位置とし、その原点から A と重なる床面の方向に x 軸、それと直交する方向に y 軸を取る直交座標系とする。切離時の衝撃、空気抵抗、糸の質量、小球の大きさは無視でき、重力加速度を g [ms^{-2}] として、以下の問に答えなさい。

- (1) 円錐振り子運動時の糸が小球を引く力を S [N] として、水平方向、鉛直方向の力の釣り合い式を与えられた記号で示しなさい。(6点)
- (2) 等速円運動時の小球の角速度 ω [s^{-1}] とその回転周期 P [s] を L , θ , g の記号を用いて示しなさい。(6点)
- (3) 仮に、角速度 ω [s^{-1}] が 2 倍 (2ω) であった場合、 θ を同じ角度に保つ為にどのような方法があるか。その理由も含めて答えなさい。(4点)
- (4) 小球の切離時から床面落下時までの時間 t [s] を H , L , θ , g の記号を用いて示しなさい。(3点)
- (5) 小球の床面落下時の (x, y) 座標を H , L , θ の記号を用いて示しなさい。(6点)

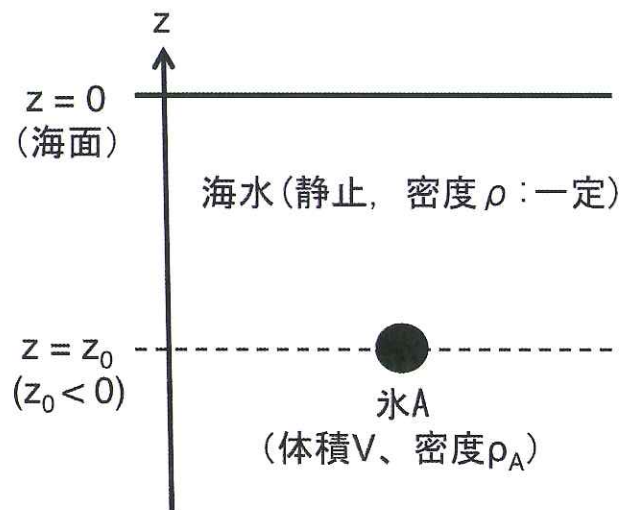


科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題番号 102

海水中に位置する体積 V 、密度 ρ_A の氷（図中黒丸：氷 A とする）の運動について以下の問いに答えなさい。時間を t 、重力加速度を g と表し、運動は鉛直方向 (z 方向) の 1 次元、鉛直上向きを正、海面を $z=0$ 、氷 A の初期位置を $z = z_0$ (z_0 は負の値)、初速をゼロ、とする。また、氷 A の周囲の海水（密度 ρ : 一定）は静止、氷 A の回転運動は無視、氷 A は融解せず、 $\rho_A < \rho$ とする。

- (1) 氷 A に作用する浮力を、符号を含めて示しなさい。浮力の計算方法は問わない。なお、氷 A と同じ体積 V を持つ海水の塊（静止、密度 ρ ）の運動方程式を立てることによっても、浮力を計算することが可能である。(5 点)
- (2) 氷 A の位置を z とし、氷 A の海水中における運動方程式（微分方程式）を立てなさい。氷に対する海水の抵抗はないと仮定する。(5 点)
- (3) (2) で立てた運動方程式を解くことにより、時間 t 経過後の氷 A の位置および速度を時間 t の関数として示しなさい。氷は海水中にあると仮定する。(5 点)
- (4) 氷 A が海面に到達した際の速度を求めなさい。(5 点)
- (5) 氷 A に対し、速度に比例した抵抗 $a(dz/dt)$ が作用するときの氷 A の海水中での運動を考える。運動方程式（微分方程式）を立て、時間 t 経過後の氷 A の速度を時間 t の関数として示しなさい。係数 a は正の値とする。(5 点)

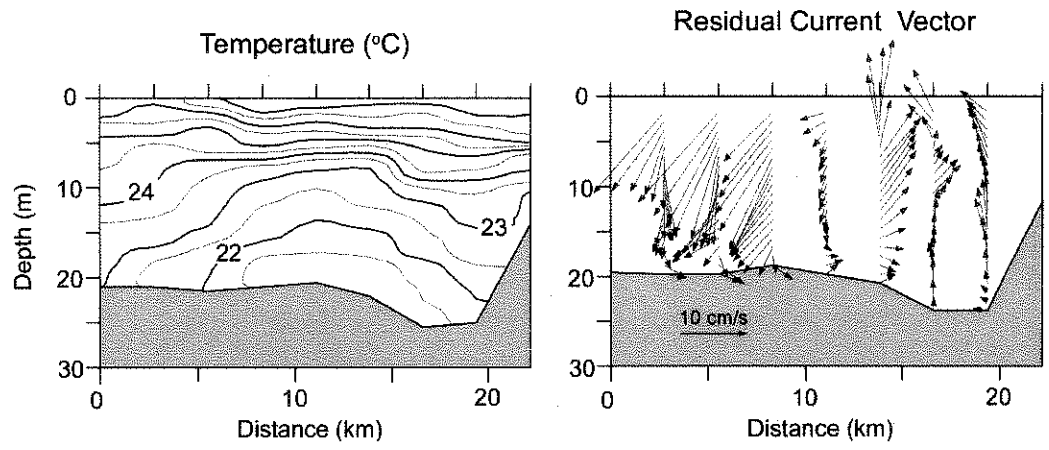


科目記号	科目名
C	海洋環境科学

出題内容：海洋環境学

出題番号 111

下図は、瀬戸内海の燧灘において夏季に観測された、水温と流れ（残差流）の分布である。



上向き矢印は紙面の手前から奥に向かう流れを、
下向き矢印は紙面の奥から手前に向かう流れを示す。

- (1) 流れが地衡流バランスしているとすれば、海面の高さはどのようなになっているか、図示するとともに、その理由を説明しなさい。(15点)
- (2) 上図の中心（距離 10 km）付近で海面から海底まで酸素濃度を測定すると、どのような鉛直分布になるか、図示しなさい。また、そのような分布になる理由を説明しなさい。(10点)

出題番号 112

近年、日本近海では、特定の生物種の大発生が、しばしば報告されている。

- (1) 大発生する生物について、共通する特性を述べなさい。(10点)
- (2) 下記の生物について、大発生する要因と、生態系や産業に与える影響について述べなさい。
①ミズクラゲ ②ガンガゼ ③渦鞭毛藻 (15点)