

国際環境工学部
生命工学科
総合問題

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. 試験時間は 10 時 00 分から 12 時 00 分までの 120 分、配点は 60 点です。
(配点の内訳：第 1 問 30 点・第 2 問 30 点)
3. この問題冊子は、表紙以外に 10 ページあり、解答用紙は 4 枚あります。
4. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
5. 3 ページから 10 ページまでの第 2 問は選択問題です。選択問題 A, B, C の中から 1 題を選択して解答してください。
6. 解答用紙には、解答箇所以外につぎの記入欄があります。監督者の指示に従って、正しく記入してください。正しく記入されていない場合には、採点できないことがありますので、十分注意してください。
 - ① 受験番号欄（各解答用紙 2 箇所）
 - ② 氏名欄（各解答用紙 1 箇所）
 - ③ 選択問題識別欄（選択問題の各解答用紙 1 箇所）第 2 問の選択問題 A, B, C の解答用紙には、選択問題識別欄があります。選択した問題はこの欄に○を、選択していない問題はこの欄に×を記入してください。この記入がない場合や 2 題以上に○が記入されている場合には、採点において著しく不利になります。
7. 解答はすべて指定した解答用紙に記入してください。
8. 解答用紙を持ち出してはいけません。持ち出した場合、試験をすべて無効とします。
9. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけません。
10. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。

第1問（環境に関する科学）

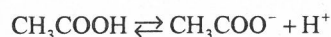
問1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

有機性廃棄物を資源化（有用な化合物への変換）する方法として、微生物を利用したメタン発酵プロセスがある。このプロセスでは、微生物が有機性廃棄物中の有機化合物を分解して、最終的に、バイオガスとよばれる (a) 二酸化炭素と (b) メタンの混合ガスが生成する。また、有機性廃棄物中の有機化合物のうち、(c) 窒素を含む化合物からは (d) アンモニアも生成する。さらに、メタン発酵プロセスの水溶液中では、(e) 二酸化炭素が水に溶けて生成した化合物由来の陰イオンとアンモニア由来の陽イオンから塩が生成できる。

- (1) 下線部 (a) の化合物が水に溶けると、水溶液は弱酸性を示す。この水溶液中で、電離平衡の状態に達したときのイオン反応式を示せ。ここでは、2段階の電離のうち、1段階目の電離のみを考える。
- (2) 下線部 (a) の化合物と下線部 (b) の化合物をそれぞれが気体のままで、触媒を用いて高温で反応させることで一酸化炭素と水素が生成する。この反応を化学反応式で示せ。ここでは、触媒を示す必要はない。
- (3) 下線部 (c) の化合物を、次から選び答えよ。
デンプン タンパク質 セルロース グリセリン
- (4) 下線部 (d) の化合物は水に容易に溶けて、水溶液は弱塩基性を示す。この反応を、イオン反応式で示せ。ここでは、平衡を考慮しない。
- (5) 下線部 (e) について、イオン反応式を示せ。ここでは、二酸化炭素が水に溶けて生成した化合物由来の陰イオンは、2段階の電離のうち、1段階目の電離で生成した陰イオンのみを考える。また、生成した塩の電離平衡を考慮しない。

問2 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

酢酸は、水溶液中では一部が電離し、次のような電離平衡が成立する。



このとき、電離していない酢酸と酢酸イオンを合計した全酢酸のモル濃度（全モル濃度）を $[\text{A}_{\text{total}}]$ 、酢酸イオンのモル濃度を $[\text{A}^-]$ とそれぞれ表す。また、 $[\text{A}^-]$ は、酢酸の電離定数 K_{a} 、水素イオンのモル濃度 $[\text{H}^+]$ 、全モル濃度 $[\text{A}_{\text{total}}]$ を用いて式①で表される。

$$[A^-] = \frac{K_a}{K_a + [H^+]} \times [A_{\text{total}}]$$

式①

式① から，酢酸の電離度 α は，式② のように表される。

$$\alpha = \frac{[A^-]}{[A_{\text{total}}]} = \frac{K_a}{K_a + [H^+]}$$

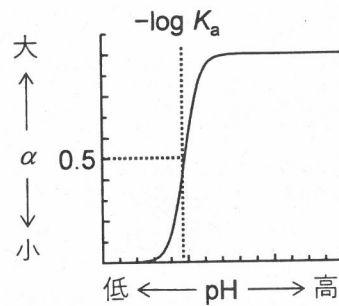
式②

- (1) 電離度 α ，電離定数 K_a ，pH の関係を正しく表した図を以下のグラフから選び，記号で答えよ。
 なお，pH は水素イオン濃度 $[H^+]$ の逆数の常用対数を用いて，式③ のように表される。

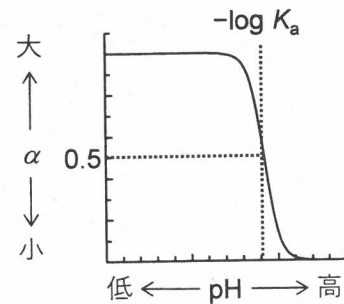
$$\text{pH} = -\log_{10}[H^+]$$

式③

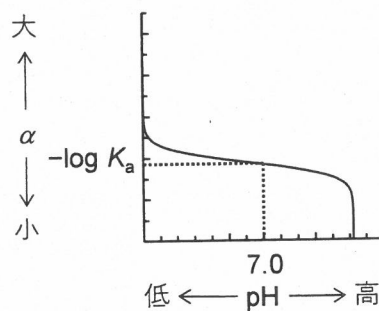
グラフ A



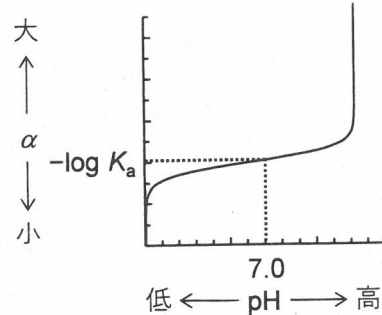
グラフ B



グラフ C



グラフ D



- (2) 電離定数 K_a が $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ で，電離度 α が 0.5 になるときの水素イオンのモル濃度 $[\text{mol/L}]$ を求めよ。解答に至る過程も示し，解答は有効数字 2 桁で答えること。

第2問（選択問題A）（物理）

問1 最初に、質量 $M + m$ [kg] の物体が壁から距離 L [m] 離れた位置で静止している。ここでは、水平方向の一直線上の運動のみを考え、左向き方向を速度の正の向きとする。図1に示すように、時刻 $t = 0$ s に物体は質量 M [kg] の部分 A と質量 m [kg] の部分 B とに切り離され、B は壁の方向へ速度 $-v$ [m/s] で打ち出されたとする ($M > m$)。物体の大きさ、物体と床面との摩擦、および空気抵抗は無視できるとして、以下の文章の空欄に入れるのに適する数式を解答箇所に記入せよ。解答に使用できる記号は、 L , m , M , および v とする。また、解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。ただし、オ には導出過程も記入すること。

- (1) B を打ち出した直後の A の速度は ア [m/s] である。また、打ち出された B が壁に衝突する時刻は イ [s] である。
- (2) 打ち出された B は壁で弾性衝突をした後、A に追いつき、その後は再び A と一体になったとする。B が A に追いつく時刻は ウ [s] である。A と B が一体となった後の物体の速度は エ [m/s] である。また、B を打ち出す際にされたすべての仕事 E_1 と、A と B が一体となった後の物体の運動エネルギー E_2 との比は $E_1/E_2 =$ オ である。

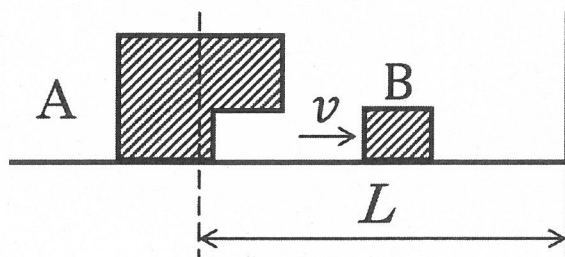


図1

問2 図2(a)のように、屈折率がそれぞれ n_A , n_B , および n_C である物質 A, B, および C と鏡 S とが組み合わせてある。物質 B の厚さを L として、以下の文章の空欄に入れるのに適する数式を解答箇所に記入せよ。解答に使用できる記号は n_A , n_B , n_C , n_D , θ , および L のみとする。また、解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。ただし、コ には導出過程も記入すること。

- (1) 図2(b)のように、図の左側から入射角 θ で A と B の境界に入射した光が、S で反射した後、B から C へ入射した。このとき、光が各境界の法線方向となす角 θ_B および θ_C は、それぞれ、 $\sin \theta_B =$ カ , および $\sin \theta_C =$ キ となる角度である。また、A から B への入射位置と、B から C への入射位置との距離 d は $d =$ ク である。

- (2) 図2(c)のように、B の下面は、鏡ではなく屈折率 n_D の物質 D と接しているとする。図の左側から入射角 θ で A と B の境界に入射した光が、B と D の境界で全反射して、図のような経路を通じて C に入射した。このとき、図の角 θ'_C は、 $\cos \theta'_C =$ ケ となる角度である。また、光が B と D との境界で全反射するための n_D の条件は、コ と表される。

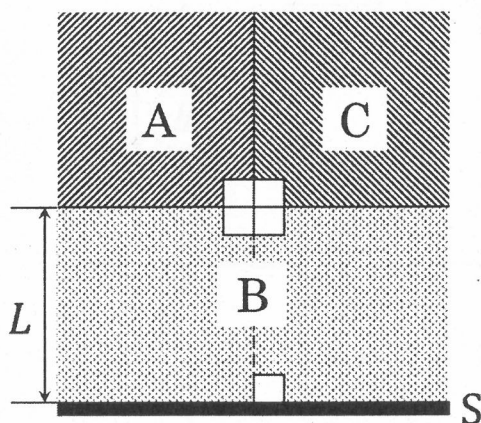


図 2(a)

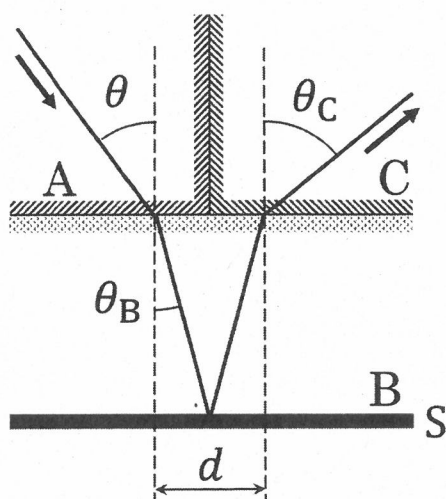


図 2(b)

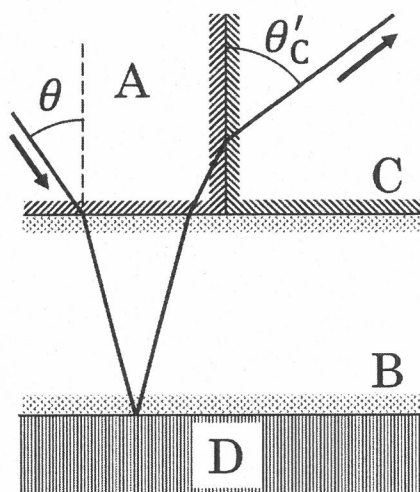


図 2(c)

問3 以下の文章の空欄に入れるのに適する数式または数値を解答箇所に記入せよ。解答用紙には答えのみを記入し、答えの導出過程は記入しないこと。

内部抵抗を無視できる電圧が 100 V の電池 E , 抵抗値がそれぞれ $20\ \Omega$, $10\ \Omega$, $20\ \Omega$ の抵抗 R_1 , R_2 , R_3 , 可変抵抗 R , および電流計を図3のように接続した。また, 抵抗 R_1 , 抵抗 R_2 , 電流計を図に示した向きに流れる電流を, それぞれ $i_1[\text{A}]$, $i_2[\text{A}]$, $i[\text{A}]$ とする。

- (1) 可変抵抗 R を流れる電流の大きさを i_1 と i を用いて表すと サ $[\text{A}]$ である。また, 抵抗 R_3 を流れる電流の大きさを i_2 と i を用いて表すと シ $[\text{A}]$ である。
- (2) 可変抵抗 R が $20\ \Omega$ のとき, 抵抗 R_1 と抵抗 R_2 における電圧降下の差は ス V であり, i は セ A となる。
- (3) 電流 i が 0 A となるのは可変抵抗が ソ Ω の場合である。

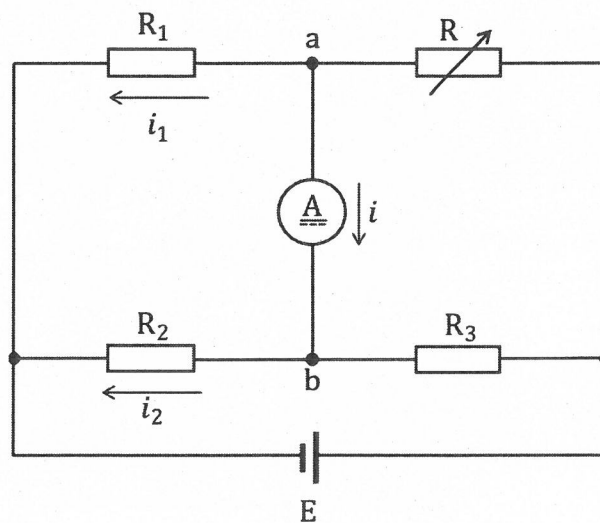


図3

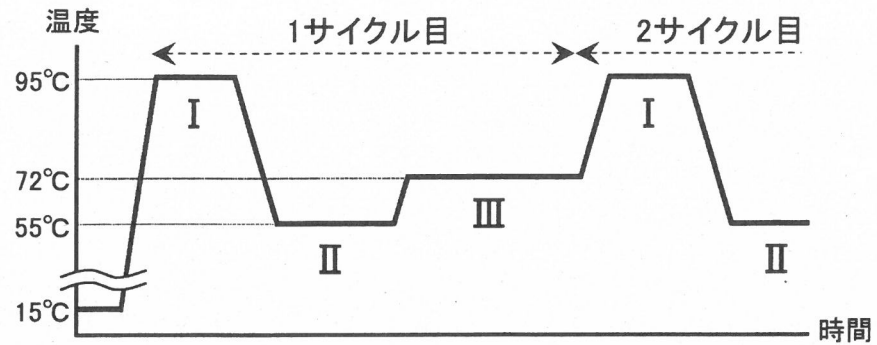
(計 算 用 余 白)

第2問（選択問題B）（生物）

問1 次の文章を読み、文中の空欄に最も適する語句を入れよ。

- A 多くの植物で、日長は花芽形成を左右する重要な環境因子である。生物が日長に反応する性質を という。ホウレンソウやコムギなどの植物は、日長が一定以上（暗期の長さが一定以下）になると花芽を形成する 植物である。また、マカラスムギなどの単子葉植物の幼葉鞘（芽生えの葉を包んでいるさや）が光の方向に向かって伸びる現象は正の とよばれ、これは、植物ホルモンである が幼葉鞘の先端部で光が当たっている側から陰側へと輸送され、その濃度差のまま基部方向に輸送されるため、陰側で の濃度が高くなり、伸長成長が促進される。そのため、幼葉鞘は光の方向に屈曲する。
- B 呼吸は、有機物の異化で放出されるエネルギーを利用して を合成するしくみで、酸素を用いた呼吸の過程は3つの過程からなる。 は細胞質基質で行われる代謝経路であり、グルコースが にまで分解される過程でエネルギーの一部が として取り出され、また還元型補酵素が生成する。 はミトコンドリアのマトリックスで行われる代謝経路で、複数種の還元型補酵素と が生成する。 はミトコンドリア内膜に存在する複数のタンパク質で構成される反応系で、酸化還元反応に依存した 合成が行われる。 に電子を与えるのは還元型補酵素で、電子は最終的には酸素に受け渡されて が生成する。
- C タンパク質は、多数のアミノ酸が鎖状につながった構造をしている。複数のアミノ酸が結合したものをペプチドといい、アミノ酸どうしは、一方のアミノ酸の と他方のアミノ基から水1分子が取れて結合している。この結合をペプチド結合という。タンパク質は多数のアミノ酸がペプチド結合でつながったポリペプチドからなる。このアミノ酸の並び方を一次構造という。ポリペプチドは、部分的に特徴的な立体構造をもつことがある。例えば、側鎖が外側に向いた状態で、らせん状の構造をした 構造があり、このようなたんぱく質の立体構造を二次構造という。これらの二次構造は、ポリペプチドの間の 結合により安定化されている。タンパク質全体としては、さらに複雑な立体構造をとり、これを三次構造という。タンパク質によっては、複数のポリペプチドが組み合わさって、四次構造をつくり、そのタンパク質が特定のはたらきをするのに重要な役割を果たしている。しかし、60～70℃以上の高温や酸・アルカリの存在などによってタンパク質の立体構造が変化すると、その性質や機能も変化する。これをタンパク質の という。また、 によって、タンパク質がそのはたらきを失うことを失活という。

問2 PCR法は、試験管内で目的のDNA断片を10億倍以上に増やす技術である。下図は、PCR法における温度変化を示したものである。次の問いに答えよ。



- ① PCR法で用いる酵素を答えよ。
- ② PCR法において、目的のDNAを増やすために必要な材料を1つ答えよ。ただし、①で解答した酵素および増幅させたい鋳型DNAは除くものとする。
- ③ 図中のⅠ～Ⅲのステップでは、それぞれどのような現象が起こっているか説明せよ。

問3 遺伝子組換え技術の利用例として、「大腸菌を用いたヒトのインスリンの生産」がある。その方法について120字以内で説明せよ。説明には以下の用語をすべて用いること。

【用語： 大腸菌，プラスミド，ヒトのインスリン遺伝子，制限酵素，DNAリガーゼ】

第2問（選択問題C）（化学）

[注意] 必要であれば、次の原子量、数値を使うこと。

H : 1.0, C : 12.0, O : 16.0, S : 32.0

気体定数 : $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

問1 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

硫酸は、工業的には、接触法によってつくられる。この方法では、まず、硫黄の燃焼により (a) 二酸化硫黄を得る。次に、(b) 得られた二酸化硫黄を、酸化バナジウム(V)を触媒として、空気中の酸素で酸化することで酸化物を得る。続いて、得られた酸化物を濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とし、これを (c) 希硫酸で薄めて濃硫酸にする。

市販の濃硫酸は濃度約98%で、無色で粘性の大きい液体であり、次のような性質をもつ。

- ① ア が強く、中性・酸性気体の乾燥剤に用いられる。
- ② 有機化合物から水素と酸素を、 $\text{H}:\text{O}=2:1$ の割合で奪う イ がある。
- ③ 熱濃硫酸は強い ウ をもち、銅や銀などを溶かす。

(1) 下線部 (a) の化合物は、硫化水素のような強い還元剤に対しては酸化剤としてはたらく。下線部 (a) の化合物と硫化水素との反応を化学反応式で示せ。

(2) 下線部 (b) の反応を化学反応式で示せ。ここでは、触媒を示す必要はない。

(3) 下線部 (c) の物質は、電離度が大きく強い酸性を示す。硫化鉄(II)に下線部 (c) の物質を加えると、無色で腐卵臭のある気体が発生する。この反応を化学反応式で示せ。

(4) 空欄 ア ～ ウ に適する語句を次から選び、それぞれ答えよ。

不揮発性 吸湿性 脱水作用 酸化作用 強酸性

(5) 硫黄が完全に硫酸に変えられたとすると、1.0 kg の硫黄から質量パーセント濃度が98%の濃硫酸は何 kg できるか求めよ。解答は、計算の過程を示しながら、有効数字2桁で答えよ。

問2 内容積が15.0 Lで、温度によって体積が変化しない耐圧容器に、2.60 gのアセチレン C_2H_2 と16.0 gの酸素を入れて27℃にした。以下の問いに答えよ。ただし、気体はすべて理想気体とみなしてよい。ここでは、混合により化学反応は起きないものとする。

(1) 混合気体中のアセチレンおよび酸素のそれぞれの分圧 [Pa] を有効数字3桁で答えよ。なお、解答用紙には答えのみを記すこと。

- (2) アセチレンと酸素の混合気体に点火して完全燃焼させた。燃焼により、封入した混合気体のどちらか一方の気体は、反応してすべて消費された。燃焼後、容器内部の温度を 177°C に保った。このときの混合気体の全圧 $[\text{Pa}]$ を求めよ。ここでは、水は完全に蒸発しているとする。解答は、計算の過程を示しながら、有効数字3桁で答えよ。

問 3 気体の二酸化炭素の生成エンタルピーが -394 kJ/mol 、液体の水の生成エンタルピーが -286 kJ/mol 、気体のプロパンの燃焼エンタルピーが -2220 kJ/mol であるとき、気体のプロパンの生成エンタルピー $[\text{kJ/mol}]$ を求めよ。解答は、計算の過程を示しながら、有効数字3桁で答えよ。

2025年度北九州市立大学国際環境工学部
学校推薦型選抜

問 題 訂 正

受験者に対して、
☐ 試験開始前に問題訂正があることを口頭で伝えた上、試験開始直後に
☒ 訂正文を受理後直ちに問題訂正があることを口頭で伝えた上、

下枠の内容を
☒ 黒板に書いて
☐ 口頭で受験者に指示して
ください。

選 抜：【 学校推薦型選抜 】

学科名：【 全学科 化学・機械・情報・建築・生命 】

科目名：【 総合問題 】

物理 問1（機械・情報 第3問、建築 第2問、生命 第2問選択問題A）

図1の表記を以下のように訂正する

誤： v

正： $-v$