

**国際環境工学部**  
**環境生命工学科**  
**総合問題**

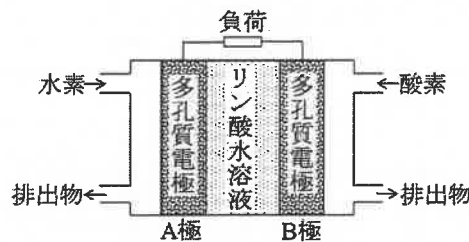
**【注 意】**

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9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9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)

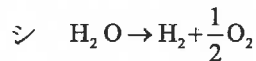
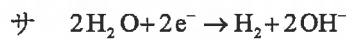
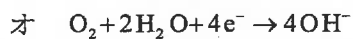
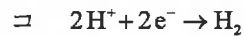
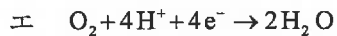
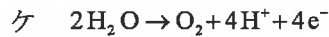
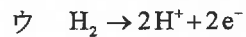
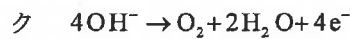
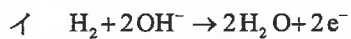
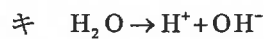
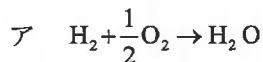
次の文を読み、以下の問いに答えよ。

(a) 燃料電池は水素と酸素の化学反応によって発電する装置であり、燃料電池自動車はこの電気エネルギーでモーターを回し走る自動車である。(b) 走行時に発生する物質は水のみであり、大気汚染の原因となる窒素酸化物、炭化水素、一酸化炭素、二酸化炭素および浮遊粒子状物質などを発生しないという特長がある。また、(c) ガソリン内燃機関自動車のエネルギー効率(15%~20%程度)と比較して高いエネルギー効率であるという特長がある。燃料電池の模式図を下に示す。ここでは、モーターを負荷という一般的な記述とした。



この燃料電池では、触媒を含有する2枚の多孔質の電極に仕切られた容器に、電解質としてリン酸水溶液が入れている。A極側には水素が、B極側には酸素が供給され、これらの気体は多孔質の電極を通してリン酸水溶液と接触できる仕組みとなっている。

問1 下線部 (a) について、A極およびB極で起こる反応式をそれぞれア~シから選べ。



問2 模式図中の負荷における電流の向きを下から選び、記号で答えよ。

① A極からB極

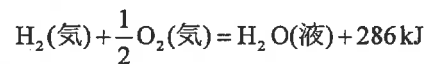
② B極からA極

問3 下線部 (b) について、排出物に水が含まれるのは下記のいずれかを記号で答えよ。

- ① A 極側の排出物
- ② B 極側の排出物

問4 下線部 (c) について、水素-酸素燃料電池の実験装置を実際に稼働させたところ、出力（単位時間当たりの電気エネルギー）が 193 W で、電圧が 0.500 V であった。次の (1) ~ (7) に答えよ。ただし解答に至る過程を記し、有効数値 2 桁で解答すること。ファラデー定数を  $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$  とする。

- (1) この燃料電池を  $2.00 \times 10^3$  秒間稼働させたとき、燃料電池から供給された電気エネルギーは何 kJ か求めよ。
- (2) 負荷を流れている電流を求めよ。
- (3) この燃料電池を  $2.00 \times 10^3$  秒間稼働させたとき、負荷を流れた電気量を求めよ。
- (4) この燃料電池を  $2.00 \times 10^3$  秒間稼働させたとき、負荷を流れた電子の物質量を求めよ。
- (5) この燃料電池を  $2.00 \times 10^3$  秒間稼働させたとき、反応した水素( $\text{H}_2$ )の物質量を求めよ。
- (6) 水素の燃焼反応を、熱化学方程式を用いて表すと次のようになる。(5) で求めた物質量の水素が完全燃焼すると、発熱量は何 kJ になるか求めよ。



- (7) (6) で求めた水素の燃焼反応による発熱量に対する、(1) で求めた稼働による燃料電池から供給された電気エネルギーの割合は、何%か求めよ。

## 第2問（選択問題A）（物理）

問1 図1に示すように、水平面上の点Oから水平方向距離  $s$  [m] の点Qの鉛直上方で高さ  $h$  [m] の位置にある点Pに向かって小物体Aを投げ出すと同時に、点Pから小物体Bを静かに離して自由落下させたところ、小物体Aと小物体Bが空中で衝突した。小物体Aの初速度の大きさを  $v_0$  [m/s]、その方向と水平面とのなす角を  $\theta$  [rad] とする。重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>]、空気抵抗を無視するとき、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。ただし、解答に使用できる記号は、 $g$ 、 $h$ 、 $s$ 、 $v_0$  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。

- (1) 小物体Aを投げ出してから、小物体Aが小物体Bと衝突するまでの時間は、 [s] である。このとき、小物体Aの点Qからの高さは  [m] である。
- (2) 小物体Aと小物体Bを空中で衝突させるためには、小物体Aの初速度の大きさは  $v_0 >$   [m/s] とする必要がある。
- (3) 小物体Aの速度の向きが水平面と平行な状態で小物体Bと衝突するとき、 $v_0 =$   [m/s] である。このときの小物体Aの点Qからの高さは  [m] である。

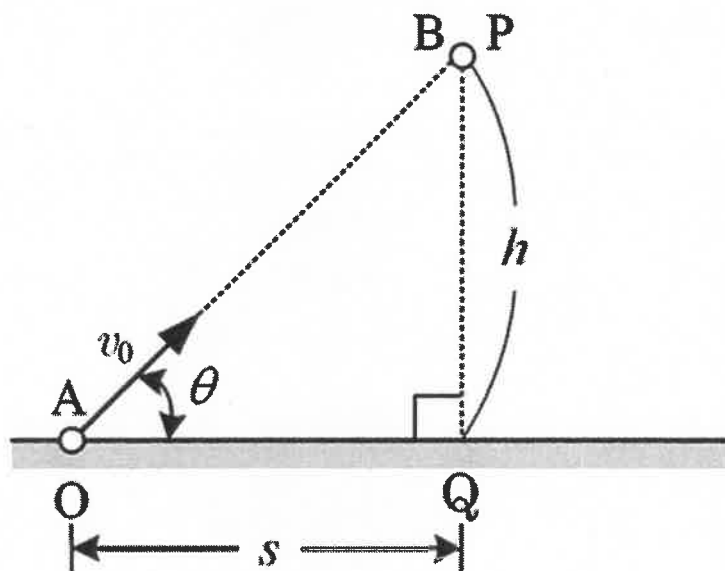


図1

(計算用余白)

問2 なめらかに動くピストンの付いた円筒容器内に単原子分子の理想気体 1 mol を閉じ込めて、内部の気体の圧力  $p$  [Pa] と体積  $V$  [m<sup>3</sup>] を、図2に示すように、状態  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$  と変化させた。状態  $A$  から状態  $B$  は定圧変化、状態  $B$  から状態  $C$  は等温変化、状態  $C$  から状態  $D$  は定積変化、状態  $D$  から状態  $A$  は断熱変化である。また、状態  $A, B, C$  および  $D$  の絶対温度をそれぞれ  $T_1$  [K],  $T_2$  [K],  $T_2$  [K],  $T_3$  [K], 気体定数を  $R$  [J/(mol · K)] とするとき、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。ただし、解答に使用できる記号は、 $R, T_1, T_2, T_3$  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。

- (1) 状態  $A$  から状態  $B$  の過程で、気体に外部から加えられる熱量は  [J], 気体がピストンにする仕事は  [J] である。
- (2) 状態  $B$  から状態  $C$  の過程で、気体の内部エネルギーの増加量は  [J] である。
- (3) 状態  $C$  から状態  $D$  の過程で、気体が外部に放出する熱量は  [J] である。
- (4) 状態  $D$  から状態  $A$  の過程で、ピストンが気体にする仕事は  [J] である。

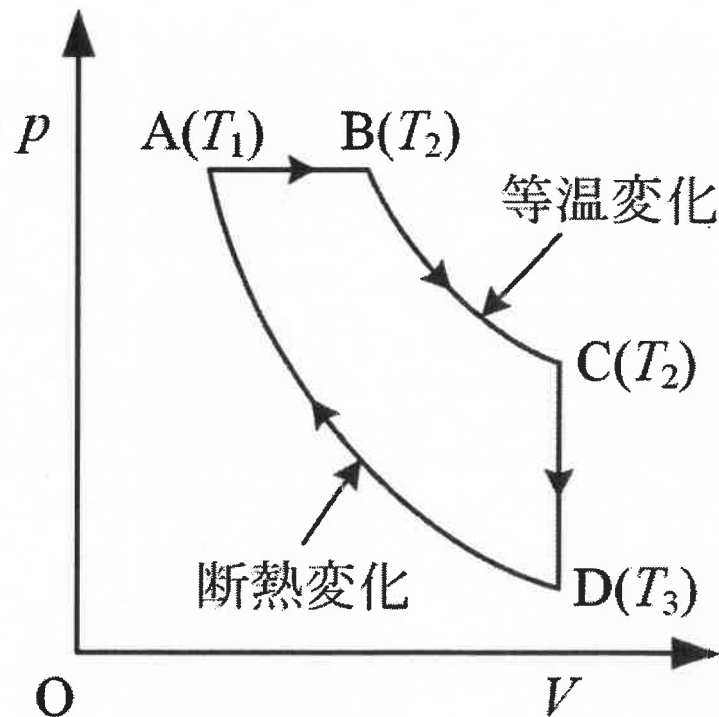


図2

(計算用余白)

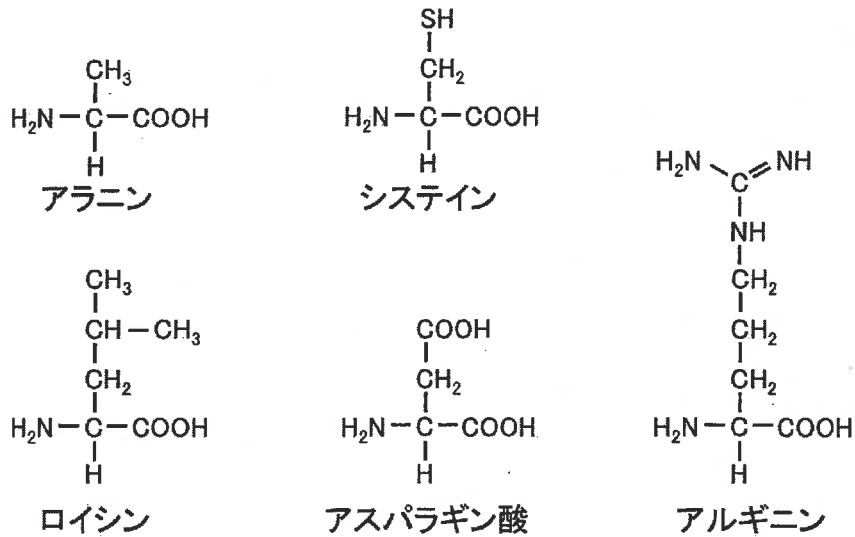
## 第2問（選択問題B）（生物）

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 真核生物では、体細胞分裂が開始すると、染色体は凝縮し、中期には細胞の赤道面に並ぶ。各染色体は2つに分かれて両極に移動し、終期には2個の  細胞へと分配される。通常の体細胞には大きさと形が同じ染色体が1対ずつあり、この対になっている染色体を互いに  染色体という。遺伝情報は、染色体の中に含まれる  の4種類の  の配列として記録されており、 染色体の片方の組の  に含まれるすべての遺伝情報を  と呼ぶ。
- B 地球上には今から約40億年前に生物が出現したと考えられているが、最古の生物化石は約35億年前の現生の細菌に似た原核生物の化石で、約21億年前までは原核生物の化石しか発見されていない。最初の生物が従属栄養であったか独立栄養であったかは明らかでないが、最初の独立栄養生物は、硫化水素や水素を酸化して得られるエネルギーにより  を還元していたと考えられる。やがて、水を分解することで  を還元し、 を放出する独立栄養生物が出現した。現生のシアノバクテリアに近い生物で、 とよばれる層状構造をもつ岩石を形成した。光合成により生成した  は、はじめのうち水中に多く存在した鉄イオンなどと結合して海底に沈殿したが、やがて大気中に蓄積するようになった。約5億年前になると、大気中の  濃度が高まり、 が形成されることで太陽からの有害な  が遮られ、陸上で生物が生活できる環境が整った。



問2 アミノ酸およびタンパク質に関して、以下の問いに答えよ。



- ① 上図の5種類のアミノ酸の中で次の(a)から(e)の特性を示すアミノ酸の名称をひとつずつ答えよ。複数のアミノ酸が該当する場合は、そのうちのひとつを答えればよい。
- (a) 酸性の側鎖を持つアミノ酸
  - (b) アルカリ性の側鎖を持つアミノ酸
  - (c) ヒトの必須アミノ酸
  - (d) 疎水性アミノ酸
  - (e) 親水性アミノ酸
- ② 上図の構造式を参考に、「アスパラギン酸」と「システイン」がペプチド結合した状態の構造式を答えよ。
- ③ アミノ酸がペプチド結合してできたタンパク質分子内には、二次構造と呼ばれる部分的に特徴のある立体構造が見られる。代表的な二次構造の名称を二つ答えよ。
- ④ タンパク質の立体構造は、ある特定の部位に特定の物質だけが結合できるという特異性と密接に関わっている。そのような特異性が利用されている生体内の反応や作用などの例を二つあげよ。
- ⑤ タンパク質の変性について説明せよ。
- ⑥ シャペロンについて説明せよ。

## 第2問（選択問題C）（化学）

[注意] 必要であれば、次の原子量と数値を用いよ。H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, Cl = 35.5, K = 39.0, 標準状態 (0°C,  $1.01 \times 10^5$  Pa) の気体 1 mol の体積 : 22.4 L  
 $\log_{10} 2.0 = 0.30$ ,  $\log_{10} 3.0 = 0.48$ ,  $\log_{10} 7.0 = 0.85$

問1 水の電離と pH (水素イオン指数) に関して、以下の問いに答えよ。

なお (2) では、単位をつけて有効数字 2 桁で答えること。また (4) および (5) では、解答の導出過程も記し、値を有効数字 2 桁で答えること。

- (1) 水の電離平衡の平衡式を記せ。また、モル濃度を用いて平衡定数  $K$  を記せ。ただし、物質 A のモル濃度を  $[A]$  のように記すこと。
- (2) 純粋な水は 25°C でわずかに電離し、水素イオンのモル濃度は  $1.0 \times 10^{-7}$  mol/L である。水のイオン積  $K_w$  の値を求めよ。
- (3) 水溶液の酸塩基性の程度を表す指標として、pH が広く用いられている。pH の定義式を記せ。ただし、数値 B の常用対数は  $\log_{10} B$  のように記すこと。
- (4) 硫酸は全て電離するとして、 $2.0 \times 10^{-3}$  mol/L 硫酸の pH を求めよ。
- (5)  $2.0 \times 10^{-5}$  mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の pH を求めよ。ただし、水酸化ナトリウムは全て電離するものとする。

問2 家庭用のガス燃料として広く用いられているものに、メタンとプロパンがあげられる。

これに関して以下の問いに答えよ。

なお、(1) および (4) では、単位をつけて有効数字 3 桁で答えること。また (4) では、解答の導出過程も記すこと。

- (1) それぞれの物質のモル質量を求めよ。
- (2) それぞれの物質が完全燃焼するときの化学反応式を記せ。
- (3) メタンおよびプロパンの燃焼熱はそれぞれ、891 kJ/mol, 2220 kJ/mol である。それぞれの物質の燃焼の熱化学方程式を、物質の状態 ((気), (液) など) を添えて記せ。
- (4) 標準状態のメタン 1.12 L を燃焼させて得られる熱量と等しい熱量を得るために必要なプロパンの量は、標準状態で何 L か求めよ。
- (5) 前問のプロパンの必要量を質量で比較すると、その増減について当てはまるものを記号で記せ。プロパンを用いることで必要な質量は、  
ア 約 20% 減少 イ 約 10% 減少 ウ 増減 1% 以内 エ 約 10% 増加 オ 約 20% 増加

2023年度北九州市立大学国際環境工学部  
学校推薦型選抜・社会人特別選抜

## 問題訂正

選 抜：【 学校推薦型選抜・社会人特別選抜 】

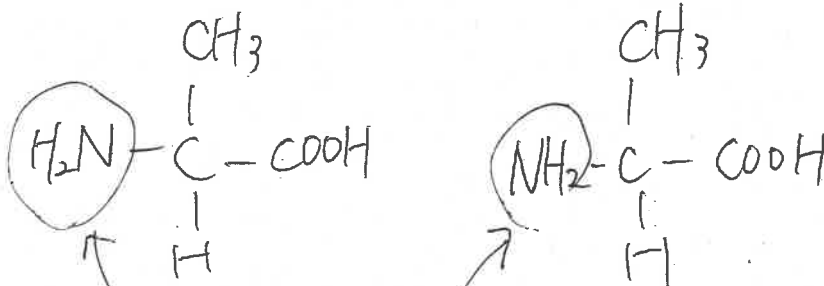
学科名：【 全学科 工科学・機械・情報・建築・生命 】

科目名：【 総合問題 】

補足説明 (第2問(選抜問題B)(生物)の) 

例として補足

問2



同じ意味