

令和4年度入学試験問題（前期日程）

理 科

（中等教育教員養成課程 理科専攻）

物	理	1
化	学	9
生	物	15
地	学	22

注意事項

1. 解答は、すべて別紙解答紙の指定の箇所に記入すること。
2. 解答紙には、必ず受験番号を記入すること。

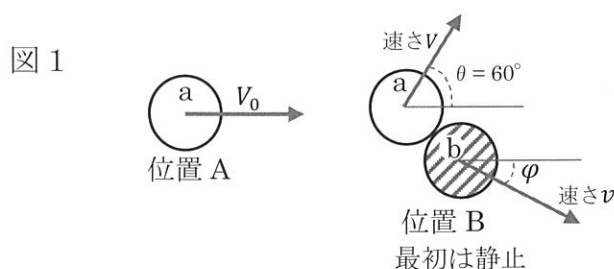
# 物 理

〔1〕 図1のように平面上を運動する円筒状の2個の小物体 a, b がある。ただし、小物体 b の詳細な位置は図1のとおりとは限らない。小物体の質量は共に  $m$ 、回転は無視できるものとする。

小物体 b を位置Bに静止させて置いた上で、小物体 a を位置Aに置いて、初速度  $(V_0, 0)$  を与えたところ、小物体 a は小物体 b に衝突し、小物体 a は速さ  $V$ 、方向は  $x$  軸を基準にして反時計回りに  $\theta = 60^\circ$  に等速直線運動を行った。一方、小物体 b の速さは  $v$ 、方向は、 $x$  軸を基準にして時計回りに  $\varphi$  に等速直線運動を行った。次の問に答えよ。

(問1) 運動量の  $x$  成分、運動量の  $y$  成分、それぞれに運動量保存の法則が成り立つ。これから得られる2つの式を連立させ、 $V$  を消去して、 $V_0$  を  $v$  と  $\varphi$  で表せ。ここで、下記の三角関数の加法定理を用いて簡単化すること。

$$\begin{aligned} & \sin(\varphi) \frac{1}{2} + \cos(\varphi) \frac{\sqrt{3}}{2} \\ = & \sin(\varphi) \cos(60^\circ) + \cos(\varphi) \sin(60^\circ) = \sin(\varphi + 60^\circ) \end{aligned}$$



(問2) 衝突は弾性衝突であった。このことと(問1)の結果から  $V_0$  を消去し、 $V^2$  を  $v, \varphi$  を用いて表せ。

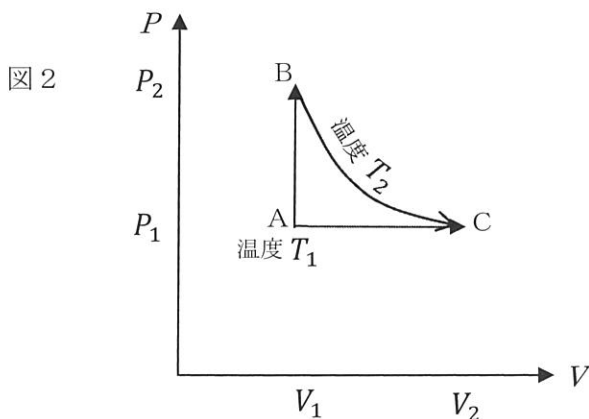
(問3)  $\varphi = 30^\circ$  の場合,  $V$  と  $V_0$ , および  $v$  と  $V_0$  の関係を考察し, 小物体 a, b は, 衝突後, どんな運動をするか求めよ。

(問4)  $\varphi = 0^\circ$  の場合, (問3) と同様の問いに答えよ。この中で特に, 小物体 a, b の衝突後の運動について記述せよ。

〔2〕 横軸に体積  $V$ ，縦軸に圧力  $P$ を取った状態空間（図2）に即して，単原子理想気体の状態変化を考察する。状態Aでは，温度  $T_1$ ，体積  $V_1$ ，圧力  $P_1$ であった。

（問1） 状態Bの体積は，状態Aの体積に等しく，圧力は  $P_2 = 2 P_1$  であった。状態Bの温度  $T_2$  を求めよ。

（問2） 図2で示される状態B→Cの変化では，一定温度  $T_2$  が維持された。状態Cの体積  $V_2$  を  $V_1$  を用いて表せ。但し，状態Cの圧力は状態Aの圧力  $P_1$ と同一とする。



（問3） この系は 1 mol の原子を有していた。以降では熱力学第1法則を移項した式，  $\Delta Q = \Delta U - \Delta W$  を基本にして，順を追って，最終的に定圧過程 ( $P$ 一定)での，状態A→C間の変化における定圧モル比熱

$$C_P = \left( \frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)_{P=P_1}$$

を求めていく。なお， $\Delta W$  については，エネルギーが正味，外部から系内に入る場合を正に取る。

（ア） まず定積過程 ( $V$ 一定)の状態A→B間の比熱を考察する。定積モル

比熱  $C_V = \left( \frac{\Delta Q}{\Delta T} \right)_{V=V_1}$  が，  $\frac{\Delta U}{\Delta T}$  に等しいことを説明せよ。なお，理想気

体の内部エネルギーは温度のみに依存し，体積には依存しない。

(イ) この系では  $C_V = \frac{3}{2}R$  である ( $R$ は気体定数)。気体の状態がA (温度  $T_1$ ) からB (温度  $T_2$ ) へ変化する際の内部エネルギーの変化  $\Delta U$  を  $R, T_1, T_2$  を用いて記述せよ。必要に応じて $\Delta T$ を使え ( $\Delta T = T_2 - T_1$ )。

(ウ) 等圧過程A→C間の仕事 $\Delta W$  は  $\Delta W = -P \Delta V$ , で表される。  
1 mol の気体に関する理想気体の状態方程式において, 圧力を $P = P_1$  に固定した上で, まず  $\Delta V$ を $\Delta T$  を用いて表し, 次いで,  $\Delta W$  を  $\Delta T$ を用いて表せ。

(エ) 以上における(問3)の本文と解答内容を使って,  $P = P_1$  における定圧モル比熱  $C_P = \left(\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right)_{P=P_1}$  を, 定積モル比熱  $C_V$  と  $R$  を用いて表せ。

ここで,  $\Delta U$  は温度のみに依存するため, A (温度  $T_1$ ) からC (温度  $T_2$ ) へ定圧で変化する際の内部エネルギーの変化  $\Delta U$  は, 小問(イ)で求めた A (温度  $T_1$ ) からB (温度  $T_2$ ) へ定積で変化する際の内部エネルギーの変化  $\Delta U$  に等しいことが利用できる。

(問4) 1 mol の系の断熱膨張過程, 状態B→状態Dを考察する。断熱過程では,  $PV^\gamma$  が保存される (ここで  $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$ )。状態Dの圧力は状態Cの圧力と等しい。

(オ) 解答用紙に描かれた「図2」に, 状態B→Dの断熱膨張曲線の概形を書き込め。

(カ) 断熱膨張過程で気体の温度はどの様に変化するか。

〔3〕 2枚の十分広い電極板を持つ平行平板コンデンサー（容量  $C$ ）がある。ある時点で、2枚の電極板の電荷は  $\pm Q$ 、電極板間の電位差は  $V$  であった。

（問1） 図3-1 に示す様に、2枚の電極板（電荷 $\pm Q$ ）の間において、正の電荷  $\Delta Q$  が存在し、負極板側から正極板側に移動させた。

（ア） この電荷を移動させた力によって、系になされた仕事  $\Delta W$  を求めよ。

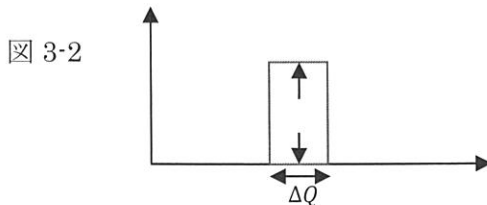
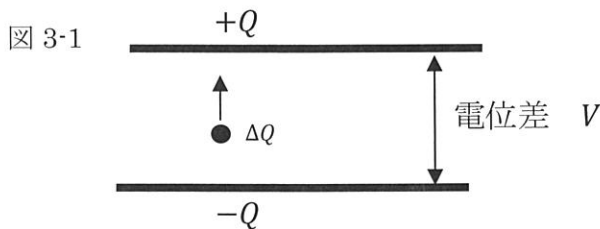
（イ） 解答用紙に記された図3-2 の長方形の面積によって、仕事 $\Delta W$ が示される。その横幅を  $\Delta Q$  とする。その縦幅を表わす量を矢印の間に書き込め。

（ウ） （ア）、（イ）の $\Delta Q$ の電荷が正極板へ移動が完了した直後に、別な  $\Delta Q$  の電荷を負極板から遊離させ、極板間に置いた。この時点での、2枚の極板間の電位差を求めよ。必要があれば  $\Delta V = \frac{\Delta Q}{C}$  を用いよ。

（問2） 上記（ウ）で負極板から遊離させた電荷 $\Delta Q$  を、正極板まで移動させた。

（エ） この移動によって、系になされた仕事  $\Delta W'$  を求めよ。

（オ） （問1）（ア）、（イ）で考察した $\Delta W$ は、解答用紙の図3-2 における長方形の面積として表されている。これを参考にして、仕事 $\Delta W'$  の面積を有する長方形を、 $\Delta W$ の面積を有する長方形の右隣に書き込め。その縦幅、横幅も書き足すこと。これにより、新たな仕事の増分を表わすことができる。

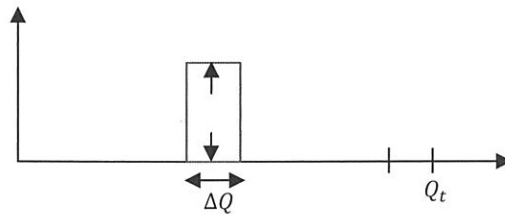


(問3) (問1) の状況以前の2つの極板において、共に電荷が0であった状態を考える。この状態から出発して、負極板→正極板間の電荷  $\Delta Q$  の移動の繰り返しが行われてきた。

(カ) 毎回の電荷の移動による仕事が、横幅を  $\Delta Q$  とする、1個の長方形の面積で表され、移動を繰り返すことで面積が積算される状況を図3-3に図示せよ。その際、既に(イ)および(オ)で、図3-2へ書き込んだ内容も再度、記入すること。なお、 $\Delta Q$  の全積算量を  $Q_t$  とする。

(キ)  $Q$  の  $Q=0 \sim Q=Q_t$  の間の電荷の増加に伴う仕事の合算は、いくらになるか。図3-3に書き込んだ複数の長方形を見て、判断せよ。ここで、長方形の横幅  $\Delta Q$  が十分小さい場合を考えよ。

図3-3



〔4〕放射線発生に伴う原子核崩壊について問う。

(問1)

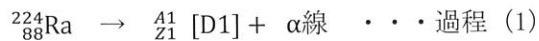
- (ア)  $\alpha$ 線,  $\beta$ 線,  $\gamma$ 線について, 各々が何から構成されているかについて, 簡単に説明せよ。
- (イ)  $\alpha$ 線,  $\beta$ 線,  $\gamma$ 線, それぞれの構成要素の電荷量について述べよ。

(問2) これからの問においては, 下記(表1)の周期律表を参考にせよ。ここでは, 元素名に加えて, 元素名の左下に原子番号(陽子数)が付されている。

表1

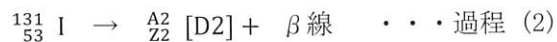
					$_{51}\text{Sb}$	$_{52}\text{Te}$	$_{53}\text{I}$	$_{54}\text{Xe}$
$_{55}\text{Cs}$	$_{56}\text{Ba}$	$_{57}\text{La}$			$_{83}\text{Bi}$	$_{84}\text{Po}$	$_{85}\text{At}$	$_{86}\text{Rn}$
$_{87}\text{Fr}$	$_{88}\text{Ra}$	$_{89}\text{Ac}$						

(ウ)  $^{224}_{88}\text{Ra}$  (質量数 224, 原子番号 88) は,  $\alpha$ 崩壊によって, 元素 D1 (質量数 A1, 原子番号(陽子数)Z1)になる。



元素記号D1, および A1, Z1 を記述せよ。

(エ)  $^{131}_{53}\text{I}$  は,  $\beta$ 崩壊によって, 元素 D2 (質量数 A2, 原子番号(陽子数)Z2)になる。



元素記号D2, および A2, Z2 を記述せよ。



(オ) (問2) (エ) で示された過程(2)において, 放射性同位体  $^{131}_{53}\text{I}$  の原子数  $N$  は時間  $t$  の関数として, 下記の形を持つ。

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{T}}$$

$^{131}_{53}\text{I}$  においては  $T = 8$  日である。 $N$  が  $N_0$  の  $\frac{1}{16}$  倍になる日数, あるいは時間数を求めよ。

# 化 学

〔 1 〕 ～ 〔 5 〕 を全て解答せよ。

必要なら次の値を用いよ。

原子量は次の通りとする。 C = 12.0, O = 16.0, Al = 27.0

ファラデー定数 :  $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

〔 1 〕 以下の問いに答えよ。

(問 1) 次の物質を化学式で答えよ。

- (1) フッ化アンモニウム (2) 水酸化アルミニウム (3) 硫化水素  
(4) 酢酸亜鉛

(問 2) 次の化学式で示した物質の名称を答えよ。

- (1)  $\text{H}_2\text{O}_2$  (2)  $\text{SO}_2$  (3)  $\text{CH}_4$  (4)  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

(問 3) 次の化学式で示した物質を電子式で表せ。

- (1)  $\text{H}_2\text{O}$  (2)  $\text{CO}_2$  (3)  $\text{NH}_4^+$  (4)  $\text{SO}_4^{2-}$

(問 4) 次の化学式で示した分子が、極性分子である場合は A、無極性分子である場合は B と答えよ。

- (1)  $\text{O}_2$  (2)  $\text{CO}$  (3)  $\text{HCl}$  (4)  $\text{NH}_3$

(問 5) ケイ素の原子量は 28.09 である。自然界に存在するケイ素の同位体が、 $^{28}\text{Si}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^{30}\text{Si}$  の 3 種類で、 $^{28}\text{Si}$  の天然同位体存在比が 92.22 % であるとすると、 $^{29}\text{Si}$  の天然同位体存在比は何%になるか。ケイ素の同位体の相対質量は質量数に等しいとして、小数点以下 2 桁まで求めよ。

[2] ピストン付き容器に水素と酸素を 2 : 3 (= H<sub>2</sub> : O<sub>2</sub>) の物質質量比で注入し、ピストンを固定して温度を 60 °C に保ったところ、容器内の混合気体の圧力 (全圧) は  $2.5 \times 10^5$  Pa であった。ピストンを固定したままこの混合気体を点火して水素を完全に燃焼させ、その後、燃焼前の温度に戻したところ、容器内に水滴が確認された。水の蒸気圧と温度の関係 (グラフ) を次ページの図に示す。以下の問いに有効数字 2 桁で答えよ。ただし、容器内で生じる水の体積は容器の体積に比べて十分に小さく無視できるものとする。また、酸素の水への溶解も無視する。

- (問 1) 点火前の容器内の水素と酸素の分圧はそれぞれ何 Pa か。
- (問 2) 燃焼後の 60 °C における酸素と水蒸気に分圧はそれぞれ何 Pa か。
- (問 3) 燃焼後、温度を 60 °C に保ったままピストンをゆっくり引いて混合気体を膨張させたところ、体積が燃焼前の体積のちょうど 5 倍になったところですべての水滴が消えた。この時の酸素と水蒸気に分圧はそれぞれ何 Pa か。
- (問 4) 問 3 の状態から温度を 60 °C に保ったまま、さらにピストンを引いて混合気体を膨張させ、燃焼前の体積の 10 倍になるところでピストンを止めた。この時の酸素と水蒸気に分圧はそれぞれ何 Pa か。
- (問 5) 問 4 の状態から、容器内の気体の圧力が変化しないようにゆっくりピストンを押しながら温度を下げていくと何 °C で再び水滴が現れるか。また、その時の容器の体積は燃焼前の体積の何倍になるか。

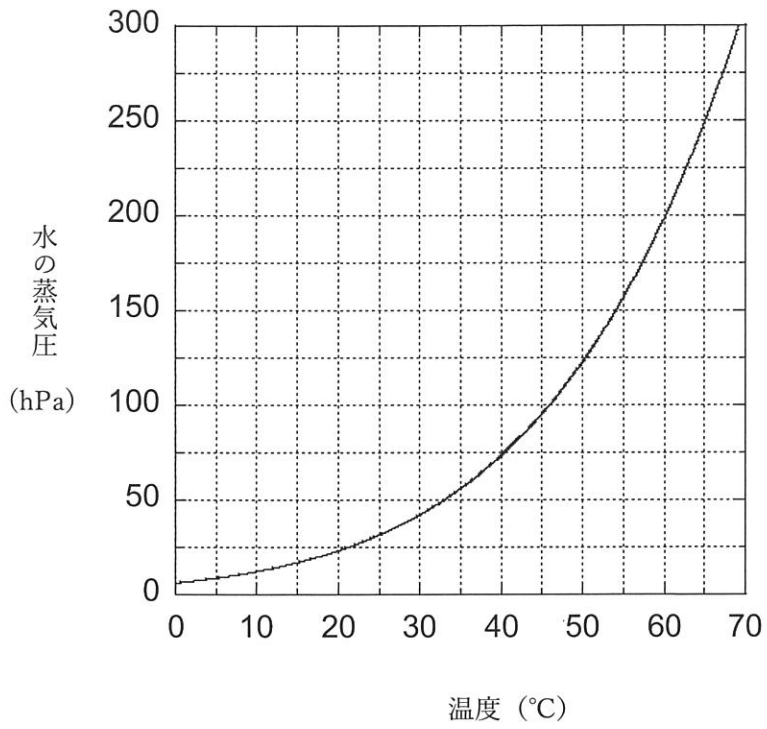


図 水の蒸気圧と温度の関係

[3] 以下の問いに答えよ。計算結果は有効数字 3 桁で答えよ。

(問 1) 亜鉛板と銅板を希硫酸に浸し、両板を導線でつないで電池を作った。

- (1) この電池は何と呼ばれるか。
- (2) この電池では銅板は正極、負極のどちらになるか。また、銅板の表面で発生する気体を化学式で答えよ。
- (3) この電池は正極と負極を導線でつないだ状態にしておくとすぐに電圧が低下する。この現象を何というか。

(問 2) 加熱融解した氷晶石  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  に酸化アルミニウム  $\text{Al}_2\text{O}_3$  を加えて融解させ、その融解液を、炭素電極を用いて電気分解した。この電気分解により、一方の電極からは一酸化炭素と二酸化炭素が発生し、他方の電極にはアルミニウムが析出した。

- (1) 陽極および陰極で起こる反応を、電子  $e^-$  を含むイオン反応式で表せ。
- (2) この電気分解によって、一酸化炭素と二酸化炭素は合計で 6.96 kg 発生し、陽極の炭素の質量は 2.16 kg 減少した。発生した一酸化炭素と二酸化炭素の物質量はそれぞれ何 mol か。
- (3) この電気分解に要する電気量は何 C か。
- (4) この電気分解によって得られたアルミニウム単体は何 kg か。

[4] A, B, C, D, E, F の記号をつけた 6 種類の水溶液がある。それぞれの水溶液は、塩酸、硫酸、硝酸、炭酸アンモニウム水溶液、クロム酸カリウム水溶液、アンモニア水のうちのどれかである。これらの水溶液の濃度は、全て 2 mol/L である。これらの水溶液を用いて、以下の実験 I ~ IV をおこなった。問いに答えよ。

[実験 I] A から F の水溶液のそれぞれに、1 mol/L の硝酸銀水溶液を少量滴下したところ、A からは白色沈殿が、B からは暗赤色の沈殿が生じた。C, D, E, F からは沈殿は生じなかった。

[実験 II] 上記実験 I で、A から得られた白色沈殿に C を加えると、沈殿は溶けた。

[実験 III] A から F の水溶液のそれぞれに、1 mol/L の塩化バリウム水溶液を少量滴下したところ、B からは黄色沈殿が、D, E からは白色沈殿が生じた。その他の溶液では変化が見られなかった。

[実験 IV] 上記実験 III で、D と E から得られた、それぞれの白色沈殿に F を加えると、D から得られた沈殿は気体を発生して溶けたが、E から得られた沈殿は溶けなかった。

(問 1) A から F の溶液を、それぞれ特定せよ。

(問 2) 実験 II における、白色沈殿と C の反応を、化学反応式で示せ。

(問 3) 実験 III における、塩化バリウムと B から黄色沈殿が生成する反応を、化学反応式で示せ。

(問 4) 実験 III における、塩化バリウムと D から白色沈殿が生成する反応を、化学反応式で示せ。

(問 5) 実験 IV における、D から得られた白色沈殿と F の反応を、化学反応式で示せ。

〔5〕 構造未知のジカルボン酸 A について、以下の実験I～Vをおこなった。問いに答えよ。

〔実験I〕 二価の酸である A 200 mg を、0.200 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 30.0 mL に溶かし、塩基性の水溶液を得た。これを 0.100 mol/L の塩酸で滴定したところ、25.5 mL を要した。

〔実験II〕 少量の硫酸を触媒として、A に過剰のメタノールを反応させると、酸性を示さない化合物 B が得られ、元素分析を行ったところ、その組成式は  $C_3H_4O_2$  であった。

〔実験III〕 A を蒸発皿に入れ加熱すると、2種類の生成物 C と D が生成した。C は、加熱しながら水に溶かすと、もとの A にもどった。

〔実験IV〕 D に実験IIを行ったところ、A の場合と同様に、酸性を示さない組成式  $C_3H_4O_2$  の化合物 E が得られた。

〔実験V〕 白金触媒を用い、B および E に水素を作用させると反応が起こったが、どちらからも、同一の生成物である F が得られた。

(問 1) A の分子量を、有効数字 3 桁で求めよ。

(問 2) A の分子式を記せ。

(問 3) A, B, C, D, F の構造式を記せ。

# 生 物

〔1〕 問1 および問2に答えよ。

(問1) 以下の文章の空欄(ア)～(カ)に入る適語を答えよ。ただし、同じ記号には同じ語句が入る。

ヒトの体内に侵入した異物は、(ア)細胞などに取り込まれ分解され、それらの細胞の表面に抗原として提示される。(イ)細胞は抗原を認識し、(ウ)細胞を活性化する。増殖した(ウ)細胞は、抗体産生細胞となり、大量の抗体を産生する。抗体は(エ)とよばれるタンパク質でできている。抗体が特異的に結合した抗原は、(オ)や好中球の食作用によって排除される。抗体が関与する獲得免疫は、(カ)免疫とよばれる。ヒト免疫不全ウイルスが体内に侵入し、(イ)細胞に感染し、獲得免疫の仕組みが損なわれる疾患はエイズ(AIDS)とよばれる。

(問2) 免疫機能の低下などにより、健康な状態であれば感染しない病原体に感染するようになる現象は何とよばれるか答えよ。



〔2〕 問1および問2に答えよ。

(問1) 以下の(ア)～(オ)の文章は、ある植物ホルモンを説明している。該当する植物ホルモンの名称を答えよ。

(ア) この植物ホルモンは、気孔の閉鎖に関与する。また、種子の発芽を抑制するはたらきがある。

(イ) この植物ホルモンは、莖では先端部で合成され、基部方向に移動し、細胞の成長を促進する。この植物ホルモンの代表的な化学物質としてインドール酢酸 (IAA) がある。

(ウ) この植物ホルモンには、細胞分裂を促進するはたらきがある。側芽にこの植物ホルモンを与えることにより、側芽を成長させることができる。

(エ) この植物ホルモンには、果実を成熟させるはたらきがある。また、落葉を促進するはたらきがある。

(オ) この植物ホルモンは、動物の食害に対しての防御機構に関与している。昆虫の食害を受けたトマトの葉では、システミンの作用により合成され、昆虫の消化液に含まれるタンパク質分解酵素の阻害物質の合成を促進させる。

(問2) オオムギやイネなどの種子の発芽には、植物ホルモンのジベレリンが関与している。ジベレリンによる発芽のしくみを説明せよ。ただし、以下の「語群」で示される用語をすべて使用せよ。同じ用語を複数回使用して構わない。

「語群」 アミラーゼ、糊粉層、呼吸基質、ジベレリン、  
デンプン、胚、胚乳

[ 3 ] グルコース ( $C_6H_{12}O_6$ ) などの有機物を基質として、酸素を用いて二酸化炭素と水に分解し、生命活動に必要なエネルギーを得る過程は呼吸とよばれる。これに関し、以下の問 1～問 3 に答えよ。

原子量は  $H = 1$ ,  $C = 12$ ,  $O = 16$  とせよ。

(問 1) グルコースを基質とした呼吸によって、200 mg のグルコースが完全に消費された場合、発生する二酸化炭素は何 mg か答えよ。小数第二位を四捨五入し、小数第一位まで求めよ。

(問 2) グルコースを基質とした呼吸によって、135 mg の酸素が使われた場合、消費されたグルコースは何 mg か答えよ。小数第二位を四捨五入し、小数第一位まで求めよ。

(問 3) 酵母菌は酸素のある環境では、呼吸と同時に、糖をアルコール ( $C_2H_5OH$ ) と二酸化炭素に分解する (アルコール発酵)。酵母菌がグルコース、酸素、および水が十分にある条件下で、368 mg の酸素を吸収し、715 mg の二酸化炭素を排出した場合、アルコール発酵によって生成されたアルコールの量、アルコール発酵で消費されたグルコースの量、および全体として消費されたグルコースの量はそれぞれ何 mg か答えよ。呼吸およびアルコール発酵の基質はグルコースのみとする。

〔4〕 問1～問4に答えよ。

(問1) 以下の文章の空欄(ア)～(カ)に入る適語を答えよ。ただし、同じ記号には同じ語句が入る。

生物と生物を取り囲む環境を1つのまとまりとしたものは、(ア)とよばれる。生物の生活に影響を与える、環境を構成している個々の要素は、(イ)とよばれる。(ア)の中で、無機物から有機物を合成する生物は(ウ)とよばれ、(ウ)によって合成された有機物を直接または間接的に栄養として利用する生物は(エ)とよばれる。(ア)の中で、被食者と捕食者の連続的なつながりは(オ)とよばれる。また、(ア)の中で、有機物から無機物を生じさせる過程に関わる生物は(カ)とよばれ、生じた無機物は(ウ)によって再利用される。

(問2) バイオームとは何か簡潔に説明せよ。

(問3) バイオームの日本語での別称を漢字4文字で答えよ。

(問4) 年降水量が1000～2500 mmで、年平均気温が20℃を超える地域で見られるバイオームとして妥当なものを次のA～Fより1つ選び記号で答えよ。

A：雨緑樹林	B：熱帯多雨林	C：亜熱帯多雨林
D：照葉樹林	E：夏緑樹林	F：針葉樹林

〔5〕 以下の文章を読んで、問1および問2に答えよ。

3種のゾウリムシ類である、ゾウリムシ、ヒメゾウリムシ、ミドリゾウリムシから2種を選び、同一条件で30日間混合飼育する実験を行った。ミドリゾウリムシは光合成によって有機物を独自に作る能力をもつが、ゾウリムシおよびヒメゾウリムシはその能力をもたない。ゾウリムシとヒメゾウリムシの混合飼育では、ヒメゾウリムシの相対的個体数は増加するが、ゾウリムシの相対的個体数は著しく減少した。ゾウリムシとミドリゾウリムシおよびヒメゾウリムシとミドリゾウリムシの混合飼育では、それぞれ2種の個体数の増加が観察された。

(問1) ゾウリムシとヒメゾウリムシの2種の混合飼育実験で起こった現象は一般的に何とよばれるか答えよ。

(問2) ゾウリムシとヒメゾウリムシの2種の混合飼育実験で、ゾウリムシの相対的個体数が著しく減少した理由を考察せよ。

〔6〕ある動物では遺伝子 G と遺伝子 Y が連鎖している。遺伝子 g および遺伝子 y は、それぞれ、遺伝子 G および遺伝子 Y の対立遺伝子である。以下の問 1 および問 2 に答えよ。

(問 1) 遺伝子型 GGYY の個体と遺伝子型 ggyy の個体を交配して得た F<sub>1</sub> の遺伝子型を答えよ。

(問 2) 問 1 で得られた F<sub>1</sub> の雌と雄の個体を交配して F<sub>2</sub> を得た。雌雄での組換え価がともに 31.25%であった場合、F<sub>2</sub> での遺伝子型 GgYy, Ggyy, ggYY, および ggyy の個体の分離比を整数比で答えよ。

〔7〕 問1および問2に答えよ。

(問1) 以下の文章の空欄(ア)～(サ)に入る適語を答えよ。ただし、同じ記号には同じ語句が入る。

哺乳類は腎臓のはたらきによって、体液の塩類濃度をほぼ一定に保っている。ヒトの腎臓は、外側から順に、(ア)、(イ)、ろうと状の(ウ)の3つの部分から構成される。腎臓に入った血液は、(ア)において、毛細血管の集合体である(エ)でろ過されて、(エ)を取り囲んでいる(オ)にこし出される。この時、こし出される液体は(カ)とよばれる。(エ)と(オ)はまとめて(キ)とよばれる。その後、(カ)は、(オ)から伸びる(ク)、さらには、それに続く(ケ)へと流れていく。この間に水・グルコース・アミノ酸・必要な塩類などは、(ク)を取り巻いている毛細血管中に再吸収される。大半の水は、(ク)で再吸収されるが、一部は(ケ)において毛細血管中に再吸収される。(ケ)は(ウ)に通じており、再吸収されなかった成分が尿となって、(ウ)から(コ)を通過して、袋状のぼうこうへ送られた後、(サ)を通過して体外へ排出される。

(問2) 淡水魚および海水魚における体液の塩類濃度の調節のしくみについて、それぞれ説明せよ。ただし、それぞれの説明において、次の「語群」で示される用語をすべて使用せよ。同じ用語を複数回使用しても構わない。

「語群」 えら、 外界の塩類濃度、 腎臓、 体液の塩類濃度、  
腸、 尿、 水

# 地 学

〔1〕 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

2020年12月6日、日本の小惑星探査機「はやぶさ2」が(a)地球に帰還した。目的地であった(b)小惑星「リュウグウ」からのサンプルを収納したカプセルは無事オーストラリアで回収され分析が進められている。満身創痍で帰還した初代探査機「はやぶさ」に対し「はやぶさ2」は大きなトラブルもなく燃料も残っていたことから追加の拡張ミッションに送り出されることになり、地球をかすめて通過（フライバイ）した後、有機質を含む小惑星とみられている「1998KY<sub>26</sub>」に向かうことになっている。アメリカも同様の小惑星からのサンプルリターンを狙った探査機「オシリス・レックス」を送っており、サンプルの直接分析によって(c)太陽系の起源の謎に迫る研究が進むことが期待される。

(問1) 下線部 (a) に関連して、地球は惑星の1つであるが、太陽系の惑星はその性質などの違いから大きく2つのグループに分けることができる。この2つのグループ名と、それぞれのグループに属する惑星に共通する特徴について説明せよ。

(問2) 下線部 (b) に関連して、太陽系には惑星以外の小天体は何種類か存在することが知られており小惑星はその1つである。小惑星の他に太陽系に存在が確認されている小天体のグループ名を2つ挙げ、それらの特徴について説明せよ。

(問3) 下線部 (c) に関連して、我々の太陽系はどのようにして誕生し現在の姿になったと考えられているか、誕生から時間の順に説明せよ。

〔2〕 次の先生と学生の会話の文章を読み、(問1～3)に答えよ。

先生：それでは皆さん、宿題にしていた「黒い石」を探して持って来たでしょうか？

コアさん：私は宗像市の田野というところで図1のような黒い石を拾いました。

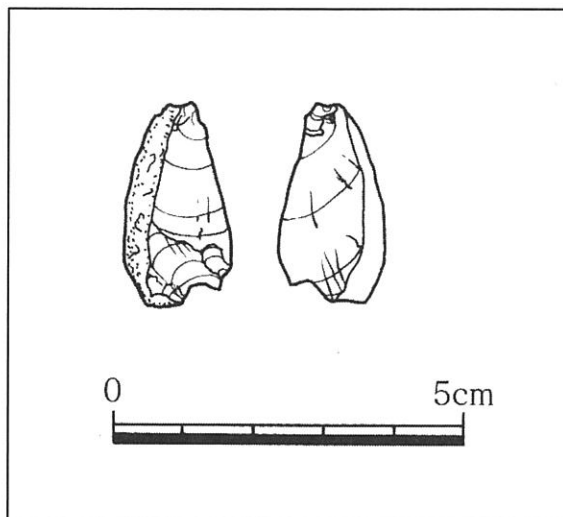


図1

(出典：「田野瀬戸古墳」岡崇・坂本雄介編著，宗像市教育委員会，2007年，pp65)

先生：おや，これは黒曜石ですね。形からすると旧石器時代のナイフのようです。黒曜石は石器としての呼ばれ方ですが，岩石としては黒曜岩と呼ばれることもあります。見た目の色は黒っぽいのですが，岩石全体の化学組成として  $\text{SiO}_2$  の含有率が概ね70%を超えている火山岩なので〔①〕岩に分類されます。

コアさん：〔①〕岩というのは白っぽい色の岩石と教科書に書いてあります。世の中教科書通りではないということが良く分かりました。

先生：そこはちょっと誤解があって，〔①〕岩の組成のマグマが地下深部でゆっくり冷えて固まると何岩になるかな？

コアさん：〔②〕岩です。

先生：そう，そして〔②〕岩の「(A)色指数が20%又は10%よりも小さい」ということが教科書に書いてあるのです。まあ自然界にはいろいろ例外があって，黒曜石はその最たるものといえるでしょう。

コアさん：何となく分かったような，分からないような・・・，ま，いっか。



マントさん：私は福津市の渡という所から黒い石を持ってきました。その露頭には同じ黒い石の角張った柱のようなものがたくさん出来ていました。

先生：それはまさに玄武岩です。

マントさん：玄武岩ということは火山岩ですから斑状組織を持つはずですが。しかし斑晶鉱物なんて全然見当たりません。

先生：ルーペでよく観察してごらん。

マントさん：むむむ、大きさ 1mm くらいのガラス光沢を持った濃い色だけど透明感もあるような鉱物の粒が幾つもあります。ころころした外形をしている特徴も見られます。

先生：そうです、それが [ ③ ] の斑晶です。緑色のきれいな結晶として有名ですが優黑色のガラス質石基の中では、光を遮られて黒っぽく見えてしまう有色鉱物の斑晶は極めて見つけにくいものです。さらに細粒な鉱物サイズも影響しています。薄片にして偏光顕微鏡で観察すれば一目瞭然ですね。

コアさん：先生が岩石を肉眼で見分けるのは難しいとおっしゃった意味がようやく分かってきました。

先生：この岩石の仲間は噴火した際に低粘性マグマが流れてゆくため、[ ④ ] という火山地形になりやすく、アメリカ合衆国のハワイ島のキラウエア山やマウナ・ロア山などがよく知られています。

コアさん：ハワイ島の玄武岩と言えばアア溶岩や、表面に縄目状の模様ができることのあるパホイホイ溶岩というのがありますね。これらはハワイの先住民の言葉に由来するらしいと聞いたことがあります。

マントさん：ハワイ島の火山といえば標高 4,205m あるマウナ・ケア山の山頂には国立天文台のすばる望遠鏡が設置されていると聞いたことがあります。

先生：**(B)**この火山の地形的特徴や気象条件、ハワイ島の人口密度などが天文台の建設に適していたのですね。インターネットの情報によれば 12 基の世界最先端の天文台が設置されているそうですよ。

オセアさん：私は宮若市の千石峡という所でこんな石を拾ってきました。

先生：千石峡ですか、ということは約 1 億 4,500 万年前から始まる [ ⑤ ] 紀という時代に堆積した泥岩の一種で、より専門的には黒色頁岩と呼ばれる岩石です

ね。湖底の静かな環境下で堆積したと考えられており、淡水生貝化石が含まれています。また、ワキノサトウリュウという肉食恐竜の歯の化石が見つかったことでも有名です。

プレトさん：私は県内のとある所で、こんな黒い石を見つけました。

先生：おお、これは黒いダイヤ！！

生徒一同：ダイヤですって？！

先生：勿論、宝石のダイヤモンドではありません。但し両者は共通した元素が最も高い含有率という化学組成上の特徴があります。

プレトさん：ダイヤモンドは純粋な炭素の結晶ですから、炭素を多量に含む地殻中の物質というものは・・・ちょっと分かりません。

コアさん：それは〔 ⑥ 〕ですね。古第三紀の頃、北部九州やその周辺は湿地帯で、そこに発達していた森林が、およそ 1,500 万年前の地殻変動により地下に埋設されてできたものときいたことがあります。

先生：流石はコアさん、これは 1 本取られましたな。

コアさん：なにしろ福岡県の「県の石」ですから福岡教育大学生としては知っていて当然です。

(問 1) ①～⑥の空欄に当てはまる最も適切な言葉や記号を解答欄に書け。

(問 2) 下線部(A)について説明せよ。(色指数の意味を書くことが必要)

(問 3) ハワイ島に天文台を建設することの利点を考察せよ。下線部(B)と関連した理由や、それ以外の理由について思考したことなど、複数上げてよい。

〔3〕 次の（問1）（問2）に答えよ。

（問1）地球全体の熱収支は、太陽放射によるエネルギー入射と地球自身の宇宙へのエネルギー放射が釣り合った状態になっている。このうち太陽放射によるエネルギーの入射は地球全体でどのくらいになるか。太陽定数を  $1.4 \times 10^3 \text{W/m}^2$ 、地球の半径を  $6.4 \times 10^6 \text{m}$  として計算せよ。ただし大気圏外での入射エネルギーを考え有効数字2桁まででよい。

（問2）地球全体ではほぼ熱収支が釣り合っているが、緯度別に考えると入射超過となる場所と出射超過となる場所があり、この差が大気大循環を生む原動力となっている。緯度を横軸に入射・出射エネルギーを縦軸にとって緯度別の入射・出射エネルギーをグラフにするとどうなるか描いてみよ。縦軸は厳密なエネルギーの単位でなくて良く相対的な入射と出射のエネルギーの違いがわかれば良い。

〔4〕 次の（問1）（問2）に答えよ。

（問1）先カンブリア時代（隠生累代）は、冥王代、始生代（太古代）、原生代、に区分される。地球の誕生から冥王代に起きたことと、始生代（太古代）に起きたことについて、どのようなことがあるか説明せよ。

（問2）縞状鉄鉱層の成因について説明せよ。