

2022年度 適性検査

「理科の基礎問題(化学基礎・生物基礎)」

【1】 次の問い（問1～8）に答えなさい。

（配点 50 点）

必要があれば、原子量は次の値を使いなさい。

H 1.0 C 12 O 16

問1 次の図1は、氷を一定の熱量で加熱していったときの温度変化を示したものである。

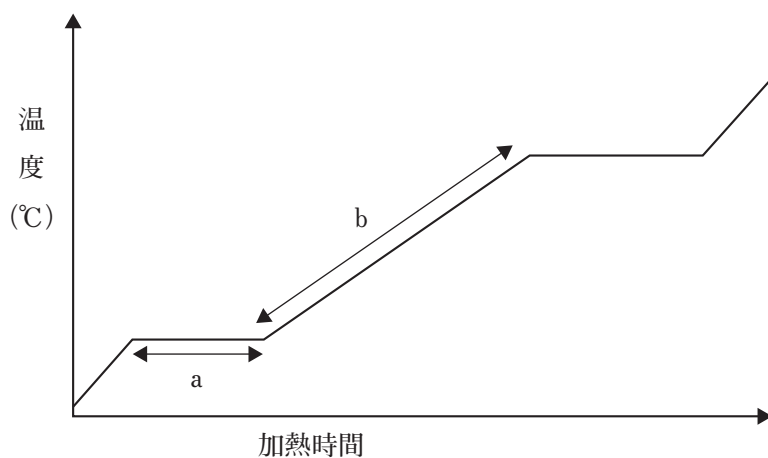


図 1

(1) a の間の状態として正しいものを、次の(ア)～(エ)から一つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 固体のみ (イ) 固体と液体 (ウ) 液体のみ (エ) 液体と気体

(2) b の間に状態変化は起きているか。起きている場合は「なし」と答え、起きている場合は、状態変化の名称を答えなさい。

問2 酸化物イオン、フッ化物イオン、ナトリウムイオン、マグネシウムイオンの電子配置はいずれも同じである。これらのイオンの大きさを小さいものから順に並べ、イオン式で答えなさい。

問3 天然に存在する同位体として水素原子には、 ^1H 、 ^2H 、酸素原子には、 ^{16}O 、 ^{17}O 、 ^{18}O がある。これらの原子を区別するとき、水分子は何種類考えられるか答えなさい。

問4 塩化アンモニウム NH_4Cl に関する次の文中の空欄に当てはまる語句を、下の(ア)～(ク)から一つずつ選び、記号で答えなさい。

NH_4Cl は、 NH_4^+ と Cl^- が (①) 結合してできている。 NH_4^+ は NH_3 に H^+ が (②) 結合してできている。 NH_3 の立体構造は (③) 形であるが、 NH_4^+ の立体構造は (④) 形である。

- (ア) イオン (イ) 共有 (ウ) 配位 (エ) 金属
(オ) 直線 (カ) 折れ線 (キ) 三角すい (ク) 正四面体

問5 シュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を水に溶かして、 0.050 mol/L の水溶液を 100 mL 調製する。

(1) このときにはかり取るシュウ酸二水和物の質量を有効数字2桁で答えなさい。

(2) 次の文中の空欄に当てはまる語句を下の(ア)～(エ)から一つ選び、記号で答えなさい。

はかり取ったシュウ酸二水和物に、()する。

- (ア) 水を加えて溶解し 100 mL に (イ) 水を加えて溶解し 100 g に
(ウ) 水 100 mL を加えて溶解 (エ) 水 100 g を加えて溶解

問6 種々の濃度の酢酸水溶液の電離度を図2に示す。

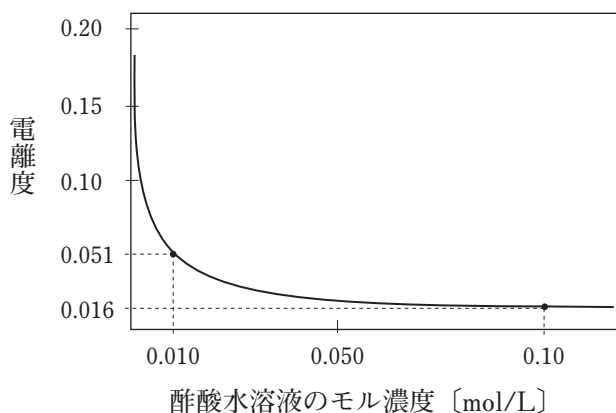


図 2

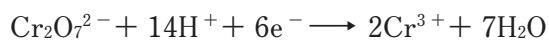
(1) 図2を参考にして次のそれぞれの酢酸水溶液の水素イオン濃度を求めなさい。

なお、計算結果は有効数字2桁で「 × 10⁻³ mol/L」のように答えなさい。

- ① 0.10 mol/L の酢酸水溶液
- ② 0.010 mol/L の酢酸水溶液

(2) (1) のように、0.10 mol/L の酢酸水溶液を10倍にうすめても水素イオン濃度が10分の1になるわけではない。この理由を「酢酸水溶液の濃度」と「電離度」という二つの言葉を用いて50字以内で説明しなさい。

問7 二酸化硫黄 SO_2 は、反応する相手の物質によって酸化剤にも還元剤にもなる物質であり、硫酸酸性下の二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ に対しては、還元剤としてはたらく。このときの、二クロム酸イオン $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ の酸化剤としてののはたらきと、二酸化硫黄の還元剤としてののはたらきは、電子を含む次のイオン反応式で表される。



硫酸酸性下における二クロム酸カリウムと二酸化硫黄の反応の、化学反応式を書きなさい。なお、この反応により、硫酸クロム(Ⅲ) $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ と硫酸カリウム K_2SO_4 が生じる。

問 8 A、B、C の 3 種類の金属片があり、これらは亜鉛、銀、鉄のいずれかである。これらの金属片を、図 3 のように硝酸カリウム水溶液をしみ込ませたろ紙の上に乗せ、2 つの金属片を検流計につないだ。このときの電流の向きから、形成された電池の正極・負極は下の表 1 のようであることがわかった。

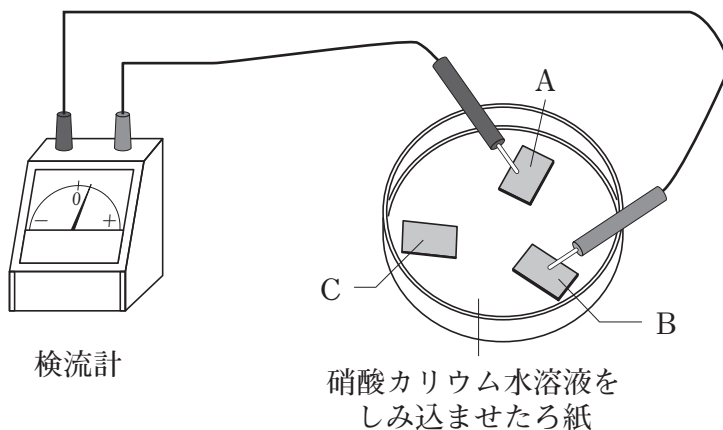


図 3

表 1

	金属の組合せ	正極	負極
(i)	A と B	A	B
(ii)	A と C	A	C
(iii)	B と C	B	C

(1) 金属片 A ~ C は、それぞれどの金属であるか答えなさい。

(2) 次の文章中の ~ に当てはまる語句を、それぞれ答えなさい。

電池の負極では 反応が、正極では 反応が起こっている。そして、電子は 極から 極に流れる。

【2】 次の問い（問1～8）に答えなさい。

（配点 50 点）

問1 一般に、すべての生物に共通する特徴について、最も適当なものを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 生物のからだは、核が基本単位である。
- (イ) 細胞は、細胞壁によって外部と仕切られている。
- (ウ) 生物は外部からの刺激を感じても、これに反応することはない。
- (エ) 生物は生殖によって、その種の遺伝情報を担う物質であるタンパク質を受け継ぐ。
- (オ) 生物は外部環境（体外環境）の変化に応じて、体内の状態を一定に保つように調節されている。

問2 次の(1)～(4)の大きさとして適当なものを、図4の(a)～(d)から一つずつ選び、記号で答えなさい。ただし、測定する位置によって長さが著しく異なる場合は、最も長くなる長さを、その構造の大きさと考えことにする。

- (1) ヒトの赤血球
- (2) 大腸菌
- (3) ヒトの卵
- (4) ヒトの精子

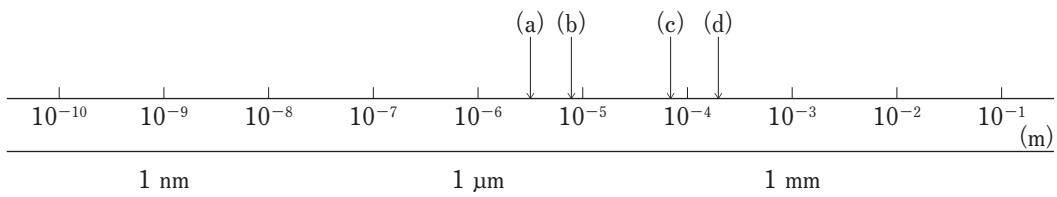


図 4

問3 生物が利用するエネルギーについて、次の文章中の□a～□eに当てはまる語句を、それぞれ答えなさい。ただし、一般に漢字で表記できるものは漢字で答えること。

生体内では、エネルギーの受け渡しにはたらく物質としてATPが利用されている。ATPは□a三リン酸という物質である。真核生物の細胞内で利用されるATPは、おもに細胞小器官である□bで合成される。

複雑な物質を単純な物質に分解してエネルギーを取り出す過程を□cといい、呼吸は□cの例である。

一方、単純な物質から複雑な物質を合成し、エネルギーを蓄える過程を□dといい、光合成は□dの例である。これら生体内での化学反応全体を□eという。

問4 ヒトなどの体細胞は、体細胞分裂によって増殖する。体細胞分裂に先立ち、DNAが複製され、生じる二つの細胞に遺伝情報が均等に分配される。

(1) 細胞周期から外れて、分裂をやめた細胞 (G_0 期にある細胞) のもつ細胞あたりのDNA量 (相対値) を10とする。このとき、体細胞分裂を繰り返している細胞の G_1 期と G_2 期にある細胞の細胞あたりのDNA量 (相対値) はいくらか。それぞれ整数で答えなさい。

(2) ある2本鎖DNAに含まれる塩基のうち、アデニン (A) の数の割合は24%であった。このDNAに含まれる、残りのすべての塩基 (シトシン (C)、グアニン (G)、チミン (T)) の数の割合はいくらか。それぞれ整数で答えなさい。

問5 表2は、健康なヒトの血しょう、原尿、尿の中に含まれる成分とその濃度 (g/100 mL)を示したものである。

表 2

成分	血しょう	原尿	尿
タンパク質	7	0	0
グルコース	0.1	0.1	0
ナトリウムイオン	0.32	0.32	0.35
カリウムイオン	0.02	0.02	0.15
カルシウムイオン	0.008	0.008	0.015
尿素	0.03	0.03	2.0
尿酸	0.004	0.004	0.05
クレアチニン	0.001	0.001	0.075
塩化物イオン	0.37	0.37	0.6
リン酸イオン	0.009	0.009	0.15
硫酸イオン	0.003	0.003	0.18

- (1) 表2中の成分のうち、最も濃縮率の高い成分の名称とその濃縮率をそれぞれ答えなさい。ただし、濃縮率は整数で答えなさい。
- (2) (1)の成分は、糸球体でろ過された全量が再吸収されることなく尿中に排出されるものとする。この場合、1時間で100 mLの尿が生成されたとすると、1日に生成される原尿は何Lか。整数で答えなさい。

問6 ヒトの甲状腺から分泌されるチロキシンは、図5のような分泌調節を受ける。また、血液中のチロキシンの濃度変化が視床下部や脳下垂体前葉に感知され、甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンや甲状腺刺激ホルモンの分泌が制御される。

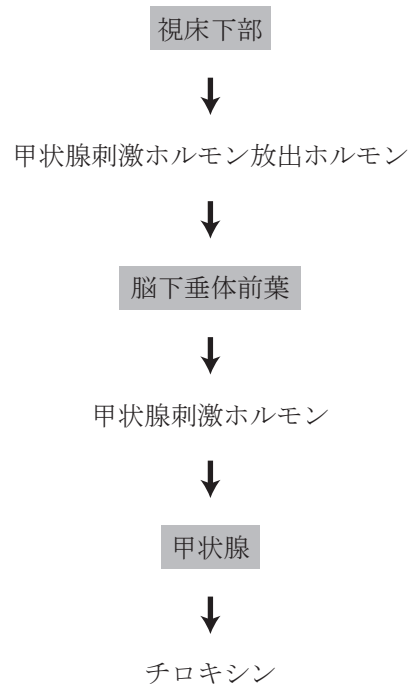


図 5

(1) マウスのチロキシンの分泌調節も、ヒトと同様のしくみをもつ。人為的にチロキシンを血液中に投与したマウスでは、3種類のホルモン（甲状腺刺激ホルモン放出ホルモン、甲状腺刺激ホルモン、チロキシン）の分泌量は、チロキシンの投与を受けた後にどのように変化するか。次の(a)～(c)について、最も適当なものを、下の(ア)～(ウ)からそれぞれ選び、記号で答えなさい。

(a) 甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンの分泌量

(ア) 減少する (イ) 変わらない (ウ) 増加する

(b) 甲状腺刺激ホルモンの分泌量

(ア) 減少する (イ) 変わらない (ウ) 増加する

(c) チロキシンの分泌量

(ア) 減少する (イ) 変わらない (ウ) 増加する

(2) (1) と考えた理由を「フィードバック」という語を用いて説明しなさい。なお、必要があれば、甲状腺刺激ホルモン放出ホルモンを X、甲状腺刺激ホルモンを Y、チロキシンを Z として表記すること。

問7 ヒトの生体防御について、誤っているものを、次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 皮膚や粘膜などでは、物理的防御や化学的防御によって異物の侵入が防がれる。

(イ) 好中球やマクロファージは、食作用によって病原体などを細胞内に取り込み分解する。

(ウ) 樹状細胞が行う抗原提示によって、適応免疫（獲得免疫）が誘導される。

(エ) 好中球は、適応免疫で重要な役割を果たす。

(オ) 免疫記憶には、T細胞やB細胞がはたらいている。

問8 他の魚を食べる魚食性のオオクチバス(ブラックバス)は、外来生物である。池Aには、オオクチバスは生息していなかったが、P年に釣りの対象として放流された。その数年後のQ年には、池Aにオオクチバスが定着し、これを狙う釣り人がよく訪れるようになった。この時点で、池Aの生物相(生息する生物の種構成や個体数など)を調査してみると、池Aの在来生物であったコイのサイズが大型に偏り、動物プランクトンが大増殖していることがわかった。これらのことから、次のa～eの記述について、池Aの生態系について考えられることの組合せとして最も適切なものを、下の(ア)～(ク)から一つ選び、記号で答えなさい。ただし、適切なものを○、不適切なものを×で示してある。

- a P年以前は、動物プランクトンは主に小型のコイにより捕食されていた。
- b P年以前は、動物プランクトンは主に大型のコイにより捕食されていた。
- c P年以降は、動物プランクトンはオオクチバスにより捕食されるようになった。
- d オオクチバスは、大型のコイよりも小型のコイを好んで捕食する。
- e オオクチバスは、小型のコイよりも大型のコイを好んで捕食する。

	a	b	c	d	e
(ア)	○	×	○	○	×
(イ)	○	×	○	×	○
(ウ)	○	×	×	○	×
(エ)	○	×	×	×	○
(オ)	×	○	○	○	×
(カ)	×	○	○	×	○
(キ)	×	○	×	○	×
(ク)	×	○	×	×	○