

2024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1～5）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 以下の問いに答えなさい。

(1) 次の記述中の物質 A～Dの中から混合物を二つ選び、記号で答えなさい。また、それらの混合物の名称を、語群から一つずつ選び、答えなさい。

- ・物質 A は、1 価の強酸でハロゲンの水素化物が、水に溶けたものである。
- ・物質 B は、酸素の同素体である。
- ・物質 C は、常温で液体の金属である。
- ・物質 D は、常温で液体の物質であり、加熱していくとある温度で成分 D₁ が、さらに加熱していくと成分 D₂ が分離できる。

〔語群〕 エタノール、塩化水素、塩酸、オゾン、空気、原油、酸化マグネシウム、水銀

(2) 硝酸カリウムの結晶に少量の硫酸銅(Ⅱ)五水和物の結晶が混ざってしまったものから純粋な硝酸カリウムの結晶を得るためには、再結晶法が用いられる。これは、硝酸カリウムのどのような性質を利用した方法か。次の文章の空欄に入る言葉を記述しなさい。

硝酸カリウムの溶解度の温度による変化が、硫酸銅(Ⅱ)の溶解度の温度による変化に比べて_____ことを利用している。

問2 次の図の(ア)～(カ)は、6種類の原子の電子配置を表したものである。これらの原子について述べた下のa・bの文章に当てはまる原子の電子配置を(ア)～(カ)から選び、それぞれの元素記号を答えなさい。なお、中心の○は原子核を表し、●は電子を表す。

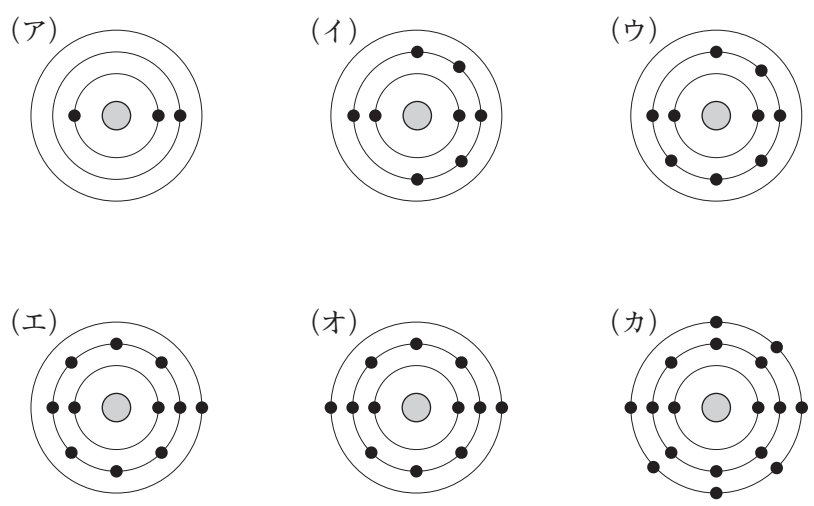


図 1

- a. これらの原子のうち、最も陰イオンになりやすい原子
- b. これらの原子のうち、原子半径が最も大きい原子

問3 次の図のA～Cは、氷、ダイヤモンド、ドライアイス、二酸化ケイ素、フラーレン、ヨウ素のいずれかの結晶の構造を示したものである。下の文章の ～ に当てはまる語句や比を、それぞれ語群から一つずつ選び、答えなさい。

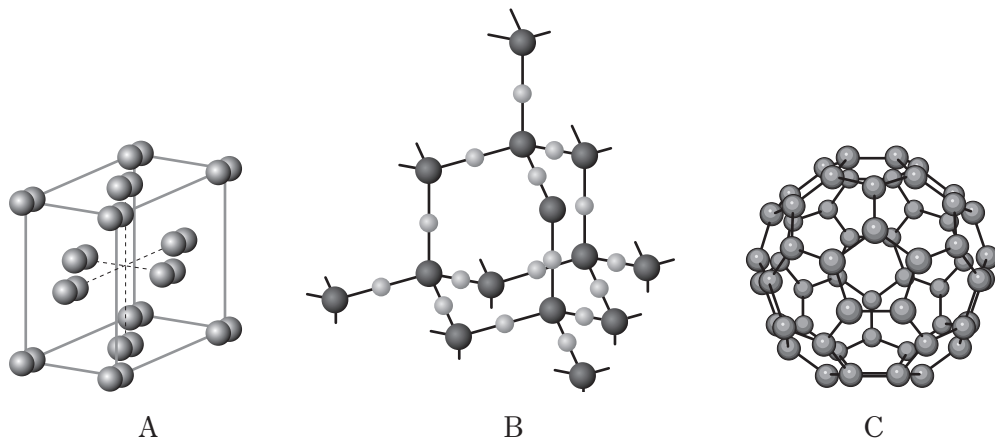


図 2

- ・ A の結晶は、三態変化において しやすいという特徴をもっている。これは粒子間にはたらく力が であることが関係する。
- ・ B の結晶の●と○の数の比は で、●は 元素である。
- ・ C の構造をもつ分子の名称は で、 元素からなる。

〔語群〕 1 : 1、1 : 2、2 : 1、2 : 3、3 : 2

ケイ素、酸素、水素、炭素、ヨウ素

氷、ダイヤモンド、ドライアイス、二酸化ケイ素、フラーレン

イオン結合、共有結合、金属結合、水素結合、分子間力

融解、凝固、蒸発、凝縮、昇華

問4 以下の問いに答えなさい。

- (1) 次の文章の ・ に当てはまる語句を酸性、塩基性、中性の中から選び、答えなさい。また、 ・ に当てはまる文節を、下の(ア)～(エ)から一つずつ選び、記号で答えなさい。

濃度未知の酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液で滴定すると、中和点での水溶液の性質は となるので、指示薬として 。

また、濃度未知のアンモニア水を塩酸で滴定すると、中和点での水溶液の性質は となるので、指示薬として 。

- (ア) フェノールフタレイン溶液を用いることができない
 (イ) メチルオレンジ水溶液を用いることができない
 (ウ) フェノールフタレイン溶液あるいはメチルオレンジ水溶液のいずれも用いることができない
 (エ) フェノールフタレイン溶液あるいはメチルオレンジ水溶液のいずれも用いることができる

- (2) シュウ酸二水和物 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ の結晶は純度が高くて安定なため、中和滴定の際にはシュウ酸水溶液がよく用いられる。シュウ酸水溶液を調製するときの操作として誤っているものを一つ選び、操作番号で答えなさい。また、誤った操作に関して、誤っている理由を30字以内で述べなさい。

(操作1) シュウ酸二水和物の質量を正確にはかり取り、ビーカーで少量の純水に溶かす。

(操作2) メスフラスコを洗浄し、純水で2～3回すすいだ後、完全に乾燥させる。

(操作3) そのメスフラスコに、(操作1)の水溶液を入れる。

(操作4) (操作1)のビーカーを純水ですすぎ、その洗液をメスフラスコに加えることを2～3回繰り返す。

(操作5) メスフラスコの標線まで純水を加え、よく振り混ぜる。

- (3) 0.100 mol/L のシュウ酸水溶液を、正確に 500 mL つくりたい。シュウ酸二水和物の結晶は何 g 必要か。有効数字 3 桁で答えなさい。なお、シュウ酸二水和物の結晶を水に溶かすと、水和水の水は溶媒の水の一部となる。

問5 以下の問いに答えなさい。

- (1) 次の文章の ・ に当てはまる語句を、下の語群から一つずつ選び、答えなさい。

過酸化水素水の濃度を調べるために、濃度のわかっている過マンガン酸カリウム水溶液をビュレットに入れ、濃度のわからない過酸化水素水の入ったコニカルビーカーを右の図のように配置した。滴下前のビュレット中の液面の目盛り X [mL] を読み取った後、コニカルビーカーを振りながら過マンガン酸カリウム水溶液を滴下していくと、水溶液の色は に変化したため、滴下をやめて終了点の液面の目盛り Y [mL] を読み取った。これにより、滴下量は と求められた。

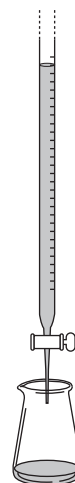


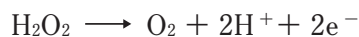
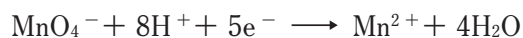
図 3

- [語群] 赤色から黄色、黄色から赤色、薄桃色から無色、無色から薄桃色、
($X - Y$) mL、($Y - X$) mL

- (2) 過マンガン酸カリウムと過酸化水素の反応を表した以下の化学反応式の空欄を埋めて、完成させなさい。



なお、過マンガン酸イオン、および過酸化水素は、それぞれ次のように反応する。



- (3) 濃度のわからない過酸化水素水 20.0 mL に 0.010 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を加えていったところ、16.0 mL 滴下したときに反応が完了した。この過酸化水素水のモル濃度は何 mol/L か。有効数字 2 桁で答えなさい。

【2】 次の問い（問1～8）に答えなさい。

（配点 50 点）

問1 細胞内共生説について正しいものを次の(ア)～(オ)から一つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) ミトコンドリアは、シアノバクテリアが原始的な真核細胞の内部に共生することによって生じたものと考えられている。
- (イ) ミトコンドリアは、好気性細菌が葉緑体をもつ真核細胞の内部に共生することによって生じたものと考えられている。
- (ウ) 葉緑体は、好気性細菌が原始的な真核細胞の内部に共生することによって生じたものと考えられている。
- (エ) ミトコンドリアと葉緑体が、それぞれ核をもつことが根拠の一つとなっている。
- (オ) ミトコンドリアと葉緑体が、それぞれ細胞の分裂とは別に分裂することが根拠の一つとなっている。

問2 次の表は、原核細胞、動物細胞、植物細胞について、a～cの構造の有無を示したものである。a～cの構造の名称として正しいものを、下の語群から一つずつ選び、答えなさい。ただし、+は構造が存在すること、-は構造が存在しないことを示している。

表 1

構造	原核細胞	動物細胞	植物細胞
a	+	+	+
b	-	+	+
c	+	-	+

〔語群〕 細胞壁、細胞膜、液胞、ミトコンドリア、葉緑体

問3 遺伝子の発現では、転写と翻訳という二つの過程を経て、DNA の遺伝情報からタンパク質が合成される。

(1) ある DNA のヌクレオチド鎖において、その一部に、ATTGCAT の塩基配列をもつ場合、この塩基配列すべてをもとに合成される RNA の塩基配列を答えなさい。

(2) ヒトゲノムは約 30 億塩基対からなり、アミノ酸を指定している領域は約 1% である。ヒトゲノムにおいてタンパク質の設計図となっている遺伝子の数を約 2 万とすると、1つの遺伝子からつくられるタンパク質のアミノ酸数は平均いくらか。整数で答えなさい。

問4 ヒトの肝臓の構造とはたらきについて述べた次の文章の ～ に当てはまる語句を答えなさい。

ヒトの肝臓は消化管に付属する最大の内臓器官で、 とよばれる基本単位からできている。一つの には、肝細胞が約 50 万個存在している。肝臓は、肝動脈と肝静脈のほかに、 やひ臓から出る静脈が合流した ともつながっている。肝臓にはさまざまな働きがあり、 の調節、血しょうタンパク質の合成、胆汁の生成が行われている。そのほかに、タンパク質やアミノ酸の分解で生じた有害なアンモニアを毒性の低い につくりかえる働きをもつ。

問5 次の図は、ヒトのヘモグロビンの酸素解離曲線である。

肺胞は酸素濃度(相対値)が100で、二酸化炭素濃度が低い。一方、組織は酸素濃度(相対値)が30で、二酸化炭素濃度が高い。このとき以下の問いに答えなさい。

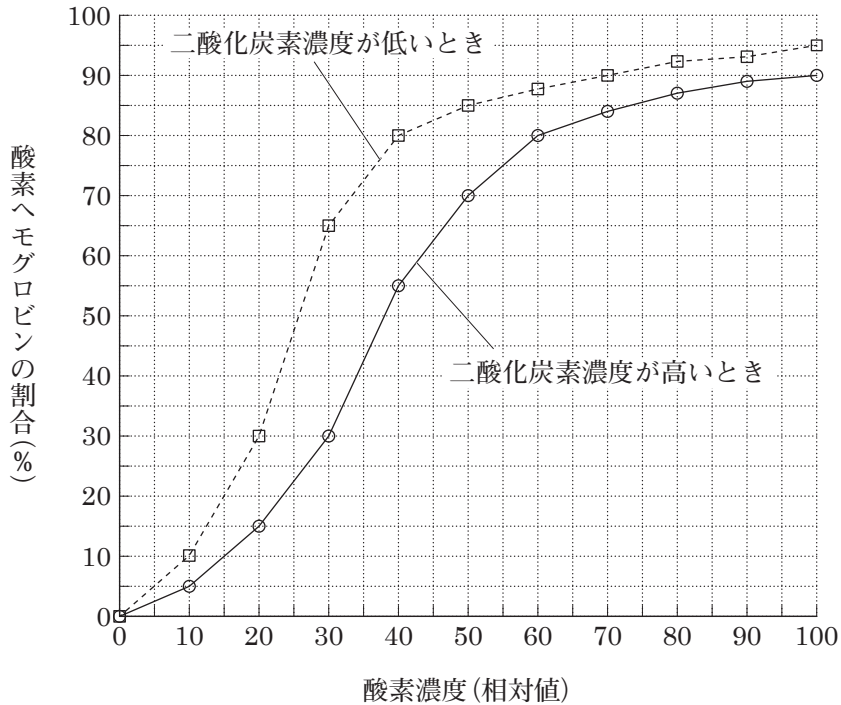


図 4

- (1) 肺胞と組織における酸素ヘモグロビンの割合(%)はいくらか。それぞれ整数で答えなさい。
- (2) 肺胞の酸素ヘモグロビンのうち、組織に酸素を供給した酸素ヘモグロビンの割合(%)はいくらか。小数第1位を四捨五入して、整数で答えなさい。ただし、肺胞から組織へ移動する間に酸素ヘモグロビンが酸素を放出することはないものとする。

問6 健康なヒトの血糖濃度の調節について、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) 血糖濃度が低下すると、すい臓のランゲルハンス島 A 細胞からグルカゴンが分泌される。
- (イ) 血糖濃度が低下すると、副腎皮質から糖質コルチコイドが分泌される。
- (ウ) 血糖濃度が上昇すると、すい臓のランゲルハンス島 B 細胞からインスリンが分泌される。
- (エ) アドレナリンは、肝臓におけるグリコーゲンの合成を促進する。
- (オ) 間脳の視床下部では、血糖濃度が感知される。

問7 ヒトにおいて、体液性免疫が起こる過程について述べた次の文章の ・ ・ に当てはまる語句を、それぞれ答えなさい。

樹状細胞による抗原提示を受けて活性化して増殖したヘルパー T 細胞が を活性化すると、 は増殖して形質細胞に分化し、病原体に対する を産生する。増殖したヘルパー T 細胞や の一部は、 として体内に保存される。

問8 日本では、ほとんどの地域で森林が成立するのに十分な降水量があるため、標高に応じた気温の変化によって垂直方向にバイオームが変化する垂直分布がみられる。本州中部では、標高 500 m 付近までの丘陵帯では照葉樹林、標高 500 ~ 1500 m 付近までの山地帯では夏緑樹林、標高 1500 ~ 2500 m 付近までの亜高山帯では針葉樹林、標高 2500 m 付近以上の高山帯では高山草原(お花畑)がみられる。

本州中部の山 X (標高 2800 m) では、以前、植生の調査が行われた。今回(最近)の調査で、標高 700 m の地点において以前の調査ではみられなかった照葉樹 Y が多くみられた場合、以前の調査時とくらべた今回の調査時の山 X に関して、適切と考えられるものを、次の(ア)~(オ)から二つ選び、記号で答えなさい。ただし、標高 700 m の地点において照葉樹 Y が多くみられるようになった理由は、気温の変化のみによるものとする。また、標高が 100 m 高くなると、気温は 0.6 °C 低下するものとする。

- (ア) 照葉樹林の分布域が拡大した。
- (イ) 高山草原の分布域が拡大した。
- (ウ) 標高 2600 m 付近では針葉樹林がみられるようになった可能性がある。
- (エ) 山 X がある地域の年平均気温は、少なくとも 1.2 °C 以上低下した。
- (オ) 山 X がある地域の大気中の二酸化炭素濃度が減少した可能性がある。