

令和8年度 外国人留学生選抜

理 科

答 案 作 成 上 の 注 意

1. 開始の合図があるまでこの用紙を開かないこと。
2. 解答時間は60分間である。
3. 配付されるものは、この冊子のほかに理科2科目用の解答用紙2部である。
4. 試験開始の合図があったら、この冊子が1ページから15ページまでそろっていることを確かめ、不備の場合は着席したまま手を挙げること。
5. 化学・生物の中から1科目を選択すること。
選択しない科目の解答用紙は試験開始10分後に回収する。
6. 解答はすべて解答用紙の所定欄に記入すること。
7. 解答は指定された記号または日本語で記載すること。
8. 解答に無関係な語句や記号を書いたり、落書きなどのある解答用紙は無効とする。
9. 解答用紙及び問題用紙には、必ず受験番号、氏名を記入すること。
10. 試験終了後、この冊子は回収する。

受験 番号		氏名	
----------	--	----	--

$\left(\begin{array}{l} \text{化学は 2} \sim 8 \text{ ページ} \\ \text{生物は 10} \sim 15 \text{ ページ} \end{array} \right)$

化 学

必要に応じて以下の値を用いよ。

原子量： H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, P = 31.0, S = 32.1,
Cl = 35.5, Ca = 40.1

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

問題文中に示されている数値は測定値だと考え、それに基づいて計算結果の有効数字を自分で判断すること。

1. 次の各問いの選択肢を、指定された順序に沿って並べ替え、正しい順序を記号で記せ。

(1) 分子量の大きい分子から順に

- a. 水
- b. 酸素
- c. アセチレン
- d. 一酸化炭素

(2) イオン化傾向の小さい金属から順に

- a. 鉛
- b. 水銀
- c. カリウム
- d. アルミニウム

2. 室温27°C、大気圧 1.00×10^5 Paに保たれた実験室にて以下の操作を順に行った。このとき、次の各問いに答えよ。ただし、反応に関わる気体は理想気体としてふるまうものとする。

操作1： 触媒存在下でアンモニアを加熱したところ、その一部が酸素と反応して一酸化窒素67.3 mLを生じた。

操作2： **操作1**で生じた一酸化窒素を酸化させたところ、その全てが反応し、二酸化窒素を生じた。

操作3： **操作2**で生じた二酸化窒素を水と反応させたところ、その全てが反応し、硝酸と一酸化窒素を生じた。

操作4： **操作1**で反応に使われなかったアンモニアを0.100 mol/Lの硫酸100 mLに吸収させて、完全に反応させた。反応せず残った硫酸を1.00 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、完全に中和するのに14.6 mLを要した。

- (1) **操作1～操作3**で生じた反応を表す化学反応式をそれぞれ答えよ。
- (2) **操作1**で生じた一酸化窒素の物質量を求めよ。
- (3) **操作1**で反応に使われなかったアンモニアの物質量を求めよ。
- (4) **操作1**で反応を行う前に存在していたアンモニアの体積を求めよ。
- (5) **操作1**で反応前に使われたアンモニアの物質量と、**操作3**で生じた硝酸の物質量との比を、最も簡単な整数比で答えよ。

3. 室温 20°C 、大気圧 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保たれた実験室において、陽極に炭素、陰極に鉄を用いて、5.00%塩化ナトリウム水溶液120 gを2.00 Aの電流で600秒間電気分解したところ、陽極、陰極ともに気体が発生した。このとき、次の各問いに答えよ。ただし、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

- (1) 陽極、陰極で生じた反応を表す化学反応式をそれぞれ答えよ。ただし、反応式中に e^- を含めること。
- (2) 陽極で発生した気体の性質としてあてはまるのはどれか。1つ選べ。
 - a. 無色である。
 - b. 刺激臭がある。
 - c. 空気より軽い。
 - d. 水に溶けない。
 - e. 他の物質に対する還元性がある。
- (3) 陰極で発生した気体の物質量を求めよ。
- (4) 水溶液に2.00 Aの電流をさらに450秒間流して電気分解した後、水溶液を加熱して水を完全に蒸発させたときに析出する塩化ナトリウムの質量を求めよ。ただし、電気分解によって発生した気体の水への溶解は考慮しないものとする。

4. 次の文章の [1] ～ [6] に入る適切な数値あるいは語を記入せよ。

α -アミノ酸は分子中の1つの炭素に酸性の [1] 基と塩基性の [2] 基が結合した化合物で、水溶液中で分子内に正と負の両電荷をもつ [3] イオンとして存在する。1つのアミノ酸の [2] 基と別のアミノ酸の [1] 基が脱水縮合してできるアミド結合を特に [4] 結合といい、この結合でつながったアミノ酸の鎖を [4] という。

生体内で遺伝子からタンパク質が合成されるときには、 α -炭素に結合している [1] 基と [2] 基が [4] 結合を形成するので、生体内で作られたタンパク質の一部の、例えば4つの異なるアミノ酸、L-アラニン、グリシン、L-セリン、L-システインが1つずつ結合した [4] であれば、 [5] 通りの構造が考えられる。このとき、側鎖に [1] 基や [2] 基をもつアミノ酸があってもその組み合わせの数は変わらない。

試験管内で化学的に [4] 結合を形成して [4] を合成する場合には、側鎖の [1] 基と [2] 基がそれぞれ化学的に保護されていなければ、側鎖もまた [4] 結合を形成することになる。このため、試験管内で化学的に合成された、L-グルタミン酸とL-リシンからなるジ [4] には、 [6] 通りの構造が考えられる。

5. 以下の文章を読み、 1 ～ 9 に適切な数値あるいは語を記入せよ。

高分子化合物があり、この分子量を浸透圧を測って求めることにする。浸透圧を Π 、水溶液のモル濃度を C 、絶対温度を T 、気体定数を R とすると、浸透圧は $\Pi = CRT$ という式で表される。ただ、高分子の場合、濃度の変化とともに Π/C の値が変化してしまい、測定した浸透圧の値をそのまま使って分子量を求めることができない。そこで、いくつかの濃度で浸透圧を測定し、その結果をもとに Π/C と C の関係をグラフに描き、 C が0のときの Π/C の値を求める。この値を用いて分子量を計算することにする。

27°Cで、3種類の濃度の水溶液を調製し、それぞれの浸透圧を測定したところ、次の表のような結果が得られた。

m (g/L)	Π (Pa)	Π/m (Pa・L/g)
10.0	0.30×10^2	1
20.0	0.70×10^2	2
30.0	1.20×10^2	3

まず、上の表の Π/m の値を求めると、上から 1 2 3 となり、濃度 m が0 g/L のときの Π/m の値は 4 と推定できる。モル質量を M (g/mol) とすると、 $C = m/M$ であるから、上の式からこの高分子化合物の平均分子量は 5 と求められる。

この高分子化合物が、グルコース ($C_6H_{12}O_6$) が直鎖状に重合した多糖であるなら、この高分子化合物の平均重合度は 6 と求められる。

グルコースが重合してできた多糖にデンプンがある。デンプンを構成する多糖のうち、温水中に可溶な成分は 7 8 と呼ばれる。 7 は直鎖状の分子で、 8 は分岐鎖をもつ分子である。デンプンは植物のエネルギー貯蔵物質であり、ヒトを含む動物はデンプンを消化してグルコースに分解し、エネルギー源として利用することができる。動物の貯蔵多糖は 9 であり、 9 はデンプンの 8 に似た分岐構造をもつが、その分岐の頻度が高い。

【計算用余白】

【このページは白紙です】

【このページは白紙です】

生 物

I. 次の文章を読み、各問いに答えよ。

(ア)細胞の内側と外側は細胞膜で仕切られ、細胞内には様々な細胞小器官が存在する。[a]では呼吸が行われており、[b]では光合成が行われていて、生命活動に必要なエネルギーを合成する働きに関係している。その他にも、(イ) リボソーム、リソソーム、ゴルジ体、中心体などの細胞小器官が存在し、生命活動を営んでいる。

問1 下線部(ア)には真核細胞と原核細胞がある。DNAを保存する構造の違いについて40字以内で記せ。

(上は下書き用として使用し、解答は解答用紙に記すこと。)

問2 [a]、[b]について動物細胞、植物細胞、原核細胞で比較した時に正しいのはどれか。それぞれ1つ選び、番号を記せ。

- ① 動物細胞のみに存在する。
- ② 植物細胞のみに存在する。
- ③ 原核細胞のみに存在する。
- ④ 動物細胞と植物細胞に存在する。
- ⑤ 動物細胞と原核細胞に存在する。
- ⑥ 植物細胞と原核細胞に存在する。
- ⑦ 動物細胞、植物細胞、原核細胞のすべてに存在する。

問3 下線部(イ)の細胞小器官の働きはどれか。それぞれ1つ選び、番号を記せ。

- ① DNAの格納
- ② タンパク質合成
- ③ 分泌小胞の形成
- ④ カルシウムの貯蔵
- ⑤ 細胞内での物質の分解
- ⑥ 細胞分裂やべん毛・繊毛の形成

II. 次の文章を読み、各問いに答えよ。

受精卵が成体へと変化していく過程を発生という。発生初期には (ア) 卵割 が起こり、多細胞の胚になる。卵割が繰り返されて桑実胚になると胚の内部に (イ) 空所 が生じる。さらに発生が続くと、(ウ) 胚表面の特定の部分の細胞が胚の内側に向かって陥入し、(エ) 原腸胚 となる。

問 1 通常の体細胞分裂と比較して、下線部 (ア) の特徴について 80 字以内で記せ。

(上は下書き用として使用し、解答は解答用紙に記すこと。)

問 2 下線部 (イ) について正しいのはどれか。1 つ選び、番号を記せ。

- ① 下線部 (イ) は胞胚腔と呼ばれ、将来は原腸となる。
- ② 下線部 (イ) は胞胚腔と呼ばれ、将来は卵割腔となる。
- ③ 下線部 (イ) は卵割腔と呼ばれ、将来は原腸となる。
- ④ 下線部 (イ) は卵割腔と呼ばれ、将来は胞胚腔となる。

問 3 下線部 (ウ) によって生じた空所の入り口を [a] といい、ヒトでは将来 [b] となる。[a]、[b] に当てはまる語句をそれぞれ記せ。

問 4 下線部 (エ) の細胞群は、外胚葉、内胚葉、中胚葉に区別できる。ヒトにおける外胚葉、内胚葉、中胚葉に由来する器官はどれか。それぞれ 2 つ選び、番号を記せ。

- ① 肺
- ② 肝 臓
- ③ 腎 臓
- ④ 脊 髄
- ⑤ 骨格筋
- ⑥ 水晶体

Ⅲ. 次の文章を読み、各問いに答えよ。

ヒトの免疫には3つの段階がある。まず、(ア) 物理的・化学的防御によって異物が体内に侵入するのを防ぐ。体内に侵入した異物に対しては、自然免疫が働き、(イ) 食細胞が異物を自らの体内に取り込み分解する。それでも排除できない異物に対しては、(ウ) 適応免疫（獲得免疫）が働く。

問1 下線部（ア）について、だ液が有する化学的防御の仕組みを40字以内で記せ。

（上は下書き用として使用し、解答は解答用紙に記すこと。）

問2 下線部（イ）について以下の問いに答えよ。

1) 食細胞を2つ記せ。

2) 下線部（イ）の作用をなんというか記せ。

問3 下線部（ウ）について以下の問いに答えよ。

1) 下線部（ウ）では抗原提示が行われる。抗原提示とは何か60字以内で記せ。ただし【】内の語句を必ず用いること。

【断片化 樹状細胞 T細胞】

（上は下書き用として使用し、解答は解答用紙に記すこと。）

2) 下線部（ウ）のうち、体液性免疫では、異物の侵入によって活性化されたT細胞やB細胞の一部が〔a〕細胞として体内に残る。再び同じ異物が体内に侵入すると、1回目の異物の侵入時に比べて、2回目の侵入時の方がより速やかに、より大量の抗体の産生が起こる。この仕組みを〔b〕といい、2回目の侵入時の免疫反応を〔c〕という。〔a〕～〔c〕に当てはまる語句をそれぞれ記せ。

IV. 次の文章を読み、各問いに答えよ。

ヒトの細胞は (ア) 解糖系、クエン酸回路 (TCA 回路、クレブス回路)、電子伝達系 の 3 つの過程からなる ATP 合成の仕組みを備えている。エネルギー源としてはグルコースが最も重要であるが、タンパク質や脂肪を分解して得られる (イ) アミノ酸、(ウ) 脂肪酸とグリセリン (グリセロール) もこれらの過程に入ることで、ATP 合成に用いられる。

問 1 下線部 (ア) について以下の問いに答えよ。

1) 有酸素環境下でグルコースを用いた ATP 合成について、正しいのはどれか。2 つ選び、番号を記せ。

- ① ATP 合成酵素はミトコンドリア内膜で働く。
- ② 電子伝達系の過程で代謝産物の二酸化炭素が作られる。
- ③ 解糖系ではグルコースからピルビン酸が 1 回の化学反応で作られる。
- ④ 作られる NADH の量は解糖系とクエン酸回路ではクエン酸回路の方が多い。
- ⑤ クエン酸回路では酸化リン酸化でグルコース 1 分子から 2 分子の ATP が作られる。

2) グルコース 1 分子から、10 分子の NADH と 2 分子の FADH_2 が作られる。電子伝達系では 1 分子の NADH から 2.5 分子の ATP、1 分子の FADH_2 から 1.5 分子の ATP が合成されたとした場合、グルコース 1 分子から解糖系、クエン酸回路、電子伝達系で得られる ATP の分子数の総和はいくつか記せ。

問 2 下線部 (イ) の代謝産物に含まれるアンモニアはどの器官で何という物質に変換されるか記せ。

問 3 下線部 (ウ) は下線部 (ア) の 3 つの過程のうちどこに入るか。それぞれ記せ。

問 4 ヒトの赤血球は成熟する過程において、核だけでなくミトコンドリアを含む細胞小器官が除去される。通常の細胞と比較して、赤血球における ATP の合成はどのような特徴に変化すると考えられるか。グルコース 1 分子から得られる ATP の分子数や最終的に生じる物質を含めて、60 字以内で記せ。

(上は下書き用として使用し、解答は解答用紙に記すこと。)

V. 次の文章を読み、各問いに答えよ。

ヒトにおける突然変異には、DNA の塩基配列に変化が生じたものと、(ア) 染色体の数や構造に変化が生じたものがある。(イ) タンパク質の設計図となっている DNA の塩基配列が変化すると、合成されるタンパク質が変化することがある。

問1 下線部（ア）について以下の問いに答えよ。

1) 正常な精子には何本の常染色体があるか記せ。

2) 染色体の異常を光学顕微鏡で観察しようとした場合、最も適してるのは細胞周期のどれか。1つ選び、番号を記せ。

① G₁期 ② G₂期 ③ S期 ④ M期の前期 ⑤ M期中期

3) 染色体の構造異常の一つとなる転座とはどのようなものか。20字以内で記せ。

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

(上は下書き用として使用し、解答は解答用紙に記すこと。)

問2 下線部（イ）について下記の選択肢を用いて、以下の問いに答えよ。

① 1塩基の置換 ② 連続する2塩基の置換 ③ 連続する3塩基の置換

④ 1塩基の欠失 ⑤ 連続する2塩基の欠失 ⑥ 連続する3塩基の欠失

1) 翻訳の際に、変異した箇所から下流のアミノ酸の配列が、本来のポリペプチドとは異なるものになるのはどれか。2つ選び、番号を記せ。

2) 本来のポリペプチドと変異後のポリペプチドが全く同じである可能性があるのはどれか。3つ選び、番号を記せ。

問3 ヒトの X 染色体上のある遺伝子に生じた変異が原因となる疾患がある。この疾患は潜性(劣性)遺伝し、原因遺伝子を持つ X 染色体と正常な Y 染色体を持つ人は発症する。この場合について、以下の問いに答えよ。

1) この疾患の特徴として正しいのはどれか。1つ選び、番号を記せ。

① 患者のほとんどは男性である。 ② 患者数は男性：女性＝2：1である。

③ 患者数に男女差は無い。 ④ 患者数は男性：女性＝1：2である。

⑤ 患者のほとんどは女性である。

2) この疾患を発症している男性と原因遺伝子を有していない健常な女性との間に産まれた男児が、この疾患を発症する可能性は何%か記せ。

VI. 次の文章を読み、各問いに答えよ。

ヒトのニューロンは情報の処理をして (ア) 他の細胞に情報を伝える 特殊な細胞である。その構造は細胞体と、そこから伸びる突起のような (イ) 樹状突起と軸索 に分けられる。軸索には、(ウ) 細胞が巻き付いた髄鞘 を持つタイプと持たないタイプがある。

問1 下線部（ア）について以下の問いに答えよ。

1) 骨格筋に対してアセチルコリンを放出し、骨格筋を収縮させているニューロン（神経）を記せ。

2) 心臓に対してアセチルコリンを放出している神経は何か。また、心臓がアセチルコリンを受け取ると、心臓にどのような変化を生じるか。それぞれ記せ。

3) 脳内で、Cl⁻のイオンチャネルとして働く受容体に結合する神経伝達物質と、結合時に発生するシナプス後電位の組合せとして正しいのはどれか。1つ選び、番号を記せ。

- | | 神経伝達物質 | シナプス後電位 |
|---|---------|------------|
| ① | γ-アミノ酪酸 | _____ EPSP |
| ② | γ-アミノ酪酸 | _____ IPSP |
| ③ | グルタミン酸 | _____ EPSP |
| ④ | グルタミン酸 | _____ IPSP |
| ⑤ | アセチルコリン | _____ EPSP |
| ⑥ | アセチルコリン | _____ IPSP |

問2 下線部（イ）の樹状突起と軸索の役割は何か。40字以内で記せ。

（上は下書き用として使用し、解答は解答用紙に記すこと。）

問3 下線部（ウ）はグリア細胞と呼ばれる細胞の一種が作っている。髄鞘の形成以外に、他のグリア細胞はどのような役割を担っているか。1つ記せ。