

令和 3 年度 入学試験問題

選 択 科 目 (3科目入試)

注 意

〈各科目共通〉

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 解答はHBの黒鉛筆もしくはシャープペンシルで解答用紙の問題番号に対応した解答欄にマークすること。
3. 解答用紙に解答以外のことを書いた場合、その答案は無効とする。
4. 理科【化学基礎・生物基礎】、数学【数学Ⅰ・A】のうち受験票および願書に記入した1教科を選択し、解答用紙に受験番号、選択した教科を正しくマークし、氏名を記入すること。
5. 各教科の始まりは、理科【化学基礎・生物基礎】が本冊子の1ページ、数学【数学Ⅰ・A】が15ページとなっている。
6. 受験票は机に出しておくこと。
7. 理科【化学基礎・生物基礎】の問題は1番から28番までとなっており、別に記述問題がある。記述問題の解答はマークシートではなく、記述問題用の解答用紙に解答すること。記述問題の解答をマークシートに記入しても採点の対象とはならない。
数学【数学Ⅰ・A】の問題は1番から22番までとなっている。

〈数学Ⅰ・Aのみ〉

1. 問題余白と右ページは計算に使用する。

必要があれば、次の値を使うこと。

原子量

H 1.0 C 12 N 14 O 16 Na 23

標準状態における気体 1 mol の体積 22.4 L

I 次の問1～問8に答えなさい。

問1 次の記述①～⑤について、誤っているものを、下のa～eのうちから一つ選びなさい。

1

- ① 金属結晶である塩化銀は展性や延性が大きく、線状に引き延ばしたり薄く広げたりすることができる。
- ② 分子結晶であるヨウ素は昇華性をもち、加熱すると液体を経ずに気体になる。
- ③ 正四面体形の立体構造をもつメタンは、分子全体として極性が打ち消しあい、無極性分子となっている。
- ④ 共有結合の結晶である二酸化ケイ素は、ケイ素原子の周囲に4個の酸素原子が共有結合でつながった立体網目構造をとる。
- ⑤ イオン結晶である炭酸カルシウムは水に溶けやすく、水に溶かすと無色の水溶液になる。
- a ①と③ b ①と⑤ c ②と③ d ②と④ e ④と⑤

問2 次の記述①～⑤について、下線部の語が、元素ではなく単体の意味で使われているものを、下のa～eのうちから一つ選びなさい。

2

- ① エタノールには水素が含まれている。
- ② 天然のホウ素の同位体には ^{10}B と ^{11}B が存在する。
- ③ アンモニアは窒素と水素から構成される。
- ④ 水を電気分解すると、酸素と水素が得られる。
- ⑤ 一円硬貨はアルミニウムでできている。
- a ①と② b ①と③ c ②と④ d ③と⑤ e ④と⑤

問3 中性子の数が等しい原子どうしとして正しいものを、次のa～eのうちから一つ選びなさい。

3

- a ^2H と ^4He b ^{19}F と ^{20}Ne c ^{16}O と ^{32}S d ^{24}Mg と ^{28}Si e ^{39}K と ^{40}Ar

理科 (化学基礎)

(その2)

問4 金属 M (原子量 27) の酸化物 M_xO_y 中の M:O の質量比は 9:8 であった。この酸化物の組成式として正しいものを、次の a～e のうちから一つ選びなさい。

4

- a MO b M_2O c MO_2 d M_2O_3 e M_3O_4

問5 同素体の関係にある物質どうしとして正しいものを、次の a～e のうちから一つ選びなさい。

5

- a 亜鉛と黒鉛 b ダイヤモンドとフラーレン c 銀と水銀
d 水と過酸化水素 e 斜方硫黄と二酸化硫黄

問6 次の分子のうち、分子中の共有結合に使われている電子の数が最も多いものとして正しいものを、次の a～e のうちから一つ選びなさい。

6

- a N_2 b Cl_2 c H_2O d NH_3 e CO_2

問7 配位結合のあるイオンまたは物質どうしとして正しいものを、次の a～e のうちから一つ選びなさい。

7

- a オキシニウムイオンとアンモニア
b 水とアンモニア
c 水とアンモニウムイオン
d 水酸化ナトリウムとオキシニウムイオン
e オキシニウムイオンと塩化アンモニウム

問8 次の文章中の空欄 ・ に入る適当な語を、漢字で書きなさい。

※解答は記述問題用の解答用紙に記入しなさい（マークシートには記入しないこと）。

混合物から特定の物質を取り出す操作を分離といい、取り出した物質から不純物を取り除いてより純度の高い物質を得る操作を精製という。溶媒への溶けやすさを利用して、混合物に特定の溶媒を加えて目的物質だけを分離する操作を という。一方、一定量の溶媒に溶解する物質の量は温度によって異なる。この性質を利用して、固体物質に含まれる少量の不純物を除いて目的物質を精製する操作を という。

II 次の問1～問6に答えなさい。

問1 黒鉛 12 g を標準状態で 16.8 L の酸素を用いて燃焼させたところ、黒鉛と酸素が完全に反応して一酸化炭素と二酸化炭素が発生した。発生した一酸化炭素と二酸化炭素の物質量の比 ($\text{CO} : \text{CO}_2$) として最も適当なものを、次の a～e のうちから一つ選びなさい。 8

- a 1:1 b 1:2 c 1:3 d 2:1 e 2:3

問2 炭素と水素のみからなる気体の炭化水素 X の標準状態での密度は、空気の標準状態での密度のおよそ 1.39 倍であった。この炭化水素 X の分子式として最も適当なものを、次の a～e のうちから一つ選びなさい。ただし、空気は窒素と酸素が 4:1 の体積比で混合した気体とする。 9

- a C_2H_6 b C_3H_4 c C_3H_8 d C_4H_8 e C_4H_{10}

問3 四塩化炭素 CCl_4 について、次の(1)、(2)に答えなさい。

- (1) 四塩化炭素を構成する炭素原子には ^{12}C と ^{13}C 、塩素原子には ^{35}Cl と ^{37}Cl の同位体が存在する。相対質量の異なる四塩化炭素分子は何種類存在するか。その数として最も適当な数値を、次の a～e のうちから一つ選びなさい。ただし、原子の相対質量は質量数に等しいものとする。

10 種類

- a 5 b 8 c 10 d 16 e 32

- (2) (1)の分子のうち、最も存在比〔%〕の多い分子として最も適当なものを、次の a～d のうちから一つ選びなさい。ただし、それぞれの同位体の存在比は $^{12}\text{C} : 99\%$ 、 $^{13}\text{C} : 1.0\%$ 、 $^{35}\text{Cl} : 76\%$ 、 $^{37}\text{Cl} : 24\%$ とする。なお、 $^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}_2^{37}\text{Cl}_2$ は 1 つの ^{13}C と 2 つの ^{35}Cl 、2 つの ^{37}Cl からできた四塩化炭素分子を表している。 11

- a $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_4$ b $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_3^{37}\text{Cl}$ c $^{12}\text{C}^{35}\text{Cl}_2^{37}\text{Cl}_2$ d $^{13}\text{C}^{35}\text{Cl}_3^{37}\text{Cl}$

問4 次の塩のうち、水溶液が塩基性を示す塩として正しいものを、次の a～e のうちから一つ選びなさい。 12

- a 硫酸アンモニウム b 塩化カルシウム c 硫酸ナトリウム
d 硫酸水素カリウム e 酢酸ナトリウム

問5 不純物を含む炭酸ナトリウムの粉末 1.0 g を純水に溶解して、正確に 200 mL の水溶液を調製した。この水溶液から 20 mL をコニカルビーカーにはかり取って、指示薬としてフェノールフタレインを数滴加えた。はかり取った水溶液を 0.10 mol/L の塩酸で滴定したところ、8.0 mL 滴下したところで水溶液の色が に変化したので、1 回目の中和点とした。次に、指示薬としてメチルオレンジを数滴加えて、0.10 mol/L の塩酸で続けて滴定したところ、さらに mL 滴下したところで、水溶液の色が に変化したので、2 回目の中和点とした。次の(1)~(3)に答えなさい。ただし、不純物は反応に関与しないものとする。

- (1) 空欄 , にあてはまる色の変化の組合せとして正しいものを、次の a ~ d のうちから一つ選びなさい。

ア

イ

- | | | |
|---|--------|--------|
| a | 赤色から無色 | 赤色から黄色 |
| b | 赤色から無色 | 黄色から赤色 |
| c | 無色から赤色 | 赤色から黄色 |
| d | 無色から赤色 | 黄色から赤色 |

- (2) 空欄 にあてはまる数値として最も適当なものを、次の a ~ e のうちから一つ選びなさい。

- a 2.0 b 4.0 c 8.0 d 12 e 16

- (3) この粉末中の炭酸ナトリウムの純度〔質量%〕は何%か。有効数字2桁で答えなさい。

※解答は記述問題用の解答用紙に記入しなさい（マークシートには記入しないこと）。

%

問6 0.50 mol/L の二クロム酸カリウム水溶液 100 mL に過酸化水素水を加え、硫酸酸性条件で過不足なく反応させた。このとき発生した酸素の標準状態での体積は何 L か。有効数字2桁で答えなさい。ただし、発生した酸素は水に溶けないものとする。

※解答は記述問題用の解答用紙に記入しなさい（マークシートには記入しないこと）。

L

<メモ>

Ⅲ 細胞と遺伝子に関する次の文章A・Bを読んで、下の問1～問9に答えなさい。

A 生物の体内では、物質の合成や分解が絶えず起こっている。これらの化学反応全体は代謝と呼ばれ、同化と異化に分けられる。個々の代謝の過程はいくつもの連続した反応から成り立っていることが多く、一連の各反応は^ア酵素によって円滑に進められている。

ある原核生物は、図1に示す反応系により、物質Xから3つの物質(A, B, C)を経て、生育に必要な物質である物質Yを合成することができる。この反応系では、物質Xから最終産物である物質Yまでに4つの段階が必要であり、それぞれの段階には異なる4種類の酵素(酵素D～G)が働いている。この原核生物のうち、すべての酵素が正常に働く個体(以降、正常型と呼ぶ)と、4種類の酵素のうちいずれか1種類が働かなくなった個体(以降、変異型と呼ぶ)を用いて、それぞれの個体に物質X, Y, A, B, Cを与えたときに生育できるかどうかを調べたところ、表1のようになった。ただし、表中の+は生育する、-は生育しないことを示す。

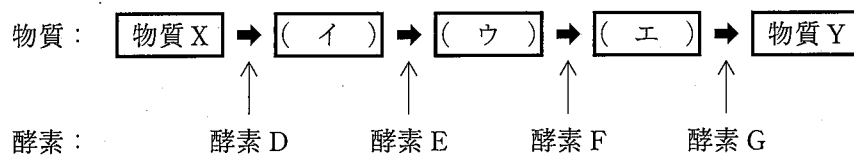


図1

表1

	物質X	物質Y	物質A	物質B	物質C
個体Ⅰ	-	+	+	-	+
個体Ⅱ	-	+	-	-	-
個体Ⅲ	+	+	+	+	+
個体Ⅳ	-	+	+	+	+
個体Ⅴ	-	+	-	-	+

問1 下線部アについて、酵素に関する説明として最も適当なものを、次のa～eのうちから一つ選びなさい。 15

- a 酵素は、細胞内でのみ働く。
- b 酵素は、おもに炭水化物でできている。
- c 酵素は、化学反応の際に消費される。
- d ミトコンドリアには、光合成に関係する酵素が存在している。
- e 核には、DNAの合成に関係する酵素が存在している。

問2 図1に関する説明として最も適当なものを、次のa～eのうちから一つ選びなさい。

16

- a 正常型は、物質Xを与えたときのみ生育できる。
- b 酵素Dが働かなくなった変異型は、(イ)を与えても生育できない。
- c 酵素Eが働かなくなった変異型は、(イ)を与えれば生育できるが、(ウ)を与えても生育できない。
- d 酵素Fが働かなくなった変異型は、物質Xを与えても生育できないが、(エ)を与えれば生育できる。
- e 酵素Gが働かなくなった変異型は、物質Xを与えても生育できないが、(ウ)または(エ)を与えれば生育できる。

問3 表1中の個体I～個体Vのうち、正常型の個体として最も適当なものを、次のa～eのうちから一つ選びなさい。

17

- a 個体I
- b 個体II
- c 個体III
- d 個体IV
- e 個体V

問4 図1中の(イ)・(エ)に入る物質の組合せとして最も適当なものを、次のa～eのうちから一つ選びなさい。

18

- | | イ | エ |
|---|-----|-----|
| a | 物質A | 物質B |
| b | 物質B | 物質A |
| c | 物質B | 物質C |
| d | 物質C | 物質B |
| e | 物質C | 物質A |

問5 次の文章中の空欄 オ に適当な語を入れなさい。

※解答は記述問題用の解答用紙に記入しなさい(マークシートに記入しないこと)。

代謝にともなうエネルギーの受け渡しは、ATPと呼ばれる分子を仲立ちとして行われている。

ATPのように、塩基、糖、リン酸が結合した物質は オ と呼ばれる。

B 生物の形質には、タンパク質が深く関わっている。タンパク質は、遺伝情報に基づいて合成され、その遺伝情報はDNAの塩基配列として存在する。遺伝子の塩基配列は、RNAへ写し取られる。この過程を転写という。RNAに写し取られた塩基配列は、連続した塩基3つの並びで1つのアミノ酸を指定する。指定されたアミノ酸は次々と結合して、遺伝子ごとに決まったアミノ酸配列をもったタンパク質が合成される。この過程を翻訳という。遺伝情報は原則としてDNA→RNA→タンパク質へと一方向に流れることが知られており、このような遺伝情報の流れに関する原則はセントラルドグマと呼ばれる。

問6 下線部カについて、タンパク質に関する記述として最も適当なものを、次のa～eのうちから一つ選びなさい。 19

- a ヒトの場合、 3.0×10^9 種類のタンパク質をもつ。
- b タンパク質を構成するアミノ酸は、64種類存在する。
- c タンパク質を構成するアミノ酸どうしは、高エネルギーリン酸結合によって結合している。
- d 筋肉の細胞に含まれるアクチンは、筋肉の収縮に関与する。
- e 皮膚に含まれるコラーゲンは、免疫に関与する。

問7 下線部キに関して、転写によってつくられたRNAの塩基配列が「AUGACU」のとき、「転写された側のDNAの塩基配列」と、「転写された側のDNAに相補的なDNAの塩基配列」として最も適当なものを、次のa～eのうちから一つずつ選びなさい。

転写された側のDNAの塩基配列 20

転写された側のDNAに相補的なDNAの塩基配列 21

- | | | |
|----------|----------|----------|
| a TACTGA | b CGTCAG | c ATGACT |
| d UACUGA | e GCAGTC | |

問8 下線部クに関して、「AUGACU」という mRNA の塩基配列からは、表2を参照すると、「メチオニン-トレオニン」というアミノ酸配列が指定される。同じアミノ酸配列を指定する mRNA の塩基配列として、「AUGACU」以外に何通りの塩基配列があるか。最も適当なものを下の a～e のうちから一つ選びなさい。ただし、左端の「A」がアミノ酸を指定する3つの並びの1番目の塩基とし、表2に示した塩基3つの並び以外でメチオニンおよびトレオニンを指定するものは存在しない。

22 通り

表2

塩基3つの並び	アミノ酸
AUG	メチオニン
ACU, ACC, ACA, ACG	トレオニン

- a 3 b 4 c 5
d 8 e 12

問9 ある生物のもつゲノムの総塩基数は、 2.4×10^7 個であった。この DNA のすべての領域がタンパク質に翻訳される情報をもっており、1つのタンパク質は160個のアミノ酸からなるとすると、合成されるタンパク質の種類は最大何種類か。有効数字2桁で答えなさい。ただし、2本鎖 DNA の片方にのみタンパク質に関する遺伝情報があるものとする。

※解答は記述問題用の解答用紙に記入しなさい（マークシートに記入しないこと）。

種類

IV 体内環境の維持に関する次の文章を読んで、下の問1～問7に答えなさい。

動物の体内にはさまざまな器官が存在し、互いに密接に関係しあって体内環境を一定に保っている。

肝臓は消化管に付属する最大の器官であり、その機能は多岐に渡る。代表的な機能には、血液の循環を介した体液の濃度調節がある。肝臓は、血液中のグルコースやタンパク質の濃度の調節、尿素の合成などを行うことで恒常性に寄与している。同じく体液の濃度調節を行う器官には腎臓がある。腎臓は、尿素などの不要な成分を尿として排出する他に、体内の水分量やNa⁺量の調節を担っている。

問1 下線部アについて、肝臓は肝小葉という構成単位の集合体である。肝小葉に関する説明として最も適当なものを、次のa～eのうちから一つ選べなさい。 23

- a 肝小葉は、一つの肝臓内に約500万個含まれる。
- b 肝小葉で合成した物質は、肝門脈を通り小腸に流入する。
- c 胆汁は、肝小葉内を中心静脈から遠ざかるように移動する。
- d 肝小葉では、ヘモグロビンの分解によって、赤血球が生じる。
- e 肝臓の機能が阻害されると、肝小葉はアルコールを合成する。

問2 下線部イについて、体液の循環に関する説明として最も適当なものを、次のa～eのうちから一つ選べなさい。 24

- a 毛細血管から染み出した体液を、リンパ液と呼ぶ。
- b 動脈には弁があるが、静脈には弁がない。
- c 肝門脈には動脈血が流れている。
- d リンパ管は、鎖骨下静脈で血管と合流する。
- e リンパ球はリンパ管にのみ存在する。

問3 下線部ウについて、肝臓で合成されるタンパク質として正しいものを、次のa～eのうちから一つ選べなさい。 25

- a アルブミン b グルカゴン c 成長ホルモン
- d 免疫グロブリン e インスリン

問4 免疫とヒトに関する説明として最も適当なものを、次のa～eのうちから一つ選びなさい。

26

- a 予防接種では、免疫寛容のしくみを用いて、記憶細胞をつくることができる。
- b 血清療法では、ワクチンを注射することで病原菌を排除する。
- c アナフィラキシーは、全身性の強いアレルギー反応を表す。
- d 自己免疫疾患は、自己の成分に対して免疫反応が生じない状態を表す。
- e AIDS は、HIV がマクロファージに感染することで生じる。

問5 下線部エについて、腎臓に関する説明として最も適当なものを、次のa～eのうちから一つ選びなさい。

27

- a ヒトの腎臓は、腹部の腹側に左右1個ずつ存在する。
- b ヒトでは、1個の腎臓に約10万個のネフロンがある。
- c 腎臓には、動脈血のみならず、静脈血も流入する。
- d 原尿には、グルコースやアミノ酸が含まれている。
- e 尿素などの老廃物は、腎う、集合管、輸尿管の順に運ばれてほうこうに集まり、尿として排出される。

問6 下線部オについて、体内の水分量や Na^+ 量の調節に関する記述として最も適当なものを、次のa～eのうちから一つ選びなさい。

28

- a バソプレシンは、脳下垂体後葉で合成・分泌される。
- b バソプレシンはおもに集合管に作用し、水の再吸収を促進する。
- c バソプレシンの働きにより、血圧は低下する。
- d 鉱質コルチコイドはおもに細尿管に作用し、 Na^+ の排出を促進する。
- e 鉱質コルチコイドは、副腎髄質で合成・分泌される。

問7 次の文章中の空欄 **カ** ・ **キ** に適当な数値を入れなさい。ただし、割り切れない場合は小数第一位を四捨五入し、整数で答えなさい。

※解答は記述問題用の解答用紙に記入しなさい（マークシートに記入しないこと）。

1分あたりに生成される尿量を1mL、尿中に排出された尿素量が原尿の60%、尿素濃度は血しょうで0.4mg/mL、尿で24mg/mLであると仮定すると、1分あたりに生成される原尿量は **カ** mL/分となる。ここで、糸球体からボーマンのうへ血しょうの20%がろ過され、血液の50%が血しょうであると仮定すると、心臓から拍出された血液（5L/分）のうち **キ** %が腎臓に到達することになる。

<メモ>

<メモ>