

令和4年度入学試験問題(選抜Ⅰ期)

歯学部・保健医療学部

理 科

物 理 **1**~**3** (1~5 ページ)

化 学 **1**~**10** (6~11 ページ)

生 物 **1**~**3** (14~17 ページ)

薬 学 部

化 学

化 学 **1**~**11** (6~13 ページ)

[注意事項]

- 1 試験時間 11時30分から12時30分まで
- 2 試験問題(冊子、下書き用紙付き) 1部
- 3 解答用紙 歯学部・保健医療学部(物理1枚 化学1枚 生物1枚)
薬学部(化学1枚)
- 4 解答用紙の受験番号記入欄に受験番号を、氏名記入欄に氏名を記入して下さい。
- 5 下書き用紙と試験問題冊子の余白は、採点には全く関係しませんので、計算、下書き等に自由に使用して差し支えありません。
- 6 解答は所定の解答欄に記入して下さい。
- 7 途中退場
 - (1) 退場は試験開始後40分までは許可しません。40分以降は途中退場可能ですが、試験終了の5分前からも許可しません。
 - (2) 受験中に緊急な事態が生じた場合は、挙手し監督者の指示に従って下さい。
 - (3) 退場の際は挙手し監督者の許可を得てから、受験票及び所持品を携行の上退場して下さい。
 - (4) 休憩のための退場は認めません。
- 8 試験終了後は解答用紙のみ提出して下さい。この問題冊子と下書き用紙は持ち帰って下さい。

選抜Ⅰ期

物 理

- 1 なめらかな水平面内の一一直線上を一定の速度で動いている、2つの小物体の衝突について考える。2物体を物体A, B、それらの質量をそれぞれ $m_1[\text{kg}]$, $m_2[\text{kg}]$ とする。図のように、直線上で静止している観測者Pから見て、速度がそれぞれ $v_1[\text{m/s}]$, $v_2[\text{m/s}]$ の物体A, Bが衝突して、衝突後に速度が $v_1'[\text{m/s}]$, $v_2'[\text{m/s}]$ になった。



問 1 衝突時に2物体は互いに力を及ぼしあう。衝突の非常に短い時間 $\Delta t[\text{s}]$ の間に物体A, Bの受ける力をそれぞれ $F_1[\text{N}]$, $F_2[\text{N}]$ とする。そして、これらが Δt の間に変化しないとして、衝突の前後で2物体の運動量の和(全体系の運動量)が変わらない(保存される)とき、2物体間の力について作用・反作用の法則が成り立っていることを示しなさい。

問 2 以下の文中の①～⑤に入る適当な式を答えなさい。

直線上で一定の速度 v_2 で動いている観測者Qから見ると、衝突前には物体Aの速度 $u_1[\text{m/s}]$ は $u_1 = \boxed{\text{①}}$ であり、物体Bは静止し、速度 $u_2[\text{m/s}]$ は $u_2 = 0$ である。つまり、観測者Qから見ると、2物体のうちひとつが静止している場合の衝突の問題になっている。そして、観測者Qから見た2物体の衝突後の速度 $u_1'[\text{m/s}]$, $u_2'[\text{m/s}]$ は、全体系に関する運動量保存則から容易に求められる。結果は、はねかえり係数(反発係数) e 、衝突前の速度 u_1 などを用いた $u_1' = \boxed{\text{②}} \times u_1$, $u_2' = \boxed{\text{③}} \times u_1$ である。

2物体の衝突後の速度が観測者Pから見て v_1' , v_2' であり、これらが観測者Qから見ると u_1' , u_2' であるので、 v_1' , v_2' は u_1' , u_2' で表すことができる。そして、 u_1' , u_2' に上で得られた結果を代入すると、ともに動いている2物体が衝突するとき、衝突後の速度は衝突前の速度によって

$$v_1' = \boxed{\text{②}} \times v_1 + \boxed{\text{④}} \times v_2, \quad v_2' = \boxed{\text{③}} \times v_1 + \boxed{\text{⑤}} \times v_2$$

のように与えられることがわかる。

2

光の反射と屈折について考える。以下の設問に解答せよ。

屈折率 n_1 の媒質 1 と屈折率 n_2 の媒質 2 が、水平な境界面で接している。図 1 のように、媒質 1 内において速さ c_1 で伝わる平面波の光が、媒質 1 の側から入射角 θ で入射し、境界面で反射、および、屈折する現象を考える。 $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ [rad] とする。図 1 は時刻 0 に波面 AA' の一端 A が境界面に接した様子を表す。その後の時刻 t_1 に、他端 A' が境界面に達する位置 B' も示してある。

問 1 A'B' 間の距離を c_1, t_1 を用いて表せ。

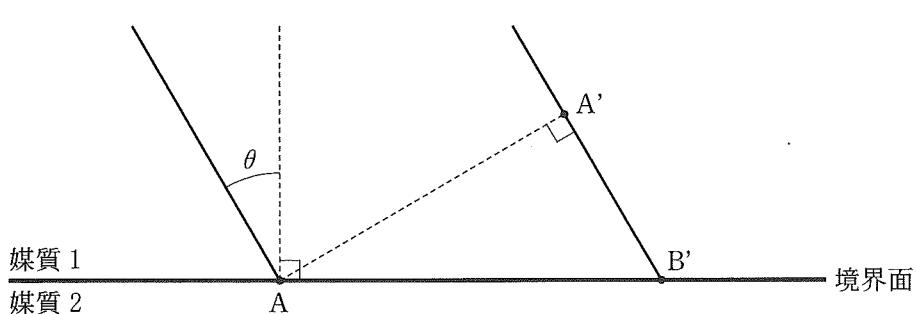


図 1

最初に反射の様子を考える。図 2 に示すように、時刻 0 の波面 AA' は、時刻 t ($0 \leq t < t_1$) に、波面 CZZ' に達し、時刻 t_1 には波面 BB' に達しているとする。

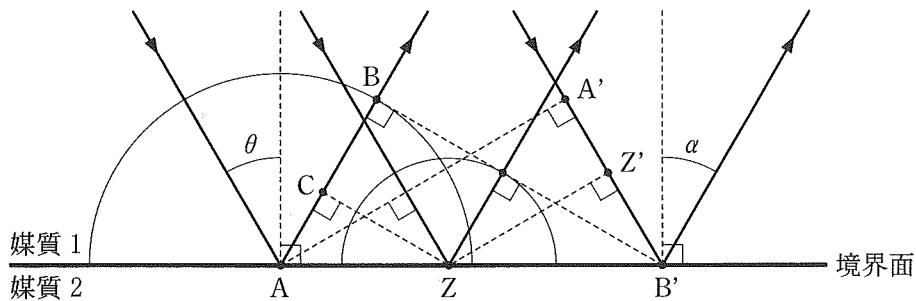


図 2

問 2 以下の文章の (ア) と (イ) にあてはまる適切な式を答えよ。

時刻 t ($0 \leq t < t_1$) に位置 Z から出た素元波 (小さな無数の球面波) を考える。位置 Z は、
 AZ 間の距離 \overline{AZ} で指定できる。AA' と ZZ' が平行なので、 \overline{AZ} は c_1, t, θ を用いて
 $\overline{AZ} = \boxed{\text{(ア)}}$ と表せる。時刻 t に位置 Z を波源として生じた素元波は、時刻 t_1 において
 媒質 1 内に半球の波面を作る。これを媒質 1 内における『時刻 t に波源 Z から出た素元波の
 時刻 t_1 における波面』と呼ぼう。時刻 t_1 におけるこの波面の半径は、 c_1, t, t_1 を用いて
 $\boxed{\text{(イ)}}$ と表せる。例として、図 2 には A と Z を波源とする素元波が半円で示されている。
 こうして『時刻 t に波源 Z から出た素元波の時刻 t_1 における波面』を、0 から t_1 までの
 全ての時刻 t に対して考えると、それらが共通に接する面が時刻 t_1 における媒質 1 内の反
 射波の波面 BB' となる。以下では図 2 に α で表した反射角について考える。

問 3 AB' 間の距離を c_1, t_1, α を用いて表せ。

問 4 AB' 間の距離を c_1, t_1, θ を用いて表せ。

問 5 反射角 α を θ を用いて表せ。

次に、屈折率が $n_1 < n_2$ の関係を満たすとして、図 3 に示す屈折の様子を考える。時刻 0 の波
 面 AA' は、時刻 t ($0 \leq t < t_1$) に、波面 CZZ' に達し、時刻 t_1 には波面 B'B'' に達しているとする。

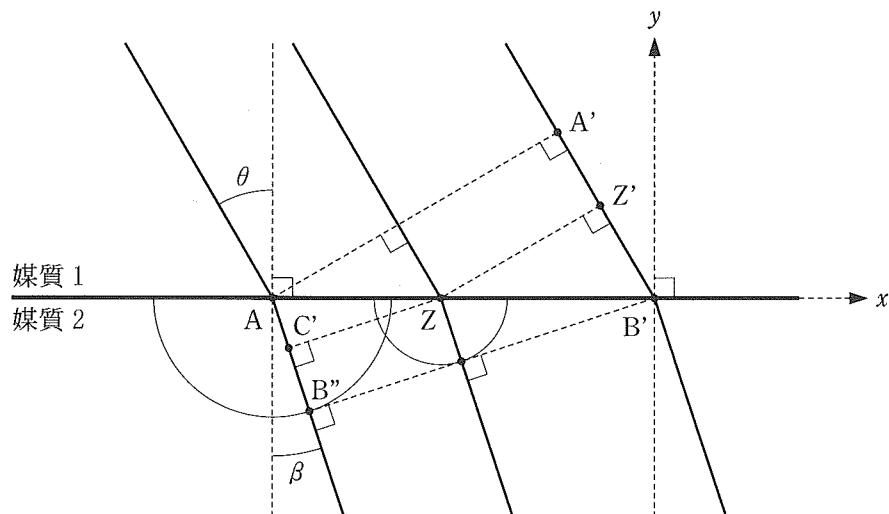


図 3

問 6 媒質 2 内における光の伝わる速さを c_1, n_1, n_2 を用いて表せ。

問 7 光の振動数は、媒質が変わっても変化しない。媒質 1 内と媒質 2 内における光の波長の差の絶対値を $\Delta\lambda$ としたとき、光の振動数を $c_1, n_1, n_2, \Delta\lambda$ を用いて表せ。

問 8 ホイヘンスの原理に基づき、波面 $B''B'$ を作図する方法を検討する。以下の文章の

(ウ) から (オ) までの空欄にあてはまる適切な式を答えよ。

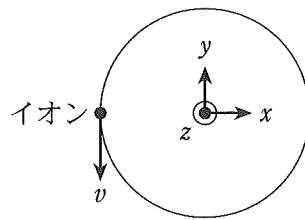
時刻 t ($0 \leq t < t_1$) に位置 Z から出た素元波 (小さな無数の球面波) を考える。位置 Z は、
 ZB' 間の距離 $\overline{ZB'}$ で指定でき、 $\overline{ZB'}$ は c_1, t, t_1, θ を用いて $\overline{ZB'} = \boxed{\text{(ウ)}}$ と表せる。時
刻 t に位置 Z を波源として生じた素元波は、時刻 t_1 において媒質 2 内に半球の波面を作
る。これを媒質 2 内における『時刻 t に波源 Z から出た素元波の時刻 t_1 における波面』と呼
ぼう。時刻 t_1 におけるこの波面の半径 r は、 c_1, t, t_1, n_1, n_2 を用いて $\boxed{\text{(エ)}}$ と表
せる。例として、図 3 には A と Z を波源とする素元波が半円で示されている。こうして『時
刻 t に波源 Z から出た素元波の時刻 t_1 における波面』を、0 から t_1 までの全ての時刻 t に対
して考えると、それらが共通に接する面が時刻 t_1 における媒質 2 内の反射波の波面 $B''B'$ と
なる。

図 3 に示したように、 B' を原点、水平右向きを x 軸の正の向き、鉛直上向きを y 軸の正
の向きと定めると、波面 $B''B'$ は直線 $y = \frac{D}{\sqrt{1 - D^2}} x$ 上にある。ただし D は $\boxed{\text{(エ)}}$ を
 $\boxed{\text{(ウ)}}$ で割った値である。一方、図 3 のように屈折角を β で表すと、 D は β を用いて
 $\boxed{\text{(オ)}}$ と表せる。

3 図のように、磁束密度の大きさが B [T] の一様な磁場の中で、正の電気量 q [C] と質量 m [kg] をもつイオンが運動しており、 x , y , z 軸をそれぞれ図中に示すようにとる。イオンのつくる電場と磁場、地磁気と重力の影響、空気抵抗は、いずれも無視できるとする。

このとき、以下の設問に答えなさい。

図のように、イオンが一定の速さ v [m/s] で xy 平面内を円運動している状況を考える。



問 1 磁場の向きを答えなさい。また、イオンの速度が x 軸の正の向きを向いている瞬間に、イオンが磁場から受ける力の向きを答えなさい。

問 2 イオンが描く円軌道の半径 r [m] を、 v , q , m , B を用いて表しなさい。

問 3 イオンが行う円運動の周期 T [s] を、 q , m , B を用いて表しなさい。

選抜Ⅰ期

化 学

.....薬学部のみ解答(11).....

【注意】 以下の問題において、必要があれば下記の数値を使用しなさい。

また計算問題の有効数字については、各問題の指示に従いなさい。

原子量：H : 1.00, C : 12.0, N : 14.0, O : 16.0, Na : 23.0, Al : 27.0,
S : 32.0, Cl : 35.5, K : 39.0, Mn : 55.0, Br : 80.0, I : 127

気体の圧力：1 atm = 1.013×10^5 Pa

標準状態における気体 1 mol の占める体積：22.4 L

気体定数： 8.31×10^3 Pa・L/(mol・K)

アボガドロ定数： 6.02×10^{23} /mol

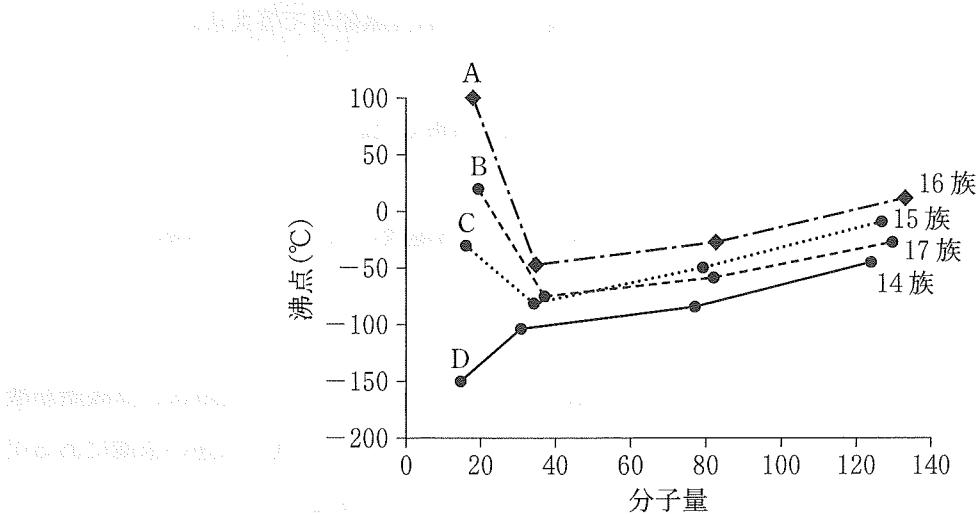
1

次に示す(a)～(f)の分子について、以下の(1)～(5)に記号で答えよ。

(a) CO₂ (b) HCl (c) H₂O (d) CH₄ (e) O₂ (f) N₂

- (1) 無極性分子をすべて選べ。
- (2) 三重結合をもつ分子をすべて選べ。
- (3) 非共有電子対を 2 組もつ分子をすべて選べ。
- (4) 二原子分子をすべて選べ。
- (5) 大気の成分として最も大きな体積パーセントを占める分子を選べ。

- 2 下図は、元素の周期表において 14 族から 17 族の元素の水素化合物の分子量と沸点の関係を表したものである。以下の(1), (2)に答えよ。



(1) 水素化合物 A～D の分子式を記せ。

(2) 文中の ア～オにあてはまる適切な語句を答えよ。

第 3 周期から第 5 周期の元素を見ると、同族元素の水素化合物は、アが大きいほど沸点が高い。しかし、A, B, C では、分子どうしでイを形成するため、上記の関係が成り立たない。A, B, C では、水素原子と水素原子に結合している原子のウの差が大きいため、原子間のエの分布にかたよりが生じ、分子はオを持つ。これが、分子間にイが形成される理由である。一方、D は無オ分子のため、分子間でイを形成しない。

- 3 次の文の ア～コにあてはまる適切な数字または語句を答えよ。

元素の周期表のア族に属する炭素のイには、きわめて硬く、電気伝導性のないウや、光沢のある黒色の結晶で、電気伝導性のあるエのほか、 C_{60} , C_{70} などの分子式をもつ球状のオと呼ばれる分子がある。

周期表のア族に属し、総電子数が炭素よりカ個多いケイ素は、地殻中でキの次に多く存在する元素である。高純度のケイ素の単体はわずかに電気伝導性があり、クの材料として用いられる。ケイ素の酸化物の二酸化ケイ素は、水酸化ナトリウムとともに加熱するとケを生成する。ケに水を加えて、加熱することで得られる水ガラスの水溶液に、塩酸を加えるとコが析出する。コを乾燥させるとシリカゲルになる。

4

切断したときに現れる新しい表面が銀白色を呈する 6 種類の金属 A, B, C, D, E, F がある。これらはマグネシウム、アルミニウム、カルシウム、鉄、銀、白金のうちのどれかに該当する。以下の実験結果(a)~(d)をもとに、A~F の金属をそれぞれ元素記号で答えよ。

- (a) A, B, C のうち、A のみ水酸化ナトリウム水溶液に溶解した。
- (b) D は水と激しく反応した。
- (c) A, B, C, E のうち、B のみが濃硝酸に溶解したが、希塩酸には A と E が溶解した。
- (d) F は熱水と反応した。

5

分子式 $C_{18}H_{30}O_2$ の脂肪酸 A は、カルボキシ基を 1 つもつ枝分かれのない直鎖状の高級脂肪酸であり、分子中に環状構造や三重結合は存在しない。また、カルボキシ基とは逆の末端にある炭素原子は、炭素-炭素二重結合を形成していない。以下の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 5.56 g の脂肪酸 A に臭素を反応させると、臭素は最大で何 [g] 反応するか、有効数字 3 桁で答えよ。
- (2) この脂肪酸には何種類の幾何異性体(シス・トランス異性体)が存在するか。ただし、二重結合と二重結合との間には、必ず二重結合していない炭素原子が存在するものとする。
- (3) この脂肪酸にニッケルを触媒に用いて水素を完全に付加させると、脂肪酸 B が得られた。

脂肪酸 B の分子式を答えよ。

6

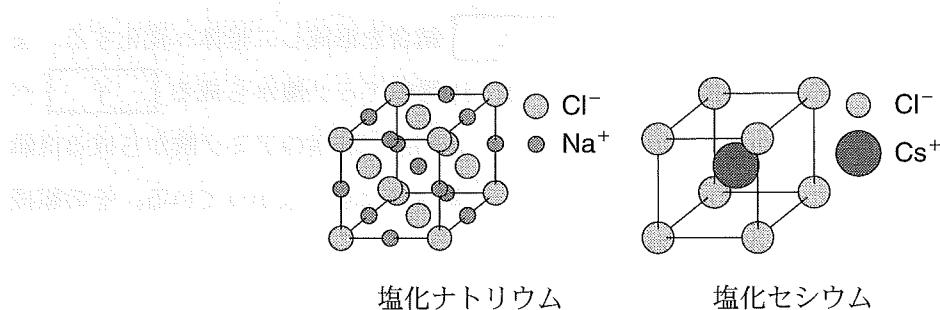
次の文を読み、以下の(1)~(3)に答えよ。

化合物 A は炭素、水素、酸素からなる炭素数 14 の芳香族化合物である。A を水酸化ナトリウム水溶液に加えて加熱した後、希塩酸で中和すると化合物 B, C, D が得られた。このうち B と C は芳香族化合物であった。B, C, D に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、いずれもナトリウム塩となり溶けたが、その水溶液に二酸化炭素を通じると C のみが遊離した。D にアンモニア性硝酸銀溶液を加えて加熱すると、銀が析出した。B にメタノールと酸を反応させると、分子式 $C_8H_8O_3$ の化合物 E が得られ、また、B に無水酢酸を反応させると分子式 $C_9H_8O_4$ の化合物 F が得られた。

- (1) 化合物 C はベンゼンに触媒存在下でプロパンを反応させた後、酸化に続く分解でも得られる。化合物 C の構造式を記せ。
- (2) 化合物 F として考えられる構造は何種類存在するか。また、そのうちの 1 つを構造式で記せ。
- (3) 化合物 A の分子式を記せ。

7 次の文を読み、以下の(1)～(3)に答えよ。

塩化ナトリウムの結晶格子は、1つの Na^+ に6つの Cl^- が接しているが、塩化セシウムでは、1つの Cs^+ に8つの Cl^- が接している。塩化ナトリウムの溶解度は、25 °Cで水100 gに対し35.9 gであるが、医療用として広く使用されている生理食塩水では、血液や体液の浸透圧と等しくなるように、塩化ナトリウムの濃度が質量パーセント濃度で0.90 %に調整されている。



- (1) 塩化ナトリウムの単位格子内にある Cl^- の数は、塩化セシウムの単位格子内にある Cl^- の数の何倍か。

(2) 生理食塩水のモル濃度 [mol/L] を有効数字 3 柱で答えよ。ただし、生理食塩水の密度は 1.00 g/cm^3 とする。

(3) 37°C における血液の浸透圧 [Pa] を有効数字 3 柱で答えよ。ただし、 37°C における生理食塩水の密度は 1.00 g/cm^3 で、塩化ナトリウムは完全に電離しているものとする。

8 $X + Y \rightarrow Z$ で表される反応について、温度を一定に保ち X の濃度 $[X]$ [mol/L]、 Y の濃度 $[Y]$ [mol/L] を変えて Z の生成速度 v [mol/(L·s)] を求めると、下表に示す結果が得られた。以下の(1)～(3)に答えよ。

	実験 1	実験 2	実験 3
[X] [mol/L]	0.800	0.800	1.60
[Y] [mol/L]	1.20	0.600	0.600
v [mol/(L·s)]	0.0480	0.0240	0.0960

- (1) 反応速度定数を k [$\text{L}^2 / (\text{mol}^2 \cdot \text{s})$] として、この反応の反応速度式を [X], [Y] を用いて表せ。

(2) 反応速度定数 k を有効数字 3 桁で答えよ。

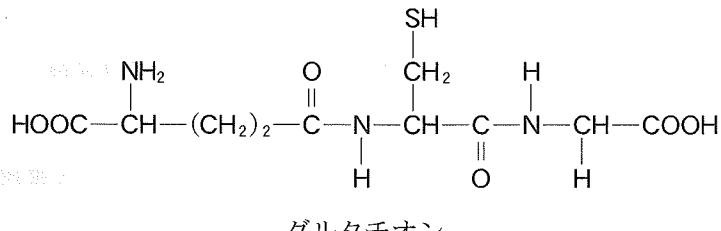
(3) 0.40 mol/L の X と 0.80 mol/L の Y を用いたときの Z の生成速度を、有効数字 2 桁で答えよ。

9

次の文を読み、以下の(1)~(3)に答えよ。

アミノ酸どうしのアミド結合によりペプチドが形成される。3つのアミノ酸からなるペプチドを **ア** ペプチド、多数のアミノ酸からなるペプチドを **イ** ペプチドと呼ぶ。

例えば、生体内で毒物の除去に関与しているグルタチオン(下図)は、3つのアミノ酸(**ウ**、システィン、グリシン)から成る**ア** ペプチドである。生体内で酸化性物質が生じるとグルタチオンのSH基が酸化を受け、**エ** 結合を形成し二量体へ変化する。また、正常な血糖値を維持する働きを持つインスリンは、51個のアミノ酸から成る**イ** ペプチドである。21個のアミノ酸から成る直鎖状ペプチド(A鎖)と30個のアミノ酸から成る直鎖状ペプチド(B鎖)が、システィンどうしによる**エ** 結合によりつながっている。その組成式および分子量は、それぞれ $C_{257}H_{383}N_{65}O_{77}S_6$ と 5807 である。



- (1) **ア** ~ **エ** にあてはまる適切な語句を答えよ。
- (2) インスリン1分子に含まれるペプチド結合はいくつあるか。
- (3) 5.807 mg のインスリンを完全に分解したときに発生するアンモニアの質量は何 mg か。有効数字3桁で答えよ。ただし、完全に分解すると窒素原子は、すべてアンモニアになるとす。

10 アラニンは、側鎖(置換基)としてメチル基を持つ α -アミノ酸である。水溶液中でのアラニンにおける陽イオンから双性イオンへの解離定数(K_1)は $1.0 \times 10^{-2.3}$, 双性イオンから陰イオンへの解離定数(K_2)は $1.0 \times 10^{-9.7}$ である。以下の(1)~(4)に答えよ。

- (1) アラニンの等電点を整数で答えよ。
- (2) 水溶液中でのアラニンの等電点における構造式を記せ。
- (3) pH 2.3 の水溶液中に溶解している全アラニンイオンに対するアラニンの陽イオンの割合[%]を求め、整数で答えよ。
- (4) pH 7.7 の水溶液中に溶解している全アラニンイオンに対するアラニンの双性イオンの割合[%]を求め、整数で答えよ。

……薬学部のみ解答(11)……

11 次の文を読み、以下の(1)~(4)に答えよ。

化学的酸素要求量(COD)とは、水中に存在する被酸化性物質、主として有機物や Fe^{2+} や NO_2^- などを一定の条件で酸化分解するとき、消費される酸化剤の質量を、それに相当する酸素(分子量 32.0)の質量で表したもので、水質汚染の状態を知る1つの重要な指標とされている。

COD を測定するときの酸化剤としては、過マンガン酸カリウム KMnO_4 や二クロム酸カリウム $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ が用いられる。これらの酸化剤による酸化反応は硫酸酸性条件下で行うことが多く、硫酸酸性条件下における酸化反応では、 MnO_4^- は以下に示す反応式①により、酸化反応後 Mn^{2+} となる。

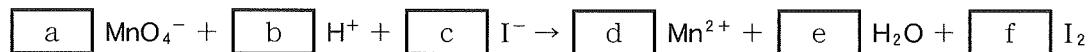


しかし、硫酸酸性条件下における KMnO_4 の酸化反応は、試料水中の Cl^- の影響を受けやすく、試料として Cl^- を多く含む海水を用いた場合には適さない。海水を試料とするときは、試料をアルカリ性とし、アルカリ性条件下 KMnO_4 を用いる方法が一般的である。アルカリ性条件下における酸化反応では、 MnO_4^- は以下に示す反応式②により、酸化反応後 MnO_2 となる。



いま、ある海水の試料を 50.0 mL とり、20 % の水酸化ナトリウム溶液 1.00 mL を加えてアルカリ性とし、これに $5.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の KMnO_4 水溶液を 5.00 mL 加えた後、60分間加熱した。その後、10 % のヨウ化カリウム KI 水溶液と希硫酸 5.00 mL を加え、 I_2 を遊離させた。遊離した I_2 を $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 水溶液で滴定したところ、 I_2 は $5.00 \times 10^{-5} \text{ mol}$ 遊離したことがわかった。

- (1) 反応式②において、反応の前後の Mn の酸化数を答えよ。
(2) 下線部では、試料水中の被酸化性物質を酸化したのちに残存した KMnO_4 により硫酸酸性下、 KI から I_2 を遊離させている。このとき MnO_4^- は反応式①により、酸化反応後 Mn^{2+} となっており、 I_2 を遊離させる下線部の反応は以下のイオン反応式で表される。



上のイオン反応式の $[\text{a}] \sim [\text{f}]$ にあてはまる数字を答えよ。

(3) COD は、水溶液 1 L に対して消費される酸化剤の質量を、それに相当する酸素(分子量 32.0)の質量で表したものである。硫酸酸性条件下、 KMnO_4 により被酸化性物質を酸化する場合には、反応式①より、 KMnO_4 1 molあたり酸化還元反応の過程で 5 mol の電子を受け取る。一方、 O_2 分子が酸化剤として反応する際の反応式は、



と表されるため、 KMnO_4 1 mol は O_2 分子 1.25 mol、すなわち 40 g に相当する。それでは、

アルカリ性条件下において KMnO_4 により被酸化性物質を酸化する場合には、 KMnO_4 1 mol は O_2 分子何 g に相当するか、整数値で答えよ。

(4) この海水の COD [mg/L] はいくつか、有効数字 3 術で答えよ。

選抜Ⅰ期

生物

1 次の文章を読み、以下の各問いに答えなさい。

生物は、炭水化物やタンパク質や脂肪などの有機物を分解するときに生じる化学エネルギーを用いてATPを合成する。このような反応には、酸素が用いられる呼吸や酸素が用いられない発酵がある。

発酵は、酵母や乳酸菌などの微生物が有機物を分解しておこなっており、それらはアルコール発酵や乳酸発酵として知られている。そして、このような発酵の過程には、解糖系といわれる共通の反応経路がある。その経路では、グルコース($C_6H_{12}O_6$)から C_3 化合物であるグリセルアルデヒドリン酸(GAP)が生成され、そのGAPに(①)酵素が作用してNADHが生成し、GAPはいくつかの段階を経て最終的にピルビン酸になる。

解糖系で產生されるピルビン酸は、アルコール発酵では、(②)酵素の働きによって(③)となり、(③)はNADHによって(④)されてエタノールとなる。また、乳酸発酵では、ピルビン酸はNADHによって(④)されて最終的に乳酸($C_3H_6O_3$)となる。

問1 (①)～(④)に適する語を答えなさい。

問2 グルコースを呼吸基質としたアルコール発酵の化学反応式を書きなさい。たとえば、乳酸発酵の場合は、 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_3H_6O_3$ という化学反応式である。

問3 酸素の供給が不十分なときに乳酸発酵と同じ反応過程が動物組織内でもみられる。その組織名を答えなさい。

問4 グルコース1分子から生じるグリセルアルデヒドリン酸(GAP)の分子数を答えなさい。

問5 1分子のグリセルアルデヒドリン酸(GAP)からピルビン酸が生成される際に產生されるATPの分子数を答えなさい。

2 次の文章を読み、以下の各問い合わせに答えなさい。

DNA の複製は、複製起点(複製開始点)から酵素 A によって相補的塩基対の結合が切断されて 2 本鎖構造ではなく 1 本のヌクレオチド鎖として部分的にわかれる状態となり、ふくらんだ輪状構造となることからはじまる。この部分的に 1 本鎖となったヌクレオチド鎖のそれぞれが複製の 鎏型となり、相補的な関係性をもつヌクレオシド三リン酸と結合し、隣り合うヌクレオシド三リン酸どうしは酵素 B により連結されていくこととなる。

複製フォーク(ふくらんだ輪状構造の両端)は両方向に移動しながら新たなヌクレオチド鎖を合成していくが、酵素 B は X' 末端 → Y' 末端の方向にしかヌクレオチド鎖を合成することができないため、一方のヌクレオチド鎖は、複製フォークが進む方向に連続的に合成される。もう一方のヌクレオチド鎖は、新たな鎖を合成する際に、複製フォークが進む方向とは逆の方向に鎖を伸ばしていくことになる。そのため、酵素 B はプライマーの Y' 末端から短いヌクレオチド鎖の断片を合成して、最終的にそれら断片を酵素 C で連結して 1 本のヌクレオチド鎖とする。

これら一連の反応により、複製された DNA は鎔型となった一方の塩基配列情報がそのまま受け継がれることになる。

問 1 酵素 A や酵素 B、酵素 C の酵素名をそれぞれ答えなさい。

問 2 相補的塩基対の結合にある塩基対どうしの結合様式を答えなさい。

問 3 ヌクレオシド三リン酸の構造・構成について 80 文字以内で説明しなさい。

問 4 X と Y にあてはまる数字を答えなさい。

問 5 複製フォーク(ふくらんだ輪状構造の両端)が進む方向に連続的に合成されるヌクレオチド鎖の名称を答えなさい。

問 6 下線短いヌクレオチド鎖の断片の名称を答えなさい。

問 7 複製後に生じた DNA では、鎔型となった一方の鎖がそのまま受け継がれている。このような複製様式の名称を答えなさい。

3

動物の陸上への進出と進化に関する次の文章を読み、以下の各問いに答えなさい。

動物の中で最も早く陸上に進出したものは昆虫類やムカデやダニなどの(ア)で、シルル紀の末期からデボン紀であったと推測されている。一方、(イ)はデボン紀の中期に一部の(ウ)が浅瀬や水辺の陸上を這い始め、デボン紀の末期には(エ)が現れ、石炭紀の初期には(イ)として最初に完全に陸上生活に適応した(オ)が出現したと考えられている。陸上生活に適応するには、からだの構造や仕組みの変化が重要であった。これらの変化はおもに化石に基づいて推測されているが、化石としては残らないようなからだの仕組みの変化については、現存する生物どうしを比較して推測されることもある。

問 1 空欄ア～オに最も適当なものを、次の①～⑩からそれぞれ一つずつ選び、番号で答えなさい。

- ① 節足動物 ② 軟体動物 ③ 脊椎動物 ④ 三葉虫 ⑤ 両生類
⑥ 魚類 ⑦ 爬虫類 ⑧ 鳥類 ⑨ 哺乳類 ⑩ 恐竜類

問 2 (イ)の進化の過程におけるからだの構造の変化に関して、正しい順番はどれか。最も適当なものを次の①～⑤の内から一つ選びなさい。

- ① 頸の形成→原始的な肺の形成→胚膜の形成
② 頸の形成→胚膜の形成→原始的な肺の形成
③ 原始的な肺の形成→頸の形成→胚膜の形成
④ 原始的な肺の形成→胚膜の形成→頸の形成
⑤ 胚膜の形成→原始的な肺の形成→頸の形成

問 3 地層の相対年代の推定に利用される示準化石、および、岩石や遺物の絶対年代の測定に用いられる放射性同位体に関する以下の(1)と(2)の各問い合わせに答えなさい。

(1) 示準化石に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを次の①～④のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

- ① 特定の年代に特定の地域だけに生息していたことがわかっている。
- ② 生きていた当時から希少生物だったことがわかっている。
- ③ 生きていた当時の生態的地位や生息環境がわかっている。
- ④ 特定の年代に様々な地域に広く生息していたことがわかっている。

(2) 放射性同位体に関する記述として正しいものはどれか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

- ① 放射性同位体の量は、半減期の2倍の時間が経つとゼロになる。
- ② 動物の死骸に含まれる炭素の放射性同位体は、生態系での炭素の循環に伴って動物の体内に取り込まれたものである。
- ③ 放射性同位体の半減期は元素の種類を問わず一定だが、化石など生物由来の遺物の年代測定にはもっぱら炭素の同位体が用いられる。