令和４年度　入学者選抜試験問題

一般選抜　令和４年１月29日

理　科　(120分)

I　注意事項

1　**試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。**

2　この問題冊子は83ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。

物理　4～27ページ
化学　28～51ページ
生物　52～83ページ

3　試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は，手を挙げて監督員に知らせなさい。

4　**解答用紙は２枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので，その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み，それぞれ正しく記入し，マークしなさい。**

①　**受験番号欄**
受験番号を記入し，さらにその下のマーク欄に**マーク**しなさい。**正しくマークされていない場合は，採点できないことがあります。**

②　**氏名欄**
氏名・フリガナを記入しなさい。

③　**解答科目欄**
解答する科目を一つ選び，科目の下の○**にマーク**しなさい。**マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は，０点**となります。

5　試験開始後30分間および試験終了前５分間は退出できません。

6　この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。**この問題冊子は試験終了後回収します。**

II　解答上の注意

1　解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば，大問 1 の 3 と表示のある問いに対して②と解答する場合は，次の〈例〉のように解答番号３の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解答欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受験番号				

獨協医科大学　医学部

一般選抜　試験問題「理科」化学範囲の誤植とその対処について

令和 4 年度入学者選抜試験問題において下記の誤りがありました。これらの訂正は試験時間内に口頭ならびに板書にて行っていることから，問題は有効として通常採点を行うものとしました。

令和 4 年 1 月 28 日

1　問 7　次の①～⑤の反応のうち，酸化還元反応でないものとして最も適切なものを一つ選びなさい。

① $2H_2S + SO_2 \rightarrow 3S + 2H_2O$
② $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$
③ $2Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$
④ $CuO + 2HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2O$
⑤ $Cu + 2H_2SO_4 \rightarrow CuSO_4 + 2H_2O + SO_2$

上記の設問において，③の化学反応式（下線部）は，正しくは「$Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HClO$」となります。

5　次の文章を読み，下の問 1～3 に答えなさい。

（前段落省略）
タンパク質水溶液に濃硝酸を加えて熱すると［ア］色になる。さらに，冷却後にアンモニア水を加えて塩基性にすると［イ］色になる反応をキサントプロテイン反応という。タンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後，少量の硫酸銅（Ⅱ）水溶液を加えると［ウ］色になる反応をビウレット反応という。また，アミノ酸やタンパク質の水溶液にニンヒドリン水溶液を加えて温めると［ウ］色になる反応をニンヒドリン反応という。
（後段落省略）

上記の段落中で空欄「［ウ］」が二か所に存在しますが，5 行目にある二つ目の「［ウ］」（下線部）は，正しくは「［エ］」であり，段落中ではア～エが順番に一か所ずつ配置されることとなります。

令和 4 年 1 月 29 日

5　問 1　下線部について，次の(a)，(b)の反応が起こる酸素と基質の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

上記の問題文では「酸素」（下線部）となっていますが，正しくは「酵素」となります。

以上

化　学

すべての設問にわたって，解答に際して必要ならば次の各値を使いなさい。
原子量　H：1.0　　C：12　　O：16
気体定数　$R = 8.3 \times 10^3$ Pa・L/(mol・K)
0℃，1.013×10^5 Pa を標準状態とする。

1　次の問1～9に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 10 〕

問1　化学と環境に関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

(a)　プラスチックは主に石油を原料としてつくられたものである。
(b)　セラミックスは硬くて耐熱性に優れるが，割れやすいという欠点をもつ。
(c)　水道水の消毒に塩素が利用されるが，これは塩素の還元力を利用している。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問2　実験データの扱いに関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 2

① 実験結果が予想と異なる場合は，データの記録をしない。

② 機器を用いて測定する際，測定値は最小目盛りの位まで読むのが一般的である。

③ 有効数字の異なる測定値どうしの積は，有効数字の桁数の最も大きい測定値の桁数に合わせる。

④ 測定値 0.034 の有効数字は，2 桁である。

⑤ 長さを測定したとき，9.5 cm と 9.50 cm は測定値として同じ意味となる。

問3　原子番号が1～36の元素に関する下の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 3

(a)　最外殻電子が2個である原子は4個存在する。

(b)　第一イオン化エネルギーが最も大きい元素はKrである。

(c)　第4周期の元素の最外殻はすべてN殻である。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問4　沸騰した水 100 mL に 2.0 mol/L 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を 1.0 mL 加えたところ，水酸化鉄(Ⅲ)のコロイドが生じたものとする。反応後の水溶液をセロハンでできた袋に入れて，純水に浸し，透析を行った。得られたコロイド溶液に直流の電圧をかけたところ，コロイド粒子は陰極側に移動した。

(1)　コロイドに関する次の①～⑤の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。

[4]

①　水酸化鉄(Ⅲ)のコロイドは赤褐色である。

②　同じモル濃度の塩化カルシウム水溶液とリン酸ナトリウム水溶液では，リン酸ナトリウム水溶液の方が少ない量で水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド粒子を凝析させる。

③　コロイド粒子の直径は，およそ 10^{-3} m 程度である。

④　コロイド溶液に，横からレーザー光線を当てると，チンダル現象が起こる。

⑤　コロイド粒子のブラウン運動は，溶媒分子の熱運動によって起こる。

(2)　27℃における水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液 0.10 L の浸透圧を測定したところ，3.0×10^2 Pa であった。コロイド粒子 1 個に含まれる鉄原子の数の平均値として最も近い数値を，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，コロイドの生成反応は完全に進行したものとし，塩化鉄(Ⅲ)水溶液を沸騰した水に加えたときの体積変化は無視出来るものとする。[5] 個

①　17　　②　34　　③　1.7×10^2

④　3.4×10^2　　⑤　1.7×10^3　　⑥　3.4×10^3

問5　呼気中の二酸化炭素の量が体積百分率でx〔%〕であるものとする。この値を調べるために次の実験を行った。0.020 mol/L の水酸化バリウム水溶液 100 mL を瓶に入れ，これに標準状態で 1.0 L の呼気を加えてよく振ったところ，炭酸バリウムの沈殿が生じた。

$$Ba(OH)_2 + CO_2 \longrightarrow BaCO_3 + H_2O$$

これをろ過して沈殿を除き，ろ液のすべてをコニカルビーカーに入れ，余った水酸化バリウムを 0.10 mol/L 塩酸で滴定したところ，8.0 mL 要した。

$$Ba(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow BaCl_2 + 2H_2O$$

このとき，xの値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，呼気中に含まれる二酸化炭素以外の成分は反応に影響しないものとし，二酸化炭素は水酸化バリウムとすべて反応したものとする。［ 6 ］%

① 1.8×10^{-1}　② 3.6×10^{-1}　③ 9.0×10^{-1}
④ 1.8　⑤ 3.6　⑥ 9.0

問6　ハロゲンの単体とその化合物に関する記述として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［ 7 ］

① フッ化カルシウムと濃硫酸を反応させて得られた気体の水溶液は，ポリエチレン容器に保存する。
② 酸化マンガン(Ⅳ)に濃塩酸を加えて加熱すると，赤褐色の気体が生じる。
③ 塩化カリウムにヨウ素を反応させると，塩素が遊離する。
④ 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えて加熱すると，黄緑色の気体が生じる。
⑤ フッ化水素と塩化水素では，塩化水素の方が高い沸点を示す。
⑥ 次亜塩素酸と塩素酸では，次亜塩素酸の方が強い酸である。

問7　油脂，セッケンに関する次の文章(a)～(c)の正誤の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 8

(a)　セッケンは陰イオン界面活性剤である。

(b)　けん化価の大きい油脂ほど，その分子量が大きい。なお，けん化価は，油脂1gをけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量（単位：mg）である。

(c)　1分子中にステアリン酸，オレイン酸，リノレン酸を1つずつ含む油脂では，立体異性体を除き，合計で3種類のトリグリセリドが存在する。

	(a)	(b)	(c)
①	正	誤	誤
②	誤	正	誤
③	誤	誤	正
④	正	正	誤
⑤	正	誤	正
⑥	誤	正	正
⑦	正	正	正
⑧	誤	誤	誤

問8　等電点が3.2，5.5，9.7の3種類のアミノ酸がある。これらのアミノ酸をすべてpHが［ア］の緩衝液に溶解し，陽イオン交換樹脂に流し込んだところ，1種類のアミノ酸が樹脂に結合した。［ア］にあてはまる整数値，または，整数値の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし，［ア］には3～10までの整数値が入るものとし，複数ある場合はすべて挙げたものを答えなさい。 9

① 3　② 3，4　③ 3，4，5　④ 5　⑤ 5，6，7，8
⑥ 5，6，7，8，9　⑦ 6，7，8，9　⑧ 9，10　⑨ 10

問9　ゴムに関する次の①～⑤の記述のうち，**誤りを含むもの**を一つ選びなさい。

10

① 生ゴムは，イソプレンの両端が付加重合し，1位と4位の炭素原子どうしが結合することで得られる。

② 生ゴムのイソプレン単位にある二重結合はシス形である。

③ 生ゴムに3～4%程度の硫黄を加えて加熱すると，エボナイトと呼ばれる硬い樹脂ができる。

④ スチレン - ブタジエンゴムは機械的な強度が大きく，タイヤや靴底などに用いられる。

⑤ アクリロニトリル - ブタジエンゴムは耐油性があり，石油ホースなどに用いられる。

（下　書　き　用　紙）

化学の試験問題は次に続く。

2　次の文章を読み，下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

現在，消毒薬として用いられるヨウ素溶液は，ポビドンヨードが主流であるが，かつてはヨードチンキが広く用いられていた。ヨードチンキは現在でも複方ヨード・グリセリン(ルゴール液)の主成分として用いられている。ヨードチンキは，70%エタノール水溶液にヨウ素とヨウ化カリウムを溶かしたものである。次のように，ヨードチンキ中のヨウ素はヨウ素滴定で，ヨウ化カリウムはヨウ素酸滴定で，それぞれ定量される。

実験1　ヨウ素滴定

ヨードチンキ5.0 mLをはかりとってコニカルビーカーに入れ，ヨウ化カリウム0.50 g，水20 mL，希塩酸1.0 mLを加える。ビュレットから0.10 mol/Lチオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下する。終点近くでデンプン溶液を加え，さらに滴下を続ける。溶液が［ア］色から［イ］色になったら終点である。なお，チオ硫酸ナトリウムとヨウ素の半反応式は次のように与えられる。

$$2S_2O_3^{2-} \longrightarrow S_4O_6^{2-} + 2e^-$$
$$I_2 + 2e^- \longrightarrow 2I^-$$

実験2　ヨウ化カリウムの定量

実験1とは別にヨードチンキ5.0 mLをはかりとってコニカルビーカーに入れ，水20 mL，塩酸50 mL，クロロホルム5.0 mLを加える。コニカルビーカーに，ビュレットから0.050 mol/Lヨウ素酸カリウム水溶液を滴下し，よくかき混ぜる。クロロホルム層が変色した後，5分静置しても色の変化が元に戻らなければ，終点である。

酸性下でヨウ素酸イオンは次のように酸化剤としてはたらく。

$$2IO_3^- + 12H^+ + 10e^- \longrightarrow I_2 + 6H_2O \quad \cdots\cdots(\text{i})$$

したがって，この滴定の初期において起こる反応の化学反応式は次のようになる。

$$KIO_3 + 5KI + 6HCl \longrightarrow 3I_2 + 6KCl + 3H_2O \quad \cdots\cdots(\text{ii})$$

ここにさらにヨウ素酸カリウム水溶液を滴下すると，溶液中のヨウ素分子が酸化されて塩化ヨウ素になる。この反応の化学反応式は次のようになる。

$$KIO_3 + 2I_2 + 6HCl \longrightarrow 5ICl + KCl + 3H_2O \quad \cdots\cdots(\text{iii})$$

ヨウ素分子はクロロホルム層に溶けて［ウ］色を示す。したがって，滴下の初期ではクロロホルム層は［ウ］色を示すが，やがて［エ］色となり，これが滴定の終点となる。

問1　文中の空欄［ア］～［エ］に入る語句の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［1］

	ア	イ	ウ	エ
①	青（青紫）	赤褐	赤（赤紫）	無
②	青（青紫）	赤褐	無	青（青紫）
③	青（青紫）	無	赤（赤紫）	無
④	青（青紫）	無	無	青（青紫）
⑤	無	赤褐	赤（赤紫）	黒紫
⑥	無	赤褐	無	赤紫
⑦	無	青（青紫）	赤（赤紫）	黒紫
⑧	無	青（青紫）	無	赤紫

問2　実験1において，終点までの滴下量は 24 mL であった。はかりとったヨードチンキに含まれていたヨウ素の物質量〔mol〕として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 [2] mol

① 6.0×10^{-4}　② 1.2×10^{-3}　③ 2.4×10^{-3}
④ 6.0×10^{-3}　⑤ 1.2×10^{-2}　⑥ 2.4×10^{-2}

問3　反応式(ii)について，ヨウ素酸カリウムとヨウ化カリウムのヨウ素の酸化数の変化として最も適切なものを，次の①～⑨のうちから一つずつ選びなさい。
ヨウ素酸カリウム [3]，ヨウ化カリウム [4]

① －5から0　② －1から0　③ 0から＋1
④ ＋1から＋5　⑤ ＋2から＋5　⑥ ＋1から＋2
⑦ ＋5から0　⑧ ＋5から＋2　⑨ ＋5から－1

問4　実験2において，終点までの滴下量は 24 mL であった。実験1と実験2の結果から，はかりとったヨードチンキ 5.0 mL に含まれていたヨウ化カリウムの物質量〔mol〕として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。
[5] mol

① 6.0×10^{-4}　② 1.2×10^{-3}　③ 2.4×10^{-3}
④ 6.0×10^{-3}　⑤ 1.2×10^{-2}　⑥ 2.4×10^{-2}

（下　書　き　用　紙）

化学の試験問題は次に続く。

3　次の文章を読み，下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

Ag^{+}，Cu^{2+}，Zn^{2+}がいずれも 1.0×10^{-3} mol/L の濃度で溶けている水溶液Aがある。この水溶液中の金属イオンを分離するために，以下の操作を行った。

【操作1】　水溶液Aに十分量の塩酸を加えたところ，白色の沈殿が生じた。この沈殿をろ過し，ろ液Bを得た。ろ液BのpHを測定したところ，pH＝1.0であった。

【操作2】　ろ液BのpHを1.0に保ったまま，硫化水素を吹き込み続けると，［ア］色の沈殿Xが生じた。この沈殿をろ過し，ろ液Cを得た。

【操作3】　ろ液Cに少量のアンモニア水を加え塩基性にしたところ，［イ］色の沈殿が生じた。

問1　文中の空欄［ア］，［イ］に入る語句の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ
①	白	白
②	白	黒
③	白	黄
④	黒	白
⑤	黒	黒
⑥	黒	黄
⑦	黄	白
⑧	黄	黒
⑨	黄	黄

問2　硫化水素は水溶液中で，次のように二段階の電離平衡を示す。

$$H_2S \rightleftharpoons H^+ + HS^- \quad \cdots\cdots(\text{i})$$
$$HS^- \rightleftharpoons H^+ + S^{2-} \quad \cdots\cdots(\text{ii})$$

硫化水素の第一段階及び第二段階の電離定数をそれぞれ K_1，K_2 とすると

$$K_1 = \frac{[H^+][HS^-]}{[H_2S]} = 1.0\times10^{-7}\,\text{mol/L}$$

$$K_2 = \frac{[H^+][S^{2-}]}{[HS^-]} = 1.2\times10^{-14}\,\text{mol/L}$$

となる。pH = 1.0 の水溶液に硫化水素を飽和するまで吹き込んだときの$[S^{2-}]$の値として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，硫化水素の飽和溶液の濃度は$[H_2S]$ = 0.10 mol/L とする。［ 2 ］mol/L

① 1.0×10^{-21}　② 1.2×10^{-21}　③ 8.3×10^{-20}
④ 1.0×10^{-20}　⑤ 1.2×10^{-20}　⑥ 8.3×10^{-19}

問3　ろ液C中に含まれる，沈殿Xを構成する金属イオンのモル濃度は，水溶液Aに含まれるその金属イオンのモル濃度の何倍になっているか。その値として最も適切なものを，下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし，沈殿をろ過するまで［H_2S］は0.10 mol/Lを保ち続けていたものとする。また，溶解度積K_{sp}はそれぞれ次のように与えられる。［ 3 ］倍

$$K_{sp}(Ag_2S) = 2.4\times10^{-44}(mol/L)^3$$
$$K_{sp}(CuS) = 6.0\times10^{-30}(mol/L)^2$$
$$K_{sp}(ZnS) = 2.0\times10^{-18}(mol/L)^2$$

① 1.0×10^{-3}　② 5.0×10^{-7}　③ 1.4×10^{-9}
④ 5.0×10^{-10}　⑤ 2.0×10^{-18}　⑥ 1.5×10^{-22}

問4　沈殿Xを［ ウ ］水溶液に加えるとXが溶解し，水溶液の色は［ エ ］となった。文中の空欄［ ウ ］，［ エ ］に入る式の組合せとして最も適切なものを，次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。［ 4 ］

	ウ	エ
①	HCl	無色
②	H_2SO_4	無色
③	HNO_3	無色
④	HCl	赤褐色
⑤	H_2SO_4	赤褐色
⑥	HNO_3	赤褐色
⑦	HCl	青色
⑧	H_2SO_4	青色
⑨	HNO_3	青色

問5　【操作3】を行う前に，ろ液Cを十分に煮沸してからアンモニア水を加えたところ白色沈殿が生じたが，アンモニア水を加え続けると白色沈殿が溶け，無色透明の水溶液となった。これはいったん生じた沈殿が錯イオンを形成して再び溶解したからである。この反応後に水溶液中に存在する錯イオンの形として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

① 直線形　② 折れ線形　③ 正四面体形
④ 正三角形　⑤ 正方形　⑥ 正八面体形

4　次の文章を読み，下の問1～4に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 7 〕

C，H，Oのみからなる同じ分子式をもつ芳香族化合物A，Bがあり，いずれもベンゼンの一置換体で，元素分析値（質量パーセント）は，炭素74.1%，水素6.2%，酸素19.7%であった。また，分子量は100～200の間であることがわかった。

Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し，反応後の溶液を酸性にすると，化合物CとDが得られた。Cは芳香族化合物で，銀鏡反応を示した。Dは酸性物質で，硫酸酸性過マンガン酸カリウム水溶液とは反応しなかった。

Bに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し，反応後の溶液を酸性にすると，化合物EとFが得られた。Eは炭酸水素ナトリウム水溶液に気体を発生させながら溶ける芳香族化合物で，臭素水の色を脱色した。Fは，金属ナトリウムと反応したが，ヨードホルム反応は示さなかった。

Aには，シス-トランス異性体が存在するが，Bにはシス-トランス異性体は存在しない。また，CおよびEは，いずれも塩化鉄(Ⅲ)による呈色反応は示さなかった。

問1　塩化鉄(Ⅲ)水溶液と反応し，呈色反応を示すが，炭酸水素ナトリウム水溶液とは反応しない化合物として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 1

① 安息香酸　② サリチル酸　③ ベンジルアルコール
④ サリチル酸メチル　⑤ アセチルサリチル酸

問2　化合物AおよびBの分子式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

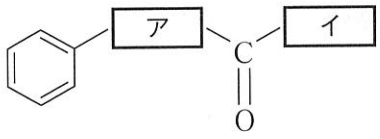
① $C_8H_8O_2$　② $C_8H_{10}O_2$　③ $C_9H_{10}O_2$
④ $C_9H_{12}O_3$　⑤ $C_{10}H_{10}O_2$　⑥ $C_{10}H_{10}O_3$

問3　Cには存在するが，Dには存在しない官能基として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 3

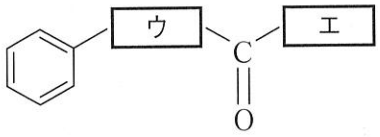
① ヒドロキシ基　② ホルミル基（アルデヒド基）　③ カルボキシ基
④ アセチル基　⑤ 炭素間二重結合

問4　AおよびBの構造式を次のように記したとき，下図の空欄［ア］～［エ］に当てはまる部分構造として最も適切なものを，それぞれの選択肢のうちから一つ選びなさい。ア［4］，イ［5］，ウ［6］，エ［7］

A



B



ア , ウ の選択肢
① $-O-$
② $-CH_2-$
③ $\begin{array}{c} CH_3 \\ \vert \\ -CH- \end{array}$
④ $\begin{array}{c} CH_2 \\ \Vert \\ -C- \end{array}$
⑤ $-CH=CH-$
⑥ $-CH=CH-O-$
⑦ $-CH_2-CH=CH-O-$

イ , エ の選択肢
① $-H$
② $-OH$
③ $-CH_3$
④ $-O-CH_3$
⑤ $-CH_2-OH$
⑥ $-CH_2-CH_3$
⑦ $-O-CH_2-CH_3$

5　次の文章を読み，下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 5 〕

生体内でおこる様々な化学反応は，常温付近の温度で速やかに進行する。これは，酵素と呼ばれるタンパク質が触媒としてはたらくことによる。

酵素が作用する物質を基質といい，酵素には触媒としての作用を示す活性部位が存在している。活性部位の立体構造に適合する基質だけが，酵素－基質複合体を形成することができることから，酵素と基質との関係は，鍵穴と鍵の関係にたとえられる。

酵素反応は，まず酵素Eと基質Sが特異的に結合し，酵素－基質複合体ESを形成することから始まる。ここから反応が進行し，生成物Pを生じる。またESからEとSに戻る反応も起こる。これらの反応は，一般に次の反応式で表される。

$$E+S \underset{k_2}{\overset{k_1}{\rightleftharpoons}} ES \xrightarrow{k_3} E+P \quad \cdots\cdots(\text{i})$$

ここで，k_1〔L/(mol・s)〕，k_2〔L/(mol・s)〕，k_3〔L/(mol・s)〕は式(i)のそれぞれの矢印に対応する各反応の反応速度定数である。酵素，基質，酵素－基質複合体，反応生成物の濃度をそれぞれ，[E]，[S]，[ES]，[P]と表すと，ESが生成する速度v_1は$v_1 = k_1[E][S]$，ESが分解してEとSが生成する速度v_2は，$v_2 = k_2[ES]$，ESが分解してEとPが生成する速度v_3は，$v_3 = k_3[ES]$と表すことができる。したがって，ESの分解する速度v_4は，$v_4 = (k_2+k_3)[ES]$と表される。

酵素反応が式(i)のように進行するとき，ESの生成と分解はつりあいの状態になっていた。このとき，ES → E + Pが律速段階となり，v_3は反応全体の反応速度に等しいとみなせる。このとき，基質Sから生成物Pが生成する反応全体の反応速度v_3〔mol/(L·s)〕は，定数K_mを用いて，次の式(ii)で表すことができる。ただし，$[E]_T$は反応に用いた酵素の全濃度であり，$[E]_T = [E] + [ES]$である。また，この定数K_mをミカエリス定数と呼ぶ。

$$v_3 = \frac{k_3[E]_T[S]}{K_m+[S]} \quad \cdots\cdots(\text{ii})$$

問1　下線部について，次の(a)，(b)の反応が起こる酸素と基質の組合せとして最も適切なものを，下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

(a)　加水分解

(b)　酸化還元

	(a)	(b)
①	アミラーゼ－油脂	ペプシン－過酸化水素
②	アミラーゼ－油脂	カタラーゼ－過酸化水素
③	リパーゼ－油脂	ペプシン－過酸化水素
④	リパーゼ－油脂	カタラーゼ－過酸化水素
⑤	ペプシン－過酸化水素	アミラーゼ－油脂
⑥	ペプシン－過酸化水素	リパーゼ－油脂
⑦	カタラーゼ－過酸化水素	アミラーゼ－油脂
⑧	カタラーゼ－過酸化水素	リパーゼ－油脂

問2　式(ii)について，ミカエリス定数 K_m を反応速度定数を用いて表した式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 2

① $k_1 - k_2 - k_3$　　② $k_1 + k_2 + k_3$　　③ $\dfrac{k_2}{k_1}$

④ $\dfrac{k_3}{k_1}$　　⑤ $\dfrac{k_2 + k_3}{k_1}$　　⑥ $\dfrac{k_1}{k_2 + k_3}$

問3　基質濃度[S]とミカエリス定数 K_m の間に[S]$\ll K_m$ の関係が成り立つとき，基質濃度[S]と反応速度 v_3 に関する記述として最も適切なものを，次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。ただし，$x \ll 1$ のとき，$1 + x \fallingdotseq 1$ とみなせるものとする。 3

① v_3 は，基質濃度[S]によらずほぼ一定である。
② v_3 は，基質濃度[S]にほぼ比例する。
③ v_3 は，基質濃度[S]の逆数にほぼ比例する。
④ v_3 は，基質濃度[S]の2乗にほぼ比例する。
⑤ v_3 は，基質濃度[S]の逆数の2乗にほぼ比例する。

問4　基質濃度[S]とミカエリス定数 K_m の間に[S]$\gg K_m$ の関係が成り立つとき，反応速度 v_3 は最大値 V_{max} をとり，その値は $V_{max} = k_3[E]_T$ となる。K_m を用いて，反応速度が最大値の半分の値となるような基質濃度[S]を表した式として最も適切なものを，次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

① $\frac{1}{2}K_m - 1$　② $\frac{1}{2}K_m$　③ $\frac{1}{2}K_m + 1$
④ $K_m - 1$　⑤ K_m　⑥ $K_m + 1$

問5　ある酵素反応について，阻害剤（酵素に結合して酵素のはたらきを低下させる物質）が存在しない場合と，一定濃度の阻害剤 X または Y が存在する場合とでの基質濃度［S］と反応速度 v_3 との関係を測定した。その結果を示したのが次の図1である。この阻害剤 X と Y に関する下の①～⑥の記述のうち，**誤りを含むものを一つ選びなさい。** 5

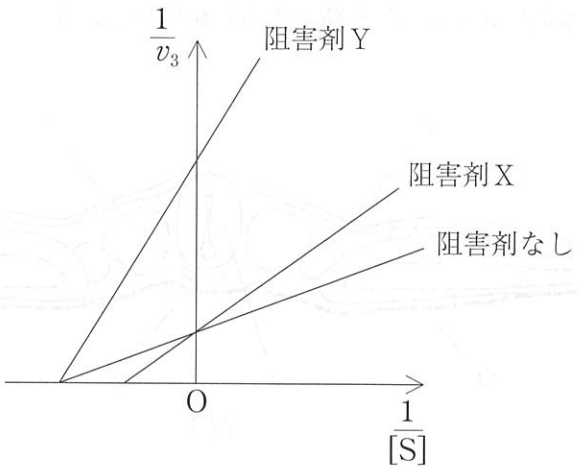


図1

① 阻害剤 X の存在下では，K_m の値は大きくなる。

② 阻害剤 X の存在下では，$\frac{K_m}{V_{max}}$ の値は大きくなる。

③ 阻害剤 X の存在下では，V_{max} の値は小さくなる。

④ 阻害剤 Y の存在下では，K_m の値は変化しない。

⑤ 阻害剤 Y の存在下では，$\frac{K_m}{V_{max}}$ の値は大きくなる。

⑥ 阻害剤 Y の存在下では，V_{max} の値は小さくなる。