

[問題 1] 次の文章を読み、以下の設問 1～8 中の空欄 (1) ～ (10) にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。

ドルトンは、「原子はそれ以上分割できない究極の粒子」と考えた。しかし、その後、原子はさらに小さな粒子からできていることがわかった。原子の中心には原子核が存在している。原子核は、正の電荷を持つ (ア) と、電荷を持たない (イ) からできている。さらに原子核のまわりを負の電荷を持つ電子が取り巻くように存在している。原子に含まれる (ア) と電子の数は等しい。また、元素ごとに原子の持つ (ア) の数は決まっており、その数をその原子の (ウ) という。原子の持つ (ア) と (イ) の数の和を (エ) という。同じ元素の原子で、(イ) の数が異なるため、(エ) の異なるものを互いに同位体という。例えば、水素原子 H の同位体はすべて原子核に (ア) を 1 個含むが、(イ) の数が異なる 3 つの同位体が存在する。中でも、(a) 三重水素 (トリチウム) は、(ア) 1 つと (イ) 2 つで原子核が構成されている。三重水素 (トリチウム) は、原子核が不安定であり、放射線を放出して自然に別の原子核に変わる (b) 放射性同位体 の 1 つである。

原子内の電子が存在できる空間を電子殻といい、(c) 電子は内側の電子殻から順に収容される。原子内での電子殻への電子の配列のしかたを (d) 電子配置 といい、原子の一番外側の電子殻にある電子を (オ) という。(オ) のうち、他の原子と結合するとき重要な役割を果たす電子を価電子と呼ぶ。最大数の電子が収容された電子殻を (カ) という。貴ガス (希ガス) は (カ) であるか、あるいは (オ) の数が 8 個であり、その電子配置は安定である。

設問 1. (ア) ～ (エ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (1) である。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
①	陽子	中性子	原子価	質量数
②	陽子	中性子	質量数	原子価
③	陽子	中性子	質量数	原子番号
④	陽子	中性子	原子番号	質量数
⑤	陽子	中性子	原子番号	原子価
⑥	中性子	陽子	原子価	質量数
⑦	中性子	陽子	質量数	原子価
⑧	中性子	陽子	質量数	原子番号
⑨	中性子	陽子	原子番号	質量数
⑩	中性子	陽子	原子番号	原子価

設問 2. 下線部(a)の三重水素（トリチウム）の構成を表したものとして、最も適切なものは (2) である。

- ① ${}^1_0\text{H}$ ② ${}^0_1\text{H}$ ③ ${}^1_1\text{H}$ ④ ${}^2_1\text{H}$ ⑤ ${}^1_2\text{H}$
 ⑥ ${}^2_2\text{H}$ ⑦ ${}^3_1\text{H}$ ⑧ ${}^1_3\text{H}$ ⑨ ${}^3_3\text{H}$

設問 3. 下線部(b)に関連して、ある放射性同位体の半減期が 5730 年であるとき、この同位体が元の量の 12.5 %になるまでにかかる時間は (3) . (4) (5) $\times 10^4$ 年である。

設問 4. 下線部(c)に関連して、電子が入る順番として、最も内側の電子殻から順に正しく並べたのは (6) である。

- ① K 殻 → L 殻 → M 殻 → N 殻 ② L 殻 → M 殻 → N 殻 → O 殻
 ③ N 殻 → M 殻 → L 殻 → K 殻 ④ J 殻 → K 殻 → L 殻 → M 殻
 ⑤ O 殻 → N 殻 → M 殻 → L 殻

設問 5. 下線部(d)に関連して、マグネシウム Mg 原子の L 殻に入っている電子の数は (7) である。

設問 6. (オ) と (カ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものは (8) である。

	(オ)	(カ)
①	非共有電子対	不対電子
②	非共有電子対	最外殻電子
③	不対電子	閉殻
④	不対電子	最外殻電子
⑤	最外殻電子	閉殻
⑥	最外殻電子	不対電子

設問 7. 価電子の数が最も大きい原子は (9) である。

- ① H ② Li ③ B ④ F
 ⑤ Ne ⑥ Na ⑦ Al ⑧ Si

設問 8. 貴ガス（希ガス）に分類される原子は (10) である。

- ① H ② Li ③ B ④ F
 ⑤ Ne ⑥ Na ⑦ Al ⑧ Si

[問題 2] 次の文章と表を読み、以下の設問 1～7 中の空欄 (11) ～ (20) にあてはまる適切な選択肢または数値を選び、対応する解答欄にマークしなさい。

水溶液中の過酸化水素 H_2O_2 は、常温では非常にゆっくりと分解するが、これに (a) 触媒として鉄(Ⅲ)イオン Fe^{3+} の水溶液を少量加えると、反応は急速に進行するようになる。この反応は、 Fe^{3+} の水溶液の代わりに酸化マンガン(Ⅳ) MnO_2 を加えても、常温で激しく進行する。一方、反応の温度や濃度も反応速度に影響を与える。一般に、(b) 反応の温度が高くなると、反応速度は大きくなる。また、反応物の濃度が大きいほど、反応速度は大きくなる。

濃度が反応速度に与える影響を調べるために、ある一定温度、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の圧力下において、初濃度 1.28 mol/L の H_2O_2 の水溶液 10 mL に少量の MnO_2 を加えて H_2O_2 を分解した。 H_2O_2 は、分解すると水 H_2O と酸素 O_2 を生じる。ここで、過酸化水素の濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ を直接測定することは難しいので、反応に伴って発生する気体の O_2 の物質質量から $[\text{H}_2\text{O}_2]$ の値を求めた。その結果を以下の表に示す。

表 過酸化水素の分解反応による酸素の発生量と過酸化水素濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ の時間的变化

時間 〔秒〕	反応開始直後から発生した 酸素の総物質質量 $[\times 10^{-3} \text{ mol}]$	$[\text{H}_2\text{O}_2]$ $[\text{mol/L}]$
0	0	1.28
30	3.2	0.64
60	4.8	(ア)
90	5.6	0.16
120	(イ)	0.08

この実験から、一定温度で、過酸化水素 H_2O_2 の分解速度 v は過酸化水素の濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ に比例することが分かる。これを式で表すと以下のようなになる。

$$v = k [\text{H}_2\text{O}_2] \quad (k \text{ は比例定数})$$

このように、(c) 反応速度を反応物の濃度を用いて表した式を反応速度式といい、比例定数 k は反応速度定数という。

設問 1. 下線部 (a) に関連して、触媒の働きについての記述として、最も適切なのは (11) である。

- ① 触媒が分解されることで反応速度を著しく促進する。
- ② MnO_2 のように固体表面で触媒反応を示す触媒を均一触媒という。
- ③ 可逆反応の場合、逆反応の反応速度も促進する。
- ④ 触媒を加えると、反応熱は大きく変化する。
- ⑤ 触媒を加えても、反応の活性化エネルギーは変化しない。

設問 2. 下線部(b)に関連して、ある化学反応において温度が 10 K 上昇するごとに反応速度が 3 倍になるとき、温度が 40 K 上昇すると反応速度は初めの速度の (12) (13) 倍になる。

設問 3. 表中の空欄 (ア) と (イ) に入る数値の組み合わせとして、最も適切なものは (14) である。

	(ア)	(イ)
①	0.48	6.0
②	0.42	6.0
③	0.32	6.0
④	0.48	6.4
⑤	0.42	6.4
⑥	0.32	6.4
⑦	0.48	6.7
⑧	0.42	6.7
⑨	0.32	6.7

設問 4. 反応開始直後 (0 秒) から 30 秒における H_2O_2 の平均分解速度は (15) . (16) $\times 10^{-2}$ mol/(L·s) である。

設問 5. 反応開始直後 (0 秒) から 30 秒において、 H_2O_2 の平均分解速度と平均濃度から計算した反応速度定数は (17) . (18) $\times 10^{-2}/\text{s}$ である。

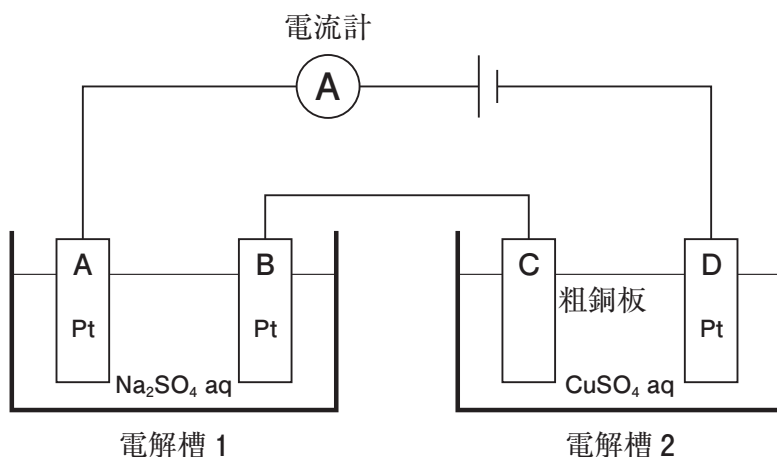
設問 6. 下線部(c)に関連して、 H_2O_2 の分解反応の反応速度についての記述として、最も適切なものは (19) である。

- ① 反応速度定数は、温度が変化しても変化しない反応固有の値である。
- ② この反応において、最も反応速度定数が高いのは開始直後である。
- ③ 酸素の生成速度と過酸化水素 H_2O_2 の分解速度は等しい。
- ④ 反応に加える MnO_2 の量を増やしても、反応終了時に得られる酸素の物質量は変化しない。
- ⑤ 反応物の過酸化水素の濃度 $[\text{H}_2\text{O}_2]$ が 2 倍になると、反応速度は半分になる。

設問 7. 反応開始直後 (0 秒) から 30 秒における H_2O_2 の平均分解速度は、反応開始 90 秒から 120 秒における平均分解速度の (20) 倍である。

[問題 3] 次の文章を読み、以下の設問 1 ～ 6 中の空欄 (21) ～ (26) にあてはまる適切な選択肢を、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、原子量は $\text{Cu} = 63.5$ ，ファラデー定数は $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ ，すべての気体は理想気体としてふるまうものとし、標準状態における気体のモル体積は 22.4 L/mol とする。

電極 A, B, D に白金板，電極 C に不純物として少量の金 Au，銀 Ag，鉄 Fe，ニッケル Ni を含む粗銅板を用い，電解槽 1 に硫酸ナトリウム水溶液，電解槽 2 に硫酸銅(Ⅱ)水溶液を入れた図のような電解装置を組み立てた。電解槽 1 の陽極と陰極は，それぞれ (ア) と (イ) であり，電極 A では (ウ) 反応が起こる。この装置を用いて，電流を 0.500 A (アンペア) に保ちながら 64 分 20 秒間通じて電気分解を行ったところ，流れた電気量は (エ) C (クーロン) であった。このとき，電極 A では，標準状態で (オ) L の (カ) が発生した。また，電極 B からは，(キ) が生成し，電極 B 付近の水溶液の pH は (ク)。電極 C では，銅 Cu と，銅よりもイオン化傾向が (ケ) 金属である (コ) は，陽イオンとなって水溶液中に溶解した。また，電極 C では，銅 Cu よりもイオン化傾向が (サ) 金属である (シ) は，単体のまま電極 C の下に沈殿した。電極 D では，銅 Cu の析出が確認された。



設問 1. (ア) ～ (ウ) に入る語句の組み合わせとして，最も適切なのは (21) である。

	(ア)	(イ)	(ウ)
①	電極 A	電極 B	酸化
②	電極 A	電極 B	還元
③	電極 B	電極 A	酸化
④	電極 B	電極 A	還元

設問 2. (エ) に入る数値として，最も適切なのは (22) である。

- | | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① 1.93×10^2 | ② 3.86×10^2 | ③ 9.65×10^2 | ④ 1.93×10^3 |
| ⑤ 3.86×10^3 | ⑥ 9.65×10^3 | ⑦ 1.93×10^4 | ⑧ 3.86×10^4 |

設問 3. (オ) に入る数値として、最も適切なものは 23 である。

- ① 1.12×10^{-2} ② 2.24×10^{-2} ③ 5.60×10^{-2} ④ 1.12×10^{-1}
 ⑤ 2.24×10^{-1} ⑥ 5.60×10^{-1} ⑦ 1.12 ⑧ 2.24

設問 4. (カ) ～ (ク) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものは 24 である。

	(カ)	(キ)	(ク)
①	二酸化硫黄 SO_2	ナトリウム Na	増加した
②	二酸化硫黄 SO_2	ナトリウム Na	減少した
③	二酸化硫黄 SO_2	ナトリウム Na	変化しなかった
④	酸素 O_2	水素 H_2	増加した
⑤	酸素 O_2	水素 H_2	減少した
⑥	酸素 O_2	水素 H_2	変化しなかった
⑦	水素 H_2	酸素 O_2	増加した
⑧	水素 H_2	酸素 O_2	減少した
⑨	水素 H_2	酸素 O_2	変化しなかった

設問 5. (ケ) ～ (シ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものは 25 である。

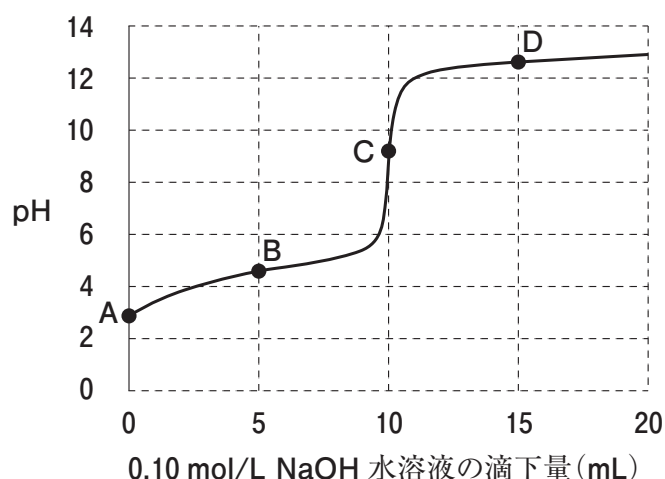
	(ケ)	(コ)	(サ)	(シ)
①	大きい	Au	小さい	Ag, Ni, Fe
②	大きい	Au, Ag	小さい	Ni, Fe
③	大きい	Ag, Ni, Fe	小さい	Au
④	大きい	Ni, Fe	小さい	Au, Ag
⑤	大きい	Fe	小さい	Au, Ag, Ni
⑥	小さい	Au	大きい	Ag, Ni, Fe
⑦	小さい	Au, Ag	大きい	Ni, Fe
⑧	小さい	Ag, Ni, Fe	大きい	Au
⑨	小さい	Ni, Fe	大きい	Au, Ag
⑩	小さい	Fe	大きい	Au, Ag, Ni

設問 6. 下線部について、銅 Cu のみ析出した場合、電極 D に析出した銅の質量は 26 g である。

- ① 1.27×10^{-3} ② 6.35×10^{-3} ③ 1.27×10^{-2} ④ 6.35×10^{-2}
 ⑤ 1.27×10^{-1} ⑥ 6.35×10^{-1} ⑦ 1.27 ⑧ 6.35

[問題 4] 次の文章を読み、以下の設問 1 ～ 6 中の空欄 (27) ～ (36) にあてはまる適切な選択肢または数値を選び、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、水溶液の温度は一定であり、混合後の水溶液の体積は混合前の水溶液の体積の和に等しいものとする。また、水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$ 、 0.10 mol/L の酢酸水溶液中の酢酸の電離度は 1.7×10^{-2} とし、 $\log_{10} 1.7 = 0.23$ 、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ とする。

0.10 mol/L の酢酸 CH_3COOH 水溶液 10 mL を 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム NaOH 水溶液で滴定すると、図のような中和滴定曲線が得られた。図中の A 点 (NaOH 水溶液を滴下する前) では、 $\text{pH} =$ (ア) を示し、滴下によって pH はしだいに大きくなるが、やがて変化は少なくなった。そして、 NaOH 水溶液を 5 mL 滴下した図中の B 点とその前後の範囲において、 CH_3COOH と NaOH を混合した水溶液は (イ) となるため、少量の NaOH 水溶液を加えても、 pH はあまり変化しなかった。しかし、 NaOH 水溶液をさらに滴下していくと、図中の C 点のところで過不足なく中和し、その前後で pH は急激に増大した。中和点 C では、中和反応で生成した酢酸ナトリウム CH_3COONa の (ウ) によって、水溶液中に水酸化物イオン OH^- が生じるため、水溶液は塩基性を示した。



設問 1. 0.10 mol/L の酢酸水溶液の pH として、(ア) に入る数値は (27) . (28) である。

設問 2. (イ) に入る語句として、最も適切なのは (29) である。

- | | | |
|-------|--------|-------|
| ① 水和水 | ② 飽和溶液 | ③ 懸濁液 |
| ④ 乳濁液 | ⑤ 緩衝液 | |

[問題5] 次の文章を読み、設問1～7中の空欄 (37) ～ (43) にあてはまる適切な選択肢を、対応する解答欄にマークしなさい。

α -アミノ酸が、(ア) 反応によって形成する (イ) 結合で数個結合した化合物を (ウ) と呼び、多数結合してできた天然高分子化合物をタンパク質と呼ぶ。タンパク質の働きには、構成する α -アミノ酸の数や種類だけでなく、結合する配列順序が重要である。

一方、生体内で起こる化学反応の多くは有機化合物が反応物であり、共有結合の組み換えが起こるにもかかわらず、体温程度の温度で速やかに進行する。これは、酵素と呼ばれる触媒として働くタンパク質が存在するからである。図1のグラフAとBは、酵素または無機触媒による反応の速度と温度の関係を示している。また、図2のグラフX、Y、Zは、異なる3つの酵素による反応の速度とpHの関係を示している。

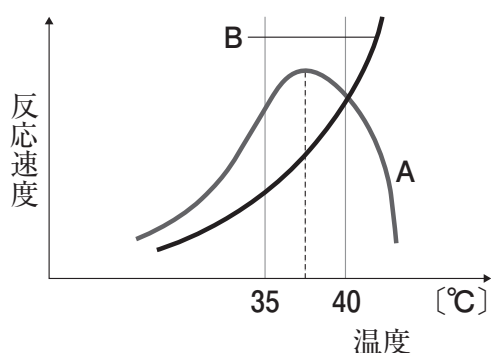


図1 酵素と無機触媒による反応の速度と温度との関係

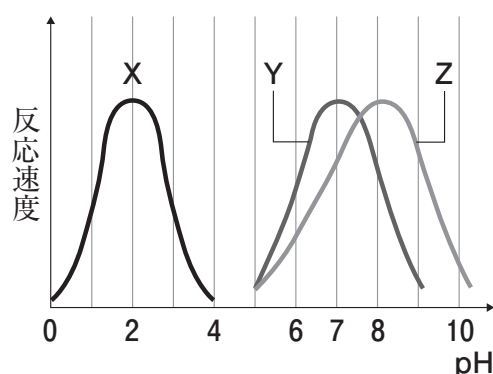


図2 酵素の反応速度とpHとの関係

設問1. (ア) に入る語句として、最も適切なのは (37) である。

- ① 付加縮合 ② 脱水縮合 ③ 加水分解 ④ 開環重合 ⑤ 置換

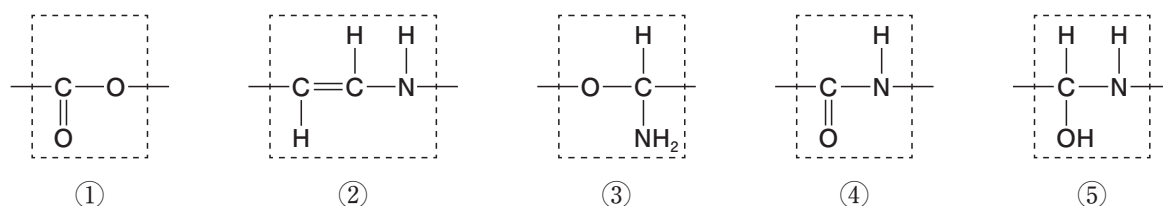
設問2. (イ) に入る語句として、最も適切なのは (38) である。

- ① エステル ② エーテル ③ イオン ④ アミド
⑤ 二重 ⑥ 三重 ⑦ 水素 ⑧ ジスルフィド

設問3. (ウ) に入る語句として、最も適切なのは (39) である。

- ① デンプン ② セルロース ③ トレハロース ④ 核酸
⑤ ペプチド ⑥ デキストリン ⑦ グリセリン ⑧ ヌクレオチド

設問4. (イ) 結合の構造として、最も適切なのは (40) である。



設問 5. 図 1 において、無機触媒反応のグラフ、酵素反応のグラフ、および、その判断理由の組み合わせとして、最も適切なのは (41) である。

	無機触媒反応	酵素反応	判断理由
①	A	B	無機触媒反応も酵素反応も、温度が高いほど反応速度が大きくなる。
②	A	B	無機触媒反応も酵素反応も、反応速度が最大になる最適温度がある。
③	A	B	無機触媒反応は、反応速度が最大になる最適温度があるが、酵素反応は、温度が高いほど反応速度が大きくなる。
④	A	B	無機触媒反応は、温度が高いほど反応速度は大きくなるが、酵素反応は、反応速度が最大になる最適温度がある。
⑤	B	A	無機触媒反応も酵素反応も、温度が高いほど反応速度が大きくなる。
⑥	B	A	無機触媒反応も酵素反応も、反応速度が最大になる最適温度がある。
⑦	B	A	無機触媒反応は、反応速度が最大になる最適温度があるが、酵素反応は、温度が高いほど反応速度が大きくなる。
⑧	B	A	無機触媒反応は、温度が高いほど反応速度は大きくなるが、酵素反応は、反応速度が最大になる最適温度がある。

設問 6. 図 2 において、グラフ X, Y, Z は、だ液アミラーゼ、すい液に含まれるトリプシン、または、胃液に含まれるペプシンのいずれかの酵素反応に対応している。グラフ X, Y, Z に対応する酵素の組み合わせとして、最も適切なのは (42) である。

	X	Y	Z
①	だ液アミラーゼ	トリプシン	ペプシン
②	だ液アミラーゼ	ペプシン	トリプシン
③	トリプシン	だ液アミラーゼ	ペプシン
④	トリプシン	ペプシン	だ液アミラーゼ
⑤	ペプシン	だ液アミラーゼ	トリプシン
⑥	ペプシン	トリプシン	だ液アミラーゼ

設問 7. 下線部について、酵素の性質や働きに関する記述として、誤っているのは (43) である。

- ① 微量で反応を促進する働きをもつ。
- ② 特定の物質の、特定の反応に対してだけ作用するという基質特異性がある。
- ③ 反応の前後で酵素の構造変化が起こり、再生されることはない。
- ④ 温度や pH が大きく変化すると、酵素の立体構造が変わり、触媒作用を失うことが多い。