

一般入学試験

理 科 (100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86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 4～31ページ
 化学 32～53ページ
 生物 54～86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			

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 N: 14 O: 16 Al: 27

水のイオン積 $K_w = 1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$

気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

1 次の問1～10に答えなさい。[解答番号 ～]

問1 一分子あたりの非共有電子対が最も多いものを、次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。

- ① シアン化水素 ② エチレン ③ 硫化水素
④ アセトン ⑤ フッ化水素

問2 金属単体の結晶に関する次の①～⑤の記述のうち、誤りを含むものを一つ選びなさい。

- ① 面心立方格子では、単位格子あたりの原子の数は4個である。
② 面心立方格子の単位格子の一辺の長さは、近接する原子の中心間距離の $\sqrt{2}$ 倍である。
③ 面心立方格子の配位数は、12である。
④ 面心立方格子の充填率は、 $\frac{\sqrt{2}}{6}\pi$ である。
⑤ 面心立方格子の単位格子の中心には、原子が存在している。

問3 次の①～⑤の陽イオンのうち、イオン半径が最も大きいものを一つ選びなさい。

3

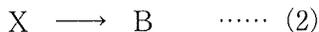
- ① Al^{3+} ② Ca^{2+} ③ K^+ ④ Na^+ ⑤ Mg^{2+}

問4 pH = 3.0 の塩酸 100 mL (水溶液 A) と、pH = 3.0 の酢酸水溶液 100 mL (水溶液 B) に関する次の①～⑤の記述のうち、最も適切なものを一つ選びなさい。

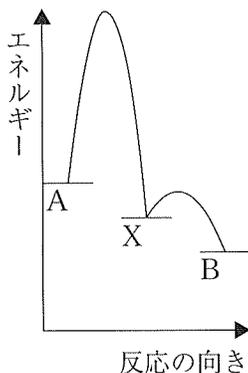
ただし、温度は常に 25℃ であるものとする。 4

- ① 水溶液 A と水溶液 B に含まれる水酸化物イオンの濃度は等しい。
② 水溶液 A と水溶液 B を完全に中和するのに必要な 0.010 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液の体積は等しい。
③ 水溶液 A も水溶液 B も水酸化ナトリウム水溶液で滴定する際、指示薬はメチルオレンジを用いることができる。
④ 水溶液 A 全量と水溶液 B 全量を混合した混合溶液は緩衝溶液となっている。
⑤ 水溶液 A 全量と水溶液 B 全量を混合した混合溶液の pH は 3.0 のままである。

問5 化学反応 $A \rightarrow B$ は次の2つの反応段階を経ている。



この反応について、反応の進行とエネルギーの関係は次の図で表される。



(1)の反応の反応速度を v_1 、(2)の反応の反応速度を v_2 とすると、化学反応 $A \rightarrow B$ の反応速度はどのように表されるか。最も適切なものを、下の①～⑤のうちから一つ選びなさい。 5

- ① v_1 ② v_2 ③ $\frac{v_1}{v_2}$ ④ $\frac{v_2}{v_1}$ ⑤ $v_1 v_2$

問6 次の(a)～(c)の操作で発生する気体を十分に水に溶かしたとき、その水溶液のpHの値が小さい順に並べたもの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。 6

- (a) 塩化アンモニウムの固体と水酸化カルシウムの固体を混合して加熱する。
 (b) 塩化ナトリウムを濃硫酸に加えて加熱する。
 (c) 亜鉛を濃塩酸に加える。

- ① (a) < (b) < (c) ② (a) < (c) < (b) ③ (b) < (a) < (c)
 ④ (b) < (c) < (a) ⑤ (c) < (a) < (b) ⑥ (c) < (b) < (a)

問7 有機化合物 X は炭素, 水素, 酸素のみからなる分子量が 140 以下の芳香族化合物で, 炭酸水素ナトリウム水溶液に発泡して溶解する。化合物 X として考えられるものは何種類あるか。最も適当な数値を, 次の①～⑩のうちから一つ選びなさい。ただし, 立体異性体は考慮しない。 種類

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

問8 次の記述(a)～(c)に当てはまる繊維の組合せ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。

- (a) 分子内にヒドロキシ基をもつため, 適度な吸湿性を示す。
 (b) 繰り返し単位内のベンゼン環が規則正しく配列するため, 強度, 耐熱性に優れる。
 (c) シアノ基(—CN)をもつため, 不完全燃焼すると, シアン化水素などの有毒ガスを発生する可能性がある。

	(a)	(b)	(c)
①	アセテート繊維	アラミド繊維	アクリル繊維
②	アセテート繊維	アクリル繊維	アラミド繊維
③	アラミド繊維	アセテート繊維	アクリル繊維
④	アラミド繊維	アクリル繊維	アセテート繊維
⑤	アクリル繊維	アラミド繊維	アセテート繊維
⑥	アクリル繊維	アセテート繊維	アラミド繊維

問9 次の(a)~(d)を読んで、テトラペプチドYに含まれないことが確定するアミノ酸を、次の①~⑤のうちから一つ選びなさい。 9

- (a) Yの水溶液に濃硝酸を作用させて加熱すると黄色に呈色した。
- (b) Yの水溶液に固体の水酸化ナトリウムを加えて加熱したのち、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生じた。
- (c) Yを加水分解して得られたアミノ酸の中には、旋光性を示さないアミノ酸が存在した。
- (d) Yを加水分解して得られたアミノ酸の混合水溶液をpH = 7.0の緩衝液で湿らせたろ紙にたらし、電気泳動をしたところ、陽極側に移動したアミノ酸はあったが、陰極側に移動したアミノ酸は存在しなかった。

- ① アスパラギン酸 ② システイン ③ グリシン
- ④ チロシン ⑤ リシン

問10 高分子化合物に関する次の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 ポリエチレンには低密度ポリエチレンと高密度ポリエチレンがあり、前者は軟らかく透明である。
- ② ポリビニルアルコールはビニルアルコールを付加重合して合成する。
- ③ ポリエチレンテレフタレートを完全燃焼させると、二酸化炭素と水のみが生成する。
- ④ 陽イオン交換樹脂および陰イオン交換樹脂を用いて、グルコース水溶液に混入した塩化ナトリウムを取り除くことができる。
- ⑤ ポリアクリル酸ナトリウムは吸水性があり、紙おむつなどに利用されている。

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

Windom

2 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

0.200 mol/L の硝酸銀水溶液 100 mL と 0.100 mol/L のヨウ化カリウム水溶液 100 mL を、それぞれビーカーに入れ、電極として白金板を浸した。2つの溶液間を塩橋でつなぎ、2つの電極を導線で結んで、電池を構成した。しばらく放電すると、ヨウ化カリウム水溶液は着色した。放電後のヨウ化カリウム水溶液をホールピペットで 20.0 mL はかり取ってコニカルビーカーに入れ、デンプン水溶液を指示薬として、0.100 mol/L のチオ硫酸ナトリウム溶液をビュレットから滴下した。V[mL] 滴下したところで終点となった。

問1 亜鉛と組合せてダニエル型の電池を作製した場合、最大の起電力が得られる金属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。

- ① 銀 ② スズ ③ 鉄
④ 銅 ⑤ 鉛 ⑥ ニッケル

問2 滴定の終点における色の変化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。

- ① 無色から淡赤色 ② 赤色から無色 ③ 無色から青紫色
④ 褐色から青紫色 ⑤ 青紫色から無色 ⑥ 青紫色から褐色

(下書き用紙)

2の問は次に続く。

Windom

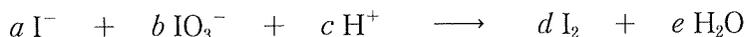
問3 この電池で流れた電子の物質質量として最も近いものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 3 mol

- ① $1.00 \times 10^{-4} \times V$ ② $2.50 \times 10^{-4} \times V$ ③ $5.00 \times 10^{-4} \times V$
 ④ 1.00×10^{-4} ⑤ 2.50×10^{-4} ⑥ 5.00×10^{-4}

問4 放電時間が t [秒] であったとすると、流れた電流の平均値として最も適切な式を、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし、ファラデー定数を F [C/mol] とする。 4 A

- ① $\frac{1.00 \times 10^{-4} \times VF}{t}$ ② $\frac{2.50 \times 10^{-4} \times VF}{t}$ ③ $\frac{5.00 \times 10^{-4} \times VF}{t}$
 ④ $\frac{1.00 \times 10^{-4} \times F}{t}$ ⑤ $\frac{2.50 \times 10^{-4} \times F}{t}$ ⑥ $\frac{5.00 \times 10^{-4} \times F}{t}$
 ⑦ $1.00 \times 10^{-4} \times tF$ ⑧ $2.50 \times 10^{-4} \times tF$ ⑨ $5.00 \times 10^{-4} \times tF$

問5 ヨウ化カリウム水溶液のモル濃度は、次の方法で求めることができる。モル濃度未知のヨウ化カリウム水溶液をホールピペットで 10 mL はかり取ってコニカルビーカーに入れ、さらに塩酸とクロロホルムを入れた後、ビュレットから 0.050 mol/L のヨウ素酸カリウム標準液をコニカルビーカーに滴下したところ、滴下量が 6.0 mL のときにクロロホルム層の赤紫色が消えた。このとき、ヨウ化カリウム水溶液のモル濃度として最も近い数値を、下の①～⑩のうちから一つ選びなさい。なお、この滴定のイオン反応式は次のとおりである。



ただし、 $a \sim e$ は最も簡単な整数で表した係数で、異なる文字の部分も同じ数値になる場合もある。 5 mol/L

- ① 0.030 ② 0.050 ③ 0.10 ④ 0.12 ⑤ 0.15 ⑥ 0.18
 ⑦ 0.20 ⑧ 0.30 ⑨ 0.50 ⑩ 1.0

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

Windom

3 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

エタノールはアルコール類の中で最も身近に使われる物質のひとつである。揮発性が高く、公共機関や病院で殺菌・消毒に利用されるほか、燃料や食品添加物としても利用される。

次の図1のような温度と内容積を自由に調節できる密閉容器に、エタノールをはじめとする種々の気体を入れ、その変化を観察した。実験は大気圧下で行い、ピストンは自由に動くものとする。図2は、エタノールと水の蒸気圧曲線である。ただし、大気圧は 1.0×10^5 Pa とし、容器内での液体の体積は無視できるものとする。

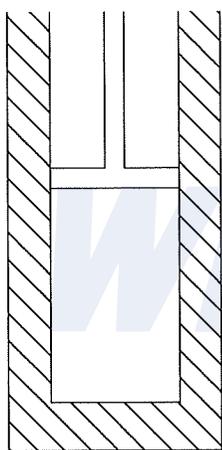


図1 密閉容器の概要

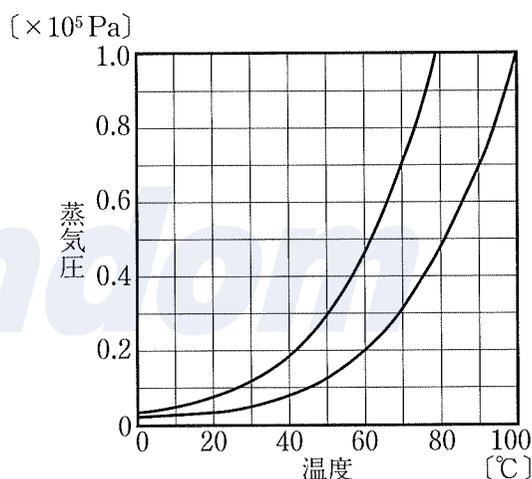


図2 エタノールと水の蒸気圧曲線

問1 まず、密閉容器に 0.10 mol のエタノールのみを入れ、 27°C に保った。このときの内容積として最も近い数値を、次の①～⑨から一つ選びなさい。 L

- ① 0 ② 1.5 ③ 2.0 ④ 2.5 ⑤ 3.0 ⑥ 15
 ⑦ 20 ⑧ 25 ⑨ 50

(下書き用紙)

③の問は次に続く。

Windom

問2 次に、エタノール 0.10 mol の入った密閉容器に、さらに酸素 0.30 mol を入れた。27℃では、加えたエタノールのうちの何パーセントが気体として存在しているか。最も近い数値を、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 %

- ① 20 ② 25 ③ 30 ④ 33 ⑤ 40 ⑥ 50
⑦ 67 ⑧ 75 ⑨ 80

問3 問2の状態を、温度を 27℃から昇温させた。すると、ある温度でエタノールの液滴が消失した。この温度における内容積として最も近い数値を、次の①～⑨から一つ選びなさい。 L

- ① 1.1 ② 3.5 ③ 7.0 ④ 11 ⑤ 18 ⑥ 26
⑦ 29 ⑧ 35 ⑨ 46

問4 続いて、この密閉容器内で電気火花を飛ばし、エタノールを完全燃焼させたのち放冷し、温度を 27℃へ戻した。このときの内容積として最も近い数値を、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。ただし、二酸化炭素の水への溶解を無視できるものとする。 L

- ① 3.6 ② 4.5 ③ 5.2 ④ 6.6 ⑤ 8.3 ⑥ 10
⑦ 12 ⑧ 17 ⑨ 25

問5 エタノール(液)、二酸化炭素(気)、水(液)の生成熱は、それぞれ 277 kJ/mol, 394 kJ/mol, 286 kJ/mol である。燃焼によって生じる水は液体とするとき、エタノールの燃焼熱として最も近い数値を、次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 kJ/mol

- ① 740 ② 960 ③ 1100 ④ 1370 ⑤ 1470 ⑥ 1530
⑦ 1650 ⑧ 1770 ⑨ 1920

(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

Windom

4 次の文章を読み、下の問1～5に答えなさい。〔解答番号 ～ 〕

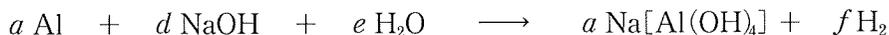
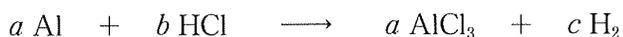
周期表の13族はB, Al, Ga, In, Tl, Nhの6つの元素からなり、このうちNhを除く5つの元素の中で、金属元素は つである。いずれの原子も価電子を3個もつ。

ホウ素を含むホウ砂 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ をケイ砂（主成分 SiO_2 ）に混ぜてつくったホウケイ酸ガラスは、軟化温度が高く熱膨張率が小さいので などに用いられる。

アルミニウムはボーキサイトを原料として熔融塩電解（融解塩電解）で製造される。アルミニウム、銅、マグネシウムなどからなる合金は とよばれ、軽くて強度が大きく加工しやすいため航空機の機体などに利用される。

ボーキサイトの主成分は $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ であるが、 Fe_2O_3 、 TiO_2 などの不純物を含む。これを濃い 水溶液で溶解させると酸化アルミニウムだけが溶け出し、他の成分は固体のまま残る。この溶液を水で薄めて冷却すると の沈殿が生じる。これを 1000°C 以上の高温で処理して純度の高い Al_2O_3 にする。 Al_2O_3 の融点は 2000°C 以上と高いため、氷晶石 Na_3AlF_6 を約 1000°C に加熱して融解させたものに Al_2O_3 を溶かす。炭素電極を用いてこれを電気分解すると融解状態のアルミニウムの単体が得られ、陽極からは、炭素が と反応して生じた気体が発生する。

アルミニウムは、酸とも強塩基とも反応するので、両性金属とよばれる。アルミニウムが塩酸および水酸化ナトリウムと反応するときの化学反応式は次のようになる。



ただし、 $a \sim f$ は最も簡単な整数で表した係数で、同文字の部分は同じ数値になるが、異なる文字の部分も同じ数値になる場合もある。

問1 文中の **ア** ~ **ウ** に入る数字や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
①	4	光ファイバー	ステンレス鋼
②	4	光ファイバー	ジュラルミン
③	4	理化学器具	ステンレス鋼
④	4	理化学器具	ジュラルミン
⑤	5	光ファイバー	ステンレス鋼
⑥	5	光ファイバー	ジュラルミン
⑦	5	理化学器具	ステンレス鋼
⑧	5	理化学器具	ジュラルミン

問2 文中の **エ** ~ **カ** に入る化学式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。 **2**

	エ	オ	カ
①	HCl	AlCl ₃	O ²⁻
②	HCl	AlCl ₃	OH ⁻
③	HCl	Al(OH) ₃	O ²⁻
④	HCl	Al(OH) ₃	OH ⁻
⑤	NaOH	AlCl ₃	O ²⁻
⑥	NaOH	AlCl ₃	OH ⁻
⑦	NaOH	Al(OH) ₃	O ²⁻
⑧	NaOH	Al(OH) ₃	OH ⁻

問3 下線部について、係数 e に入る数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。 **3**

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問4 0.46 g のアルミニウム箔を十分な量の水酸化ナトリウムと反応させたところ、標準状態で 0.56 L の水素が発生した。このアルミニウム箔中のアルミニウムの純度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、アルミニウム箔中の不純物は水酸化ナトリウムと反応しないものとする。 4 %

- ① 25 ② 45 ③ 67 ④ 80 ⑤ 90 ⑥ 98

問5 硫酸アルミニウム $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ と硫酸カリウム K_2SO_4 の混合水溶液を濃縮すると、ミョウバン $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ の正八面体の結晶が得られる。ミョウバンの水溶液に関する次の文章 (a)～(d) 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。 5

- (a) 酸性である。
 (b) 橙赤色の炎色反応を示す。
 (c) 塩化バリウム水溶液を加えると、白色沈殿が生じる。
 (d) アンモニア水を加えると、はじめ白色の沈殿が生じるが、過剰に加えると沈殿は溶ける。

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

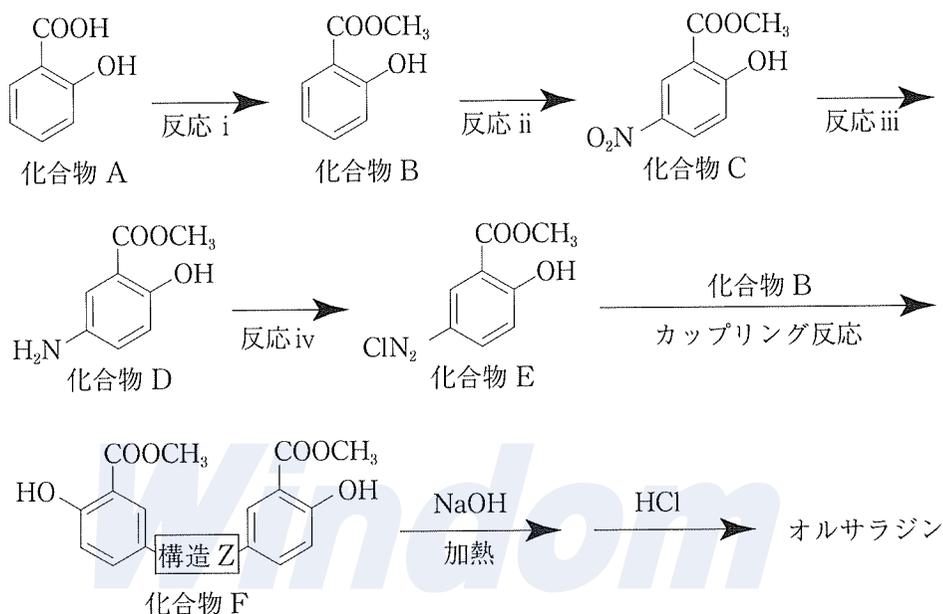
(下書き用紙)

化学の試験問題は次に続く。

Windom

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 〕

潰瘍性大腸炎やクローン病の治療に用いられるオルサラジンは、低分子の有機化合物である。下記にその合成例を示す。



オルサラジンについては次のような特徴がある。

- (a) 構造的に二量体（ダイマー）である。
- (b) 立体的にはほぼ平面状の構造であり、二つの芳香環はトランス形に配置されている。
- (c) そのままでは体内で薬効を示さないが、腸内細菌によって単量体（モノマー）に分解されることで薬効を現す医薬品である。このような医薬品をプロドラッグという。

問1 化合物 A に関する次の①～⑤の記述のうち、最も適切なものを一つ選びなさい。

- ① 常温では特有の芳香をもつ無色の液体である。
- ② 冷水でもよく溶ける。
- ③ 塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると呈色する。
- ④ 水溶液はフェノールと同程度の弱い酸性を示す。
- ⑤ *o*-キシレンを高温・高圧下で酸化させることで得られる。

問2 反応 i ~ iv の名称として最も適切な組合せを、次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。

	反応 i	反応 ii	反応 iii	反応 iv
①	エステル化	ニトロ化	還元	ジアゾ化
②	エステル化	ニトロ化	酸化	ハロゲン化
③	エステル化	スルホン化	還元	ハロゲン化
④	エステル化	スルホン化	酸化	ジアゾ化
⑤	アセチル化	ニトロ化	還元	ジアゾ化
⑥	アセチル化	ニトロ化	酸化	ハロゲン化
⑦	アセチル化	スルホン化	還元	ハロゲン化
⑧	アセチル化	スルホン化	酸化	ジアゾ化

問3 構造Z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。

3

- ① $-O-$ ② $-O-O-$ ③ $\begin{array}{c} -C- \\ | \\ O \end{array}$ ④ $\begin{array}{c} -N- \\ | \\ H \end{array}$
- ⑤ $\begin{array}{c} -N-N- \\ | \quad | \\ H \quad H \end{array}$ ⑥ $-N\equiv N-$ ⑦ $-N=N-$ ⑧ $-N=N=N-$

問4 オルサラジンの分子式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。 4

- ① $C_{14}H_{10}N_2O_4$ ② $C_{14}H_{10}N_2O_6$ ③ $C_{14}H_{12}N_2O_4$ ④ $C_{14}H_{12}N_3O_4$
- ⑤ $C_{16}H_{12}N_3O_4$ ⑥ $C_{16}H_{14}N_2O_4$ ⑦ $C_{16}H_{14}N_2O_6$ ⑧ $C_{16}H_{20}N_2O_6$

問5 オルサラジンが腸内細菌によって分解されて生成するモノマー成分を化合物Gとすると、この化合物Gは化合物Dを加水分解しても得られる。化合物Gに薬効があってオルサラジンに薬効がない理由が置換基によるものと仮定したとき、これらの物質における構造の違いに関する記述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。 5

- ① 化合物Gにはカルボキシ基が存在するが、オルサラジンには存在しない。
- ② オルサラジンにはカルボキシ基が存在するが、化合物Gには存在しない。
- ③ 化合物Gにはヒドロキシ基が存在するが、オルサラジンには存在しない。
- ④ オルサラジンにはヒドロキシ基が存在するが、化合物Gには存在しない。
- ⑤ 化合物Gにはアミノ基が存在するが、オルサラジンには存在しない。
- ⑥ オルサラジンにはアミノ基が存在するが、化合物Gには存在しない。
- ⑦ 化合物Gにはメチル基が存在するが、オルサラジンには存在しない。
- ⑧ オルサラジンにはメチル基が存在するが、化合物Gには存在しない。

(下書き用紙)

Windom