

令和5年度 東北医科薬科大学 入学試験問題

医学部 一般・理科

《 注 意 事 項 》

1. 解答用紙左部に氏名、フリガナ、その下部に受験番号を記入し、例にならって○にマークしなさい。

(例) 受験番号10001の場合

フリガナ	
氏名	

受 験 番 号				
万	千	百	十	一
1	0	0	0	1
	●	●	●	○
●	①	①	①	●
②	②	②	②	②
⑨	⑨	⑨	⑨	⑨

2. 出題科目、ページ及び選択方法は下表のとおりです。

出題科目	ページ	選 択 方 法
物 理	1~13	左の3科目のうちから2科目を選択し、解答しなさい。解答する科目の順番は問いません。解答時間(120分)の配分は自由です。
化 学	14~25	
生 物	26~47	

3. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を高く挙げて監督者に知らせなさい。
4. 2枚の解答用紙のそれぞれの解答科目欄に、解答する科目のいずれか1つをマークしなさい。
5. 解答方法は次のとおりです。
- (1) 解答は解答用紙の解答欄にマークしなさい。例えば、と表示のある問いに対して③と解答する場合は解答番号1の解答欄の③にマークしなさい。

解答 番号	解 答 欄										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
1	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪

この注意事項は、問題冊子の裏表紙にも続きます。問題冊子を裏返して必ず読みなさい。

- (2) に数字「8」、 に数字「0」と答えたい時は次のとおりマークしなさい。

6	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨	⑩	⑪
7	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	●

/ のように分数形で解答する場合は、既約分数(それ以上約分できない分数)で答えなさい。 / に $3/4$ と答えたい時は次のとおりマークしなさい。

8	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪
9	①	②	③	●	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪

- (3) 解答の作成にはH、F、HBの黒鉛筆またはシャープペンシル(黒い芯に限る)を使用し、○の中を塗りつぶしなさい。解答が薄い場合には、解答が読み取れず、採点できない場合があります。
- (4) 答えを修正する場合は、プラスチック製の消しゴムであとが残らないように**完全に消しなさい**。鉛筆のあとが残ったり、●のような消し方などした場合は、修正または解答したことにならないので注意しなさい。
- (5) 解答用紙は折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないよう、特に注意しなさい。

(試験終了後、問題冊子は持ち帰りなさい。)

化 学

化学

必要ならば、つぎの数値を用いなさい。

原子量：H=1.00, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Cl=35.5, Br=80.0

なお、気体はすべて理想気体であるものとし、その標準状態（0°C, 1.013 × 10⁵ Pa）におけるモル体積は 22.4 L/mol とする。

気体定数：R = 8.31 × 10³ Pa · L/(K · mol) アボガドロ定数：N_A = 6.0 × 10²³ /mol

【I】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

分子間にはたらく静電的な引力を分子間力という。分子間力には や など、いくつかの種類がある。 の強さは、イオン結合や共有結合、金属結合に比べると、はるかに が、 よりは 。分子からなる物質では、その構成分子の分子間力が強いほど、一般に融点・沸点が なる。原子、分子、イオンなどの粒子が規則正しく配列した構造をもつ固体を結晶といい、構成粒子の種類とその結びつき方によって、金属結晶、イオン結晶、分子結晶、共有結合結晶の4種類に大別される。

問1 ~ にあてはまる正しい語句の組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>	<input type="text" value="エ"/>	<input type="text" value="オ"/>
①	水素結合	ファンデルワールス力	強い	弱い	高く
②	水素結合	ファンデルワールス力	強い	弱い	低く
③	水素結合	ファンデルワールス力	弱い	強い	高く
④	水素結合	ファンデルワールス力	弱い	強い	低く
⑤	ファンデルワールス力	水素結合	強い	弱い	高く
⑥	ファンデルワールス力	水素結合	強い	弱い	低く
⑦	ファンデルワールス力	水素結合	弱い	強い	高く
⑧	ファンデルワールス力	水素結合	弱い	強い	低く

問2 ファンデルワールス力に関するつぎの記述のうち、正しいものの組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

- a 一般に、直鎖状アルカンでは分子量が大きいものほどファンデルワールス力は強くなる。
- b 一般に、アルカンの構造異性体において、枝分かれの多いアルカンは直鎖状アルカンよりもファンデルワールス力が強い。
- c 常温の酸素分子どうしは、ファンデルワールス力が強くはたらくため気体として存在する。
- d ファンデルワールス力は、極性の有無によらず、すべての分子間にはたらく。

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

問3 水素結合に関するつぎの記述のうち、誤っているものの組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

- a 氷の結晶では、1個の水分子に対して全部で2個の水分子が水素結合で結合している。
- b 水素結合は、同種の分子間だけでなく、異なる分子間にもはたらくことがある。
- c 水素結合は、分子間だけでなく、1つの分子内にも生じる場合がある。
- d フッ化水素の沸点が塩化水素のそれより低いのは、フッ化水素の方が塩化水素よりも分子間の水素結合が弱いからである。
- e 15族元素の水素化合物のうち、分子間の水素結合が最も強くはたらいっているのはアンモニアである。

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d) ④ (a, e) ⑤ (b, c)
 ⑥ (b, d) ⑦ (b, e) ⑧ (c, d) ⑨ (c, e) ⑩ (d, e)

問4 結晶に関するつぎの記述のうち、正しいものの組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

- a 金属結晶の面心立方格子の配位数は8である。
- b 金属結晶において、体心立方格子の単位格子中の原子の数は、六方最密構造のそれと同じ2個である。
- c 塩化ナトリウムの結晶では、 Na^+ と Cl^- の配位数は共に6である。
- d 一般に分子結晶は、固体では電気伝導性を示さないが、高温で融解すると電気伝導性を示す。
- e 共有結合の結晶である黒鉛は、正六角形を基本単位とする層状の平面構造を形成しており、この平面構造どうしは共有結合で結びついている。

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d) ④ (a, e) ⑤ (b, c)
 ⑥ (b, d) ⑦ (b, e) ⑧ (c, d) ⑨ (c, e) ⑩ (d, e)

問5 ドライアイスがすべて気体になると、標準状態で体積は何倍になるか。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。ただし、ドライアイスの密度は 1.60 g/cm^3 とする。

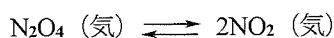
- ① 175 ② 260 ③ 350 ④ 518
 ⑤ 704 ⑥ 815 ⑦ 860 ⑧ 956

問6 ある金属 A の単体は、面心立方格子の結晶構造をとり、その単位格子内に 4 個の原子が存在する。また、その単位格子の 1 辺の長さは 4.0×10^{-8} cm である。この金属 A の原子量を M としたとき、1 辺の長さが 3.0 cm の立方体の質量 [g] はどのように表せるか。正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

- ① $1.8 \times M$ ② $2.4 \times M$ ③ $2.8 \times M$ ④ $3.2 \times M$
⑤ $3.6 \times M$ ⑥ $4.2 \times M$ ⑦ $4.8 \times M$ ⑧ $5.6 \times M$

【Ⅱ】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

ピストンのついたシリンダーに四酸化二窒素 N_2O_4 を n [mol] 入れ、体積を V [L] に保ったところ、温度 T [K] でその一部が解離して、二酸化窒素 NO_2 を生じ、次式のような平衡に達した。



熱化学方程式では以下のように表される。



また、濃度平衡定数 K_c および圧平衡定数 K_p は、それぞれ以下の式で表される。

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]} \quad K_p = \frac{(p\text{NO}_2)^2}{p\text{N}_2\text{O}_4}$$

ここで、 $[\text{NO}_2]$ 、 $[\text{N}_2\text{O}_4]$ は NO_2 と N_2O_4 のモル濃度 [mol/L]， $p\text{NO}_2$ 、 $p\text{N}_2\text{O}_4$ は NO_2 と N_2O_4 の分圧 [Pa] を表す。

問7 つぎの化学平衡に関する記述のうち、正しいものの組合せを選び、その番号を

7

 にマークしなさい。

- a 平衡状態では、正反応と逆反応の反応速度が共に 0 になる。
- b 温度が変化しても、濃度平衡定数は変化しない。
- c 触媒を加えると、平衡の移動が起こる。
- d ルシャトリエの原理は、気液平衡においても成り立つ。
- e 固体と液体が関係する化学平衡の場合には、固体の量を多少増減させたとしても平衡の移動は起こらない。

- ① (a, b) ② (a, c) ③ (a, d) ④ (a, e) ⑤ (b, c)
⑥ (b, d) ⑦ (b, e) ⑧ (c, d) ⑨ (c, e) ⑩ (d, e)

問 8 下線部の N_2O_4 と NO_2 の化学平衡に関する記述の正誤について、正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

- a 温度一定で圧力を増加させると、 NO_2 分子の総数が増加する。
- b 体積一定で温度を上げると、気体の色が薄くなる。
- c 温度・体積一定でアルゴン Ar を追加すると、 NO_2 分子の総数が減少する。

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

問 9 下線部の平衡状態において、 N_2O_4 の解離度を α とするとき、濃度平衡定数 K_c はどのように表せるか。正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

- ① $\frac{\alpha}{(1-\alpha)}$
- ② $\frac{2\alpha}{(1-\alpha)}$
- ③ $\frac{4\alpha}{(1-\alpha)}$
- ④ $\frac{2\alpha^2}{(1-\alpha)^2}$
- ⑤ $\frac{4\alpha^2}{(1-\alpha)^2}$
- ⑥ $\frac{\alpha n}{(1-\alpha)V}$
- ⑦ $\frac{2\alpha n}{(1-\alpha)V}$
- ⑧ $\frac{4\alpha n}{(1-\alpha)V}$
- ⑨ $\frac{2\alpha^2 n}{(1-\alpha)V}$
- ⑩ $\frac{4\alpha^2 n}{(1-\alpha)V}$

問 10 下線部の平衡状態において、濃度平衡定数 K_c と圧平衡定数 K_p にはどのような関係式が成り立つか。最も適切なものを選び、その番号を にマークしなさい。ただし、気体定数を R [Pa·L/(K·mol)] とする。

- ① $K_p = K_c$
- ② $K_p = K_c \times RT$
- ③ $K_p = K_c \times (RT)^2$
- ④ $K_p = K_c \times (RT)^{-1}$
- ⑤ $K_p = K_c \times (RT)^{-2}$
- ⑥ $K_p = (K_c \times RT)^2$
- ⑦ $K_p = (K_c \times RT)^{-1}$
- ⑧ $K_p = (K_c \times RT)^{-2}$
- ⑨ $K_p = K_c \times R$
- ⑩ $K_p = K_c \times R^2$

問 11 下線部について、ピストンを固定したまま平衡状態にした。このときの N_2O_4 の解離度を α とするとき、その全圧はシリンダーに N_2O_4 を加えた直後の圧力と比較して何倍になっているか。最も適切なものを選び、その番号を にマークしなさい。

- ① α ② 2α ③ 4α ④ $(1-\alpha)$
⑤ $2(1-\alpha)$ ⑥ $4(1-\alpha)$ ⑦ $(1+\alpha)$ ⑧ $2(1+\alpha)$
⑨ $4(1+\alpha)$ ⑩ $(1+\alpha)^2$

問 12, 13 $1.0 \times 10^{-1} \text{ mol}$ の N_2O_4 を 1.0 L の容器に入れて 320 K にしたところ、 N_2O_4 は解離して平衡状態となり、 N_2O_4 と NO_2 の混合物となった。 N_2O_4 の解離度を調べたところ、 0.20 であった。以下の問いに答えよ。

問 12 平衡状態における気体の全圧は何 Pa になるか。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。

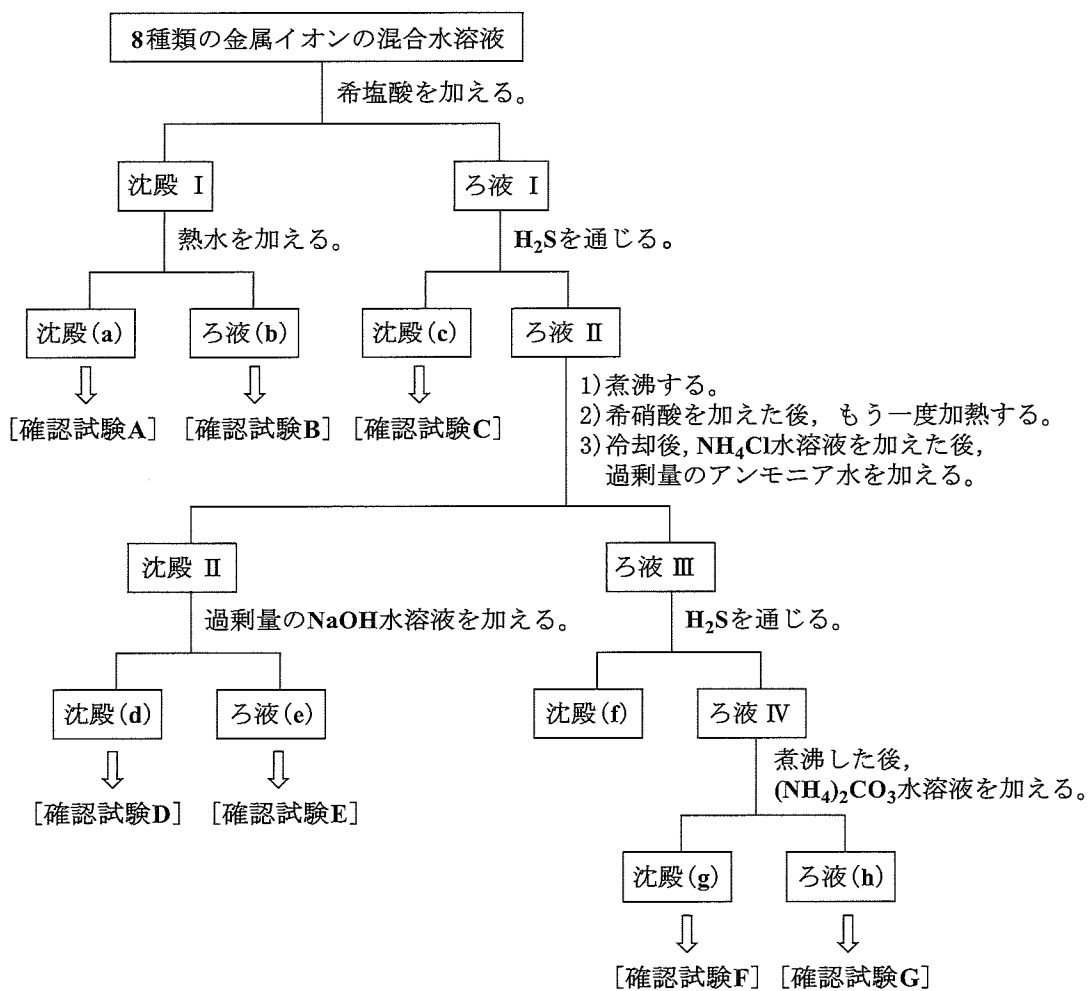
- ① 1.6×10^5 ② 3.2×10^5 ③ 4.8×10^5 ④ 6.4×10^5 ⑤ 8.0×10^5
⑥ 9.6×10^5 ⑦ 1.1×10^6 ⑧ 2.7×10^6 ⑨ 4.3×10^6 ⑩ 5.9×10^6

問 13 反応を開始して平衡状態になるまでに吸収された熱は、全部で何 kJ か。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。

- ① 0.57 ② 1.1 ③ 1.7 ④ 2.2 ⑤ 2.9
⑥ 3.4 ⑦ 4.0 ⑧ 4.6 ⑨ 5.2 ⑩ 5.7

【Ⅲ】 以下の問いに答えよ。

Al^{3+} , Ba^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ , Na^+ の 8 種類の金属イオンの混合水溶液に対して、以下に示す系統分離の操作を行った。なお、すべての分離および操作は完全に行われたものとする。



問 14 [確認試験 A] では、沈殿 (a) をアンモニア水に溶かして錯イオンとした後、十分量の硝酸を加えて酸性にすると沈殿が生じた。この錯イオンの形および沈殿の色として適切な組合せはどれか。正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

	錯イオンの形	沈殿の色
①	直線形	白色
②	直線形	褐色
③	直線形	黒色
④	正方形	青白色
⑤	正方形	褐色
⑥	正方形	黒色
⑦	正四面体	白色
⑧	正四面体	黒色
⑨	正四面体	褐色

問 15 [確認試験 B] では、ろ液 (b) に対して の水溶液を加えると、黄色の沈殿が生じた。 に入る物質として適切なものはどれか。正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

- ① K_2CrO_4 ② $KMnO_4$ ③ NH_3 ④ H_2SO_4 ⑤ $K_3[Fe(CN)_6]$

問 16 沈殿 (c), (d), (f) の化学式として正しい組合せはどれか。正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

	沈殿 (c)	沈殿 (d)	沈殿 (f)
①	CuS	Al(OH) ₃	ZnS
②	CuS	Al(OH) ₃	PbS
③	ZnS	Al(OH) ₃	FeS
④	FeS	Al(OH) ₃	CuS
⑤	CuS	Fe(OH) ₂	ZnS
⑥	CuS	Fe(OH) ₂	PbS
⑦	ZnS	Fe(OH) ₂	CuS
⑧	CuS	Fe(OH) ₃	ZnS
⑨	CuS	Fe(OH) ₃	PbS
⑩	ZnS	Fe(OH) ₃	CuS

問 17 下記の操作は「確認試験 C～G」のうち、どれか。正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

「塩酸に溶かし、ヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム水溶液を加えると、濃青色(紺青)の沈殿が生じた。」

- ① C ② D ③ E ④ F ⑤ G

問 18 ろ液Ⅱに対する操作 2) で希硝酸を加える主な目的はどれか。最も適切なものを選び、その番号を にマークしなさい。

- ① H_2S により還元された金属イオンを酸化するため。
② 未反応の H_2S を除去するため。
③ 未反応の H_2S と金属イオンとの反応を促進するため。
④ 金属イオンと硝酸イオンとの反応を促進するため。
⑤ 金属の硫化物を分解するため。

問 19 ろ液Ⅱに対する操作 3) で NH_4Cl 水溶液を加える主な目的はどれか。最も適切なものを選び、その番号を にマークしなさい。

- ① 金属イオンのアンミン錯イオンを生じさせるため。
② 沈殿した硫黄の固体を除去するため。
③ アンモニアの電離を抑えて、溶液中の水酸化物イオン濃度を小さくするため。
④ 金属イオンと塩化物イオンが化合した沈殿を生じさせるため。
⑤ 金属イオンとアンモニウムイオンが化合した沈殿を生じさせるため。

【IV】 つぎの文章を読んで、以下の問いに答えよ。

炭素原子間に二重結合を 1 個もつ鎖式不飽和炭化水素をアルケンといい、一般式 C_nH_{2n} ($n \geq 2$) で表される。 $n = 2$ はエチレンで、実験室では濃硫酸を $160 \sim 170^\circ\text{C}$ に加熱しながら、ア を加えて発生させる。このような反応を イ という。エチレンは化学工業原料として重要で、エチレンに適当な条件で触媒を作用させると、次々と付加反応を起こして、多数の分子が長く鎖状に結合する。生成物は ウ とよばれ、合成樹脂（プラスチック）としてフィルムや成形品に広く用いられている。

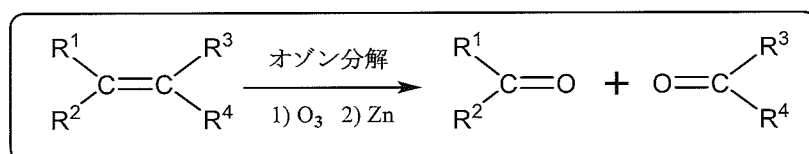
炭素原子どうしが環状に結合した構造をもつ飽和炭化水素（シクロアルカン）も一般式はアルケンと同様に C_nH_{2n} ($n \geq 3$) で表される。 $n = 5$ はシクロペンタン、 $n = 6$ はシクロヘキサンで、アルカンと性質が似ている。

分子式 C_4H_8 で表される化合物 A～E があり、以下の実験 1～4 を行った。

(実験 1) 化合物 A～E に臭素 Br_2 を加えたところ、A では付加反応が認められず、B～E では付加反応が認められた。

(実験 2) 化合物 B, E をオゾン分解したところ、ホルムアルデヒドが生成した。

なお、オゾン分解とは、下に示す反応のことである。 R^1, R^2, R^3, R^4 はアルキル基または水素原子を表す。



(実験 3) 化合物 A～E の二重結合している炭素原子、もしくは環をつくる炭素原子に直接結合したメチル基の数を調べたところ、化合物 A と B は 0 個、化合物 C～E は 2 個であった。

(実験 4) 化合物 C～E の 2 つのメチル基の炭素原子間の距離を測定したところ、化合物 E が最も短く、化合物 D が最も長かった。

問 20 ～ にあてはまる正しいものの組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

	<input type="text" value="ア"/>	<input type="text" value="イ"/>	<input type="text" value="ウ"/>
①	エタノール	脱炭酸反応	ポリエチレン
②	エタノール	脱炭酸反応	ポリエチレンテレフタレート
③	エタノール	脱水反応	ポリエチレン
④	エタノール	脱水反応	ポリエチレンテレフタレート
⑤	2-プロパノール	脱炭酸反応	ポリエチレン
⑥	2-プロパノール	脱炭酸反応	ポリエチレンテレフタレート
⑦	2-プロパノール	脱水反応	ポリエチレン
⑧	2-プロパノール	脱水反応	ポリエチレンテレフタレート

問 21 平均分子量 5.6×10^5 の 21 g を完全燃焼させると、二酸化炭素 CO_2 が何 g 発生するか。最も近い値を選び、その番号を にマークしなさい。

- ① 15 ② 22 ③ 28 ④ 30 ⑤ 33
 ⑥ 42 ⑦ 56 ⑧ 60 ⑨ 66 ⑩ 84

問 22～25 以下の問いに答えよ。ただし、同位体は区別しないものとする。

問 22 化合物 A の 2 個の水素原子 H を塩素原子 Cl で 2 個とも置換したジクロロ化合物 (分子式: $\text{C}_4\text{H}_6\text{Cl}_2$) には、理論上、全部で何種類の異性体が存在するか。正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

- ① 2 ② 3 ③ 4 ④ 5 ⑤ 6
 ⑥ 7 ⑦ 8 ⑧ 9 ⑨ 10 ⑩ 11

問 23 化合物 B 0.35 g 全量に、過不足なく付加する臭素 Br₂は何 g か。また、この付加反応では立体異性体を区別したときに何種類の生成物が得られるか。正しい組合せを選び、その番号を にマークしなさい。

	付加する Br ₂ の量 [g]	生成物の種類
①	0.5	2 種類
②	0.5	3 種類
③	1.0	2 種類
④	1.0	3 種類
⑤	1.5	2 種類
⑥	1.5	3 種類
⑦	2.0	2 種類
⑧	2.0	3 種類

問 24 化合物 B に十分量の水素 H₂, 塩化水素 HCl, 塩素 Cl₂ を付加した場合、理論上、立体異性体を区別したときに全部で何種類の付加生成物が得られるか。正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|----|---|----|---|----|
| ① | 3 | ② | 4 | ③ | 5 | ④ | 6 | ⑤ | 7 |
| ⑥ | 8 | ⑦ | 9 | ⑧ | 10 | ⑨ | 11 | ⑩ | 12 |

問 25 化合物 D の名称はどれか。正しいものを選び、その番号を にマークしなさい。

- | | | |
|-------------|------------|--------------|
| ① 1-ブテン | ② シス-2-ブテン | ③ トランス-2-ブテン |
| ④ 2-メチルプロペン | ⑤ シクロブタン | ⑥ メチルシクロプロパン |

