

高等学校 理科（化学）

解答についての注意点

- 1 解答用紙は、マーク式解答用紙と記述式解答用紙の2種類があります。
- 2 大問 **1** ～大問 **4** については、マーク式解答用紙に、大問 **5** については、記述式解答用紙に記入してください。
- 3 解答用紙が配付されたら、まずマーク式解答用紙に受験番号等を記入し、受験番号に対応する数字を、鉛筆で黒くぬりつぶしてください。
記述式解答用紙は、全ての用紙の上部に受験番号のみを記入してください。
- 4 大問 **1** ～大問 **4** の解答は、選択肢のうちから、**問題で指示された解答番号**の欄にある数字のうち一つを黒くぬりつぶしてください。
例えば、「解答番号は 」と表示のある問題に対して、「**3**」と解答する場合は、解答番号 の欄に並んでいる ① ② ③ ④ ⑤ の中の ③ を黒くぬりつぶしてください。
- 5 間違ってぬりつぶしたときは、消しゴムできれいに消してください。二つ以上ぬりつぶされている場合は、その解答は無効となります。
- 6 その他、係員が注意したことをよく守ってください。

指示があるまで中をあけてはいけません。

1 次の(1)～(6)の問いに答えよ。

(1) 高い山に登ったとき、ふもとから持って行ったお菓子の袋(気体の中に密封されたもの)が、山頂ではふもとのときに比べふくらんでいることに気付いた。この理由として最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 山頂ではふもとよりも大気圧が高く、袋の中の気体の圧力が大気圧より大きくなるため。
- 2 山頂ではふもとよりも大気圧が高く、袋の中の気体の圧力が大気圧より小さくなるため。
- 3 山頂ではふもとよりも大気圧が低く、袋の中の気体の圧力が大気圧より大きくなるため。
- 4 山頂ではふもとよりも大気圧が低く、袋の中の気体の圧力が大気圧より小さくなるため。
- 5 山頂とふもとでは大気圧が等しく、袋の中の気体の圧力が大気圧より大きくなるため。

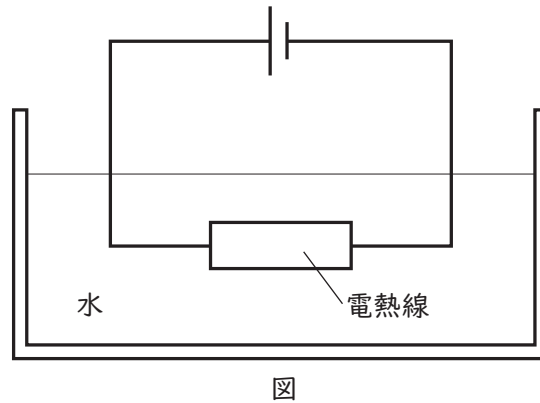
(2) 船の前方にある岩壁までの距離をはかるために、船上で汽笛を鳴らしたところ、2.4秒後に反響音が聞こえた。船から岩壁までの距離は何mか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、船は静止しており、音の速さを $3.4 \times 10^2 \text{ m/s}$ とする。また、風による影響は受けないものとする。解答番号は

- 1 $1.1 \times 10^2 \text{ m}$
- 2 $2.2 \times 10^2 \text{ m}$
- 3 $4.1 \times 10^2 \text{ m}$
- 4 $4.4 \times 10^2 \text{ m}$
- 5 $8.2 \times 10^2 \text{ m}$

(3) 1辺が5.0 cmの立方体を水平な床の上に置いた。この立方体の質量は250 gであった。床が立方体から受ける圧力の大きさは何Paか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、100 gの物体にはたらく重力の大きさを1.0 Nとする。解答番号は

- 1 1.0 Pa
- 2 $1.0 \times 10 \text{ Pa}$
- 3 $1.0 \times 10^2 \text{ Pa}$
- 4 $1.0 \times 10^3 \text{ Pa}$
- 5 $1.0 \times 10^4 \text{ Pa}$

- (4) 下の図のように、 $6.0\ \Omega$ の電熱線に $6.0\ \text{V}$ の電圧をかけ、水を温める実験を行った。以下の①、②の問いに答えよ。ただし、電熱線以外に電気抵抗はないものとし、電熱線で発生するジュール熱は、すべて水の温度上昇に用いられるものとする。また、 $1.0\ \text{g}$ の水の温度を 1.0°C 上昇させるのに必要な熱量は $4.2\ \text{J}$ とし、 $\sqrt{2}=1.4$ 、 $\sqrt{3}=1.7$ とする。



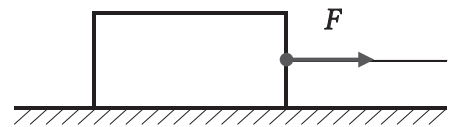
- ① この実験装置で $200\ \text{g}$ の水の温度を 10°C 上昇させるのには何秒かかるか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 0.70×10^3 秒
- 2 1.4×10^3 秒
- 3 2.1×10^3 秒
- 4 2.8×10^3 秒
- 5 3.5×10^3 秒

- ② $6.0\ \Omega$ の電熱線を $12\ \Omega$ の電熱線に変えたとともに電熱線にかける電圧も変えて、 $200\ \text{g}$ の水の温度を 10°C 上昇させるのにかかる時間を①と同じにするには、電熱線にかける電圧を何 V にすればよいか。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 $5.1\ \text{V}$
- 2 $5.6\ \text{V}$
- 3 $6.8\ \text{V}$
- 4 $7.0\ \text{V}$
- 5 $8.4\ \text{V}$

(5) 右の図のように、あらかう水平な床に質量 2.0 kg の物体を置き、物体に対して水平な方向に力 F を加える。力 F の大きさをしだいに大きくしていったところ、力 F の大きさが 9.8 N になったところで物体はすべりだした。物



図

体と床の間の静止摩擦係数として最も適切なものを 1 ～ 5 から一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。解答番号は

1 0.10 2 0.40 3 0.49 4 0.50 5 0.98

(6) 次の①、②の記述は、音の波長や振動数について述べたものである。空欄（ ア ）、（ イ ）に入る語句の組合せとして最も適切なものはどれか。1 ～ 5 から一つ選べ。

解答番号は

- ① 音源が静止している観測者に近づくときに観測者が受け取る音の波長は、音源が静止している場合に受け取る音の波長（ ア ）。
- ② 静止している音源から観測者が遠ざかるときに観測者が受け取る音の振動数は、音源の振動数（ イ ）。

	ア	イ
1	より長い	より大きい
2	より短い	より小さい
3	より長い	と等しい
4	より短い	と等しい
5	と等しい	より大きい

2 次の(1)～(7)の問いに答えなさい。

(1) 次のア～オのうち、大腸菌がもっているものを選んだ組合せとして、最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

ア DNA イ 核膜 ウ 細胞膜 エ 細胞壁 オ ミトコンドリア

- 1 ア, イ, ウ
- 2 ア, ウ, エ
- 3 ア, ウ, オ
- 4 ア, イ, ウ, エ
- 5 ア, イ, ウ, オ

(2) ある生物のDNAの全塩基に占めるグアニンの割合が17.2%であったとき、アデニンの割合は何%か。最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 8.6 2 17.2 3 32.8 4 34.4 5 65.6

(3) 下の文は、DNAからタンパク質がつくられるまでの過程を説明したものである。次の(ア)～(エ)にあてはまる言葉の組合せとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。

解答番号は

DNAの塩基配列は、最終的にタンパク質のアミノ酸配列に変換される。まず、DNAの塩基配列はmRNAという分子に写し取られる。この過程を(ア)という。つぎに、mRNAの塩基配列はタンパク質のアミノ酸配列に変換される。この過程を(イ)という。このようなDNA→RNA→タンパク質へと一方向に遺伝情報が伝えられるという原則を(ウ)という。また、一般にDNAの遺伝情報からタンパク質が合成されることを、遺伝子が(エ)するという。

- | | | | | |
|---|-------|-------|-------------|-------|
| 1 | ア. 転写 | イ. 翻訳 | ウ. セントラルドグマ | エ. 発現 |
| 2 | ア. 翻訳 | イ. 転写 | ウ. セントラルドグマ | エ. 伝令 |
| 3 | ア. 転写 | イ. 翻訳 | ウ. ヌクレオチド | エ. 発現 |
| 4 | ア. 翻訳 | イ. 転写 | ウ. ヌクレオチド | エ. 伝令 |
| 5 | ア. 転写 | イ. 複製 | ウ. ヌクレオチド | エ. 発現 |

(4) 図は、ある生物のDNAのうち、一方の鎖における塩基配列の一部である。3′、5′はそれぞれDNAの末端を表している。

3′ TACCCGGTACTCCAT 5′

図

このDNAを鋳型として3′側から5′側にRNAポリメラーゼが移動し、mRNAを5′→3′に合成する。さらにそのmRNAをもとに、5′側からタンパク質が合成される。タンパク質合成に際しては、開始コドンが起点となる。

表1の遺伝暗号表を参照し、この図のDNA塩基配列から推測できるアミノ酸配列の順番として最も適切なものを1～5から一つ選べ。ただし、アミノ酸配列は、変化したり、図以外の部分のDNA塩基配列から影響を受けたりしないものとする。解答番号は

	1 番め	2 番め	3 番め	4 番め	5 番め
1	メチオニン	グリシン	ヒスチジン	グルタミン酸	バリン
2	メチオニン	グルタミン酸	チロシン	アルギニン	バリン
3	バリン	グルタミン酸	ヒスチジン	グリシン	メチオニン
4	チロシン	プロリン	バリン	ロイシン	ヒスチジン
5	チロシン	ロイシン	メチオニン	アラニン	ヒスチジン

表1

遺伝暗号表

		コドンの2番目の塩基					
		U	C	A	G		
コドンの1番目の塩基	U	UUU フェニルアラニン	UCU セリン	UAU チロシン	UGU システイン	U	コドンの3番目の塩基
		UUC	UCC	UAC	UGC	C	
		UUA ロイシン	UCA	UAA	UGA 終止コドン	A	
		UUG	UCG	UAG 終止コドン	UGG トリプトファン	G	
	C	CUU ロイシン	CCU プロリン	CAU ヒスチジン	CGU アルギニン	U	
		CUC	CCC	CAC	CGC	C	
		CUA	CCA	CAA グルタミン	CGA	A	
		CUG	CCG	CAG	CGG	G	
	A	AUU イソロイシン	ACU トレオニン	AAU アスパラギン	AGU セリン	U	
		AUC	ACC	AAC	AGC	C	
		AUA	ACA	AAA リシン	AGA アルギニン	A	
		AUG 開始コドン メチオニン	ACG	AAG	AGG	G	
	G	GUU バリン	GCU アラニン	GAU アスパラギン酸	GGU グリシン	U	
		GUC	GCC	GAC	GGC	C	
		GUA	GCA	GAA グルタミン酸	GGA	A	
		GUG	GCG	GAG	GGG	G	

(5) 茎の太さと背の高さがほぼ同じホウセンカを3本用意した。根を切り、ほぼ同じ大きさの葉を同じ枚数残し、同量の水が入った3本のメスシリンダーA～Cにそれぞれさした。次に、ホウセンカにつかないように少量の油を注いで水面を覆った。さらに、メスシリンダーA～Cにさしたホウセンカを、それぞれ次のように処理した。

A：葉の裏側全体にワセリンをぬった。

B：葉の表側全体にワセリンをぬった。

C：どこにもワセリンをぬらなかった。

上記の処理を行った後、24時間放置し、水位の変化から水の減少量を求めたところ、表2のようになった。ただし、油とワセリンは水や水蒸気を全く通さないものとする。このホウセンカの茎だけから失われた水分量として最も適切なものを1～5から一つ選べ。解答番号は

12

表2

	A	B	C
水の減少量 [cm ³]	10	19	25

- 1 2 cm³
- 2 4 cm³
- 3 6 cm³
- 4 9 cm³
- 5 15 cm³

(6) ヒトの聴覚・平衡覚（傾き・回転）の受容器は耳にある。耳の受容器の名称とそれが感じ取る感覚の組合せとして最も適切なものを1～5から一つ選べ。

解答番号は

13

- 1 半規管 － 傾き
- 2 前庭 － 回転
- 3 前庭 － 聴覚
- 4 うずまき管 － 傾き
- 5 うずまき管 － 聴覚

(7) 刺激に対して、意志とは無関係に起こる反応を反射といい、次のア～オのようなものがある。

ア 鼻にゴミが入ったとき、くしゃみが出る。

イ 外界の明暗の変化で瞳孔の大きさが変わる。

ウ ものを食べたとき、唾液が出る。

エ 熱いものに触ったとき、思わず手を引っ込める。

オ 体が傾いても、もとの姿勢を保持しようとする。

また、反射の中心となる部分のことを反射中枢といい、脊髄、延髄、中脳がそれに相当する。

次のア～オの反射と反射中枢の組合せとして最も適切なものを 1 ～ 5 から一つ選べ。

解答番号は

1 ア － 脊髄

2 イ － 延髄

3 ウ － 中脳

4 エ － 脊髄

5 オ － 延髄

3 次の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 太陽系に関する次の問いに答えよ。

ア 太陽について述べた次の①～③の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 太陽は、中心で起こる水素の核融合反応がそのエネルギー源となっている。
- ② 太陽表面にある黒点は、高温のガスが噴き出しており周囲より温度が高いため、黒く見える。
- ③ 太陽の外層大気であるコロナは、皆既日食の時に肉眼でも観察することができる。

	①	②	③
1	正	誤	正
2	正	正	誤
3	正	誤	誤
4	誤	正	誤
5	誤	誤	正

イ 金星について述べた次の文の空欄①～④にあてはまる語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は

金星は地球よりも太陽の近くを公転している(①)の一つで、夕方の(②)の空や、明け方の(③)の空などに観測できる天体である。太陽の光を反射して輝いて見え、月のように満ち欠けして見える。地球との距離が変わるため、金星の見かけの大きさが変わり、満ちている部分が少ないときの見かけの大きさは、満ちている部分が多いときに対して(④)見える。

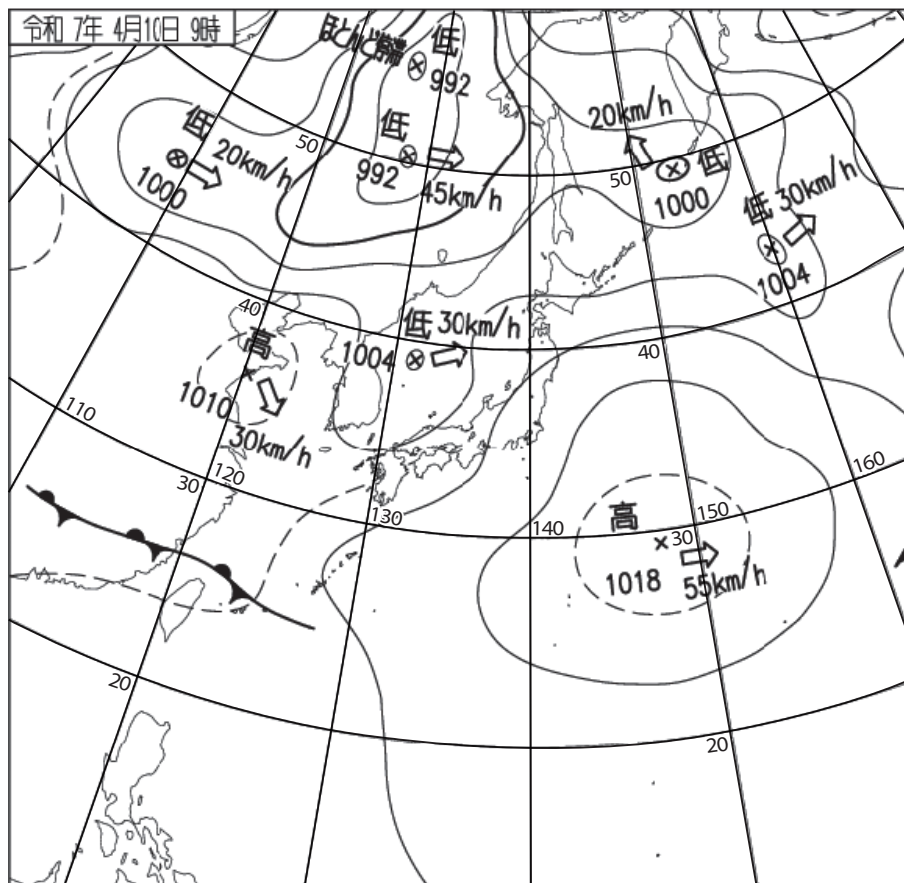
	①	②	③	④
1	外惑星	西	東	小さく
2	外惑星	東	西	大きく
3	内惑星	東	西	小さく
4	内惑星	西	東	大きく
5	内惑星	西	東	小さく

(2) 気象に関する次の問いに答えよ。

ア 図は気象庁が公開している令和7年4月10日9時の日本付近の地上天気図である。図中の×は高気圧・低気圧の中心位置を表しており、矢印は高気圧・低気圧の移動する方向を、数値は移動する速さ[km/h]をそれぞれ表している。次の文の空欄①～④にあてはまる語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は 17

東経150度、北緯30度付近に中心のある高気圧の1016hPaの等圧線に囲まれた高圧部の形や移動する速さ、方向が変化しないと仮定したとき、この高圧部の東端が東経150度を通過し始めてから西端が通過し終わるまでに、約(①)時間かかる。高気圧では(②)が卓越しており、雲は(③)ことから、この日9時の日本近海の太平洋上の天気は(④)であったと考えられる。

なお、北緯30度付近において、経度幅10度に相当する距離は、約960kmである。



図

	①	②	③	④
1	18	下降気流	しやすい	晴れ
2	35	上昇気流	できにくい	曇り
3	18	下降気流	できにくい	晴れ
4	18	上昇気流	しやすい	曇り
5	35	下降気流	できにくい	晴れ

イ 図1はある部屋に静置してある乾湿計を模式的に表したものであり、図2は気温に対する飽和水蒸気量のグラフである。次の文の空欄①～④にあてはまる語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は 18

乾湿計の示度を読み取ると、乾球温度は（ ① ）℃、湿球温度は（ ② ）℃であることから、この部屋の相対湿度は約（ ③ ）％であることがわかる。また、この部屋の空気の露点は、約（ ④ ）℃である。

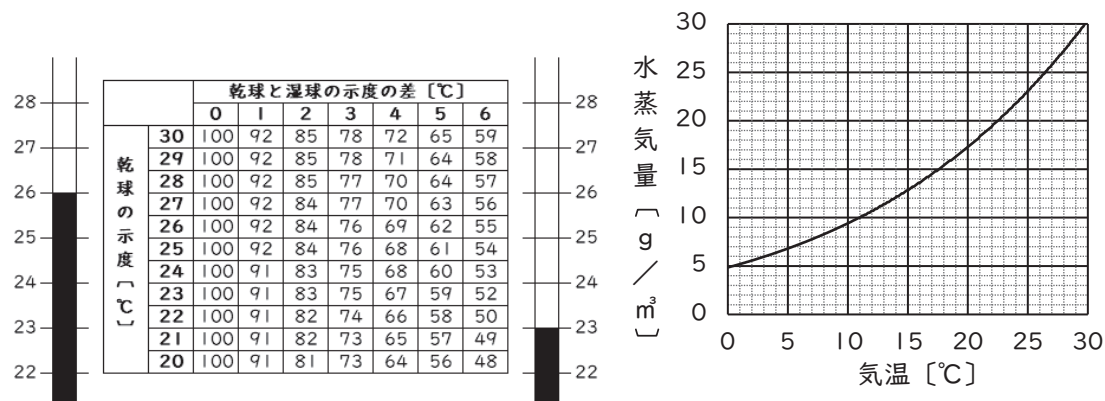


図1

図2

	①	②	③	④
1	23.0	26.0	75	21
2	26.0	23.0	76	21
3	26.0	23.0	75	17
4	26.0	23.0	76	17
5	23.0	26.0	75	17

(3) 地球に関する次の問いに答えよ。

ア 図1は、地点A、地点B、地点Cにおける地下20mの地質柱状図を模式的に示したもので、図2はそれぞれの地点を含むある地域の地形図を表したものである。なお、この地域の地層は平行に堆積しており、地層の逆転が起こるような変動はなく、ある一方位にのみ傾斜していることがわかっているものとする。また、図2の曲線は、この山の等高線を、数字は標高〔m〕を示している。次の文の空欄①～③にあてはまる語句の組合せとして、最も適切なものはどれか。1～5から一つ選べ。解答番号は 19

図1、図2から、この地域の地層は（ ① ）に傾斜していることがわかる。このため、地点Xを10m掘ると（ ② ）の層にあたる。また、火山灰の層から、この地層が堆積する過程で、近くで少なくとも2回の噴火があったことが読み取れる。この火山灰の層のように、広範囲にほぼ同時期に堆積するため、地層が堆積した時代を推測するのに役立つ層を（ ③ ）という。

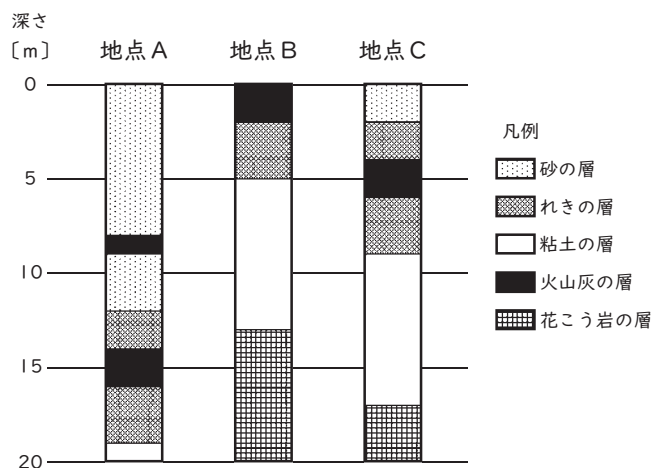


図1

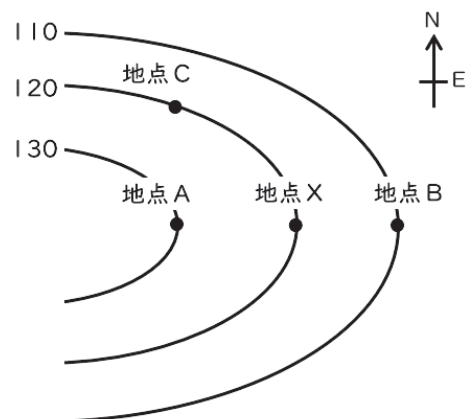


図2

- | | ① | ② | ③ |
|---|---|----|----|
| 1 | 北 | れき | 累層 |
| 2 | 北 | 粘土 | 鍵層 |
| 3 | 南 | れき | 互層 |
| 4 | 東 | 粘土 | 累層 |
| 5 | 東 | れき | 鍵層 |

イ 次の表は、ある生徒が昭和新山とキラウエア火山の特徴を比較してまとめた表である。

表		
項目	昭和新山	キラウエア火山
火山の形	溶岩円頂丘	楕状火山
溶岩の色	白っぽい	黒っぽい
SiO ₂ の割合	大きい	小さい
マグマの粘性	大きい	小さい
火成岩の組成	苦鉄質	ケイ長質

この表を確認したところ、昭和新山の特徴とキラウエア火山の特徴を誤って記載している項目が1つあることに気づいた。それはどの項目か。1～5から一つ選べ。解答番号は

- 1 火山の形
- 2 溶岩の色
- 3 SiO₂の割合
- 4 マグマの粘性
- 5 火成岩の組成

ウ 地震について述べた次の文の①～③の正誤の組合せとして、最も適切なものはどれか。

1～5から一つ選べ。解答番号は

- ① 大森公式は、初期微動継続時間からおおよその震央距離を算出する公式である。
- ② 緊急地震速報は、震源に近い地震計でS波を捉えてコンピュータで分析し、P波の到着時刻や震度を予測して大きな揺れに対して警戒を促すものである。
- ③ 今年で発生から30年が経過した「平成7年（1995年）兵庫県南部地震」を契機として、気象庁は震度階級を改正し、現在の震度階級表は10階級に細分化された。

- | | | | |
|---|---|---|---|
| | ① | ② | ③ |
| 1 | 正 | 正 | 誤 |
| 2 | 誤 | 誤 | 正 |
| 3 | 誤 | 正 | 誤 |
| 4 | 誤 | 誤 | 誤 |
| 5 | 正 | 誤 | 正 |

4 次の(1)～(7)の問いに答えよ。

(1) 質量パーセント濃度 $W[\%]$ 、密度 $\rho[\text{g}/\text{cm}^3]$ の溶液がある。この溶液を水で薄めてモル濃度 $C[\text{mol}/\text{L}]$ の溶液 1.0L をつくりたいとき、もとの溶液は何 mL 必要か。最も適切なものを 1～5 の中から一つ選べ。解答番号は 22
なお、溶質のモル質量は $M[\text{g}/\text{mol}]$ とすること。

$$1 \quad \frac{10\rho W}{CM} \quad 2 \quad \frac{CMW}{100\rho} \quad 3 \quad \frac{100CM}{\rho W} \quad 4 \quad \frac{10C}{\rho MW} \quad 5 \quad \frac{100C}{\rho LMW}$$

(2) 次の塩または酸化物を水に溶かしたとき、その水溶液がいずれも酸性を示す組み合わせを、1～5 の中から一つ選べ。解答番号は 23

<塩または酸化物>

Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 NaHSO_4 、 NH_4Cl 、 SO_2 、 CaO

- 1 Na_2CO_3 、 NaHCO_3 、 NaHSO_4
- 2 Na_2CO_3 、 NH_4Cl 、 SO_2
- 3 NaHCO_3 、 SO_2 、 CaO
- 4 NaHSO_4 、 NH_4Cl 、 SO_2
- 5 NaHSO_4 、 NH_4Cl 、 CaO

(3) 図1は、温度や圧力を変化させたときに二酸化炭素がどのような状態であるかを示したもので領域Ⅰ、Ⅱ、Ⅲはそれぞれ気体、液体、固体のいずれかに対応するものとする。

温度一定で、圧力を点Xから点Yに変化させるときに、二酸化炭素が途中で起こす状態変化として最も適当なものを、1～5の中から一つ選べ。解答番号は 24

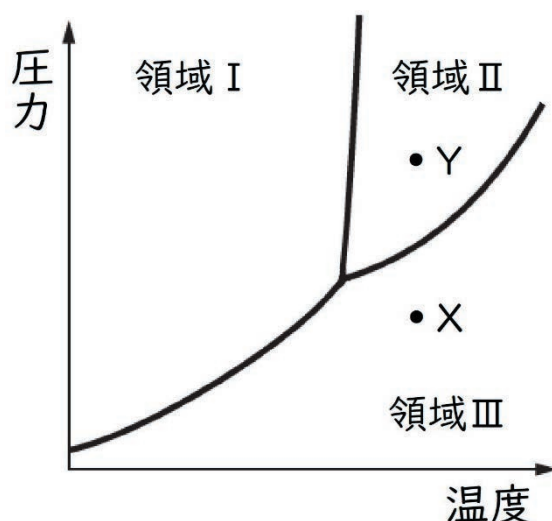


図1

1 昇華 2 蒸発 3 融解 4 凝固 5 凝縮

(4) 沸騰させた純水に0.50mol/Lの塩化鉄(Ⅲ)水溶液10mLを加えて100mLとし、よくかき混ぜてコロイド溶液をつくった。このコロイド溶液の全量をセロハン袋に入れ、これを900mLの純水を入れたビーカーに浸し、袋の内外のイオン濃度が平衡に達したところを「1回目の透析」とする。その後、ビーカーの水の全量を新しい純水(900mL)と取りかえる透析操作を繰り返すことによって、コロイド溶液中の塩化物イオンの濃度を 2.0×10^{-5} [mol/L] 以下にするには、最低何回の透析操作を行えば良いか。最も適切なものを1～5の中から一つ選べ。

解答番号は 25

ただし、セロハン袋の中のコロイド溶液の体積はつねに100mLであるとする。

1 3回 2 4回 3 5回 4 6回 5 7回

(5) 25℃、 1.0×10^5 [Pa] の大気圧下において、容積15Lの容器に18gの水を入れて密閉し、100℃まで容器の温度を上げて、容器内の圧力を測定した。加熱による容器の体積変化および水の体積は無視できるものとして、容器内の圧力として最も適切なものを1～5の中から一つ選べ。

解答番号は 26

なお、100℃における水の飽和蒸気圧を 1.0×10^5 [Pa]、気体定数 $R = 8.3 \times 10^3$ [Pa・L/ (mol・K)] とする。

- 1 1.0×10^5 [Pa]
- 2 1.3×10^5 [Pa]
- 3 2.1×10^5 [Pa]
- 4 2.3×10^5 [Pa]
- 5 3.0×10^5 [Pa]

(6) 次の①～⑦の反応がそれぞれ平衡状態となっているとする。このとき、< >内の操作を行うと、平衡が右に移動する反応はいくつあるか。最も適切なものを、1～5の中から一つ選べ。

解答番号は 27

- | | |
|--|----------------------------|
| ① $2\text{NO}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO} + \text{O}_2$ | <圧力を上げる> |
| ② $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ | <生成した NH_3 を取り除く> |
| ③ $\text{C (黒鉛)} + \text{H}_2\text{O (気)} \rightleftharpoons \text{CO} + \text{H}_2$ | <圧力を下げる> |
| ④ $\text{CO} + 2\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{OH (気)}$ | <触媒を加える> |
| ⑤ $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$ | <塩化水素を加える> |
| ⑥ $\text{N}_2 \text{ (気)} + \text{O}_2 \text{ (気)} \rightleftharpoons 2\text{NO (気)} \quad \Delta H = +181\text{kJ}$ | <加熱する> |
| ⑦ $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{SO}_3$ | <体積一定でArを加える> |

- 1 2つ 2 3つ 3 4つ 4 5つ 5 6つ

(7) アラニン、グルタミン酸、リシンからなるトリペプチドに対して、下記の実験 ア ～ ウ をそれぞれおこなった。実験 ア ～ ウ について、呈色反応を示した場合を「○」、呈色反応を示さなかった場合を「×」と表すとき、正しい組み合わせはどれか。1 ～ 5 から一つ選べ。

解答番号は

28

実験 ア 水酸化ナトリウム水溶液と少量の薄い硫酸銅（Ⅱ）水溶液を加える。

実験 イ 濃硝酸を加えて加熱し、冷却後にアンモニア水を加える。

実験 ウ 水酸化ナトリウムを加えて加熱し、酢酸を加えて中和後に酢酸鉛（Ⅱ）水溶液を加える。

	実験 ア	実験 イ	実験 ウ
1	○	×	×
2	○	○	×
3	○	×	○
4	×	○	×
5	×	×	○

5 次の【Ⅰ】～【Ⅴ】の文章を読み、(1)～(16)に答えよ。

【Ⅰ】無機物質について以下の設問に答えよ。

(1) 下記の記述のうち、誤りを含むものを1～5の中から二つ選び、記号で答えよ。

- 1 フッ化水素を水に溶かしたフッ化水素酸は、弱酸を示す。
- 2 光ファイバーなどで用いられているカーボンナノチューブは炭素の同素体である。
- 3 純銅は金や銀、鉄、ニッケルなどを少量含む粗銅を熔融塩電解することによって得られる。
- 4 鉄、亜鉛、及びアルミニウムにそれぞれ濃硝酸を加えると、全ての表面に緻密な酸化被膜を生じ、不動態を形成する。
- 5 銅に塩酸や希硫酸を加えても反応しないが、濃硝酸を加えると、赤褐色の二酸化窒素を生じる。

(2) 除菌作用や漂白作用がある洗剤などには「まぜるな危険 塩素系」という表示がされているものがあり、酸性の洗剤などを混合すると、有毒な塩素が発生する可能性がある。

例えば、塩素系漂白剤に塩化水素を含む洗剤を混合すると、反応式①の化学反応によって次亜塩素酸が生成する。さらに、生成した次亜塩素酸は塩化水素と反応し、反応式②に示すように塩素が発生する。



(ア) 反応式①と反応の仕組みが同じものを1～3の中から一つ選び、記号で答えよ。

- 1 揮発性の酸の塩と不揮発性の酸の反応によって、揮発性の酸が遊離する。
- 2 弱酸の塩と強酸の反応によって、弱酸が遊離する。
- 3 反応物内での電子の受け渡しによって、酸化剤は還元され、還元剤は酸化される。

(イ) 反応式①と同様の仕組みによって起こる化学反応を1～3の中から一つ選び、記号で答えよ。

- 1 塩化ナトリウムに濃硫酸を加えると気体が発生した。
- 2 銅に熱濃硫酸を加えると気体が発生した。
- 3 炭酸ナトリウムに希塩酸を加えると気体が発生した。

(ウ) 反応式②に関連して、塩素の性質や反応として正しいものを 1 ～ 5 の中から二つ選び、記号で答えよ。

- 1 常温、常圧下では赤褐色の気体である。
- 2 塩素原子の電気陰性度は 17 族のハロゲンの中で最も大きい値を示す。
- 3 紫外線下でメタンと混合すると、メタンの水素原子が塩素原子に置き換わる反応（置換反応）が起こる。
- 4 無極性分子である。
- 5 臭化水素水に通じても変化は見られない。

【Ⅱ】電気分解に関する以下の設問に答えよ。

(3) 図 1 は塩化ナトリウム水溶液を電気分解し、水酸化ナトリウムを得るための装置（電気分解装置）である。この電気分解装置を直流電源に接続し、一定の電流 I [A] を時間 t [秒] 間流したところ、陰極から標準状態で V [L] の気体 X が生じた。

ただし、ファラデー定数を F [C/mol]、アボガドロ定数を N_A [/mol]、標準状態での気体 1 mol の体積を V_0 [L] とし、陽極、陰極以外の反応に電子は使われていないものとする。

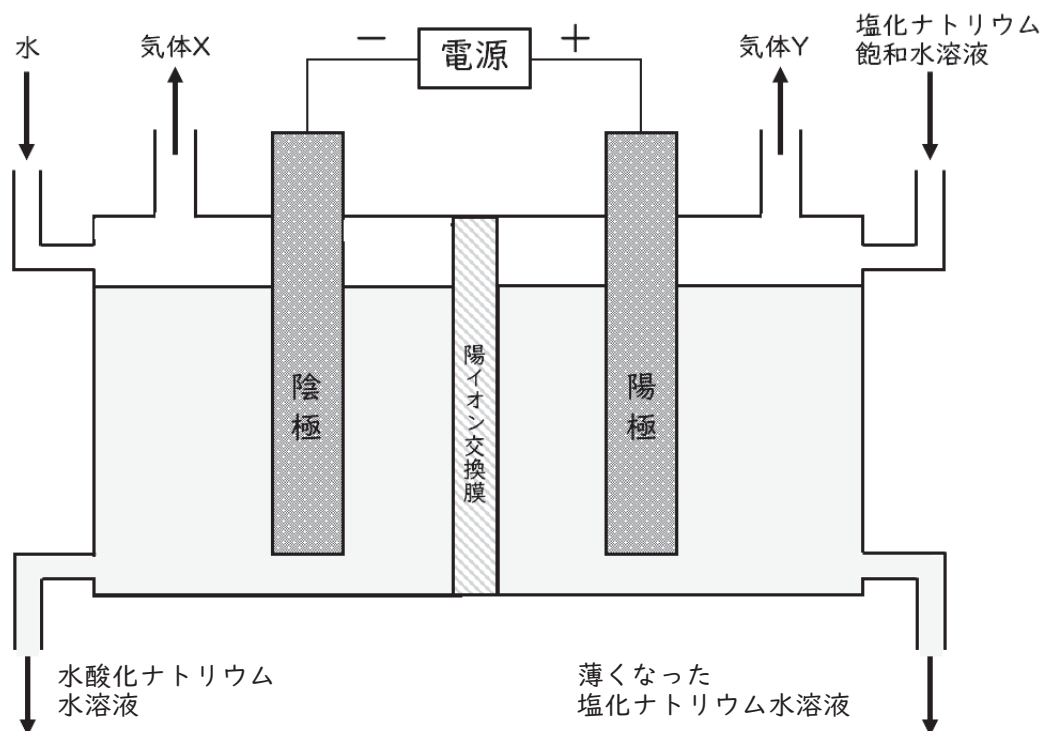


図 1

(ア) この電気分解装置の陽極、陰極で起こる化学反応をイオン反応式で答えよ。

(イ) 体積 V の値を I 、 t 、 F 、 V_0 の文字を用いて表せ。

(ウ) この電気分解から電子1個がもつ電気量 [C] を求める式として、正しいものを1～8の中から一つ選び、記号で答えよ。

$$\begin{array}{llll}
 1 & - & \frac{4It}{V_0 V N_A} & 2 & - & \frac{It V_0}{4 V N_A} & 3 & - & \frac{2It}{V_0 V N_A} & 4 & - & \frac{It V_0}{2 V N_A} \\
 5 & - & \frac{It}{V_0 V N_A} & 6 & - & \frac{It V_0}{V N_A} & 7 & - & \frac{It}{2 V_0 V N_A} & 8 & - & \frac{2It V_0}{V N_A}
 \end{array}$$

【Ⅲ】図2は炭酸ナトリウムを製造するアンモニアソーダ法（ソルベー法）の工程を図示したものである。ただし、炭酸水素ナトリウムの熱分解、及び（イ）と（ウ）の反応において生じた水については省略されている。なお、実線は製造の工程、破線は回収の工程を表している。

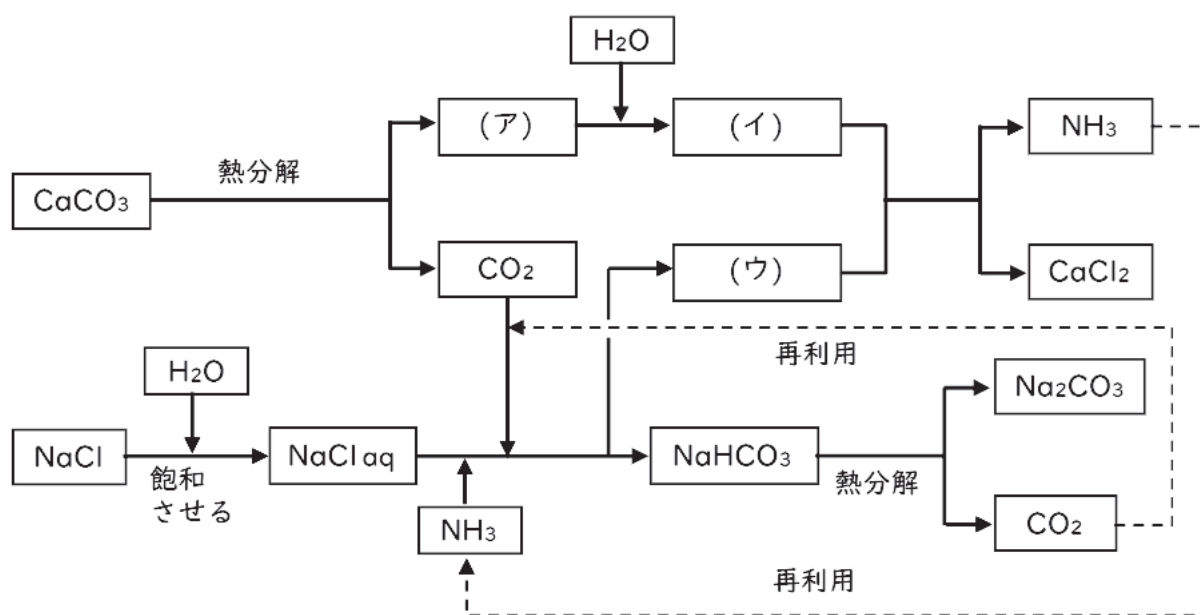


図2

(4) 図2の（ア）、（イ）、（ウ）に当てはまる物質の化学式を答えよ。

(5) 炭酸カルシウムと塩化ナトリウムから炭酸ナトリウムを生成する化学反応式を答えよ。

(6) 図2の工程で42kgの炭酸水素ナトリウムが生成された時、生成される炭酸ナトリウムは何kgか。有効数字2桁で答えよ。

ただし、原子量はH=1.0、C=12、O=16、Na=23とする。

【IV】金属に関する以下の設問に答えよ。

周期表で3～12族に属する元素を遷移元素といい、すべて金属元素であることから遷移金属とも呼ばれている。

例えば、金属Aの単体は空気中で比較的酸化されにくく、銀白色の美しい光沢を保つため、装飾品や食器などに用いられている。また、金属Aの電気や熱の伝導性は、金属中で最大である。

金属Bは特有の赤みを帯びた金属光沢をもち、溶鉱炉による鉱石からの精錬の後、電気分解により99.99%以上の純粋な単体を得ることができる。金属Bは電線や調理器具などのほか、合金の材料としても使われている。

金属Cはアルミニウムの次に地殻中に多く存在し、鉱石をコークスや石灰石とともに送風しながら溶鉱炉で溶かし、さらに転炉で融解し、酸素を吹き込んで精錬される。

上記の金属A、B、C、及び金属A、B、Cの硝酸塩水溶液について、次の【実験Ⅰ】、及び【実験Ⅱ】を行った。なお、金属B、及び金属Cは異なる価数の硝酸塩が存在する。

【実験Ⅰ】

目的：金属Aの硝酸塩と価数が+2の金属Cの硝酸塩との混合溶液aから金属Aの単体を分離する。

(操作Ⅰ)

(i) 混合溶液aに塩酸を加え、金属Aの塩化物の白色沈殿を生じさせるつもりであったが、誤ってアンモニア水を加えてしまい、緑白色沈殿Dと褐色沈殿Eが生じてしまった。

しかし、まだ金属Aの単体を分離することは可能であると考え、さらにアンモニア水を加えたところ、(ii) 沈殿Eは溶解したため、沈殿Dとろ液bに分けた。

(操作Ⅱ)

ろ液bを試験管に入れ、(①)を加えて穏やかに加熱すると、試験管の内壁に金属Aの単体が析出した。

【実験 2】

目的：硝酸亜鉛、価数が + 2 の金属 B の硝酸塩、及び価数が + 3 の金属 C の硝酸塩の混合溶液 c から、それぞれの金属イオンを分離する。

（操作 1）

混合溶液 c に希塩酸を少量加えた後、硫化水素を吹き込んだところ、黒色の沈殿 F が生じたので、ろ過によって沈殿 F とろ液 d に分けた。

（操作 2）

沈殿 F に希硝酸を加えたところ、淡青色の水溶液が得られた。この水溶液を白金線につけ、炎色反応を確認したところ、（ ② ）色の炎が見られた。

（操作 3）

ろ液 d を煮沸し、硫化水素を除いた後、希硝酸を加えた。その後、室温まで冷やした後にアンモニア水を 1 滴ずつ加えていくと、数滴加えたところで赤褐色の沈殿 G が生じた。

（操作 4）

ろ過によって沈殿 G とろ液 e に分け、⁽ⁱⁱⁱ⁾ ろ液 e に硫化水素を吹き込んだところ、白色沈殿が生じることを予想していたが、実際にはほとんど変化は生じなかった。

（7）金属 A、金属 B、金属 C はそれぞれどの金属か。元素記号で答えよ。

（8）下線部（i）に関して、次の（ア）～（ウ）に答えよ。

（ア）混合溶液 a に塩酸を加えて金属 A の塩化物の白色沈殿を形成させたとき、上澄み液中に残存する金属 A のイオンのモル濃度を $X[\text{mol/L}]$ 、塩化物イオンのモル濃度を $[\text{Cl}^-][\text{mol/L}]$ とする。このとき、金属 A の塩化物の溶解度積 K_{sp} を表す式を示せ。

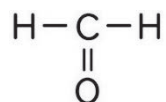
（イ）混合溶液 a には $3.0 \times 10^{-5} \text{ mol}$ の金属 A のイオンが含まれていたとする。混合溶液 a に、 6.0 mol/L の塩酸を $2.0 \times 10^{-5} \text{ L}$ 加えて金属 A の塩化物の白色沈殿を形成させたとき、上澄み液中の塩化物イオンの物質量を有効数字 2 桁で求めよ。

（ウ）金属 A の塩化物の溶解度積は 25°C において $1.8 \times 10^{-10} (\text{mol/L})^2$ である。（イ）の上澄み液の体積が $2.0 \times 10^{-3} \text{ L}$ であったとき、上澄み液中に残存する金属 A のイオンのモル濃度を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、操作はすべて 25°C で行ったとする。

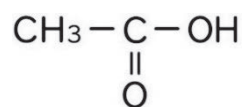
(9) 沈殿Eの化学式、及び下線部 (ii) の沈殿Eが溶解することによって生じたイオンの化学式を答えよ。

(10) 【実験1】の(操作2)の (①) に入る適切な物質を次の1～5の中から三つ選び、記号で答えよ。

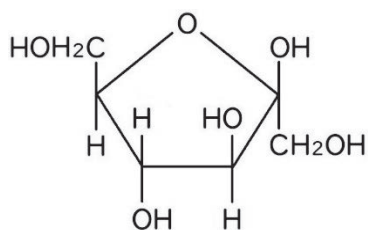
1



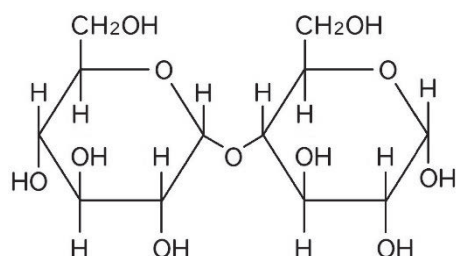
2



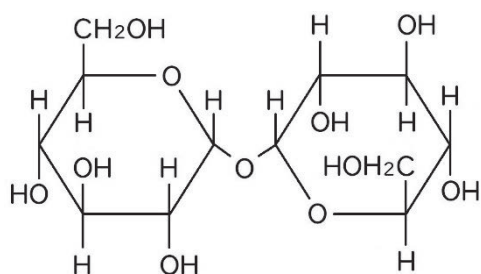
3



4



5



(11) 沈殿Fの化学式を答えよ。

(12) 【実験2】の(操作2)の (②) に入る最も適切な語句を次の1～5の中から一つ選び、記号で答えよ。

1 黄 2 橙赤 3 赤紫 4 青緑 5 白

(13) 下線部 (iii) で予想と異なる結果になった理由を示すとともに、予想通りの結果を得るために必要な操作を述べよ。

【V】有機化合物に関する以下の設問に答えよ。

[A] 炭素、水素、酸素のみからなる化合物Xがある。① 6.60mgの化合物Xを完全燃焼させたところ、13.2mgの二酸化炭素と、5.4mgの水が生じた。

次に② 220mgの化合物Xをベンゼン10.0gに溶解させて凝固点を測定したところ、純粋なベンゼンと比較して凝固点が1.28K下がっていた。

化合物Xは、化合物Aと化合物Bを混合し、触媒として濃硫酸を加えて加熱することによって得られる物質である。

③ フェーリング液に化合物Aを加えて加熱すると赤色沈殿を生じた。また、化合物Bを酸化すると、化合物Cとなるが、フェーリング液に化合物Cを加えて加熱しても赤色沈殿は生じなかった。

また、化合物Xと同じ分子式である化合物Yは、化合物Dと化合物Eを混合し、触媒として濃硫酸を加えて加熱することによって得られる物質である。化合物Dは十酸化四リンと加熱すると、酸無水物の化合物Fとなる。また、160～170℃に加熱した濃硫酸に化合物Eを加えると、二重結合をもつアルケンが生じた。このアルケン、及びこのアルケンの置換体は付加重合によって様々な高分子化合物となる。

(14) 文中の下線部①～③について以下の設問に答えよ。

(ア) 下線部①について、化合物Xの組成式を求めよ。ただし、原子量はH=1.0、C=12、O=16とする。

(イ) 下線部②について、化合物Xの分子量、及び分子式を答えよ。ただし、ベンゼンのモル凝固点降下は5.12K・kg/molとし、分子量については、数値を求める過程を書くこと。

(ウ) 下線部③について、赤色沈殿の化学式を答えよ。

(15) 化合物A～Fの構造式を答えよ。ただし、構造式は図3のように炭素と炭素の結合は省略せず
に書き、官能基についても炭素との結合については省略せず書くこと。

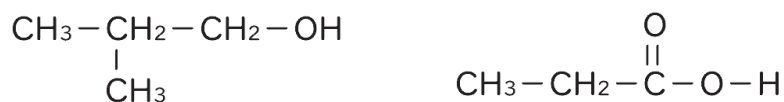


図3

[B] アルケンの付加反応について以下の問いに答えよ。

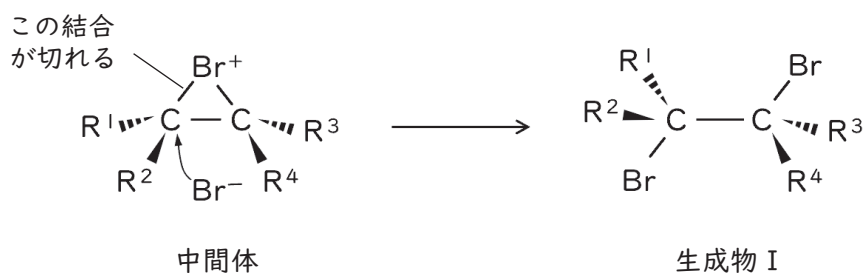
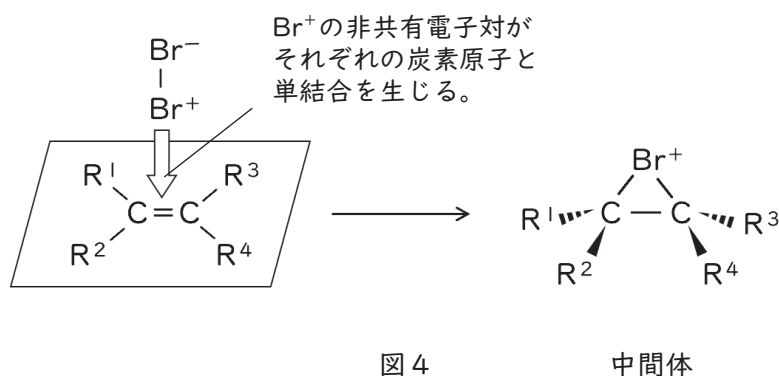
(16) 一般的なアルケンにおいて、 $C=C$ 結合への臭素 Br_2 の付加反応は、次の二段階で起こることが知られている。

[第一段階]

$C=C$ 結合への Br^+ の付加反応によって、 Br^+ を含んだ環を有する中間体が形成される。(図4)
※図4は二重結合によって $R^1 \sim R^4$ 、及び炭素原子が2つ、同一平面上に存在している状態を表しており、平面の上面側から Br^+ が接近した場合を示している。

[第二段階]

中間体の環の反対側から、臭化物イオン Br^- によって開環反応が生じる。(図5)
※生成物の立体構造は、中間体に対する Br^- の反応位置によって決定する。図5において、中間体の左側の炭素と Br^- が反応した場合を表しており、このとき生成物Iが得られる。

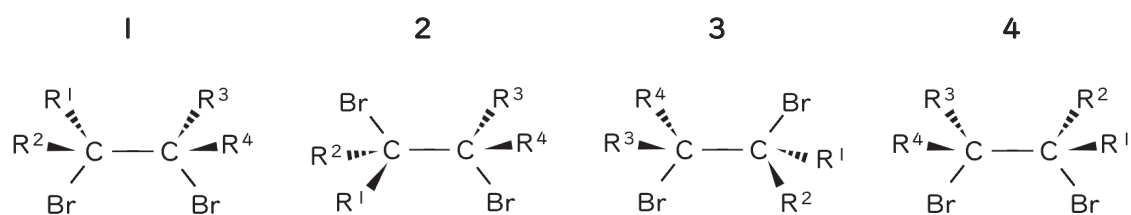


注1) 太い線で表された結合は手前側、破線で表された結合は紙面の奥側への結合を表す。

注2) $R^1 \sim R^4$ はアルキル基、または水素原子を表す。

注3) $R^1 \neq R^2 \neq R^3 \neq R^4$ である。

(ア) 生成物 I と同じ化合物を 1 ～ 4 の中から一つ選び、記号で答えよ。



(イ) 図 5 において、 Br^- が中間体の右側の炭素と反応したときに得られる生成物を 1 ～ 4 の中から一つ選び、記号で答えよ。

