

2月2日(金)

令和6年度 A日程入学試験問題

理 科

— 注意事項 —

- 1 問題ページは以下のとおり。解答用紙はいずれの科目も1枚である。

物理	1～12 ページ
化学	13～30 ページ
生物	31～49 ページ

- 2 試験開始後、問題を見てから解答する科目を選択することができる。
選択した科目は、解答用紙の科目名欄へ指示にしたがって記入し、選択欄を必ずマークすること。
- 3 解答は、解答用紙の解答マーク欄へ問題の指示にしたがってマークすること。
解答用紙は全科目共通であるから、科目によってはマークしなくてもよい解答マーク欄がある。
- 4 試験時間は60分である。

化 学

問題は次のページからです。

化 学

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

H : 1.0 C : 12 N : 14 O : 16 S : 32 Cl : 35.5 Br : 80

標準状態 (0°C、 $1.013 \times 10^5 \text{Pa}$) における気体 1mol の体積 : 22.4L

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{C/mol}$

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

1 この問題は、解答欄 ~ に解答すること。

次の問いに答えなさい。(25点)

問1 原子に関する記述として最もふさわしいものを、次の ア~オ の中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

- ア 原子核の大きさは、原子の大きさとほぼ同じである。
- イ 質量数が同じで、原子番号が異なる原子どうしを同位体とよぶ。
- ウ すべての原子は、原子核に中性子をもつ。
- エ 陽子1個と電子1個の質量は、ほぼ等しい。
- オ リチウム Li とナトリウム Na の電子の数の差は、8個である。

問2 気体分子の熱運動に関する次の文章中の ・ に当てはまる関係式と語句の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

図1は異なる温度 T_a 、 T_b において、ある気体分子の速さと、その速さで運動している分子の数の割合の関係を示したものである。このとき、温度の関係は であり、各温度における気体分子がもつ熱運動のエネルギーの平均は 。

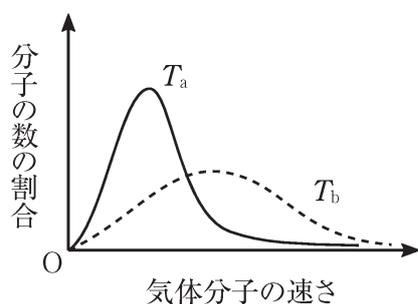
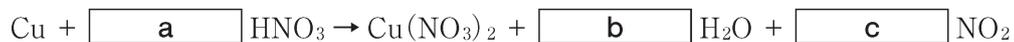


図1

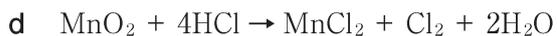
	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>
ア	$T_a < T_b$	T_a のときの方が大きい
イ	$T_a < T_b$	T_b のときの方が大きい
ウ	$T_a < T_b$	同等である
エ	$T_a > T_b$	T_a のときの方が大きい
オ	$T_a > T_b$	T_b のときの方が大きい
カ	$T_a > T_b$	同等である

問3 銅と濃硝酸を反応させて二酸化窒素が発生するときの反応式は次のとおりである。反応式中の空欄 ~ に当てはまる数値の組合せとして最もふさわしいものを、下のア~クの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。



	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>	<input type="text" value="c"/>
ア	3	2	2
イ	3	2	4
ウ	3	6	2
エ	3	6	4
オ	4	2	2
カ	4	2	4
キ	4	8	2
ク	4	8	4

問4 次の反応式 (a~d) のうちで、酸化還元反応であるものの組合せとして最もふさわしいものを、下のア~カの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。



ア a・b

イ a・c

ウ a・d

エ b・c

オ b・d

カ c・d

問5 アルカリ金属元素に関する記述として誤っているものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **5** にマークしなさい。

- ア 周期表の1族に属する。
- イ 常温の水と激しく反応して、水素を発生する。
- ウ ナトリウムの単体は、塩化ナトリウムの熔融塩電解によって得られる。
- エ 水酸化カリウムの固体を湿った空気中に放置すると、潮解する。
- オ 炭酸水素ナトリウムを加熱すると、一酸化炭素が発生する。
- カ アルカリ金属元素の融点は、リチウムが最も高い。

問6 銅に関する記述として誤っているものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **6** にマークしなさい。

- ア 遷移元素である。
- イ 銅(II)イオン Cu^{2+} を含む水溶液に硫化水素を通じると、黒色の沈殿が生じる。
- ウ 銅(II)イオン Cu^{2+} を含む水溶液に少量のアンモニア水を加えると、青白色の沈殿が生じる。
- エ 銅の電解精錬では、陽極に純度の高い銅が析出する。
- オ イオン化傾向は水素よりも小さい。
- カ 銅(II)イオン Cu^{2+} を含む水溶液は炎色反応を示す。

問7 アミノ酸に関する次の記述(a～d)のうちで、正しいものの組合せとして最もふさわしいものを、下のア～カの中から1つ選び、解答欄 **7** にマークしなさい。

- a アミノ酸は、すべて不斉炭素原子をもつ。
- b 等電点が5.97のアミノ酸は、 $\text{pH} = 4.0$ の水溶液中では、その多くが陰イオンとして存在する。
- c アミノ酸は、酸とも塩基とも反応する。
- d アミノ酸は、ニンヒドリン反応によって検出することができる。

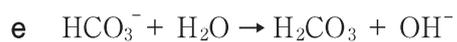
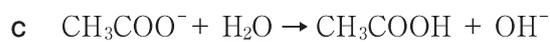
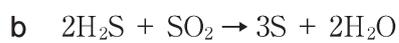
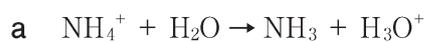
- | | | |
|-------|-------|-------|
| ア a・b | イ a・c | ウ a・d |
| エ b・c | オ b・d | カ c・d |

2 この問題は、解答欄 **21** ～ **27** に解答すること。

次の問い (A)・(B) に答えなさい。(25点)

(A) 酸と塩基に関する次の問いに答えなさい。

問1 次の反応式 (a～e) の下線部の物質が、ブレンステッド・ローリーの定義における塩基としてはたらいっているものの組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～コの中から1つ選び、解答欄 **21** にマークしなさい。



ア a・b イ a・c ウ a・d エ a・e オ b・c

カ b・d キ b・e ク c・d ケ c・e コ d・e

問2 次の記述を読み、下の問い(1)～(3)に答えなさい。

0.100mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液を用いて、食酢中の酢酸の濃度を測定した。はじめに食酢を器具Aで10.0mLはかり取り、器具Bにより正確に100mLに希釈した。この希釈溶液を器具Aで10.0mLはかり取り、器具Cを用いて水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、終点までの滴下量は7.00mLであった。

(1) 器具A～Cに関する記述として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 22 にマークしなさい。

ア 器具Aはホールピペットであり、繰り返して使用するときは純水で濡れたまま使用してもよい。

イ 器具Aはコニカルビーカーであり、繰り返して使用するときは必ず使用する溶液で共洗いして使用する。

ウ 器具Bはメスフラスコであり、繰り返して使用するときは必ず使用する溶液で共洗いして使用する。

エ 器具Bはコニカルビーカーであり、繰り返して使用するときは純水で濡れたまま使用してもよい。

オ 器具Cはビュレットであり、繰り返して使用するときは必ず使用する溶液で共洗いして使用する。

カ 器具Cはコニカルビーカーであり、繰り返して使用するときは純水で濡れたまま使用してもよい。

- (2) フェノールフタレイン、メチルオレンジ、メチルレッドについて、この滴定実験に使用できるか否かの組合せとして最もふさわしいものを、次の ア～クの中から1つ選び、解答欄 **23** にマークしなさい。ただし、使用できる指示薬は○、使用できない指示薬は×と表記している。

	フェノールフタレイン	メチルオレンジ	メチルレッド
ア	○	○	○
イ	○	○	×
ウ	○	×	○
エ	○	×	×
オ	×	○	○
カ	×	○	×
キ	×	×	○
ク	×	×	×

- (3) 食酢中の酢酸の質量パーセント濃度〔%〕として最もふさわしいものを、次の ア～カの中から1つ選び、解答欄 **24** にマークしなさい。ただし、食酢中の酸は酢酸のみであり、食酢の密度は 1.0g/cm^3 である。

ア 0.42%	イ 0.70%	ウ 0.86%
エ 4.2%	オ 7.0%	カ 8.6%

(B) 気体の性質に関する次の問いに答えなさい。

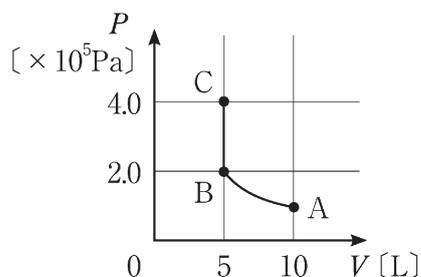
問3 一定量の気体を、圧力、体積、温度を自由に変えられる容器に入れて次の操作1～3を連続して行った。このとき、一連の操作による圧力 P [$\times 10^5 \text{Pa}$] と体積 V [L] の変化を表すグラフとして最もふさわしいものを、下のア～カの中から1つ選び、解答欄 **25** にマークしなさい。

操作1 はじめに気体の圧力を $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ 、温度を 200K 、体積を 10L とする。これを状態 A とする。

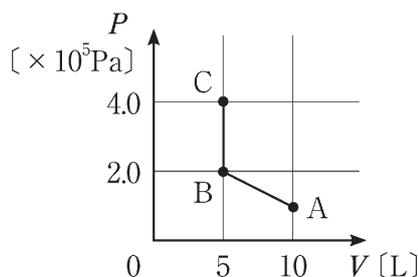
操作2 状態 A から温度を一定に保って、圧力を $2.0 \times 10^5 \text{Pa}$ にした。これを状態 B とする。

操作3 状態 B から体積を一定に保って、温度を 400K にした。これを状態 C とする。

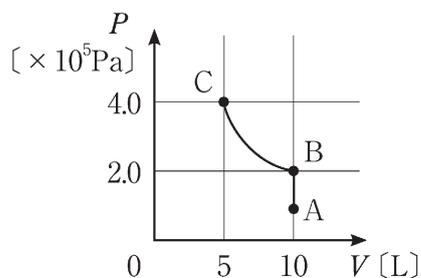
ア



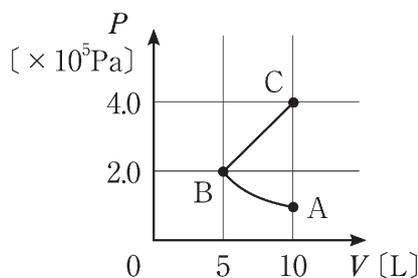
イ



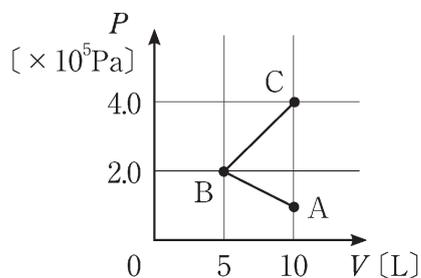
ウ



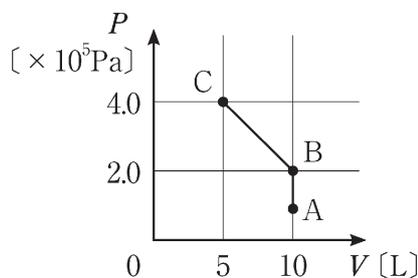
エ



オ



カ



問4 次の記述を読み、下の問い(1)、(2)に答えなさい。

容積4.0Lの密閉容器Aと6.0Lの密閉容器Bがコックでつながれた装置がある。これらとともに真空にした後、27°CでAには $5.0 \times 10^5 \text{Pa}$ の酸素を、Bには $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ のメタンを入れて、コックを閉じた。なお、コックの部分の体積は無視できるものとする。また、27°Cにおける水の飽和蒸気圧を $3.6 \times 10^3 \text{Pa}$ とする。

(1) 温度を27°Cに保って、コックを開いて気体を混合した。密閉容器内の全圧[Pa]として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **26** にマークしなさい。

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ア $6.0 \times 10^4 \text{Pa}$ | イ $2.0 \times 10^5 \text{Pa}$ | ウ $2.6 \times 10^5 \text{Pa}$ |
| エ $3.0 \times 10^5 \text{Pa}$ | オ $4.2 \times 10^5 \text{Pa}$ | カ $6.0 \times 10^5 \text{Pa}$ |

(2) (1)の操作後、コックを閉じて密閉容器A内の気体を適切な方法で完全燃焼させた。燃焼後の温度を27°Cに戻したとき、密閉容器A内の全圧[Pa]として最もふさわしいものを、次のア～カの中から1つ選び、解答欄 **27** にマークしなさい。

- | | | |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| ア $6.0 \times 10^4 \text{Pa}$ | イ $8.0 \times 10^4 \text{Pa}$ | ウ $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ |
| エ $1.2 \times 10^5 \text{Pa}$ | オ $1.4 \times 10^5 \text{Pa}$ | カ $2.0 \times 10^5 \text{Pa}$ |

3 この問題は、解答欄 41 ～ 47 に解答すること。

次の問い (A)・(B) に答えなさい。(25 点)

(A) 化学反応の速さと平衡に関する次の問いに答えなさい。

問 1 次の記述を読み、下の問い (1) ～ (3) に答えなさい。

図 1 は、気体 A、B、C の可逆反応 $A + 3B \rightleftharpoons 2C$ について、平衡状態における温度 [°C]、圧力 [Pa]、および平衡状態において存在している気体全体の体積に対する物質 C の体積百分率 [%] の関係を表したものである。ただし、A、B、C はいずれも常に気体の状態であるものとする。

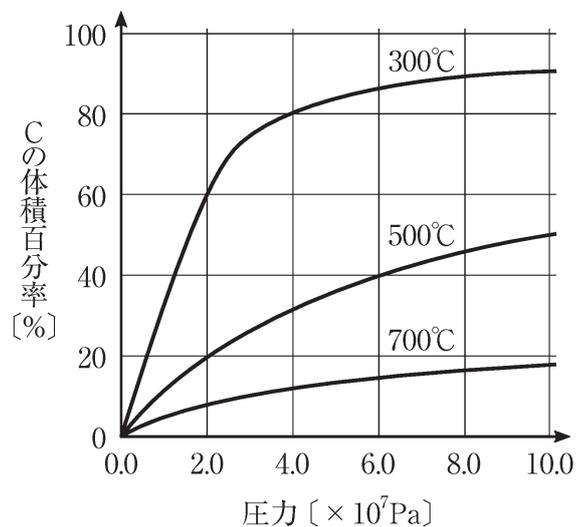


図 1

- (1) 次の文章中の ～ に当てはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～クの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

いずれの温度においても、圧力が ほどCの体積百分率が高い。また、圧力が一定のとき、温度が ほどCの体積百分率は高く、この可逆反応の正反応が 反応であることがわかる。

	<input type="text" value="a"/>	<input type="text" value="b"/>	<input type="text" value="c"/>
ア	小さい	低い	発熱
イ	小さい	低い	吸熱
ウ	小さい	高い	発熱
エ	小さい	高い	吸熱
オ	大きい	低い	発熱
カ	大きい	低い	吸熱
キ	大きい	高い	発熱
ク	大きい	高い	吸熱

- (2) この反応に適切な触媒を加えると、平衡状態に達するまでの時間を短くすることができる。このとき、触媒が平衡状態の変化に与える影響として最もふさわしいものを、次の ア～ウの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

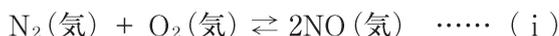
- ア 平衡は、右に移動する
 イ 平衡は、左に移動する
 ウ 平衡は、移動しない

- (3) A 1.00mol と B 3.00mol を混合させて、300℃、 4.0×10^7 Pa に保ち平衡状態となったとき、Bの物質質量 [mol] として最もふさわしいものを、次の ア～オの中から1つ選び、解答欄 にマークしなさい。

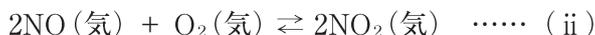
- ア 0.11mol イ 0.33mol ウ 0.44mol エ 0.67mol オ 0.89mol

問2 次の記述を読み、下の問い(1)、(2)に答えなさい。

空気中の窒素と酸素は、通常は反応しないが、高温においては次式に表されるように反応して一酸化窒素 NO が生じる。



また、一酸化窒素は酸素と次式に表されるように反応して赤褐色の二酸化窒素へと変化する。



(1) ある温度で密閉容器に N_2 0.540mol と O_2 2.04mol を入れると、(i) 式にしたがって 0.0800mol の NO が生じ、平衡状態になった。このとき存在している窒素酸化物は NO だけであるとする、濃度平衡定数 K_c の値として最もふさわしいものを、次の ア～オ の中から1つ選び、解答欄 **44** にマークしなさい。

- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ア 3.2×10^{-3} | イ 6.4×10^{-3} | ウ 7.2×10^{-3} |
| エ 8.0×10^{-3} | オ 8.9×10^{-3} | |

(2) 酸素のモル濃度を $[\text{O}_2]$ 、一酸化窒素のモル濃度を $[\text{NO}]$ とする。(ii) の反応について、温度を一定に保ちながら、 $[\text{O}_2]$ が一定のまま $[\text{NO}]$ を3倍にすると、二酸化窒素の生成速度 v が9倍になった。また、 $[\text{NO}]$ が一定のまま $[\text{O}_2]$ を3倍にすると、二酸化窒素の生成速度 v が3倍になった。 $[\text{NO}] = 2.0 \times 10^{-5} \text{mol/L}$ 、 $[\text{O}_2] = 5.0 \times 10^{-4} \text{mol/L}$ になった瞬間の二酸化窒素の生成速度 v は、 $2.9 \times 10^{-9} \text{mol}/(\text{L}\cdot\text{s})$ であったとすると、このときの反応速度定数 k $[\text{L}^2/(\text{mol}^2\cdot\text{s})]$ の値として最もふさわしいものを、次の ア～カ の中から1つ選び、解答欄 **45** にマークしなさい。

- | | | |
|---|---|---|
| ア $1.0\text{L}^2/(\text{mol}^2\cdot\text{s})$ | イ $1.5\text{L}^2/(\text{mol}^2\cdot\text{s})$ | ウ $2.0\text{L}^2/(\text{mol}^2\cdot\text{s})$ |
| エ $1.0 \times 10^4\text{L}^2/(\text{mol}^2\cdot\text{s})$ | オ $1.5 \times 10^4\text{L}^2/(\text{mol}^2\cdot\text{s})$ | カ $2.0 \times 10^4\text{L}^2/(\text{mol}^2\cdot\text{s})$ |

(B) 電気分解に関する次の問いに答えなさい。

問3 次の記述を読み、下の問い(1)、(2)に答えなさい。

硫酸銅(II)水溶液を入れた電解槽Ⅰに白金電極AおよびB、塩化ナトリウム水溶液を入れた電解槽Ⅱに白金電極CおよびDを入れて図2のように直列に接続し、0.600Aの電流で32分10秒間電気分解した。なお、すべての気体は理想気体としてふるまうものとする。また、それぞれの電解槽で用いる水溶液の濃度は十分に大きいものとする。

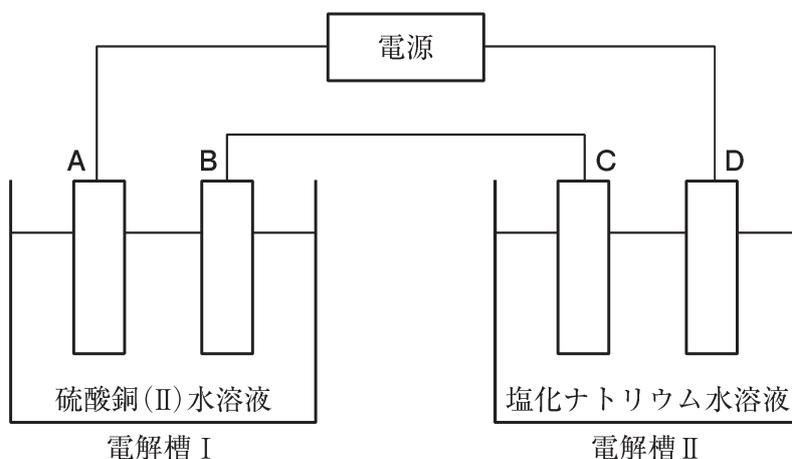


図2

(1) 電極Aおよび電極Cでは気体が発生した。このとき、電極Bおよび電極Dのうち気体が発生する電極の組合せとして最もふさわしいものを、次のア～エの中から1つ選び、解答欄 **46** にマークしなさい。

- ア 電極Bのみ イ 電極Dのみ ウ 電極Bと電極D
エ いずれの電極でも、気体は発生しない

(2) 電極Aで発生した気体の標準状態(0°C、 1.013×10^5 Pa)における体積[mL]として最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 **47** にマークしなさい。

- ア 67mL イ 112mL ウ 224mL エ 336mL オ 448mL

4 この問題は、解答欄 61 ～ 69 に解答すること。

次の問い (A)・(B) に答えなさい。(25点)

(A) 非金属元素に関する次の問いに答えなさい。

問1 次の記述を読み、下の問い (1)、(2) に答えなさい。

次の操作 I～V を行い、気体を発生させた。

操作 I 水に炭化カルシウムを浸すと気体 A が発生する。

操作 II 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱すると気体 B が発生する。

操作 III 硫化鉄(II)に希硫酸を加えると気体 C が発生する。

操作 IV 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱すると気体 D と塩化水素が発生する。

操作 V 亜硫酸水素ナトリウムに希硫酸を加えると気体 E が発生する。

(1) 気体 A～E のうち、無色であり、かつ下方置換で捕集できるものの数として最もふさわしいものを、次の ア～オ の中から 1 つ選び、解答欄 61 にマークしなさい。

ア 1 イ 2 ウ 3 エ 4 オ 5

(2) 気体 A～E のうち、乾燥剤として十酸化四リンが利用できないものとして最もふさわしいものを、次の ア～オ の中から 1 つ選び、解答欄 62 にマークしなさい。

ア 気体 A イ 気体 B ウ 気体 C エ 気体 D オ 気体 E

問2 ヘリウムとアルゴンに関する記述として誤っているものを、次の ア～オ の中から1つ選び、解答欄 **63** にマークしなさい。

- ア ヘリウムは、アルゴンよりも原子量が小さい。
- イ ヘリウムもアルゴンも、K殻に含まれる電子の数は2個である。
- ウ ヘリウムもアルゴンも、最外殻に含まれる電子の数は8個である。
- エ ヘリウムの空気中の存在量は、アルゴンの空気中の存在量より少ない。
- オ ヘリウムもアルゴンも、その単体1molに含まれる原子の個数は、 6.02×10^{23} 個である。

問3 アンモニウムイオン NH_4^+ に関する記述として最もふさわしいものを、次の ア～オ の中から1つ選び、解答欄 **64** にマークしなさい。

- ア 立体的な形状は正方形となる。
- イ アンモニア NH_3 と水素イオン H^+ のイオン結合からなる。
- ウ 電子の総数は11個である。
- エ 4つのN-H結合のうちの1つは、配位結合として他の3つの結合と区別できる。
- オ イオンを構成するNとHのいずれの原子の電子配置も、貴ガス原子の電子配置と同じである。

(B) 有機化合物に関する次の問いに答えなさい。

問4 炭化水素に関する記述として誤っているものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 **65** にマークしなさい。

- ア アルケンには、水素が付加する。
- イ アルケンは、縮合重合により分子量の大きい化合物を生じる。
- ウ アルキンには、塩化水素が付加する。
- エ アルキンは、一般式 C_nH_{2n-2} (n は 2 以上の整数) で表される。
- オ アルカンには、鏡像異性体が存在するものがある。

問5 不飽和炭化水素に関する次のⅠ～Ⅲの条件を全て満たすものとして最もふさわしいものを、下のア～オの中から1つ選び、解答欄 **66** にマークしなさい。

- Ⅰ 分子を構成しているすべての炭素原子が同一平面上にある。
- Ⅱ 白金触媒を用いて水素を付加させると、枝分かれをした炭素鎖をもつ飽和炭化水素となる。
- Ⅲ 0.5mol/L の臭素水 20mL にこの炭化水素を加えていくと、0.56g を加えたところで溶液の赤褐色が消える。

- ア $CH_2 = CHCH_2$ イ $CH_2 = C(CH_3)_2$ ウ $CH_2 = CHCH_2CH_3$
- エ $CH_3CH = CHCH_3$ オ $(CH_3)_2C = CHCH_3$

問6 異性体に関する記述として最もふさわしいものを、次のア～オの中から1つ選び、解答欄 **67** にマークしなさい。

- ア マレイン酸とフマル酸は、互いに構造異性体である。
- イ エタノールとジメチルエーテルは、互いに構造異性体である。
- ウ 1-ブテンには、シス-トランス異性体（幾何異性体）がある。
- エ フタル酸とテレフタル酸は、互いにシス-トランス異性体（幾何異性体）である。
- オ ブタンと2-メチルプロパンは、互いに鏡像異性体（光学異性体）である。

問7 5.60g のアルケン C_nH_{2n} に臭素を完全に反応させ、37.6g の化合物 $C_nH_{2n}Br_2$ を得た。 n の値として最もふさわしいものを、次の ア～オ の中から1つ選び、解答欄 **68** にマークしなさい。

ア 2 イ 3 ウ 4 エ 5 オ 6

問8 次の文章中の **a** ～ **c** に当てはまる語句の組合せとして最もふさわしいものを、下の ア～ク の中から1つ選び、解答欄 **69** にマークしなさい。

第一級アルコールである **a** を酸化すると、アセトアルデヒドを経て酢酸が得られる。アセトアルデヒドは、触媒を用いて **b** を酸化することでも得られる。また、酢酸はヨードホルム反応を **c** 。

	a	b	c
ア	メタノール	エチレン	示す
イ	メタノール	エチレン	示さない
ウ	メタノール	アセチレン	示す
エ	メタノール	アセチレン	示さない
オ	エタノール	エチレン	示す
カ	エタノール	エチレン	示さない
キ	エタノール	アセチレン	示す
ク	エタノール	アセチレン	示さない