

略解

- I** 問1 ア:⑤ 問2 イ:1 ウ:6 エ:1 問3 オ:4
問4 カ:1 キ:6 ク:2 問5 ケ:① コ:⑦
問6 サ:6 シ:0 ス:2 問7 セ:①・②・④
- II** 問1 ア:5 イ:0 ウ:3 エ:0 オ:5 カ:0 キ:1
問2 ク:⑧ ケ:④ コ:⑥
問3 サ:1 シ:2 ス:2 セ:0 ソ:0 タ:4
問4 チ:8 ツ:8 テ:3 ト:⑤
問5 ナ:③・⑤・⑦ ニ:①・⑥・⑨ ヌ:② ネ:⑥・⑨
- III** 問1 ア:① イ:④ ウ:⑦ エ:⑦ オ:⑧ カ:⑨ キ:①
問2 ク:1 ケ:4 コ:② サ:4 シ:3 ス:6 セ:② ソ:4

I

原則 1. 両性元素・両性酸化物 → 問 1 に利用

周期表で非金属元素との境界近くに位置する Al、Zn、Sn、Pb 等の金属は、酸と塩基のいずれとも反応するので、両性元素と呼ばれる。また、両性元素の酸化物もまた、酸と塩基のいずれとも反応して塩を生じることから、両性酸化物と呼ばれる。例えば、両性元素のアルミニウムの酸化物 Al_2O_3 は両性酸化物で、 HCl (酸) と反応すると AlCl_3 を生じ、 NaOH (塩基) と反応すると $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ を生じる。

原則 2. 原子量と分子量・式量 → 問 2 に利用

炭素原子 C の相対質量を 12 としたときの原子 1 個の相対質量のことを原子量と言う。例えば、水素 H、窒素 N、酸素 O の原子量の有効数字 2 桁の値は、それぞれ 1.0、14、16 である。また、分子 1 個を構成する原子の原子量の総和を分子量と言う。また、分子を構成する原子の比で表した式を組成式と言い、組成式を構成する原子量の和を式量と言う。例えば、マレイン酸 $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ の分子量は、 $12 \times 4 + 1.0 \times 4 + 16 \times 4 = 116$ となる。また、マレイン酸の組成式は CHO となり、式量は $12 \times 1 + 1.0 \times 1 + 16 \times 1 = 29$ となる。

原則 3. 物質質量とモル質量・モル濃度 → 問 2・問 4 に利用

物質を構成している粒子 (原子、分子、イオン等) の個数をもとに表現した物質の数量を、物質質量と呼ぶ。物質質量は、次式で表される。

$$\text{物質質量} [\text{mol}] = \frac{\text{粒子の個数}}{\text{アボガドロ定数}} = \frac{\text{粒子の個数}}{6.02 \times 10^{23} [\text{/mol}]}$$

また、同一種類の粒子 1 mol あたりの質量のことをモル質量と呼ぶ。原子 (分子、イオン) のモル質量は、原子量 (分子量、式量) に単位 g/mol をつけたものである。例えば、 CO_2 の分子量は 44 であるから、 CO_2 のモル質量は 44 g/mol となる。また、次式のように、物質の質量をモル質量で割ったものは物質質量となる。

$$\text{物質質量} [\text{mol}] = \frac{\text{物質の質量} [\text{g}]}{\text{モル質量} [\text{g/mol}]}$$

例えば、 CO_2 88 g の物質質量は、 CO_2 のモル質量が 44 g/mol であるから、 $\frac{88 [\text{g}]}{44 [\text{g/mol}]} =$

2 [mol] と計算できる。

質量だけでなく、濃度 (=溶液中に存在する溶質の割合) についてもモルを使って表すことがあり、次式のように溶液 1 L 当りの溶質の物質質量で表した濃度をモル濃度と言う。

$$\text{モル濃度} [\text{mol/L}] = \frac{\text{溶質の物質質量} [\text{mol}]}{\text{溶液の体積} [\text{L}]}$$

例えば、NaCl 0.01 mol を溶かした 2 L の水溶液のモル濃度は、 $\frac{0.01 \text{ [mol]}}{2 \text{ [L]}} = 0.005 \text{ [mol/L]}$

と計算できる。

原則 4. 熱化学方程式 → 問 6 に利用

化学反応式 ($X \rightarrow Y$) に反応熱 (Q) を書き加え、両辺を等号で結んだもの ($X = Y + Q$) を熱化学反応式と言う。化学反応式とは異なり、熱化学方程式にはエネルギーについての等式と言う役割がある。なお、熱化学反応式 $X = Y + Q$ において、 Q が正の場合は発熱反応、 Q が負の場合は吸熱反応になる。また、反応熱 Q は着目した物質の 1 mol あたりの値を表すことになっているので、熱化学方程式においては着目した物質の化学式の係数を 1 にしておく必要がある。

原則 5. イオン化傾向 → 問 3 に利用

金属の単体が水もしくは水溶液中で電子を放出し、陽イオンに変わろうとする性質のことを、その金属のイオン化傾向と呼んでいる。イオン化傾向の大きさは、金属の種類によって異なる。イオン化傾向の大きいものから、主な金属と H_2 を順に並べると、次のようになる。

K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb [H_2] Cu Hg Ag Pt Au

原則 6. 不動態 → 問 5 に利用

金属の表面に緻密な酸化膜が生じたことにより、金属の内部が保護されている状態のことを、不動態と言う。例えば、希硝酸と反応する Fe、Ni、Al 等の金属は、濃硝酸に対しては表面に酸化膜ができるため、不動態となって反応しない。

原則 7. ファラデー定数と電気分解 → 問 4 に利用

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ [C/mol]}$ は、電子 1 mol が有する電気量の絶対値である。すなわち、ファラデー定数は、電気素量にアボガドロ定数をかけたものである (次式参照)。

$$F = (1.60 \times 10^{-19} \text{ [C]}) \times (6.02 \times 10^{23} \text{ [/mol]}) = 9.65 \times 10^4 \text{ [C/mol]}$$

このファラデー定数は電気分解の量的計算をするときに使われる。電気分解を行う回路に流れた電気量 (= 電流 × 時間) をファラデー定数で割った値が、電気分解反応に関わった電子の物質量となるからである。

問 1

【方針】

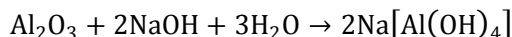
アルミニウムの酸化物は酸にも塩基にも溶ける。この点に着目して、「原則 1. 両性元素・

両性酸化物」の知識を利用して最適な選択肢を選ぶ。

【解説】

ボーキサイトから Al_2O_3 だけを取り出すには、両性酸化物である Al_2O_3 が塩基により溶解する性質を利用する（詳細を以下に示す）。ゆえに、解答は、ア⑤である。

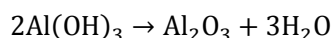
水酸化ナトリウム（ NaOH ）水溶液にボーキサイトを溶かすと、



と言う反応が起こる。この水溶液を希釈すると、次式のように水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ の白色沈殿が生成する。



この白色沈殿の $\text{Al}(\text{OH})_3$ を加熱すると、次式のように酸化アルミニウムが得られる。



問 2

【方針】

白色沈殿（水酸化アルミニウム）と酸化アルミニウムの分子量がわかれば計算できることに気が付く。この点に着目して、「原則 2. 原子量と分子量・式量」と「原則 3. 物質質量とモル質量・モル濃度」の知識を利用して解く。

【解説】

問題 1 の解説で説明したように、白色沈殿は水酸化アルミニウム $\text{Al}(\text{OH})_3$ であるから、この分子量は 78.0 である。また、酸化アルミニウム Al_2O_3 の分子量は 102.0 である。したがって、求める値は、 $\frac{10.2}{102.0} \times 78.0 \times 2 = 15.6 \approx 1.6 \times 10^1$ [g] となる。ゆえに、解答は、イ①、ウ⑥、エ①である。

問 3

【方針】

「原則 5. イオン化傾向」の知識にもとづき、Al は H_2 よりイオン化傾向が大きいことに気づく。この点を踏まえて、選択肢の正誤を考える。

【解説】

アルミニウム（Al）はイオン化傾向が大きく、 H_2 より還元力が強い。そのため、 Al^{3+} イオンは還元されにくく、 H^+ イオンより酸化力が弱い。このため、 Al^{3+} イオンを含む水溶液を用いて電気分解を行っても、単体の Al は得られない。ゆえに、④は正しく③は誤りである。①と②は H_2 でなく H となっているため誤りである。⑤～⑦は A の水溶液を電気分解に用いない理由とは無関係のことを言っているので、いずれも誤りである。以上より、解答は、オ④である。

問 4

【方針】

電気分解に要した時間を求める問題であるので、電気分解に関わった電子の物質量を求める必要があることに気づく。この点に着目して、「原則3. 物質量とモル質量・モル濃度」と「原則7. ファラデー定数と電気分解」の知識を利用して解く。

【解説】

まず、陰極における反応は $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$ であるので、Al を 1 mol 生成するのに電子 3 mol が必要となることがわかる。また、電気分解にかかった時間を x 時間とおくと、この電気分解反応に関わった電子の物質量は $\frac{2 \times x \times 60 \times 60}{96500}$ [mol] となる。したがって、 $\frac{3}{\frac{2 \times x \times 60 \times 60}{96500}} = \frac{27.0}{108}$ となる。これを解いて、 $x = 160.8 \approx 1.6 \times 10^2$ 時間 と求まる。ゆえに、解答は、カー1、キー6、クー2 である。

問5**【方針】**

「内部が保護され溶けなくなる」という文言があるので、不動態に関する説明であることに気づく。したがって、「原則6. 不動態」の知識を利用して解く。

【解説】

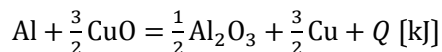
金属表面に安定な酸化被膜が作られ、内部が保護され溶けなくなる状態を不動態と言う。ゆえに、解答は、ケー①、コー⑦ である。

問6**【方針】**

反応熱の大きさを求める問題であるので、まず熱化学方程式を立てる必要があることに気づく。このことを踏まえて、「原則4. 熱化学方程式」の知識を利用して解く。

【解説】

酸化銅(II)を用いたテルミット反応における熱化学方程式は、



となる。したがって、

$$\begin{aligned} \text{反応熱 } Q \text{ [kJ]} &= (\text{生成物の生成熱}) - (\text{反応物の生成熱}) \\ &= \frac{1}{2} \times 1675.7 - \frac{3}{2} \times 157.3 = 601.9 \approx 6.02 \times 10^2 \text{ [kJ]} \end{aligned}$$

となる。ゆえに、解答は、サー6、シー0、スー2 である。

問7**【方針】**

水酸化アルミニウムの性質に関する知識にもとづいて、選択肢の正誤を考える。

【解説】

白色沈殿は水酸化アルミニウム Al(OH)_3 で、これは両性水酸化物であるから、基本的には酸にも塩基にも溶けるが、アンモニア水（弱塩基の水溶液）には溶解しない。したがって、①、②、④が正しく、③と⑤は誤りである。ゆえに、解答は、セー①・②・④である。

II

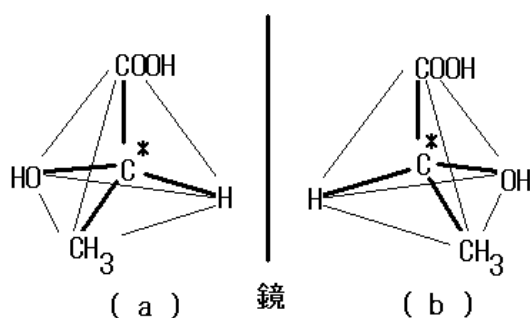
原則 2. 原子量と分子量 (前述) → 問 1・問 3・問 4 に利用

原則 8. 第一級～第三級アルコール → 問 5 に利用

アルコールは、ヒドロキシ基 (−OH) が結合している炭素原子に、他の炭化水素原子または炭素原子が何個結合しているかによって、第一級アルコール～第三級アルコールと呼ばれる。他の炭化水素原子または炭素原子が 0 または 1 個の場合を第一級アルコール、2 個の場合を第二級アルコール、3 個の場合を第三級アルコールと言う。これら 3 種のアルコールは、構造の違いだけでなく、反応性にも顕著な違いが見られる。

原則 9. 不斉炭素原子 → 問 5 に利用

4 種の異なる原子または原子団と結合している炭素原子のことを、不斉炭素原子と言う。不斉炭素原子は、他の炭素原子と区別するため、構造式中では C* のように記述される。一般に不斉炭素原子をもつ化合物は正四面体構造をしているため、互いに鏡映対称の 2 種の異性体が存在する。例えば、乳酸の分子は、下図のように 2 種の異性体が存在する。



C* : 不斉炭素原子

(図は http://www.geocities.jp/don_guri131/image8/kougakuseitai.gif より引用)

問 1

【方針】

「不飽和一価カルボン酸 B」という文言より、B は炭化水素基 (C と H のみ) とカルボキシ基 (−COOH) 1 個からなることに気が付く。この点に着目して、「原則 2. 原子量と分子量・式量」の知識を利用して解く。

【解説】

不飽和一価カルボン酸 B は、カルボキシ基 (−COOH) が 1 個であるから、分子式を $C_mH_nO_2$ ($n \leq 2m$) とおくことができる。また、分子量が 114 であるから、

$$12m + n + 32 = 114 \quad \cdots\cdots\textcircled{1}$$

$$n \leq 2m \quad \cdots\cdots\textcircled{2}$$

が成り立つ。①、②を解くと $m = 6$ 、 $n = 10$ と求まり、B の分子式は $C_6H_{10}O_2$ となる。よって、炭素数は 6 となるが、カルボキシ基を除いた炭素数は 5 となる。ゆえに、解答は、ア-5 である。

また、B の組成式は C_3H_5O となる。ゆえに、解答は、イ-0、ウ-3、エ-0、オ-5、カ-0、キ-1 である。

問 2

【方針】

「G は酢酸カルシウムの乾留によっても生成される」という文言から、化合物 G はアセトン ($CH_3 - CO - CH_3$) であることに気づく。この点をヒントにして、空欄ケ・コに入るべき語句を考える。

【解説】

まず、酢酸カルシウムの乾留によりアセトンができるので、化合物 G はアセトンである。ゆえに、解答は、ク-⑧である。

また、2-プロパノールの酸化によってもアセトンができる。よって、化合物 E は 2-プロパノールである。ゆえに、解答は、ケ-④である。

さらに、クメンからフェノールが合成されるときにもアセトンが発生する。ゆえに、解答は、コ-⑥である。

問 3

【方針】

「A と不飽和一価カルボン酸 B の組成式は同一」および「G の分子量は A の 1/4 程度」という文言と問 1・問 2 の結果より、A は分子量がアセトンの約 4 倍で組成式が C_3H_5O であることに気づく。この点に着目して、「原則 2. 原子量と分子量・式量」の知識を利用して解く。

【解説】

まず、アセトン ($CH_3 - CO - CH_3$) の分子量が 58 であるので、A の分子量は、 $58 \times 4 = 232$ に近いことがわかる。このことと組成式 C_3H_5O の式量が 57 であることから、A の分子量は 57 の 4 倍の 228 であると推定できる。よって、A の分子式は $C_{12}H_{20}O_4$ となる。ゆえに、解答は、サー-1、シー-2、スー-2、セー-0、ソー-0、ター-4 である。

問 4

【方針】

「F に濃硫酸を加えて $170^\circ C$ に加熱するとエチレンが生成される」という文言より、化合

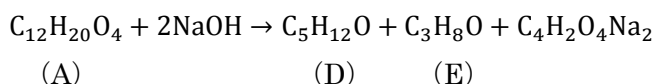
物 F はエタノールであることに気づく。この点と「D は E とアルコール F が脱水縮合したエーテルの構造異性体であり」という文言から、化合物 D は E とエタノールが脱水縮合したエーテルの構造異性体であることがわかる。このことを踏まえ、「原則 2. 原子量と分子量・式量」の知識を利用して、順に解いていく。

【解説】

方針に示したように、D は E とエタノールが脱水縮合したエーテルの構造異性体である。また、問 2 の結果より E は 2-プロパノールであるから、その示性式は $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$ で分子式は $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$ となる。したがって、この 2-プロパノールとエタノール ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) が脱水縮合したエーテルである D の分子式は $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ となる。この分子量を計算すると、88 になる。ゆえに、解答は、チー 8、ツー 8 である。

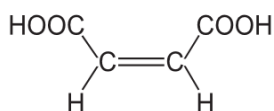
また、D はその炭化水素鎖に枝分かれのないアルコールなので、1-ペンタノール ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$)、2-ペンタノール ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$)、3-ペンタノール ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$) の 3 種類の構造異性体が存在する可能性がある。ゆえに、解答は、テー 3 である。

これまでの結果より、A、D、E の分子式が判明したので、問題文中の (3) の内容を反応式で表すと、

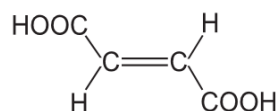


となる。よって、 $\text{C}_4\text{H}_2\text{O}_4\text{Na}_2$ が化合物 C のナトリウム塩であるとわかる。したがって、C の分子式は $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4$ となり、C はシーストランス異性体の関係にあるマレイン酸とフマル酸のいずれかになる (下図参照)。このことと問題文中の (8) より、H (シス形) がマレイン酸で、I (トランス形) がフマル酸であると判明する。ゆえに、解答は、トー ⑤ である。

[マレイン酸]



[フマル酸]



(図は

<https://ja.wikibooks.org/wiki/%E9%AB%98%E7%AD%89%E5%AD%A6%E6%A0%A1%E5%8C%96%E5%AD%A6I/%E8%84%82%E8%82%AA%E6%97%8F%E5%8C%96%E5%90%88%E7%89%A9/%E3%82%AB%E3%83%AB%E3%83%9C%E3%83%B3%E9%85%B8>より引用)

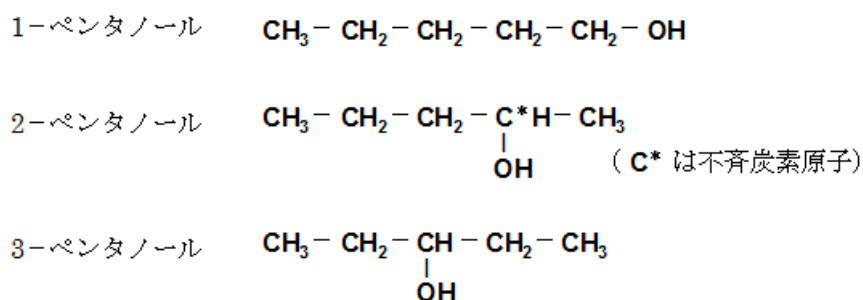
問 5

【方針】

各実験の内容と 3 種類の構造異性体を照らし合わせ、期待される結果が得られるか否かを考え、その上で、(a)~(d) に当てはまる実験番号をまとめる。なお、実験①・②・⑨の内容については、「原則 8. 第一級~第三級アルコール」と「原則 9. 不斉炭素原子」の知識を参考にする。

【解説】

まず、3 種類の構造異性体（1-ペンタノール、2-ペンタノール、3-ペンタノール）の構造式を下図に示す。



(図は WEB 上で見つからなかったため自作)

各実験において、3 種類の構造異性体（上図）のうち、どの構造異性体なら期待される結果が得られるかを検討すると、以下ようになる。

実験①：OH 基の酸化でアルデヒドになり得るのは第一級アルコールであるから、1-ペンタノールのみ期待される結果が得られる。

実験②：OH 基の酸化でケトンになり得るのは第二級アルコールであるから、2-ペンタノールと 3-ペンタノールにおいて期待される結果が得られる。

実験③：3 種類とも OH 基は酸化されるので、期待される結果は得られない。

実験④：3 種類とも -OH 基の H 原子と Na 原子が入れ替わり H₂が生じるので、期待される結果が得られる。

実験⑤：3 種類とも不飽和結合（二重結合など）をもたないので、期待される結果は得られない。

実験⑥：CH₃CH(OH) - などを検出するためのヨードホルム反応の実験であるから、2-ペンタノールのみ期待される結果が得られる。

実験⑦：3 種類とも水への溶解度は低いため、期待される結果は得られない。

実験⑧：3 種類とも -OH 基が酢酸と反応してエステルを生成するので、期待される結果が得られる。

実験⑨：不斉炭素原子を含む 2-ペンタノールのみ期待される結果が得られる。

以上より、分類Ⅰは④・⑧、分類Ⅱは③・⑤・⑦、分類Ⅲは①・⑥・⑨、分類Ⅳは②とな

る。なお、分類Ⅳの②の場合、実験⑥または⑨を追加で実施すれば、構造異性体の種類を確定できる。ゆえに、解答は、ナ-③・⑤・⑦、ニ-①・⑥・⑨、ヌ-②、ネ-⑥・⑨である。

III

原則 10. 濃度平衡定数 → 問 1 に利用

化学反応が、次式のような可逆反応

$aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$ (A, B, C, D は物質の化学式、 a, b, c, d は各物質の係数を表す)
で表され、しかも平衡状態にあるとき、濃度平衡定数 K_C は次式で表せる。ただし、上式の正反応 (\rightarrow) と逆反応 (\leftarrow) における反応速度を、それぞれ k_f 、 k_r とおいた。

$$K_C = \frac{k_f}{k_r} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad ([A], [B], [C], [D] \text{ は平衡状態における各物質のモル濃度を表す})$$

原則 11. 気体の状態方程式 → 問 2 に利用

一般に、体積 V [L]、圧力 P [Pa]、温度 T [K]、物質量 n [mol] の気体においては、次式で表される気体の状態方程式が成り立つ。

$$PV = nRT$$

なお、 R は気体定数と呼ばれるもので、 $R \cong 8.31 \times 10^3$ [Pa·L/(K·mol)] である。

また、気体の状態方程式より、標準状態 (0°C 、 1.01×10^5 Pa) での気体 1 mol の占める体積は、気体の種類によらず 22.4 L となる。

問 1

【方針】

混合気体の平衡状態におけるモル濃度などを問うているので、「原則 10. 濃度平衡定数」の知識などを利用して解く。

【解説】

(1) : A_3B_6 の解離により AB_2 が発生することで、全体の物質量が増えるため、定圧下では体積が増加する。よって、ピストンの位置は上に移動する。ゆえに、解答は、アー①である。

(2) : 「原則 10. 濃度平衡定数」より、濃度平衡定数は $K_C = \frac{[AB_2]^3}{[A_3B_6]}$ となる。ゆえに、解答は、イー④である。

(3) : 平衡後、 A_3B_6 は $n - an$ [mol]、 AB_2 は $3an$ [mol] になるので、

$$K_C = \frac{[AB_2]^3}{[A_3B_6]} = \frac{\left(\frac{3an}{V}\right)^3}{\frac{n-an}{V}} = \frac{27a^3n^2}{(1-a)V^2}$$

となる。ゆえに、解答は、ウー⑦である。

(4) : A_3B_6 、 AB_2 の分圧をそれぞれ $P_{A_3B_6}$ [Pa]、 P_{AB_2} [Pa] とおくと、分圧比と物質量比は等しいので、

$$P_{A_3B_6} : P_{AB_2} = (n - an) : 3an \cdots \cdots \text{①}$$

となる。また、分圧の和は $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ であるから

$$P_{A_3B_6} + P_{AB_2} = 1.0 \times 10^5 \dots\dots ②$$

である。①と②の連立方程式を解くと、

$$P_{A_3B_6} = \frac{1-\alpha}{1+2\alpha} \times 10^5 \text{ [Pa]}, \quad P_{AB_2} = \frac{3\alpha}{1+2\alpha} \times 10^5 \text{ [Pa]}$$

となる。ゆえに、解答は、エー⑦、オー⑧である。

(5) : 圧平衡定数 K_p は、次式のようになる。

$$K_p = \frac{P_{AB_2}^3}{P_{A_3B_6}} = \frac{\left(\frac{3\alpha}{1+2\alpha} \times 10^5\right)^3}{\frac{1-\alpha}{1+2\alpha} \times 10^5} = \frac{27\alpha^3 \times 10^{10}}{(1-\alpha)(1+2\alpha)^2}$$

ゆえに、解答は、カー⑨である。

(6) : 気体の体積を半分に減少させると平衡は左に移動するから、解離度 α は小さくなる。

ゆえに、解答は、キー①である。

問2

【方針】

容器内の気体の圧力を計算する問題であるので、「原則1 1. 気体の状態方程式」の知識を利用して解く。なお、設問(2)では、「 27°C の水の蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ 」ということも利用する。

【解説】

(1) : アルゴンの分圧を $P_{Ar} \text{ [Pa]}$ とおくと、気体の状態方程式より

$$P_{Ar} \times 7 = 4.0 \times 10^{-2} \times 8.31 \times 10^3 \times (273 + 27)$$

となる。これを解いて、 $P_{Ar} = 1.42 \times 10^4 \approx 1.4 \times 10^4 \text{ [Pa]}$ と求まる。ゆえに、解答は、クー1、ケー4、コー②、サー4である。

(2) : 燃焼後の容器内には、メタンが $4.5 \times 10^{-2} \text{ [mol]}$ 、二酸化炭素が $4.5 \times 10^{-2} \text{ [mol]}$ 、水が $9.0 \times 10^{-2} \text{ [mol]}$ 、アルゴンが $4.0 \times 10^{-2} \text{ [mol]}$ 、それぞれ存在している。水以外の気体の圧力を $P \text{ [Pa]}$ とおくと、気体の状態方程式より

$$P \times 10 = (4.5 \times 10^{-2} + 4.5 \times 10^{-2} + 4.0 \times 10^{-2}) \times 8.31 \times 10^3 \times (273 + 27)$$

となる。これを解いて、 $P = 3.24 \times 10^4 \text{ [Pa]}$ と求まる。

また、水がすべて気体の状態で、その圧力が $P_{H_2O} \text{ [Pa]}$ であると仮定すると、気体の状態方程式より

$$P_{H_2O} \times 10 = 9.0 \times 10^{-2} \times 8.31 \times 10^3 \times (273 + 27)$$

となる。これを解くと $P_{H_2O} = 2.24 \times 10^4 \text{ [Pa]}$ となるが、この値は水の蒸気圧 $3.6 \times 10^3 \text{ [Pa]}$ より大きいので、蒸気圧を超える分は液体で存在することになる。よって、気体の全圧は

$$3.24 \times 10^4 + 3.6 \times 10^3 = 3.6 \times 10^4 \text{ [Pa]}$$

となる。ゆえに、解答は、シー3、スー6、セー②、ソー4である。