

## Theme 気体に関する問題 愛知医科大学(2013)①

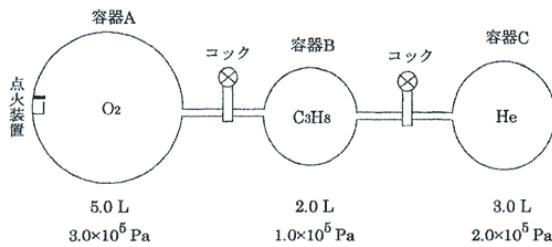
必要があれば次の値を用いよ。

原子量 H=1.0, He=4.0, C=12, O=16, Ar:40 気体定数 R=8.31×10<sup>3</sup> Pa·L/(K·mol)

次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

[図]に示すように、耐圧性の3つの容器A, B, Cがコックのついた細管でつながっている。各容器の内容積は、容器Aが5.0L、容器Bは2.0L、容器Cは3.0Lであり、装置全体は絶対温度300Kに保たれている。最初はすべてのコックが閉じられている。容器Aには酸素O<sub>2</sub>が、容器BにはプロパンC<sub>3</sub>H<sub>8</sub>が、容器CにはヘリウムHeが入っており、それぞれの容器内の圧力は3.0×10<sup>5</sup>Pa、1.0×10<sup>5</sup>Pa、2.0×10<sup>5</sup>Paである。

ただし、容器の内容積は温度・圧力によって変化せず、連結部分の細管の内容積、点火装置の体積は無視できるものとする。各物質が気体として存在する場合は、理想気体の状態方程式に従うものとし、各気体の混合のみでは化学反応は起こらないものとする。また、液体の体積、液体への気体の溶解はいずれも無視できるものとする。なお、300Kにおける水の飽和蒸気圧は3.6×10<sup>3</sup>Paである。



[図] 実験装置

- 問1. 容器A内の酸素の物質量は何molか。有効数字2桁で答えよ。
- 問2. 容器A内の酸素の質量は何gか。有効数字2桁で答えよ。
- 問3. 容器AとBをつなぐコック、および容器BとCをつなぐコックを両方とも開いて、各気体が十分に混合されるまで放置した。この時、容器内の圧力に関して、次の(1),(2)に答えよ。
  - (1) 酸素、プロパン、ヘリウムの分圧はそれぞれ何Paか。有効数字1桁で答えよ。
  - (2) 混合気体の全圧は何Paか。有効数字2桁で答えよ。
- 問4. 問3の操作後に、容器AとBをつなぐコックを再び閉じた後、点火装置により容器A内におけるすべてのプロパンを完全燃焼させた。反応終了後、容器をゆっくり冷却して300Kに保ち、平衡状態になるまで放置した。この時、容器A内の圧力に関して、次の(1),(2)に答えよ。
  - (1) 酸素、ヘリウム、二酸化炭素、水蒸気の分圧はそれぞれ何Paか。有効数字2桁で答えよ。
  - (2) 混合気体の全圧は何Paか。有効数字2桁で答えよ。
- 問5. 問4の操作後に、容器AとBをつなぐコックを開き、A, B, Cすべての容器内が平衡状態になるまで放置した。この時、容器内の混合気体の全圧は何Paか。有効数字2桁で答えよ。

解答

## Theme 気体に関する問題 杏林大学(2013 医学部 一部改)①

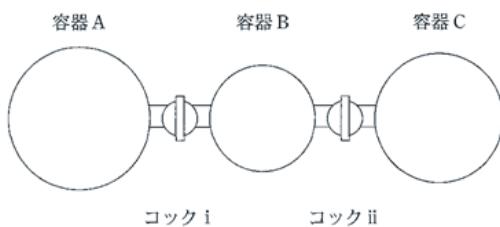
必要であれば、原子量、定数は下記の値を使用すること。

$$\text{気体定数 } R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$$

次の文章を読み、問い合わせに答えよ。

問 3つの耐圧容器A, B, Cが、コック i とコック ii のついた管でつながった装置がある。

コック i とコック ii を閉じたままで、容器Aの容積は5L、Bは2L、Cは3Lであり、容器同士をつなぐ管の容積は無視できるものとする。気体はすべて理想気体とみなし、27°Cの水の蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ 、気体の水(液体)への溶解、液体の体積は無視できるものとする。



コック i とコック ii を閉じたままで、容器Aにメタンを $9.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 、容器Bにアルゴンを $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 、容器Cに酸素を $9.0 \times 10^{-2} \text{ mol}$ 封入した。

実験1：コック i を開いて、容器Aと容器B内の圧力が一定になるまで放置した。その間、装置全体の温度は27°Cに保った。

実験2：実験1のあとコック ii を開き、全体が一定の圧力になるまで放置した。その後、適切な方法で点火し、反応できる量のメタンを完全燃焼させた。冷却した後、装置全体を27°Cに保った。

- (1) 実験1の際のアルゴンの分圧はいくらか。
- (2) 実験2の最後での全圧は何Paか。

解答

## Theme 気体に関する問題 お茶の水女子大学(2013 理 )①

問題を解くにあたり、必要な場合は次の原子量の値を用いよ。

H : 1.0, He : 14.0, O : 16.0, Ar : 40.0, 気体定数  $R=8.31\times10^3\text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

とする。気体の性質に関する以下の問(1), (2)に答えよ。

- (1) 体積が20Lの剛直で密閉された反応容器に水素0.50gと酸素4.0gの混合気体を封入し、  
(ア)点火して完全に反応させた。その後、(イ)この反応容器を80.0°Cまで加熱し、その温度で  
十分な時間を保った。さらにその後、(ウ)この反応容器を60.0°Cまで冷却し、その温度で  
十分な時間を保った。反応容器内の気体は理想気体であるとし、次の問い合わせに答えよ。  
有効数字は2桁で答えよ。必要であれば図1に与えられている飽和水蒸気圧曲線を用いよ。

- ( i ) 下線部(ア)の操作後に反応容器内に存在する物質の分子式と、その物質量を答えよ。
- ( ii ) 下線部(イ)の操作後、反応容器内の圧力は何Paになったか。考え方と計算過程も記せ。
- ( iii ) 下線部(ウ)の操作後、反応容器内の圧力は何Paになったか。考え方と計算過程も記せ。

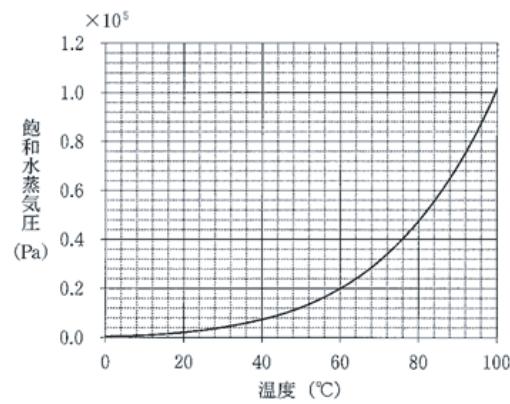


図1 飽和水蒸気圧曲線

解答

## Theme 気体に関する問題 北海道大学(2012 理 薬 工 農 獣医 水産)①

必要があれば次の数値を用いよ。

原子量 H : 1.0, O : 16.0, 気体定数  $R=8.31\times10^3\text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

アボガドロ定数 :  $6.02\times10^{23}/\text{mol}$  0°Cの絶対温度 : 273K

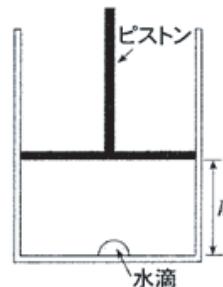
次の間に答えよ。

体積を自由に変えられるピストン付きの容器内に水3.6gが入っている。容器内部の底面積は $500\text{cm}^2$ で、高さは $h[\text{cm}]$ とする。今、容器内には水しか存在せず、温度は60°Cに保たれている。水の蒸気圧は60°Cで $2.0\times10^4\text{Pa}$ である。以下の間に答えよ。

なお気体は理想気体とし、液体の水の密度は温度、圧力に関わらず $1.0\text{g/cm}^3$ とする。  
また容器内の気体の体積を求める際には、液体の体積は無視してよい。 $1\text{L}=1000\text{cm}^3$ である。

問1  $h=h_0[\text{cm}]$ としたところ、図に示したように容器底面に水滴が観察された。水滴の体積 $v$ は $1.8\text{cm}^3$ であった。このとき水滴の物質量 $n_{\text{H}_2\text{O}}(\text{液}) [\text{mol}]$ と水蒸気の物質量 $n_{\text{H}_2\text{O}}(\text{気}) [\text{mol}]$ を有効数字2桁で答えよ。また $h_0$ を有効数字2桁で答えよ。

問2  $h=h_0[\text{cm}]$ の状態からピストンをゆっくり上昇させたところ、  
水滴は次第に小さくなり、  
 $h=h_1[\text{cm}]$ のとき完全に消失した。 $h_1$ を有効数字2桁で答えよ。

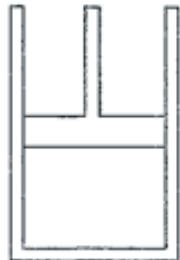


解答

## Theme 気体に関する問題 電気通信大学(2011 情報理工)①

次図のようなシリンダー内に温度27°C, 圧力 $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ のもとで0.50Lのアルゴンが入っている。これにエタノール0.010molを加えた後, シリンダーの容積と温度を保ったまま長時間経過させ, 平衡状態にした。これについて以下の間に答えよ。計算過程も記し, 有効数字2桁で答えること。気体は理想気体としてふるまい, アルゴンはエタノールに溶けないものとする。液体の体積は無視できるものとする。エタノールの蒸気圧は27°Cにおいて $8.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ , 47°Cにおいて $2.6 \times 10^4 \text{ Pa}$ , 気体定数 $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ である。

- (1) シリンダー内のエタノールは一部液体になっているか。それとも全部気化しているか。
- (2) シリンダー内の圧力はいくらか。
- (3) 下線部の操作後に, シリンダー内の温度を47°Cに上げて, 容積を0.50Lに保ちながら長時間経過させ, 平衡状態にした。
  - (a) 気化しているエタノールの物質量はいくらか。
  - (b) シリンダー内の圧力はいくらか。
- (4) 下線部の操作後に, 温度27°C, 圧力 $5.0 \times 10^4 \text{ Pa}$ のもとで長時間経過させ, 平衡状態にした。このとき, エタノールの一部は液体として存在し, シリンダーの容積が変化していた。
  - (a) アルゴンの分圧はいくらか。
  - (b) 気化しているエタノールの物質量はいくらか。



解答

## Theme 気体に関する問題 鳥取大学(2011 工 農 )①

次の文を読み、以下の問いに答えよ。 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$  とする。

2.0Lの密閉容器に27°Cで、プロパンと酸素の混合気体が入っている。この混合気体の物質量の和は0.080molである。

この密閉容器内でプロパンを完全燃焼させたところ、容器内には水滴が生じ、27°Cに温度を戻した時の容器内の圧力は $6.60 \times 10^4 \text{ Pa}$ であった。燃焼前の容器内には、プロパンの完全燃焼に充分な酸素が存在していた。27°Cの水の飽和水蒸気圧は $3.6 \times 10^3 \text{ Pa}$ とし、生じた水滴の体積は無視できるものとする。

- 問1 燃焼前におけるこの容器内の圧力を、途中の計算式とともに、有効数字2桁で答えよ。
- 問2 プロパンが完全燃焼する際の化学反応式を書け。
- 問3 燃焼前のプロパンおよび酸素それぞれの物質量を、途中の計算式とともに、有効数字2桁で答えよ。

解答

## Theme 気体に関する問題 上智大学(2012 理工)①

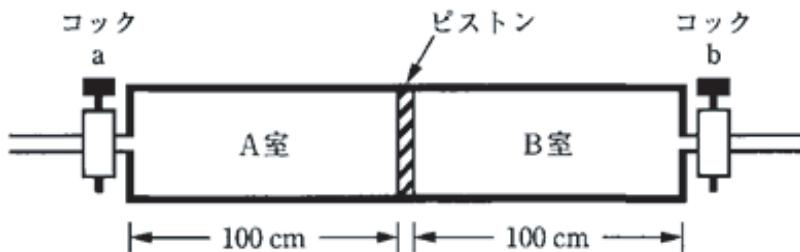
計算を行う場合、必要ならば次の値を用いよ。

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ , 0K(絶対零度) =  $-273^\circ\text{C}$ ,

気体は、すべて理想気体とする。次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

27°C,  $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の大気中に、図のような両端にコックがついた断面積 $100 \text{ cm}^2$ の円筒容器がおかれている。容器中には抵抗なく移動できるピストンが備えられており、A室とB室とに分けられている。A室とB室の容積をそれぞれ $V_A$ ,  $V_B$ とする。ピストンおよび円筒容器は他室に熱を伝えない。コックと円筒容器との間の体積は無視できるものとする。

はじめコックa, コックbはともに開いており、ピストンは中央にある。この状態から操作1～3を行った。



操作1：27°Cにおいてコックbを閉め、コックaからA室にあらかじめ入っている空気を逃がさないようにして0.080molの水素をゆっくりと吹き込んだ後、コックaを閉じた。

操作2：次に、A室を27°Cに保ったまま、B室を加熱してピストンを中央に戻した。

操作3：その後、A室内で点火して気体を完全燃焼させた。燃焼後、A室とB室の温度を27°Cに戻した。空気の体積百分率は酸素20%, 窒素80%とする。また、27°Cにおける水の蒸気圧および水(液体)の体積はともに無視できるものとする。

問1 操作1の後のA室とB室の容積比はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

問2 操作2の後のB室の温度は何°Cか。最も近い値をa)～e)から1つ選べ。

- a) 32      b) 47      c) 65      d) 80      e) 87

問3 操作3の後のA室の状態として正しいものをa)～g)からすべて選べ。該当する選択肢がない場合は、z欄をマークせよ。

- a) 水素が残っている。      b) 水素は残っていない。  
c) 酸素が残っている。      d) 酸素は残っていない。  
e) 気体の総物質量は燃焼前に比べて増加した。  
f) 気体の総物質量は燃焼前に比べて減少した。  
g) 気体の総物質量は燃焼前と変わらない。

問4 操作3の後のA室とB室の容積比はいくらか。有効数字2桁で答えよ。

解答

# Theme 気体に関する問題 九州大学(2013 理 医 歯 薬 工 芸術工 農)①

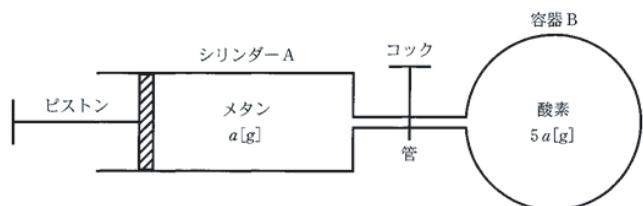
必要な場合には、つぎの値を用いよ。

気体定数  $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ , 原子量 H=1.0, C=12, O=16

次の文章を読み、問1～問4に答えよ。解答中の数値は有効数字2桁で記せ。

図に示すように、ピストンにより容積が変わるシリンダーAがコックのついた管で容器Bとつながった装置があり、装置全体の温度を一定に制御できる恒温槽に入っている。シリンダーAには質量 $a[\text{g}]$ のメタン(気体)が、容器Bには質量 $5a[\text{g}]$ の酸素(気体)が入っている。ピストンが初期位置にあるときコックは閉じており、シリンダーAと容器Bの容積は共に $V_0[\text{L}]$ で等しく、温度も共に絶対温度で $T_0[\text{K}]$ である。この時のシリンダーA内の圧力を $P_A[\text{Pa}]$ とする。気体はすべて理想気体とし、管の容積は無視できるとする。

- 問1. ピストンが初期位置にあるとき、容器B内の圧力[Pa]をシリンダーA内の圧力 $P_A$ を用いて表せ。



図

- 問2. ゆっくりとピストンを押し込みシリンダーAの容積を $\frac{V_0}{4}$ とした後に、コックを開けてしばらく放置したところ、メタンと酸素は反応せず互いに速やかに混合し、その後装置内部の温度は $T_0$ で一様となった。この時の装置内の全圧[Pa]と、メタンの分圧[Pa]を、 $P_A$ を用いて表せ。

- 問3. 問2の操作の後、ピストンを固定して適切な方法で装置内のメタンを完全に燃焼させた。しばらく放置した後に装置内の温度が再び $T_0$ となったとき、生成した水はすべて水蒸気であった。この時の装置内の全圧[Pa]を $P_A$ を用いて表せ。

- 問4. 問3の操作の後、ピストンを固定したまま、温度を $T_1 = \frac{5}{6}T_0$ まで下げると装置内の水蒸気が一部凝縮して水(液体)が生じた。この時の装置内の全圧[Pa]を $P_A$ を用いて表せ。ただし、温度 $T_1$ での水の蒸気圧は $0.11P_A$ とする。また、水蒸気の凝縮を除いて装置内の気体は水(液体)へ溶解しないとし、温度変化によるシリンダーAと容器Bの容積変化、および水(液体)の体積は無視できるものとする。

解答

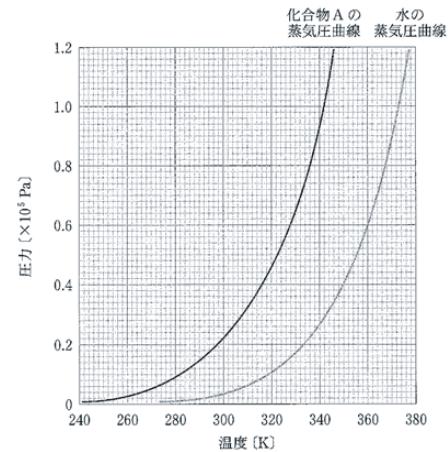
# Theme 気体に関する問題 岐阜大学(2013 医 工 応用生物科)①

必要があれば、次の数値を用いよ。原子量 H=1.0, C=12, O=16

気体定数 :  $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ , 気体はすべて理想気体としてふるまうものとする。

次の文を読み、以下の問1から問8に答えよ。計算結果は、特に指定のない限り有効数字2桁で示せ。

炭素と水素のみを成分元素とし、常温・常圧では液体の化合物Aがある。今、容器内部に点火装置があり、内容積が8.3L、内部が真空の密閉容器を用意した。この容器に8.6gの化合物Aを注入し、容器内の温度を340Kに保ったところ、化合物Aはすべて蒸発して、内部の圧力が $0.34 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。グラフには化合物Aと水の蒸気圧曲線を示した。



問1. 化合物Aの分子量を求めよ。

問2. 化合物Aの分子式を記せ。

問3. 容器内の温度を360Kに上昇させた時の内部の圧力[Pa]を求めよ。

問4. 容器内を、時間をかけてゆっくり冷却していくと、密閉容器内部の壁に液滴が生じ始めた。この現象をなんというか記せ。

問5. 問4の現象が始まった温度に最も近いのは「297K」、「308K」、「316K」、「322K」、「327K」のうちどれか答えよ。

問6. 問4の状態の密閉容器に酸素O<sub>2</sub>を注入することにした。  
酸素O<sub>2</sub>を注入すると容器内部様子はどうのようになると  
考えられるか。次の(ア)～(ウ)から選び記号で答えよ。ただし、

注入に伴う温度変化はなく、この状態で化合物Aと酸素O<sub>2</sub>は反応しないものとする。

(ア) 液滴が消える☒(イ) 液滴が増える☒(ウ) 変化なし

問7. 問6で注入する酸素O<sub>2</sub>を使って化合物Aを完全燃焼させることにした。密閉容器内の化合物Aを完全に燃焼させるためには、少なくとも何gの酸素O<sub>2</sub>を注入する必要があるか求めよ。

問8. 点火装置を作動させ、密閉容器内の化合物Aを必要最少量の酸素O<sub>2</sub>で完全に燃焼させたのち、容器内の温度を340Kに保った。この時の容器内部の圧力[Pa]を求めよ。ただし、気体の水への溶解は考慮しなくてよい。

解答

## Theme 気体に関する問題 関西大学(2011 システム理工 化学生命工 他)①

次の文の(1)～(4)には四捨五入して有効数字2桁(けた)で答えよ。なお、気体はすべて理想気体とし、気体定数は $R=8.31\times10^3\text{Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

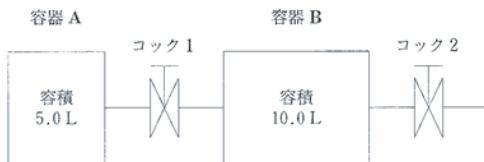


図 1

二つのガラス容器A(容積5.0L)と容器B(容積10.0L)が図1のようにコック1でつながっている。コックおよび容器をつなぐパイプの容積は無視できるものとする。

いま、300Kの下で、コック1, 2を閉じた状態で容器A, Bにそれぞれ1.0molのアルゴンArが入っている。このとき、容器A中の気体の圧力は (1)  $\times 10^5\text{Pa}$ である。次に、二つの容器A, Bの温度を300Kに保ちながらコック1を開くと、容器A, B中の気体の圧力は等しくなった。このときの容器A中のArの物質量は (2) molであり、気体の圧力は (3)  $\times 10^5\text{Pa}$ である。ここでコック1を閉じ、容器Aのみ450Kまで加熱したところ、容器A中の気体の圧力は (4)  $\times 10^5\text{Pa}$ となった。

解答