

令和6年度医学部一般選抜試験 問題冊子

物理  
化学  
生物

1月16日(火) 9:30～11:10

注意事項

1. 開始の指示があるまでは、この冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は表紙1枚、草稿用紙1枚、物理問題用紙3枚、化学問題用紙2枚、生物問題用紙6枚の計13枚です。
3. 物理、化学、生物の3科目のうち、2科目を選択して解答してください。
4. 乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所があれば、直ちに申し出てください。
5. 解答はすべて答案用紙の所定の位置に記入してください。
6. この冊子の余白は草稿用に使用しても構いません。
7. 試験室内で配付されたものは、一切持ち帰ってはいけません。
8. 試験終了の時刻まで、退出してはいけません。



草稿用紙



【注意】化学 問題 I, II に解答するに当たって、必要があれば次の値を用いよ。

原子量：H=1.00, C=12.0, N=14.0, O=16.0, Na=23.0, P=31.0, S=32.1, Cl=35.5, Br=79.9

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

### 化学 問題 I

次の文章を読み、以下の問1～問4に答えよ。

図に示すように、耐圧性の2つの容器A, Bがコックのついた細管でつながっている。容器A, Bの内容積は共に1.00 Lであり、両容器内は25°Cに保たれている。最初、コックは閉じられており、容器Aには酸素 $\text{O}_2$ と窒素 $\text{N}_2$ の混合気体、容器Bには水素 $\text{H}_2$ が入っている。容器A内の酸素と窒素の物質量の比は1.00 : 4.00である。なお、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、25°Cでの水の飽和蒸気圧は $3.20 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。また、容器内で生じた液体の体積は無視できるものとし、水素、窒素、酸素の水への溶解も無視できるものとする。

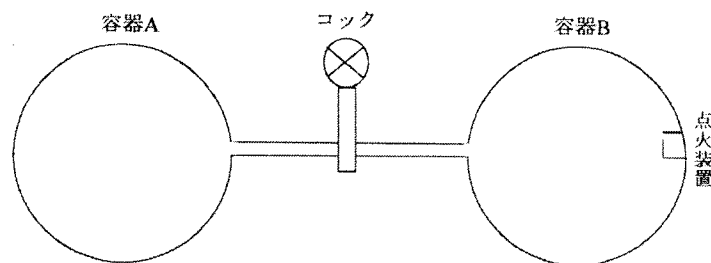


図 実験装置

問1. 容器Bには水素が圧力 $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ が入っている。容器A内の酸素 $\text{O}_2$ の物質量は、容器B内の水素 $\text{H}_2$ の物質量の $2.00 \times 10^{-1}$ 倍になっている。このときの容器A内の混合気体の全圧は何Paか。有効数字3桁で答えよ。

問2. 問1の状態からコックを開いて、温度を25°Cに保ったまま長時間放置し、両容器内の気体を十分に混合させた。このときの水素、酸素、窒素の分圧および全圧はそれぞれ何Paか。いずれも有効数字3桁で答えよ。

問3. 問2の操作の後で、コックを閉じて容器B内の混合気体に点火し水素を燃焼させると、容器B内の酸素はすべて消費された。この燃焼反応直後においては、容器B内は一時的に高温となるが、徐々に温度が下がり、最終的に25°Cに保たれた。このとき、次の(1)～(3)に答えよ。

(1) 容器B内の水素、窒素、水のそれぞれのモル分率を小数第3位まで記せ。モル分率とは、全物質質量に対する各成分の物質量の割合であり、本問では0以上1以下の数値で答えよ。なお、水は液体および気体の状態のいずれをも含む。

(2) 容器B内の混合気体の全圧は何Paか。有効数字3桁で答えよ。

(3) 容器B内において、凝縮によって生じた液体の水の質量は何gか。有効数字3桁で答えよ。ただし、液体の水が生じないと考えられる場合は、「0」と記せ。

問4. 問3の操作の後でコックを開いて、両容器内の温度を25°Cに保ったまま長時間放置した。このとき、次の(1), (2)に答えよ。

(1) 混合気体の全圧は何Paか。有効数字2桁で答えよ。

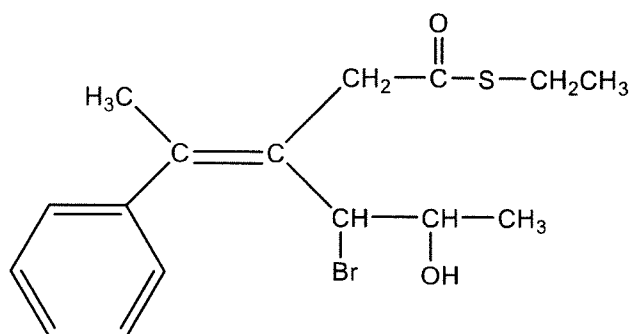
(2) 液体の水の質量は何gか。有効数字2桁で答えよ。ただし、液体の水が生じないと考えられる場合は、「0」と記せ。



### 化学 問題 II

次の文章を読み、以下の問1～問3に答えよ。なお、構造式は例にならって記せ。また、本問において、シス形からトランス形、トランス形からシス形への構造変化（異性化）は起こらないものとする。

#### 構造式例



化合物 **A** は、炭素、水素、酸素からなり、その分子量は 250 から 300 の間にあり、複数のエステル結合をもっている。化合物 **A** 27.6 mg を完全に燃焼させたところ、二酸化炭素 70.4 mg と水 18.0 mg が生成した。化合物 **A** に対して適切な触媒を用いて水素を付加させると、分子量が 2.00 増加した化合物 **B** が得られた。ただし、この水素の付加反応は、炭素-炭素原子間の二重結合に対して起こるが、ベンゼン環内の炭素-炭素原子間の二重結合に対しては起こらない。また、化合物 **B** は不斉炭素原子を 2 つもっており、化合物 **B** に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち、希塩酸を加えて酸性にしたところ、化合物 **C**、化合物 **D**、化合物 **E** が生成した。

次に、化合物 **A** に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したのち、希塩酸を加えて酸性にしたところ、化合物 **D**、化合物 **E**、化合物 **F** が生成した。化合物 **D** は、リン酸触媒のもと加熱・加圧 (300°C, 7 MPa) して、エチレンに水蒸気を付加させることによっても生成するものであった。化合物 **E** は分子内に酸素原子を 1 つ含み、塩化鉄 (III) 水溶液と反応し、呈色した。また、化合物 **E** はベンゼンの二置換体であり、これに臭素を作用させ、ベンゼン環の水素原子の 1 つを臭素原子に置換させた場合には、2 種類の異性体が生成しうる。化合物 **F** を加熱すると分子内縮合が起こり、化合物 **G** と水が生成した。化合物 **G** は無水マレイン酸の 2 つの水素原子をいずれもメチル基に置換した化合物であった。

なお、化合物 **A**~**G** はすべて有機化合物である。

問 1. 化合物 **A** の分子式を記せ。

問 2. 化合物 **A**~**G** の構造式をそれぞれ記せ。

問 3. 化合物 **C** は、分子内に不斉炭素原子が何個存在するか。その数を記せ。

