

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(医学科・保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	① ~ ③	1 ~ 3
化学	① ~ ④	4 ~ 11
生物	① ~ ③	12 ~ 19
地学	① ~ ④	20 ~ 25

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部, 及び受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子または解答紙に落丁・乱丁, および印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

化 学

必要であれば次の値を用いよ。

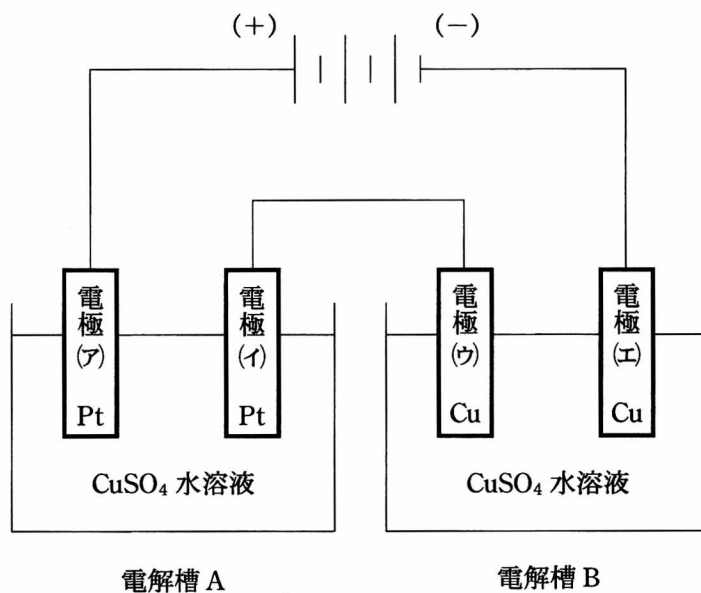
原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Cu = 63.5

ファラデー定数： $F = 96500 \text{ C/mol}$

標準状態とは、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1 atm) の状態をさす。

1 問題文 I, II を読み、それぞれ以下の各問に答えよ。

I 硫酸銅(II)の水溶液に2枚の純白金の電極を浸した電解槽 A と、硫酸銅(II)の水溶液に2枚の純銅の電極を浸した電解槽 B とを図のように直列につないで電気分解を行った。その結果、電解槽 A の電極(ア)で標準状態での体積が 224 ml の気体が発生したが、その他の電極では気体は発生しなかった。回路に流れた電気量は、すべて電気分解に使われたものとして以下の問に答えよ。



(問 1) 電解槽 A の電極(ア)で起こる変化を電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。

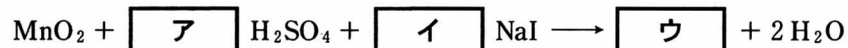
(問 2) 電解槽 B の電極(エ)で起こる変化を電子 e^- を含むイオン反応式で示せ。

(問 3) 回路に流れた電気量は何 C か、整数値で示せ。

(問 4) 電解槽 A の電極(イ)に析出した物質の質量は何 g か、小数点第二位まで求めよ。

(問 5) 電解槽 B の電極(ウ)が純銅ではなく、不純物として金と亜鉛を含む銅(粗銅)であった場合、銅と亜鉛は溶解するが、金は溶解せずに沈殿する。また、溶解した亜鉛は陰極に析出しない。金と亜鉛がこのようになる理由を述べよ。

II 身近な材料からヨウ素を取り出す方法として、以下の方法が知られている。コンブを蒸し焼きにして灰をつくる。乳鉢ですりつぶした後、水を加えてよくかき混ぜる。しばらく放置した後ろ過し、ろ液を蒸発皿に入れ加熱濃縮する。この溶液に硫酸と二酸化マンガンを加えて反応させる。ヨウ素の塩がヨウ化ナトリウムとすれば、この反応は以下のように示される。



この水溶液からクロロホルムで抽出してヨウ素を得る。その後、ヨウ素を蒸発皿に入れ、大きめのロートをさかさまにかぶせて穏やかに加熱する。ヨウ素の紫色の蒸気が発生し、針状の結晶がロートの内壁に付着する。

(問 6) $\boxed{\text{ア}}$ と $\boxed{\text{イ}}$ には数字を、 $\boxed{\text{ウ}}$ には複数の化合物の化学式を入れて化学反応式を完成させよ。

(問 7) 上記(問 6)の化学反応式中で酸化された原子と還元された原子を元素記号で、そしてそれぞれの酸化数の変化を記せ。

(問 8) 下線部の状態変化を何と呼ぶか記せ。

(問 9) 下線部と同じ状態変化を示す有機化合物名を一つあげよ。

(問10) フッ化水素は分子間の水素結合をするが、ヨウ化水素はしない。これはフッ素とヨウ素の共有電子対を引き寄せる能力の違いによる。この能力を何と呼ぶか記せ。

2 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

天然ガスは、メタン(CH₄)^{a)}を主成分とする混合気体で、石油や石炭に比べるとクリーンな燃料である。このような混合気体では、気体を構成する成分の比を使って平均した分子量を考えると便利である。これを平均分子量^{b)}という。例えば、空気は窒素と酸素がほぼ4 : 1で混ざった混合気体であるので、空気の平均分子量^{b)}は次のように計算できる。

$$\text{空気の平均分子量} = (\text{窒素の分子量}) \times \frac{4}{5} + (\text{酸素の分子量}) \times \frac{1}{5}$$

混合気体は、平均分子量をもつ単一成分の気体と同じように扱うことができる。

天然ガスは気体の燃料なので、そのままでは運搬に適さない。そこで、圧縮あるいは液化して運搬される。主成分のメタンは $-161\text{ }^{\circ}\text{C}$ で液化するが、極低温の液化ガスが漏れると、気化した後も空気よりも重い^{c)}ので滞留し危険である。室温付近まで温まると放散する。また、採掘したままの天然ガスには硫化水素^{d)}など燃料に適さない成分も含まれている。

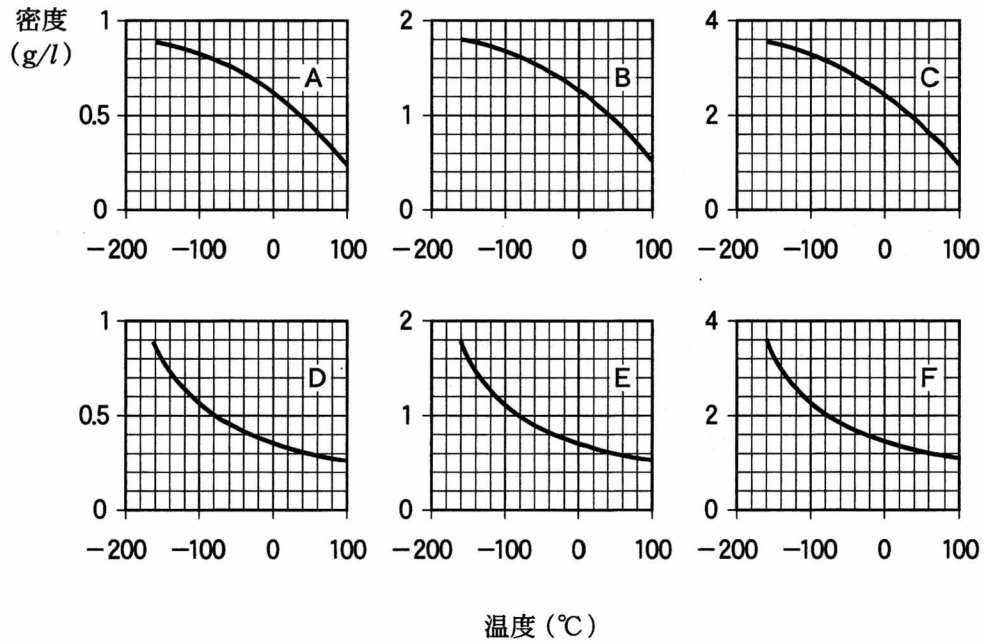
(問 1) 下線部 a) のメタン(気体)の燃焼熱を計算し、燃焼反応の熱化学方程式を書け。ただし、メタン(気体)の生成熱を 74 kJ/mol 、水(液体)の生成熱を 286 kJ/mol 、二酸化炭素(気体)の生成熱を 394 kJ/mol とする。

(問 2) 下線部 b) について、次の設問(ア)、(イ)に答えよ。ただし、空気および天然ガスは理想気体とする。

(ア) 空気の平均分子量をもとに、標準状態における空気の密度(g/l)を小数点第一位まで求めよ。

(イ) 天然ガスを標準状態で 1.0 l の容器に入れると質量は 1.0 g であった。この天然ガスの平均分子量を小数点第一位まで求めよ。

(問 3) 下線部 c)を参考にして、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1 atm)でのメタンの密度と温度の関係を示した正しい図を選び、記号で答えよ。なお、各図の縦軸は密度(g/l)、横軸は温度(°C)とする。



(問 4) 下線部 d)の硫化水素は、金属イオンの分析、確認に使うことができる。亜鉛(II)イオンと銅(II)イオンを含む水溶液が次の(ア)、(イ)の状態にあるとき、硫化水素を吹き込むことにより析出する全ての化合物を化学式で答えよ。ただし、析出する化合物がない場合は「なし」と記せ。

- (ア) 希塩酸によって酸性溶液になっているとき
- (イ) 水酸化ナトリウムによって塩基性溶液になっているとき

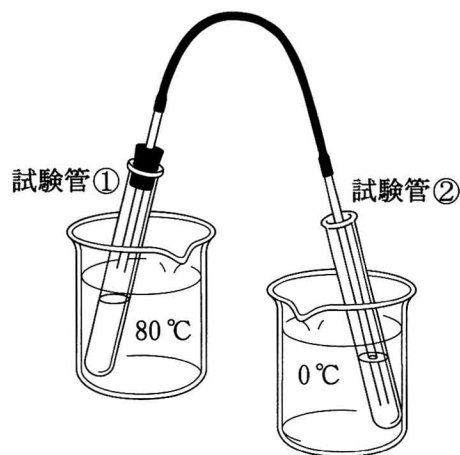
- 3 分子式 C_3H_8O をもつ 2 種のアルコール A, B を用いて, 次のような実験を行った。以下の各問に答えよ。

【実験 1】

試験管①に 1 mol/l 硫酸 1 ml, アルコール 1 ml, 0.1 mol/l ニクロム酸カリウム水溶液 1 ml と沸騰石数個を加えて, 図のような装置を組んだ。試験管①を $80^\circ C$ の水浴中で加熱すると気体が生じる。この気体を純水 5 ml を入れた試験管②に通じて氷冷した。赤橙色のニクロム酸カリウム水溶液は深緑色に変化し, AからはCの水溶液が, BからはDの水溶液が得られた。

【実験 2】

別の試験管にアンモニア性硝酸銀水溶液を入れ, 実験 1 で得られた C, D の水溶液を加えて加熱すると, C の水溶液では銀鏡を観察できたが, D の水溶液では銀鏡を観察できなかった。



【実験 3】

C, D の水溶液に, 水酸化ナトリウム水溶液とヨウ素を加えて加熱し, 変化を観察した。

(問 1) A ~ D の構造式を記せ。

(問 2) 化合物 C, D を十分な量の過マンガン酸カリウム水溶液と混合したとき, C, D はそれぞれどのように変化するか。変化するときは生成する主な有機化合物の構造式を記せ。

(問 3) 実験 3 で C, D の水溶液はどのようになるか, それぞれ記せ。

(問 4) 分子式 $C_4H_{10}O$ をもつアルコール E, F を用いて, 実験 1 を行ったところ, ニクロム酸カリウム水溶液の色は E では変化しないが, F では赤橙色から深緑色に変化した。しかし, 実験 2 では E, F ともに銀鏡を観察できなかった。E, F の構造式を記せ。

4 (選択問題)

4 A または 4 B のいずれかを選択し、解答せよ。両方解答した場合は無効とする。

4 A (選択問題) 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

高分子化合物は、ある構造単位がつながった巨大な分子である。一つの構造単位の分子であるモノマー(単量体)が重合してポリマーとなるが、重合反応はその反応様式によって **ア** 重合と **イ** 重合の2つに分けられる。

ア 重合においては、成長中のポリマーに二重結合や三重結合をもつモノマーが継ぎたされるだけなので、出発物質に含まれている全ての原子が生成物のポリマーに組み入れられる。このタイプの代表的なポリマーのうち最も単純な構造を持つ **ウ** には非常に広い用途がある。軽量、耐水性などの特徴をもち、スーパーマーケットなどでいわゆるレジ袋として利用されている。**エ** は難燃性、耐薬品性という特徴があり、水まわり配管用パイプや建材などに利用されている。このポリマーは分子内に塩素原子を含むので焼却すると大気中に塩化水素(HCl)ガスなどの有毒ガスを発生する。^{a)}

イ 重合で得られるポリマーは種類が非常に多い。この反応様式ではモノマー同士がつながるときに小さな分子が脱離する。このタイプの合成ポリマーの例としては、ポリエチレンテレフタレートや6,6-ナイロンなどがある。ポリエチレンテレフタレートは、**オ** とテレフタル酸から **カ** が脱離して両者が **キ** 結合で連結し、これが繰り返されたものであり、清涼飲料水の容器、磁気テープなどに利用されている。6,6-ナイロンは、アジピン酸と **ク** から **カ** が脱離して **ケ** 結合による連結が繰り返されたものである。絹に近い感触があり、吸水性には乏しいが耐摩耗性に優れており、ストッキングや衣料用繊維として用いられている。

使用済みポリマーは、埋め立て、リサイクル(再利用を含む)、焼却などの方法で処理されている。ポリエチレンテレフタレートはリサイクルの容易なポリマーである。我が国における回収率は60%を超えており、欧米と比較しても著しく高い。焼却の際に生じる熱エネルギーは、発電などに有効利用できるがCO₂の発生を伴う。また、土壌中の微生物を利用して分解できる **コ** ポリマーの開発も行われているが、これもメタンガスやCO₂を排出するし、残留物の環境影響などまだ明らかになっていない点も多い。^{b)}^{c)}

(問 1) 文章中の **ア** ~ **コ** に適切な語句を記せ。

(問 2) 以下の高分子材料に関して **イ** 重合によって得られるもの全てを記号で記せ。

- a. アクリル繊維, b. シリコーン樹脂, c. メタクリル樹脂
- d. メラミン樹脂, e. ブタジエンゴム

(問 3) **ウ** および 6,6-ナイロンの平均分子量が 20000 のとき, これらポリマー分子の平均重合度 n を計算過程を含めて小数点第一位まで求めよ。ただし, 6,6-ナイロンに関してはモノマー一組の平均繰り返し回数を n とする。

(問 4) 組成式が 6,6-ナイロンと同一であり, 染色性および比重などの性質のよく似たポリマーが開発された。このポリマーは, 一種類のモノマーが **ケ** 結合でつながって合成される。合成に使われるモノマーの構造式を書け。

(問 5) 下線部 a) に関して, また b), c) に関して最も関連の深い環境問題は何か答えよ。

4 B (選択問題)問題文 I, II を読み、それぞれ以下の各問に答えよ。

I デンプンは多くの α -グルコースが細長くつながった構造をもち、植物中に貯蔵される。一方、動物体内に貯蔵されるのが **ア** である。試験管内でデンプンの加水分解を行うには、希硫酸など酸の存在下で長時間加熱する必要がある。グルコースなどの単糖類は水溶液中では **イ** 基をもつので、フェーリング液中の銅(II)イオンを還元し酸化銅(I)の沈殿を生じる。ヒトに摂取されたデンプンは、だ液やすい液中の酵素 **ウ** の作用により二糖類である **エ** に加水分解され、さらに腸液に含まれる酵素 **オ** によってグルコースに加水分解される。グルコースは生体内で呼吸作用によって分解され、エネルギーが取り出される。

(問 1) 文中の **ア** ~ **オ** に適切な語句を記せ。

(問 2) グルコース水溶液 100 ml にフェーリング液を加えて温めた。その結果、7.2 g の酸化銅(I)が生成した。単糖類 1 mol から酸化銅(I) 1 mol が生じるものとして、もとの溶液のグルコース濃度(g/l)を小数点第一位まで求めよ。

(問 3) 好気呼吸によってグルコース 27 g が完全に分解され、生じる二酸化炭素の標準状態での体積(l)を小数点第一位まで求めよ。ただし、二酸化炭素は理想気体とする。

II 人類は古くから、ヤナギの樹皮に解熱鎮痛効果があることに気づいていた。19世紀にはヤナギから有効成分であるサリシンが抽出され、その後サリシンは体内で **カ** に変換されて薬用効果を示すことが明らかにされた。しかし、**カ** は粘膜に刺激を与えて胃を痛めることがわかり、**カ** から合成される **キ** が開発された。**キ** は解熱鎮痛剤として現在でもよく使われている。**カ** からは、消炎外用薬、刺激緩和剤として使われる **ク** も合成される。一方、20世紀にはイギリスのフレミングが、カビの出す物質が細菌の生育を妨害していることに気づき、この物質を **ケ** と命名した。**ケ** のように微生物が生産し、ほかの微生物の発育や機能を阻止する物質を抗生物質という。抗生物質は細菌による感染症の治療に大きな威力を発揮してきたが、これを用いるうちに抗生物質に強い抵抗性をもつ細菌が出現するようになった。そのために、新しい抗生物質を次々に開発していく必要がある。

(問 4) 文中の **カ** ~ **ケ** に適切な語句を記せ。

(問 5) **ケ** はヒトに対しては毒性が低い。これはなぜか、説明せよ。

(問 6) 下線部のような細菌を何というか。