

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・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(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 ~ 6
化学	1 ~ 4	7 ~ 13
生物	1 ~ 3	14 ~ 21
地学	1 ~ 4	22 ~ 29

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・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, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及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

必要であれば次の数値を用いよ。

原子量 : H = 1.0, C = 12, O = 16, Si = 28, Ca = 40, Fe = 56

1 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

アルミニウムは、鋳石の **ア** から得られる酸化アルミニウムを **イ** により還元して製造される。アルミニウム単体は、酸や塩基の水溶液に溶けて **ウ** を発生する。このような元素を **エ** という。また、^{a)}アルミニウムは空气中で表面が酸化され酸化アルミニウムの膜を生じ、それ以上酸化されにくくなる。この状態を **オ** という。

アルミニウムは還元力が強く、これを利用して金属酸化物から金属単体を得ることができる。この方法を **カ** という。例えば、酸化鉄(Ⅲ)とアルミニウムの反応では、^{b)}鉄単体を得ることができる。

鉄は鉄鋳石とコークス、石灰石を原料として溶鋳炉で鉄鋳石を還元することにより製造される。

溶鋳炉中では、コークスから生じた **キ** が赤鉄鋳の主成分である Fe_2O_3 を鉄に還元する反応が起こっている。ここで得られた鉄は **ク** を約 3.5% 以上含むため、もろくて延性や展性に乏しく、**ケ** と呼ばれている。溶解した **ケ** に空気や酸素を吹き込んで燃焼させ、**ク** の量を 0.02 ~ 2% 程度に減少させると機械的強度に優れた **コ** が得られる。鉄鋳石中の主な不純物として含まれているケイ砂(SiO_2)は、石灰石(CaCO_3)と反応して^{d)}ケイ酸カルシウム(CaSiO_3)となって取り除かれる。

(問 1) 文中の **ア** ~ **コ** に適切な語句を記せ。ただし、**ウ** , **キ** , **ク** は化学式で記せ。

(問 2) 下線部 a) について、アルミニウムを塩酸ならびに水酸化ナトリウム水溶液で反応させた化学反応式をそれぞれ記せ。

(問 3) 下線部 b) の化学反応式を記せ。

(問 4) 下線部 c) について、製鉄される過程で起こる化学反応式を二つ記せ。

(問 5) 下線部 d)について、不純物であるケイ砂(SiO_2)が取り除かれる過程で起こる化学反応式を記せ。

(問 6) Fe_2O_3 の含有率が 95 % の赤鉄鉱から鉄 1 t を製造するには、何 t の赤鉄鉱が必要か求めよ。

(問 7) Fe_2O_3 と SiO_2 の含有率がそれぞれ 95 % と 5 % である赤鉄鉱から鉄 1 t を製造する際に排出される二酸化炭素は何 t になるか、小数点第二位まで求めよ。ただし、溶鉱炉に投入するコークスおよび石灰石は、赤鉄鉱に含まれる Fe_2O_3 の還元と SiO_2 の除去に必要な量のみ反応すると仮定する。

2 次の文を読み、以下の各問に答えよ。ただし、標準状態とは、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1 atm) の状態をさすこととする。

天然ガスの主成分であるメタンの分子は、炭素を中心として水素が **ア** の各頂点に位置した構造をしている。メタンの沸点や融点は、周期表で炭素と同じ周期にある窒素、酸素やフッ素の水素化物よりも **イ**。これは、窒素、酸素やフッ素の水素化物では、**ウ** を生じるためである。メタンは、天然にはメタン菌による発酵などで生じるが、実験室では、酢酸塩^{a)}を強塩基の存在下で加熱することで発生させ、**エ** 法により捕集される。また、メタンは、一般式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ で表される脂肪族飽和炭化水素(アルカン)の一つである。アルカンは燃料^{b)}として用いられ、燃焼により多くの熱と二酸化炭素、水を生じる。

世界中で産出された天然ガスは、冷却・圧縮して凝縮され、液化天然ガス(LNG)として搬送・貯蔵される。家庭や発電所では、天然ガス^{c)}を燃焼することで熱エネルギーを得たり、電気エネルギー^{d)}に変換したりしている。近年、メタンを中心として周囲を水分子が囲んだ形の包接化合物である **オ** が海底で大量に保存されていることが確認され、新たなエネルギー源としての活用が研究されている。

(問 1) 文中の **ア** ~ **オ** に適切な語句を記せ。

(問 2) 下線部 a) について、酢酸ナトリウムと水酸化ナトリウムからメタンを生成したときの化学反応式を記せ。

(問 3) 下線部 b) について、脂肪族飽和炭化水素 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ を完全燃焼したときの化学反応式を、係数に炭素数 n を用いて記せ。

(問 4) 下線部 c) について、標準状態のメタンガスをすべて液化したとき、体積はおよそ何分の 1 となるか整数で記せ。ただし、液体におけるメタンの密度を 416 g/L とする。

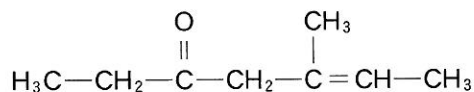
(問 5) 下線部 d) について、以下の各問に答えよ。

(ア) ある地域で産出した天然ガス中にはメタン 80 %、エタン 10 %、プロパン 2.0 % の可燃性気体が含まれていた。標準状態で 1120 L のこの天然ガスを、十分な酸素存在下ですべて燃焼したときに生じる熱量を記せ。ただし、メタン、エタン、プロパンの燃焼熱はそれぞれ 891 、 1561 、 2219 kJ/mol とする。

(イ) 標準状態で 1120 L のメタンガスと 3360 L の酸素を混合して 112 L の密閉容器に入れて、完全に燃焼して放置したところ、 25°C において容器内の圧力(全圧)は P であった。このときの二酸化炭素の分圧を P で表せ。

3 次の文を読み、以下の各問に答えよ。なお、構造式は次の例にならって記せ。

(例)



アルコールは、炭化水素の水素原子をヒドロキシ基で置換した化合物の総称で、溶媒や燃料のほか、さまざまな有機化合物の合成原料に用いられている。

一般に、エステルはアルコールとカルボン酸との **ア** 反応の一つであるエステル化により得られる。

たとえば、アルコール A(分子式 $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$)、アルコール B(分子式 $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$)、アルコール C(分子式 $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$) がそれぞれ入った試験管に、アルコールと同じ容量の氷酢酸とごく少量の **イ** を加えてよく振り混ぜ、 80°C の水浴で5分間加熱した後に精製操作を行うと、それぞれ のエステルが得られる。
a) _____
b) _____

また、アルコールは我々の身の回りにある多くの物質にも含まれている。たとえば、(-)-メントールは爽快感のある芳香があり、さまざまな食品や医薬品に使われているアルコールで、分子内に複数個の不斉炭素原子を含んでいる。(-) -メントールのすべての不斉炭素原子が鏡像となる光学異性体は、(+)-メントールと呼ばれる。
c) _____
d) _____
(-)-メントールに **イ** を加えて熱すると、容易に脱水反応が起こる。

(問 1) 文中の **ア** , **イ** に適切な語句を記せ。

(問 2) 下線部 a) について、それぞれのエステルの精製操作として、加熱された試験管を室温まで冷却した後、同容量の飽和炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて軽く振り静置した。この時、生成したエステルの状態について、次の文の中から最もふさわしいものを選び、数字で答えよ。また、その理由を述べよ。

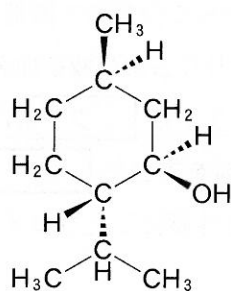
- (1) 液体として水層の上方に分離した。
- (2) 液体として水層の下方に分離した。
- (3) 固体として水層の上方に浮遊した。
- (4) 固体として水層の下方に沈殿した。
- (5) 水層と混和した。

(問 3) アルコール A およびアルコール B の入った試験管にヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ、アルコール B のみが黄色沈殿を生じた。アルコール A およびアルコール B の構造式をそれぞれ記せ。また、この黄色沈殿を生じる反応を化学反応式で表せ。

(問 4) 下線部 b) について、アルコール C から生成しうるエステル構造式をすべて記せ。ただし、アルコール C は不斉炭素原子を含まない枝分かれした第一級アルコールである。

(問 5) アルコール C の構造異性体である化合物 D は不斉炭素原子を含み、ナトリウム金属と反応しない。化合物 D の構造式を記せ。

(問 6) 下線部 c) について、(+)-メントールの構造式を、次に示す(-)-メントールの構造式を参照して記せ。ただし、 \blacktriangleleft は紙面の手前に、 \cdots は紙面の裏側に向かって出ていることを示す。



(-)-メントール

(問 7) 下線部 d) について、この反応で生成する化合物の構造式を二つ記せ。ただし、この反応ではエーテルは得られない。

4 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

炭素、水素、酸素からなる天然高分子化合物として多糖類や油脂がある。デンプンは α -グルコースの単位が、セルロースは β -グルコースの単位が結合した多糖類である。デンプンはアミロースとアミロペクチンの混合物で、だ液中に含まれる酵素である **ア** などによって分解され、**イ** やマルトースを経てグルコースが生成する。**イ** はマルトースよりも分子量の大きい多糖の混合物である。

油脂は高級脂肪酸と **ウ** のエステルである。油脂には、常温で固体である **エ** と、液体である **オ** がある。**オ** に触媒を用いて水素を付加させると、固体の **カ** になる。植物油からこの方法で製造された **カ** が、マーガリンの主材料になっている。油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、油脂はけん化されて、高級脂肪酸のナトリウム塩であるセッケンと **ウ** になる。セッケンは、分子内に長い炭化水素基からなる **キ** 部分と、電荷を帯びた **ク** 部分をもつ。水溶液中では、**キ** 部分を内側に、**ク** 部分を外側にしたコロイド粒子をつくる。この粒子を **ケ** という。

(問 1) 文中の **ア** ~ **ケ** に適切な語句を入れよ。

(問 2) ある酵素を用いてアミロースを加水分解したところ、マルトースが生成した。アミロースの分子式を $(C_6H_{10}O_5)_n$ として、マルトースへの加水分解反応を係数に n を含む化学反応式で示せ。また、162 g のアミロースから生成したマルトースの質量を求めよ。ただし、アミロースはすべて加水分解されて、マルトースのみを生じるものとする。

(問 3) 次の(ア)~(エ)の説明にあてはまる糖類を、下の選択群(1)~(6)からすべて選び、数字で答えよ。

- (ア) 加水分解すると、フルクトースを生じる。
- (イ) 熱水に溶けにくい。
- (ウ) ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると、青紫色~赤褐色を呈する。
- (エ) 水溶液中で還元性を示す。

— [選択群] —

- | | | |
|------------|-----------|-----------|
| (1) マルトース | (2) アミロース | (3) ラクトース |
| (4) グリコーゲン | (5) セルロース | (6) スクロース |

(問 4) 常温で固体である油脂と液体である油脂について、それぞれの油脂を構成する高級脂肪酸の違いを説明せよ。

(問 5) 炭素数が 16 である 1 種類の高級脂肪酸を構成成分とする油脂の分子量を求めたところ、800 であった。この油脂を構成する高級脂肪酸を示性式で示せ。また、この油脂 400 g に水素を付加する場合、最大何 g の水素が付加されるか求めよ。