

平成20年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

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 ~ 4
化学	1 ~ 4	5 ~ 13
生物	1 ~ 3	14 ~ 20
地学	1 ~ 4	21 ~ 26

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

必要があれば次の値を用いよ。

原子量：H = 1.00, He = 4.00, C = 12.0, O = 16.0

1 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

物質は、固体・液体・気体の三つの状態をとる。固体から液体になるときの温度を **ア** とい、この温度は分子どうしの **イ** が大きいほど高い。

炭素からなる固体には、その構造の違いにより **ウ** や **エ** がある。物質 **ウ** は、個々の炭素原子が **オ** 結合によりつながった正四面体の形が繰り返された構造をしている。一方、**エ** は、**ウ** とは異なった構造をしており、薄くはがれやすい。

メタン(CH₄)は炭素の水素化物である。周期表で炭素と同じ族の元素の水素化物には **カ** , GeH₄, SnH₄ などがあり、この4つの中では **キ** が最も沸点が低い。**ハロ** ゲンの水素化物の場合、最も沸点が高いのは **ク** である。

炭素を空気中で燃やすと二酸化炭素を生じる。一般に、気体の溶解度は **ケ** の法則にしたがい、気体の分圧に比例する。ただし、二酸化炭素の場合、**コ** 性水溶液に容易に溶解する。

2.24 l の容器を真空にした後、ヘリウムと二酸化炭素の混合気体を入れ、0℃、1 atm (1.01 × 10⁵ Pa) にして密閉した。この容器の質量を測定したところ、**真空のときに比べ** 1.20 g 増加していた。

一般に気体の圧力を上げていくと、**サ** の法則にしたがい、体積は圧力にほぼ反比例して小さくなる。しかし、**圧力を 100 atm まで上げると、この法則は成立しない。**

問〔1〕 **ア** ~ **サ** に適当な語句または化学式を入れよ。

問〔2〕 下線部 a) について、**エ** はどのような構造をしているか説明せよ。

問〔3〕 **ウ** と **エ** の電気伝導性について比較した場合、どちらの電気伝導性が高いか、物質名で答えよ。

問〔4〕 下線部 b) で、この物質 **ク** が最も沸点の高い理由を記せ。

問〔5〕 下線部 c)の結果から，この容器の中の二酸化炭素の分圧を算出し，小数点第二位まで
記せ。

問〔6〕

サ

 の法則は，理想気体について成り立つ。下線部 d)のように，圧力を高くすると，実際の気体の性質が理想気体からずれていく理由を 2 つあげよ。

2 問題文(1), (2)を読み, それぞれ以下の各問に答えよ。

(1) セッケンやデンプンなどのコロイド溶液は, わずかにはごって見える。コロイドはふつうのろ紙を通してしまうが, セロハンなどの半透膜を通ることはできない。分散媒が気体のコロイドを **ア** といい, 固体のコロイドを固体コロイドという。また, 液体状態のコロイドをコロイド溶液または **イ** といい, ゼリーのように流動性を失った状態を **ウ** とよぶ。

次に示す実験手順で, コロイド溶液を調製し, その性質を調べた。

実験 1 熱水に塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を加えると, 水酸化鉄(Ⅲ)のコロイド溶液ができた。

実験 2 このコロイド溶液をセロハンの袋に入れ, 純水を入れたビーカーに浸した。しばらくしてから, ビーカーの水に硝酸銀を加えると沈殿が生じた。

実験 3 実験 1 でできたコロイド溶液に少量の硫酸ナトリウムを加えると沈殿が生じた。

問〔1〕 **ア** ~ **ウ** の中に適切な語句を入れよ。

問〔2〕 実験 1 で起きた現象を化学反応式で表せ。

問〔3〕 実験 2 で沈殿が生じた反応をイオン式で表せ。

問〔4〕 実験 3 のように少量の電解質を加えることで沈殿を生じるコロイド溶液にくらべて, デンプンのコロイド溶液には少量の電解質を加えても沈殿を生じない。その理由を記せ。

問〔5〕 コロイド溶液はブラウン運動をする性質が知られている。この運動が起きる理由を説明せよ。

(2) 遷移元素は, そのすべてが金属元素であり, 1 個あるいは 2 個の **ア** 電子をもち, 金属結合^{a)} を形成する。固体の結晶格子は, 体心立方格子あるいは最密構造である 面心立方格子^{b)} か **イ** のいずれかである。また, 水溶液中で NH_3 や CN^- などを **ウ** とする錯イオンを形成することが多い。

問〔1〕 **ア** ~ **ウ** の中に適切な語句を入れよ。

問〔2〕 下線部 a) について, この結合に寄与する電子を何とよぶか。

問〔3〕 下線部 b) について，面心立方格子をもつ元素の密度を表す式を記せ。ただし，元素の原子量 M ，単位格子の一辺の長さを a cm，アボガドロ数を N_A とする。

問〔4〕 ヘキサシアノ鉄(Ⅲ)酸イオンはどのような立体構造をとるか。また，その化学式を記せ。

3 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

石油を原料として、生活に役立つ様々な化学製品をつくることができる。低沸点の石油成分の分解によりエチレンなどの反応性の高い炭化水素が得られる。エチレンを塩素と反応させると**A**が生成し、これを加熱すると**B**が得られる。化合物**B**はプラスチックとなるポリマーの原料として用いられている。

一方、リン酸触媒の存在下でエチレンを水と反応させると無色の液体**C**が生じる。化合物**C**は溶剤、合成原料のほか消毒にも用いられる。化合物**C**を酸化すると**D**を経て刺激臭のある液体**E**が生成する。

化合物**C**に水酸化ナトリウムを加えて塩基性とし、ヨウ素を加えると黄色沈殿^{a)}を生じる。また、フェーリング液に化合物**D**を加えると赤色沈殿^{b)}を生じる。

化合物**E**と**C**に少量の濃硫酸を加えて加熱すると**F**と水が生成する。**F**は塗料などの溶剤として用いられる。化合物**E**を五酸化二リン(十酸化四リン)と反応させると化合物**G**が得られる。**G**は医薬品や合成繊維などに用いられる。サリチル酸に化合物**G**を反応させると**H**と酢酸ができる。

問〔1〕 化合物**A**～**E**、**H**の構造式を記せ。

問〔2〕 化合物**B**はアセチレンからも合成することができる。どのようにして合成するか説明せよ。

問〔3〕 化合物**D**はアセチレンからも合成することができる。どのようにして合成するか反応式で示せ。

問〔4〕 下線部 a) の黄色沈殿は何か、物質名を記せ。

問〔5〕 下線部 b) の赤色沈殿は何か、化学式を記せ。

問〔6〕 化合物**F**に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱したときにできる生成物 2 つの物質名を記せ。

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。

繊維は、われわれの生活に欠かせない物質である。繊維には、天然繊維と化学繊維がある。綿^{a)}は天然繊維であり、その主成分はセルロースである。セルロースは希硫酸中で長時間煮沸すると加水分解されて、最終的には **ア** になる。天然繊維には、綿のように植物を原料にした植物繊維と、動物を原料にした動物繊維^{b)}がある。化学繊維は、再生繊維、半合成繊維、合成繊維に分類される。**イ** は再生繊維である。セルロースは水には溶けないが、これを水酸化ナトリウムと反応させた後、**ウ** と反応させるとビスコースとよばれる粘い液体が得られる。ビスコースを細孔から凝固液中に押し出し、高速で引っ張ると丈夫な糸になる。この糸を **イ** という。**エ** はビスコースからつくったセルロースの膜である。**オ** は半合成繊維とよばれ、セルロースのヒドロキシル基の一部を酢酸エステルにしたものである。合成繊維の一種である **カ** は、以下のようにしてつくることができる。酢酸ビニルを付加重合してポリ酢酸ビニルとし、これを水酸化ナトリウムで加水分解して **キ** を得る。**キ** を紡糸した後、ホルムアルデヒド水溶液で処理すると **カ** を得ることができる。

油脂もまた、われわれにとって欠かせない物質である。常温で固体である油脂を脂肪、常温で液体である油脂を脂肪油という。油脂は食用ばかりでなく、工業原料としても重要である。油脂を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解すると、グリセリンと **ク** のナトリウム塩を得ることができる。この **ク** のナトリウム塩は、セッケンとして用いられている。

問〔1〕 **ア** ~ **ク** に適切な物質名を記せ。

問〔2〕 下線部 a) の綿は吸水性が高い。その理由を化学構造と関連づけて説明せよ。

問〔3〕 下線部 b) の動物繊維の例を 2 つ記せ。

問〔4〕 下線部 c) において 1.00 kg のポリ酢酸ビニルを得るには何 mol の酢酸ビニルを重合する必要があるか。小数点第一位まで求めよ。

問〔5〕 下線部 d) の「水酸化ナトリウム水溶液で加水分解する」ことを何というか。反応名を記せ。

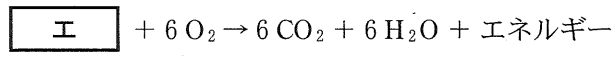
問〔6〕 下線部 e) のグリセリンの構造式を記せ。

問〔7〕 下線部 f) のセッケン水溶液が弱アルカリ性を示す理由を説明せよ。

4 B 次の文を読み、以下の各問に答えよ。

細胞を構成するおもな高分子化合物としてタンパク質、ア、多糖類および核酸がある。核酸にはデオキシリボ核酸(DNA)とリボ核酸(RNA)がある。核酸は、その基本単位は糖に塩基とリン酸が結合したヌクレオチドであり、このヌクレオチドが連なった高分子である。DNAの糖はデオキシリボースであり、塩基はアデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)およびチミン(T)である。塩基が水素結合することにより2本の高分子が強く結ばれて、右回りのイをとっている。RNAは、細胞の核の中でDNAの塩基配列を写し取りながら合成され、このRNAはウに移動し、ここでRNAの塩基配列にもとづき必要なタンパク質が合成される。

タンパク質の一つである酵素は、生体内で酸化還元、加水分解、付加、異性化、結合生成などの化学反応の触媒として作用する。このような生体内での化学反応を代謝という。植物は太陽エネルギーを利用した光合成により無機物から有機物を作り出しているが、動物は栄養源およびエネルギー源となる有機物を体外から食物として取り入れ、生体を構成する物質を合成している。動物は、食物として摂取する炭水化物を消化管においてグルコースに分解し、細胞内に取り込んだ後、次式に示した呼吸で生じる酸化エネルギーを利用している。



酸化エネルギーは、実際には何段階もの反応により生じるが、直接利用されるのではなく、図1に示したようにオから高エネルギーリン酸化合物であるATPに変換するのに利用される。生命体の各組織においてエネルギーを必要とする反応が起こるときは、酵素の働きによりATPがリン酸を放出し、このとき生じるエネルギーが利用される。

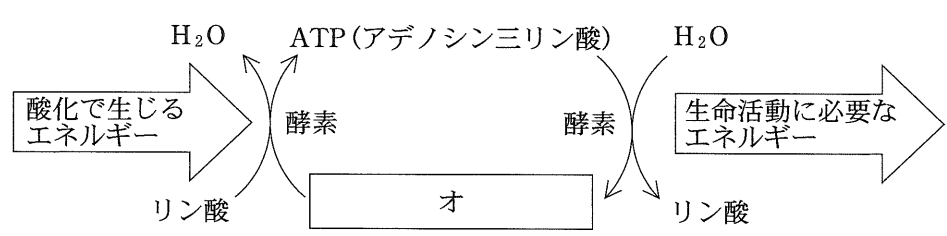


図1 動物における生命活動に必要なエネルギー獲得方法の概要

問〔1〕 ア ~ オ に適切な語句を入れよ。ただし、エ には物質の分子式を入れよ。

問〔2〕 下線部 a) について、次の設問(1)から(3)に答えよ。

- (1) ヌクレオチドを構成するリン酸は、デオキシリボースのどの炭素のヒドロキシル基と結合するか、図2に示した構造式に付した炭素の位置番号で答えよ。
- (2) ヌクレオチドが連なって高分子になるとき、ヌクレオチドのリン酸はデオキシリボースのどの炭素のヒドロキシル基と結合するか、図2に示した構造式に付した炭素の位置番号で答えよ。
- (3) 塩基が水素結合するとき、どの塩基とどの塩基が水素結合するか2組み答えよ。

問〔3〕 RNA を構成する糖であるリボースの構造式を図2にしたがって記載せよ。また、RNA の塩基をすべて列挙せよ。

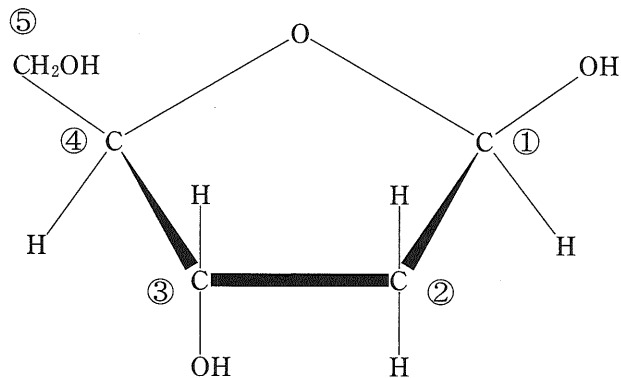


図2 デオキシリボースの構造式

問〔4〕 下線部 b) について次の設問(1), (2)に答えよ。

- (1) グルコース 1 mol から酸化的リン酸化により 38 mol の ATP が生合成される。また、1 mol の ATP がリン酸を放出するときに 30 kJ のエネルギーが生じ、生命活動に必要なエネルギーとして利用される。グルコース 1 mol の燃焼熱を 2800 kJ とすると、図1に示した酸化によって生じるエネルギーの何%が、生命活動に必要なエネルギーとして利用されるか、小数点第1位まで求めよ。
- (2) ATP への変換に利用されなかったエネルギーは、どのようなエネルギーに変化するか答えよ。