

平成22年度 理 科

科目の選択方法

教育学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

理学部の受験者

各受験コースで指定された科目を解答すること。

医学部の受験者

物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）と、化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）を解答すること。

工学部の受験者

機械工学科，電気電子工学科を受験する者は，物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）を解答すること。

環境建設工学科，機能材料工学科，応用化学科，情報工学科を受験する者は，物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理），化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）のいずれか1科目を解答すること。

農学部の受験者

届け出た1科目を解答すること。

注意事項

- 1 試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。
- 2 出題科目及びページは，下表のとおりです。

出 題 科 目	ページ
物理Ⅰ・物理Ⅱ（物理）	1～13
化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）	14～23
生物Ⅰ・生物Ⅱ（生物）	24～35
地学Ⅰ・地学Ⅱ（地学）	36～45

- 3 試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせなさい。
- 4 解答は，すべて解答用紙の指定のところに記入しなさい。

化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）

教育学部、理学部、工学部および農学部の受験者は、1、2、3を解答すること。さらに、4、5のいずれか一方を選択し、選択した番号の解答用紙の「選択意思表示欄」に○印を付けて解答すること。

医学部の受験者は、1、3を解答すること。さらに、4、5のいずれか一方を選択し、選択した問題の解答用紙の「選択意思表示欄」に○印を付けて解答すること。

4、5のどちらにも○印のない場合や、両方に○印がある場合は、どちらも採点されないことがある。

なお、1～5の問題を解くのに必要があれば、下記の値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1, Cu = 63.6

1 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

われわれの身の回りには、多くの場合いくつかの物質が混じり合ったものである。これをアという。アに含まれているそれぞれの物質を分離・精製して得られた、1種類の単体または1種類の化合物だけからなる物質をイという。

物質をつくっている基礎的な粒子は原子とよばれる。原子は陽子、中性子、電子で構成されており、ウに含まれる陽子、中性子と、ウのまわりを高速で運動している電子に分けられる。また、陽子の数を原子番号とよび、周期表は元素を原子番号の順番に並べたものである。周期表の縦の列を族とよび、横の列を周期とよぶ。周期表の同じ列にある元素をエとよぶ。

エは互いによく似た性質を示す。1族の元素のうち、水素を除いた元素はオとよばれ、ベリリウムとマグネシウムを除いた2族元素はカ、17族元素はキとよばれる。

ク以外の原子は、電子を放出したり、受け取ったりして安定な電子配

置をとる傾向がある。その結果として電気を帯びた粒子を単原子イオンという。電子を放出してできたイオンを とよび、電子を受け取ってできたイオンを とよぶ。塩化ナトリウムの結晶は、多数のナトリウムイオンと塩化物イオンが静電気力で引き合ってきたものである。

二つ以上の原子が結びついた化合物を分子とよぶ。分子は、温度や圧力などの条件によって、気体、液体、固体の三態に変化する。この分子の三態の変化は、気体、液体、固体いずれの場合でも分子がそれぞれの温度に応じた をしていることと、分子と分子の間に が働いていることで理解できる。

問 1 ~ に最も適した語句を記せ。

問 2 一つの化合物を構成する成分元素の質量の比はつねに一定である。これを何とよぶか答えよ。

問 3 価電子は原子どうしが結合するときに重要なはたらきをする。窒素(原子番号 7)の価電子の数を答えよ。

問 4 17 族元素のうち、第 3 周期の元素は、K 殻、L 殻、M 殻の電子殻にそれぞれ何個の電子があるか答えよ。

問 5 第 1 周期と第 2 周期にある元素 2 種からできた分子のうち、1) 原子数 3 個で折れ線の形をしているもの、2) 原子数 4 個で三角錐^{すい}の形をしているもの、をそれぞれ一つずつ、物質名で答えよ。

問 6 メタン(CH₄)を空气中で燃やしたときの反応熱を計算せよ。ただし、反応熱は生成物の結合エネルギーの総和と、反応物の結合エネルギーの総和との差である。共有結合の結合エネルギーの値は以下のものを用いよ。

C—H : 413 kJ/mol, O=O : 498 kJ/mol, C=O : 804 kJ/mol,

H—O : 463 kJ/mol

2 次の文章を読み、問 1～問 4 に答えよ。計算結果は有効数字 2 桁で答えよ。

愛大太郎君が化学実験室を整理していたところ、硫酸銅 5 水和物とラベルされた試薬びんを見つけた。しかし、試薬びんのふたは半分開いており、中に硫酸銅と異なる色の不純物が入っているうえに、硫酸銅と思われる固体の色も、開封直後の硫酸銅 5 水和物の色と比較して、かなり薄い水色になっていた。そこで、太郎君は以下の操作を行って、試薬びんの中の不純物の量を求めることを考えた。なお、不純物は水和物ではなく、 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ で加熱しても安定で、水と反応しない物質であるとする。

- (操作 1) 試薬びんの中の固体をすべて取り出したところ、 55.0 g であった。
これに霧吹きで水を少量一様に吹きかけたところ、薄い水色の固体は青色に変わった。
- (操作 2) 操作 1 をおこなったあとの固体をすべてろ紙の上に置いて室温で乾燥させたところ、 60.0 g で安定した。
- (操作 3) 操作 2 で得られた 60.0 g の固体すべてを $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ で 2 時間加熱すると、 42.0 g の白色粉末となり、それ以上加熱を続けても 42.0 g から変化しなかった。

- 問 1 操作 3 で青色の固体が白色粉末になった過程を、化学反応式で示せ。
- 問 2 操作 1 で、太郎君が試薬びんから取り出した固体に少量の水を一様に吹きかけた理由を 80 字以内で説明せよ。
- 問 3 操作 2 の結果と操作 3 の結果から、操作 2 で得られた室温乾燥後の固体 60.0 g 中に含まれる硫酸銅のモル数を計算せよ。
- 問 4 もとの試薬びんの中にあつた不純物の質量を計算せよ。

3

I 次の文章を読み、問1～問2に答えよ。

有機化学の分野では、未知化合物の構造決定が非常に重要である。その際に、古くから用いられる手法に元素分析とよばれるものがある。これは、未知化合物を燃焼させた際に得られる酸化物の質量比から、元の化合物に含まれる元素の組成を決定するものである。すなわち、炭素は **ア** として、水素は水として検出される。炭素と水素だけからなる有機化合物Aを7.0 mg取り、完全に燃焼させると9.0 mgの水が得られた。したがって、もとの化合物Aには **イ** mgの水素が含まれていたことになる。残りは炭素であるから、化合物Aに含まれる炭素と水素の組成式は **ウ** となる。この化合物の分子量は70.0であった。その場合、化合物Aの化学式は **エ** と推定される。化合物Aの0.10モルを白金の存在下で水素ガスと反応させると、2.24 Lの水素ガスを消費した。この水素ガスを理想気体であるとする、化合物Aの分子内にはひとつの **オ** が含まれる。

「2.24 L」は、0℃、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ (1 atm)における体積である。

問1 文章中の **ア** ～ **オ** に最も適した語句、数値、または式を記せ。なお、数値は有効数字2桁で記せ。

問2 この記述より、化合物Aとして考えられる構造は何種類あるか。幾何異性体の数も含めて答えよ。

II エタノールに関する次の文章を読み、問1～問4に答えよ。なお、文章の内容を図に示したもの(図1)を参考にせよ。

エタノールは、燃料、溶媒、薬品の原料などに使われており、工業的にはリン酸を触媒にして **1** に水を付加させて得られる。また酒類の製造ではグルコースを酵母菌により発酵させて得ることができ、昔から世界中で利用されてきた。^① エタノールは分子内に **カ** をもつため水と互によく溶け合う。またナトリウムと反応させると激しく反応し **キ** ガスを生じる。エタノール^②と濃硫酸を反応させると約140℃で **2** が、約170℃では **3** が

生じる。これらの反応はいずれも脱水反応とよばれるが、反応温度によって生成物が異なる。エタノールを硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を用いて酸化すると [4] が得られる。この化合物はエタノール同様 [ク] 反応を示すだけでなく、この官能基に特有の [ケ] 反応を呈する。[4] は工業的には [1] から合成される。[4] をさらに酸化すると [5] が得られる。

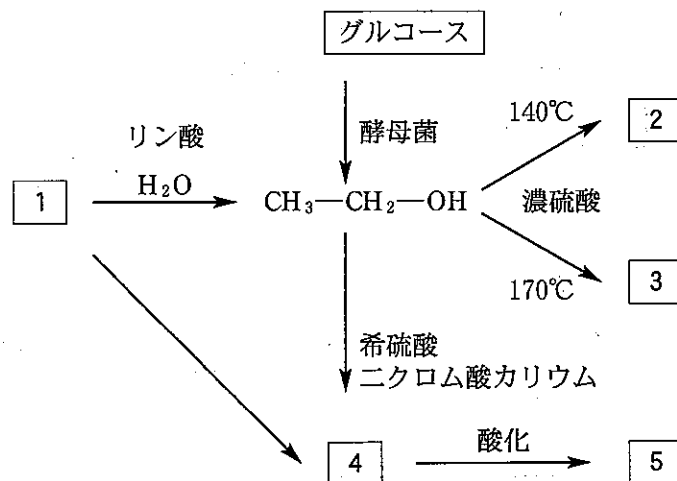


図 1

問 1 [1] ~ [5] の化合物の構造式を、下記の構造式の書き方にならって記せ。ただし、同じ化合物が 2 回以上当てはまる場合もある。

(例) エタノール



問 2 [カ] ~ [ケ] にあてはまる語句を記せ。

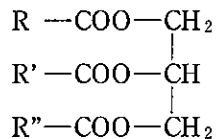
問 3 酵母菌に含まれる酵素により触媒される下線部①の反応を反応式で書け。

問 4 下線部②の反応式を書け。

4 次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

ア, イ 及び脂質は、我々人間が生命活動をしていくうえで必要不可欠な三大栄養素である。脂質の一種には、単純脂質である油脂があり、食品としてエネルギー源になったり、体温維持に役立ったりしている。油脂は、すい液中の酵素 ウ によって加水分解され、エ と オ になる。

問1 油脂は下記に示すような構造をとっている。ア～オに最も適した語句を記せ。



問2 油脂と水酸化ナトリウム、エタノールおよび水を混合し、沸騰水浴中で20分間かき混ぜながら熱した液を、塩化ナトリウム水溶液に注いだところ、白色固体が浮上した。この白色固体を水に溶かして次の操作をおこなった。

- (1) 塩化カルシウム溶液を数滴加えて、よく振った。どのような変化が観察されるか答えよ。
- (2) フェノールフタレイン溶液を1滴加えた。どのような色の変化が観察されるか、また、色の変化の理由を、白色固体の性質と関連させて50字以内で答えよ。

問3 問2で得られた物質は分子内にC=C二重結合を1つ持っており、分子量は304であった。得られた物質の組成式を記せ。

問4 問2で得られた物質を用いることにより、衣類についた油分(汚れ)を効果的に取り除く(洗浄する)ことができる。以下のキーワードを使って、洗浄のしくみを140字以内で答えよ。

キーワード：分子構造、親水基、疎水基、ミセル、分散

5

I 次の文章の [ア] ~ [ケ] に最も適した語句を記せ。

多数の [ア] が [イ] 結合を介して縮合重合することによりできる重合体は [ウ] とよばれる。生体においては、 [エ] の構造が異なる20種類の [ア] が [ウ] の生成に用いられる。タンパク質は、 [ウ] が、さらに二次構造、三次構造などの [オ] を形成することにより、生体内において種々の機能を果たしている。また、タンパク質には [ア] 以外に [カ] , [キ] , [ク] などの物質を含むものもあり、これらは [ケ] とよばれる。

II 次の文章の [コ] ~ [ス] に最も適した語句を記せ。

図1に示した構造をもつ [コ] は、生体が摂取した栄養素を燃焼させることで得られた [サ] を蓄えることに用いられる分子である。この分子が蓄える [サ] は、この分子が分解される際に放出され、種々の化学反応を進めることに用いられており、その蓄積は特に図中の矢印①、②の結合部分になされる。また、この物質の加水分解により、 [シ] とよばれる図中Aの部分と [ス] が生じる。

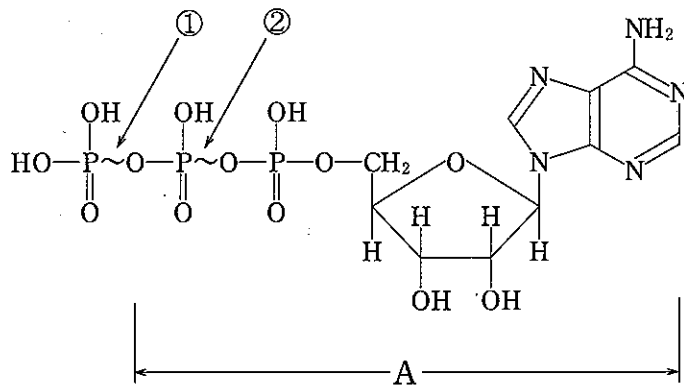


図1

Ⅲ 図2は、ある生体高分子の基本構造を示している。この生体高分子とその基本構造に関して、問1～問4に答えよ。

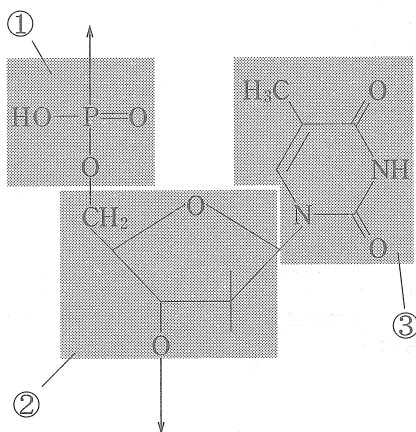


図2

問1 図2に示した基本構造を何とよぶか。

問2 この基本構造は、灰色で示した部分①と、部分②とが縮合して結合することにより、図中矢印の方向に重合する。この結合を何とよぶか。

問3 灰色で示した③の部分には、構造が異なる四種類(図のもの他に三種類)が存在し、それぞれA, C, G, Tと略される。これらを総称して灰色部分③を何とよぶか。また略号A, C, G, Tそれぞれの物質名を記せ。

問4 この基本構造を単位とする生体高分子には、細胞分裂の際に複製されて全く同じ分子が作られるという特徴がある。この生体高分子の名称と、このような特徴をもつ理由を、以下のキーワードを用いて140字以内で説明せよ。なお、解答文の冒頭にこの生体高分子の名称を記載し、「○○は～」という書き出しで記述せよ。

キーワード：A, C, G, T, 2本, 二重らせん構造, 鎖状分子, 水素結合,
細胞分裂, 複製