

平成19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）	1～15
化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）	16～25
生物Ⅰ・生物Ⅱ（生物）	26～37
地学Ⅰ・地学Ⅱ（地学）	38～49

- 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を受験生は，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，解答用紙の「選択意思表示欄」に○印を付けて解答すること。

医学部の受験生は，1，2 を解答すること。さらに，4，5 のいずれか一方を選択し，解答用紙の「選択意思表示欄」に○印を付けて解答すること。

以下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, N = 14, O = 16

1

I 次の各記述に該当する元素の元素記号を答えよ。

- (1) 空気中には微量しか含まれないが，宇宙全体では2番目に多い。単体は空気より軽く燃えにくいので飛行船に利用される。
- (2) 単体は反応性に富んだ気体である。水の殺菌剤として使用されるが，これを含む有機化合物には有害なものが多い。
- (3) 地殻中で3番目に多く，その単体は軽く延展性に富む金属である。その酸化物は宝石としても利用される。
- (4) 黄色い単体として火山地帯で天然に産出し，ゴムの製造に使用される。その酸化物は酸性で，環境汚染物質のひとつである。
- (5) その元素を含む化合物は花火や消化管のX線造影剤に使用され，黄緑色の炎色反応をしめす。

II 次の文章を読んで , には適当な数値を, また, , , には適当な化学反応式を入れよ。ただし, $\sqrt{3} = 1.7$ として計算せよ。

酸と塩基は人の生活と密接に関わっている。胃液は 0.1 mol/l の塩化水素を含むので胃液の pH は である。炭酸水素ナトリウムは胃液の酸性が強すぎる場合に, によりそれを中和する作用があるので胃腸薬として用いられる。また, 炭酸水素ナトリウムは加熱すると により分解する性質を利用してベーキングパウダーに用いられる。食酢は酢酸を含む。その電離定数は $3 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ なので, 0.1 mol/l の酢酸水溶液の中での酢酸の電離度は である。灰汁は炭酸カリウムを含む。これが水に溶けると の平衡が達成されて溶液は塩基性をしめす。

2

I 次の文章は“燃料電池”に関して説明している。以下の問1～問4に答えよ。

燃料電池は燃料を燃焼することなく、燃料の化学エネルギーを直接電気エネルギーに変えることによって電力を作り出すシステムである。燃料電池は外部から供給される燃料と空気中の酸素を酸化剤として使うため、燃料と酸化剤が供給されている間はいつでも電気エネルギーを取り出すことができる。燃料電池の内部では化学反応の起こる場所が物理的に2箇所^①に隔離されており、2種類の反応が電池内部の別々の場所で進行している。アでは、燃料が電子を失うイが起こり、ウでは、酸化剤のエが起こっている。典型的な燃料電池では水素(H₂)が燃料で、酸化剤としての酸素(O₂)との組み合わせで使用されている。各電極上では以下の反応が起こっており、

(負極：反応式①)

(正極：反応式②)

2つの反応をたし合わせると、



となる。燃料電池では他の電池と同様に電極間にオが生じ、アとウの間を導線で結ぶことによりカを電気エネルギーとして利用している。

問1 ア～カに適する語句を下記の語群から選び、記号で答えよ。

語 群

- | | | | |
|--------|---------|--------|--------|
| (a) 酸 | (b) 塩基 | (c) 酸化 | (d) 還元 |
| (e) 電流 | (f) 起電力 | (g) 結合 | (h) 電子 |
| (i) 原子 | (j) 正極 | (k) 負極 | |

問 2 負極と正極で起こる反応①と反応②をそれぞれ電子 e^- を用いた式で答えよ。

問 3 下線部に関連して、水素を燃料にした燃料電池は他の発電方法に比べて効率が良くかつ環境に優しい発電であると言われている。その理由を説明せよ。

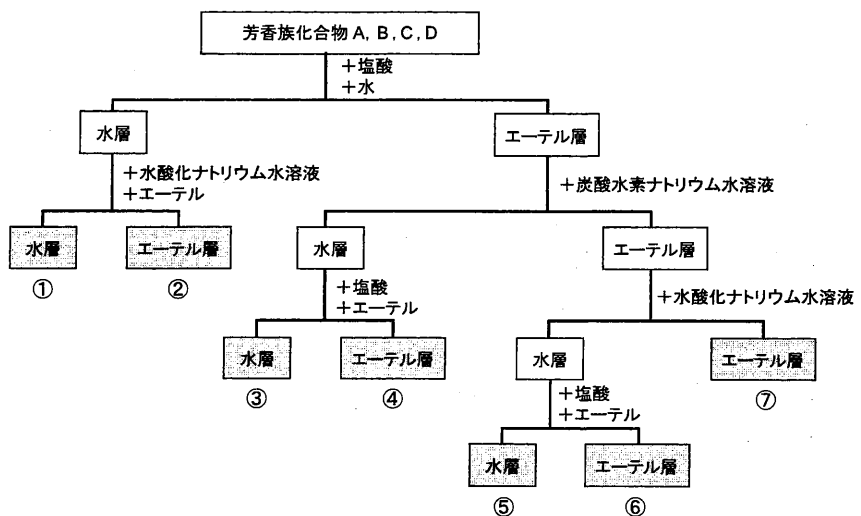
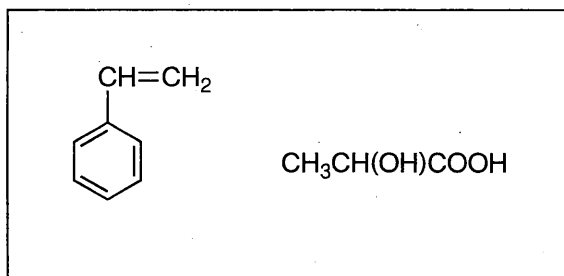
問 4 水素を燃料とする燃料電池を一般に普及させるにはいくつかの問題点があり、それらは水素の性質に起因している。それらの問題点を水素の性質と関連付けて説明せよ。

II 以下の文章の ～ に適当な語句を入れよ。

混合物から純物質を分別するために個々の物質の性質の違いを利用した様々な分離法が知られている。水などの液体中に混入している固体の物質はろ紙と漏斗を用いた の操作により分離することが可能で、 法では固体から直接気体になる性質を利用している。不純物の混合した固体または液体の場合、温度による溶解度の差を利用する や沸点の違いを利用する の操作が有効である。また、混合溶液の溶媒とは混じらない液体を使って特定の成分を と呼ばれる操作により分離することができる。クロマトグラフィーは物質に対する ^{りょく}力の違いを利用して微量な成分の分離や物質の精製に適用されている。これらの分離技術は物質の性質を理解することがその出発点になっている。

- 3 4種類の芳香族化合物 A, B, C, D を含むエーテル溶液を下図に従い、分別した。以下の問 1～問 5 に答えよ。なお、構造式は下の記入例にならって記せ。

記入例



問 1 化合物 A の分子量は 123 であり、元素分析値は重量百分率で炭素 58.5 %、水素 4.1 %、窒素 11.4 %、酸素 26.0 % であった。化合物 A の構造式を書け。また、化合物 A は①～⑦のどこに移行するか。

問 2 化合物 B は、化合物 A をスズと塩酸とともに反応させた後に水酸化ナトリウム水溶液を加えることで得られる。化合物 B をさらし粉水溶液に加えると赤紫色を呈する。化合物 B の構造式を書け。また、化合物 B は①～⑦のどこに移行するか。

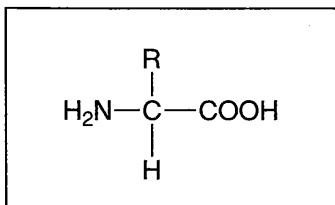
問 3 化合物 C は④に移行する。また、化合物 C とメタノールの混合物に濃硫酸を加えて加熱すると化学式 $C_8H_8O_2$ の化合物 E を得た。この反応を何というか。また、得られた化合物 E の構造式を書け。

問 4 化合物 D は⑥に移行した。化合物 D は、塩酸に溶解した化合物 B を氷冷下で亜硝酸ナトリウム ($NaNO_2$) と反応させて化合物 F とした後、これを加水分解することによって合成できる。化合物 D の構造式と化合物 F の名称を書け。

問 5 化合物 D の水酸化ナトリウム水溶液に化合物 F を加えると化合物 G が得られる。化合物 G の構造式と、この反応名を書け。

- 4 次の文章Ⅰを読み，問1，問2に答えよ。また，文章Ⅱを読み，問3～問6に答えよ。なお，構造式は下の例にならって記せ。

記入例



Ⅰ

スクロース，デンプン，セルロースのいずれかを入れた白濁，あるいは無色透明な水溶液A，B，Cがある。ヨウ素溶液を添加すると溶液Bのみが青紫色に変化した。各溶液にフェーリング液を加えて加熱しても変化が見られなかったが，酵素インベルターゼ(スクラーゼ)を作用させた後，フェーリング液を加えて反応させると溶液Cのみ赤色沈殿を生じた。

問1 溶液A，B，Cに含まれる物質名をそれぞれ書け。

問2 下線部分で，溶液Cが酵素反応後にフェーリング液の添加により赤色沈殿を生じた理由を70字以内で説明せよ。

II

タンパク質は約 20 種類の α -アミノ酸が 結合と呼ばれるアミド結合によって連なった高分子であり、 α -アミノ酸の配列順序や数によって多くの種類のタンパク質が存在する。タンパク質にはいくつかの特有の呈色反応がある。その一つの例として、タンパク質水溶液を塩基性にした後に硫酸銅(II)水溶液を加えると赤紫色となる呈色反応がある。^(a) また、加熱、重金属、有機溶媒などでタンパク質の立体構造が変化することを という。

タンパク質を構成する α -アミノ酸は一般式 $R-CH(NH_2)-COOH$ で表され、置換基 R は側鎖と呼ばれ、R が 以外である場合、カルボキシル基に隣接した C は 原子となり、光学異性体が存在する。R がメチル基であるアラニンの水溶液は pH = 6 のときに分子の電荷の総和がゼロになる。^(b) ^(c) このときの pH を と呼ぶ。

問 3 ~ に適当な語句を入れよ。

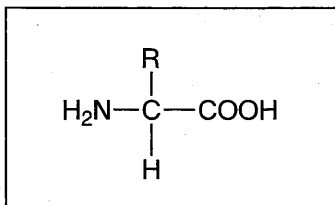
問 4 下線部(a)の反応について、この呈色反応の名称と、どのような化学反応の結果として呈色が生じるかを 60 字以内で述べよ。

問 5 下線部(b)について、光学異性体とは一般的にどのようなものを 70 字以内で述べよ。

問 6 下線部(c)について、アラニン水溶液の pH が 1, 6, 10 であるとき、それぞれの pH で優勢に存在するイオンの構造式を示せ。

- 5 次の文章Ⅰを読み、問1～問4に答えよ。また、文章Ⅱを読み、問5～問7に答えよ。なお、構造式は下の例にならって記せ。

記入例



Ⅰ

タンパク質は約20種類の α -アミノ酸が 結合と呼ばれるアミド結合によって連なった高分子であり、 α -アミノ酸の配列順序や数によって多くの種類のタンパク質が存在する。タンパク質にはいくつかの特有の呈色反応がある。その一つの例として、タンパク質水溶液を塩基性にした後に硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色となる呈色反応がある。^(a) また、加熱、重金属、有機溶媒などでタンパク質の立体構造が変化することを という。

タンパク質を構成する α -アミノ酸は一般式 $\text{R}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ で表され、置換基 R は側鎖と呼ばれ、R が 以外である場合、カルボキシル基に隣接したCは 原子となり、光学異性体が存在する。Rがメチル基であるアラニンの水溶液はpH = 6のときに分子の電荷の総和がゼロになる。^(b) ^(c) このときのpHを と呼ぶ。

問1 ～ に適当な語句を入れよ。

問2 下線部(a)の反応について、この呈色反応の名称と、どのような化学反応の結果として呈色が生じるかを60字以内で述べよ。

問3 下線部(b)について、光学異性体とは一般的にどのようなものかを70字以内で述べよ。

問 4 下線部(c)について、アラニン水溶液の pH が 1, 6, 10 であるとき、それぞれの pH で優勢に存在するイオンの構造式を示せ。

II

生体内において化学反応の触媒として働くタンパク質を酵素と呼ぶ。さまざまな酵素が生体内において、それぞれ適切な環境において働いている。^(d) 酵素反応において酵素が働きかける物質のことを基質と呼び、酵素が基質と結合する部分を という。ラクトースに作用する酵素(ラクターゼ)はラクトースを分解して 2 種の単糖類を生成するが、スクロースには作用しない。^(e) このような性質を酵素の という。

問 5 , に適当な語句を入れよ。

問 6 下線部(d)について、ペプシンは胃液中に分泌され、トリプシンはすい液中に分泌されてタンパク質分解酵素として働く。しかし、ペプシンはすい液中では作用せず、トリプシンは胃液中では作用しない。このように、ペプシンとトリプシンの置かれる環境によって、両酵素の働きに違いが起こる理由について 70 字以内で述べよ。

問 7 下線部(e)について、ラクトースの分解反応の結果生じる 2 種の単糖類の名称を書け。