

2022年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(化学基礎・化学)

教 育 学 部：学校教育教員養成課程(科学技術教育コース)

理 工 学 部：数学物理学科(理科受験)，生物科学科，化学生命理工学科，
地球環境防災学科

医 学 部：医学科

農林海洋科学部：海洋資源科学科(海洋生命科学コース)

問題冊子 問題…… **I** ~ **VI** ページ…… 1 ~ 6

解答用紙…… 6枚(白紙を除く)

下書用紙…… 1枚

教 育 学 部：試験時間は90分，配点は表示の0.5倍とする。

理 工 学 部：試験時間は90分，配点は表示の2倍とする。

医 学 部：試験時間は120分(2科目解答)，配点は表示の0.75倍とする。

農林海洋科学部：試験時間は90分，配点は表示の2倍とする。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

注意：必要であれば、次の値を用いよ。なお、扱う気体はすべて理想気体とする。

原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Ca = 40.0$, $Cu = 63.5$ とし、

ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

I 次の文章を読んで、各問に答えよ。(30点)

原子から電子を1個取り去って、1価の陽イオンを形成するために必要なエネルギーを (ア) という。(ア) は第3周期の元素では、(A) が最も小さく、(B) が最も大きい。一方、原子が電子を1個受け取って1価の陰イオンを生じる際に放出するエネルギーを (イ) といい、第3周期の元素では (C) が最も大きい。また、原子やイオンの大きさは、それらの電子配置や原子番号と密接な関係にある。^①

陽イオンと陰イオンが (ウ) によって引きつけあって生成する結合をイオン結合という。このようなイオン結合からなる結晶は、一般に融点が (エ) く、硬くてもろい。また、結晶のままでは (オ) を導かないが、結晶が融解してできた液体や水溶液では (オ) を導く。

一方、水や酸素のようにいくつかの原子同士が共有結合で結ばれている粒子のことを (カ) とよぶ。異なる2種の原子同士が共有結合で結ばれているとき、共有電子対がどちらかの原子のほうに偏ることがある。この原子が共有電子対を引き寄せる強さを表したものを (キ) という。

(キ) が最も大きな元素は (D) であり、その値は4.0である。一方、(キ) が最も小さい元素は、貴ガスを除く第4周期の元素の中では (E) である。共有結合に電荷の偏りがあるとき、結合に極性があるという。一方、二酸化炭素は炭素と酸素の結合の間には極性があっても、分子全体では極性がない。^②

問1 (ア) ~ (キ) に当てはまる適切な語句を答えよ。

問2 (A) ~ (E) に当てはまる適切な元素記号を答えよ。

問3 下線部①について、 O^{2-} と Mg^{2+} はどちらも同じ電子配置をとるが、イオン半径は O^{2-} のほうが Mg^{2+} よりも大きい。その理由を述べよ。

問4 下線部②となる理由を述べよ。

Ⅱ 次の文章を読んで、各問に答えよ。(35点)

高知県には石灰石を多く含む地質があり、国内でも有数の石灰石の産地として知られている。石灰石の主成分は炭酸カルシウムであり、これを熱分解することで生石灰が生成する。生石灰に濃い水酸化ナトリウム水溶液を染み込ませた後、焼き固めて粒状にしたものを (ア) といい、水分や (イ) などの吸収剤として用いられる。生石灰は水と反応して消石灰を生じる。消石灰と塩素を反応させると (ウ) を生じる。(ウ) は酸化力が強いので、酸化剤や (エ) などに用いられる。

また、土中の石灰石が二酸化炭素を含む地下水に溶解すると、大きな洞穴を形成することがある。これを (A) 洞という。特に、高知県香美(かみ)市にある「龍河洞(りゅうがどう)」は総延長約4 kmにも及ぶ巨大な洞穴で、国指定史跡天然記念物として観光名所になっている。(A) 洞の内部では、溶解した石灰石が再度析出して、長い年月をかけてゆっくりと蓄積することで生じる石筍(せきじゅん)や、つらら状に成長した (A) 石を見ることができる。

問 1 (ア) ~ (エ) に当てはまる語句を以下の【語群】から選んで記せ。

【語群】	アンモニアソーダ	カーバイド	さらし粉
	酸素	ソーダ石灰	二酸化炭素
	漂白剤	焼きセッコウ	融雪剤

問 2 (A) に当てはまる適切な語句を答えよ。

問 3 下線部①、②の変化を化学反応式で記せ。

問 4 1.0 kg の炭酸カルシウムを熱分解することで、何 kg の生石灰を生じるか。計算過程とともに有効数字 2 桁で記せ。

問 5 下線部③で生じる反応は、実験室においては炭酸カルシウムの懸濁液に二酸化炭素を吹き込むことで再現できる。このときの化学反応式を記せ。

Ⅲ 次の文章を読んで、各問に答えよ。(35点)

電池は酸化還元反応によって化学エネルギーを電気エネルギーに変換するものである。負極では (ア) 反応、正極では (イ) 反応が進行する。実用されている電池として、携帯に便利な乾電池があげられる。乾電池のひとつであるマンガン電池では、負極活物質に (ウ) ，正極活物質に (エ) ，電解液として (オ) に塩化アンモニウムを加えた水溶液を使用する。充電することで繰り返し使用できる電池を二次電池または蓄電池と呼び、鉛蓄電池がその代表である。鉛蓄電池の負極活物質は (カ) ，正極活物質は (キ) である。

電気エネルギーによって強制的に酸化還元反応を起こすことを電気分解という。硫酸銅(Ⅱ)水溶液に白金電極を浸し、電気分解を行うと陽極では (ク) ，陰極では (ケ) が生成する。

問 1 (ア) ～ (ケ) に当てはまる適切な元素記号、化学式、語句を次の中から選び、

(a)～(s)の記号で記せ。

- | | | | |
|--------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| (a) Ag | (b) Co | (c) Cu | (d) CuO |
| (e) Fe | (f) Mn | (g) MnO ₂ | (h) Ni |
| (i) O ₂ | (j) Pb | (k) PbO | (l) PbO ₂ |
| (m) Zn | (n) ZnCl ₂ | (o) ZnS | (p) 還元 |
| (q) 希硝酸 | (r) 希硫酸 | (s) 酸化 | |

問 2 鉛蓄電池の放電時に負極と正極で起こる化学反応を、電子を含むイオン反応式で記せ。

問 3 下線部の電気分解について、陽極と陰極で起こる反応を、電子を含むイオン反応式で記せ。

問 4 下線部の電気分解について、2.00 A の一定電流で6分30秒間電気分解したとき、流れた電気量(C)と陰極に生成する (ケ) の質量(g)を計算過程とともに有効数字3桁で記せ。

IV 分子式 $C_5H_{12}O$ で表される有機化合物 A ~ E がある。これらの化合物について次の(1)~(6)の文章を読んで、各問に答えよ。構造式は例にならって描け。なお、鏡像異性体は区別しなくてよい。(35点)

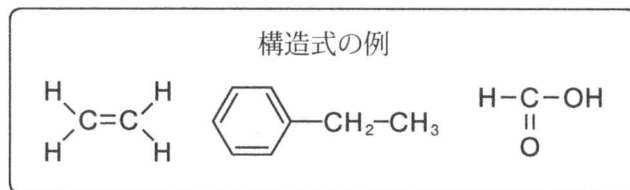
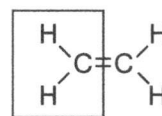
- (1) 化合物 A ~ E のうち、B だけが不斉炭素原子を持っている。
- (2) 化合物 A ~ E は、いずれもナトリウムと反応して水素を発生する。
- (3) B および C を硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液でおだやかに酸化すると、いずれもケトンになる。D および E を同じ条件でおだやかに酸化すると、それぞれ中性の化合物 F および G が得られる。A はこの条件では酸化されない。
- (4) F および G をフェーリング液に加えて加熱すると、赤色沈殿が生成する。
- (5) C に濃硫酸を加えて分子内で脱水反応を行うと、お互いに幾何異性の関係にある 2 種類のアルケン H と I が得られる。B に濃硫酸を加えて分子内で脱水反応を行うと、アルケン H と I と J が得られる。
- (6) E に濃硫酸を加えて分子内で脱水反応を行うと、アルケン J のみ得られる。D は同じ条件で分子内の脱水反応を起こさない。

問 1 化合物 A, B, C, D, E の構造式を描け。

問 2 アルケン H と I の構造式を、幾何異性の違いがわかるように描け。

問 3 (4)の沈殿の化合物名と化学式を答えよ。

問 4 化合物 B を酸化して得られるケトンに、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて反応させると、黄色沈殿が生成する。この反応の反応名を答えよ。また、このケトンの構造式を描き、この反応を示す部分の構造を、右の例にならって四角で囲って示せ。



V

次の文章を読んで、各問に答えよ。構造式は例にならって描け。(30点)

医薬品として利用されているサリチル酸の誘導体は、以下の工程で合成される。まず、出発物質である化合物 A を二酸化炭素と高温・高圧下で反応させて、化合物 B を得る。次に、化合物 B に酸を加えてサリチル酸を得る。サリチル酸と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させると、解熱鎮痛剤に用いられる化合物 C が得られる。^① また、サリチル酸とメタノールに濃硫酸を加えて反応させると、消炎鎮痛剤に用いられる化合物 D が得られる。^②

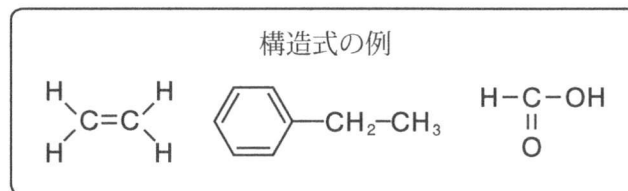
問 1 化合物 A の名称と化合物 B の構造式を記せ。

問 2 化合物 A の水溶液に常温・常圧で二酸化炭素を吹き込んだ。このときに起こる反応の化学反応式を記せ。

問 3 下線部①の反応の化学反応式を記せ。また、無水酢酸を用いるこの反応は何と呼ばれているか答えよ。

問 4 下線部②の反応の化学反応式と化合物 D の名称を答えよ。

問 5 塩化鉄(Ⅲ)の水溶液を化合物 C または化合物 D それぞれの薄い水溶液に加え、変化を観察した。両者の変化の違いを、理由とともに説明せよ。



VI 分子式 $C_4H_6O_2$ で表される有機化合物 A ~ D がある。これらの化合物について次の(1)~(8)の文章を読んで、各問に答えよ。構造式は例にならって描け。(35点)

- (1) A, B, C はエステル結合をもつ化合物であり, D はカルボキシ基をもつ化合物である。
- (2) A は炭素原子間に二重結合をもっていないが, B, C, D はいずれも炭素原子間に二重結合をもっており, (ア) することによって高分子化合物が得られる。
- (3) A を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解し酸を加えると, $HOCH_2CH_2CH_2COOH$ (4-ヒドロキシ酪酸) が得られる。
- (4) B, C にはいずれもシス-トランス異性体がないが, D にはシス-トランス異性体があり, トランス体である。
- (5) B の重合体を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解し酸を加えると, カルボキシ基をもつ樹脂 E と (イ) が得られる。
- (6) C の重合体を水酸化ナトリウム水溶液で加水分解し酸を加えると, ヒドロキシ基をもつ樹脂 F と (ウ) が得られる。
- (7) C は (エ) に適切な触媒を用いて酢酸と反応させることにより合成される。
- (8) 樹脂 F の水溶液をホルムアルデヒド水溶液で処理すると, 合成繊維の (オ) が得られる。

問 1 有機化合物 A, B, C, D の構造式を描け。

問 2 文中の (ア) ~ (オ) に当てはまる最も適切な語句を答えよ。

問 3 樹脂 E および F の構造式を描け。

問 4 重合度が 8000 の樹脂 F をある条件にてホルムアルデヒド水溶液で処理したところ, ヒドロキシ基の 40.0% が残存した (オ) が得られた。この (オ) の分子量を計算過程とともに有効数字 3 桁で記せ。

