

平成21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）	1～11
化学Ⅰ・化学Ⅱ（化学）	12～21
生物Ⅰ・生物Ⅱ（生物）	22～33
地学Ⅰ・地学Ⅱ（地学）	34～43

- 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生は、1, 2, 3, 4 を解答すること。さらに、5, 6 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, 3 を解答すること。さらに、5, 6 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, Cl = 35.5, Fe = 56,

アボガドロ定数 $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

1 問1～問5に答えよ。

問1 天然に存在する塩素の同位体は ^{35}Cl と ^{37}Cl のみである。天然における ^{35}Cl の存在比は何%となるか。有効数字二桁で解答せよ。ただし、 ^{35}Cl の相対質量を35.0、 ^{37}Cl の相対質量を37.0とする。

問2 イオンの大きさは、フッ化物イオンよりもナトリウムイオンの方が小さい。その理由を簡潔に説明せよ。

問3 床面積 10.0 m^2 、高さ 2.24 m の空の直方体の部屋が標準状態に保たれている。この部屋の空気中には二酸化炭素が何g存在するか。有効数字二桁で解答せよ。ただしこの部屋において気体は理想気体としてふるまい、空気中の二酸化炭素の体積百分率を 0.0380% (380 ppm)とする。

問 4 今あなたが試験を受けている部屋において、純水と大気が長時間接したとする。

- ① その水は、強酸性、弱酸性、中性、弱アルカリ性、強アルカリ性のうちどれを示すか、記せ。
- ② ①のようになる理由を簡潔に述べよ。

問 5 硝酸銀、硫酸亜鉛、硫酸銅(Ⅱ)、塩化鉄(Ⅲ)のいずれか一つの水溶液が入った4本の試験管①～④がある。これらに対して独立した三つの実験 i～iiiを行い、以下のような結果を得た。試験管①～④には、それぞれどれが入っていたか。解答は組成式で記せ。

実験 i : 試験管①～④に少量のアンモニア水を加えると、いずれも沈殿が生じた。さらにアンモニア水を加えていくと、試験管①では変化がなかったが、試験管②～④では沈殿が溶解した。

実験 ii : 試験管①～④に塩化ナトリウム水溶液を加えると、試験管②においてのみ沈殿が生じた。この試験管②にアンモニア水を加えると、沈殿が溶解した。

実験 iii : 試験管①～④の内容物を中性としたのち、硫化水素を通じると、いずれも沈殿が生じた。沈殿の色は、試験管①、②、③では黒色、試験管④では白色であった。

2 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

鉄は、鉄鉱石を溶鉱炉でコークスや石灰石と加熱し、還元してつくられる。鉄は灰白色の光沢をもった金属で、体心立方格子の原子配列をしている。鉄はイオン化傾向が大きい^①ため、鉄を希硫酸に加えると気体を発生しながら溶け、淡緑色の水溶液ができる。一方、鉄を濃硝酸に入れても、アをつくるため、溶けにくい。鉄は様々な器具や構造物として利用されているだけではない。寒い冬に重宝される使い捨てカイロにも使われている。また、窒素と水素を一定体積内で熱して、これに鉄粉を入れると、短時間でアンモニアが生成する。これは鉄粉がイとして働いているためである。

問1 文章中の ア， イ に適した語句を入れよ。

問2 下線部①で鉄の単位格子の一辺の長さが $2.9 \times 10^{-8} \text{ cm}$ であるとする
と、鉄の結晶 1.0 cm^3 の質量は何 g か。有効数字二桁で答えよ。

問3 下線部②の化学反応式を記せ。

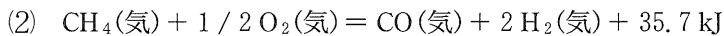
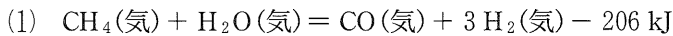
問4 下線部③で、鉄が使い捨てカイロに使われる化学的な理由を20字以内で
答えよ。

問5 下線部④の化学反応式を記せ。

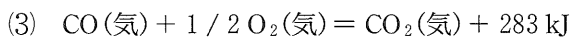
化学の試験問題は次ページに続く。

3 次の文章を読み、問1～問8に答えよ。

燃焼時に温暖化ガスのCO₂を排出しないクリーンな次世代エネルギー源として水素が注目されている。天然ガスや石油などを原料とした工業的な水素の製造には、次の熱化学方程式で表わされる化学反応が用いられる。(気)は気体、(液)は液体状態を示す。



上の反応で生成したCOは空気酸化でCO₂にする。



問1 液体の水(H₂O(液))の生成熱は286 kJ/molである。気体の水素(H₂(気))が燃焼しH₂O(液)が生成する反応の熱化学方程式を記せ。

問2 CO₂(気)の生成熱は394 kJ/molである。CO(気)及びCH₄(気)の生成熱を求めよ。

問3 次の化学反応と化学平衡に関する記述のうち、正しいものをすべて答えよ。

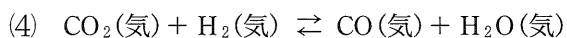
- (a) 化学反応は一般に温度が高いほど反応速度が大きい。
- (b) 吸熱反応の化学平衡では、低温にするほど生成物量が多くなる。
- (c) 発熱反応では、低温にするほど化学平衡において有利で、反応速度も大きい。
- (d) 気体の物質量が減少する反応では、高圧にするほど化学平衡が右(生成系)に移動する。

問4 (1)の反応が化学平衡にあるとき、この化学平衡を右側に移動させ生成物の量を大きくするためには、温度と圧力をどのようにすればよいか。

問 5 (1)の反応では 1 mol の CH_4 から 3 mol の H_2 が得られる。 CH_4 (気) 1 mol を燃焼した場合に得られる熱量と H_2 (気) 3 mol を燃焼した場合に得られる熱量の差を熱化学方程式から計算せよ。ただし、燃焼による生成物は H_2O (液) と CO_2 (気) とする。

問 6 この方法では、天然ガス(CH_4)などの燃料を用いて H_2 を製造するので、製造過程で CO_2 を排出することになる。 H_2 製造時に CO_2 を排出しない方法をひとつあげよ。

問 7 次の反応(4)は水素による CO_2 還元反応である。この反応は化学平衡となり圧平衡定数は 960 K で 0.534, 1260 K で 1.57 である。この反応は発熱反応・吸熱反応のいずれか。



問 8 上の反応(4)で、原料の CO_2 と H_2 を等モル加えて 1260 K で平衡状態に達した時の CO_2 と CO のモル比を有効数字三桁で求めよ。 $(\sqrt{1.57} = 1.25)$

4 次の文章を読み、()内の用語のうち正しいものを選び。

I

一般に炭素原子を骨格とした化合物を(a)(無機・有機)化合物と言うが、炭素原子は価電子を(b)(2・4・6)個持ち、(c)(イオン・共有・金属)結合によって水素原子をはじめ、炭素、窒素、酸素などの他の原子と結合して鎖状や環状の化合物を作る。天然ガスの成分として知られるメタン、エタン、プロパンやブタンなどは、(d)(脂肪族・芳香族)炭化水素と呼ばれる。また、コールタールを分留すると、ベンゼンやトルエンなどの環状の炭化水素が得られるが、特有のにおいを有することから(e)(脂肪族・芳香族)炭化水素と呼ばれる。ベンゼンは、シクロヘキセンのように6個の炭素原子からなる環式不飽和炭化水素であるが、性質が異なっている。同じ環状の炭化水素でも、ベンゼンはニトロ化やスルホン化のような(f)(付加・置換)反応を起こすが、シクロヘキセンでは、塩素や臭素などと(g)(付加・置換)反応を起こすことが知られている。

II 図1に示す反応経路に関する文章を読み、問1～問5に答えよ。

ベンゼンに酸を用いてプロピレンを付加反応させると化合物 [1] が得られ、さらにこの化合物を空気で酸化すると化合物 [2] が得られる。この化合物を硫酸で分解することによりフェノールが生成するが、このときに化合物 [3] が共に得られる。この方法は [A] と呼ばれ、工業的に広く用いられている。フェノールは医薬品などの原料として利用され、水に溶解すると [B] を示し、 [C] 水溶液を加えると紫色の呈色反応を示す。

また、ベンゼンを硝酸と硫酸の混合物と反応させると化合物 [4] が生成する。この化合物を、塩酸中でスズを使って還元し、水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物 [5] が生成する。 [5] は、水に少し溶けてアルカリ性を示し、さらし粉によって [D] の呈色反応を示す。得られた化合物 [5] を、 [a] + [b] と反応させると、塩化ベンゼンジアゾニウム水溶液が得られ、これをナトリウムフェノキシド水溶液に加えると化合物 [6] が生成する。この反応を、 [E] と呼び、この種の化合物は、赤色を示し [F] として用いられる。

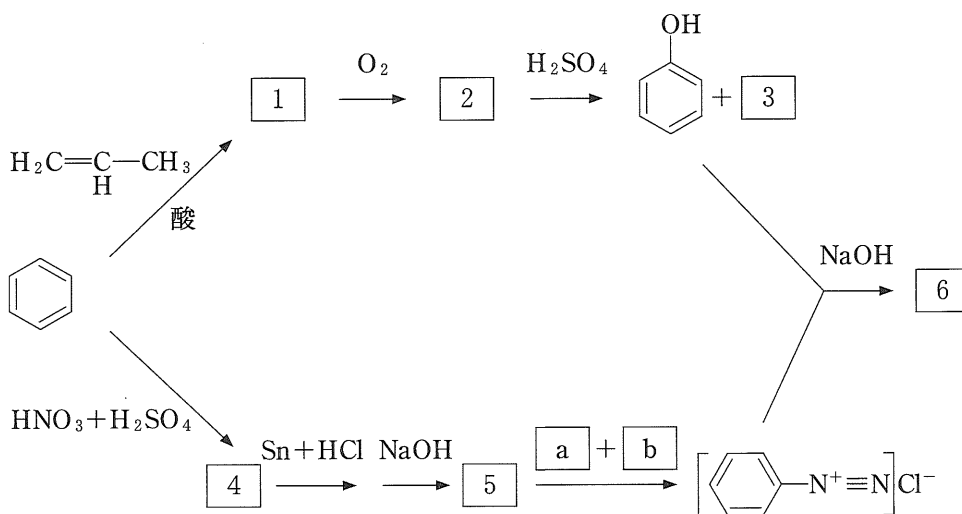
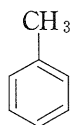


図 1

問 1 **1** ~ **6** の化学構造式を、下記の構造式の書き方にならって記せ。

(例) トルエン



問 2 **A** ~ **F** に適当な言葉を下記の選択肢の中から選んで入れよ。

酸性、中性、塩基性、塩化鉄(Ⅱ)、塩化鉄(Ⅲ)、赤紫色、黄緑色、フェーリング反応、ヨードホルム反応、エステル化反応、加水分解反応、重合反応、ハーバー法、クメン法、ソルベー法、ジアゾカップリング法、染料、繊維材料、樹脂材料

問 3 **a** と **b** の反応試薬を化学式で記せ。

問 4 化学反応がすべて進行するとして、99 g の化合物 **6** を得るためには、何 g のフェノールが必要か計算せよ。

問 5 ベンゼンからフェノールを合成する他の方法として、ベンゼンスルホン酸を経由する方法が知られている。その一連の反応を図 1 にならって反応式で記せ。

5 高分子化合物に関する次の文章を読み、問1～4に答えよ。

ポリイソプレンはイソプレンを単量体とする付加重合により合成される重合体(ポリマー)であり、その主鎖中にC=C二重結合を有する構造をしている。その二重結合が **A** 型の重合体はゴム弾性を示す。一方、グタペルカと呼ばれる **B** 型の二重結合を有する重合体は、かたくて弾性にとぼしい。ゴム弾性を示すポリイソプレンに硫黄の粉末を反応させることを **C** というが、これによって溶剤への溶解性を低下させ、またゴム弾性を改善することができる。

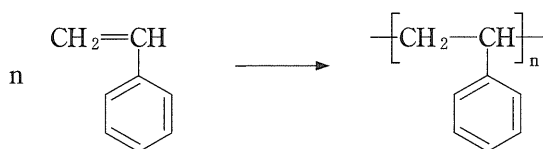
6,6-ナイロンは **D** と **E** の縮合重合により合成される代表的なポリアミドである。分子間 **F** の形成の影響により分子間力が強くなり、強い繊維となる。また、同じくナイロンの一種である6-ナイロンはε-カプロラクタムの開環重合によって合成される。

ポリビニルアルコールは酢酸ビニルの付加重合により得られる重合体をけん化することにより合成される水溶性の重合体である。この重合体をホルムアルデヒドで処理すれば、水に不溶な繊維であるビニロンが得られる。

問1 **A** ～ **F** に入る言葉を記せ。

問2 例にならって、以下の高分子合成の反応式を記せ。

(例) スチレンからのポリスチレンの合成



(1) ε-カプロラクタムの開環重合による6-ナイロンの合成。

(2) 酢酸ビニルを原料とする二段階の反応によるポリビニルアルコールの合成。

問3 下線部の反応により、ポリイソプレン分子の化学構造に生じる変化について、40字以内で説明せよ。

問4 ビニロンの合成において、ポリビニルアルコール10.0gの水酸基のうち50.0%がホルムアルデヒドと反応した場合のビニロンの生成量は何gとなるか。小数点以下一桁まで計算せよ。

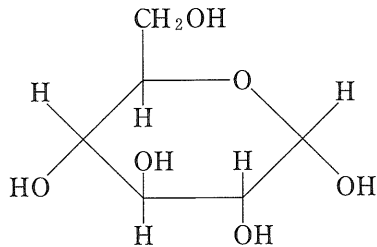
6 生体中に存在する化合物について、問1～問6に答えよ。

問1 油脂の1つの例を一般構造式で示せ。

問2 問1で答えた油脂を水酸化ナトリウム水溶液で処理したのち、酸性にしたときに得られる有機化合物の構造式をすべて記せ。

問3 ポリペプチドを水酸化ナトリウム水溶液で処理したのち、塩酸で酸性にしたときに得られる単量体の一般構造式を示せ。不斉炭素の立体構造は考慮しなくてよい。

問4 次に示した α -D-グルコースの構造を参考にして、マルトース(麦芽糖)の構造式を記せ。



問5 マルトース 1026 g を希酸で処理すると、何という化合物が何グラム得られるか。

問6 DNA の二重らせん構造において、1本のDNA鎖ともう1本のDNA鎖をつないでいる結合を何というか答えよ。