

平成 22 年度入学試験問題

医 学 科 (前 期)

理 科

科 目	ページ数
物 理	1 ページ～ 8 ページ
化 学	9 ページ～14 ページ
生 物	15 ページ～19 ページ

問題冊子には上記の 3 科目の問題が載っていますが、2 科目を選択して解答してください。

(注 意)

1. 問題冊子及び解答冊子は試験開始の合図があるまで開かないでください。
2. 監督者の指示に従い、すべての解答冊子の所定の欄に氏名をはっきり記入してください。ただし、表紙には必ず受験番号を記入してください。
3. 監督者の指示に従い、選択する科目の解答冊子の選択科目確認欄に○印を記入してください。
4. 選択した科目の解答冊子の選択科目確認欄に正しく○印が記入されていない解答は無効とすることがあります。
5. 試験開始の合図のあとで問題冊子のページ数を上記の表に基づいて確認してください。
6. 解答はすべて選択した科目の解答冊子の所定の欄に記入してください。
7. 解答冊子のどのページも切り離さないでください。
8. 下書きは問題冊子の余白部分を使用してください。
9. 試験時間は 120 分です。
10. 解答冊子はすべて持ち帰らないでください。
11. 問題冊子は持ち帰ってかまいません。

化 学

1. 化学は全部で3問題あり，合計6ページあります。
2. すべての問題に解答しなさい。
3. 解答冊子は1問題に1ページずつ，合計3ページあります。
4. 解答は解答冊子の所定の欄内に記入しなさい。

1 次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。

地殻(地表から深さ5～60 kmまでの岩石層)を構成する元素のうち、(ア)、ナトリウム、マグネシウム、アルミニウム、(イ)、カリウム、カルシウム、鉄の8種で99%(質量パーセント)近くに達する。最も多いのは(ア)であるが、金属元素だけで考えると、アルミニウムが最も多い。

単体のアルミニウムを得るには、まず、アルミニウムの鉱石であるボーキサイトを濃い水酸化ナトリウム水溶液に溶解してテトラヒドロキソアルミン酸ナトリウムとし、これを加水分解して(ウ)にする。この過程で不純物の鉄成分が除かれ、次にこれを焼いて純粋な酸化アルミニウムをつくる。酸化アルミニウムは(エ)とも呼ばれる。アルミニウムは酸素との結合力が強く簡単には還元できない。そこで、氷晶石を約1000℃に加熱して融解したものに(エ)を溶かし、炭素電極を用いて融解塩電解する。アルミニウム1.0 tを生産するのに最低 1.3×10^4 kWhの電力量を必要とする。

アルミニウムは軽くて加工しやすいため、建築材料、家庭用品、飲料缶などに利用されている。また、アルミニウムに、銅、マグネシウム、マンガンを加えた合金である(オ)は、軽くて強く、航空機材料やアタッシュケースなどに用いられている。

アルミニウムは、空気中では、表面に酸化アルミニウムの被膜を生じ、その膜はち密でじょうぶなので、酸化が内部まで進行しにくい。電気分解を利用して、人工的に酸化アルミニウムの被膜をつくったアルミニウム製品が(カ)であり、身の回りの多くのアルミニウム製品には(カ)処理が施されている。酸化アルミニウムの結晶は、きわめて硬く、水に溶けにくい、塩酸とも水酸化ナトリウム水溶液とも反応して溶ける。

(e) 硫酸アルミニウムと硫酸カリウムの混合水溶液を濃縮すると、無色で正八面体の結晶のミョウバンが得られる。このように、2種類以上の塩から生じた塩で、元の成分イオンがそのまま存在するものを(キ)という。ミョウバンや硫酸アルミニウムは、上下水道の(ク)剤、染色の媒染剤、紙のにじみ止めなどに利用されている。

問1 文中の(ア)～(ク)にあてはまる語を記しなさい。

問2 下線部(a), (b), (f)の化合物を表わす化学式を書きなさい。

問3 下線部(c)の陽極および陰極における変化を、それぞれ電子 e^- を用いた式で示しなさい。

問4 下線部(d)の根拠を、計算式を使って説明しなさい。ただし、アルミニウムの原子量を27、ファラデー定数を 9.65×10^4 C/mol、また、電解電圧は4.2 Vとする。

問 5 下線部(e)のような性質を何というか，答えなさい。また，同じ性質を示すアルミニウム以外の元素を3つ挙げなさい。

2 次の文章を読んで、問1～問5に答えなさい。ただし、必要があれば次の値を用いなさい。

$$\log 3 = 0.48$$

ブレンステッドの酸・塩基の定義では、酸とは、 H^+ を相手に与える物質をいい、塩基とは、 H^+ を受け取る物質をいう。塩化水素と酢酸はどちらも1価の酸だが、同濃度の塩酸と酢酸水溶液のpHは異なる。これは塩化水素と酢酸の酸性の強さが異なるためであるが、酸性の強さは電離度^(a)に関係する。また、2価の酸は2段階に電離する。

酸と塩基は、酸から生じる H^+ の物質量と塩基が受け取る H^+ の物質量が等しいとき、ちょうど中和する。中和により酸や塩基の濃度を求めることができるが、このような操作を中和滴定^(c)という。たとえば、一定体積の濃度不明の塩酸をホールピペットでコニカルビーカーに取り、フェノールフタレイン^(d)溶液を1～2滴加える。これに濃度既知の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットから少しずつ加え、中和点までに要した水酸化ナトリウム水溶液の体積を測定し、塩酸の濃度を計算できる。

問1 下線部(a)の電離度は、酢酸の場合、溶液の条件により著しく変化するが、電離度が大きくなる条件を2つ書きなさい。

問2 下線部(b)について、初期濃度 C の2価の酸の1段目の電離の平衡定数(電離定数)を K_{a_1} 、2段目の電離定数を K_{a_2} としたとき、水素イオン濃度 $[H^+]$ を表す式を書きなさい。なお、解答にいたる計算過程も示しなさい。ただし、 $K_{a_1} \gg K_{a_2}$ 、 $K_{a_1} \gg C$ 、また、水の電離は無視できるものとする。

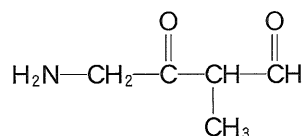
問3 下線部(c)において、使用するホールピペット、コニカルビーカー、ビュレットのうち、内壁が純水で濡れたままでは使用できないものの名称を書きなさい。また、その理由を説明しなさい。

問4 下線部(c)において、内壁が純水で濡れたままでは使用できないガラス器具を、乾燥させずに使用する方法を書きなさい。

問5 下線部(d)について、フェノールフタレインの電離度が0.10から0.90の範囲を変色域として、フェノールフタレインの変色域(pH)を小数第2位まで求めなさい。なお、計算過程も示しなさい。ただし、フェノールフタレインの電離定数を 1.0×10^{-9} mol/Lとする。

3 次の文章を読んで、問1～問6に答えなさい。なお、構造式は例にならって書きなさい。

(例)



生命体を構成する物質に、タンパク質や糖質とともに重要な脂質がある。脂質は、一般にクロロホルムやエーテルなどの有機溶媒に溶け、水に溶けない。脂質は単純脂質と複合脂質に大別される。単純脂質には油脂やろう等、複合脂質には(ア)や(イ)等がある。

動物や植物に含まれる油脂は、脂肪酸と多価アルコールである(ウ)のエステルであり、油脂を水酸化ナトリウム水溶液中で加熱すると、脂肪酸のナトリウム塩と(ウ)が生じる。(ウ)に無水酢酸を反応させると、反応途中では数種類の化合物を生成するが、完全に反応させると1種類の化合物が得られる。リノレン酸、(エ)、(オ)は大豆油の油脂に含まれる不飽和脂肪酸であり、C=C部分で(カ)形をとる。リノレン酸を還元すると(エ)が生じ、さらに還元すると(オ)と、飽和脂肪酸であるステアリン酸が得られる。

次のような操作により、ステアリン酸の単分子膜が形成される。洗面器を水道水で満たし、やわらかい鉱物である滑石の粉末をガーゼに包んで、軽く振りながら水面上に薄く均一に散布する。ステアリン酸をベンゼンに溶かした溶液をスポイトで吸い上げ、洗面器の中央に一滴ずつ静かに落とすと、水に浮いた滑石の粉末が押しやられて円形の透明な部分が現れ、しばらくすると透明な部分の大きさは変化しなくなる。こうして、水と空気の境界面に吸着したステアリン酸が、一分子の厚みで並んだ単分子膜が形成される。

問1 文中の(ア)～(カ)にあてはまる語を記しなさい。

問2 下線部(a)の一般的な名称を記しなさい。

問3 下線部(b)のうち、不斉炭素原子を持つものの構造式をすべて書きなさい。

問4 下線部(c)の構造式を書きなさい。

問5 下線部(d)について、ベンゼンを用いる理由を2つ答えなさい。

問6 下線部(e)のステアリン酸はどのように吸着しているか、理由とともに答えなさい。

