

平成25年度入学試験問題

理 科

(注 意 事 項)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 届け出た選択科目以外は解答してはならない。
3. 問題冊子のページ及び解答紙は次のとおりである。「始め」の合図があったら届け出た選択科目についてそれぞれを確認すること。

科 目	問 題 冊 子	解 答 紙	
	ペ ー ジ	解答紙番号	枚 数
物理Ⅰ・物理Ⅱ	1 ～ 12	20 ～ 22	3
化学Ⅰ・化学Ⅱ	13 ～ 26	23 ～ 28	6
生物Ⅰ・生物Ⅱ	27 ～ 46	29 ～ 36	8
地学Ⅰ・地学Ⅱ	47 ～ 59	37 ～ 41	5

4. 各解答紙の2箇所を受験番号を記入すること。
5. 解答はすべて解答紙の所定の欄に記入すること。
6. 計算その他を試みる場合は、解答紙の裏又は問題冊子の余白を利用すること。
7. この教科は、2科目250点満点(1科目125点満点)です。なお、医学部保健学科(看護学専攻)については、2科目100点満点に換算します。

化 学 I ・ 化 学 II

必要な場合には、つぎの値を用いよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.1,

Cu = 63.6, Ag = 108, Au = 197

ファラデー定数 F : 9.65×10^4 C/mol

アボガドロ定数 N_A : 6.02×10^{23} /mol

気体定数 R : 8.31×10^3 Pa·L/(mol·K)

〔 1 〕 次の文章を読み、問 1 ～問 4 に答えよ。(18 点)

2つの原子 A, B が反応して化合物 AB を生成する時、原子同士の結合の強さや生成した化合物の性質は、原子の価電子と原子核が互いにおよぼす力の強さに大きく影響される。これに関連する元素固有の値として、〔 (ア) 〕と〔 (イ) 〕が挙げられる。〔 (ア) 〕は、原子から電子を1つ取り去るのに必要なエネルギーであり、〔 (イ) 〕は原子に電子を1つ付加した時に放出されるエネルギーである。また、化合物 AB の結合において、原子 A と原子 B のそれぞれが電子を引き寄せる力の相対的な強さを〔 (ウ) 〕と呼ぶ。〔 (ウ) 〕は2原子間の結合がイオン結合か共有結合かを判断する基準となる。例えば、〔 (エ) 〕における異なる2原子は、イオン結合で結ばれている。また、〔 (オ) 〕における異なる2原子は、共有結合で結ばれている。

一般的に〔 (ウ) 〕の大きな元素は〔 (カ) 〕的な性質を示し、〔 (ウ) 〕の小さな元素は〔 (キ) 〕的な性質を示す。元素の周期表の同周期の元素では、原子番号が大きくなるに従って、〔 (ク) 〕的な性質を有するようになる。同族元素では、元素の周期表の下へ行くに従って、〔 (ケ) 〕性が増す。

問 1. 文中の〔 (ア) 〕～〔 (ウ) 〕に適切な語句を記せ。

問 2. 第3周期元素の酸化物として、以下の化合物が知られている。

P_4O_{10} , Na_2O , SiO_2 , SO_3 , MgO
--

- (1) これらの中から、〔 (エ) 〕に当てはまる化合物をすべて選べ。
- (2) これらの中から、〔 (オ) 〕に当てはまる化合物をすべて選べ。
- (3) これらの中から、酸性酸化物をすべて選べ。

問 3. 文中〔 (カ) 〕～〔 (ケ) 〕には、「金属」か「非金属」のどちらかの語句が入る。「金属」の入る箇所を〔 (カ) 〕～〔 (ケ) 〕からすべて選べ。

問 4. 以下の元素から金属的な性質が最も大きな元素を選べ。また、金属元素の性質として当てはまるものを以下のA～Eからすべて選べ。

O, S, Ca, As, Se

- A. イオン電荷・酸化数がともに負の値になる。
- B. 還元剤よりも酸化剤となる元素が多い。
- C. 延性および展性を示す。
- D. 塩基性を示す酸化物が酸性を示す酸化物よりも多い。
- E. 熱および電気の伝導性が高い。

〔2〕 次の文章を読み、問1～問5に答えよ。(20点)

元素の周期表の11族に属する〔ア〕は、赤味のある金属である。

〔ア〕と濃硝酸を反応させると、〔A〕(気体)が発生した。赤褐色の〔A〕は、水に溶けやすく空気より重いので、〔イ〕置換で捕集した。

〔ア〕と希硝酸を反応させると、〔B〕(気体)が発生した。この酸化還元反応では、〔ア〕が〔ウ〕剤、希硝酸が〔エ〕剤である。

〔ア〕と熱濃硫酸を反応させると、〔C〕(気体)が発生した。〔C〕が酸素と反応して、〔D〕(気体)を生じる反応は、発熱反応である。

〔ア〕の2価の陽イオンと硫酸イオンからできた物質の水溶液は、〔オ〕色である。この水溶液を2本の白金電極を用いて電気分解すると、陽極から標準状態で 4.48×10^2 mLの〔E〕(気体)が発生した。

問1. 文中の〔ア〕～〔オ〕に適切な語句を記せ。

問2. 文中の〔A〕～〔E〕に適切な化合物の化学式を記せ。

問3. 下線部(a)の化学反応式を記せ。

問 4. 下線部(b)の可逆反応が平衡状態にあるとき、次の(1)~(5)の各条件変化に対して平衡はどちらの方向に移動するか。次の①~③の中から選び、数字で記せ。ただし、気体はすべて理想気体とし、触媒の体積は無視できるとする。

- (1) 温度・圧力を一定に保ちながら触媒を加える。
- (2) 圧力を一定に保ちながら温度を上げる。
- (3) 温度を一定に保ちながら圧縮により加圧する。
- (4) 温度・体積を一定に保ちながら酸素(気体)を加える。
- (5) 温度・体積を一定に保ちながらアルゴン(気体)を加える。

- ① [(D)]が増える方向
- ② [(D)]が減る方向
- ③ どちらにも移動しない

問 5. 下線部(c)の電気分解によって、陰極の質量は何 g 増加するか。有効数字 3 桁で答えよ。

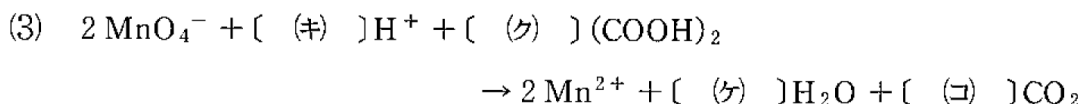
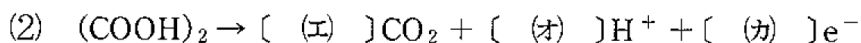
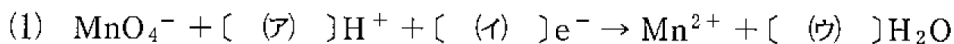
〔3〕 以下の問いに答えよ。なお、問1、問2および問4は有効数字2桁で答えよ。

(22点)

問1. 弱酸 HA の 0.10 mol/L 水溶液の 25 °C における pH が 3.00 であった。弱酸 HA の電離定数 K_a (mol/L) を求めよ。ただし、水分子の電離による pH への影響は無視できるとする。

問2. 濃度が未知の弱酸 HA の水溶液と 0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液をそれぞれ 100 mL ずつ混合し、そのうちの 20 mL を 0.10 mol/L 塩酸で滴定すると、塩酸を 15 mL 加えたところで中和点になった。混合前の HA 水溶液中の HA の濃度 (mol/L) を求めよ。

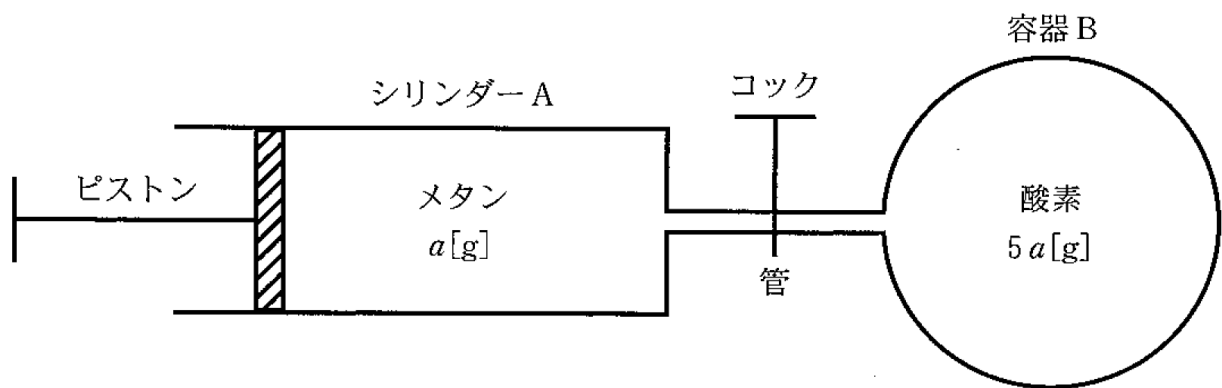
問3. 過マンガン酸イオン (MnO_4^-) とシュウ酸 ($(\text{COOH})_2$) の電子を含むイオン反応式はそれぞれ(1)、(2)式で表わされ、過マンガン酸イオンとシュウ酸のイオン反応式は(3)式で表される。空欄〔ア〕～〔コ〕に適切な数値を入れよ。



問4. 100 mL の過酸化水素水を 0.050 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定すると、過マンガン酸カリウム水溶液を 25 mL 加えたところで、過酸化水素がすべて消費されて終点に達した。滴定前の過酸化水素水中の過酸化水素の濃度 (mol/L) を求めよ。

- [4] 次の文章を読み，問 1～問 4 に答えよ。解答中の数値は有効数字 2 桁で記せ。
(20 点)

図に示すように，ピストンにより容積が変わるシリンダー A がコックのついた管で容器 B とつながった装置があり，装置全体の温度を一定に制御できる恒温槽に入っている。シリンダー A には質量 a [g] のメタン(気体)が，容器 B には質量 $5a$ [g] の酸素(気体)が入っている。ピストンが初期位置にあるときコックは閉じており，シリンダー A と容器 B の容積は共に V_0 [L] で等しく，温度も共に絶対温度で T_0 [K] である。この時のシリンダー A 内の圧力を P_A [Pa] とする。気体はすべて理想気体とし，管の容積は無視できるとする。



図

- 問 1. ピストンが初期位置にあるとき，容器 B 内の圧力 [Pa] をシリンダー A 内の圧力 P_A を用いて表せ。
- 問 2. ゆっくりとピストンを押し込みシリンダー A の容積を $\frac{1}{4} V_0$ とした後に，コックを開けてしばらく放置したところ，メタンと酸素は反応せず互いに速やかに混合し，その後装置内部の温度は T_0 で一様となった。この時の装置内の全圧 [Pa] と，メタンの分圧 [Pa] を， P_A を用いて表せ。

問 3. 問 2 の操作の後，ピストンを固定して適切な方法で装置内のメタンを完全に燃焼させた。この時の化学反応式を記せ。また，しばらく放置した後に装置内の温度が再び T_0 となったとき，生成した水はすべて水蒸気であった。この時の装置内の全圧 [Pa] を P_A を用いて表せ。

問 4. 問 3 の操作の後，ピストンを固定したまま，温度を $T_1 = \frac{5}{6} T_0$ まで下げると装置内の水蒸気が一部凝縮して水(液体)が生じた。この時の装置内の全圧 [Pa] を P_A を用いて表せ。ただし，温度 T_1 での水の蒸気圧は $0.11 P_A$ とする。また，水蒸気の凝縮を除いて装置内の気体は水(液体)へ溶解しないとすし，温度変化によるシリンダー A と容器 B の容積変化，および水(液体)の体積は無視できるとする。

〔5〕 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。(23点)

化合物A, B, Cは炭素, 水素, 酸素からなる化合物でベンゼン環を持つ。また, これらは同じ分子式で表され, 分子量はいずれも150である。これらの化合物11.25 mgを完全燃焼させると二酸化炭素29.69 mg, 水6.74 mgが得られた。

化合物Aに水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ加水分解が進行し, 化合物Dのナトリウム塩と化合物Eのナトリウム塩が生成した。この加水分解後の反応液にジエチルエーテルを加えたが, 生成した化合物はジエチルエーテル層に移らなかった。一方, 加水分解後の反応液に十分量の炭酸ガスを吹き込んだ後にジエチルエーテルを加えると, 生成した化合物のうち化合物Dはジエチルエーテル層に移った。化合物Eは還元性を示さなかった。なお, 化合物Dには同じ官能基を持つ構造異性体が存在する。

化合物Bに水酸化ナトリウム水溶液を加えたところ加水分解が進行し, 化合物Fのナトリウム塩と化合物Gが生成した。化合物Fは室温では固体であり, 水に溶けにくい。化合物Gは水によく溶け, 塩基性水溶液中でヨウ素と反応させると黄色の沈澱が生じた。

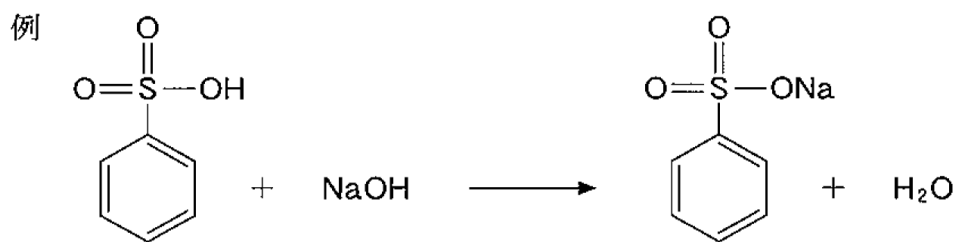
化合物Cは化合物Hと化合物Iの縮合反応によって生成する。化合物Hはアンモニア性硝酸銀水溶液と反応して銀を析出する。化合物Iには不斉炭素原子が存在する。

問1. 化合物A, B, Cの分子式を記せ。

問2. 化合物E, Hを示性式で記せ。

問3. 化合物Dの分子式で示される構造異性体のうち, ベンゼン環を持つものの数を記せ。

問 4. 下線部でおこる反応を例にならって化学反応式で示せ。



問 5. 化合物 C の構造を問 4 の例の構造にならって記せ。

問 6. 水酸化ナトリウム水溶液中で、塩化ベンゼンジアゾニウムと反応する化合物を化合物 D~I の中から選び、記号で記せ。

〔6〕 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。なお、問2～問5は有効数字2桁で答えよ。(22点)

日常生活において、様々な高分子化合物が使用されている。天然物由来のものとしては、カイコの吐き出したまゆ糸から作られる絹、羊の体毛から作られる羊毛、植物のワタから作られる木綿^(a)などがある。一方、人工的に合成される高分子化合物の例としては、ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸の縮重合によって合成されるナイロン66(6,6-ナイロン)、テレフタル酸とエチレングリコールの縮重合^(b)によって合成される〔ア〕などがある。また、特別な機能を持った機能性高分子も数多く合成されている。例えば、スチレンと少量の ρ -ジビニルベンゼンの共重合で得られた樹脂をスルホン化することで合成される高分子化合物は、〔イ〕樹脂とよばれて、様々な物質の分離などに利用されている。

問1. 文中の〔ア〕と〔イ〕に適切な語句を記せ。

問2. 下線部(a)の主成分であるセルロース 9.9×10^2 g を加水分解してすべてグルコースにすると、何gのグルコースが生じるか。

問3. 下線部(a)の主成分であるセルロースは、酢酸と無水酢酸および少量の濃硫酸の混合溶液を作用させると、アセチル化される。この反応によって、セルロース 9.6×10^5 g を完全にアセチル化すると、何gになるか。

問4. 下線部(b)の平均分子量を 4.8×10^5 とすると、1分子に含まれるアミド結合の数は平均何個になるか。

問5. 〔ア〕の平均重合度を 9.4×10^2 とすると、平均分子量はいくらになるか。

問 6. 以下の高分子化合物の中で、アミド結合を含むものをすべて丸で囲め。

アミロース, ポリイソブレン, ポリ乳酸,
アミロペクチン, グリコーゲン, 絹,
羊毛, 木綿, マルターゼ,
生ゴム