

前期

理系

平成 29 年度入学試験学力検査問題

理 科 ・ 地 理 歴 史 ・ 数 学

※地理歴史(地理)は、地理環境コース志望者のみ

※数学は、数理科学コース志望者のみ

都市教養—150分(ただし、電気電子工学、機械工学コースは75分)
都市環境、システムデザイン(インダストリアルアートコースを除く)—75分
(ただし、地理環境コースは150分)

答案用紙

・物 理 3 枚 ・化 学 3 枚 ・生 物 3 枚
・地 学 2 枚 ・地 理 3 枚 ・数 学 3 枚

注 意

1. 監督員の合図があるまで、問題の内容を見てはいけません。
2. 数学は、筆記用具のほか定規、コンパスの使用を認めます。
ただし、分度器の使用は認めません。
3. 受験番号及び氏名は、答案用紙の所定欄に必ず記入してください。

(例) 受験番号 1234567X の場合 →

		1	2	3
4	5	6	7	X

4. 解答には黒鉛筆またはシャープペンシルを使用し、必ず配付された答案用紙に記入してください。なお、地学は裏面にも解答欄があるので注意してください。
答案用紙には、解答に関係のないことを記入してはいけません。
5. 字数指定の設問で解答欄にマス目が用意されている場合、アルファベット及び数字は、1マスに2字記入しても構いません。
6. 問題は次に示したページにあります。
・物 理 1 ページ～9 ページ ・化 学 10 ページ～18 ページ
・生 物 19 ページ～36 ページ ・地 学 37 ページ～42 ページ
・地 理 43 ページ～52 ページ ・数 学 53 ページ～54 ページ
7. 試験中に不鮮明な印刷等に気付いた時は、手をあげて監督員に申し出てください。
8. 答案用紙を切り取ったり、持ち帰ったりしてはいけません。
9. 問題冊子の余白は利用可能ですが、どのページも切り離してはいけません。
10. 問題冊子は、持ち帰ってください。また、試験終了時刻まで退室できません。

化 学

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$,

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

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

$\text{H} = 1.00$, $\text{C} = 12.0$, $\text{O} = 16.0$, $\text{Cu} = 63.5$, $\text{Zn} = 65.4$

1

問 1 次の文章を読んで、以下の(1)~(4)に答えなさい。

元素の周期表は、元素を原子番号順に並べ、さらに、性質のよく似た元素を縦に並べた表である。縦の列を族と呼ぶが、1, 2 族と 12~18 族の元素を といい、3~11 族の元素は という。同族元素の一部は、固有の名称が付けられている。例えば、 族元素をハロゲンといい、これらの原子の価電子の数は 個で、いずれの単体も陰イオンになりやすく、強い酸化力を示す。

原子がイオンになりやすいかどうかは、イオン化エネルギーや電子親和力^①で知ることができる。これらの値は、周期表での位置により系統性が見られる。例えば、同族元素のイオン化エネルギーは、原子番号が大きくなるほど なる。

原子の陽子数が原子番号に相当するが、原子番号が同じで中性子数の異なる原子が存在する。これらの原子を、周期表での位置は同じであることから、互いに同位体と呼ぶ。多くの天然の元素には、複数の同位体が存在し、これらの同位体の存在割合(同位体存在比)は各元素ごとにほぼ一定である。元素の原子量は、その元素に存在する同位体の相対質量と同位体存在比から、その元素を構成する原子の平均相対質量として計算される。一方、同位^②体^③

体存在比は人工的に変えることもできる。同位体存在比が変えられた元素の平均相対質量は、天然の元素の原子量とは異なる。

(1) 空欄 ~ に当てはまる適切な語句, と に当てはまる数字を書きなさい。

(2) 下線部①の電子親和力とは何か。50 字以内で説明しなさい。

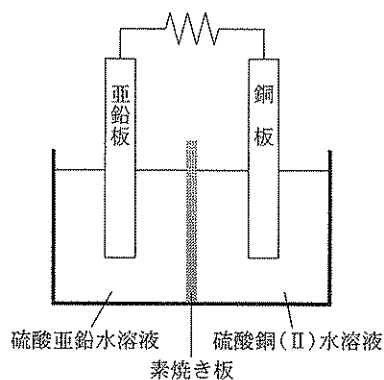
(3) 下線部②の定義により、ルビジウム(原子番号 37)の原子量を小数第 1 位まで求めなさい。計算過程も示しなさい。なお、天然のルビジウムには中性子数が 48 と 50 の同位体が存在し、それらの存在割合は、それぞれ 72 % と 28 % とする。また、相対質量は質量数と同じとしてよい。

(4) 下線部③に関して、同位体存在比を天然の存在比とは異なる存在比に人工的に変えた鉄について考える。この鉄の平均相対質量を調べるために、次の実験を行った。

1. 15 g の鉄を希硫酸に完全に溶解した時に発生した気体をすべて捕集した。この気体を、酸素のない状態で、加熱した 2.500 g の CuO と完全に反応させたところ、CuO と Cu の混合物が 2.180 g 残った。

この鉄の平均相対質量を有効数字 3 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 2 図に示すダニエル電池では、2 種類の溶液が混じらないように素焼き板で仕切られているが、イオンは素焼き板を通ることができる。亜鉛板と銅板の電極を導線でつなぎ、20 時間放電した後、銅板の質量を測定したところ 1.270 g 変化していた。次の(1)と(2)に答えなさい。

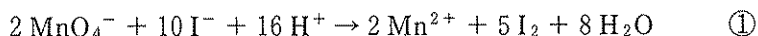


(1) 放電後の垂鉛板の質量の変化は何 g であるか有効数字 3 桁で答えなさい。なお、質量が増えたときは正の符号を、質量が減った場合は負の符号をつけて答えなさい。また、流れた平均電流値を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。質量変化は化学変化のみによって生じるものとする。

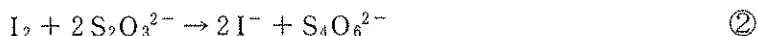
(2) 銅板と硫酸銅(Ⅱ)水溶液をそれぞれ銀板と硝酸銀水溶液に代えると起電力はどのように変化するか。理由とともに 50 字以内で答えなさい。

問 3 次の文章を読んで、以下の(1)~(4)に答えなさい。

酸化還元反応を利用したイオン濃度の定量方法がある。過マンガン酸イオンは、酸性条件でヨウ化物イオンと次のように反応する。



また、ヨウ素は、チオ硫酸イオンと次のように反応する。



過マンガン酸イオンを含む試料溶液に十分な量のヨウ化カリウムを加えて、反応により生成したヨウ素を、既知濃度のチオ硫酸ナトリウム($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)水溶液で滴定することにより、過マンガン酸イオン濃度を定量することができる。この滴定では、指示薬としてでんぶん水溶液を、試料溶液の色がうすくなったところで加える。

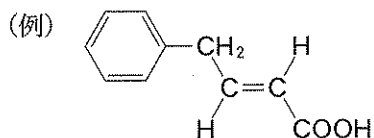
(1) ①式と②式において還元された元素をそれぞれ元素記号で答えなさい。また、酸化数の変化も答えなさい。

(2) ①式と②式を合わせたイオン反応式を書きなさい。

(3) 過マンガン酸イオンを含む試料溶液 10.0 mL にヨウ化カリウムを加えた後、0.0300 mol/L のチオ硫酸ナトリウム水溶液で滴定した。チオ硫酸ナトリウム水溶液を 15.0 mL 滴下したときに、指示薬の色が変化した。過マンガン酸イオンのモル濃度を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

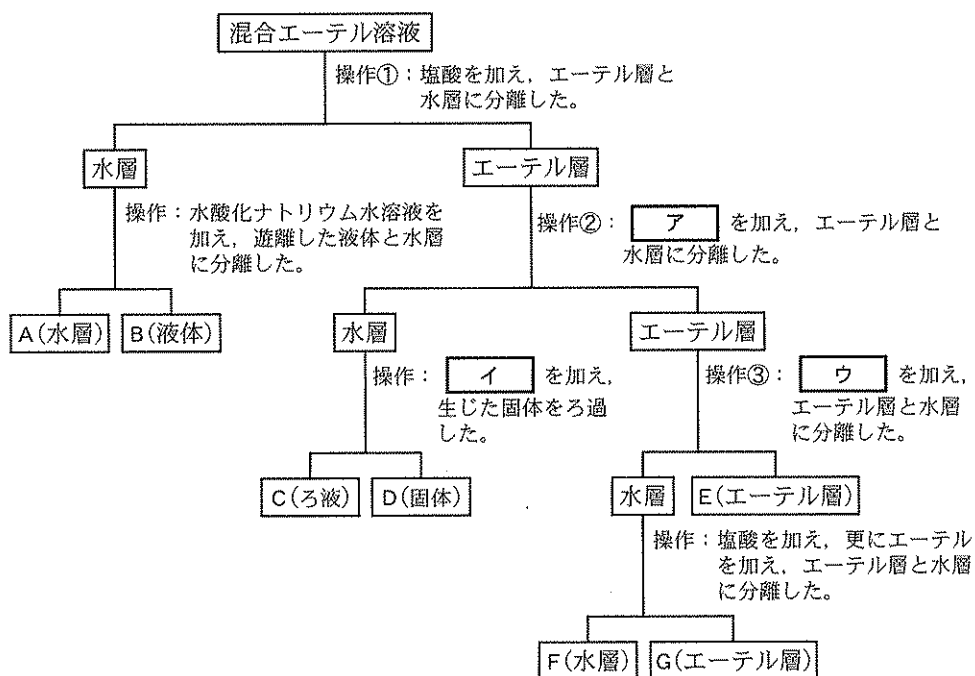
(4) 滴定の終点を示す色の変化を答えなさい。

2 以下の問いに答えなさい。構造式は例にならって書きなさい。



問 1 次の文章を読んで、以下の(1)~(4)に答えなさい。

ニトロベンゼン、アニリン、安息香酸、フェノールがエーテルに溶けた混合溶液がある。これらの化合物を分離するために、下図の操作を行った。



(1) 図中の空欄 **ア** ~ **ウ** にあてはまる語句を、次の語群からそれぞれ選びなさい。

<語群> アセトンと水, ベンゼンと水, 食塩水, 塩酸,
水酸化ナトリウム水溶液, 炭酸水素ナトリウム水溶液

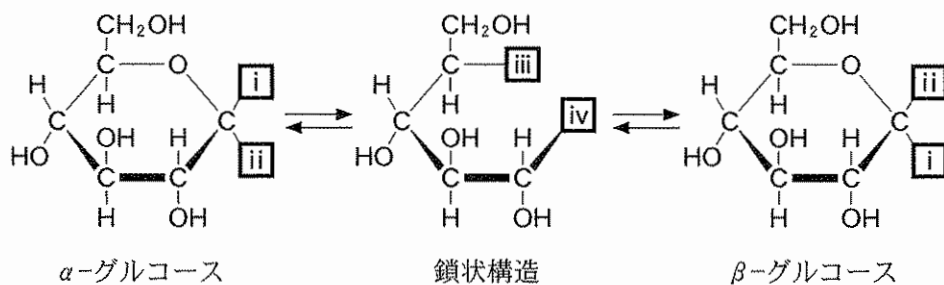
- (2) 操作①～③で起こる化学反応の反応式を書きなさい。ただし、化学反応式に含まれる有機化合物は構造式で示すこと。
- (3) ニトロベンゼン、アニリン、安息香酸、フェノールは、主に図中のA～Gのどこにそれぞれ含まれるか。A～Gの記号で答えなさい。
- (4) G(エーテル層)に分離された化合物を確認するのに最適な方法はどれか。次の(a)～(f)のうちから一つ選び、記号で答えなさい。
- (a) アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱する。
 - (b) さらし粉水溶液を加える。
 - (c) 塩化鉄(III)水溶液を加える。
 - (d) フェーリング液を加えて加熱する。
 - (e) 濃硝酸を加えて加熱し、冷却後にアンモニア水を加える。
 - (f) 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加える。

問 2 次の文章中に示される化合物 X～Z の構造式を書きなさい。

化合物 X～Z は、同じ分子式 $C_8H_9NO_2$ で示されるベンゼン環を持つ化合物である。化合物 X には光学異性体が存在する。X にニンヒドリン水溶液を加え加熱すると、赤紫色を示す。化合物 Y はベンゼン環にニトロ基が直接結合した化合物であり、Y に過マンガン酸カリウム水溶液を加えて酸化し、その後酸性にすると、テレフタル酸のベンゼン環の水素を一つニトロ基に置換した化合物となる。化合物 Z はベンゼン環にヒドロキシ基が直接結合した化合物であり、ベンゼン環に結合した水素を一つメチル基に置換した化合物には、2種類の異性体が存在する。Z を加水分解すると酢酸が生じる。

問 3 グルコースに関する次の(1), (2)に答えなさい。

- (1) グルコースは、水溶液中で α -グルコース、 β -グルコース、鎖状構造の 3 種類の構造の平衡混合物として存在する。以下の式の i ~ iv にあてはまる原子または原子団を、元素記号を用いて答えなさい。



- (2) グルコースはアルコール発酵によってエタノールと二酸化炭素に分解される。アルコール発酵が完全に進行すると仮定すると、グルコース 36.0 g から得られるエタノールは何 g か。有効数字 3 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

3 次の文章を読んで、以下の問いに答えなさい。

温度、体積、圧力を変えられることができる密閉容器に、水蒸気を含む空気を入れて温度を 350 K に保った。このとき、容器内の圧力(全圧)は 1.00×10^5 Pa、体積は 1.00 L であった。これを状態 A とする。容器内の空気は、窒素と酸素と水蒸気から構成されており、窒素と酸素の物質量の比は 4 : 1 であるとする。また、状態 A における湿度(相対湿度)は 50.0 % であった。湿度の定義は、次式のとおりである。

$$\text{湿度}[\%] = \frac{\text{空気に含まれている水蒸気}の\text{分圧}}{\text{その温度における飽和水蒸気圧}} \times 100$$

状態 A を最初の状態とし、次に示す 2 通りの異なる操作 I と操作 II を行った。

(操作 I) 状態 A から、全圧を 1.00×10^5 Pa に保ったまま、温度を 450 K に上げたところ、体積が変化した。これを状態 B とする。

(操作 II) 状態 A から、体積を 1.00 L に保ったまま、温度を 280 K に下げたところ、液体の水が生じた。これを状態 C とする。次に、状態 C から、温度を 280 K に保ったまま、全圧を 1.00×10^5 Pa としたところ、体積が変化した。これを状態 D とする。

350 K と 280 K における飽和水蒸気圧を、それぞれ 4.20×10^4 Pa、 1.00×10^3 Pa とする。気体は理想気体の状態方程式に従うものとする。また、液体の水への窒素と酸素の溶解は無視できるものとする。

問 1 状態 A における空気に含まれている水蒸気の分圧および物質量を、それぞれ有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

問 2 状態 A における窒素の分圧を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

問 3 状態 B における気体の体積を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

問 4 状態 C における液体の水の物質量を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。ただし、気体の体積に比べて、液体の水の体積は無視できるものとする。

問 5 状態 C と状態 D における液体の水の物質量を、それぞれ x mol, y mol とする。 x と y の大小関係について、次の(ア)~(ウ)から正しいものを選び、記号で答えなさい。また、その理由を 80 字以内で述べなさい。

(ア) $x > y$

(イ) $x = y$

(ウ) $x < y$

問 6 容器に入れる気体を、水蒸気を含む空気ではなく、水蒸気のみに変更し、温度を 450 K に保った。このとき、容器内の水蒸気の圧力は 1.00×10^5 Pa、体積は 1.00 L であった。圧力を 1.00×10^5 Pa に保ったまま、温度を 280 K に下げたとき、容器内部の水の状態はどのようになっているか、次の(ア)~(エ)から正しいものを選び、記号で答えなさい。また、その理由を 40 字以内で述べなさい。

(ア) 全て気体。

(イ) 気体と少量の液体の水。

(ウ) 液体の水と少量の気体。

(エ) 全て液体の水。