

令和8年度入学者選抜学力検査問題(前期日程)

理 科

化学基礎・化学

(注 意)

1. 問題冊子は指示があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は11ページ、解答用紙は5枚である。
指示があってから確認し、乱丁、落丁、印刷不鮮明の箇所等がある場合は、ただちに試験監督者に申し出ること。
3. 解答はすべて解答用紙の指定の箇所に記入すること。
指定箇所以外に記入された解答は採点の対象としない。
4. 計算その他を試みる場合は、解答用紙の裏または問題冊子の余白を利用してもよい。
5. 解答用紙は持ち帰ってはならないが、問題冊子は必ず持ち帰ること。

〔注意〕 必要があれば次の値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23,

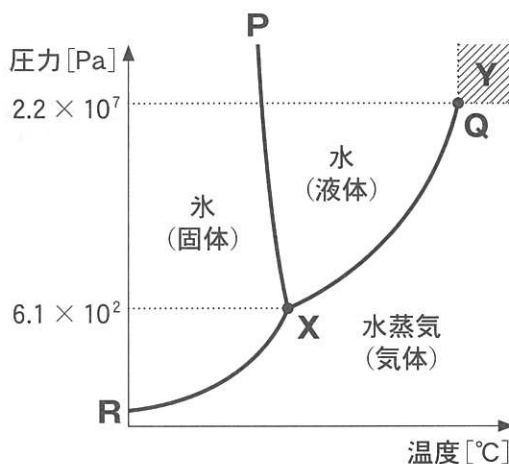
S = 32, Cl = 35.5, Ca = 40, Cu = 63.6, Pt = 195

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

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

〔 I 〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

物質には、固体、液体、気体の3つの状態があり、これらを物質の三態という。物質の状態は、温度と圧力で決まる。ある温度・圧力ととき、その物質がどのような状態であるかを示した図を物質の状態図という。右図は、純粋な水の状態図である。水は、氷(固体)、水(液体)、水蒸気(気体)の3つの状態をとっている。



3つの状態は点Xを中心とした3本の曲線で分けられており、点Xを 点、曲線PXを 曲線とよぶ。また、点Qを 点とよび、点Qよりも圧力または温度が高い状態では水と水蒸気の区別がつかなくなる。このような状態(領域Y;斜線部)にある物質を という。

ここで、物質の状態のうち、液体に着目する。純粋な液体(純溶媒)に、塩化ナトリウムやグルコースのような不揮発性物質を溶かすと、溶液の凝固点は純溶媒の凝固点より低くなることが知られている。この性質は凝固点降下とよばれ、道路の凍結防止剤などに利用されている。

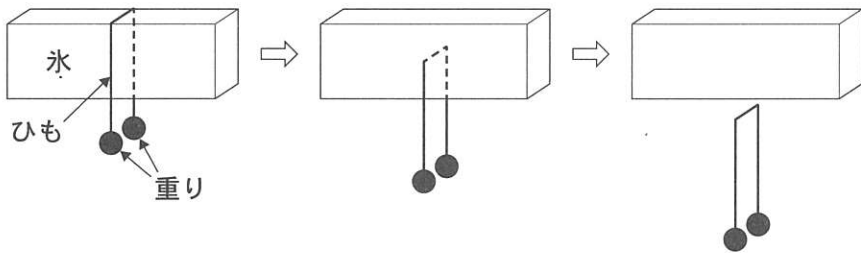
問 1 文中の ~ に当てはまる最適な語句を記せ。

問 2 水の状態図における点 X と点 Q の温度[°C]の正しい組み合わせを(a)~(d)から選び、記号で記せ。

- (a) X は 0.00, Q は 374
- (b) X は 0.01, Q は 100
- (c) X は 0.01, Q は 374
- (d) X は 0.00, Q は 100

問 3 水の状態図における曲線 XQ は、水に少量の溶質を溶解させた場合、純粋な水と比べると縦軸方向ではどの方向に移動するか。上または下で答えよ。また、その現象を何というか答えよ。

問 4 標準大気圧(1気圧), 0°C の断熱箱内で下図のように両端に重りをつけた細いひもを氷にのせると、ひもの下側では氷が溶けて水になり、氷の内部に侵入したひもの上側では水が再び氷になることで、ひもは氷を通りぬけて氷は切断されていない状態になった。この理由を「圧力」, 「融点」の語句を用いて説明せよ。



問 5 下線部であげた凍結防止剤として利用されている代表的な物質は、塩化カルシウム CaCl_2 である。水 100 g に塩化カルシウム 1.11 g を溶かして塩化カルシウム水溶液を作り、 $25\text{ }^\circ\text{C}$ からゆっくりと冷却すると、 $0\text{ }^\circ\text{C}$ より低い温度で凝固が始まった。このとき、純粋な水が凝固する場合と異なり、混合物の温度が徐々に下がり続けた。この凝固過程では、氷と水溶液が共存しており、ある時点において生じている氷の質量は 28 g であった。この時点の水溶液の温度を計算し、計算過程とともに有効数字 2 桁で記せ。ただし、この時点までの凝固過程において、水のモル凝固点降下は $1.85\text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$ で一定とする。また、塩化カルシウムは氷の中には存在しないものとし、水溶液中では完全に電離しているものとする。

〔Ⅱ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

酸化還元反応を利用して化学エネルギーを として取り出す装置を電池という。異なる2種類の金属を導線で結んで電解質水溶液に浸すと、イオン化傾向が大きい金属から小さい金属へ導線を伝わって電子が移動する。導線に向かって電子が流れ出る電極を負極といい、 反応が起こる。一方、導線から電子が流れ込む電極を正極といい、 反応が起こる。負極と正極の間に生じる電位差を電池の という。身のまわりには様々な電池があり、マンガン乾電池のように充電できない電池を 電池というのに対して、リチウムイオン電池のように充電により繰り返し使用できる電池を 電池という。

電解質水溶液に電極を浸し、外部電源に接続して直流電流を通じると、電極表面で酸化還元反応が起こる。これを電気分解^①といい、工業的には様々な場面で利用され物質が製造されている。例えば、不純物を含む粗銅を陽極、純銅を陰極として硫酸銅(Ⅱ)水溶液を電気分解すると、陰極では純度の高い銅が得られる。粗銅中に含まれる不純物の一部は陽極の下に沈殿として生じる。この沈殿を^② という。このように電気分解を利用して金属の純度を高める操作を という。

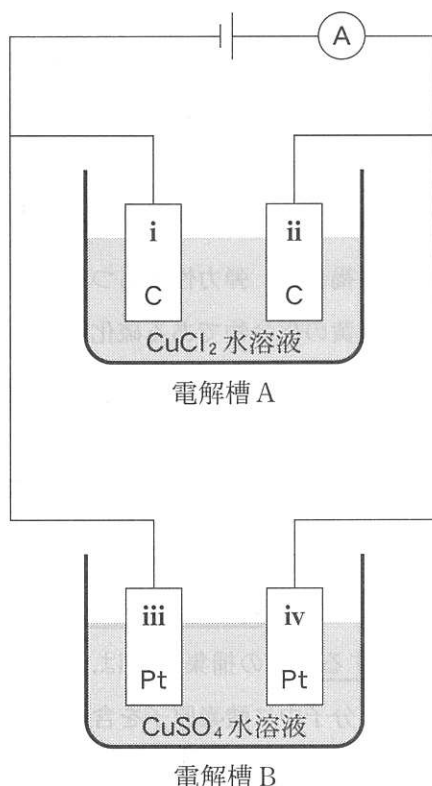
問1 文中の ~ に当てはまる最適な語句を以下の語群から選んで記せ。

語群：

光エネルギー、電解精錬、熔融塩電解、電気エネルギー、起電力、
塩橋、陽極泥、活物質、力学的エネルギー、標準電極電位

問2 文中の ~ に当てはまる最適な語句を記せ。

- 問 3 下線部①に関して、下図のような装置を組み立てて実験を行った。0.80 A の電流で 1.93×10^4 秒間電気分解すると、電極 iii では金属が 2.544 g 析出した。以下の(1)~(3)に答えよ。



- (1) 電極 i と電極 iv で起こる反応を、電子 e^- を含む反応式でそれぞれ示せ。
- (2) 電解槽 A へ流れた電子は何 mol か。有効数字 2 桁で答えよ。その計算過程も併せて示せ。
- (3) 27°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、電解槽 A で発生する気体の体積の総和を計算し、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、発生した気体は全て理想気体とみなし、水に溶けないものとする。

- 問 4 下線部②について、粗銅には Zn, Ag, Fe, Au および Ni などの不純物が含まれている。Zn, Ag, Fe, Au, Ni の中から陽極の下に沈殿として生じるものを全て記せ。また、その理由を「イオン化傾向」という用語を用いて説明せよ。

〔Ⅲ〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

炭素の単体には、黒鉛(グラファイト)、フラーレン、そして などの同素体がある。 は、無色で電気伝導性がなく、非常にかたい。炭素の化合物である一酸化炭素は、無色・無臭の有毒な気体であり、水に溶けにくい。一酸化炭素は、ギ酸を濃硫酸と加熱すると脱水して生成する。その捕集方法は、^①
 である。

硫黄の単体には、斜方硫黄、単斜硫黄、そして などの同素体がある。 は、黄色から褐色の、弾力性をもつ無定型な形状であり、その分子構造は鎖状分子である。硫黄の化合物である硫化水素は、無色で腐卵臭の有害な気体である。硫化水素は、硫化鉄(Ⅱ)に希硫酸を加えると生成する。その捕集方法は、^②
 である。

酸素の同素体のひとつに、 がある。 は、特有のにおいのある淡青色の気体であり、地球上に降り注ぐ紫外線のうち人体に有害な短波長の部分を吸収する役割をしている。酸素は、過酸化水素水に触媒として酸化マンガ^③
(Ⅳ)を加えると生成する。その捕集方法は、 である。なお、硫酸や硝酸、リン酸のように、分子中に酸素原子を含む酸のことを 酸という。

リンの単体には、赤リンと などの同素体がある。 は猛毒であり、空気中では自然発火するため、水中で保存する。リン酸は、十酸化四リンを^④
水に溶かして加熱すると生成する。

問 1 文中の ~ に当てはまる最適な語句を記せ。

問 2 文中の ~ に当てはまる気体の捕集方法として、最適なものを次の a) ~ c) から一つ選び、記号で答えよ。なお同じ記号を複数回選んでもよい。

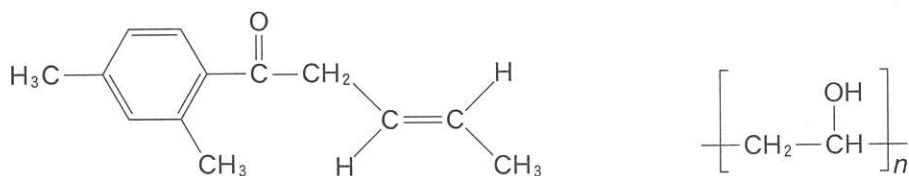
a) 上方置換

b) 下方置換

c) 水上置換

問 3 下線部①~④の反応について、それぞれの化学反応式を完成させよ。

〔IV〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。構造式は下の例にならって記せ。



ベンゼン環にヒドロキシ基が一つ結合した化合物をフェノールという。フェノールは強い殺菌・消毒作用をもち、医薬品や染料などの原料として用いられる。フェノールから合成されるナトリウムフェノキシドを、高温・高圧下で二酸化炭素と反応させ、これを希硫酸で処理することで **A** が合成できる。**A** にメタノールと濃硫酸を加えて熱すると **B** を生じる。**B** は特有の芳香をもち、消炎鎮痛薬として用いられる。また、水中で1分子のフェノールは3分子の臭素と反応して、白色沈殿の **C** を与える。

フェノールは、工業的にはクメン法によって合成される。クメン法では、ベンゼンから合成したクメンを、酸素で酸化して **D** とし、これを分解することで、フェノールとアセトンが得られる。アセトンは無色で揮発性の高い液体で、水と任意の割合で混ざり合う。アセトンに、ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えると沈殿が生じる。^①

フェノールはフェノール樹脂の原料となる。フェノール樹脂の合成では、はじめにフェノールとホルムアルデヒドを酸触媒の存在下で反応させることで、**E** が中間体として得られる。この **E** に硬化剤を加えて加熱・成型することでフェノール樹脂が得られる。フェノール樹脂のような熱硬化性樹脂は、耐熱性に優れており、^②フライパンの取っ手などに利用される。

問 1 文中の A ~ E に当てはまる有機化合物の構造式をそれぞれ記せ。ただし、E の構造式は重合度 n を用いて示すこと。

問 2 下線部①の反応の名称を答えよ。また、得られた沈殿物の構造式を示せ。

問 3 ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えると、下線部①と同じ沈殿を生じる化合物を以下の(a)~(f)から全て選び、記号で答えよ。

- | | |
|--------------------|-------------|
| (a) 2-ブタノール | (b) 1-ブタノール |
| (c) メタノール | (d) エタノール |
| (e) 2-メチル-2-プロパノール | (f) 酢酸 |

問 4 下線部②の性質は、熱可塑性樹脂とは異なる熱硬化性樹脂の特徴であり、分子構造の違いにより説明できる。この点から熱硬化性樹脂の分子構造を説明せよ。

問 5 炭素、水素、酸素のみで構成された化合物 F がある。化合物 F 15 mg を完全燃焼させると、二酸化炭素 33 mg と水 18 mg を生じた。また、化合物 F 1.0 g を 1.0 L の密閉容器に入れて、107 °C であたため完全に蒸発させると、気体の圧力は 5.3×10^4 Pa になった。さらにこの化合物 F は、ナトリウムと反応しなかった。生じた気体を理想気体とみなし、この化合物 F の構造式を示せ。

〔V〕 次の文を読み、以下の問いに答えよ。

タンパク質を構成するアミノ酸は、一般式 $\text{NH}_2\text{—CH(R)—COOH}$ で表される。ここで、R は側鎖とよばれるもので、アラニン ($\text{R} = \text{CH}_3$) のようにアルキル基を含むもの、アスパラギン酸 ($\text{R} = \text{CH}_2\text{COOH}$) のようにカルボキシ基を含むもの、リシン ($\text{R} = (\text{CH}_2)_4\text{—NH}_2$) のようにアミノ基を含むものなど、約 20 種類がある。中性水溶液中ではアミノ基やカルボキシ基は電離した構造をとる。このため、一つのアミノ酸の中に陽イオンと陰イオンとが存在し、〔ア〕とよばれる。分子のもつ正電荷と負電荷を足した値を分子の正味の電荷といい、その値は水溶液の pH に応じて変化する。あるアミノ酸の正味の電荷が 0 となる pH は〔イ〕とよばれ、アラニンの場合、この値は 6.0 である。アラニンの〔イ〕と同じ pH = 6.0 において、アスパラギン酸の正味の電荷は〔A〕、リシンのそれは〔B〕である。

タンパク質は多数のアミノ酸がアミド結合によって縮合した鎖状高分子であり、このときのアミド結合を特に〔ウ〕結合という。アミド結合は電離しないため、タンパク質の電離状態はおもに側鎖の性質によって決まる。

例えば、細胞内で酸化還元反応の触媒となるシトクロム *c* は 104 個のアミノ酸から構成されるが、このタンパク質はとりわけリシンを多く含むことが知られている。この特徴を反映して、中性ではシトクロム *c* は〔B〕の電荷をもち、中性条件下でシトクロム *c* の電気泳動を行うと〔エ〕極側に移動する。

さて、タンパク質のアミノ基は、無水酢酸と反応することが知られている。無水酢酸との反応前後のシトクロム *c* の分子量を比較したところ、反応後に分子量が 798 増加していた。

問 1 文中の ~ に当てはまる最適な語句を記せ。また、 および には解答欄の中から最適なものを 1 つ選び、丸で囲んで答えよ。

問 2 リシンのカルボキシ基とアラニンのアミノ基が縮合してジペプチドを形成した。このジペプチドの電離状態がわかるように構造式を示せ。なお、ジペプチドのアミド結合を除く官能基はすべて電離しているものとし、各アミノ酸の鏡像異性体は考慮しなくてよい。

問 3 下線部について、シトクロム *c* の中に含まれるある 1 つのリシン残基を $R'-NH_2$ とし (R' はリシンの側鎖アミノ基以外の部分)、このリシン残基と無水酢酸が反応するときの反応式を示せ。 R' 以外は示性式で表示せよ。

問 4 アミノ基と無水酢酸の反応に伴う分子量の変化から、シトクロム *c* が含むアミノ基の数を計算し、最も近い整数で答えよ。なお、無水酢酸はシトクロム *c* のアミノ基のみと反応したものとし、シトクロム *c* の分子量は、アミノ基やカルボキシ基が電離していない状態で計算するものとする。