

平成 25 年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

化 学

学類によって解答する問題が異なります。

指定された問題だけに解答しなさい。

学 域	学 類	解 答 す る 問 題
人間社会学域	学校教育学類	I, II, III, IV (4問)
理工学域	数物科学類 物質化学類 環境デザイン学類 自然システム学類	I, II, III, IV, V, VI (6問)
医薬保健学域	医学類 薬学類・創薬科学類 保健学類	I, II, III, IV (4問)

(注 意)

- 1 問題紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 問題紙は本文 14 ページであり、答案用紙は、学校教育学類、医学類、薬学類・創薬科学類、保健学類は 4 枚、数物科学類、物質化学類、環境デザイン学類、自然システム学類は 6 枚である。
- 3 VI の選択問題は、①②のうち一方を選択し、解答欄に解答すること。
(両方の選択問題に解答した場合は、いずれの解答も採点の対象外とする。)
- 4 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入すること。
- 5 問題紙と下書き用紙は持ち帰ること。

解答にあたり、必要であれば以下の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.1, Cu = 63.5,

Pb = 207.2

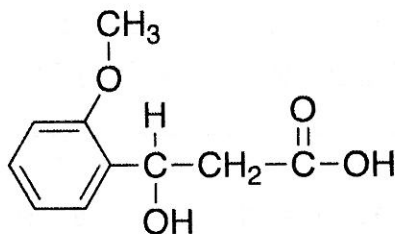
ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4$ [C/mol]

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3$ [Pa·L/(mol·K)]

$\log 2 = 0.30$, $\log 3 = 0.48$

標準状態は、 1.013×10^5 [Pa], 273 [K]である。

構造式は、下図の例にならって記入しなさい。



I [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の問1～問3に答えなさい。

問1 次の文章中の、化合物A, B, C, D, Eの物質名と、に入る適切な語句を記入しなさい。

エタノールを酸化すると化合物Aになる。化合物Aはさらに酸化され化合物Bになる。エタノールに濃硫酸を加え130℃で熱すると化合物Cを、160℃以上では化合物Dを生じる。前者を分子間反応、後者を分子内反応という。エタノールよりも炭素原子が一つ多い1価アルコールには異性体が存在する。このうち第二級アルコールに分類される異性体は、酸化されると化合物Eを生じる。

問 2 一般式 C_nH_{2n} で表される炭化水素について、 $n = 4$ の炭化水素の異性体をすべて挙げ、それらの構造式を記入しなさい。

問 3 次の文章は、アセトアニリドの合成法を示す。この文章を読んで、(1)~(4)に答えなさい。なお、ベンゼンの密度は 0.88 g/cm^3 とする。

濃硝酸に同体積の濃硫酸を冷やしながら加え、そこにベンゼンを少しずつ加えて振り混ぜ、約 60°C で 10 分間加熱する。加熱後、反応液を多量の冷水中に注ぐと、黄色の油状の化合物 F が底に沈むので、これを分離する。

化合物 F にスズと塩酸を加えて加熱すると、化合物 G の塩酸塩が生じる。これに水酸化ナトリウム水溶液を加えると、化合物 G が遊離する。

化合物 G に無水酢酸を徐々に加え、反応させることによりアセトアニリドが生じる。アセトアニリドは、水を用いた再結晶により精製することができる。

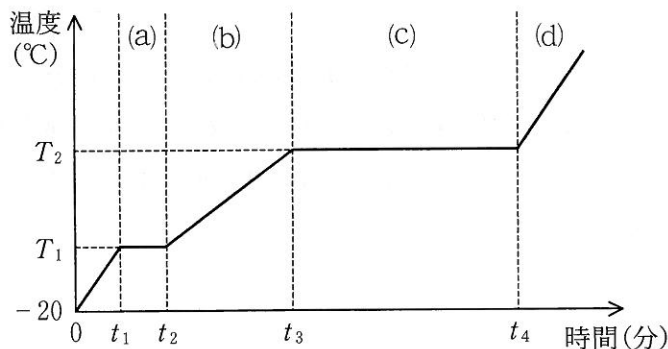
- (1) 化合物 F および G の物質名を記入しなさい。
- (2) 下線部(a), (b), (c), (d)で起こる反応を化学反応式で記入しなさい。
- (3) 下線部(b)の反応で、スズはどのような働きをしているかを 30 字以内で説明しなさい。
- (4) ベンゼンから化合物 F, 化合物 F から化合物 G, 化合物 G からアセトアニリドが生成するそれぞれの反応において、ベンゼン、化合物 F, 化合物 G が、91%, 80%, 60% 反応したとすると、得られるアセトアニリドの質量はいくらになるか。有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。ここで、ベンゼンは 10 mL を反応に用い、反応により生成した化合物は全量回収できるとし、得られた化合物 F, 化合物 G は全量を次の反応に使用したとする。

II [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問1~問7に答えなさい。

水分子は, 酸素原子と水素原子からなる。酸素原子には2個の **ア** 電子, 水素原子には1個の **ア** 電子が存在するが, 水分子では, 酸素原子の **ア** 電子と水素原子の **ア** 電子が **イ** 電子対をつくる。**イ** 電子対以外の電子対を **ウ** 電子対という。水分子は **A** 組の **ウ** 電子対をもち, 分子の形は **エ** 形となる。水分子のO—H結合では, **イ** 電子対は酸素原子側に偏って存在している。これは酸素原子の **オ** が水素原子に比べて大きいためである。このように, **イ** 電子対がどちらかの原子側に偏っているとき, 結合に **カ** があるといい, 原子間の **オ** の差が大きいほど **カ** は大きくなる。水分子は **エ** 形の構造のため, 分子全体で電荷の偏りが生じている。このような分子を **カ** 分子という。氷の結晶は, 水分子間にはたらく **キ** 結合によってダイヤモンドに似たすきまの多い網目構造をとる。このため, 氷の密度は水の密度よりも **ク**。

図は -20°C の氷 $x(\text{g})$ に大気圧 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の下で毎分 $y(\text{kJ})$ の熱を加えたときの, 加熱時間と温度の関係を示した概念図である。



問 1 ~ に入る適切な語句を記入しなさい。また、 に入る適切な数字を記入しなさい。

問 2 図の(a)~(d)の時間では、水分子はどのような状態で存在しているか。水、氷、水蒸気を組み合わせて答えなさい。

問 3 温度 T_1 および T_2 はそれぞれ何と呼ばれているか答えなさい。

問 4 大気圧が下がると、 T_2 はどのように変化するか、または変化しないか答えなさい。

問 5 氷の融解熱および水の蒸発熱はそれぞれ何 kJ/mol であるか。 t_1 , t_2 , t_3 , t_4 , x , y を用いて答えなさい。

問 6 一般に蒸発熱は融解熱より大きくなる。これらの熱がそれぞれ何に使われるかを考慮して、蒸発熱が融解熱より大きくなる理由を 90 字以内で説明しなさい。

問 7 0°C の氷 50 g を 60°C の水 100 g に入れたところ、氷は解けて水の温度は一定になった。他から熱の出入りがないとき、水の温度は何 $^\circ\text{C}$ になるか有効数字 3 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。ただし、水の融解熱は 6.01 kJ/mol、水 1 g の温度を 1°C 上げるのに必要な熱量は 4.18 J とする。

Ⅲ [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問1～問4に答えなさい。

元素Aは, 1898年にキュリー夫妻によってピッチブレンド(れきせいウラン鉱)から発見された。その2年前の1896年にはベクレルが初めて放射能を発見している。この発見は, ウラン鉱物が写真フィルムを感光することを契機に, ウランが に類似する光線を放出することを見いだしたことによる。しかし, ウランよりはるかに強い放射線を出す元素Aの発見は, 放射能に関する研究に大きな影響を及ぼすものとなった。

元素Aの同族元素のうち元素Aと元素B, 元素C, 元素Dは, 互いに性質がよく似ており, 金属とよばれている。 金属は常温で水と反応するが, 元素Bが水と反応して生じる化合物Eは消石灰ともよばれる。化合物Eは, アセチレンの製造法の一つである に水を反応させる方法でも生成する。^(a)化合物Eの水溶液は石灰水ともよばれ, ここへ二酸化炭素を通じると白濁するが, ^(b)さらに二酸化炭素を通じると白濁が消える。^(c)

元素Cの水酸化物は水によく溶け, その水溶液に希硫酸を加えると白色の化合物Fが沈殿する。化合物Fは水や酸に不溶で, 毒性が低く, の吸収能が高いため, 消化管の 撮影の造影剤に用いられる。

元素Dは原子番号38の元素である。元素Dは生体内に吸収されると骨に高く集積し, 長時間滞留する。元素Dには質量数90の放射性同位体が存在し, 原子力事故の際には, 放出・拡散が問題となる。一方, 元素Dは 色の炎色反応を示すが, この炎色反応は花火などに利用されている。

問1 ～ に入る適切な語句を記入しなさい。

問2 元素A～Dの名称, 化合物E, Fの化学式を記入しなさい。

問 3 下線部(a), (b), (c)で起こる反応を化学反応式で記入しなさい。

問 4 次の文章を読み、各問に答えなさい。

アセチレンに臭素を反応させると、アセチレン 1 分子あたり臭素 2 分子が

した化合物 G が生じる。

- (1) に入る適当な語句、化合物 G の構造式を記入しなさい。
- (2) 天然に存在する臭素原子には質量数 79 の同位体 (^{79}Br) と質量数 81 の同位体 (^{81}Br) が 50.7 % と 49.3 % の割合で存在する。 ^{79}Br の相対質量 78.9 と ^{81}Br の相対質量 80.9 を用いて、臭素の原子量を有効数字 3 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。
- (3) 化合物 G には質量の違う分子が何種類存在するかを記入しなさい。また、それぞれの分子の分子量、分子の存在比(%)を有効数字 3 桁で求め、下の例にならって答えなさい。ただし、天然の水素原子には質量数 2 の同位体 (^2H) が、炭素原子には質量数 13 の同位体 (^{13}C) が、それぞれ微量に存在するが、この問題では、 ^1H (相対質量 1.01) と ^{12}C の存在比が 100 %、 ^{79}Br と ^{81}Br の存在比がそれぞれ 50.0 % とみなして答えなさい。

(例) 3 種類

分子量 158, 25.0 %

分子量 160, 50.0 %

分子量 162, 25.0 %

IV [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問1~問5に答えなさい。

アンモニアを水に溶かすと, 次のように電離して平衡状態に達する。



平衡状態での各成分のモル濃度を $[\text{NH}_3]$, $[\text{H}_2\text{O}]$, $[\text{NH}_4^+]$, $[\text{OH}^-]$ と表すと, この電離平衡の平衡定数は

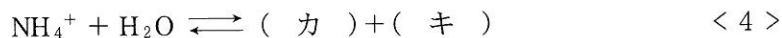
$$K = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3][\text{H}_2\text{O}]} \quad < 2 >$$

と表される。また, アンモニアの電離定数 K_b は(ア)となる。ここで, アンモニアの初濃度を c (mol/L), 電離度を α として, K_b を表すと(イ)となる。アンモニアは弱塩基なので, α の値が1に比べて非常に小さい。このとき, K_b は c と α を用いて(ウ)と表される。(ウ)より, 式<1>の平衡状態における水酸化物イオンの濃度 $[\text{OH}^-]$ は, c と K_b を用いて(エ)と表される。また, 水のイオン積 K_w を用いると, 式<1>の平衡状態における水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ は(オ)と表される。

一方, 塩化水素とアンモニアの中和で生じる塩化アンモニウムを水に溶かすと, 次のように電離して平衡状態に達する。



電離した NH_4^+ の一部は水と反応して, 次のような平衡状態に達し, その結果, 水溶液は A を示す。



式<4>の平衡において, $K_h = \frac{[(\text{カ})][(\text{キ})]}{[\text{NH}_4^+]}$ を加水分解定数という。

$[(\text{キ})]$ の代わりに $[\text{H}^+]$ で表すと, K_h は K_b と K_w を用いて表すことができる。アンモニアと塩化アンモニウムの混合水溶液は, 緩衝液として用いられる。

(b)

問 1 (ア)～(キ)に入る適切な式または化学式を記入しなさい。

問 2 **A** に入る適切な語句を次のカッコの中から一つ選び記入しなさい。

[強酸性, 弱酸性, 中性, 弱塩基性, 強塩基性]

問 3 アンモニアは水溶液中では、式<1>の電離平衡が成り立っている。この水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えたとき、平衡は左右どちらに移動するか、または移動しないかを、理由とともに 45 字以内で答えなさい。

問 4 下線部(a)に関して、 K_h を K_b と K_w を用いて記入しなさい。

問 5 下線部(b)に関して、0.20 mol/L のアンモニア水 100 mL と 0.20 mol/L の塩化アンモニウム水溶液 300 mL を混合した。この混合水溶液の pH を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし、アンモニアの電離定数は $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ mol/L、水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ (mol/L)² とする。

V [数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類]

次の文章を読み, 問1～問6に答えなさい。

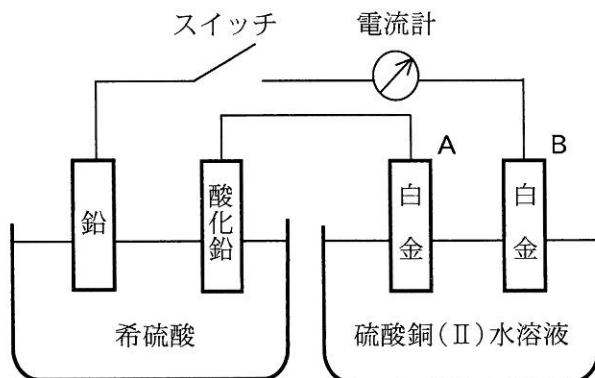
図のように, 鉛蓄電池と電解槽と電流計を直列につないだ。

電解槽には, 0.200 mol/Lの硫酸銅(II)水溶液が200 mL入っている。電解槽の電極には白金板を用い, 2.00 Aの電流で32分10秒間電気分解した。電解槽では, 図のAの白金板は陽極として, Bの白金板は陰極として作用する。Bの電極には が析出した。

電気分解に使った鉛蓄電池は, 密度 1.20 g/cm^3 , 質量パーセント30.0%の希硫酸0.500 Lに, 鉛を負極として, 酸化鉛(IV)を正極として浸した電池である。

鉛の電極では 反応が起き, 酸化鉛(IV)では 反応が起きる。

(a) 放電を続けると両極に白色の を生じ起電力が低下する。放電した鉛蓄電池の電極にそれぞれ別の電源の電極を接続し, 電流を流すことで充電することができる。充電によって繰り返し使用できる電池を 電池という。



問1 文中の ～ に入る適切な語句を, 次のカッコの中から一つずつ選び記入しなさい。同じ語句を繰り返し使用してもよい。

[酸化, 還元, 銅, 鉛, 硫酸銅(II), 硫酸鉛(II), 酸化銅(II), 酸化鉛(IV), 一次, 二次]

問 2 下線部(a)および(b)で起こる反応について、電子 e^- を含むイオン反応式を記入しなさい。

問 3 電解槽の白金板電極 A での電子 e^- を含むイオン反応式を記入しなさい。また、両電極の白金板を銅板に換えた場合の電極 A での電子 e^- を含むイオン反応式を記入しなさい。

問 4 鉛蓄電池の鉛電極(負極)の質量変化を有効数字 2 桁で答えなさい。計算過程も示しなさい。

問 5 電解槽の電気分解後の硫酸銅(II)のモル濃度 mol/L を有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし、電気分解後の気体の発生による体積変化と、温度変化による体積変化は無視できるものとする。

問 6 鉛蓄電池の放電後の希硫酸の質量パーセントを有効数字 3 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

VI [数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン類, 自然システム学類]

①, ②のうち一方を選択し, 解答欄に解答しなさい。(両方の問題に解答した場合は採点の対象外となります。)

① 次の文章を読み, 問1～問4に答えなさい。

一般に物質が色づいて見えるのは, その物質が白色光の一部の光を吸収し, 残りの光を反射するためである。このような色を示す物質を色素という。色素は染料と に分けられ, 染料は天然染料と合成染料に分けられる。合成染料は, 石油を原料として合成される染料で, $-N=N-$ で表わされる 基をもつ色素が代表的である。染料は, (I)直接染料, (II)分散染料, (III)媒染染料, (IV)建染め染料(還元染料)が代表例として挙げられる。加賀友禅^{※1}での染色では地染め^{※2}などに(III)媒染染料が用いられており, 古来の技術と現在の技術を融合して新しい伝統を築いている。着物の繊維としては, 絹や木綿といった天然繊維が古来より用いられているが, ポリエステルやナイロンなどの合成繊維の着物も登場している。

※1江戸中期に金沢周辺にて確立した染色技術。加賀五彩と呼ばれる^{えんれい}艶麗な色が特長。

※2模様や柄以外の色, 着物の地となる色に染色すること。

問1 と に入る適切な語句を記入しなさい。

問 2 (I)直接染料, (II)分散染料, (III)媒染染料, (IV)建染め染料の説明として適切なものを, 次の(1)~(4)からそれぞれ一つずつ選び, 数字で記入しなさい。

- (1) 水に不溶であり, 界面活性剤を用い, 水中で微粒子状にして染色する。
- (2) 染料の水溶液に繊維を浸す。分子間力で色素と繊維が結合する。
- (3) 水に不溶であるが, 発酵させるなどして水溶性にし, 繊維に浸したのちに空気で酸化して元の染料に戻す。インジゴ色素による藍染めなどが代表例として挙げられる。
- (4) 金属塩溶液であらかじめ繊維を処理し, 次に染料の水溶液に浸す。用いる金属塩の種類で発色が変わる。

問 3 繊維について述べた次の文章で, 絹について説明しているものには○を, 絹以外の繊維について説明しているものには×を記入しなさい。

- (1) 主成分はセルロースである。
- (2) 主成分はケラチンと呼ばれるタンパク質である。
- (3) 酸に弱い塩基に強い。
- (4) 主成分はカイコのまゆから得られるフィブロインである。
- (5) 航空機やテニスラケット, レースカーの構造材に用いられる。

問 4 ヘキサメチレンジアミンとアジピン酸が縮合重合すると, アミド結合をもつナイロン 66(6,6-ナイロン)となる。このことについて, (1)および(2)に答えなさい。

- (1) 重合度(n)を用いてナイロン 66 の構造式を記入しなさい。
- (2) 1343 g のナイロン 66 に含まれるカルボキシル基の物質量は 0.0625 mol であった。このときの重合度 n を計算し, 整数で示しなさい。また, ナイロン 66 一分子中のアミド結合の数を求めなさい。計算過程も示しなさい。ただし, 同じ分子量のナイロン 66 が生成されるとし, 一分子にカルボキシル基が一つ含まれているとする。

② 次の文章を読み、問1～問8に答えなさい。

人体を構成している元素は、ヒトが食物から摂取したり、呼吸器系から入ってくる元素からなっている。食物から摂取された高分子化合物は、消化 の働きで低分子化合物になり消化管から吸収される。例えば、タンパク質は完全に加水分解されるとその主要成分である になる。糖類は地球上でもっとも多量に存在する有機化合物で、植物中の多糖類には やセルロースがある。だ液中に含まれる によって はマルトースに加水分解される。マルトースはさらに加水分解され、 として体内に吸収される。吸収された物質は、必要な高分子化合物に再合成される。

問1 文中の ～ に入る適切な語句を記入しなさい。

問2 人体を構成する元素組成として酸素と水素が多い理由を20字以内で説明しなさい。

問3 タンパク質、核酸、脂質を構成する主要な5つの元素を、元素記号で記入しなさい。

問4 を赤紫色に呈色させる反応名を記入しなさい。

問5 植物は、光のエネルギーを利用して光合成を行い、 を作り出す。この化学反応式を記入しなさい。

問6 好気呼吸により9.00gの から発生する二酸化炭素の標準状態で体積は何Lか。発生する二酸化炭素は理想気体であると仮定し、有効数字3桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

問 7 植物のヤナギ属には消炎鎮痛作用のあるサリチル酸が含まれる。サリチル酸の構造式を記入しなさい。

問 8 植物には 16 種類の必須元素がある。その中で肥料の三要素といわれている元素を，元素記号で記入しなさい。

