

2024年度

理 科
【 化 学 】

RC

3月12日(火)

理 学 部 (化学科)

9 : 40 ~ 11 : 30

【後 期 日 程】

注 意 事 項

試験開始前

- 1 監督者の指示があるまで、問題冊子、解答用紙、下書き用紙に手を触れてはいけません。
- 2 監督者の指示に従い、出願時に選択した科目の問題冊子、解答用紙であるかどうかを確かめ、
全部の解答用紙（9枚）に受験番号を記入しなさい。
- 3 出願時に選択した科目と解答した科目が異なる場合は採点されません。

試験開始後

- 4 この問題冊子は、9ページあります。はじめに、問題冊子、解答用紙、下書き用紙(1枚
(表裏))を確かめ、枚数の不足や、印刷の不鮮明なもの、ページの落丁・乱丁があった場合
は、手をあげて監督者に申し出なさい。
- 5 問題は、**1** ~ **5** の全てを解答しなさい。
- 6 解答は、すべて解答用紙に記入しなさい。(下書き用紙と間違わないよう十分注意してくだ
さい。下書き用紙は採点対象となりません。)
- 7 **5** の解答用紙の使い方については、**5** の問題文の下の『注意事項』を参照してください。
- 8 問題は、声を出して読んではいけません。
- 9 各問ごとの配点は、比率(%)で表示してあります。

試験終了後

- 10 問題冊子と下書き用紙は、必ず持ち帰りなさい。

問題訂正

科目 理科（化学）

訂正箇所

○ 問題 **2**

4 ページ 問 4 (2)

(誤)

(2) 設問(1)の電池で、素焼き板を取り去った場合、起電力はどのように変化するか答えよ。

(正)

(2) 設問(1)の電池で、素焼き板を取り去り、水溶液をよくかき混ぜた場合、起電力はどのようになるか答えよ。

○ 問題 **3**

5 ページ 本文 上から 5 行目から 6 行目

(誤)

(c) 二氧化硫を水に溶かすと電離し、水溶液は弱い酸性を示す。

(正)

(c) 二氧化硫を水に溶かすとある酸となって電離し、水溶液は弱い酸性を示す。

○ 問題 **3**

5 ページ 本文 下から 3 行目

(誤)

・・・をガラス棒に伝わらせ、かく拌しながら・・・

(正)

・・・をガラス棒に伝わらせ、よくかき混ぜながら・・・

○ 問題 **4**

8 ページ 問 6 (3) 2 行目

(誤)

酸化されることによってアミノ酸どうしの・・・

(正)

酸化されることによって同じアミノ酸どうしの・・・

教科・科目名 [化学 (RB/RC)]

問題訂正

記号 RB/RC

科目 化学

訂正箇所 8 ページ 4 の問6 の(1)

(誤) 問題文: …また、どの様な反応が起きているか簡潔に答えよ。

解答欄: 理由

(正) 問題文: …また、どの様な反応が起きているか簡潔に説明せよ。

解答欄: 説明

【注意】 必要ならば、次の数値を用いること。

原子量：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Na 23.0, S 32.0, Cl 35.5,

Ca 40.0, Cu 63.5

アボガドロ定数： $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ ，気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

1 次の文章を読み、下の問いに答えよ。(配点 20%)

原子や分子、イオンなどの構成粒子が規則正しく配列した固体を結晶という。構成粒子の種類とその結びつき方によって、結晶の性質は異なる。金属結晶中の金属原子どうしは、容易に結晶中を移動できる を共有することにより結合をつくる。金属結晶は、 のはたらきにより、金属光沢をもち、電気や熱をよく伝える性質がある。

非金属元素の原子が共有結合で結合した共有結合結晶は、化学的に安定で、融点が高いなどの性質を有する。原子番号 14 のケイ素の結晶は、ダイヤモンドと同じ結晶構造の共有結合結晶で、導体と絶縁体の中間の電気伝導性をもつ の性質を示す。 は、コンピュータの集積回路などに利用されている。ケイ素の単体は、二酸化ケイ素を電気炉中で融解し、炭素を用いて還元してつくられる。

多数の分子が分子間力によって、規則正しく配列してできた結晶を分子結晶という。分子結晶は、分子間に働く引力が弱いので、融点が低く、昇華しやすいものが多い。例えば、ドライアイスは大気圧下 ($1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$) では -78.5°C で昇華して、気体の二酸化炭素になる。

イオン結晶は、結晶を構成する陽イオンと陰イオンが で引き合って結びつく。塩化ナトリウムの結晶では、1個の Na^+ が6個の Cl^- に囲まれて接している。また1個の Cl^- も6個の Na^+ に囲まれて接している。 Na^+ と Cl^- の はともに6である。 Na^+ も Cl^- も、それぞれが面心立方格子と同じ配置をとっている。

問 1 空欄 ~ に入る最も適切な語を記せ。

問 2 下線部(a)に関して、金属は高温になるほど電気伝導性が低くなる。その理由を簡潔に記せ。

問 3 下線部(b)に関して、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) ケイ素原子の価電子数よりも多くの価電子をもつ原子を次の中から全て選び、元素記号を記せ。

Na, Mg, P, Cl, Ar

(2) ケイ素原子のイオン化エネルギーよりも大きなイオン化エネルギーをもつ原子を次の中から全て選び、元素記号を記せ。

C, Na, Al, Ar, K

問 4 下線部(c)の反応について、化学反応式を記せ。

問 5 下線部(d)に関して、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) 実在気体では、気体の状態方程式が厳密には成り立たない。実在気体の理想気体からのずれを表す指標として、 $Z = \frac{PV}{nRT}$ の値がよく用いられる。ここで P は圧力 [Pa]、 V は体積 [L]、 n は物質量 [mol]、 R は気体定数 [Pa・L/(mol・K)]、 T は温度 [K] である。下の図は、圧力一定 (1.01×10^5 Pa) の条件下で、二酸化炭素の理想気体からのずれを示している。二酸化炭素の理想気体からのずれに関する記述として、最も適切なものを次の(あ)~(う)から選び、記号を記せ。なお、下の図の温度範囲においてのみ考えるものとする。

- (あ) 高温になるにつれて大きくなる
- (い) 高温になっても変わらない
- (う) 高温になるにつれて小さくなる

(2) 設問(1)で選んだ理由を、分子の熱運動にもとづいて簡潔に説明せよ。

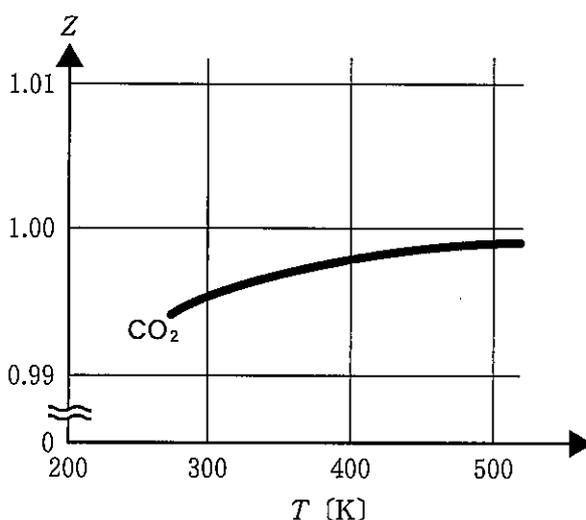


図 温度変化による Z の値

問 6 下線部(e)に関して、次の(1)~(3)に答えよ。塩化ナトリウム結晶の単位格子の一辺の長さは 5.6×10^{-8} cm とする。

- (1) 互いに接している Na^+ と Cl^- それぞれのイオン半径が r^+ および r^- であり、それらの比が $\frac{r^+}{r^-} = 0.71$ であるとき、 Na^+ のイオン半径 r^+ [cm] を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。
- (2) 単位格子内に Na^+ と Cl^- はそれぞれ何個含まれるか答えよ。
- (3) 塩化ナトリウム結晶の密度 [g/cm^3] を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。必要ならば、 $5.6^2 = 31$ 、 $5.6^3 = 1.8 \times 10^2$ を用いよ。

2

次の文章を読み、下の問いに答えよ。(配点 20%)

単体の金属の原子が水溶液中で電子を放出して陽イオンになる性質を、金属のイオン化傾向という。また、金属をイオン化傾向の大きなものから順に並べた列をイオン化列という。金属 A^(a)は、イオン化傾向が大きく、常温で水と反応する。この反応の生成物は、水に少し溶けて、強い塩基性を示す。この生成物の飽和水溶液に二酸化炭素を通じると、白色の沈殿として化合物 B^(b)を生じる。化合物 B は、天然には石灰岩や貝殻などの主成分として広く存在する。また、化合物 B^(c)を熱分解すると、乾燥剤などに用いられる化合物を生じる。

イオン化傾向が H_2 よりも大きい金属と酸の反応は、イオン化傾向が H_2 よりも小さい金属のそれとは大きく異なる。イオン化傾向が H_2 よりも大きい金属、例えば鉄は希硫酸と反応して気体^(d)を生じる。一方、イオン化傾向が H_2 よりも小さい銅は、希硫酸とは反応しないが、酸化力が強い硝酸や熱濃硫酸とは反応する。銅と希硝酸との反応^(e)では無色の気体を生じる。一方、銅と濃硝酸との反応^(f)では、刺激臭をもつ赤褐色の有毒な気体を生じる。

問 1 金属 A に関する次の(1)~(4)に答えよ。

- (1) 金属 A の元素記号を記せ。また、下線部(a)の反応の化学反応式を記せ。
- (2) 下線部(b)の反応の化学反応式を記せ。
- (3) 下線部(b)で白色沈殿(化合物 B)を生じた溶液に、さらに二酸化炭素を過剰に通じると、沈殿が消える。この反応の化学反応式を記せ。
- (4) 下線部(c)の反応で、化合物 B を含む石灰岩 12.5 g を完全に熱分解したところ、化合物 B に由来する気体が生じて、その体積は 0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ において 2.24 L であった。石灰岩に含まれていた化合物 B の質量(g)を求めよ。所定の欄に計算過程を記し、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、気体は理想気体として扱えるものとする。また、石灰岩中の化合物 B 以外の成分は、加熱しても気体を発生しないものとする。

問 2 下線部(d)の反応の化学反応式を記せ。

問 3 下線部(e)および(f)の銅の反応に関して次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 下線部(e)の反応の化学反応式を記せ。
- (2) 下線部(f)の反応の化学反応式を記せ。
- (3) 下線部(e)の反応で生じる気体は、空気中ではすぐに酸化されて、下線部(f)の反応で生じる気体と同じ気体になる。この酸化反応の化学反応式を記せ。

問 4 金属のイオン化傾向の違いを利用すると電池を作ることができる。下の図は、亜鉛とある金属 X を、負極と正極としてそれぞれ用いたダニエル型電池である。また、下の表は、下の図の電池で用いる金属 X および X の塩の候補である。この電池に関して、下の(1)~(5)に答えよ。なお、表の各塩類から作る水溶液の濃度はすべて 0.100 mol/L とする。また、負極側の ZnSO_4 水溶液の濃度は 0.100 mol/L とする。

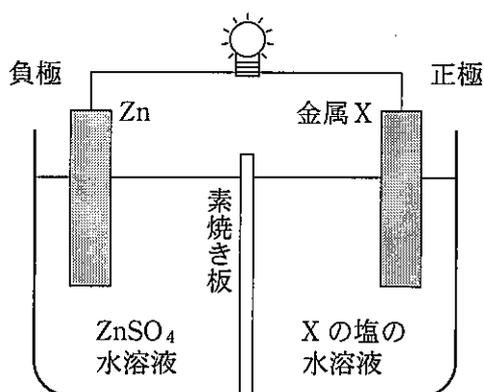


図 ダニエル型電池

表 正極の金属と水溶液に用いる塩

	金属 X	金属 X の塩
①	Cu	CuSO_4
②	Fe	FeSO_4
③	Ag	AgNO_3

- (1) 表の①の金属と塩の水溶液を用いた電池において、両極付近で起こる反応について、電子 e^- を含むイオン反応式をそれぞれ記せ。
- (2) 設問(1)の電池で、素焼き板を取り去った場合、起電力はどのように変化するか答えよ。また、その理由を簡潔に説明せよ。
- (3) 設問(1)の電池で、772 秒間放電したところ、正極の質量が $1.27 \times 10^{-2} \text{ g}$ だけ増加した。流れた電流が放電の間一定であったとして、その電流 [A] を求めよ。所定の欄に計算過程を記し、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。
- (4) 設問(1)の電池で、電流をより長く流し続けるためには、正極側の CuSO_4 水溶液の濃度を、次の(ア)~(ウ)のいずれにすればよいか、記号で答えよ。また、その理由を簡潔に述べよ。

(ア) 0.0100 mol/L (イ) 0.100 mol/L (ウ) 1.00 mol/L
- (5) 表の①~③のうち、図の電池で最も大きな起電力が得られるものを選び、番号で記せ。

3 次の文章を読み、下の問いに答えよ。(配点 20%)

単体の硫黄 S には、斜方硫黄、単斜硫黄、 (ア) という三つの同素体^(a)が存在する。工業的には、硫黄は石油精製工程における (イ) によって得られている。硫黄の用途の一つに、 (ウ) がある。 (ウ) とは、天然ゴムに硫黄粉末を加え、加熱する工程を指す。この工程を通して得られた物質は、天然ゴムに比べて大きな弾性と高い軟化点をもつ。^(b)

空气中で硫黄を燃焼させると、青色の炎をあげ二酸化硫黄 SO_2 が生じる。二酸化硫黄を水に溶かすと電離し、水溶液は弱い酸性を示す。^(c) また、二酸化硫黄は硫酸 H_2SO_4 の工業的製法における原料としても用いられる。^(d) この製法では、二酸化硫黄と空気中の酸素 O_2 を触媒の存在下、 $400\sim 500\text{ }^\circ\text{C}$ で反応させ、三酸化硫黄 SO_3 とする。^(e) 次に、三酸化硫黄を 98~99% の硫酸に吸収させ、硫酸に含まれる水と三酸化硫黄を反応させることで、より濃度の高い濃硫酸を得る。なお、硫酸に三酸化硫黄を過剰に溶かし込むことにより (エ) を得たのち、これを希硫酸に加えることでも濃硫酸が得られる。硫酸の工業的製法では、二酸化硫黄を含む排気が生じる。二酸化硫黄は大気汚染物質であり、樹木の立ち枯れやコンクリートの溶解を引き起こす (オ) の原因となる。そのため国内の工場では、過剰量の水酸化ナトリウム水溶液を用いることにより排気中の二酸化硫黄を除去している。^(f)

濃硫酸中では、硫酸の分子同士が (カ) により強く結びつけられている。そのため、濃硫酸は高い沸点をもち、不揮発性を示す。また、濃硫酸には (キ) という性質もある。エタノールに濃硫酸を加え、 $160\sim 170\text{ }^\circ\text{C}$ に加熱すると、 (ク) により有機化合物である (ケ) が生じることが知られている。他には、密度が大きい、粘性が高い、水への溶解熱が大きいという特徴もある。そのため、濃硫酸から希硫酸を調製する際は突沸を防ぐため、ビーカーなどに (ク) を入れたのち、 (コ) をガラス棒に伝わらせ、かく押しながらゆっくりと加える。このようにして調製した希硫酸を硫化鉄(II)に加えると、腐卵臭をもつ猛毒の気体が生じる。^(g)

問 1 空欄 (ア) ~ (コ) に入る最も適切な語または物質名を記せ。

問 2 下線部(a)に関して、硫黄以外の元素についても、さまざまな同素体が知られている。リンの同素体について、空气中で自然発火するものの物質名を記せ。また、その物質を保管するための最も一般的な方法を簡潔に説明せよ。

問 3 下線部(b)の物質名を記せ。また、この物質の性質が天然ゴムとは大きく異なる理由を、それぞれの分子構造に注目して簡潔に説明せよ。

問 4 下線部(c)の反応について、化学反応式を記せ。

問 5 下線部(d)に関して、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) 下線部(d)の工業的製法の名称を記せ。

(2) 純粋な硫黄 10.0 kg を原料として硫酸を合成する場合、得られる濃硫酸(質量パーセント濃度 98.0 %)の質量(kg)を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。

問 6 下線部(e)の触媒として用いられる化合物を化学式で記せ。

問 7 下線部(f)に関して、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) この反応について、化学反応式を記せ。

(2) 下線部(f)の処理により二酸化硫黄はどのような化合物として除去されるか、その化合物の名称を記せ。

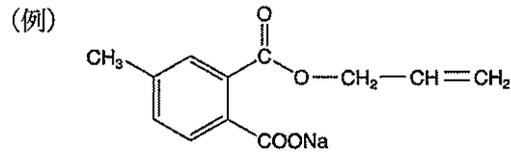
問 8 下線部(g)に関して、次の(1)および(2)に答えよ。

(1) この反応で生じる気体の化合物名を記せ。

(2) この反応で生じる気体を水に溶解させたのち、二酸化硫黄を加えることにより進行する反応について、化学反応式を記せ。

4

次の文章を読み、下の問いに答えよ。構造式は次の例にならって記せ。なお、立体異性体を区別して記す必要はない。(配点 20%)



アニリン、*p*-キシレン、*m*-クレゾール、安息香酸が溶解したジエチルエーテル混合溶液がある。図 1 に示す順序で操作①～③を行った。

- ① エーテル混合溶液を分液漏斗に入れ、希塩酸を加えてよく振り混ぜ、静置することによりエーテル層 1 と水層 1 に分離した。
- ② エーテル層 1 と炭酸水素ナトリウム水溶液を分液漏斗に加えてよく振り混ぜ、静置することによりエーテル層 2 と水層 2 に分離した。
- ③ エーテル層 2 と水酸化ナトリウム水溶液を分液漏斗に加えてよく振り混ぜ、静置することによりエーテル層 3 と水層 3 に分離した。

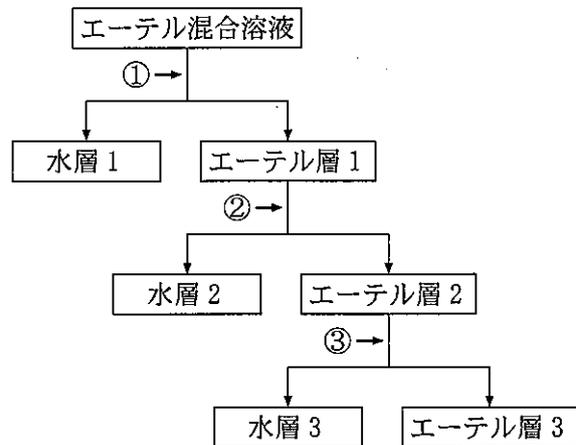


図 1. 有機化合物の分離

水層 1 に水酸化ナトリウム水溶液を加えると化合物 A が、水層 2 に塩酸を加えると化合物 B が、水層 3 に希塩酸を加えると化合物 C が遊離した。エーテル層 3 から、エーテルを蒸発させると化合物 D が残った。

化合物 A の希塩酸溶液を 5℃ 以下に冷却しながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、水に溶ける芳香族 ア 塩である化合物 E が生成した。化合物 E の水溶液を室温にまで加温すると、化合物 F と気体が生じた。5℃ 以下に冷却した化合物 E の水溶液に、ナトリウムフェノキシドの水溶液を加えると橙赤色の化合物 G が生じた。化合物 G のように分子内に イ 基を持つ芳香族 イ 化合物は染料や色素などとして広く用いられている。

触媒を用いて化合物 D を高温で酸化すると、化合物 H が得られた。化合物 H は合成高分子化合物の原料となる。一方で、自然界に存在する 多糖類やタンパク質などの高分子化合物を天然高分子化合物という。

問 1 水層 1～3 に溶解している主要な有機化合物の各水層中における構造式をそれぞれ示せ。

問 2 操作②によって、化合物 B のみを化合物 C と化合物 D から分離することができる理由を、化合物の性質にもとづいて簡潔に説明せよ。

問 3 化合物 E, F, および G に関して、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 空欄 および に入る適切な語を記せ。
- (2) 化合物 F のエーテル溶液に対し操作①~③を行った場合、化合物 F あるいはその塩は水層 1 ~ 3, エーテル層 3 のいずれに移動するか、化合物 F の名称とともに答えよ。
- (3) 下線部(a)の反応を、構造式を使った化学反応式で記せ。

問 4 化合物 H に関して、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) 化合物 H の構造式を記せ。
- (2) 2.5×10^3 g の化合物 H, および同じ物質量のエチレングリコール($C_2H_6O_2$)を完全に縮合重合させて、鎖状の高分子 I を合成したとき、生成する高分子 I の質量(g)を求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。
- (3) 分子量 4.8×10^4 の高分子 I の 1 分子の中に、エステル結合は何個含まれているか求めよ。所定の欄に計算過程を示し、有効数字 2 桁で答えよ。

問 5 下線部(b)に関して、デンプンはヨウ素デンプン反応を示すが、セルロースは示さないことが知られている。この理由を高分子の立体構造にもとづいて説明せよ。

問 6 下線部(c)に関して、次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) タンパク質の水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、冷却後にアンモニア水を加えて塩基性になると橙黄色となった。この反応の名称を答えよ。また、どのような反応が起きているか簡潔に答えよ。
- (2) タンパク質の水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え加熱し、酢酸鉛(II)水溶液を加えると黒色沈殿が生じた。この反応で検出されるタンパク質構成アミノ酸の特徴を答えよ。
- (3) 設問(2)の反応で検出されるアミノ酸の中には、その側鎖(図 2 の R)に含まれる官能基が酸化されることによってアミノ酸どうしの側鎖間に共有結合を形成し、タンパク質の三次構造の形成に重要な役割を果たすものがある。その共有結合の名称と、その結合形成に必要な α -アミノ酸の名称を答えよ。

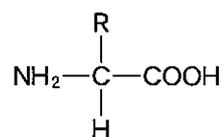


図 2. α -アミノ酸の構造

5 次の(1)~(3)の語句をすべて使って、化学に関して知るところを150字以上200字以内の文章にまとめ、解答欄に記せ。なお、書式は下の注意事項にならうこと。(配点20%)

- (1) ジクロロベンゼン (2) 極性 (3) 異性体

注意事項

1. 各段落の書き出しは一マスあける。
2. 読点には「,」を、句点には「。」を使用し、それぞれ一マスとする。
3. 小さな文字「つ」「ゃ」「ょ」は一マスで使う。
4. 行の末尾の「,」や「。」については下の例に従う。
5. 数字と英語の書き方は、下の例に従う。

ピ	ス	マ	ス	(Bi)	は	原	子	番	号	83	の	第	15	族	元	素	で	あ	る	。	単	50字	
体	の	ピ	ス	マ	ス	は	融	点	27	1	℃	の	金	属	で	あ	り	,	そ	の	原	子	半		径
は	15	6	pm	で	あ	る	。	ピ	ス	マ	ス	化	合	物	は	整	腸	剤	に	も	使	用	さ	れ	100字
る	Bi	₂	O ₃	の	よ	う	に	無	害	な	も	の	が	多	い	が	,	こ	れ	は	同	族	元	素	
の	ヒ	素	や	ア	ン	チ	モ	ン	の	化	合	物	の	場	合	と	は	対	照	的	で	あ	る	。	150字
天	然	の	ピ	ス	マ	ス	は	単	一	の	放	射	性	同	位	体	²⁰⁹	Bi	か	ら	な	る	。		
し	か	し	,	そ	の	半	減	期	は	1.9	×	10	¹⁹	年	と	極	め	て	長	く	,	ほ	と	ん	200字
ど	放	射	線	を	出	さ	な	い	た	め	,	防	護	措	置	な	ど	は	不	要	で	あ	る	。	

正解・解答例

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和6年度） 1 / 5	問題番号	RC-1
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px auto;">1</div>	<p>問1 (ア) 自由電子 (イ) 半導体 (ウ) クーロン力(静電気力) (エ) 配位数</p> <p>問2 原子核の熱振動が激しくなり、電子の流れを妨げるため。</p> <p>問3 (1) P, Cl (2) C, Ar</p> <p>問4 $\text{SiO}_2 + 2\text{C} \rightarrow \text{Si} + 2\text{CO}$</p> <p>問5 (1) (う)</p> <p>(2) 高温になると分子の熱運動が激しくなり、分子間力を無視することができるため。</p> <p>問6 (1) (計算過程) 単格子の一辺の長さが $5.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$ であるから $(2 \times r^+) + (2 \times r^-) = 5.6 \times 10^{-8} \text{ cm}$ から $r^+ + r^- = 5.6 \times 10^{-8} \text{ cm} / 2 = 2.8 \times 10^{-8} \text{ cm}$ $r^- = 2.8 \times 10^{-8} \text{ cm} - r^+$ 一方、イオン半径比が $r^+ / r^- = 0.71$ であるから $r^+ = 0.71 \times r^- = 0.71 \times (2.8 \times 10^{-8} \text{ cm} - r^+) = 1.98 \times 10^{-8} \text{ cm} - 0.71 \times r^+$ $1.71 \times r^+ = 1.98 \times 10^{-8} \text{ cm}$ $r^+ = 1.98 \times 10^{-8} \text{ cm} / 1.71 = 1.15 \times 10^{-8} \text{ cm}$ (解答) $1.2 \times 10^{-8} \text{ cm}$</p> <p>(2) Na^+は4個 Cl^-は4個</p> <p>(3) (計算過程) 単格子内に含まれる Na^+の質量は $23.0 \text{ g/mol} \times 4 / (6.0 \times 10^{23} / \text{mol}) = 1.53 \times 10^{-22} \text{ g}$ 単格子内に含まれる Cl^-の質量は $35.5 \text{ g/mol} \times 4 / (6.0 \times 10^{23} / \text{mol}) = 2.37 \times 10^{-22} \text{ g}$ 単格子の体積は $(5.6 \times 10^{-8} \text{ cm})^3 = 1.8 \times 10^{-22} \text{ cm}^3$ よって密度は $(1.53 \times 10^{-22} \text{ g} + 2.37 \times 10^{-22} \text{ g}) / (1.8 \times 10^{-22} \text{ cm}^3) = 2.16 \text{ g/cm}^3$ (解答) 2.2 g/cm^3</p>		

正解・解答例

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和6年度） 2 / 5	問題番号	RC-2
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
2	<p>問 1</p> <p>(1) 元素記号 Ca 化学反応式 $\text{Ca} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{H}_2\uparrow$</p> <p>(2) $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O}$</p> <p>(3) $\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ （または、$\text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$）</p> <p>(4) $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2\uparrow$ の反応で、生じた CO_2 2.24 L の物質量は、気体の状態方程式より導かれる 1 モルあたりの気体の体積との比から、</p> $\frac{2.24 \text{ L}}{(8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K}) \times 273 \text{ K}) / (1.01 \times 10^5 \text{ Pa})} = 0.0998 \dots \text{ より } 0.100 \text{ mol}$ <p>よって、石灰岩中の CaCO_3 (分子量 100) の質量は $100 \times 0.100 = 10.0 \text{ g}$ (解答) $1.0 \times 10 \text{ g}$</p> <p>問 2</p> $\text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\uparrow$ <p>問 3</p> <p>(1) $3\text{Cu} + 8\text{HNO}_3 \text{ (希)} \rightarrow 3\text{Cu(NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}\uparrow$</p> <p>(2) $\text{Cu} + 4\text{HNO}_3 \text{ (濃)} \rightarrow \text{Cu(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NO}_2\uparrow$</p> <p>(3) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$</p> <p>問 4</p> <p>(1) 負極 $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$ 正極 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$</p> <p>(2) 起電力は 0 V となる。 理由 亜鉛板上で Cu^{2+} と e^- の反応が行われて、電流が流れなくなるため。</p> <p>(3) 流れた電流を x [A] とする。x [A] の電流が 772 秒流れたので、流れた電子の物質量 [mol] は</p> $(x \times 772) \div (9.65 \times 10^4) = x \times 8.0 \times 10^{-3}$ <p>この電子の物質量は、正極で増加した銅の物質量の 2 倍なので、増加した銅の質量から</p> $x \times 8.0 \times 10^{-3} = (1.27 \times 10^{-2} \div 63.5) \times 2 \quad x = 5.0 \times 10^{-2} \text{ A (解答) } 5.0 \times 10^{-2} \text{ A}$ <p>(4) (ウ) 理由 溶液中で CuSO_4 の Cu^{2+} が還元されて減っていくので、CuSO_4 の濃度を高くしておけば、より長時間電流を流すことができる。</p> <p>(5) ③</p>		

正解・解答例

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和6年度） 3 / 5	問題番号	RC-3
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
3	<p>問 1 ア：ゴム状硫黄 イ：脱硫 ウ：加硫 エ：発煙硫酸 オ：酸性雨 カ：水素結合 キ：脱水作用 ク：エチレン（エテン） ケ：水 コ：濃硫酸</p> <p>問 2 物質名：黄リン（または、白リン） 保管方法：水中で保管する。</p> <p>問 3 物質名：弾性ゴム（または、エボナイト） 理由：天然ゴム中では鎖状の高分子が別々に存在しているのに対し、弾性ゴム（またはエボナイト）中では高分子同士が硫黄原子によって架橋され網目状の構造が形成されているため。</p> <p>問 4 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$</p> <p>問 5 (1) 接触法 (2) 式量：S: 32.0, H₂SO₄: 98.0 接触法の反応：硫黄 1 mol から硫酸 1 mol が得られる。</p> <p>計算 $\frac{10.0 \text{ kg の硫黄の物質質量} \times \text{硫酸の分子量} \div \text{硫酸の濃度} \div 1000}{(\text{下線部：H}_2\text{SO}_4 \text{ の質量}) \quad (\text{g} \rightarrow \text{kg})}$ $= \{(10.0 \times 1000) \text{ g} \div 32.0 \text{ g/mol}\} \times 98.0 \text{ g/mol} \div (98.0 / 100) \div 1000$ $= 31.25$ <p style="text-align: right; margin-right: 50px;">答 31 kg (3.1 × 10 kg)</p> </p>		
	<p>問 6 V_2O_5</p> <p>問 7 (1) $2\text{NaOH} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ (2) 亜硫酸ナトリウム</p> <p>問 8 (1) 硫化水素 (2) $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$</p>		

正解・解答例

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和6年度） 4 / 5		問題番号	RC-4
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）			
<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 10px auto;">4</div>	<p>問 1 水層 1 水層 2 水層 3</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <chem>Nc1ccccc1Cl</chem> </div> <div style="text-align: center;"> <chem>OC(=O)c1ccccc1[Na]</chem> </div> <div style="text-align: center;"> <chem>Cc1ccc(O[Na])cc1</chem> </div> </div> <p>問 2</p> <p>化合物 B は炭酸より強い酸なので、炭酸水素ナトリウムと塩を形成し水層に移動するため。</p> <p>問 3</p> <p>(1) (ア) ジアゾニウム (イ) アゾ</p> <p>(2) 移動先：水層 3 化合物名：フェノール</p> <p>(3)</p> <div style="text-align: center;"> <chem>N=[N+]c1ccccc1.[Na]Oc1ccccc1>>Oc1ccc(cc1)/N=N/c2ccccc2.[Na]Cl</chem> </div> <p>あるいは</p> <div style="text-align: center;"> $\left[\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_3^+ \right] \text{Cl}^-$ </div> <p>問 4</p> <p>(1)</p> <div style="text-align: center;"> <chem>OC(=O)c1ccc(cc1)C(=O)O</chem> </div>			

(2) (計算過程)

テレフタル酸の分子量が 166, PET の式量は 192 なので, 2500 g のテレフタル酸が同じ物質のエチレングリコールと完全に縮合重合した場合,
 $192 \text{ g/mol} \times (2500 / 166) \text{ mol} = 2891.5\dots \text{ g}$

(解答) $2.9 \times 10^3 \text{ g}$

(3) (計算過程)

$4.8 \times 10^4 / 192 = 250$ の構成単位数になる。
構成単位中に 2 個のエステルが含まれるので
 $2 \times 250 = 500$

(解答) 5.0×10^2 個

問 5

デンプンはらせん構造を取り, らせん構造内部にヨウ素分子が取り込まれて発色するが, セルロースはらせん構造をとらずヨウ素分子を取り込む事ができないため発色しない。

問 6

(1) 名称 : キサントプロテイン反応

説明 : タンパク質を構成するアミノ酸のうち, 芳香環をもつアミノ酸の芳香環がニトロ化される。

(2) 硫黄を含む

(3) 結合名 : ジスルフィド結合

アミノ酸名 : システイン

正解・解答例

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和6年度） 5 / 5	問題番号	RC-5
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
5	<p>ジクロロベンゼンは分子式 $C_6H_4Cl_2$ で表される芳香族化合物である。この分子には o-体, m-体, および p-体の三つの異性体が存在する。C-H 結合の極性が比較的小さいために、分子全体の極性は主に二つの C-Cl 結合の向きの違いで決まる。p-体は二つの C-Cl 結合が打ち消しあうため分子全体としては極性をもたない。残りの二つは極性をもち、C-Cl 結合の向きが最も揃っている o-体の極性が最大で、m-体はそれよりも小さい。</p>		

採点・評価基準(具体的基準)

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和6年度） 1 / 5	問題番号	RC-1
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
出題のねらい	<p>1 化学結合と物質の状態について基礎的な理解と応用力を問う。</p> <p>問1 化学結合について基礎を理解しているか。</p> <p>問2 電気伝導性と温度の関係について理解しているか。</p> <p>問3 元素の周期性について理解しているか。</p> <p>問4 ケイ素の化学反応について理解しているか。</p> <p>問5 理想気体と実在気体の違いについて理解しているか。</p> <p>問6 単位格子について理解しているか。</p>		
採点基準	<p>1 配点：20 %</p> <p>問1 3.2 %</p> <p>問2 1.6 %</p> <p>問3 (1) 1.6 %, (2) 1.6 %</p> <p>問4 1.6 %</p> <p>問5 (1) 0.8 %, (2) 1.6 %</p> <p>問6 (1) 3.2 %, (2) 1.6 %, (3) 3.2 %</p>		

採点・評価基準(具体的基準)

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和6年度） 2 / 5	問題番号	RC-2
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
出題のねらい	<p>2 金属のイオン化傾向に応じた反応性の違いについて知識と理解を問う。</p> <p>問 1 カルシウムを含む化合物の各種の化学反応について理解しているか。</p> <p>問 2 鉄と希酸との反応を理解しているか。</p> <p>問 3 銅と酸化力が強い酸との反応を理解しているか。</p> <p>問 4 ダニエル型電池の原理を理解しているか。また応用することができるか。</p>		
採点基準	<p>2 配点：20 %</p> <p>問 1 (1) 1.6 % (2) 0.8 % (3) 1.6 % (4) 2.4 %</p> <p>問 2 0.8 %</p> <p>問 3 (1) 0.8 % (2) 0.8 % (3) 0.8 %</p> <p>問 4 (1) 1.6 % (2) 2.4 % (3) 2.4 % (4) 2.4 % (5) 1.6 %</p>		

採点・評価基準(具体的基準)

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和6年度）3／5	問題番号	RC-3
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
出題のねらい	<p>③ 無機物質の性質やその変化の基礎的な知識と応用力を問う。</p> <p>問 1 硫黄とその化合物の特徴や性質を理解しているか。</p> <p>問 2 同素体について理解しているか。</p> <p>問 3 加硫について理解しているか。</p> <p>問 4 二酸化硫黄の特徴を理解しているか。</p> <p>問 5 硫酸の製造法について理解しているか。</p> <p>問 6 接触法について理解しているか。</p> <p>問 7 二酸化硫黄の反応性について理解しているか。</p> <p>問 8 硫化水素の特徴と反応性について理解しているか。</p>		
採点基準	<p>③ 配点：20%</p> <p>問 1 8 %</p> <p>問 2 1.6 %</p> <p>問 3 2.4 %</p> <p>問 4 0.8 %</p> <p>問 5 (1) 0.8 % (2) 2.4 %</p> <p>問 6 0.8 %</p> <p>問 7 (1) 0.8 % (2) 0.8 %</p> <p>問 8 (1) 0.8 % (2) 0.8 %</p>		

採点・評価基準(具体的基準)

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和6年度） 4 / 5	問題番号	RC-4
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
出題のねらい	<p>4 有機化合物と高分子化合物について基礎的な理解と応用力を問う。</p> <p>問 1 有機化合物の分離の原理を理解しているか。</p> <p>問 2 フェノールやカルボン酸等の酸の強さについて理解しているか。</p> <p>問 3 アゾ化合物の反応を理解しているか。</p> <p>問 4 合成高分子の量的関係性を理解しているか。</p> <p>問 5 多糖類の構造と性質を理解しているか。</p> <p>問 6 タンパク質の性質を理解しているか。</p>		
採点基準	<p>4 配点：20 %</p> <p>問 1 2.4 %</p> <p>問 2 1.6 %</p> <p>問 3 (1) 1.6 % (2) 1.6 % (3) 1.6 %</p> <p>問 4 (1) 0.8 % (2) 1.6 % (3) 2.4 %</p> <p>問 5 1.6 %</p> <p>問 6 (1) 2.4 % (2) 0.8 % (3) 1.6 %</p>		

採点・評価基準(具体的基準)

教科・科目名	理科・化学（後期日程試験：令和6年度） 5 / 5	問題番号	RC-5
対象学部・ 学科（課程）等	理学部（化学科）		
出題のねらい	<p>⑤ 様々な知識を論理的に分析して客観的な視点から再構築し，過不足なく表現することは化学のみならず自然科学を学ぶ上で重要な能力である。この大問では，化学における基礎的な語句をテーマとする文章を書かせることで，客観的かつ論理的な思考力と文章力を総合的に評価する。</p>		
採点基準	<p>⑤ 配点：20 %</p> <ol style="list-style-type: none">1. 与えられた用語をすべて使っているか。2. 文法的に正しい表現になっているか。3. 論旨は明確で首尾一貫しているか。4. 化学的に正しい内容であるか。		