

S 令和 5 年度 総 合 問 題

問 題 冊 子

下記

1

2

3

 のうち、2 題を選択し、指定された解答用紙を用いて答えなさい。

1

 (1 ページ)、

2

 (2 ～ 4 ページ)、

3

 (5 ～ 10 ページ)

配付される解答用紙の枚数、解答用紙コードの組合せは次のとおりである。解答用紙コードは解答用紙右上にある。各題の解答用紙の組合せを確認し、選択した 2 題計 4 枚の解答用紙の選択の点線内を黒くぬりつぶしなさい。

1

 (解答用紙コード：801-1 と 801-2) 2 枚

2

 (解答用紙コード：802-1 と 802-2) 2 枚

3

 (解答用紙コード：803-1 と 803-2) 2 枚

「2 題選択の組合せ(解答用紙 4 枚)」は、次の 3 つのうちいずれかである。

1

 (解答用紙コード：801-1 と 801-2) と

2

 (解答用紙コード：802-1 と 802-2)

1

 (解答用紙コード：801-1 と 801-2) と

3

 (解答用紙コード：803-1 と 803-2)

2

 (解答用紙コード：802-1 と 802-2) と

3

 (解答用紙コード：803-1 と 803-2)

注 意 事 項

1. 監督者の指示があるまで、問題冊子を開かないこと。
2. 落丁・乱丁及び印刷不鮮明なものがあれば、すぐに申し出ること。
3. 全ての解答用紙に、本学の受験番号、氏名を記入すること。各解答用紙に受験番号欄が 2 箇所、氏名欄が 1 箇所ある。
4. 各題の解答用紙コードの組合せを上記で確認し、選択した 2 題計 4 枚の解答用紙の選択の点線内を黒くぬりつぶすこと。
5. 上記「2 題選択の組合せ」のいずれでもない場合、又は、解答用紙の選択の点線内を黒くぬりつぶしていない場合は、採点されない。
6. 解答は、解答用紙の指定された解答欄に記入すること。異なる解答用紙・解答欄に記入されたものは採点されない。
7. 解答用紙の裏面は記入しないこと。解答用紙の裏面に記入された部分は採点されない。
8. 解答用紙の※欄は記入しないこと。
9. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。解答用紙は全て回収される。

1 以下の設問(1)から(5)に答えなさい。なお、答えは数字のみではなく、階乗の記号！を含んだ式で答えてもよい。

(1) 1 から 9 までの 9 個の自然数を一列に並べるとき、並べ方は全部で何通りあるかを答えなさい。

(2) 1 から 9 までの 9 個の自然数を正九角形の頂点の位置に並べるとき、並べ方は全部で何通りあるかを答えなさい。ただし、回転させて同じになる並べ方は一通りとみなす。

(3) 1 から 9 までの 9 個の自然数を図 1 のように、正八角形の各頂点とその中央に並べるとき、並べ方は全部で何通りあるかを答えなさい。ただし、回転させて同じになる並べ方は一通りとみなす。

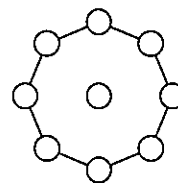


図 1

(4) 1 から 9 までの 9 個の自然数を図 2 のように、正方形の各頂点と各辺の中点および、正方形の中央の合計 9 か所に並べるとき、並べ方は全部で何通りあるかを答えなさい。ただし、回転させて同じになる並べ方は一通りとみなす。

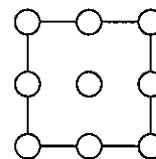


図 2

(5) 設問(4)において、縦 3 列、横 3 行の数字 3 個ずつの和 6 個がすべて同じになるような並べ方は全部で何通りあるかを答えなさい。ただし、回転させて同じになる並べ方は一通りとみなす。

2 次の問題 A, B の両方に答えなさい。

A 次の文章を読んで、以下の設問(1)から(4)に答えなさい。

図 1 に示すように、鉛直方向と角 θ をなす円すい形の摩擦のない斜面の頂点に、長さ l の軽くて伸びない糸の一端を固定し、もう一端に質量 m の小さいおもりをつけた。ただし、重力加速度の大きさを g とする。

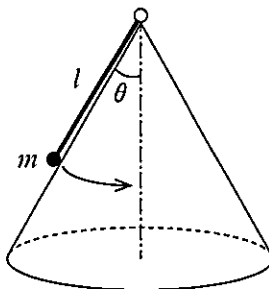


図 1

- (1) おもりが円すい面上で静止しているとき、糸の張力を求めなさい。また、おもりが円すい面から受ける垂直抗力を求めなさい。
- (2) おもりが円すい面上を一定の角速度 ω で円運動しているとき、糸の張力を求めなさい。また、円すい面からおもりが受ける垂直抗力を求めなさい。
- (3) おもりの角速度を少しずつ大きくしていくと、おもりは円すい面から離れた状態で円運動をする。円すい面から離れるときの最小の角速度を求めなさい。
- (4) 図 1 の糸の代わりに、自然の長さが x_0 でばね定数 k の軽いばねを用いて、おもりが円すい面上を離れないよう一定の角速度 ω で円運動をさせる。このときのばねの伸び x を求めなさい。

B 次の文章を読んで、以下の設問(1)から(5)に答えなさい。

図2に示すように、磁束密度 B の鉛直上向きの一様な磁界中に、水平面と 30° の傾きの角をなす十分長い導体のレールが、間隔 l で図のように平行に固定されており、上端には起電力 E の電池と可変抵抗器がつないである。質量 m で、 l より長い導体棒 ab をレールに直角にのせ、直角を保ったままレールに沿って移動するようになっている。ただし、導体の電気抵抗や導体棒とレールとの間の摩擦は無視できるものとする。また、重力加速度の大きさを g とする。

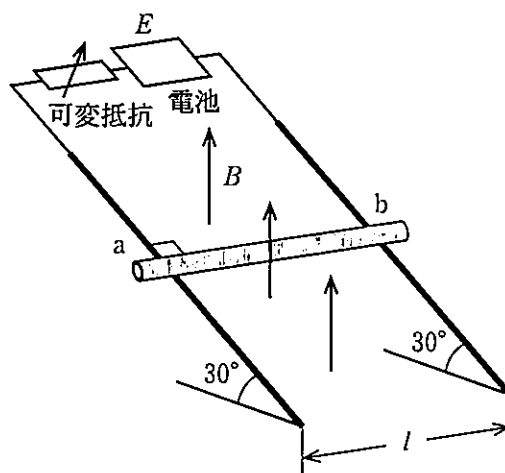


図2

可変抵抗器の抵抗値を R_1 としたとき、導体棒をレール上にそっと置くと導体棒は静止していた。

- (1) 導体棒にかかる重力のレールに平行な方向の大きさを求めなさい。
- (2) 導体棒には $a \rightarrow b$ または $b \rightarrow a$ のどちらの向きに電流が流れているかを答えなさい。
- (3) (2)のとき、導体棒に流れている電流を、 R_1 を含まない式で求めなさい。

可変抵抗器の抵抗値を R_1 より大きな抵抗値 R にすると，導体棒はレールに沿って下降を始め，やがて一定の速度 v_s となった。

(4) ある一定の速度 v_s になる理由を簡潔に説明しなさい。

(5) 一定の速度 v_s を求めなさい。

3 次の問題 A, B, C のすべてに答えなさい。

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いなさい。

原子量 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Na = 23.0$, $S = 32.1$,

$Cu = 63.6$, $Ag = 108.0$, 絶対零度 $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$,

気体定数 $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$, ファラデー定数 $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

A 次の文章を読んで、以下の設問(1)から(9)に答えなさい。

いくつかの切り分けた金属ナトリウムの小片を、容器中のエタノールに少しずつ加えたところ、激しく反応して気体 A を放出し、金属ナトリウムはすべて消失した。^(ア)この気体 A をメスシリンダーによって水中ですべて集め、さらにすべての気体を乾燥剤に通したところ、^(イ)249 mL の気体 A が得られた。^(ウ)

なお、いずれの操作も $27\text{ }^{\circ}\text{C}$, $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で行った。気体はすべて理想気体とし、 $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ における水の飽和蒸気圧を $4.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。なお、有効数字 2 桁まで計算し、答えを求めるために用いた計算式も示しなさい。

- (1) 下線部(ア)の化学反応式を答えなさい。
- (2) 下線部(ア)の反応後の溶液に水を加えて希釈した。この溶液は酸性、中性、塩基性のいずれであるかを答えなさい。
- (3) 下線部(イ)に示した気体 A の捕集方法の名称を答えなさい。
- (4) 下線部(ウ)に示した乾燥剤として適当な薬品の名称を 1 つ答えなさい。
- (5) 気体 A と酸素の混合気体に火を近づけると爆発的に反応した。この反応の化学反応式を答えなさい。

- (6) 金属ナトリウムの保管方法について，そうすべき理由も含めて簡潔に説明しなさい。
- (7) 下線部(エ)に示した気体 A の物質量を答えなさい。
- (8) 下線部(ア)の反応に用いた金属ナトリウムは何 g か答えなさい。
- (9) 下線部(イ)でメスシリンダーに集めた気体は何 mL か答えなさい。

B 次の文章を読んで、以下の設問(1)から(8)に答えなさい。

銅の単体は、赤みを帯びた光沢がある軟らかい金属であり、電気伝導性、熱伝導性が大きいため、電気材料や熱交換器などに使用される。高純度の銅は、黄銅鉱から得た不純物を含む粗銅を あ ^(ア)、純銅板を い ^(イ) として、硫酸銅(Ⅱ)の希硫酸溶液を電気分解することによって得ることができる。

銅は希硝酸に溶解するが、塩酸、希硫酸には溶解しない。これは、硝酸の う ^(ウ) による。この反応で生じる気体は ① だが、すぐに空気中の気体 A と反応し、② の気体 B となる。

銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると、③ の沈殿 C が生じる。この沈殿 C に、過剰のアンモニア水を加えると、④ ^(エ) の溶液となる。これは、セルロースの再生のための試薬として利用される。一方、沈殿 C を加熱すると、⑤ ^(オ) の沈殿 D となる。また、銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に、硫化水素を通じると、⑥ の沈殿 E が生じる。

(1) 文中の ① から ⑥ にあてはまる最も適切な色を選択肢(a)から(k)よりそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。なお、選択肢は複数回使用してもよい。

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (a) 白 色 | (b) 黒 色 | (c) 黄 色 | (d) 緑 色 |
| (e) 灰 色 | (f) 無 色 | (g) 緑白色 | (h) 青白色 |
| (i) 淡青色 | (j) 深青色 | (k) 赤褐色 | |

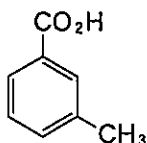
(2) 文中の あ から う にあてはまる適切な語句を選択肢(a)から(f)よりそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (a) 陽 極 | (b) 正 極 | (c) 陰 極 |
| (d) 負 極 | (e) 還元力 | (f) 酸化力 |

- (3) 文中の気体 A, B および沈殿 C, D, E の化学式を答えなさい。
- (4) 下線部(ア)で示した不純物として、銀、亜鉛、ニッケル、鉛が粗銅に含まれている場合、電気分解によって、粗銅の下に沈殿する元素はどれか、元素記号で答えなさい。
- (5) 下線部(イ)について、不純物として銀のみを含む粗銅を 0.40 A の電流で 26 時間 48 分 20 秒電気分解したところ、粗銅は 12.86 g 減少した。粗銅中に銀は重量で何パーセント含まれるか、有効数字 2 桁で答えなさい。答えを求めるために用いた計算式も示しなさい。なお、銀は粗銅中に均一に分布しているとする。
- (6) 電気分解を利用して金属の純度を高める操作を何というか答えなさい。
- (7) 下線部(ウ), (エ)で示した反応の化学反応式を答えなさい。
- (8) 下線部(オ)の試薬名を答えなさい。

- C 次の文章を読んで、以下の設問(1)から(7)に答えなさい。構造式は以下の例にならって記入すること。

[構造式の記入例]



ベンゼンを濃硫酸とともに加熱すると化合物 A が生成した。化合物 A を水
(ア)酸化ナトリウム水溶液で中和して得られた塩に、水酸化ナトリウム(固体)を加
え 300℃ で加熱したところ、化合物 B のナトリウム塩が生成した。また、化
合物 B に混酸(濃硝酸と濃硫酸の混合物)を加え加熱したところ、2 種類の 2
(イ)置換ベンゼン(化合物 C および化合物 D)と、2 種類の 3 置換ベンゼン(化合物
E および化合物 F)が生成した。さらに加熱を続けると化合物 G(黄色結晶)が
生成した。

- (1) 文中の化合物 A から G にあてはまる適切な化合物の構造式をそれぞれ答えなさい。(化合物 C と D, 化合物 E と F はそれぞれ順番は問わない。)
- (2) 文中の化合物 A, B および G の化合物名を答えなさい。
- (3) 下線部(ア)で示した反応の名称を答えなさい。
- (4) 下線部(ア)で示した反応の化学反応式を答えなさい。
- (5) 下線部(ア)で示した反応で 9.0 g の水が生じた。化合物 A は何 g 生成したか、有効数字 2 桁で答えなさい。答えを求めるために用いた計算式も示しなさい。

- (6) 下線部(イ)で示した化合物の化合物名と構造式をそれぞれ答えなさい。
- (7) 化合物 B のジエチルエーテル溶液に、炭酸水素ナトリウム水溶液、あるいは水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り混ぜた。水層に塩酸を加えた後、化合物 B を回収できるのはどちらの水溶液を加えた場合か答えなさい。また、その理由を 150 文字以内で説明しなさい。