

F 2 数学 F 3 物理 F 4 化学

この冊子は、**数学**、**物理** および **化学** の問題を 1 冊にまとめてあります。

数学の問題は、1 ページより 3 ページまであります。
物理の問題は、4 ページより 15 ページまであります。
化学の問題は、16 ページより 27 ページまであります。

[注 意]

- (1) 試験開始の指示があるまで、この冊子を開いてはいけません。
- (2) 監督者から受験番号等記入の指示があったら、解答用紙には志望学科・受験番号を記入してください。解答用マークシートには受験番号及び氏名を記入し、さらに受験番号・志望学科をマークしてください。
- (3) 解答は所定の解答用紙に記入したもの及び解答用マークシートにマークしたものだけが採点されます。
- (4) 解答用マークシートについて
 - ① 解答用マークシートは絶対に折り曲げてはいけません。
 - ② マークには黒鉛筆(HBまたはB)を使用してください。指定の黒鉛筆以外でマークした場合、採点できないことがあります。
 - ③ 誤ってマークした場合は消しゴムで丁寧に消し、消しくずを完全に取除いたうえで、新たにマークしてください。
 - ④ 解答欄のマークは横 1 行について 1 箇所に限ります。2 箇所以上マークすると採点されません。あいまいなマークは無効となるので、はっきりマークしてください。
- (5) 試験開始の指示があったら、初めに問題冊子のページ数を確認してください。
ページの落丁・乱丁、印刷不鮮明等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
- (6) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

化 学

[注 意]

- (1) 計算に必要な場合は、次の値を用いなさい。

元素記号	H	C	N	O	S	Br
原 子 量	1.0	12	14	16	32	80

気体定数 $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 0.082 \text{ atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

($1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$)

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

- (2) 問題によって答え方が違います。問題を十分に注意して読みなさい。
(3) 計算にはこの問題冊子の余白部分を利用しなさい。

- 1** 次の問い(1)～(12)に答えなさい。解答は、最も適切な番号を各問いの1～5のうちから一つ選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。あてはまる解答がない場合には0を、解答が二つ以上ある場合には6をマークしなさい。

(24点)

- (1) 次の分子のうち、無極性分子はどれか。

1 アンモニア 2 水 3 塩化水素
4 二酸化炭素 5 メタノール

- (2) 同位体に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。

1 すべての典型元素について、天然に安定な同位体が存在する。
2 ある元素の同位体同士は、同じ中性子の数をもつ。
3 黒鉛とダイヤモンドは同位体である。
4 原子量は同位体の存在比を反映して計算された相対質量である。
5 元素に放射線を照射して生成した同位体を、放射性同位体という。

- (3) 鉄の原子番号は26である。鉄(Ⅲ)イオンのもつ電子の数は次のうちのどれか。

1 23 2 24 3 25 4 26 5 27

- (4) 周期表の第2周期の元素のうち、最もイオン化エネルギーの小さい元素の最外殻に存在する電子の数はいくらか。

1 1 2 2 3 6 4 7 5 8

- (5) 次の元素のうち、最も電気陰性度の大きなものはどれか。

1 ケイ素 2 窒素 3 硫黄 4 フッ素 5 ヨウ素

- (6) 窒素1分子中に存在する非共有電子対の数はいくらか。

1 0 2 1 3 2 4 3 5 4

(7) ヨウ素の溶液に硫化水素を通じたとき、生成する析出物中の硫黄の酸化数はいくらか。

- 1 -2 2 -1 3 0 4 +1 5 +2

(8) 次の金属イオンを含む水溶液に硫化水素を通じたとき、中性条件において沈殿を生成しないものはどれか。

- 1 Cu^{2+} 2 Ca^{2+} 3 Pb^{2+} 4 Fe^{2+} 5 Zn^{2+}

(9) 次の説明 a ~ c をすべて満たす元素 X と元素 Y の組合せについて正しいものはどれか。

a X の 1 価の陽イオンの電子配置は、Y の電子配置と等しい。

b X は水と激しく反応し、炎色反応で赤紫色を示す。

c Y は大気中に約 1 % 存在する。

- | | |
|-------------|----------|
| 1 X : ナトリウム | Y : ネオン |
| 2 X : ナトリウム | Y : アルゴン |
| 3 X : カリウム | Y : ネオン |
| 4 X : カリウム | Y : 塩素 |
| 5 X : カリウム | Y : アルゴン |

(10) 酸化数が +3 の金属イオンからなる酸化物中、金属の質量パーセントが 52.9 % であるとき、この金属の原子量は次のうちのどの値に最も近いのか。

- 1 13 2 27 3 40 4 54 5 70

(11) 気体の性質に関する次の記述のうち、正しいものはどれか。ただし、気体はすべて理想気体として扱うものとする。

- 1 体積が一定の容器に封入した窒素について、 50°C のときの圧力は 25°C のときの圧力の 2 倍である。
- 2 圧力を一定に保ちながら窒素 1 mol の温度を 25°C から 50°C にしたとき、その体積は 2 倍となる。
- 3 25°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、窒素 2 mol が占める体積は窒素 1 mol が占める体積の 2 倍である。
- 4 25°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において、窒素 1 mol と酸素 1 mol とでは酸素の占める体積の方が大きい。
- 5 体積が一定の容器に窒素 1 mol と酸素 1 mol を封入したとき、酸素の分圧の方が高い。

(12) 同温同圧下、空気の密度に最も近い密度をもつ気体はどれか。ただし、空気の体積組成は窒素 80 %、酸素 20 % とする。

- | | | | | |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 CO | 2 CO ₂ | 3 CH ₄ | 4 NO ₂ | 5 NH ₃ |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|

右のページは白紙です。

- 2 次の記述の (ア) ~ (サ) にあてはまる最も適切な語句を I 欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。また、(①) ~ (③) にあてはまる数値をマークしなさい。同じ番号を何回選択してもよい。あてはまる解答がない場合には 00 を、①~③の数値が 1 ケタの場合には十の位には 0 をマークしなさい。(17 点)

マンガン(原子番号 25)は、M 殻に(①)個、N 殻に 2 個の電子をもつ。マンガンの酸化数が+(②)の過マンガン酸カリウムは、強力な (ア) 剤の一つで、その水溶液は (イ) 色を呈し、硫酸酸性水溶液中で過酸化水素を (ウ) して (エ) (気体)を発生する。このとき、マンガンの酸化数は+(③)に変化する。

酸化マンガン(IV)は水に不溶な (オ) 色化合物で、マンガン乾電池の (カ) 極活物質として使用される。酸化マンガン(IV)は濃塩酸を加えて熱すると溶け、(キ) が発生する。室温で (ク) 色の気体(キ)は水に少し溶け、その一部が水と反応して (ケ) と (コ) を生じる。このとき生じる化合物(ケ)には強い (サ) 作用があるため、この水溶液は漂白などに使われる。

〔I 欄〕

01 酸 化	02 還 元	03 中 和
04 黒	05 白	06 無
07 赤 紫	08 黄 緑	09 青
10 水 素	11 酸 素	12 塩 素
13 塩化水素(塩酸)	14 二酸化硫黄	15 三酸化硫黄
16 硫化水素	17 亜塩素酸	18 塩素酸
19 次亜塩素酸	20 正 -	21 負

3 次の文章を読み、問い(1)～(3)に答えなさい。

(16 点)

分子または陰イオンがもつ非共有電子対が他の陽イオンとの結合に使われ、新しい共有結合ができるとき、その結合を (ア) 結合という。陽イオンが金属イオンであるとき、生成したイオンを (イ) イオンといい、(ア)結合した分子や陰イオンを (ウ) と呼ぶ。たとえば亜鉛(Ⅱ)イオンとアンモニアとによって形成される(イ)イオンは、亜鉛(Ⅱ)イオンに a 個のアンモニア分子が結合したものであり、全体としての電荷は p b 価となる。(ア)結合に関与する陽イオンは金属イオンに限らず、たとえばアンモニアに水素イオンが結合し、アンモニウムイオンになる場合も(ア)結合によるものである。このとき、その立体構造は (エ) 形から (オ) 形へと変化する。

- (1) (ア) ～ (オ) にあてはまる最も適切な語句を I 欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。同じ番号を重複して用いてはいけません。あてはまる解答がない場合には 00 をマークしなさい。

[I 欄]

01 正八面体	02 三角すい	03 非共有	04 配 位
05 正四面体	06 折れ線	07 金 属	08 電子対
09 錯	10 複	11 イオン対	12 価電子
13 直 線	14 配位子	15 電 子	

- (2) a , b にあてはまる 1 ケタの数値、および p にあてはまる正 (+) または負 (-) の符号をそれぞれ解答用マークシートにマークしなさい。 b がゼロの場合には、符号 p は + をマークしなさい。

(3) プレンステッド・ローリーによる酸と塩基の定義に従ったとき、次の1～5の文章において、下線で示した物質のはたらきが、下線部①におけるアンモニアのはたらきと同じであるものを一つ選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。あてはまる解答がない場合には0を、解答が二つ以上ある場合には6をマークしなさい。

- 1 塩化水素が水に溶解する。
- 2 酢酸が水の中で電離する。
- 3 グルコースが水に溶解する。
- 4 金属ナトリウムが水と反応する。
- 5 塩化ナトリウムが水に溶解する。

4 硫酸に関する次の問い(1)～(3)に答えなさい。

(22 点)

- (1) 次の文章の (ア) ～ (カ) にあてはまる最も適切なものをⅠ欄から選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。同じ番号を重複して用いてはいけません。あてはまる解答がない場合には 00 をマークしなさい。

硫黄から製造される硫酸は化学工業上、最も重要な酸である。硫酸のうち、
(ア) は強い吸湿性があり、脱水剤や乾燥剤として用いられる。
(イ) は強い酸性を示し、(ウ)、銀などを除く多くの金属を溶かし水素を発生する。(ア)の製造は、硫黄を空气中で完全燃焼させて生じる
(エ) を、酸化バナジウム(V)の存在下で空气中の酸素により酸化し、これを(ア)に吸収させて(オ)をつくる。これに(イ)を加えて(ア)とする。このような硫酸の工業的製法を(カ)という。

〔Ⅰ欄〕

- | | | |
|---------|------------|---------------|
| 01 硫化水素 | 02 二酸化硫黄 | 03 三酸化硫黄 |
| 04 希硫酸 | 05 濃硫酸 | 06 亜硫酸 |
| 07 発煙硫酸 | 08 鉄 | 09 銅 |
| 10 亜鉛 | 11 オストワルト法 | 12 ハーバー・ボッシュ法 |
| 13 接触法 | | |

- (2) ある温度の硫酸 4.9 g を同じ温度の水 1 L に注いだ。このときに発生した熱がすべて 1 L の水の温度上昇に使われたとすると、水の温度は何度上昇するか。ただし、硫酸の水和熱を 95 kJ/mol、水の密度を 1.0 g/mL、比熱容量を 4.2 J/(g・K) とする。

解答は、有効数字が 2 ケタとなるように 3 ケタ目を四捨五入し、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 c がゼロの場合には、符号 p は + をマークしなさい。

$$\boxed{a} \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (3) 電解槽を用いて希硫酸を電気分解した。使用した電極はいずれも白金板である。1.6 A の電流で 4825 秒間電気分解を行ったとき、陽極で発生した気体は標準状態で何 L になるか。ただし、流れた電流はすべて電気分解に使われたものとする。

解答は、問い(2)と同じ形式で解答用マークシートにマークしなさい。

5 次の問い(1), (2)に答えなさい。

(21 点)

(1) 次の操作で生成する最も適切な化合物を I 欄から選び, その番号を解答用マークシートにマークしなさい。同じ番号を何回選択してもよい。あてはまる解答がない場合には 00 をマークしなさい。解答が二つ以上ある場合には 19 をマークしなさい。

- (a) ベンゼンに鉄粉と塩素を作用させることにより生成する化合物。
- (b) トルエンに過マンガン酸カリウム水溶液を加え, 加温する。その後, 希硫酸を加えることにより生成する化合物。
- (c) エタノールに濃硫酸を加え, 160~170 °C に熱することにより生成する化合物。
- (d) 硫酸水銀(II)を溶かした希硫酸水溶液にアセチレンを通じることにより生成する化合物。
- (e) ヒドロキシ基を有し, 油脂をけん化することにより生成する化合物。

[I 欄]

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| 01 アセトアルデヒド | 02 安息香酸 |
| 03 エタノール | 04 エチレン(エテン) |
| 05 クロロベンゼン | 06 酢 酸 |
| 07 サリチル酸 | 08 ジエチルエーテル |
| 09 <i>o</i> -ジクロロベンゼン | 10 フェノール |
| 11 ホルムアルデヒド | |
| 12 エチレングリコール(1, 2-エタンジオール) | |
| 13 グリセリン(1, 2, 3-プロパントリオール) | |

(2) A は炭素、水素からなる二重結合を一つもつアルケンである。A を臭素水に通じたところ、化合物 B が生成した。B の分子量は A の約 3.85 倍であった。次の(a)~(c)の文のうち、 内の一つのカタカナに 0 から 9 までの数字が一つあてはまる。その数字を解答用マークシートにマークしなさい。与えられたケタ数よりも少ないケタがあてはまる場合は、上位のケタを 0 とし、右につめた数値としなさい。なお、立体異性体は異なる化合物として数えなさい。

(a) A の分子式は C H である。

(b) A として考えられる化合物は全部で 個ある。

(c) A と同じ分子式をもつ飽和炭化水素 C がある。C として考えられる化合物は全部で 個ある。