

問題・解答
用紙番号

9

の解答用紙に解答しなさい。

化 学

〈受験学部・学科〉

理工学部，薬学部，農学部 [注]文系科目型を除く

問題は100点満点で作成しています。

解答にあたっては，下記の注意事項に従うこと。

1. 数字をマークするように求められたときは，次の例に従ってマークせよ。

例1. 問題に $\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$ とあるとき，

$\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$
計算結果が 7.103 ならば，四捨五入して 0 7 1 0 をそれぞれマークせよ。

例2. 問題に $C \boxed{a} H \boxed{b} \boxed{c} N \boxed{d} O \boxed{e}$ とあるとき，

$\boxed{a} \boxed{b} \boxed{c} \boxed{d} \boxed{e}$
答えが $C_2H_7NO_2$ ならば，2 0 7 1 2 をそれぞれマークせよ。

上の例のように，0 や 1 もマークし，空欄を残さないこと。

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $S = 32.0$

気体定数 $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

I 次の問1～6に答えよ。(23点)

問1 次のうち、 25°C において、浸透圧が最も大きいものをa～eから選んでマークせよ。ただし、水溶液中の電解質は完全に電離しているものとする。

- a. 0.020 mol/L のグルコース水溶液
- b. 0.030 mol/L の塩化カルシウム水溶液
- c. 0.030 mol/L の硫酸マグネシウム水溶液
- d. 0.040 mol/L の塩化ナトリウム水溶液
- e. 0.040 mol/L のスクロース水溶液

問2 0°C の氷 90 g に 48 kJ の熱量を加えると、氷は融解して 90 g の水になった。この水の温度を $\boxed{a} \boxed{b}^\circ\text{C}$ と表すとき、a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、氷の融解エンタルピー（融解熱）は 6.0 kJ/mol 、水 1.0 g の温度を 1.0°C 上昇させるのに必要な熱量は 4.2 J とする。また、熱は失われず、すべて状態変化と温度変化に使われたものとする。

問3 次の水溶液のうち、酸性を示すものとして最も適切なものをa～eから選んでマークせよ。

- a. CH_3COONa 水溶液 b. NaCl 水溶液 c. Na_2CO_3 水溶液
- d. Na_2SO_4 水溶液 e. NH_4Cl 水溶液

問4 同容積の容器が2つある。片方の容器に、ある質量の窒素を封入したところ、圧力は $1.6 \times 10^5 \text{ Pa}$ であった。この窒素と同じ質量の酸素をもう一方の容器に封入したときの圧力を $\boxed{a} \boxed{b} \times 10^{\boxed{c}} \text{ Pa}$ と表すとき、a～cに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、2つの容器内の温度は同じものとする。

問5 次の水溶液のうち、チオシアン酸カリウム水溶液を加えると血赤色を呈するものを a～e から選んでマークせよ。

- a. 塩化亜鉛水溶液 b. 塩化鉄(Ⅲ)水溶液 c. 硝酸銀水溶液
d. 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 e. 硫酸銅(Ⅱ)水溶液

問6 次の①～③のグループについて、それぞれに含まれる化合物に共通する性質を a～e からそれぞれ選んでマークせよ。

- ① 2-プロパノール, アセトン, エタノール
② ギ酸, グルコース, ホルムアルデヒド
③ アセトアニリド, 酢酸メチル, 油脂

- a. 臭素水を加えると、すみやかに臭素の色が消える。
b. ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温めると、特異臭をもつ黄色沈殿を生じる。
c. さらし粉水溶液を加えると、赤紫色を呈する。
d. アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱すると、銀が析出する。
e. 酸または塩基の水溶液を加えて加熱すると、加水分解される。

Ⅱ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(24点)

原子を構成する電子は、原子核を取り囲む [ア] とよばれるいくつかの層に分かれて存在している。[ア] のうち、[1] は原子核に最も近い内側にある。電子は、原子核に近いものほど原子核に強く引きつけられて安定な状態になるため、電子は原則として原子核に近い [1] から順に入っていく。内側から n 番目の [ア] に入る電子の最大数は [A] 個と表すことができる。

原子中で、最も外側の [ア] 中にある電子を最外殻電子という。原子番号10の [イ] 原子の場合、最外殻である [2] に [B] 個の電子が入り、最大数の電子で満たされている。一方、原子番号9の [ウ] 原子の場合、最外殻である [3] に [C] 個の電子が入る。そのため、[ウ] 原子は電子を [D] 個受け取り、[E] 価の [エ] イオンになりやすい。

問1 [ア] ～ [エ] に該当する語句を a～j からそれぞれ選んでマークせよ。なお、必要ならば繰り返し選んでよい。

- | | | | |
|---------|----------|--------|--------|
| a. アルゴン | b. 陰 | c. 酸素 | d. 電子殻 |
| e. 電子対 | f. ナトリウム | g. ネオン | h. フッ素 |
| i. ヘリウム | j. 陽 | | |

問2 [1] ～ [3] に該当する語句を a～d からそれぞれ選んでマークせよ。なお、必要ならば繰り返し選んでよい。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| a. K 殻 | b. L 殻 | c. M 殻 | d. N 殻 |
|--------|--------|--------|--------|

問3 [A] に該当する文字式を a～d から選んでマークせよ。

- | | | | |
|----------|---------|-----------|---------|
| a. n^2 | b. $2n$ | c. $2n^2$ | d. $4n$ |
|----------|---------|-----------|---------|

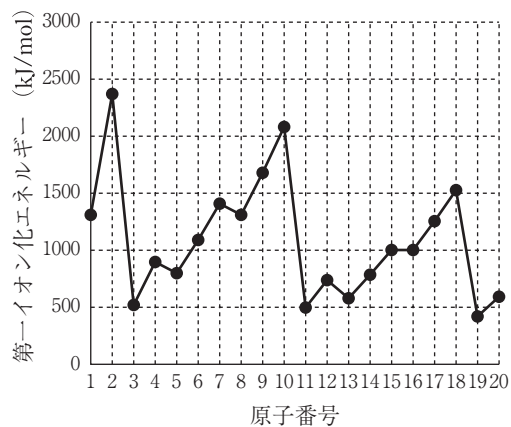
問4 [B] ～ [E] に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問5 原子番号10の原子に関する記述として適切なものを a～e から選んでマークせよ。

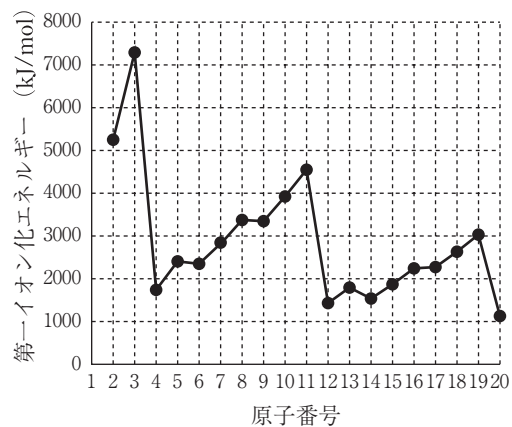
- a. 0°C , $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ において気体であり、風船や飛行船の浮揚ガスとして使われる。
- b. 2 価のマグネシウムイオンと同じ電子配置をとる。
- c. 原子間で不対電子を共有し、二原子分子を形成する。
- d. 貴ガス（希ガス）のうち、沸点が最も高い。
- e. 貴ガス（希ガス）のうち、大気中の存在比（体積%）が最も大きい。

問6 原子から最外殻電子1個を取り去って、1価の陽イオンにするのに必要なエネルギーを第一イオン化エネルギーという。原子番号と第一イオン化エネルギーの関係を示すグラフとして最も適切なものをa～dから選んでマークせよ。

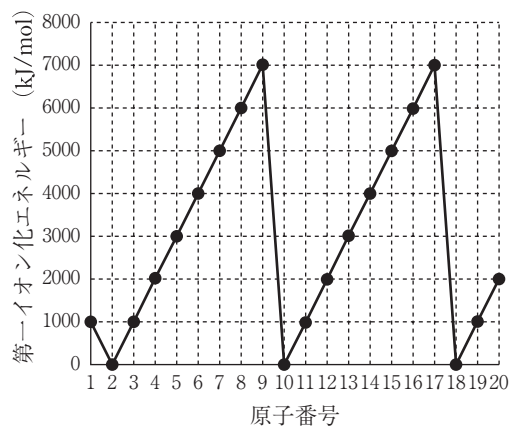
a.



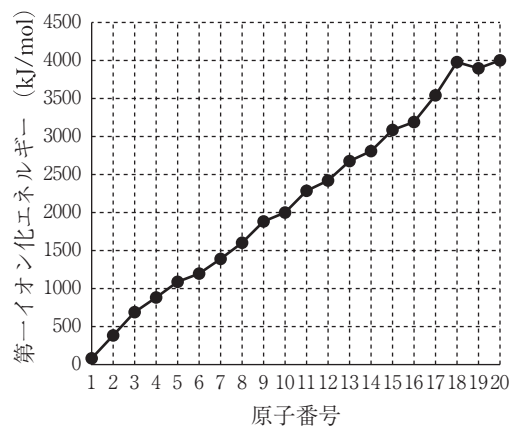
b.



c.



d.



Ⅲ 次の文を読み、問 1 ～ 6 に答えよ。(27点)

硫化水素 H_2S や二酸化硫黄 SO_2 、硫酸 H_2SO_4 は硫黄化合物であり、それぞれ特有の性質を有する。硫化水素は水に少し溶け、その水溶液は [ア] 性を示す。また、硫化水素は、^① 多くの金属イオンと水溶液中で反応して硫化物の沈殿を生じるため、金属イオンの分離や検出に利用される。

二酸化硫黄は [イ] 剤としてはたらくことが多い。しかし、硫化水素水溶液との反応では、硫化水素よりも二酸化硫黄の [イ] 作用が [ウ] ため、二酸化硫黄が硫黄の単体に変化する。

^② 二酸化硫黄を、酸化バナジウム(V) V_2O_5 が主成分の触媒下で空気中の酸素と反応させて三酸化硫黄 SO_3 とし、濃硫酸に吸収させて発煙硫酸とした後、これを希硫酸と混合すると濃硫酸が得られる。濃硫酸は、^③ 脱水作用、不揮発性などの性質を有している。 また、希硫酸は濃硫酸を水で薄めて調製される。

問 1 [ア] ～ [ウ] に該当する語句を a ～ h からそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| a. 大きい | b. 還元 | c. 強塩基 | d. 強酸 |
| e. 酸化 | f. 弱塩基 | g. 弱酸 | h. 小さい |

問 2 下線部①に関連して、酸性の条件下、硫化水素水溶液と反応させると黒色沈殿を生じるイオンを a ～ g から 2つ 選んでマークせよ。

- | | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| a. Ag^+ | b. Al^{3+} | c. Cu^{2+} | d. Fe^{2+} |
| e. Fe^{3+} | f. Na^+ | g. Zn^{2+} | |

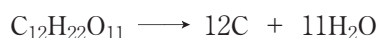
問 3 下線部②の硫酸の工業的製法の名称を a ～ e から選んでマークせよ。

- | | | |
|------------|---------------|--------|
| a. オストワルト法 | b. クメン法 | c. 接触法 |
| d. ソルバー法 | e. ハーバー・ボッシュ法 | |

問 4 濃硫酸と塩化ナトリウムを反応させたときに生じる化合物を a ～ d から選んでマークせよ。

- | | | | |
|-----------------|-------------------------|------------------|------------------|
| a. HCl | b. H_2S | c. SO_2 | d. SO_3 |
|-----------------|-------------------------|------------------|------------------|

問 5 下線部③の作用により、スクロース ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) [a] . [b] [c] g が完全に炭化して、3.96 g の水が生成した。a ～ c に該当する数字をそれぞれマークせよ。なお、スクロースが炭化される化学反応式は以下のように表される。



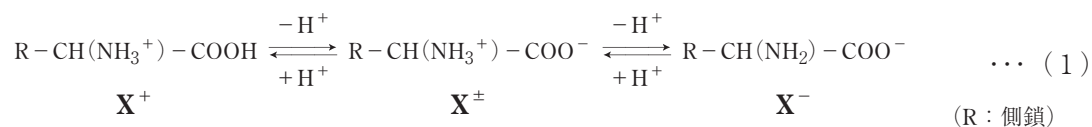
問6 1.00 mol/L の希硫酸 500 mL を調製するために必要な濃硫酸の体積は、 . mL
である。a ～ c に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、濃硫酸の質量パーセント濃度は 98.0%，密度は 1.83 g/cm³ とする。

Ⅳ 次の文を読み、問 1 ～ 6 に答えよ。(26点)

アミノ酸は分子内に酸性を示す **ア** 基と塩基性を示す **イ** 基をもち、このうち同一の炭素原子に **ア** 基と **イ** 基が結合しているアミノ酸を α -アミノ酸という。約 20 種の α -アミノ酸はタンパク質の構成成分であり、このうち、動物が食物から摂取する必要があるものを **ウ** アミノ酸という。また、 α -アミノ酸には、**A** を除いたすべてに **エ** 原子があり、**オ** 異性体が存在する。この異性体は D 体と L 体で区別されており、天然由来のタンパク質を構成するアミノ酸のほとんどは、**B** であることが知られている。

アミノ酸は、結晶中では **ア** 基の H が H^+ となって **イ** 基に結合し、分子内に正と負の両電荷をもつ **カ** イオンとして存在している。一方、水溶液中のアミノ酸は、式 (1) に示すように、陽イオン、**カ** イオンおよび陰イオンが平衡状態にある。アミノ酸水溶液の pH を適切に調節すると、水溶液中のアミノ酸の正と負の電荷がつり合い、電荷の総和が 0 となる。このような pH をアミノ酸の **C** という。

ある中性アミノ酸 **X** の **C** は、電離定数を用いて求めることができる。**X** は水溶液中で式 (1) に示す 3 種類のイオン X^+ 、 $X^\pm$ 、 X^- の形で存在する。



式 (1) で表すイオン (X^+ 、 $X^\pm$ 、 X^-) の間には、式 (2) および (3) に示す 2 つの平衡が成り立っている。



X^+ 、 $X^\pm$ 、 X^- 、 H^+ のモル濃度をそれぞれ $[X^+]$ 、 $[X^\pm]$ 、 $[X^-]$ 、 $[H^+]$ とおく。式 (2) および (3) の電離定数をそれぞれ K_1 および K_2 とすると、これらは式 (4)、(5) のように表わされる。

$$K_1 = \frac{[X^\pm][H^+]}{[X^+]} \quad \cdots (4)$$

$$K_2 = \frac{[X^-][H^+]}{[X^\pm]} \quad \cdots (5)$$

式(4)および(5)から、 K_1 、 K_2 をまとめると、式(6)が得られる。

$$K_1 \times K_2 = \frac{[\mathbf{X}^-][\mathbf{H}^+]^2}{[\mathbf{X}^+]} \quad \cdots (6)$$

$\mathbf{X}$ の[C]では、 $[\mathbf{X}^+] = [\mathbf{X}^-]$ であるから、式(6)は $[\mathbf{H}^+] = \sqrt{K_1 \times K_2}$ となる。

問1 [ア] ~ [カ] に該当する語句をa~kからそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | | |
|--------|---------|----------|------------|
| a. アミノ | b. 活性炭素 | c. カルボキシ | d. カルボニル炭素 |
| e. 鏡像 | f. 構造 | g. 酸素 | h. シス-トランス |
| i. 双性 | j. 必須 | k. 不斉炭素 | |

問2 [A] に該当するアミノ酸をa~eから選んでマークせよ。

- | | | |
|------------|-------------|-----------|
| a. アラニン | b. グリシン | c. グルタミン酸 |
| d. トリプトファン | e. フェニルアラニン | |

問3 [B] に該当する語句をa~cから選んでマークせよ。

- | | | |
|-------|-------|-----------------------|
| a. D体 | b. L体 | c. ラセミ体 (D体とL体の等量混合物) |
|-------|-------|-----------------------|

問4 [C] に該当する語句をa~cから選んでマークせよ。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| a. 三重点 | b. 中和点 | c. 等電点 |
|--------|--------|--------|

問5 $\mathbf{X}$ の[C]を[a].[b]と表すとき、aおよびbに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、 $\mathbf{X}$ の電離定数 K_1 および K_2 は、それぞれ $4.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ および $2.50 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ とする。

問6 pH8.0の $\mathbf{X}$ の水溶液中に存在する $\mathbf{X}^-$ の濃度は、 $\mathbf{X}^+$ の濃度の[a].[b] $\times 10^{\text{[c]}}$ 倍である。a~cに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、 $\mathbf{X}$ の電離定数 K_1 および K_2 は、それぞれ $4.00 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ および $2.50 \times 10^{-10} \text{ mol/L}$ とする。