

K 3 物 理

K 4 化 学

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

数学科は、物理または化学のどちらかを選択

建築学科と電気電子情報工学科は物理指定

物理の問題は、1 ページより 18 ページまであります。

化学の問題は、19 ページより 30 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、解答用マークシートに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り除いたうえ、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

- 1 次の記述(1)～(9)を読み、(ア)～(セ)に最も適当な元素をA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(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。なお、A欄は周期表を模しており、例えば、答えが第2周期-第2族の元素であるBeの場合は01をマークしなさい。それぞれの記述で解答欄が複数ある場合、小さい番号順にその数字をマークすること。また、同じ番号を何回用いても良い。(16点)

- (1) (ア) の2価イオンは淡桃色を呈し、酸化物は一次電池の正極として用いられている。なお、(ア) の原子量は (イ) のそれに比べて大きい。
- (2) ステンレス鋼に含まれるFe以外の金属は、主に (イ) と (ウ) である。
- (3) 地殻中に最も多く含まれる元素は (エ) である。
- (4) (オ) の単体は二原子分子であり、常温常圧で液体である。
- (5) ボーキサイトから得られる (カ) はジュラルミンの主成分である。
- (6) 1, 2族以外の典型元素の中で (キ) と (ク) の酸化物は、酸とも強塩基とも反応する両性酸化物である。
- (7) (ケ) は湿った空气中で緑青を生じる性質をもち、さらにA欄に示す遷移元素の中で最も大きな原子番号をもつ元素である。
- (8) (コ) や (サ) の酸化物は酸性雨の原因物質となる。
- (9) 卵の殻の主成分や石灰石は (シ) と (ス) と (セ) からなる化合物である。

A 欄

族 周期	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	01											02	03	04	05	06	07
3	08	09											10	Si	11	12	13	14
4	15	16	Sc	Ti	V	17	18	19	Co	20	21	22	Ga	Ge	As	Se	23	24

- 2 次の記述(1), (2)を読み, (ア)~(ウ)に最も適当なものをA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, (i)~(iii)にあてはまる数値を有効数字が3桁になるように4桁目を四捨五入して求め, 次の形式で解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。指数 d がゼロの場合の符号 p には+をマークしなさい。

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

↑
小数点
↑
正負の符号

なお, 必要ならば, 下記の数値を用いなさい。 (17点)

原子量の概数値: H 1.0, C 12.0, O 16.0

標準状態での気体 1 mol の体積: 22.4 L

- (1) 物質 1 グラムの温度を 1°C 上昇させるのに必要な熱量を比熱といい, その単位を (ア) として表すことができる。ここで, 0°C の氷 90.0 g を 100°C の水蒸気にするために 272.8 kJ の熱量を必要とした。氷の融解熱を 6.00 kJ/mol, 100°C における水の蒸発熱を 41.0 kJ/mol として計算すると, 水の比熱は (i) (ア) と求められる。
- (2) 標準状態で 11.2 L のメタンとエタンの混合気体を完全燃焼させたところ, 標準状態で 155 L の空気が必要であった。このとき, 燃焼後に生成した二酸化炭素の体積は標準状態で (ii) L である。また, この条件を満たす燃焼前のメタンとエタンの物質質量比は, おおよそ $\text{CH}_4 : \text{C}_2\text{H}_6 =$ (イ) : (ウ) (最小整数比) となる。このとき発生する熱量は 646.5 kJ であった。メタンの燃焼熱が 891 kJ/mol であるとする, エタンの燃焼熱は (iii) kJ/mol と求められる。ただし, 生成する水は液体であるとして, 蒸発熱は考えないものとする。なお, 気体は理想気体として取り扱うものとし, 酸素は空気中に 21.0 体積 % 存在するものとする。

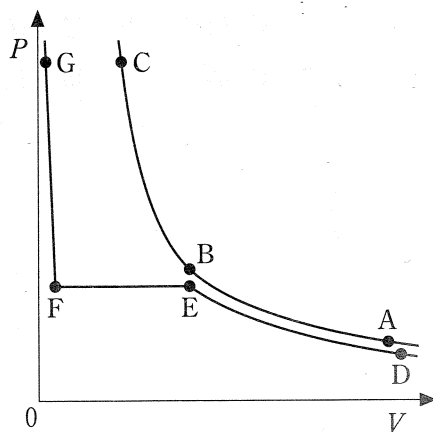
A 欄

01 1	02 2	03 3	04 4
05 5	06 6	07 7	08 8
09 9	10 10	11 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{g}\cdot\text{J}$	12 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{g}/\text{J}$
13 $^{\circ}\text{C}/(\text{g}\cdot\text{J})$	14 $\text{g}/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{J})$	15 $\text{g}\cdot\text{J}/^{\circ}\text{C}$	16 $\text{J}/(\text{g}\cdot^{\circ}\text{C})$
17 $^{\circ}\text{C}\cdot\text{J}/\text{g}$	18 $1/(^{\circ}\text{C}\cdot\text{g}\cdot\text{J})$		

3 次の記述の(ア)～(シ)に最も適当なものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。

(17 点)

温度が一定のとき圧力は体積に
 (ア) するという (イ) の法則が
 成り立ち、さらに、圧力が一定のとき温度
 が 1°C 上下するごとにその体積が 0°C の
 ときの体積の 273 分の 1 ずつ増減するとい
 う (ウ) の法則に従う気体を
 (エ) と呼ぶ。そのような性質は、
 (エ) が (オ) を持たなくて、
 (カ) がないと仮定することによって



図

生じる。この場合、圧力 P 、体積 V 、物
 質量 n 、(キ) R 、絶対温度 T の間には $PV = nRT$ という関係がある。こ
 れを (ク) という。この式によると (工) は 0 K のとき体積がなくな
 ってしまう。

ここで、ある温度 T_1 において、図中の A 点の状態にある (工) に圧力を
 かけていくと、A 点—B 点—C 点を通る (ア) 曲線をたどる。

一方、(ケ) は (オ) も (カ) も無視できないので、その補正を
 (工) の (ク) に当てはめることによって (ケ) の (ク) が得
 られる。その一つに次式で表される (コ) の式がある。

$$(P + a \frac{n^2}{V^2})(V - nb) = nRT$$

a は (カ) に関する定数であり、気体の種類により異なる。 b は
 (オ) の効果を表す定数である。 a 、 b 二つあわせて (コ) 定数と呼ば
 れている。

T_1 において D 点の状態にある (ケ) を圧縮していくと E 点で (サ)
 が始まる。そこからは体積を小さくしても気体が液体に (サ) することに

よって圧力は一定に保たれる。この圧力を温度 T_1 における シ という。
 体積減少が F 点まで進むと、全ての気体が液化するので、体積を減少させるためには大きな圧力が必要になり、グラフは F 点—G 点のように体積はほとんど変化しなくなる。温度を上げていくと曲線は原点から遠ざかるとともに、
サ による圧力一定の範囲は狭くなっていき、物質によって決まるある温度で サ しなくなる。その温度は臨界温度と呼ばれる。

A 欄

- | | | |
|--------------|------------|-------------|
| 01 仮想気体 | 02 気体定数 | 03 凝 固 |
| 04 凝 縮 | 05 シャルル | 06 実在気体 |
| 07 状態方程式 | 08 ドルトン | 09 熱化学方程式 |
| 10 濃 縮 | 11 パスカル | 12 反応速度式 |
| 13 反応定数 | 14 反比例 | 15 比 例 |
| 16 ファンデルワールス | 17 分 圧 | 18 分子間に働く引力 |
| 19 分子間に働く反発力 | 20 分子自身の質量 | 21 分子自身の体積 |
| 22 平衡定数 | 23 ボイル | 24 放物線 |
| 25 飽和蒸気圧 | 26 ボッシュ | 27 ボルツマン定数 |
| 28 ラウール | 29 理想気体 | 30 臨界圧 |
| 31 ルシャトリエ | | |

- 4 次の記述(1)～(4)を考慮して、①～⑦の問いに答えなさい。問①、③、⑤、⑦については、指示に従って解答用マークシートにマークしなさい。ただし、同じ番号を何回用いてもよい。問②、④、⑥については、あてはまる数値を有効数字が3桁になるように4桁目を四捨五入して求め、次の形式で解答用マークシートにマークしなさい。指数 d が0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

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

↑
小数点
↑
正負の符号

なお、必要ならば、下記の数値を用いなさい。 (17点)

原子量の概数値：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Na 23.0,
Al 27.0, Cl 35.5, K 39.1, Fe 55.9, Cu 63.6

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

標準状態での気体 1 mol の体積：22.4 L

- (1) 物質Aの飽和水溶液に2枚の白金板を接触しないように浸漬し、これらの白金板を外部電源の正極と負極にそれぞれつないで直流の電流を流すと、外部電源の負極につないだ白金板と正極につないだ白金板においてそれぞれ気体BとCが発生する。
- (2) (1)を工業的に効率よく行うために、陰極と陽極はそれぞれ銅電極と炭素電極を用い、陰極側と陽極側の電解槽を陽イオンだけを通過させる膜で仕切る。そして、両方の室に溶液の供給口と排出口および気体の排出口を設ける。陰極側の溶液の供給口から水を、陽極側溶液の供給口から飽和A水溶液をそれぞれ加えて電気分解を行うと、陰極側の溶液の排出口から濃度の高いD水溶液が得られる。
- (3) (2)のD水溶液について、(1)と同じように2枚の白金板と外部電源を用いて、電気分解を2.00 Aの電流で32分10秒間行くと、外部電源の負極側の白金板と正極側の白金板においてそれぞれ気体EとFが発生する。

(4) (1)の飽和A水溶液にアンモニアと二酸化炭素を吹き込むと物質Gが沈澱し、これを集めて焼くと物質Hが得られる。

- ① (1)の外部電源の負極につないだ白金板における反応をA欄より選び、番号を示しなさい。
- ② (1)で得られた気体Cを鉄粉存在下でベンゼンと反応させて得られた生成物は、水に溶けにくく重い液体である。この生成物の分子量を求めなさい。
- ③ (2)の方法をB欄より選び、番号を示しなさい。
- ④ (2)のD水溶液を20倍希釈した水溶液50.0 mLを0.100 mol/Lの硫酸で中和滴定したところ、74.6 mLを要した。陰極側の溶液の排出口から出たD水溶液の濃度(mol/L)を求めなさい。
- ⑤ (3)の陰極における反応をA欄より選び、番号を示しなさい。
- ⑥ 標準状態における(3)の気体Fの発生量(mL)を求めなさい。
- ⑦ (4)の方法をB欄より選び、番号を示しなさい。

A 欄

- | | |
|---|---|
| 0 $2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$ | 1 $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ |
| 2 $\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$ | 3 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$ |
| 4 $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$ | 5 $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ |
| 6 $4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4\text{e}^-$ | 7 $2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$ |
| 8 $\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$ | 9 $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ |
| 10 $\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$ | |

B 欄

- | | |
|--------------|-------------|
| 1 オストワルト法 | 2 アンモニアソーダ法 |
| 3 ハーバー・ボッシュ法 | 4 隔膜法 |
| 5 イオン交換膜法 | 6 融解塩電解 |

- 5** 次の事項(1)~(12)に関して、 a 、 b 、 c の大小関係を正しく示しているものをA欄より選び、その番号を解答用マークシートにマークしなさい。なお、同じ番号を何回用いても良い。また、必要ならば下記の数値を用いなさい。(16点)

原子量の概数値：H 1.0, C 12.0, O 16.0

(1) 沸 点

メタン($a^{\circ}\text{C}$) ブタン($b^{\circ}\text{C}$) ヘキサン($c^{\circ}\text{C}$)

(2) 沸 点

メタノール($a^{\circ}\text{C}$) ブタン($b^{\circ}\text{C}$) 酢 酸($c^{\circ}\text{C}$)

(3) 沸 点

2-ブタノール($a^{\circ}\text{C}$) 1-ブタノール($b^{\circ}\text{C}$)

2-メチル-2-プロパノール($c^{\circ}\text{C}$)

(4) 25 $^{\circ}\text{C}$ における水 100 g に対する溶解度

エタノール(a g) ヘキサン(b g) ジエチルエーテル(c g)

(5) 25 $^{\circ}\text{C}$ における 0.01 mol/L 水溶液の pH

エタノール(a) 酢 酸(b) トリエチルアミン(c)

(6) 位置異性体の数

ペンタクロロベンゼン(a 個) ジクロロベンゼン(b 個)

トリクロロベンゼン(c 個)

(7) 光学異性体の数

2-クロロブタン(a 個) 2-ブロモ-3-クロロブタン(b 個)

1-ブロモ-3-クロロブタン(c 個)

(8) 一分子に含まれる水酸基の数

グルコース(a 個)

グリセリン(b 個)

エチレングリコール(c 個)

(9) 化合物を構成する元素の種類

ヘキサン(a 個)

メタノール(b 個)

ベンゼン(c 個)

(10) 分子量

ジエチルエーテル(a)

1-ブタノール(b)

2-メチル-2-プロパノール(c)

(11) 分子量

ギ酸プロピル(a)

プロピオン酸(b)

酢酸エチル(c)

(12) 炭素の含有率

エチルベンゼン(a %)

p -キシレン(b %)

スチレン(c %)

A 欄

0 $a < b < c$

1 $a < c < b$

2 $b < a < c$

3 $b < c < a$

4 $c < a < b$

5 $c < b < a$

6 $a = b < c$

7 $a = c < b$

8 $a < b = c$

9 $b < a = c$

10 $a = b = c$

- 6 次の記述の(ア)～(コ)に最も適当なものをA欄より選び解答用マークシートにマークしなさい(番号の中の0という数字も必ずマークすること)。なお、(a)～(d)は解答しなくてよい。また、(i)および(ii)にあてはまる数値を有効数字が2桁になるように3桁目を四捨五入して求め、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0の場合の符号 p には+をマークしなさい。

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

↑ 小数点
 ↑ 正負の符号

なお、必要ならば、下記の数値を用いなさい。

(17 点)

原子量の概数値：H 1.0, C 12.0, N 14.0, O 16.0, Na 23.0,
K 39.1, I 126.9

天然の高分子化合物には、多糖類やタンパク質がある。とくに、 α -グルコースのみで構成される (ア) あるいは α -アミノ酸のみで構成される (イ) は、それぞれ、 α -グルコースあるいは α -アミノ酸の (ウ) により長くつながってできた構造をもつ化合物である。

(ア) は数百～数万個の α -グルコースの構造単位が繰り返し結合したもので、たとえば、 α -グルコース分子 8.8×10^2 個からなる (ア) の分子量はおよそ (i) となる。(ア) は、水に溶解する部分と溶解しない部分に分かれる。溶解する部分は (エ) とよばれ、 α -グルコースが (オ) 結合により直鎖状に連結されたものである。また、溶解しない部分は (a) とよばれ、 α -グルコースが (オ) 結合と (b) 結合により枝分かれ状に連結されたものである。さらに、(エ) の立体構造は (カ) の構造となる。つぎに、(エ) を含む水溶液に室温でヨウ素ヨウ化カリウム水溶液を加えると (キ) 色となる。その後この溶液を加熱すると (c) 色となる。

(イ) は α -アミノ酸のポリペプチドのみを成分とする。構成する α -アミノ酸の種類や割合により、(イ) の種類は異なるが、その成分元素の

はほぼ同じになる。成分元素のひとつである窒素の はおよそ 12～19 % である。たとえば、窒素元素を 14 % 含んでいる があり、これを 50 % 含有するある食品(以外に窒素成分を含まない食品) 2.0 g を水酸化ナトリウムとともに加熱して完全に分解したとすると、アンモニアはおよそ g 発生することになる。つぎに、 を構成する α -アミノ酸の配列順序を といい、この立体的な構造を総称して高次構造という。高次構造には , シート状などに代表される がある。ここで、 を含む水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加え、さらに硫酸銅(Ⅱ)水溶液を少量加えると赤紫色となる。このような反応を 反応という。

A 欄

- | | | |
|------------|--------------|------------|
| 01 デンプン | 02 セルロース | 03 単純タンパク質 |
| 04 複合タンパク質 | 05 付加重合 | 06 縮合重合 |
| 07 アミロース | 08 アミロペクチン | 09 直線状 |
| 10 らせん状 | 11 波 状 | 12 球 状 |
| 13 質量パーセント | 14 体積パーセント | 15 一次構造 |
| 16 二次構造 | 17 三次構造 | 18 四次構造 |
| 19 1-2 | 20 1-3 | 21 1-4 |
| 22 1-5 | 23 1-6 | 24 青 紫 |
| 25 深 緑 | 26 淡 黄 | 27 赤 褐 |
| 28 白 | 29 黒 | 30 無 |
| 31 ビウレット | 32 キサントプロテイン | 33 ニンヒドリン |