

F 3 物理 F 4 化学 F 5 生物

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

電子応用工学科は物理指定

材料工学科は、物理または化学のどちらかを選択

生物工学科は、物理・化学・生物のいずれかを選択

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 38 ページまであります。
生物の問題は、39 ページより 70 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、解答用紙に志望学科と受験番号を記入してください。また、解答用マークシートには受験番号と氏名を記入し、さらに受験番号と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り除いたうえで、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 解答用マークシート上部に記載されている解答上の注意事項を、必ず読んでから解答してください。
- (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、問題の中で特に指定のない限り、次の値を用いなさい。

元素記号	H	C	N	O	Na	K
原子量	1.00	12.0	14.0	16.0	23.0	39.1

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.21 \times 10^{-2} \text{atm} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

$(1.013 \times 10^5 \text{Pa} = 1.00 \text{atm})$

- (2) 問題の中で特に指定のない限り、気体は理想気体として扱いなさい。
(3) 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。
(4) 計算にはこの問題冊子の余白部分を利用しなさい。

1 次の文章を読み、以下の設問(1)~(4)に答えなさい。

(18点)

亜鉛に希硫酸を作用させると [ア] が発生する。 [ア] と、生物が呼吸する際に体内に取り込む [イ] の化合物は [ウ] であり、生命の源となる物質であるが、 [ア] は生物が作り出す有機物にも多く含まれる。有機化合物の主な構成元素は [エ] , [ア] , [イ] である。 [エ] と [ア] だけから構成される化合物のうち、もっとも分子量が小さいのは [オ] であり、 [エ] 原子 [A] 個と [ア] 原子 [B] 個から構成される。 [エ] , [ア] , [イ] の三元素から構成される化合物のうち最も分子量が小さいものは [カ] であり、 [エ] 原子 [C] 個、 [ア] 原子 [D] 個、 [イ] 原子 [E] 個から構成される。 [エ] , [ア] , [イ] の三元素から構成される化合物のうち [カ] に次いで分子量が小さいものは [キ] である。

[オ] も [キ] も共に燃料として用いられるが、燃料電池では [ア] と [ク] から [ケ] を生成する反応により電気エネルギーを取り出すことができる。一方 [ア] と [ク] の気体を体積比 2 : 1 で混合して点火すると [コ] 反応して [ケ] を生成する。原子数の比 2 : 1 で [ア] と [サ] から構成される 気体Ⅰ は火山ガスや温泉水に含まれ、腐卵臭があり有毒である。 [ア] と [シ] を体積比 3 : 1 で混合し、約 3×10^7 Pa、500℃ で鉄を主成分とした触媒を作用させると特有の刺激臭のある 気体Ⅱ を生じる。気体Ⅱ の生成は塩化水素との反応で白煙を生じることで確認できる。

- (1) (ア) ~ (シ) にあてはまる語句として最も適切なものを解答群より選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。
ただし、同じ番号を複数回選んでもよいものとする。

解答群

01 水 素	02 ヘリウム	03 リチウム
04 ベリリウム	05 ホウ素	06 炭 素
07 窒 素	08 酸 素	09 フッ素
10 ネオン	11 ナトリウム	12 マグネシウム
13 アルミニウム	14 ケイ素	15 リ ン
16 硫 黄	17 塩 素	18 アルゴン
19 ペンタン	20 エタン	21 メタン
22 プロパン	23 アセトン	24 アセトアルデヒド
25 ホルムアルデヒド	26 エタノール	27 メタノール
28 1-プロパノール	29 酢 酸	30 ギ 酸
31 水	32 ゆるやかに	33 激しく

- (2) (A) ~ (E) にあてはまる最も適切な整数を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

- (3) 気体Ⅰと気体Ⅱの捕集方法の組み合わせとして正しいものを次の1～4より選んで解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

	<u>気体Ⅰ</u>	<u>気体Ⅱ</u>
1	上方置換	上方置換
2	下方置換	下方置換
3	上方置換	下方置換
4	下方置換	上方置換

- (4) 気体Ⅰと気体Ⅱの水溶液の性質の組み合わせとして正しいものを次の1～4より選んで解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

	<u>気体Ⅰ</u>	<u>気体Ⅱ</u>
1	酸 性	酸 性
2	塩基性	塩基性
3	塩基性	酸 性
4	酸 性	塩基性

右のページは白紙です。

2 以下の設問(1)～(5)に答えなさい。

(15 点)

- (1) 次の酸のうち強酸を選び、そのカッコ内の数字の和を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。百の位や十の位が必要ない場合には0をマークしなさい。

[1] $(\text{COOH})_2$ [2] CH_3COOH [4] CO_2 [8] H_2SO_4
[16] HCOOH [32] H_3PO_4 [64] HCl [128] HNO_3

- (2) 次の塩基のうち強塩基を選び、そのカッコ内の数字の和を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。百の位や十の位が必要ない場合には0をマークしなさい。

[1] $\text{Ba}(\text{OH})_2$ [2] $\text{Ca}(\text{OH})_2$ [4] $\text{Cu}(\text{OH})_2$ [8] $\text{Fe}(\text{OH})_3$
[16] KOH [32] $\text{Mg}(\text{OH})_2$ [64] NaOH [128] NH_3

右のページは白紙です。

- (3) 表 1 に示した 0.100 mol/L の酸 A の水溶液 100 mL を、塩基 B の水溶液 100 mL で過不足なく中和する際に必要な、水溶液中の塩基 B の質量パーセント濃度を求めなさい。ただし、すべての水溶液の密度は 1.00 g/cm^3 であるとする。解答は有効数字が 2 ケタになるように計算し、指定された形式で表 1 により指定された解答用マークシートの欄の適切な数字または正負の符号をマークしなさい。また、解答の指数部分が 0 の場合には +0 とマークしなさい。

さらに、中和により得られた水溶液の性質が酸性の場合は 1、塩基性の場合は 2、中性の場合は 3 を、表 1 により指定された解答用マークシートの欄にマークしなさい。

$$\text{質量パーセント濃度} = \boxed{(p)} \cdot \boxed{(q)} \times 10 \overset{\boxed{(r)}}{\overset{\boxed{(s)}}{\uparrow}} \text{ [\%]}$$

$\uparrow$ 小数点 $\uparrow$ 正負の符号

表 1 酸 A と塩基 B の組み合わせと解答欄

酸 A	塩基 B	水溶液中の塩基 B の 質量パーセント濃度	中和により得られた 水溶液の性質
H_3PO_4	KOH	(ア)	(イ)
H_2SO_4	KOH	(ウ)	(エ)
HCl	NH_3	(オ)	(カ)
CH_3COOH	KOH	(キ)	(ク)

右のページは白紙です。

- (4) 1.00 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液 100 mL を過不足なく中和するのに必要な二酸化炭素の標準状態での体積を求めなさい。解答は有効数字が2ケタになるように計算し、指定された形式で解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。ただし、解答の指数部分が0の場合には+0とマークしなさい。

$$\text{二酸化炭素の体積} = \boxed{(p)} \cdot \boxed{(q)} \times 10^{\boxed{(r)} \boxed{(s)}} \text{ [L]}$$

↑
↑
 小数点 正負の符号

- (5) 次の酸や塩基と塩の水溶液が緩衝作用を示すものを選び、そのカッコ内の数字の和を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。百の位や十の位が必要ない場合には0をマークしなさい。

- 〔1〕 塩酸と塩化ナトリウム
- 〔2〕 アンモニアと塩化アンモニウム
- 〔4〕 クエン酸とクエン酸二水素カリウム
- 〔8〕 硫酸と硫酸カリウム
- 〔16〕 リン酸とリン酸二水素ナトリウム
- 〔32〕 水酸化カリウムと塩化カリウム
- 〔64〕 硝酸と硝酸ナトリウム
- 〔128〕 酢酸と酢酸ナトリウム

右のページは白紙です。

3 次の文章を読み、以下の設問(1)～(6)に答えなさい。

(20 点)

原子には、 の数(原子番号)は同じだが、 の数が異なり、
 の数と の数を足し合わせた が異なるものが存在
する。このような原子を互いに であるといい、化学的性質は同じであ
る。 には、放射能をもつ と、放射能をもたない
安定 がある。水素の には、 が 1, 2, 3 のもの
が存在する。水素のうち が 1 のものを H であらわし、 が
2 のものを D であらわす。酸素については、 が 16 のものだけを考慮
し O で表すと、水の分子には、 H_2O 、 D_2O 、 HDO が存在する。 H_2O 、 D_2O を
混合すると、H と D とが置き換わる反応が起こり、 HDO が生成する。その反応
は、



で表される可逆反応であり、やがて平衡状態に達する。

ただし、H、D、O の相対質量は、それぞれ、1.00、2.00、16.0 とする。
(a)

- (1) 文章中 ～ に当てはまる語句として最も適切なものを
解答群 I より選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークし
なさい。ただし、同じ番号を複数回選んでもよいものとする。

解答群 I

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| 01 原子核 | 02 質量数 | 03 陽 子 | 04 中性子 |
| 05 原 子 | 06 同族体 | 07 同素体 | 08 同位体 |
| 09 異性体 | 10 放射性 | 11 酸化性 | 12 還元性 |

- (2) 下線(a)の平衡状態の説明として最も適切なものを解答群Ⅱより選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群Ⅱ

- 1 H_2O と HDO の物質量は必ず同じである。
- 2 D_2O と HDO の物質量は必ず同じである。
- 3 左辺から右辺への反応速度が、右辺から左辺への反応速度より大きい。
- 4 左辺から右辺への反応速度と、右辺から左辺への反応速度が同じである。
- 5 左辺から右辺への反応速度が、右辺から左辺への反応速度より小さい。
- 6 H_2O と D_2O の物質量は必ずゼロになり、すべて HDO になる。

- (3) 温度一定、圧力一定で、体積 V_1 [L] の H_2O と体積 V_2 [L] の D_2O を混合した。平衡状態になったときの H_2O 、 D_2O 、 HDO の物質量を、それぞれ、 n_1 [mol]、 n_2 [mol]、 n_3 [mol] とする。また、混合による体積の変化は無いものとする。このときに、①式の反応の平衡定数を表す最も適切な式を解答群Ⅲより選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群Ⅲ

1 $\frac{n_1 n_2}{n_3}$

2 $\frac{n_3}{n_1 n_2}$

3 $\frac{n_1 n_2}{n_3^2}$

4 $\frac{n_3^2}{n_1 n_2}$

5 $\frac{\left(\frac{n_1}{V_1}\right)\left(\frac{n_2}{V_2}\right)}{\left(\frac{n_3}{V_1 + V_2}\right)}$

6 $\frac{\left(\frac{n_3}{V_1 + V_2}\right)}{\left(\frac{n_1}{V_1}\right)\left(\frac{n_2}{V_2}\right)}$

7 $\frac{\left(\frac{n_1}{V_1}\right)\left(\frac{n_2}{V_2}\right)}{\left(\frac{n_3}{V_1 + V_2}\right)^2}$

8 $\frac{\left(\frac{n_3}{V_1 + V_2}\right)^2}{\left(\frac{n_1}{V_1}\right)\left(\frac{n_2}{V_2}\right)}$

右のページは白紙です。

- (4) ある温度 T [K]、圧力 P [Pa] で 1 mol の H_2O と 1 mol の D_2O を混合したところ①式の反応の平衡状態に達した。この平衡状態では、 H_2O 中の H 原子の物質量は HDO 中の H 原子の物質量と等しくなった。温度 T [K]、圧力 P [Pa] の時の①式の反応の平衡定数の値を求めなさい。解答は有効数字が 2 ケタになるように計算し、指定された形式で解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。ただし、解答の指数部分が 0 の場合には + 0 とマークしなさい。

$$\boxed{(p)} \cdot \boxed{(q)} \times 10^{\boxed{(r)} \boxed{(s)}}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

- (5) (4)の温度 T [K]、圧力 P [Pa] で H_2O 36.0 g、 D_2O 10.0 g を混合した。①式の反応が平衡状態に達した際の (A) H_2O 、(B) D_2O 、(C) HDO の質量をそれぞれ求めなさい。解答は有効数字が 2 ケタになるように計算し、指定された形式で解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。ただし、解答の指数部分が 0 の場合には + 0 とマークしなさい。

$$\boxed{(p)} \cdot \boxed{(q)} \times 10^{\boxed{(r)} \boxed{(s)}} \text{ [g]}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

右のページは白紙です。

- (6) ある元素の原子量が 10.81 で、相対質量が 10.00 の同位体と相対質量が 11.00 の同位体のみで原子量が決定されるとき、相対質量が 11.00 の同位体の存在比[%]を求めなさい。解答は有効数字が 3 ケタになるように計算し、指定された形式で解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。ただし、解答の指数部分が 0 の場合には + 0 とマークしなさい。

$$\boxed{(p)} \boxed{(q)} \boxed{(r)} \times 10^{\boxed{(s)} \boxed{(t)}} (\%)$$

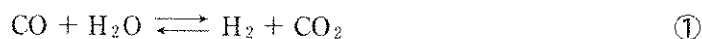
↑
小数点
↑
正負の符号

右のページは白紙です。

- 4 次の文章を読み、(ア) ~ (カ) にあてはまる最も適切な数値を求めなさい。解答は有効数字が2ケタになるように計算し、指定された形式で解答用マークシートの適切な数字または正負の符号をマークしなさい。ただし、解答の指数部分が0の場合には+0とマークしなさい。(14点)

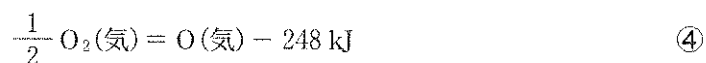
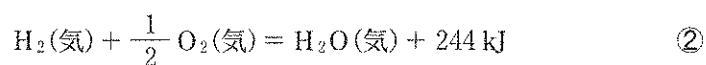
$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{(p)} & & \boxed{(q)} & \times 10 & \boxed{(r)} & \boxed{(s)} \\ & \uparrow & & & \uparrow & \\ & \text{小数点} & & & \text{正負の符号} & \end{array}$$

標準状態(0.00℃, 1.013×10^5 Pa)で体積22.4 Lとなる酸素を用いて、727℃で炭素(グラファイト)18.0 gを燃焼させると、一酸化炭素 (ア) [mol]と二酸化炭素 (イ) [mol]が生成した。この燃焼により、すべての酸素は消費された。また、この燃焼により、すべての炭素は一酸化炭素または二酸化炭素に変化したとする。生成した気体から、二酸化炭素のみを完全に除去し、一酸化炭素を727℃, 1.013×10^5 Paの状態では82.1 Lの水蒸気と反応させた。その反応は、①式で示される。



727℃, 1.013×10^5 Paで①式の反応の平衡定数は1.00である。727℃, 1.013×10^5 Paでこの反応が平衡状態に達したときに、(ウ) [mol]の水素が生成した。ここでは、①式に示した反応以外は起こらないものとする。

生成した水素に関して、②～④式の熱化学方程式が成り立っているとする。これらの熱化学方程式から、水素分子のH-H結合の結合エネルギーは (工) [kJ]、酸素分子のO=O結合の結合エネルギーは (オ) [kJ]、水分子のO-H結合の結合エネルギーは (カ) [kJ]となる。



5 次の文章を読み、以下の設問(1)～(5)に答えなさい。

(18点)

化合物 A と B は異性体であり、炭素、水素、酸素のみからなる。1.53 g の化合物 A を完全燃焼させると、二酸化炭素 3.30 g および水 1.35 g が生成した。またこれらの化合物の分子量は 150 以下であることが分かっている。化合物 A に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、化合物 C および D ^(a) が生成した。化合物 C の式量は 80 以上であり、90 以下であった。また化合物 B に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、化合物 E および F が生成した。化合物 D も化合物 F もナトリウムと反応し、気体を発生した。化合物 F に濃硫酸を加えて 130～140 °C で加熱すると、揮発性で麻酔作用を示す化合物 G が無色の液体として生成した。また化合物 F に濃硫酸を加えて 160～170 °C で加熱すると、化合物 H ^(b) が生成した。

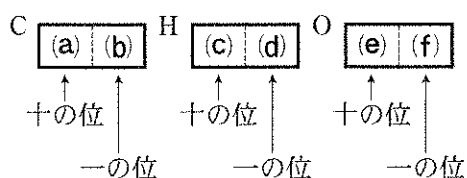
- (1) 化合物 A の分子量を求めなさい。解答は小数点第一位で四捨五入し、整数で示しなさい。百の位が必要ない場合には 0 をマークしなさい。
- (2) 下線部(a)および(b)で示される反応名として最も適切なものを解答群 I から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群 I

01 アセチル化	02 エステル化	03 ジアゾ化
04 スルホン化	05 ニトロ化	06 ハロゲン化
07 けん化	08 酸化	09 脱水
10 置換	11 乳 化	12 付 加

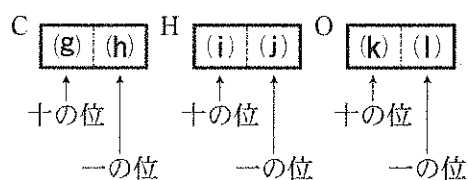
- (3) 化合物 D の分子式を答えなさい。解答は指定された形式で解答用マークシートの適切な数字をマークしなさい。分子式の原子数が 1 の場合には通常 1 を省略するが、ここでの解答では 1 となるようにマークしなさい。十の位が必要な場合には 0 をマークしなさい。化合物に含まれていない原子がある場合には、その原子数の十と一の位の両方に 0 をマークしなさい。

化合物 D の分子式

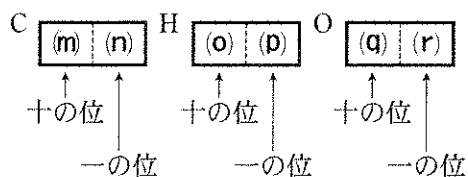


- (4) 化合物 G および H の分子式を答えなさい。解答は指定された形式で解答用マークシートの適切な数字をマークしなさい。分子式の原子数が 1 の場合には通常 1 を省略するが、ここでの解答では 1 となるようにマークしなさい。十の位が必要ない場合には 0 をマークしなさい。化合物に含まれていない原子がある場合には、その原子数の十と一の位の両方に 0 をマークしなさい。

化合物 G の分子式



化合物 H の分子式



右のページは白紙です。

- (5) 化合物 C, D, E, F の中で, 異性体を区別すると一つの化合物に特定できないものをすべて選んだ記述を解答群Ⅱから選び, その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群Ⅱ

- | | | |
|------------|------------|------------|
| 01 な し | 02 C | 03 D |
| 04 E | 05 F | 06 C, D |
| 07 C, E | 08 C, F | 09 D, E |
| 10 D, F | 11 E, F | 12 C, D, E |
| 13 C, D, F | 14 D, E, F | |

右のページは白紙です。

6 次の文章を読み、以下の設問(1)～(5)に答えなさい。

(15 点)

分子中に、 基と 基をもつ化合物をアミノ酸という。アミノ酸分子は、ほかのアミノ酸分子との により、ペプチドとよばれる化合物を生成する。アミノ酸 2 分子が して生成する化合物をジペプチド、3 分子が して生成する化合物をトリペプチドという。グリシン、システイン、アラニンからトリペプチドを生成させる場合、生成する可能性のあるトリペプチドは全部で 種類である。^(a)

ただし、光学活性なアミノ酸については、その L 体のみが含まれるものとする。また、鎖状の化合物のみを考える。

- (1) および にあてはまる語句として最も適切なものを解答群Ⅰより選び、そのカッコ内の数字の和を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。百の位や十の位が必要ない場合には 0 をマークしなさい。

解答群Ⅰ

- | | |
|-------------------|--------------------|
| [1] アミノ | [2] アルデヒド |
| [4] カルボキシル(カルボキシ) | [8] スルホ |
| [16] ニトロ | [32] ヒドロキシ(ヒドロキシル) |
| [64] メチル | |

- (2) にあてはまる語句として最も適切なものを解答群Ⅱより選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

解答群Ⅱ

- | | | |
|---------|---------|-------|
| 1 エステル化 | 2 スルホン化 | 3 けん化 |
| 4 加水分解 | 5 酸化 | 6 縮合 |
| 7 置換 | 8 乳化 | 9 付加 |

- (3) (エ) にあてはまる最も適切な数字を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。十の位が必要ない場合には0をマークしなさい。
- (4) 下線部(a)のトリペプチドの中で、水酸化ナトリウム水溶液を加えて熱し、酢酸で中和した後、酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると、硫化鉛(Ⅱ)の黒色沈殿を与えるトリペプチドの数を、解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。十の位が必要ない場合には0をマークしなさい。
- (5) 下線部(a)のトリペプチドの中で、水酸化ナトリウム水溶液を加えて塩基性にした後に、少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると赤紫色を示すトリペプチドの数を、解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。十の位が必要ない場合には0をマークしなさい。