

T 3 物理

T 4 化学

T 5 生物

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

物理の問題は、4 ページより 35 ページまであります。
化学の問題は、36 ページより 51 ページまであります。
生物の問題は、52 ページより 84 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。監督者から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。
- (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と氏名を記入し、さらに受験番号と入試方式をマークしてください。
- (3) 物理、化学、生物のうち、1 科目だけを解答してください。
複数科目解答した場合は、採点されません。
- (4) 監督者から指示があったら、選択科目マーク欄に選択した科目を必ず 1 つだけマークしてください。
マークした科目だけを採点します。選択科目マーク欄にマークがされていない場合、又は、2 つ以上マークした場合は採点されません。
- (5) 試験開始後、選択科目をマークする場合はマーク忘れがないように十分注意し、確認してください。
- (6) 解答は、所定の解答用マークシートにマークしたものが採点されます。
- (7) 解答用マークシート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。
- (8) 問題冊子は、試験終了後、持ち帰ってください。

化 学

[注 意]

(1) 次の問題 **1** ～ **6** に答えなさい。

(2) 必要があれば次の数値を用いなさい。

元素記号	H	C	O	Na	K	I
原 子 量	1	12	16	23	39	127

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

$(1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ Pa} = 1013 \text{ hPa})$

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

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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(1)～(4)の a, b が 2 つとも正しい場合は 1, a が正しく b が正しくない場合は 2, a が正しくなく b が正しい場合は 3, a, b の両方とも正しくない場合は 4, 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。(24 点)

- (1) a. 放射性同位体は, 放射線を出してもその質量数や陽子数は変わらない。
b. 放射性ではない単一の同位体からなる元素の原子量は, その同位体の質量数に等しい。
- (2) a. 1 族元素の中で, 水素だけが非金属元素である。
b. 18 族元素の中で, ヘリウムの価電子数だけが 2 である。
- (3) a. 共有結合が存在する結晶のことを, 共有結合結晶という。
b. 共有結合結晶は, 単一の元素から構成されている。
- (4) a. 水素結合は, 電気陰性度が大きい原子の間に水素原子をはさんでできている。
b. ファンデルワールス力は, 水素結合よりも弱い。

2

第3周期元素に関する次の文章を読んで、問(1)～(5)に答えなさい。(26点)

陽子数が等しく、中性子数が異なる原子同士を同位体といい、放射性同位体ではない同位体を安定同位体という。第3周期の元素の内、ナトリウム、アルミニウム、リンには、それぞれ質量数が23, 27, 31の安定同位体しかない。一方、マグネシウムには、24(78.99%), 25(10.00%), 26(11.01%), ケイ素には、28(92.23%), 29(4.68%), 30(3.09%), アルゴンには、38(0.34%), 39(0.06%), 40(99.60%)の質量数をもつ安定同位体が3種類ずつ存在する。なお、カッコ内に記した値は、その質量数の安定同位体の存在比であり、以下も同様である。

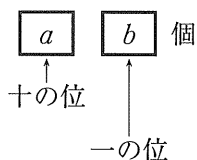
硫黄の安定同位体には、質量数が32(94.93%), 33(0.76%), 34(4.29%), 36(0.02%)の4種類がある。硫黄の単体には、斜方硫黄、単斜硫黄、ゴム状硫黄の3種類の同素体がある。この中で、ア以外は硫黄の原子が8つ結合した分子からなる。イを120℃まで加熱して融解した後、冷却するとウになるが、室温で放置すると、イに戻っていく。塩素の安定同位体には、質量数が35(75.78%)と37(24.22%)の2種類がある。塩素の単体は、2原子分子からなる気体である。

- (1) 解答群の中から第3周期元素の同位体に関する正しくない記述を1つ選び、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

- 1 同じ質量数で異なる原子番号の安定同位体はない。
- 2 原子番号が奇数である元素の安定同位体の数は、偶数のものよりも少ない。
- 3 中性子数が偶数の安定同位体は、奇数の安定同位体よりも8つ多い。
- 4 安定同位体の質量数は、原子番号の2倍以上である。
- 5 原子番号の2倍の値と原子量の差が最も大きいのは、アルゴンである。

- (2) 陽子数と中性子数が、いずれも奇数である安定同位体の数を求め、次の形式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。 ab の表す数値が1ケタの場合は、十の位に0をマークし、ゼロの場合には、十の位、一の位ともに0をマークしなさい。



- (3) 文中の ア ～ ウ の組み合わせとして、正しいものを解答群から1つ選び、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

- | | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|
| 1 | (ア) 斜方硫黄 | (イ) 単斜硫黄 | (ウ) ゴム状硫黄 |
| 2 | (ア) 斜方硫黄 | (イ) ゴム状硫黄 | (ウ) 単斜硫黄 |
| 3 | (ア) 単斜硫黄 | (イ) 斜方硫黄 | (ウ) ゴム状硫黄 |
| 4 | (ア) 単斜硫黄 | (イ) ゴム状硫黄 | (ウ) 斜方硫黄 |
| 5 | (ア) ゴム状硫黄 | (イ) 単斜硫黄 | (ウ) 斜方硫黄 |
| 6 | (ア) ゴム状硫黄 | (イ) 斜方硫黄 | (ウ) 単斜硫黄 |

- (4) マグネシウムイオンに塩化物イオンが2つ配位結合してできる分子 $[\text{MgCl}_2]$ を考える。 $[\text{MgCl}_2]$ の質量数を分析すると、存在比の異なる同位体の組み合わせによって質量数が94から100まで異なる比率で検出される。この中で、3番目に多い比率で検出される質量数を解答群から1つ選び、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

- | | | | |
|------|------|-------|------|
| 1 94 | 2 95 | 3 96 | 4 97 |
| 5 98 | 6 99 | 7 100 | |

- (5) 解答群の中から第3周期元素の性質に関する正しくない記述を1つ選び、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

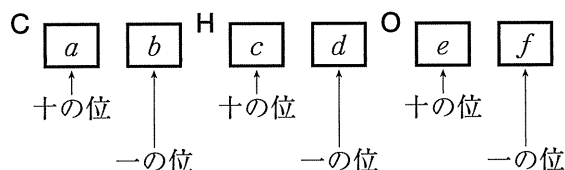
- 1 マグネシウムの単体は、常温の水とはほとんど反応しない。
- 2 ケイ素の単体は、導体と絶縁体の中間の電気伝導性をもつ半導体である。
- 3 リンには、黄リンと赤リンの同素体があり、黄リンは自然発火する性質がある。
- 4 ナトリウムの原子半径は、塩素の原子半径よりも小さい。
- 5 ナトリウムイオンのイオン半径は、塩化物イオンのイオン半径よりも小さい。

(下書き用紙)

3 次の問(1)～(3)に答えなさい。

(26 点)

- (1) 分子量が 200 の脂肪酸 20.0 mg を完全燃焼させ、生じた二酸化炭素と水の質量を測定したところ、二酸化炭素 52.8 mg、水 21.6 mg であった。この脂肪酸の分子式を答えなさい。解答は、次の形式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。*ab*, *cd*, *ef* の表す数値が 1 ケタの場合は、十の位に 0 をマークし、3 ケタ以上の場合は、十の位、一の位ともに 9 をマークしなさい。



- (2) 問(1)の分子式で表される脂肪酸のナトリウム塩 1.11 g を 1 L の水に溶かしたところ、ミセルをつくった。この脂肪酸のナトリウム塩のすべてがミセルになったとすると、1 L の水の中に何個のミセルが存在するか。ミセル 1 個は 50 分子からつくられるとする。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の指定された欄にマークしなさい。*cd* の表す数値が 1 ケタの場合は、十の位に 0 をマークし、3 ケタ以上の場合は、十の位、一の位ともに 9 をマークしなさい。また、*cd* がゼロの場合には、十の位、一の位ともに 0 をマークしなさい。

$$\begin{array}{ccccccc} \boxed{a} & . & \boxed{b} & \times 10 & \boxed{c} & \boxed{d} \\ & \uparrow & & & \uparrow & \uparrow \\ & \text{小数点} & & & \text{十の位} & \text{一の位} \end{array}$$

- (3) 問(2)の水溶液と同じ浸透圧をもつグルコースの水溶液をつくるには、グルコースの濃度を何 mol/L にすればよいか。脂肪酸のナトリウム塩がミセルをつくる場合、すべてのナトリウムイオンが完全に電離するものとし、ミセル1個を1つの溶質粒子とみなす。なお、浸透圧 Π [Pa] は溶質粒子のモル濃度 c [mol/L] に比例し、絶対温度を T [K]、気体定数を R [Pa·L/(K·mol)] とすると①式のように表すことができる。

$$\Pi = cRT \quad \text{①}$$

解答は、有効数字が3ケタとなるように4ケタ目を四捨五入し、次の形式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。指数 d がゼロの場合には、符号 p は+をマークしなさい。

$$\boxed{a} \cdot \boxed{b} \boxed{c} \times 10^{\boxed{p} \boxed{d}} \text{ [mol/L]}$$

↑
小数点
↑
正負の符号

4

二重結合を含む**油脂 A**に関する問(1)~(3)に答えなさい。

(24 点)

- (1) 1.00 g の**油脂 A** をけん化するのに、210 mg の水酸化カリウムが必要であった。**油脂 A** の分子量を求めなさい。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**の指定された欄にマークしなさい。

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

↑
小数点

- (2) 油脂 100 g に付加するヨウ素の質量[g]の数値を、ヨウ素価といい、炭素原子間の二重結合(C=C 結合) 1 個につき、1 分子のヨウ素 I₂ が付加できる。**油脂 A** のヨウ素価を測定したところ、95.3 であった。**油脂 A** 一分子に含まれる C=C 結合の数を求め、その値と最も近い値を**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、解答が2ケタ以上になる場合は、0 をマークしなさい。

- (3) **油脂 A** 100 g に水素を付加して、飽和脂肪酸だけからなる油脂をつくった。標準状態で何 L の水素 H₂ が必要か計算しなさい。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**の指定された欄にマークしなさい。指数 c がゼロの場合には、符号 p は+をマークしなさい。

$$\boxed{a} . \boxed{b} \times 10^{\boxed{p} \boxed{c}} \text{ [L]}$$

↑ ↑
小数点 正負の符号

(下書き用紙)

- 5 生体の主要成分であるタンパク質とアミノ酸に関する次の記述を読み、問(1)～(4)に答えなさい。(23点)

タンパク質は、約 20 種類の α -アミノ酸が (ア) 結合を形成して縮合した構造をもっている。 α -アミノ酸は、アミノ基と (イ) 基が同一の炭素原子に結合した構造をもっており、人の体内で合成されないか合成されにくいものを特に必須アミノ酸という。

α -アミノ酸のうち (ウ) は、不斉炭素原子をもたないが、その他のほとんどは (エ) 型の (オ) 異性体として存在する。

側鎖にベンゼン環のあるタンパク質に濃硝酸を加えて加熱すると (カ) 反応によって (キ) 色を呈し、冷却後、塩基性で (ク) 色になる。また、
(a) タンパク質水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えてから少量の硫酸銅(Ⅱ)水溶液を加えると (ケ) 色を呈する。これを (コ) 反応という。

- (1) (ア) , (イ) にあてはまる最も適切な語句を解答群 A 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 A

- | | | |
|---------|---------|---------|
| 1 エステル | 2 カルボキシ | 3 カルボニル |
| 4 ヒドロキシ | 5 イオン | 6 水素 |
| 7 ペプチド | 8 配位 | 9 アルデヒド |

- (2) (ウ) ～ (オ) にあてはまる最も適切な語句を解答群 B 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 B

- | | | |
|--------|-----------|-------|
| 1 D | 2 セリン | 3 非天然 |
| 4 構造 | 5 シス-トランス | 6 L |
| 7 グリシン | 8 アラニン | 9 鏡像 |

- (3) (カ) , (コ) にあてはまる最も適切な語句を解答群Cから,
(キ) ~ (ク) にあてはまる最も適切な語句を解答群D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C

- | | | |
|--------------|-------|-----------|
| 1 キサントプロテイン | 2 硫 黄 | 3 ニンヒドリン |
| 4 フェノールフタレイン | 5 銀 鏡 | 6 ヨウ素デンプン |
| 7 ビウレット | | |

解答群D

- | | | | |
|-----|-------|-------|-----|
| 1 緑 | 2 青 | 3 橙 黄 | 4 茶 |
| 5 赤 | 6 赤 紫 | 7 黒 | 8 黄 |

- (4) 下線部(a)の呈色反応に関する記述として最も適切なものを解答群E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E

- 1 Cu^{2+} によるタンパク質の加水分解がおきる。
- 2 タンパク質が Cu^{2+} を還元して銅が析出, 沈殿する。
- 3 Cu^{2+} にヒドロキシ基が配位結合して錯イオンが生成する。
- 4 Cu^{2+} にペプチド結合部位が配位結合して錯イオンが生成する。
- 5 硫酸銅(Ⅱ)によってタンパク質のベンゼン環がスルホン化される。
- 6 Cu^{2+} にエステル結合部位が配位結合して錯イオンが生成する。

- 6** 分子内にベンゼン環をもつ化合物 A (分子式 $C_8H_{10}O$), B (分子式 C_7H_8O), C (分子式 $C_8H_8O_2$) がある。これらに関する記述①～⑥を読み, 問(1)～(5)に答えなさい。(27 点)

- ① 化合物 A, B, C を含むエーテル溶液を水酸化ナトリウム水溶液で洗浄し, エーテル層と水層 I を分離したところ, エーテル層には化合物 A が含まれていた。
- ② 水層 I に二酸化炭素を十分量通じ, エーテルで抽出したところエーテル層に化合物 B が含まれていた。新たに生じた水層を水層 II とする。
- ③ 水層 II に十分量の塩酸を加えた後にエーテルで抽出したところエーテル層に化合物 C が含まれていた。
- ④ 化合物 A は, ヨードホルム反応を示し, 酸化することによりケトンを与えた。
- ⑤ 化合物 B をニッケル触媒を用いて高温・高圧の水素で還元すると不斉炭素原子をもち, 不飽和結合を含まない化合物が生成した。これを濃硫酸と加熱すると構造異性体の関係にある 2 種類の炭化水素を与えたが, 一方は不斉炭素原子をもたない化合物 D であった。ただし, ここでは実像と鏡像の関係にある鏡像異性体どうしは 1 種類と数えることにする。
- ⑥ 化合物 C を過マンガン酸カリウムで十分に酸化して得られる化合物 E を加熱すると分子式 $C_8H_4O_3$ をもつ化合物に変化した。

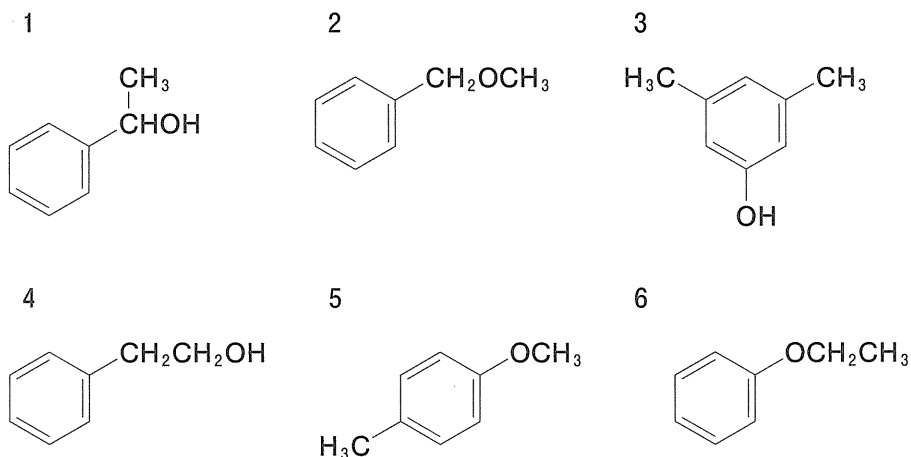
- (1) 化合物 A, B, C, 二酸化炭素水溶液(炭酸水), および塩酸を左から強い酸の順に並べた最も適切なものを解答群から選び, その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

(1)の解答群

- | | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|-------|
| 1 | 塩酸 | 二酸化炭素水溶液 | 化合物 C | 化合物 A | 化合物 B |
| 2 | 二酸化炭素水溶液 | 塩酸 | 化合物 C | 化合物 A | 化合物 B |
| 3 | 塩酸 | 化合物 C | 化合物 B | 二酸化炭素水溶液 | 化合物 A |
| 4 | 塩酸 | 化合物 A | 化合物 B | 二酸化炭素水溶液 | 化合物 C |
| 5 | 塩酸 | 化合物 C | 二酸化炭素水溶液 | 化合物 B | 化合物 A |
| 6 | 化合物 C | 塩酸 | 二酸化炭素水溶液 | 化合物 B | 化合物 A |
| 7 | 塩酸 | 二酸化炭素水溶液 | 化合物 C | 化合物 B | 化合物 A |

- (2) 化合物 A の構造として最も適切なものを解答群から選び, 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。

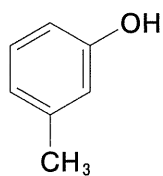
(2)の解答群



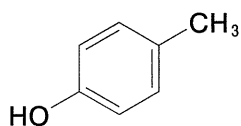
(3) 化合物Bの構造として最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

(3)の解答群

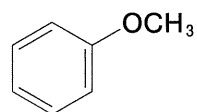
1



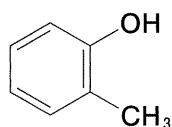
2



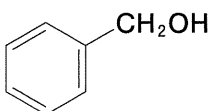
3



4



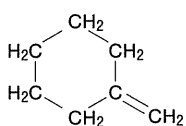
5



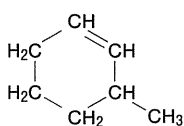
(4) 化合物Dの構造として最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

(4)の解答群

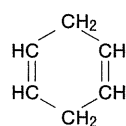
1



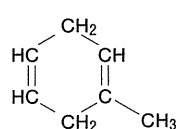
2



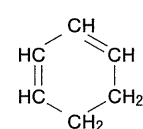
3



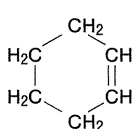
4



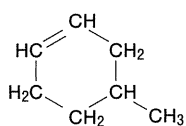
5



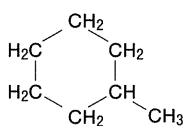
6



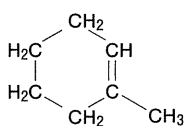
7



8



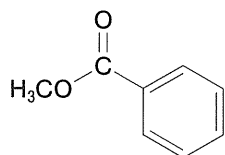
9



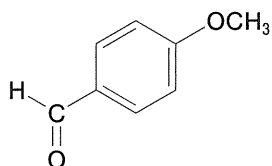
(5) 化合物Cの構造として最も適切なものを解答群から選び、その番号を解答用マークシートの指定された欄にマークしなさい。

(5)の解答群

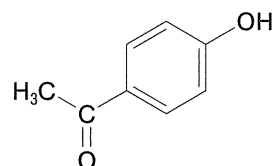
1



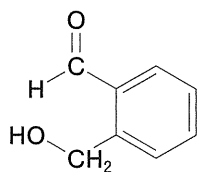
2



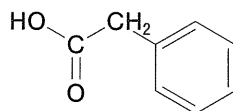
3



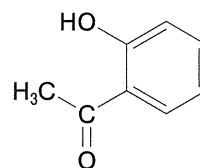
4



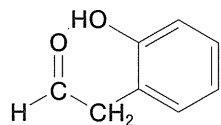
5



6



7



8

