

(K—50—M)

後期日程

平成 31 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまでこの冊子の中を見てはいけません。
2. 生物, 物理, 化学の中から 2 科目選択しなさい。
3. 1 科目につき 1 枚の解答用紙を使用しなさい。
4. 解答用紙のマーク数字は, 次の「良い例」のように, 濃く正しく塗りつぶしなさい。正しく塗りつぶされていない場合, 採点できないことがあります。



5. 各解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので, 正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を漢字とフリガナで記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………6桁の受験番号を算用数字で記入し, マーク欄の数字を正しく塗りつぶしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目名を記入し, 該当科目のマークを塗りつぶしなさい。
6. 解答方法は, 問題の解答に対応した解答欄の数字を塗りつぶしなさい。

例えば

- ・ ア と表示のある解答欄に対して②と解答する場合, 解答用紙の解答欄 ア の②を塗りつぶしなさい。
- ・ ア と表示のある解答欄に対して③⑤⑦と解答する場合, 解答用紙の解答欄 ア の③⑤⑦を塗りつぶしなさい。

7. この問題冊子の余白を下書きに用いて構いません。
8. 試験中に問題冊子の印刷不鮮明, ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れなどに気がついた場合は, 手を上げて申し出なさい。
9. 試験中に質問がある場合は, 手を上げて申し出なさい。
10. 試験終了後, この問題冊子は持ち帰りなさい。
11. 途中退場は認めません。
12. この冊子は, 全部で 34 ページです。生物, 物理, 化学の順になっています。

目 次

生 物	1～15 ページ(問題 I～III)
物 理	16～22 ページ(問題 I～IV)
化 学	23～34 ページ(問題 I～IV)

化 学

数値の解答は、各問の解答形式に指定されている桁数に従うこと。

例：解答欄が指数形式の場合、190, 19, 1.9, 0.019 は、各々

$\boxed{1} \boxed{9} \times 10^{\boxed{2}}$, $\boxed{1} \boxed{9} \times 10^{\boxed{1}}$, $\boxed{1} \boxed{9} \times 10^{\boxed{0}}$,
 $\boxed{1} \boxed{9} \times 10^{-\boxed{2}}$ と解答せよ。

：解答欄が2桁の場合、7は $\boxed{0} \boxed{7}$, 17は $\boxed{1} \boxed{7}$ と解答せよ。

：解答欄が3桁の場合、7は $\boxed{0} \boxed{0} \boxed{7}$, 17は $\boxed{0} \boxed{1} \boxed{7}$,
 107は $\boxed{1} \boxed{0} \boxed{7}$ と解答せよ。

必要であれば、原子量、定数は以下の値を使用すること。

原子量 H: 1.00 C: 12.0 N: 14.0 O: 16.0

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

I 以下の問に答えよ。〔解答欄 $\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{ソ}}$ 〕

問 1 下表の情報を用いて、以下の物質を融点の高い順に並べよ。

(1) ① BaO ② CaO ③ MgO $\boxed{\text{ア}} > \boxed{\text{イ}} > \boxed{\text{ウ}}$

(2) ① CaO ② NaF $\boxed{\text{エ}} > \boxed{\text{オ}}$

	イオン半径 (pm)	電気陰性度	原子量
Mg ²⁺	72	1.2	24.3
Ca ²⁺	100	1.0	40.1
Ba ²⁺	136	0.9	137.3
Na ⁺	102	0.9	23.0
O ²⁻	140	3.5	16.0
Cl ⁻	181	3.0	35.5
F ⁻	133	4.0	19.0

問 2 温度 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、圧力 $1.0 \times 10^5\text{ Pa}$ のもとで、酸素は水 1.0 L に対して $1.39 \times 10^{-3}\text{ mol}$ 溶ける。
 $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $5.0 \times 10^5\text{ Pa}$ の条件下に、窒素 80% 、酸素 20% の混合気体が水に接しているとき、
 この水 1.0 L に溶解している酸素の質量は何 mg か。小数点以下は四捨五入して整数で答えよ。

mg

問 3 エテン (C_2H_4) への水素の付加反応によりエタン (C_2H_6) が生成する。この反応の反応熱は 137 kJ/mol である。炭素-炭素二重結合 ($\text{C}=\text{C}$) の結合エネルギーを求めよ。ただし、 $\text{H}-\text{H}$ 結合の結合エネルギーを 436 kJ/mol 、 $\text{C}-\text{H}$ 結合の結合エネルギーを 412 kJ/mol 、 $\text{C}-\text{C}$ 結合の結合エネルギーを 348 kJ/mol とする。小数点以下は四捨五入して整数で答えよ。

kJ/mol

問 4 次の①～⑤に示した酸と塩基の中和滴定において、メチルオレンジを指示薬として使用できる組み合わせをすべて選べ。

	酸	塩 基
①	塩 酸	水酸化カリウム
②	塩 酸	アンモニア
③	シュウ酸	水酸化カリウム
④	シュウ酸	アンモニア
⑤	酢 酸	水酸化ナトリウム

問 5 反応 $A \rightarrow B$ の反応速度定数を求めたい。初濃度 $16 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$ の反応物 A を用いて反応を行ない、時間とともに生成する生成物 B の濃度を測定した。その結果を下表に示した。

反応時間 (秒)	生成物濃度 ($\times 10^{-3} \text{ mol/L}$)
0	0.0
10	4.0
20	7.0
40	11.0
60	13.2

反応 $A \rightarrow B$ の反応速度 v は、A の濃度 $[A]$ と反応速度定数 k を用いて、

$$v = k[A]$$

と表される。上記の結果より反応速度定数を、有効数字 2 桁で求めよ。ただし、解答欄の は符号とし、+ の時は①を、- の時は②をマークせよ。

$$\text{シ} . \text{ス} \times 10^{\text{セ} \text{ソ}} / \text{s}$$

(問題 II は 26 ページから)

Windom

II 以下の問に答えよ。〔解答欄 ~ 〕

問 1 以下の文章で説明される元素として最も適当なものを下の①~⑨より1つずつ選べ。

(1) 多くの金属と合金を作りやすい。かつて、アセトアルデヒドを合成するための触媒として用いられ、公害の原因となった。

(2) 天然には単体として存在しない。結晶状態の異なる同素体が存在し、加熱により一方から他方へ変化する。

(3) 加熱すると、強い光を放って燃焼する。同族元素とは性質が異なる点が多い。

(4) 空気中では緻密な酸化被膜を作るので不動態となりやすい。酸化数+3が最も安定な状態である。

- ① Cu ② Mg ③ P ④ S ⑤ Ca
⑥ Cr ⑦ Fe ⑧ Cd ⑨ Hg

問 2 Al^{3+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ag^+ を含む溶液がある。これに希塩酸を加え、生成した沈殿(a)をろ過して除去した。このろ液に硫化水素を通じたところ沈殿(b)が生じた。沈殿(a), (b)に沈殿として分離されたイオンはそれぞれ何か。下の①~⑤よりすべて選べ。

沈殿(a) 沈殿(b)

- ① Al^{3+} ② Fe^{3+} ③ Cu^{2+} ④ Zn^{2+} ⑤ Ag^+

問 3 以下の文はハロゲンとその化合物について記述したものである。(1)~(5)のそれぞれに当てはまる元素を、下の①~④より1つずつ選べ。ただし、同じものを何度選んでもよい。

(1) 単体は常温で赤褐色の液体であり、刺激臭のある有毒な蒸気を出す。

(2) 水素化合物は弱酸である。

(3) 単体の結晶は常温常圧で加熱すると昇華して紫色の蒸気となる。

(4) 常温で黄緑色の気体であり、この水溶液には強い殺菌・漂白作用がある。

(5) ハロゲンの単体の中で最も沸点が低い。

① フッ素 ② 塩素 ③ 臭素 ④ ヨウ素

問 4 デンプンに関する記述として正しいものを下の①~⑦よりすべて選べ。

- ① 冷水によく溶ける。
- ② β -シート構造をとる。
- ③ フェーリング液を還元する。
- ④ 植物の細胞壁の主成分である。
- ⑤ ヨウ素溶液を加えると青~青紫色を呈する。
- ⑥ アミロースとアミロペクチンで構成されている。
- ⑦ カタラーゼを作用させると分解されてグルコースとなる。

問 5 下の①~⑥の糖のうち、銀鏡反応を示さないものを1つ選べ。

① ガラクトース ② グルコース ③ スクロース
④ フルクトース ⑤ マルトース ⑥ ラクトース

問 6 以下の文章の空欄に当てはまる最も適切な語を下の①~③より選べ。

(1) ナイロン6は ϵ -カプロラクタムの によって合成される。

(2) ポリエチレンテレフタレートはエチレングリコールとテレフタル酸の で合成される。

① 縮合重合 ② 開環重合 ③ 付加重合

Ⅲ 以下の文章を読み、問に答えよ。〔解答欄 ~ 〕

問 1 有機化合物の組成式は元素分析により求めることができる。また、別の方法で測定した分子量と合わせることで、分子式を決定することが可能である。

(1) 化合物にどのような元素が含まれているか、実験により知ることができる。A～Dの実験で検出できる元素は何か。下の①～⑩より1つずつ選べ。

A 試料に単体のナトリウムの小片を加え、加熱し融解させる。これを水に溶解し、酢酸を加えて中和してから酢酸鉛(Ⅱ)水溶液を加えると黒色沈殿が生成した。

B 試料に水酸化ナトリウムを加えて加熱し、発生した気体に濃塩酸を近づけると白煙が生じた。

C 黒く焼いた銅線の先に試料をつけて高温の炎の中に入れて加熱すると青緑色の炎色反応が見られた。

D 図1のように、試験管に試料と乾燥した酸化銅(Ⅱ)を加えて加熱した。

(a) 発生したガスを石灰水に通したところ、白濁または白色沈殿が形成した。

(b) 試験管の口付近にある無水硫酸銅(Ⅱ)が白色から青色に変化した。

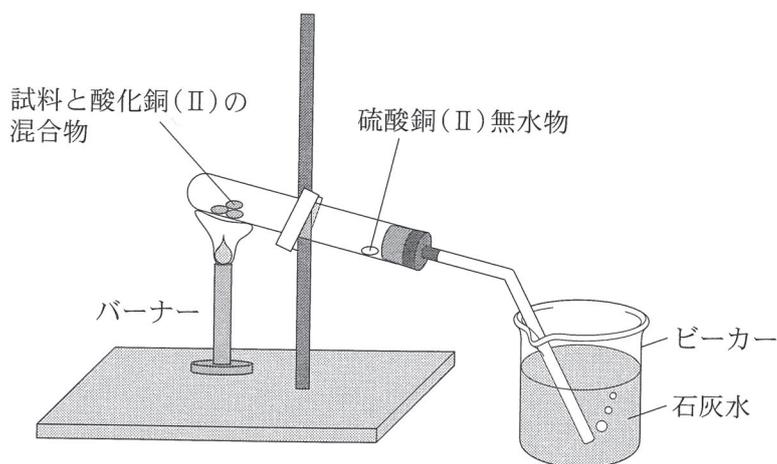


図1

- | | | | | |
|-----|-----|------|------|------|
| ① C | ② H | ③ O | ④ Cl | ⑤ N |
| ⑥ S | ⑦ F | ⑧ Na | ⑨ K | ⑩ Ca |

- (2) 有機化合物 X の元素分析の結果は、質量百分率で、炭素 31.9 %、水素 4.0 %、酸素 64.1 % であった。この有機化合物の組成式中の カ キ ク に適当な数字を入れよ。



- (3) 有機化合物 X の分子量を測定したところ 150 であった。分子式中の ケ コ サ に適当な数字を入れよ。



問 2 有機化合物には異性体が多く存在するため、分子式のみでは化合物を特定できない。特定するためには、官能基の性質をしらべ、構造式を決定することが必要である。

どれも同じ分子式 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}\text{O}$ で表され、環状構造をもたない液体の化合物 A, B, C がある。化合物 A, B, C を特定するために以下の実験を行った。

【実験 1】

化合物 A を酸化した。

→結果 1 $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ で表される化合物 D が得られた。化合物 D は、直鎖状のカルボン酸であり、これと同じ分子式で表されるカルボン酸は、化合物 D 以外に 1 種類だけある。

【実験 2】

十分に乾いた試験管 3 本を準備し、それぞれに化合物 A, B, C を入れた。そこに単体のナトリウムの薄片を 1 つずつ加えて反応の様子を観察した。

→結果 2 化合物 A と C では気体が発生したが、化合物 B では気体は発生しなかった。

【実験 3】

3 本の試験管にそれぞれ化合物 A, B, C の水溶液を入れ、そこにヨウ素溶液と水酸化ナトリウム水溶液を加えた。それぞれの試験管を沸騰させた熱水につけ、内容物を観察した。

→結果 3 化合物 A, B では変化がなかったが、化合物 C ではヨウ素の色が消え、黄色い沈殿が生じた。

(1) 化合物 A~C の分子式 ($C_nH_{2n+2}O$) および化合物 D の分子式 ($C_nH_{2n}O_2$) 中にある n には同じ数字が入る。あてはまる数字は何か。適当な数字をマークせよ。

(2) 実験 1 の酸化反応に用いられる化合物を下の①~⑧より 2 つ選べ。

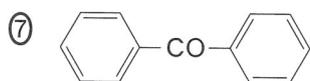
- ① $ZnSO_4$ ② $SnCl_2$ ③ $KMnO_4$ ④ Na_2SO_3
⑤ $K_2Cr_2O_7$ ⑥ $CaCl_2$ ⑦ $FeSO_4$ ⑧ $NaOH$

(3) 実験 2 で発生した気体は何か。下の①~⑧より 1 つ選べ。

- ① H_2 ② O_2 ③ CO ④ CO_2
⑤ CH_4 ⑥ C_2H_2 ⑦ C_2H_4 ⑧ C_2H_6

(4) 実験 3 と同じ操作を行った場合、化合物 C と同じく黄色の沈殿を形成するものを下の①~⑦よりすべて選べ。

- ① CH_3COOH ② $CH_3-CO-CH_3$
③ $CH_3-CH(OH)-CH_2-COOH$ ④ $C_2H_5-CH(OH)-C_3H_7$



(5) 化合物 A~C を沸点の高い順に並べたものはどれか。下の①~⑥より適当なものを選べ。

- ① 化合物 A > 化合物 B > 化合物 C
② 化合物 A > 化合物 C > 化合物 B
③ 化合物 B > 化合物 A > 化合物 C
④ 化合物 B > 化合物 C > 化合物 A
⑤ 化合物 C > 化合物 A > 化合物 B
⑥ 化合物 C > 化合物 B > 化合物 A

(6) 化合物 A と D を混合し、少量の濃硫酸を加えて熱したところ化合物 E を得た。化合物 E の性質に関する記述として正しいものを下の①～⑥より2つ選べ。 チ

- ① 水より重い。
- ② 水によく溶ける。
- ③ 水溶液は酸性を示す。
- ④ 果物のような芳香がする。
- ⑤ オゾン分解によりケトン(またはアルデヒド)ができる。
- ⑥ 水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、けん化される。

Windom

IV 以下の問に答えよ。〔解答欄 ~ 〕

問 1 理想気体に関する記述として正しいものを下の①~⑥よりすべて選べ。

- ① 状態変化しない。
- ② 分子間力が存在しない。
- ③ 分子自体の質量がない。
- ④ 分子自体の体積がない。
- ⑤ 分子は熱運動を行わない。
- ⑥ 温度と圧力が一定ならば、同一体積に同数の分子が含まれる。

問 2 ある気体 1 mol あたりの体積 (V_m) と理想気体 1 mol あたりの体積 ($V_{m \text{ 理想気体}}$) の比 ($V_m/V_{m \text{ 理想気体}}$) を圧縮率因子 (Z) と呼ぶ。図 2 は、温度一定のもと、気体の圧力と Z の関係を示している。

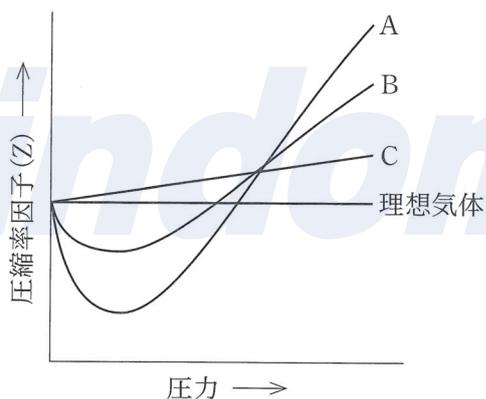


図 2

(1) 曲線 A, B, C はそれぞれ以下のどの気体のものか。最も適当なものを下の①~③より 1 つずつ選べ。

A B C

- ① ヘリウム
- ② メタン
- ③ アンモニア

(2) 圧力が低い領域では、曲線 A, B は理想気体よりも小さな値をとる。このようになる原因が直接関係している現象として最も適切なものを下の①~⑥より選べ。

- ① イオン化傾向
- ② 凝縮
- ③ 浸透
- ④ チンダル現象
- ⑤ 電気伝導性
- ⑥ ブラウン運動

問 3 図 3 のグラフは、二酸化炭素の体積と圧力の関係を、 $T_1 \sim T_3$ の 3 つの温度で示したものである。ただし、 $T_1 \sim T_3$ は、273 K より高い温度である。

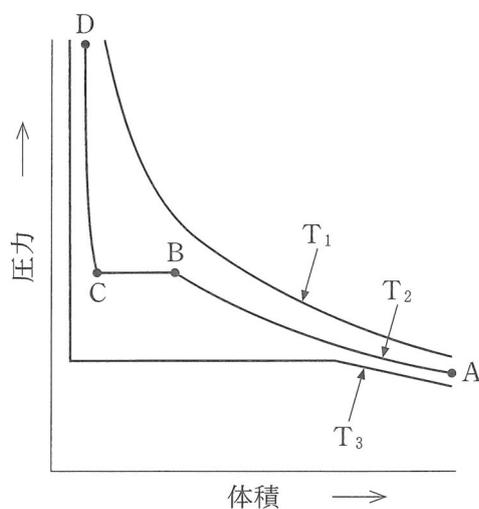


図 3

(1) $T_1 \sim T_3$ のうち最も温度が高いのはどれか。下の①～③より選べ。

① T_1

② T_2

③ T_3

(2) 温度 T_2 で、A の状態から体積を小さくしていくと、圧力は $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$ と変化した。

$B \rightarrow C$ の間ではどのような状態変化が生じたか。下の①～⑥より 1 つ選べ。

① 固体から液体

② 液体から固体

③ 液体から気体

④ 気体から液体

⑤ 固体から気体

⑥ 気体から固体

問 4 3種類の物質 X, Y, Z が気液平衡の状態にある。図 4 はこのときの気体の温度と圧力の関係を示している。

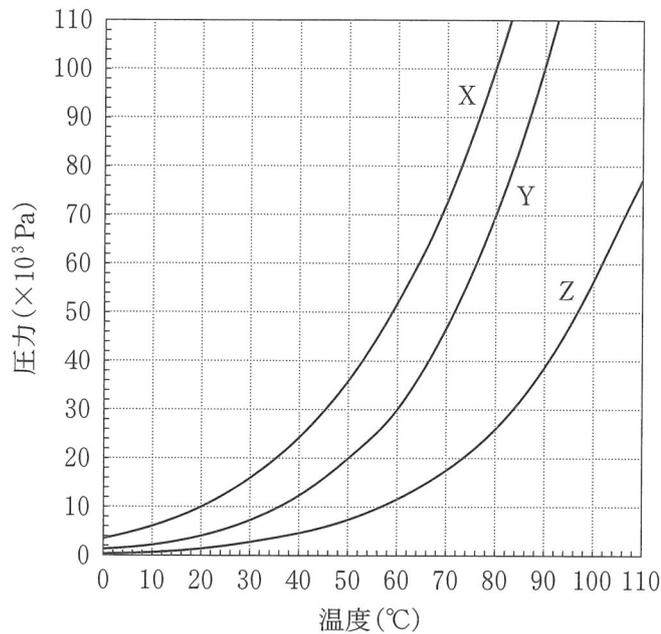


図 4

(1) 物質 X, Y, Z の中で分子間力が最も大きいものはどれか。下の①～③より選べ。

① X ② Y ③ Z

(2) 物質 Y 0.30 mol と窒素 0.70 mol の混合気体を、容積が自由に変化する密閉容器に入れた。容器内の圧力を 1.0×10^5 Pa に保ったまま、容器内の温度を 100 °C から冷却した。この時の容器内の気液平衡に関する以下の間に答えよ。ただし、Y と窒素は反応せず、窒素は液体 Y に溶けない。また、液体 Y の体積は無視してよい。

(i) 物質 Y が液体となり始める温度は何°Cか。

°C

(ii) 容器内の温度が 50 °C に達した時、物質 Y は何 mol が液体となるか。有効数字 2 桁で求めよ。ただし、解答欄の は符号とし、+ の時は①を、- の時は②をマークせよ。

. $\times 10^{\text{ \text{$ mol

(iii) (ii)の時、混合気体の体積を求めよ。

L

Windom