

原子量 H : 1.01, O : 16.0, Na : 23.0

アボガドロ定数 $N_A = 6.0 \times 10^{23} / \text{mol}$

I 元素の周期表と元素の性質に関する、次の(1)～(6)に答えなさい。

(1) アルカリ土類金属元素であるものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- | | | |
|--------|---------|--------|
| ① ホウ素 | ② カルシウム | ③ リチウム |
| ④ ヘリウム | ⑤ リン | ⑥ 硫黄 |

(2) 原子の価電子の数が4である元素を、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- | | | |
|-------|----------|----------|
| ① ケイ素 | ② アルゴン | ③ アルミニウム |
| ④ 亜鉛 | ⑤ マグネシウム | ⑥ 窒素 |

(3) 非金属元素の単体に関する記述として正しいものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- ① 水素はすべての物質の中で最も沸点が低い。
- ② ダイヤモンドとオゾンは炭素の同素体である。
- ③ ネオンは二原子分子で存在している。
- ④ 黄リンは空気中で自然発火する。
- ⑤ 酸素は乾燥空気中で最も体積百分率が高い気体である。
- ⑥ ヨウ素は常温・常圧で液体として存在する。

(4) 共有結合の結晶であるものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- | | | |
|------------|-----------|----------|
| ① 塩化アンモニウム | ② 塩化ナトリウム | ③ ドライアイス |
| ④ 十酸化四リン | ⑤ 硫化水素 | ⑥ 二酸化ケイ素 |

(5) 金属元素の単体に関する記述として正しいものを、5 の解答群から1つ選びなさい。

5 の解答群

- ① ベリリウムは最も原子番号の小さい金属元素の単体である。
- ② ナトリウムは水より密度が小さい。
- ③ リチウムは重金属である。
- ④ カリウムは赤色の結晶である。
- ⑤ バリウムは水中に保存する。
- ⑥ 鉛と亜鉛は同族元素の単体である。

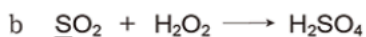
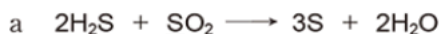
(6) 原子量が70の金属Mの単体を空气中で加熱することで、質量が34.3%増加した酸化物が得られた。この金属の元素記号をMとしたとき、得られたMの酸化物の組成式として最も適するものを、6 の解答群から1つ選びなさい。

6 の解答群

- | | | |
|----------|------------|------------|
| ① M_3O | ② M_3O_2 | ③ M_2O |
| ④ MO | ⑤ MO_2 | ⑥ M_2O_3 |
| ⑦ MO_3 | | |

Ⅱ 酸化還元反応に関する、次の(1)～(4)に答えなさい。

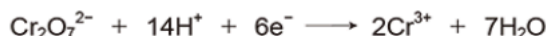
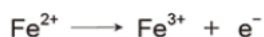
(1) 次の反応a～eのうち、下線を引いた原子の酸化数が減少しているものはいくつあるか。最も適するものを、7 の解答群から1つ選びなさい。



7 の解答群

- | | | |
|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 |
| ④ 4 | ⑤ 5 | ⑥ 0 |

(2) 硫酸鉄(Ⅱ)水溶液に硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えると、それぞれ次のように反応する。



硫酸酸性で 0.20 mol/L の硫酸鉄(Ⅱ)水溶液 30 mL を過不足なく反応させるためには、0.50 mol/L の二クロム酸カリウム水溶液を何 mL 加えればよいか。最も近いものを、 8 の解答群から 1 つ選びなさい。

8 の解答群

- | | | |
|----------|----------|---------|
| ① 2.0 mL | ② 6.0 mL | ③ 12 mL |
| ④ 20 mL | ⑤ 30 mL | ⑥ 60 mL |

(3) ハロゲン単体とハロゲン化カリウムの反応を a～c に示す。KCl, KBr, KI を還元剤として強い順に並べたものを、 9 の解答群から 1 つ選びなさい。



9 の解答群

- | | | |
|---|---|---|
| ① $\text{KI} > \text{KCl} > \text{KBr}$ | ② $\text{KI} > \text{KBr} > \text{KCl}$ | ③ $\text{KCl} > \text{KI} > \text{KBr}$ |
| ④ $\text{KCl} > \text{KBr} > \text{KI}$ | ⑤ $\text{KBr} > \text{KI} > \text{KCl}$ | ⑥ $\text{KBr} > \text{KCl} > \text{KI}$ |

(4) 金属 X, Y, Z はアルミニウム、カリウム、銅のいずれかである。金属 X, Y, Z について、次の実験 1, 2 を行った。

実験 1 試験管に入れた水に金属 X, Y, Z の小片を加えたところ、金属 Z のみ気体を発生しながら溶けた。

実験 2 試験管に入れた希硫酸に金属 X, Y の小片を加えたところ、金属 X のみ気体を発生しながら溶けた。

金属 X, Y, Z の組合せとして最も適するものを、 10 の解答群から 1 つ選びなさい。

10 の解答群

	金属 X	金属 Y	金属 Z
①	アルミニウム	カリウム	銅
②	アルミニウム	銅	カリウム
③	カリウム	アルミニウム	銅
④	カリウム	銅	アルミニウム
⑤	銅	アルミニウム	カリウム
⑥	銅	カリウム	アルミニウム

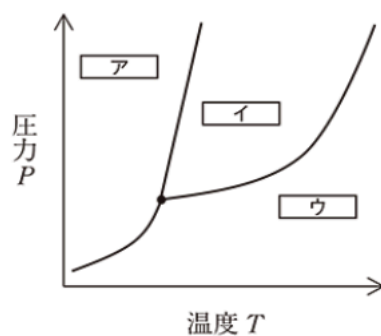
Ⅲ 純物質の状態変化に関する、次の(1)～(4)に答えなさい。

- (1) 状態変化とエネルギーに関する記述として正しいものを、 の解答群から1つ選びなさい。

の解答群

- ① 液体1 molが気体になるときに吸収する熱量を融解熱という。
- ② 液体1 molが固体になるときに放出する熱量を凝固熱という。
- ③ 純物質では融点と凝固点は異なる。
- ④ 純物質では、大気圧条件下で気体が凝縮しはじめると、すべてが液体になるまで物質の温度はしだいに下がっていく。
- ⑤ 状態変化により、物質のもつエネルギーが変化するとともに、物質の質量も変化する。
- ⑥ 固体から気体に状態変化すると、物質のもつエネルギーは小さくなる。

- (2) 次の図はある純物質の状態図の模式図である。この図中の空欄 ～ にあてはまる状態の組合せとして最も適するものを、 の解答群から1つ選びなさい。



の解答群

	ア	イ	ウ
①	固体	液体	気体
②	固体	気体	液体
③	液体	固体	気体
④	液体	気体	固体
⑤	気体	固体	液体
⑥	気体	液体	固体

- (3) ハロゲン単体であるフッ素，塩素，臭素を沸点の高い順にならべたものとして最も適するものを，13 の解答群から1つ選びなさい。

13 の解答群

- ① フッ素 > 塩素 > 臭素
- ② フッ素 > 臭素 > 塩素
- ③ 塩素 > フッ素 > 臭素
- ④ 塩素 > 臭素 > フッ素
- ⑤ 臭素 > フッ素 > 塩素
- ⑥ 臭素 > 塩素 > フッ素

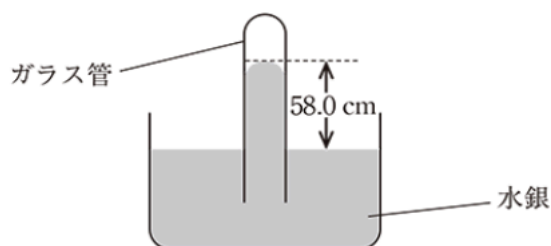
- (4) 氷が水蒸気に変化するとき，氷の結晶中の分子間力による結合がすべて切断される。このときの熱の出入りから，氷の結晶中における水素結合のエネルギーを見積もることができる。水(固)の結晶中の分子間力をすべて水素結合によるものとみなすと，氷の結晶中の水素結合のエネルギーは何 kJ/mol か。最も近いものを，14 の解答群から1つ選びなさい。ただし，氷の昇華熱を Q kJ/mol とし，氷の結晶では H_2O は4方向に水素結合しており， H_2O 分子1 mol あたり水素結合は2 mol 含まれているものとする。

14 の解答群

- | | | |
|------------------------|------------------------|---------------|
| ① $\frac{Q}{4}$ kJ/mol | ② $\frac{Q}{2}$ kJ/mol | ③ Q kJ/mol |
| ④ $2Q$ kJ/mol | ⑤ $4Q$ kJ/mol | ⑥ $5Q$ kJ/mol |

IV 物質の状態変化と圧力に関する，次の(1)～(3)に答えなさい。

- (1) 下の図のガラス管内の気体の圧力は何 mmHg か。最も近いものを，15 の解答群から1つ選びなさい。ただし，大気圧は760 mmHg とし，水銀の蒸気圧は無視できるものとする。



15 の解答群

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① 0 mmHg | ② 120 mmHg | ③ 180 mmHg |
| ④ 360 mmHg | ⑤ 580 mmHg | ⑥ 760 mmHg |

- (2) 体積を自由に変えられる密閉容器に、窒素 0.68 mol と水 0.32 mol を加えて、次の実験 1、2 を行った。ただし、54℃における水の飽和蒸気圧は 1.5×10^4 Pa とし、液体の水への窒素の溶解は無視できるものとする。

実験 1 54℃で 1.0×10^5 Pa に保って、しばらく放置した。

実験 2 実験 1 のあと、54℃のまま気体の体積を半分にして、しばらく放置した。

- 1) 実験 1 について、放置後の水蒸気分圧は何 Pa か。最も近いものを、16 の解答群から 1 つ選びなさい。

16 の解答群

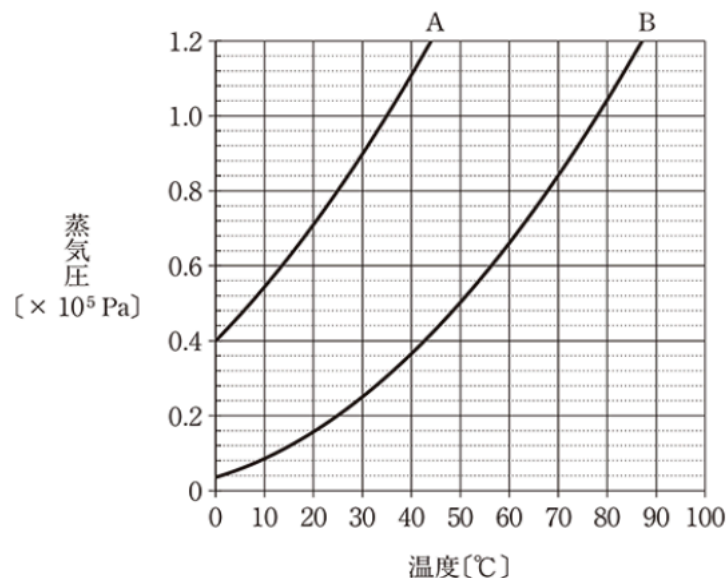
- | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| ① 1.0×10^4 Pa | ② 1.2×10^4 Pa | ③ 1.5×10^4 Pa |
| ④ 2.5×10^4 Pa | ⑤ 3.2×10^4 Pa | ⑥ 3.5×10^4 Pa |

- 2) 実験 2 について、はじめに加えた水の何パーセントが放置後に液体となっているか。最も近いものを、17 の解答群から 1 つ選びなさい。

17 の解答群

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 19 % | ② 25 % | ③ 32 % |
| ④ 50 % | ⑤ 68 % | ⑥ 81 % |

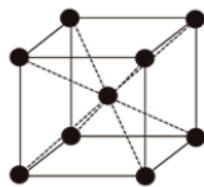
- (3) 次の図中の曲線 A、B のうち、一方はジエチルエーテルの、もう一方はエタノールの蒸気圧曲線を表す。エタノールの蒸気圧曲線および 1.01×10^5 Pa における沸点の組合せとして最も適するものを、18 の解答群から 1 つ選びなさい。



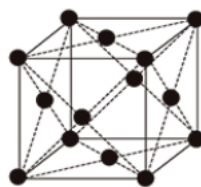
	蒸気圧曲線	沸点
①	A	36℃
②	A	50℃
③	A	78℃
④	B	36℃
⑤	B	50℃
⑥	B	78℃

V 結晶の構造に関する、次の(1)および(2)に答えなさい。

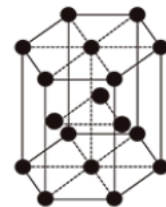
(1) 金属の結晶には、次に示すような体心立方格子や面心立方格子、六方最密構造などがある。



体心立方格子



面心立方格子



六方最密構造

1) 単位格子中に含まれる原子の数の大小関係として最も適するものを、19 の解答群から1つ選びなさい。

19 の解答群

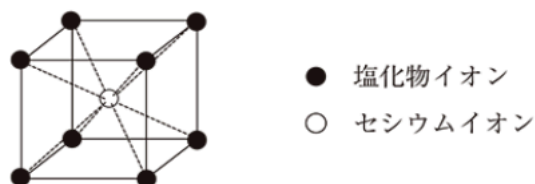
- ① 体心立方格子 > 面心立方格子 > 六方最密構造
- ② 面心立方格子 > 体心立方格子 > 六方最密構造
- ③ 六方最密構造 > 面心立方格子 > 体心立方格子
- ④ 体心立方格子 > 面心立方格子 = 六方最密構造
- ⑤ 面心立方格子 > 体心立方格子 = 六方最密構造
- ⑥ 六方最密構造 > 面心立方格子 = 体心立方格子

2) 充填率の大小関係として最も適するものを、20 の解答群から1つ選びなさい。ただし、充填率は単位格子中で原子が占める体積の割合である。

20 の解答群

- ① 体心立方格子 > 面心立方格子 > 六方最密構造
- ② 面心立方格子 > 体心立方格子 > 六方最密構造
- ③ 六方最密構造 > 面心立方格子 > 体心立方格子
- ④ 体心立方格子 = 面心立方格子 > 六方最密構造
- ⑤ 面心立方格子 > 体心立方格子 = 六方最密構造
- ⑥ 六方最密構造 = 面心立方格子 > 体心立方格子

(2) 次の図は塩化セシウム CsCl の結晶の単位格子である。この単位格子の一辺の長さは 4.0×10^{-8} cm である。



1) このイオン結晶中で、隣り合うセシウムイオンと塩化物イオンの中心間距離は何 cm か。最も近いものを、21 の解答群から1つ選びなさい。ただし、 $\sqrt{3} = 1.7$ とする。

21 の解答群

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① 1.7×10^{-8} cm | ② 3.4×10^{-8} cm | ③ 5.1×10^{-8} cm |
| ④ 6.8×10^{-8} cm | ⑤ 8.5×10^{-8} cm | ⑥ 1.7×10^{-7} cm |

2) このイオン結晶の密度は何 g/cm³ か。最も近いものを、22 の解答群から1つ選びなさい。ただし、塩化セシウム CsCl の式量を 168 とする。

22 の解答群

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| ① 0.44 g/cm ³ | ② 0.88 g/cm ³ | ③ 2.2 g/cm ³ |
| ④ 4.4 g/cm ³ | ⑤ 8.8 g/cm ³ | ⑥ 22 g/cm ³ |

Ⅵ 有機化合物の性質と反応に関する、次の(1)および(2)に答えなさい。

(1) アセトンやアセトアルデヒドのように分子内にカルボニル基を含む化合物をカルボニル化合物という。

1) 次の文章中の空欄 ・ にあてはまる物質の組合せとして最も適するものを、
 の解答群から1つ選びなさい。

アセトンは、 を乾留することで得られる。また、アセトアルデヒドは、工業的には、塩化パラジウム(Ⅱ)と塩化銅(Ⅱ)の水溶液を触媒にして を酸化することにより得られる。

の解答群

	ア	イ
①	酢酸カルシウム	エタン
②	酢酸カルシウム	エチレン
③	酢酸カルシウム	アセチレン
④	水酸化ナトリウム	エタン
⑤	水酸化ナトリウム	エチレン
⑥	水酸化ナトリウム	アセチレン

2) 次のa～cについて、アセトンにはあてはまらないが、アセトアルデヒドにあてはまるものはどれか。正しいものを、 の解答群から1つ選びなさい。

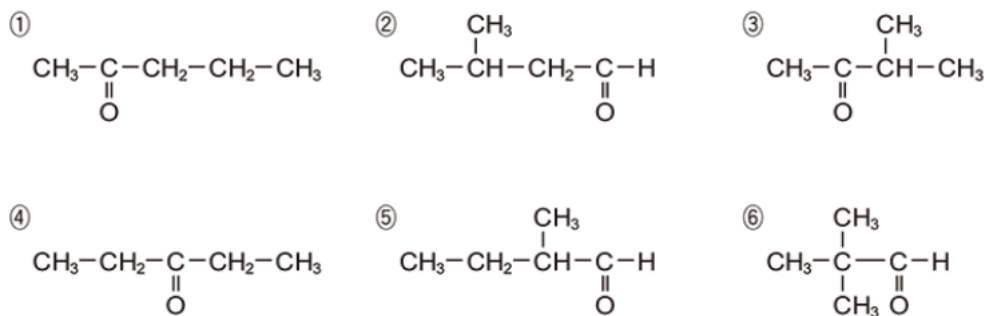
- a フェーリング液に加えて加熱すると、赤色沈殿が生じる。
b ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、黄色沈殿が生じる。
c アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加熱すると、銀が析出する。

の解答群

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① aのみ | ② bのみ | ③ cのみ |
| ④ aとb | ⑤ aとc | ⑥ bとc |

- 3) 分子式 $C_5H_{12}O$ で表されるアルコールの構造異性体のうち、第1級アルコールであり不斉炭素原子をもつものをアルコールAとする。アルコールAを酸化すると得られるカルボニル化合物の構造式として最も適するものを、25 の解答群から1つ選びなさい。

25 の解答群



- (2) ある油脂 1.76 g を完全にけん化するのに水酸化ナトリウムは 240 mg 必要であった。この油脂の分子量はいくらか。最も近いものを、26 の解答群から1つ選びなさい。

26 の解答群

- | | | |
|--------|-------|-------|
| ① 97.8 | ② 147 | ③ 293 |
| ④ 352 | ⑤ 587 | ⑥ 880 |

VII 高分子化合物に関する、次の(1)および(2)に答えなさい。

- (1) 次の文章中の空欄 ア ・ イ にあてはまる構造式と物質名の組合せとして最も適するものを、27 の解答群から1つ選びなさい。

高分子化合物には分子内に架橋構造をもつものがある。例えば、フェノール樹脂は、触媒を用いてフェノールと構造式 ア で表される化合物を付加縮合させて得られる熱硬化性樹脂である。また、天然ゴムは、イソプレンが付加重合した構造をもつが、イ を数%加えて加熱すると、分子間に架橋構造が生じ、弾性、強度、耐久性などが向上した弾性ゴムとなる。

27 の解答群

	ア	イ
①	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	酸素
②	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	塩素
③	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	硫黄
④	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	酸素
⑤	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	塩素
⑥	$\begin{array}{c} \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	硫黄

- (2) アクリロニトリル(分子量 53)と 1,3-ブタジエン(分子量 54)を共重合させるとアクリロニトリル-ブタジエンゴムが得られる。このゴム中の炭素原子と窒素原子の物質量の比が C : N = 19 : 1 であったとき、53.8 g のゴムに含まれる炭素原子間二重結合は何 mol か。最も近いものを、28 の解答群から1つ選びなさい。

28 の解答群

- | | | |
|-------------|-------------|-------------|
| ① 0.020 mol | ② 0.040 mol | ③ 0.080 mol |
| ④ 0.20 mol | ⑤ 0.40 mol | ⑥ 0.80 mol |