

化 学

(注意) 解答はすべて解答用紙にマークすること。

なお、気体はすべて標準状態として存在するものとする。

必要があれば、以下の数値を用いて計算せよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Br = 80

気体定数： 8.31×10^3 (Pa·L)/(K·mol), 気体の標準状態：0 °C, 1.01×10^5 Pa

アボガドロ定数： 6.02×10^{23} /mol

1 以下の各問いに答えよ。〔解答は 1 - ア ~ ク〕

(1) 以下のプラスチック材料に関する文章の中で、誤りを含むものはどれか。解答群から一つ選べ。

〔解答は 1 - ア〕

- 〔解答群〕
- ① ポリ塩化ビニルは、熱すると硬くなる性質をもち、パイプなどに用いられる。
 - ② ポリエチレンテレフタレートは、透明で強度が高く、飲料用容器などに用いられる。
 - ③ メタクリル樹脂は有機ガラスとよばれ、非常に透明度が高く水槽などに用いられる。
 - ④ ポリエチレンテレフタレートの断片を融かして引き延ばすと、ポリエステル繊維が得られる。

(2) 以下の金属材料に関する文章の中で、正しいものはどれか。解答群から一つ選べ。

〔解答は 1 - イ〕

- 〔解答群〕
- ① 鉄鋼(スチール)は、炭素とともに高炉で熔融後、できた銑鉄を転炉させて製造される。
 - ② 銅は、錆びにくく融点が低い性質をもつため、建材などに多用されている。
 - ③ アルミニウムは、電気をよく通すことから、配線材料として多用されている。
 - ④ 銅とアルミニウムは、いずれも電解炉を通じた電気分解によって製造されている。

(3) 次の(a)~(j)の化合物のうち、非共有電子対をもたない分子はいくつあるか。適切な1桁の数値を

マークせよ。〔解答は 1 - ウ〕

- | | | | | |
|---------------------|---------------------|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| (a) HCl | (b) CH ₄ | (c) O ₂ | (d) C ₂ H ₆ | (e) C ₂ H ₂ |
| (f) NH ₃ | (g) Cl ₂ | (h) CH ₃ COOH | (i) H ₂ S | (j) H ₂ |

(4) 水酸化ナトリウムは大気中の二酸化炭素を吸収しやすいため、一般に市販の水酸化ナトリウムは不純物として炭酸ナトリウムを含んでいる。いま仮に不純物が炭酸ナトリウムのみであり、市販水酸化ナトリウムの純度が質量百分率で96.0%であるとき、この市販水酸化ナトリウム132.5gに含まれる炭素は何gか、解答群から一つ選べ。〔解答は 1 - エ〕

- 〔解答群〕
- ① 0.60 g
 - ② 0.76 g
 - ③ 1.20 g
 - ④ 5.30 g
 - ⑤ 14.4 g
 - ⑥ 15.0 g
 - ⑦ 39.8 g

(5) 以下の文章を読み、**オ** に当てはまる語句として正しいものを以下の解答群から一つ選べ。

〔解答は **1** - **オ** 〕

「主要な食糧である農作物の収穫量は、天候などに大きく左右されるため、安定した供給によって飢饉を克服することは、人類の大きな課題であった。今から約 100 年前までは、堆肥や動物の排泄物などの天然資源が、土壌に不足する養分を補うための肥料として使われていた。19 世紀になって、作物の育成に不足しやすい要素が **オ** であることがわかり、これらを化学肥料で補うことによって、農作物の増収、安定供給が可能になった。」

- 〔解答群〕 ① 酸素、硫黄、ナトリウム ② 酸素、硫黄、カリウム
 ③ 窒素、リン、ナトリウム ④ 窒素、リン、カリウム
 ⑤ 酸素、リン、カリウム ⑥ 窒素、硫黄、ナトリウム

(6) 石灰石や大理石の主成分として自然界から産出され、かつては黒板用チョーク（白墨）の材料としても利用された化合物を選べ。〔解答は **1** - **カ** 〕

- 〔解答群〕 ① 塩化カルシウム ② 酸化カルシウム ③ 水酸化カルシウム
 ④ 炭酸カルシウム ⑤ フッ化カルシウム

(7) 食品の保存に関する解答群の文章のうち、誤りを含むものを選べ。〔解答は **1** - **キ** 〕

- 〔解答群〕 ① 砂糖漬けや塩漬け、燻煙、乾燥といった方法は、食品の長期保存法として利用されている。
 ② 食品の酸化や細菌の増殖により、食品の品質低下や腐敗による食中毒の懸念が高まる。
 ③ 食品添加物以外にも、脱酸素剤の使用や容器内を真空にすることで、食品の消費期限を延ばすことができる。
 ④ 調味料や着色料、香りをつけるための着香料以外の食品添加物の使用は禁止されている。

(8) 金属イオンの分離法として、 Ag^+ ・ Ca^{2+} ・ Al^{3+} の3つのイオンを含む水溶液からそれぞれを分離したい。正しい手順は次のどれか。〔解答は **1** - **ク** 〕

- 〔解答群〕 ① まず塩酸を加えて Ag^+ を沈殿させ分離し、ろ液に硫酸を加えて Al^{3+} を沈殿させる。
 ② まず塩酸を加えて Ag^+ を沈殿させ分離し、ろ液に硫酸を加えて Ca^{2+} を沈殿させる。
 ③ まず塩酸を加えて Ca^{2+} を沈殿させ分離し、ろ液に硫酸を加えて Al^{3+} を沈殿させる。
 ④ まず塩酸を加えて Ca^{2+} を沈殿させ分離し、ろ液に硫酸を加えて Ag^+ を沈殿させる。
 ⑤ まず塩酸を加えて Al^{3+} を沈殿させ分離し、ろ液に硫酸を加えて Ca^{2+} を沈殿させる。
 ⑥ まず塩酸を加えて Al^{3+} を沈殿させ分離し、ろ液に硫酸を加えて Ag^+ を沈殿させる。

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ~ サ 〕

1. 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

(a) 16 族の元素から構成される水素化合物は、14 族元素の水素化合物よりも沸点が高い。これは、14 族元素の水素化合物の分子構造が ア 形で イ 分子であることに対して、16 族元素の水素化合物は ウ 形で エ 分子であるためである。また、水の沸点は他の 16 族元素の水素化合物の沸点と比較して著しく高い値を示している。これは、分子間には オ よりも強い カ がはたらいているためである。

(1) ア ~ カ の空欄に当てはまる最も適切な語句を解答群からそれぞれ一つずつ選べ。

〔解答は 2 - ア ~ カ 〕

- 〔解答群〕 ① 直線状 ② 極性 ③ 正四面体 ④ 水素結合
 ⑤ ファンデルワールス力 ⑥ 共有結合 ⑦ 立体網目
 ⑧ 無極性 ⑨ 折れ線

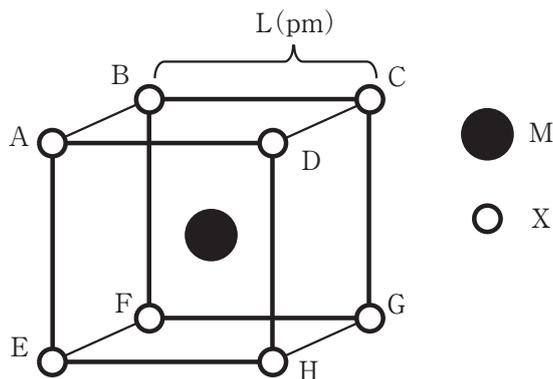
(2) 下線部(a)に該当するものはどれか。解答群から一つ選べ。〔解答は 2 - キ 〕

- 〔解答群〕 ① HF ② SiH₄ ③ H₂Se ④ AsH₃
 ⑤ GeH₄ ⑥ PH₃

2. 図は、陽イオン M と陰イオン X からなるイオン結晶物質 MX の単位格子（最小の繰り返し単位）である立方体 ABCDEFGH を模式的に示している。陽イオン M は立方体の重心に位置し、陰イオン X は立方体の各頂点に位置している。立方体の一辺の長さを L(pm)* とする。

* pm (ピコメートル) = 10⁻¹² m

アボガドロ定数を N_A, $\sqrt{2}=1.41$, $\sqrt{3}=1.73$ として以下の問いに答えよ。



(1) M と X の原子量をそれぞれ P, Q とする。この結晶の密度 d(g/cm³) を表す式として適切なものを選べ。〔解答は 2 - ク 〕

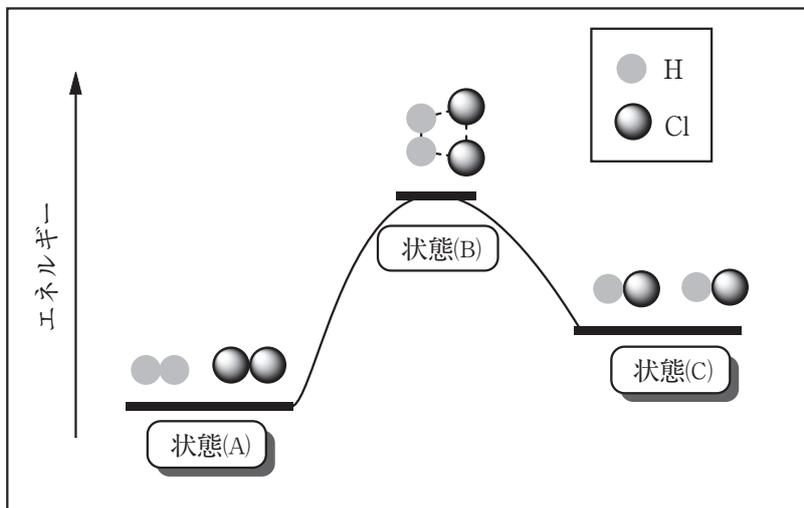
- 〔解答群〕 ① $d = \frac{10^{30}(P+Q)}{N_A L^3}$ ② $d = \frac{10^{30}(P+4Q)}{N_A L^3}$ ③ $d = \frac{10^{30}(P+8Q)}{N_A L^3}$
 ④ $d = \frac{10^{36}(P+Q)}{N_A L^3}$ ⑤ $d = \frac{10^{36}(P+4Q)}{N_A L^3}$ ⑥ $d = \frac{10^{36}(P+8Q)}{N_A L^3}$

(2) $L = 412 \text{ pm}$ である場合、BE 間の距離は pm, BH 間の距離は pm である。さらに M のイオン半径が 190 pm である場合、X のイオン半径は pm である。ただし単位格子中でイオン M と X は接しているものとする。 ~ に当てはまる数値をそれぞれ解答群から選べ。 [解答は - ~]

- [解答群] ① 167 ② 262 ③ 291 ④ 334 ⑤ 357
 ⑥ 524 ⑦ 581 ⑧ 713 ⑨ 824

3 以下の各問いに答えよ。〔解答は 3 - ア ~ キ〕

1. 次の図は、水素ガス (H_2) と塩素ガス (Cl_2) から塩化水素ガス (HCl) を生成する反応のエネルギー変化を示したものである。なお、上の方向が大きなエネルギー状態を示す。これに関し、以下の各問いに答えよ。〔解答は 3 - ア ~ オ〕



- (1) 以下に示されるア、イの各エネルギー状態間の差は、解答群のどれに相当するか。最も適切なものをそれぞれ選べ。

ア. 状態(B)と状態(A)の差〔解答は 3 - ア〕

イ. 状態(C)と状態(A)の差〔解答は 3 - イ〕

- 〔解答群〕
- | | |
|--|----------------------------|
| ① H_2 の燃焼熱 | ② Cl_2 を解離するエネルギー |
| ③ $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ の活性化エネルギー | ④ H_2 を解離するエネルギー |
| ⑤ HCl の生成熱 | ⑥ HCl の生成熱の 2 倍 |

- (2) 図の状態(A)から状態(C)への反応が進む過程で、状態(B)の活性化状態を経て反応が進む。このように、エネルギーの大きな中間の状態を経由する概念を提唱した化学者を解答群から選べ。

〔解答は 3 - ウ〕

- 〔解答群〕
- | | | |
|-----------|---------|---------|
| ① ルシャトリエ | ② アボガドロ | ③ ファラデー |
| ④ ゲーリュサック | ⑤ アレニウス | |

(3) 一定の温度でこの反応に触媒を加えると、反応速度が増大した。このときに起こる変化を解答群から選べ。〔解答は - 〕

- 〔解答群〕
- ① 状態(A)のエネルギーが大きくなる。
 - ② 状態(A)のエネルギーが小さくなる。
 - ③ 状態(B)のエネルギーが大きくなる。
 - ④ 状態(B)のエネルギーが小さくなる。
 - ⑤ 状態(C)のエネルギーが大きくなる。
 - ⑥ 状態(C)のエネルギーが小さくなる。
 - ⑦ 状態(A)~(C)のエネルギーはいずれも変化しない。

(4) この反応で圧力を上昇させると、反応速度が増大した。このときに起こる変化は、次のどれか。

〔解答は - 〕

- 〔解答群〕
- ① 状態(A)のエネルギーが増大する。
 - ② 状態(A)のエネルギーが低下する。
 - ③ 状態(B)のエネルギーが増大する。
 - ④ 状態(B)のエネルギーが低下する。
 - ⑤ 状態(C)のエネルギーが増大する。
 - ⑥ 状態(C)のエネルギーが低下する。
 - ⑦ 状態(A)~(C)のエネルギーはいずれも変化しない。

2. 0.500 mol の H_2 (気体) と、0.500 mol の I_2 (固体) を 11.2 L の容積一定の密閉容器に入れて加熱すると、 HI (気体) が . mol 生成した。このとき、容器内の圧力は 273K において $1.515 \times 10^5 \text{ Pa}$ となった。空欄 , に当てはまる数値をそれぞれマークせよ。なお、 I_2 は常に固体として存在し、固体の体積は無視してよいものとする。

〔解答は - , 〕

4 以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ~ コ〕

(1) 次の文章はアルコールについて述べたものである。

ア アルコールは過マンガン酸カリウムやニクロム酸カリウムなどの酸化剤で酸化され、イ になり、さらに酸化されて ウ になる。エ アルコールは酸化されて オ になるが、カ アルコールは酸化されにくい。
これらの反応性の違いによって、第何級のアルコールであるかが区別できる。

ア ~ カ に当てはまる語句を以下の解答群からそれぞれ一つ選べ。

〔解答は 4 - ア ~ カ〕

- 〔解答群〕 ① 第一級 ② 第二級 ③ 第三級
 ④ アルデヒド ⑤ ケトン ⑥ カルボン酸

(2) 解答群の化合物のうち、塩化鉄(II)水溶液と混合した際に、呈色しないものを選べ。

〔解答は 4 - キ〕

- 〔解答群〕 ① フェノール ② *o*-クレゾール ③ ベンジルアルコール
 ④ 1-ナフトール ⑤ サリチル酸

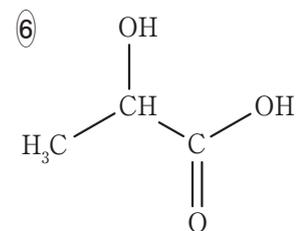
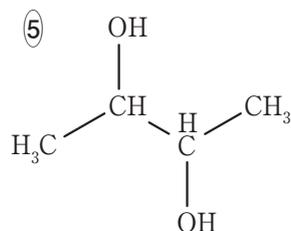
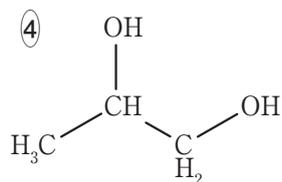
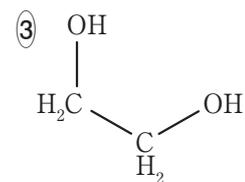
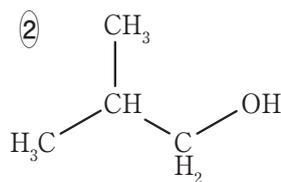
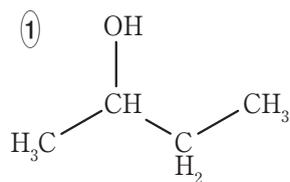
(3) カルボン酸に関する以下の説明で誤りを含むものを一つ選べ。〔解答は 4 - ク〕

- 〔解答群〕 ① 低級脂肪酸は水に溶けやすい無色の液体で、刺激臭をもつ。
② 高級脂肪酸は水に溶けにくく、においはない。
③ 酢酸は刺激臭をもつ無色の液体で、純粋なものは気温が低下する時期には凝固することがある。
④ エステルに水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、エステルが加水分解してアルコールと遊離のカルボン酸が生成する。
⑤ 水に溶けにくいカルボン酸を炭酸水素塩と反応させると、二酸化炭素が発生する。
⑥ ジカルボン酸であるマレイン酸を加熱すると、無水マレイン酸と呼ばれる酸無水物が得られる。

(4) 次の化合物のうち、1分子中に不斉炭素原子が2個ある化合物を一つ選べ。

〔解答は - 〕

〔解答群〕



(5) アルケンとは、炭素-炭素二重結合が一つある直鎖の炭化水素の総称である。あるアルケン 16.8 g に臭素を完全に付加させたところ、生成物が 48.8 g 得られた。このアルケン1分子中の炭素原子数はいくつか。当てはまる1桁の数値をマークせよ。〔解答は - 〕