

化 学

(注意) 解答はすべて解答用紙にマークすること。

なお、気体は全て標準状態として存在するものとする。

必要があれば、次の数値を用いて計算せよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, O = 16, Al = 27, S = 32, Cl = 35.5, Ca = 40, Cu = 64

気体定数： $8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$, 気体の標準状態： 0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$

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

1 以下の各問いに答えよ。〔解答は 1 - ア ~ コ〕

問1. 以下の各問いの答えとして最も適切なものを解答群からそれぞれ一つ選べ。

(1) 原子の構造に関する以下の各文について、誤りを含むものはどれか。

〔解答は 1 - ア〕

- 〔解答群〕
- ① 原子は、原子核と電子によってできている。
 - ② 原子核は、中性子と陽子によってできている。
 - ③ 原子核にある陽子は、正の電荷を帯びた粒子である。
 - ④ 電子は、負の電荷を帯びた粒子である。
 - ⑤ 原子番号は、陽子の数と中性子の数を足し合わせた数に等しい。

(2) 同位体および同素体に関する以下の各文について、誤りを含むものはどれか。

〔解答は 1 - イ〕

- 〔解答群〕
- ① 同位体の数の比は地球上のどこでもほぼ一定であり、この比を天然存在比という。
 - ② 同素体となる二つの化合物では、構造は異なるが、化学的性質は互いに同じである。
 - ③ ダイヤモンドと黒鉛（グラファイト）は、互いに同素体の関係にある。
 - ④ 黄リンと赤リンは、互いに同素体の関係にある。
 - ⑤ 水（軽水）と重水は、互いに同位体の関係にある水素原子をそれぞれ含む。

(3) 混合物の分離に関する以下の各文について、誤りを含むものはどれか。

〔解答は 1 - ウ〕

- 〔解答群〕
- ① 砂の混ざった水をろ過することにより、砂と水を分離できる。
 - ② 海水を蒸留することにより、水を取り出すことができる。
 - ③ すりつぶした大豆に熱水を加えて放置すると、油脂（大豆油）が抽出できる。
 - ④ 石油を分留することにより、石油ガスやガソリン、灯油、軽油などに分離することができる。
 - ⑤ 不純物を含んだ塩を水に溶解後、再結晶することにより純度の高い塩が得られる。

問2. 以下の3つの反応A, B, Cについて, 発生する気体の体積を標準状態で比較した場合に, 体積が大きい順に並べたものはどれか。

A: 炭酸カルシウム 10 g を十分な量の塩酸と全て反応させた。

B: アルミニウム 2.7 g を十分な量の塩酸と全て反応させた。

C: 銅 3.2 g を十分な量の熱濃硫酸と全て反応させた。

〔解答は 1 - エ 〕

〔解答群〕 ① A>B>C ② A>C>B ③ B>A>C

④ B>C>A ⑤ C>A>B ⑥ C>B>A

問3. 0.20 mol/L の硫酸 20 mL を完全に中和するのに, 0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液は何 mL 必要か。解答群から一つ選べ。

〔解答は 1 - オ 〕

〔解答群〕 ① 4.0 ② 8.0 ③ 12 ④ 16 ⑤ 20

問4. 以下の文を読み, あとの問いに答えよ。

通常よりも賞味期限を長くしたロングライフ食品は, フードロスの削減や災害用備蓄として注目されている。近年, 食品を包む容器やパッケージの開発は目覚ましく, 複数のフィルムを用いた多層構造になっているものがある。この多層フィルムには, 柔らかいプラスチックとともに, 空気, 湿気, 光などを遮断できる金属箔が使用されている。

(1) 多層フィルムを構成する金属箔に使用されている金属として, 適切なものを解答群より選べ。

〔解答は 1 - カ 〕

〔解答群〕 ① 鉄 ② アルミニウム ③ 銅 ④ 銀 ⑤ 金

⑥ 亜鉛 ⑦ スズ

(2) 多層フィルムを構成する主なプラスチックとして, 適切なものを解答群より選べ。

〔解答は 1 - キ 〕

〔解答群〕 ① ナイロン66 ② ポリメタクリル酸メチル ③ ポリ塩化ビニル

④ ポリエチレン ⑤ グラフェン ⑥ フラーレン

問5. ハロゲンと水を反応させると, フッ素の場合はフッ化水素と A が生成し, 塩素の場合は塩化水素と B が生成する。

文中の A, B に当てはまる適切な語句の組合せを以下の解答群から一つ選べ。

〔解答は 1 - ク 〕

〔解答群〕 ① A: 酸素, B: 亜塩素酸

② A: 酸素, B: 過塩素酸

③ A: 酸素, B: 次亜塩素酸

④ A: 水素, B: 次亜塩素酸

⑤ A: 水素, B: 過塩素酸

⑥ A: 水素, B: 亜塩素酸

問 6. 次の(a)～(g)の化合物は、塩基性酸化物、酸性酸化物および両性酸化物のいずれかである。

(a) CO_2 (b) K_2O (c) ZnO (d) SiO_2 (e) SO_3 (f) P_4O_{10} (g) BaO

これらの酸化物の中で酸性酸化物はいくつあるか。数値をマークせよ。

〔解答は 1 - ケ 〕

問 7. 解答群の①～⑤の反応において、下線の化合物 1 mol が全て反応したとき、発生する気体の物質量が最も多いものはどの反応か。適切なものを一つ選べ。

〔解答は 1 - コ 〕

- 〔解答群〕 ① 硫化鉄 (FeS) に希硫酸を加える。
② 酸化マンガン(IV)を触媒として加えて、塩素酸カリウム (KClO_3) を加熱する。
③ 過酸化水素 (H_2O_2) の水溶液を触媒である酸化マンガン(IV)に加える。
④ 炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) に希塩酸を加える。
⑤ 亜硫酸水素ナトリウム (NaHSO_3) に希硫酸を加える。

2 以下の各問いに答えよ。〔解答は 2 - ア ～ ケ〕

問1. 以下の ア ～ オ の各法則に最も関連の深い科学者を、解答群よりそれぞれ選べ。

- ア 一定の圧力のもとで、一定量の気体の体積は絶対温度に比例する。
イ 一定の温度のもとで、一定量の気体の体積は圧力に反比例する。
ウ 浸透圧は、溶質や溶媒に関係なく、溶液のモル濃度と絶対温度の積に比例する。
エ 実在気体の状態方程式は、理想気体の状態方程式に分子自身の体積と分子間力を補正した式で示される。
オ 一定の温度のもとで、溶解度の小さい気体が一定量の溶媒に溶解するとき、その溶解量は気体の分圧に比例する。

〔解答は 2 - ア ～ オ〕

- 〔解答群〕 ① ファンデルワールス ② ヘス ③ ヘンリー
④ ファントホッフ ⑤ ボイル ⑥ シャルル

問2. 以下の記述①～④の中で、誤りを含むものを選べ。

- ① メンデレーエフは、既に発見されていた元素を並べると周期的に似た性質となる元素が現れることを導き、元素周期表を見出した。
② ドルトンは、混合気体の全圧が各成分気体の分圧の和に相当することを導いた。
③ アボガドロは、すべての物質が、それ以上分割することができない微小の粒子からなる「原子説」の考え方を科学的に提唱した。
④ ハーバーは、高压条件下で触媒を用いた反応により、水素と窒素からアンモニアを合成することに成功した。

〔解答は 2 - カ〕

問3. 沸点上昇、凝固点降下を利用して、溶質の分子量を求めることができる。溶液の沸点上昇度または凝固点降下度を Δt (K)、モル沸点上昇またはモル凝固点降下を K (K・kg/mol)、溶質（非電解質）の質量を w (g)、モル質量を M (mol/kg)、溶媒の質量を W (kg) とすると、モル質量 M は式キで表される。

キ に当てはまる適切な式を以下の解答群から選べ。

〔解答は 2 - キ〕

- 〔解答群〕 ① $M = \frac{w}{KW\Delta t}$ ② $M = \frac{wKW}{\Delta t}$ ③ $M = \frac{K}{wW\Delta t}$
④ $M = \frac{wK\Delta t}{W}$ ⑤ $M = \frac{wK}{W\Delta t}$

問4. 純水と海水を半透膜で仕切ると、水が海水側に浸透する。このとき、海水に浸透圧以上の圧力を加え、溶媒である水を海水から純水側に移動させることで、純水を取り出すことができる。このように海水を淡水化する方法を ク という。

ク に当てはまる語句として適切なものを以下の解答群から選べ。

〔解答は 2 - ク 〕

- 〔解答群〕 ① 高圧浸透法 ② 半透膜法 ③ ろ過膜法
 ④ 分離膜法 ⑤ 逆浸透法

問5. 結晶の種類として誤っているものはどれか。解答群から選べ。

〔 解答は 2 - ケ 〕

- 〔解答群〕 ① イオン結晶 ② 元素結晶 ③ 金属結晶
 ④ 分子結晶 ⑤ 共有結合結晶

3 以下の各問いに答えよ。〔解答は 3 - ア ~ コ〕

問 1. 以下の文について、空欄 ア ~ ウ に当てはまる数値をそれぞれマークせよ。

〔解答は 3 - ア ~ ウ〕

CO (気), CO₂ (気), および H₂O (液) の生成エンタルピーはそれぞれ -111 kJ/mol, -394 kJ/mol, および -286 kJ/mol である。これらを用いて, 以下の燃焼エンタルピーの値を求めよ。

CO (気) の燃焼エンタルピーは, - ア イ ウ kJ/mol

問 2. 次の エ ~ キ の可逆反応が平衡状態にあるとき, 括弧内のように条件を変化させると, 化学平衡はどちらに移動するか。適切なものを解答群から選べ。なお, アンモニアの生成反応は発熱反応とする。

エ $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ (全圧を一定にして窒素を加える)

オ $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$ (全圧を一定にして冷却する)

カ $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$ (全圧を一定にして二酸化炭素を加える)

キ $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$ (温度を一定にして加圧する)

〔解答は 3 - エ ~ キ〕

〔解答群〕 ① 左へ移動 ② 右へ移動 ③ 移動は起こらない

問 3. 次の ク ~ コ の説明に当てはまる用語を, 解答群からそれぞれ選べ。

ク 原子から電子を一つ取り除いて, 1 価の陽イオンになるときに必要なエネルギー

ケ 原子が電子を一つ受け取り, 1 価の陰イオンになるときに放出されるエネルギー

コ 原子が, 共有電子対を引きつける強さの程度を表した値

〔解答は 3 - ク ~ コ〕

〔解答群〕 ① 結合エネルギー ② 第一イオン化エネルギー ③ 電子親和力
④ 静電気力 ⑤ 電気陰性度 ⑥ クーロン力

4 以下の各問いに答えよ。〔解答は 4 - ア ~ ク〕

問1. アルカン C_nH_{2n+2} (n は自然数) の完全燃焼を, ア ~ ウ を係数として一般的に表すと以下の反応式になる。



(1) ア に当てはまるものを解答群から選べ。

〔解答は 4 - ア〕

- 〔解答群〕
- | | | | |
|--------------|--------------|----------|----------|
| ① n | ② $n+1$ | ③ $n/2$ | ④ $3n/2$ |
| ⑤ $(2n+1)/2$ | ⑥ $(3n+1)/2$ | ⑦ $2n+1$ | ⑧ $3n+1$ |
| ⑨ $2n+2$ | ⑩ $3n+3$ | | |

(2) イ, ウ に当てはまるものをそれぞれ解答群から選べ。

〔解答は 4 - イ, ウ〕

- 〔解答群〕
- | | | | |
|-------------|-------------|---------|---------|
| ① n | ② $2n$ | ③ $3n$ | ④ $n/2$ |
| ⑤ $(n+1)/2$ | ⑥ $(n+2)/2$ | ⑦ $n+1$ | ⑧ $n+2$ |
| ⑨ $2n+1$ | ⑩ $2n+2$ | | |

(3) 以下の各アルカン 1.00 g をそれぞれ完全燃焼させた際に, 最も多くの水を生ずるものを解答群から選べ。

〔解答は 4 - エ〕

- 〔解答群〕
- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① オクタン | ② ヘプタン | ③ ヘキサン | ④ ペンタン |
| ⑤ ブタン | ⑥ プロパン | ⑦ エタン | ⑧ メタン |

(4) 以下のアルカンで最も沸点が高いものを解答群から選べ。

〔解答は 4 - オ〕

- 〔解答群〕
- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① オクタン | ② ヘプタン | ③ ヘキサン | ④ ペンタン |
| ⑤ ブタン | ⑥ プロパン | ⑦ エタン | ⑧ メタン |

問2. 以下の記述の中で, 誤りを含むものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は 4 - カ〕

- 〔解答群〕
- ① 飽和炭化水素を, シクロアルケンという。
 - ② ベンゼン環とよばれる炭素骨格を含む環式炭化水素を, 芳香族炭化水素という。
 - ③ 炭素と水素のみでできた化合物を炭化水素という。
 - ④ 鎖式不飽和炭化水素の中で, 三重結合を1つもつものをアルキンという。
 - ⑤ 飽和炭化水素は, 炭化水素の炭素原子間の結合がすべて単結合のものをいう。

問 3. アルデヒドの性質のうち、誤りを含むものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は 4 - キ〕

- 〔解答群〕
- ① アルデヒドは中性物質である。
 - ② アルデヒドは、第二級アルコールの酸化により得られる。
 - ③ アンモニア性硝酸銀溶液にアルデヒドを加えて温めると、銀イオンが還元されて銀として析出する。
 - ④ ホルムアルデヒドが酸化されると、ギ酸になる。
 - ⑤ アセトアルデヒドは、特有の刺激臭があり、水や有機溶媒によく溶ける。

問 4. 以下の記述の中で、誤りを含むものはどれか。解答群から選べ。

〔解答は 4 - ク〕

- 〔解答群〕
- ① エーテルは酸素原子に炭化水素基が 2 個結合した形の化合物である。
 - ② カルボン酸とアルコールから水分子がとれて縮合すると、エステル結合をもつ化合物が生じる。
 - ③ マレイン酸とフマル酸は、シス・トランス異性体の関係にある。
 - ④ 乳酸分子には鏡像異性体が存在する。
 - ⑤ ベンゼン環の炭素原子に、ヒドロキシ基とカルボキシ基が直接結合した化合物を総称して、フェノール類という。