

化 学 基 礎

化学基礎

必要があれば、原子量は次の値を用いること。

原子量 H : 1.0 He : 4.0 C : 12 O : 16 Na : 23

Cl : 35.5 Ca : 40 I : 127

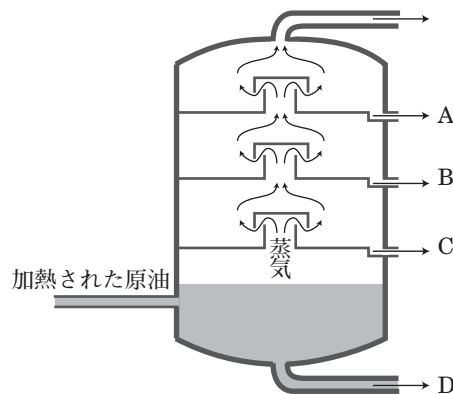
標準状態で気体 1 mol が占める体積 22.4 L

第1問 次の各問いに答えよ。

問1 単体のみの組合せとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 1

- ① 銅, ヘリウム ② 鉄, 塩化水素 ③ エタノール, 石油
④ 水素, 二酸化炭素 ⑤ 窒素, 過酸化水素

問2 次図は製油所の精留塔を表している。原油を加熱すると、沸点の違いによってA～Dの留出物が得られる。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。 2



- ① Aはナフサ(粗製ガソリン)で、自動車の燃料などに利用されている。
② Bは灯油などで、ストーブの燃料に利用されている。
③ Cは軽油で、ディーゼルの燃料に利用されている。
④ Dは重油などで、火力発電所の燃料に利用されている。
⑤ 分留によって沸点の高い物質は、精留塔の上部に分離される。

問3 原子の構造に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

3

- ① 陽子と中性子の数の和を、質量数という。
- ② 電子の質量は非常に小さいので、原子の質量は、原子核の質量にほぼ等しい。
- ③ 最も外側の電子殻中に存在する電子を、価電子という。
- ④ 電子殻は、原子核に近い内側から順に K 殻, L 殻, M 殻, …とよばれる。
- ⑤ 陽子 1 個がもつ電荷と電子 1 個がもつ電荷は、符号は異なるが絶対値は等しい。

問4 化合物を構成する元素が 3 種類以上であるものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

4

- ① 硫酸銅(Ⅱ) ② 二酸化炭素 ③ 水 ④ 硫化水素 ⑤ アンモニア

問5 物質の三態に関する記述として誤りを含むものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

5

- ① ドライアイスを室内に放置したとき、直接気体の二酸化炭素になることを昇華という。
- ② 氷の状態では水分子が熱運動しないため、相互の位置は変わらない。
- ③ 水を加熱したとき液体内部から水蒸気になることを、沸騰とつという。
- ④ 液体状態の水分子は熱運動しており、相互の位置を変えている。
- ⑤ 水を加熱したとき水になることを、融解という。

問6 元素の周期表に関する記述中の空欄 ~ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。

ロシアのメンデレーエフは19世紀後半に元素を原子の の順に配置した周期表を発表したが、現在の周期表は元素を の順に並べている。原子を の順、 の順に並べたときで順序が異なる部分は ${}_{18}\text{Ar}$ (原子量は39.95), ${}_{19}\text{K}$ (原子量は39.10) などだが、これはKと比べてArの方が質量数の大きい の存在比が大きいことが関係している。

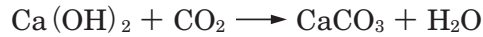
	ア	イ	ウ
①	原子量	原子番号	同位体
②	原子量	原子番号	同素体
③	原子量	原子番号	同族元素
④	原子番号	原子量	同素体
⑤	原子番号	原子量	同位体
⑥	原子番号	原子量	同族元素

問7 身のまわりの物質に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。

- ① 洗剤の濃度を必要以上に高くすると、下水の浄化に負担をかける。
- ② 水道水に含まれている塩素は、殺菌や消毒のために使用されている。
- ③ 食品の保存には、塩漬^つけ、くん製^ひ、冷凍、加熱殺菌などの方法がある。
- ④ ビニロンは、石炭と空気と水からつくられた、世界初の合成繊維である。
- ⑤ 天然資源には限りがあるので、再利用するという考え方に変わってきている。

第2問 次の各問いに答えよ。

問1 石灰水(水酸化カルシウムの飽和水溶液)に二酸化炭素を通じると、次の化学反応式で示す反応が起こり、白色沈殿が生成する。



この白色沈殿が 1.0 g 生成するためには、標準状態に換算して何 mL の二酸化炭素が必要か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、石灰水は十分にあるものとする。 mL

- ① 22 ② 110 ③ 220 ④ 450 ⑤ 900

問2 硝酸カリウムの溶解度(水 100 g に溶解する溶質の最大質量[g/100 g水])は、次の通りである。飽和水溶液の質量パーセント濃度が 40% になるのは、温度が何℃から何℃の間ときか。最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

温度[℃]	10	20	30	40	50	60
溶解度[g/100 g水]	22	32	46	64	85	110

- ① 10℃から 20℃の間 ② 20℃から 30℃の間
③ 30℃から 40℃の間 ④ 40℃から 50℃の間
⑤ 50℃から 60℃の間

問3 次の①～⑤のうちで、粒子の数が最も多いものを一つ選べ。ただし、気体の体積は標準状態に換算した値とする。

- ① 水 H_2O 1.8 g 中の水素原子の数
② ヘリウム He 2.0 g 中のヘリウム原子の数
③ 塩化ナトリウム NaCl 5.85 g 中のイオンの総数
④ エタン C_2H_6 1.12 L 中の炭素原子の数
⑤ ヨウ素 I_2 12.7 g がすべて昇華したときのヨウ素分子の数

問4 分子からなる物質に関する次の各問いに答えよ。

ドライアイスは、図1のようにCO₂分子が規則正しく配列した構造をしている。CO₂分子を1つの粒子として表すと、図2のように立方体の各頂点と6つ面の中心に粒子が位置した構造になっている。これに関する下の各問いに答えよ。

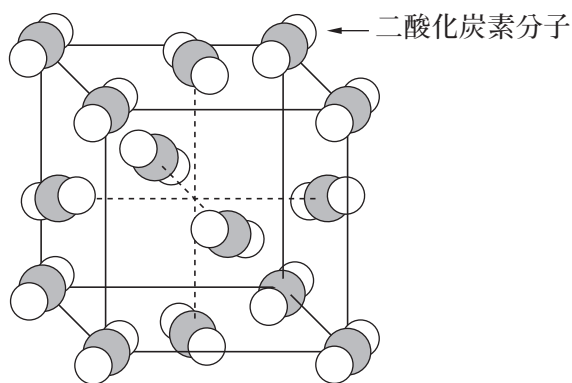


図1

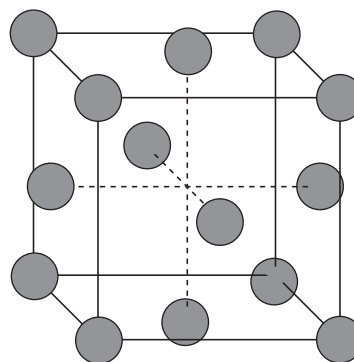


図2

- (1) 図1の立方体中に含まれている二酸化炭素分子は何個か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、各頂点に位置している分子は $\frac{1}{8}$ 、各面の中心の分子は $\frac{1}{2}$ が立方体に含まれている。 個
- ① 2 ② 4 ③ 8 ④ 12 ⑤ 14
- (2) 次の記述中の空欄 ～ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。

分子からなる物質には、二酸化炭素などの気体や水などの液体のものが多い。これは分子間にはたらく が、イオン結合などより ためである。また、アンモニアのような極性分子は、分子量が同程度の無極性分子からなる物質より沸点・融点が 。

	ア	イ	ウ
①	分子間力	強い	高い
②	分子間力	弱い	低い
③	分子間力	弱い	高い
④	共有結合	強い	低い
⑤	共有結合	強い	高い
⑥	共有結合	弱い	低い

(3) ドライアイス 44 g がすべて気体になったとき、体積は何倍になるか。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、ドライアイスの密度は 1.7 g/cm^3 とし、体積は標準状態に換算した値とする。 倍

① 390

② 510

③ 580

④ 870

⑤ 970

第3問 次の各問いに答えよ。

問1 ブレンステッドとローリーは、「酸とは、水素イオン H^+ を他に与える物質であり、塩基とは、 H^+ を他から受け取る物質である。」と定義した。次の①～⑤の下線部で示す物質が、この定義による酸であるのはどれか。最も適当なものを、一つ選べ。 14

- ① $\underline{\text{HSO}_4^-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$
- ② $\underline{\text{NH}_3} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$
- ③ $\text{CH}_3\text{COOH} + \underline{\text{H}_2\text{O}} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+$
- ④ $\underline{\text{CO}_3^{2-}} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{OH}^-$
- ⑤ $\text{H}_2\text{S} + \underline{2\text{OH}^-} \rightarrow \text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$

問2 濃度未知の弱酸Aの水溶液に濃度がわかっている強塩基Bの水溶液を滴下して、中和滴定を行った。このときの操作に関する記述で、下線部(a)～(c)のうち誤りを含むものをすべて選んだものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 15

ビュレットが水にぬれていたが、(a)そのまま塩基Bの水溶液を入れた。次にホールピペットを用いて酸Aを10.0 mLはかりとり、(b)精製水で洗ったままぬれているコニカルビーカーに入れた。適量の(c)メチルオレンジ(変色域は3.1～4.4)を加えた後、ビュレットを用いて塩基Bの水溶液を滴下し、溶液の色が変化したときを中和点とした。

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

問3 次の①～⑤の水溶液のうちで、水素イオンの物質量が最も大きいものを一つ選べ。ただし、水溶液の濃度はすべて0.10 mol/L、温度は25℃である。また、強電解質は水溶液中で完全に電離しているものとする。 16

- ① 塩化ナトリウム水溶液 1 L
- ② 酢酸(電離度 1.6×10^{-2})水溶液 1 L
- ③ 塩酸 1 L
- ④ 硫酸 1 L
- ⑤ 硝酸 1 L

問4 濃度未知の硫酸 10.0 mL にフェノールフタレインを数滴加え、0.20 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液で中和滴定しようとして 20.0 mL 加えたところ、加えすぎて中和点を過ぎてしまった。この水溶液に 0.50 mol/L 塩酸を滴下していくと、7.0 mL 加えたときに溶液の色が になったので滴定を終了した。

(1) 水酸化ナトリウムと反応した HCl は何 mol か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 mol

- ① 3.5×10^{-4} ② 7.0×10^{-4} ③ 1.8×10^{-3}
④ 3.5×10^{-3} ⑤ 7.0×10^{-3}

(2) 空欄 に当てはまる記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 無色から赤色
② 無色から黄色
③ 赤色から無色
④ 赤色から黄色
⑤ 黄色から赤色

(3) この硫酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

mol/L

- ① 0.013 ② 0.025 ③ 0.050 ④ 0.10 ⑤ 0.25

第4問 次の各問いに答えよ。

問1 次の a ~ c の硫黄化合物について、S の酸化数が大きい順に不等号を用いて表すとどうなるか。最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 20

a H_2S b SO_2 c H_2SO_4

- 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2 4 種類のハロゲン (F, Cl, Br, I) のうちいずれか 3 種類のハロゲンの単体 (X_2 , Y_2 , Z_2 と表す) とカリウム塩について、次の実験結果 a ~ c を得た。このことから、3 種類のハロゲン単体の酸化力の強さを、不等号を用いて表したのものとして最も適当なものを、下の①~⑥のうちから一つ選べ。 21

- a X のカリウム塩 KX の水溶液に Y_2 を加えると、 X_2 が生じ水溶液の色が褐色に変わった。
b Y のカリウム塩 KY の水溶液に Z_2 を加えると、 Y_2 が生じ水溶液の色が変化した。
c X のカリウム塩 KX の水溶液に Z_2 を加えると、 X_2 が生じ水溶液の色が褐色に変わった。

- ① $\text{X}_2 > \text{Y}_2 > \text{Z}_2$ ② $\text{X}_2 > \text{Z}_2 > \text{Y}_2$ ③ $\text{Y}_2 > \text{X}_2 > \text{Z}_2$
④ $\text{Y}_2 > \text{Z}_2 > \text{X}_2$ ⑤ $\text{Z}_2 > \text{X}_2 > \text{Y}_2$ ⑥ $\text{Z}_2 > \text{Y}_2 > \text{X}_2$

問3 電池に関する記述として誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 22

- ① マンガン乾電池は、正極に酸化マンガン(IV)、負極に亜鉛を用いている。
② リチウムイオン電池は小型の二次電池で、携帯電話などに利用されている。
③ 燃料電池は水素と酸素を利用した電池で、放電時には二酸化炭素を発生しない。
④ 空気電池は、補聴器などに利用されている小型の一次電池である。
⑤ 鉛蓄電池は、正極に鉛、負極に酸化鉛(IV)を用いている。

問4 次の a ~ c の 3 種類の反応に関する下の各問いに答えよ。

- a 硫酸酸性にした過酸化水素水にヨウ化カリウム水溶液を加える。
- b ヨウ素ヨウ化カリウム水溶液に二酸化硫黄を通じると、硫酸とヨウ化水素が生じる。
- c 硫酸酸性にした硫酸鉄(II)水溶液に、過酸化水素水を加えると、硫酸鉄(III)と水が生じる。

(1) 反応 a の化学反応式は次の通りである。



空欄 $\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{ウ}}$ に当てはまる数値の組合せとして最も適当なものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。ただし、係数 1 も書くこととする。 $\boxed{23}$

	ア	イ	ウ
①	1	1	1
②	1	2	1
③	1	2	2
④	2	1	1
⑤	2	2	2

(2) a ~ c の下線部で示す物質が還元剤としてはたらいっているものはどれか。最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 $\boxed{24}$

- 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) a ~ c の 3 種類の反応に関する記述のうち誤りを含むものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 $\boxed{25}$

- ① a では水溶液の色が無色から褐色に変化する。
- ② b では水溶液の色が褐色から無色に変化する。
- ③ c では鉄(II)イオンは還元されている。
- ④ 少量のデンプン水溶液を入れておくと、反応後青紫色になるのは a のみである。
- ⑤ a と c で使用している過酸化水素は同じはたらきをしている。

(化学基礎の問題は終わり)