

◇ 化 学

化 5－1～化 5－16 まで 16 ページあります。

必要があれば、原子量および定数は次の値を使うこと。

H=1.0, C=12, O=16, Na=23, Br=80

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/mol とする。

アボガドロ定数は $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。

ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

第1問 次の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

問1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群の選択肢のうちから一つずつ選べ。

a 常温・常圧で昇華しやすいものの組合せ

- ① 酸化銅(Ⅱ)とヨウ素
- ② 硫酸銅(Ⅱ)と炭酸ナトリウム
- ③ ドライアイスとナフタレン
- ④ 臭素とケイ素
- ⑤ 塩化アルミニウムと水酸化ナトリウム

b 最外殻電子の数が異なるものの組合せ

- ① C と Si ② O^{2-} と Mg^{2+} ③ Cl^- と Ca^{2+}
- ④ Mg と Ca ⑤ He と Ar

c 単体でないものの組合せ

- ① 黒鉛と海水 ② 黒鉛と赤リン ③ 斜方硫黄とオゾン
- ④ アルゴンと水銀 ⑤ 塩化ナトリウムと水晶

問 2 原油からナフサ(粗製ガソリン)を分離する方法として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4

- ① ろ過 ② 抽出 ③ 分留 ④ 再結晶
⑤ 昇華法

問 3 分子をつくる原子間の化学結合と分子間にはたらく力に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 5

- ① 電気陰性度の差が小さい原子間の共有結合は、イオン結合に近い性質を示す。
② 極性分子からなる溶質は、無極性分子からなる溶媒によく溶ける。
③ 物質の状態は、物質を構成する分子の熱運動と分子間力によって決まる。
④ 分子間力の強さは、イオン結合よりも強く、共有結合よりも弱い。

問 4 水、アンモニアおよびメタンの分子の形の組合せとして、最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 6

	水	アンモニア	メタン
①	折れ線形	三角錐形	正方形
②	折れ線形	三角錐形	正四面体形
③	折れ線形	正三角形	正方形
④	折れ線形	正三角形	正四面体形
⑤	直線形	三角錐形	正方形
⑥	直線形	三角錐形	正四面体形
⑦	直線形	正三角形	正方形
⑧	直線形	正三角形	正四面体形

問 5 共有結合の結晶に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 7

- a 化学式で表すときには、組成式を用いる。
- b 加熱融解すると、電気をよく導く。
- c 一般に融点が非常に高い。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

化学の問題は次のページに続く

第2問 次の問い(問1~5)に答えよ。〔解答番号 8 ~ 14〕

問1 原子量が48の金属Mは、M 4.8 gと酸素 3.2 gが化合して酸化物を生じる。この酸化物の化学式として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 8

- ① M_2O ② MO ③ M_2O_3 ④ MO_2 ⑤ M_2O_5
⑥ MO_3

問2 標準状態で 4.48 L のアンモニアに含まれている水素原子の個数として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 9 個

- ① 1.20×10^{22} ② 2.41×10^{22} ③ 3.61×10^{22} ④ 1.20×10^{23}
⑤ 2.41×10^{23} ⑥ 3.61×10^{23}

問3 酸・塩基に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 10

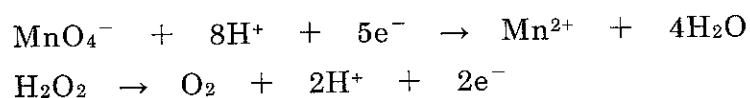
- ① 酸には、必ず酸素原子が含まれている。
② 塩基は、化学式中に必ずOHを含む。
③ 水に溶けて水酸化物イオンを生じる物質を酸という。
④ 水には溶けないが、水素イオンを受け取ることができる物質は酸である。
⑤ 水は、酸としても塩基としてもはたらく。

問4 次の水溶液 a~c について pH の値が大きい順に並べたときの順序として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 11

- a 0.01 mol/L 酢酸ナトリウム水溶液
b 0.01 mol/L 塩化アンモニウム水溶液
c 0.01 mol/L 硫酸ナトリウム水溶液

- 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 5 過酸化水素水溶液 A の濃度を酸化還元滴定によって決定するために、次の操作 1～3 からなる実験をおこなった。なお、過マンガン酸カリウムと過酸化水素の反応は、次のようなイオン反応式で示される。下の問い(a～c)に答えよ。



操作 1

ホールピペットで A を 10.0 mL とり、これを 100 mL のメスフラスコに移し、純水を加えて 100 mL とした。これを水溶液 B とする。

操作 2

別のホールピペットで B を 10.0 mL とり、これをコニカルビーカーに移し、少量の希硫酸を加えて水溶液を酸性にした。これを水溶液 C とする。

操作 3

0.0200 mol/L 過マンガン酸カリウム水溶液 D をビュレットに入れて、C を滴定した。

a ホールピペットの図として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 12

①



②



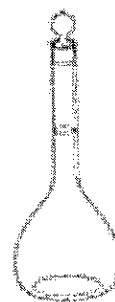
③



④



⑤



- b 過マンガン酸カリウムと過酸化水素は，どのような物質質量比で反応するか。最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 13

	過マンガン酸カリウム：過酸化水素
①	1 : 2
②	2 : 1
③	2 : 3
④	3 : 2
⑤	2 : 5
⑥	5 : 2

- c 操作 3 において，D を 8.40 mL 加えたところで反応が終了した。過酸化水素水溶液 A の濃度 [mol/L] として最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 14 mol/L

① 0.42 ② 0.84 ③ 1.68 ④ 2.1 ⑤ 3.36

化学の問題は次のページに続く

第3問 次の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 15 ～ 22〕

問1 図3-1は、グルコースの希薄水溶液を冷却したときの冷却時間と温度の関係を示した冷却曲線である。下の問い(a・b)に答えよ。

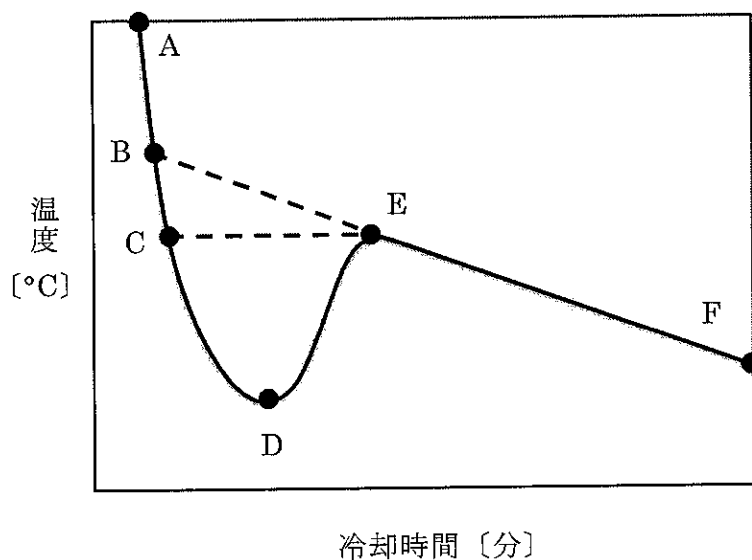


図3-1 グルコースの希薄水溶液の冷却曲線

a 図中のA～Fの中でグルコースの希薄水溶液の凝固開始点として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 15

- ① A ② B ③ C ④ D ⑤ E ⑥ F

b 水300gに13.5gのグルコース $C_6H_{12}O_6$ を溶かした水溶液の凝固点[°C]として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、水のモル凝固点降下を $1.85 \text{ K} \cdot \text{kg/mol}$ とする。 16 °C

- ① -0.93 ② -0.46 ③ -0.23 ④ 0.23 ⑤ 0.46
⑥ 0.93

問 2 ある理想気体 1.0 mol の圧力を $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ または $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ に保ったまま、温度 $t [^\circ\text{C}]$ を変化させた。このときのある理想気体の体積 $V [\text{L}]$ は、次式にしたがって変化するものとする。式中の a_1, a_2, b_1, b_2 の関係式として適当なものを、後の選択肢から二つ選べ。ただし、解答順序は問わないものとする。 17, 18

$$V = a_1 t + b_1 \quad (\text{圧力 } 1.0 \times 10^5 \text{ Pa のとき})$$

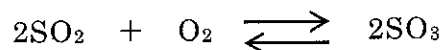
$$V = a_2 t + b_2 \quad (\text{圧力 } 2.0 \times 10^5 \text{ Pa のとき})$$

- | | | |
|---------------|----------------|----------------|
| ① $a_1 = a_2$ | ② $2a_1 = a_2$ | ③ $a_1 = 2a_2$ |
| ④ $b_1 = b_2$ | ⑤ $2b_1 = b_2$ | ⑥ $b_1 = 2b_2$ |

問 3 黒鉛 6.0 g が不完全燃焼して、一酸化炭素 5.6 g と二酸化炭素 13.2 g が生じた。このとき発生した熱量 $[\text{kJ}]$ として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、黒鉛の燃焼熱および一酸化炭素の生成熱を 394 kJ/mol , 111 kJ/mol とする。 19 kJ

- ① 111 ② 140 ③ 283 ④ 392 ⑤ 505

問 4 二酸化硫黄と酸素を混ぜ合わせて高温に保つと、次のような反応が起こり平衡状態になる。この平衡を左に移動させる変化として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、二酸化硫黄、酸素および三酸化硫黄は気体として存在し、この反応は、発熱反応であるものとする。また、固体の触媒はその体積を無視できるものとする。 20



- ① 温度一定で、圧力を上げる。
 ② 圧力一定で、温度を下げる。
 ③ 温度と圧力を一定に保って、窒素を加える。
 ④ 温度と圧力を一定に保って、固体の触媒を加える。

問 5 塩化ナトリウム水溶液の電気分解に関する次の文章を読み、下の問い(a・b)に答えよ。

塩化ナトリウム水溶液を陰極に鉄電極，陽極に炭素電極を使用して電気分解すると陰極では **ア** が還元される。一方，陽極では， **イ** が酸化される。また， **ウ** の水溶液を濃縮すると水酸化ナトリウムが得られる。

a 文章中の **ア** ～ **ウ** に入る化学式と語の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **21**

	ア	イ	ウ
①	Na^+	Cl^-	陰極側
②	Na^+	Cl^-	陽極側
③	Na^+	H_2O	陰極側
④	Na^+	H_2O	陽極側
⑤	H_2O	Cl^-	陰極側
⑥	H_2O	Cl^-	陽極側
⑦	H_2O	OH^-	陰極側
⑧	H_2O	OH^-	陽極側

b 塩化ナトリウム水溶液を 5.0 A の電流で 16 分 5 秒間電気分解した。この時に生成する水酸化ナトリウムの最大の質量 [g] として最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 **22** g

- ① 1.0 ② 2.0 ③ 3.0 ④ 4.0 ⑤ 5.0

化学の問題は次のページに続く

第4問 次の問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 23 ～ 29〕

問1 次の金属の性質とその利用に関する記述として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 23

- ① アルミニウム表面には、濃硝酸にも溶けない不動態の酸化アルミニウム被膜ができるため内部が保護される。
- ② スズは両性元素で、ブリキや青銅に利用される。
- ③ 酸化亜鉛は、水に溶けないが、酸、塩基の水溶液と反応する両性酸化物である。
- ④ 黒色の硫化水銀(Ⅱ)を加熱して昇華させると、結晶形変化により赤色になるため、朱色の顔料に用いられる。
- ⑤ 鉛は銀白色のやわらかい金属で、トタンに用いられる。

問2 NOの性質として誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 24

- ① 赤褐色の気体である。
- ② 水に溶けにくい。
- ③ 自動車のエンジン内など、 N_2 と O_2 が高温で直接反応すると生成する。
- ④ 空気中で速やかに酸化されて有毒な NO_2 となる。
- ⑤ 銅と希硝酸を反応させると発生する。

問3 カルシウムおよびカルシウム化合物に関する次の文章の **ア** ～ **ウ** に入る物質名と化学式の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **25**

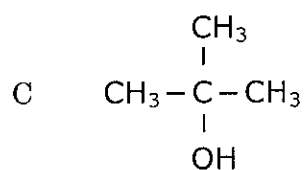
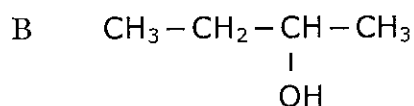
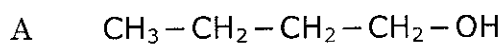
カルシウムの単体は、常温で速やかに **ア** と反応して **イ** になり、可燃性の気体が発生する。炭酸カルシウムは、石灰石や大理石などとして天然に多量に存在している。これらが存在する地域では、 **ウ** を含んだ地下水の作用で、炭酸カルシウムが溶けて地下に鍾乳洞ができることがある。

	ア	イ	ウ
①	二酸化炭素	CaCO_3	O_2
②	二酸化炭素	CaCO_3	CO_2
③	二酸化炭素	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	O_2
④	二酸化炭素	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$	CO_2
⑤	水	CaO	O_2
⑥	水	CaO	CO_2
⑦	水	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	O_2
⑧	水	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	CO_2

問4 アルケン A に臭素を付加させたところ、アルケン A の 3.3 倍の分子量をもつ生成物が得られた。アルケン A の炭素数とアルケン A として考えられる化合物の可能性の数の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 **26**

	炭素数	可能性の数
①	3	0
②	3	2
③	4	3
④	4	4
⑤	5	5
⑥	5	6
⑦	6	7
⑧	6	8

問 5 次の A～C のアルコールに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 27



- ① A と B を穏やかに酸化するとアルデヒドが生成する。
- ② B はヨードホルム反応を示す。
- ③ ナトリウムを加えて水素が発生するのは C のみである。
- ④ C に酸化剤を加えるとケトンが生成する。
- ⑤ 沸点を高い方から順に並べると $\text{C} > \text{B} > \text{A}$ となる。

問 6 エーテルに関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

28

- ① アルコールのヒドロキシ基の水素原子を炭化水素基で置き換えた化合物である。
- ② ジメチルエーテルは、任意の割合で水とよく混ざる。
- ③ ジメチルエーテルは、フェノール合成の際の副生成物として得られる。
- ④ ジエチルエーテルは、銀鏡反応を起こす。
- ⑤ ジエチルエーテルは、エタノールの構造異性体である。

問7 油脂に関する次の文章の ア ～ ウ に入る語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 29

けん化価は、油脂 1 g を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量を mg 単位で表したものである。油脂 A と油脂 B のけん化価を調べたところ、油脂 A のけん化価は油脂 B に比べて高かった。このことから、油脂 A は油脂 B に比べて平均分子量が ア ことがわかる。ヨウ素価は油脂 100 g に付加するヨウ素の質量を g 単位で表したものである。よって、空气中で放置すると固化しやすい乾性油はヨウ素価が イ。常温で液体の植物油である油脂 B を用いてマーガリンの主成分である硬化油を得るときは、油脂 B を ウ する必要がある。

	ア	イ	ウ
①	大きい	高い	酸化
②	大きい	高い	還元
③	大きい	低い	酸化
④	大きい	低い	還元
⑤	小さい	高い	酸化
⑥	小さい	高い	還元
⑦	小さい	低い	酸化
⑧	小さい	低い	還元