

◇ 化 学

化 7－1～化 7－15 まで 15 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。

$H=1.0$, $C=12$, $N=14$, $O=16$, $S=32$

気体定数は $R=8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

標準状態での気体のモル体積を 22.4 L/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から一つずつ選べ。

a 一つの分子内に持つ非共有電子対の組数が最も多いもの

- ① CH_4 ② N_2 ③ CO_2 ④ H_2O ⑤ HF

b 電気陰性度が最も大きいもの

- ① H ② Li ③ Na ④ K ⑤ Mg

c イオン半径が最も小さいもの

- ① K^+ ② Ca^{2+} ③ Mg^{2+} ④ Cl^- ⑤ S^{2-}

問 2 原子 X が 2 価の陽イオンになったときの電子の数は、原子番号 n の原子 Z が 1 価の陰イオンとなったときの電子数と同じであった。原子 X の原子番号として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① $n-1$ ② $n-2$ ③ $n-3$ ④ $n+1$ ⑤ $n+2$
⑥ $n+3$

問 3 典型元素と遷移元素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 元素の周期表の 3～11 族は，典型元素である。
- ② 化合物の色は，典型元素は有色のものが多く，遷移元素は無色のものが多い。
- ③ 単体の密度は，典型元素の方が遷移元素よりも大きいものが多い。
- ④ 遷移元素は，すべて金属元素である。
- ⑤ 典型元素は，同一周期内の隣り合う元素で化学的性質の類似性が高い。

問 4 結晶に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして正しいものを，後の選択肢から一つ選べ。 6

- a イオン結晶は，電気を導かない。
- b 分子結晶は，融点が高いものが多い。
- c Au, Ag, Cu の熱伝導度は， $Au < Cu < Ag$ の順に大きくなる。

	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

問 5 化学変化であるものとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

7

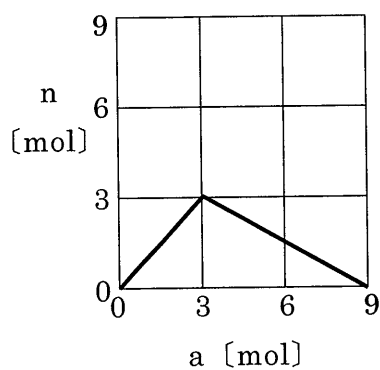
- ① 水が沸騰する。
- ② 砂糖が水に溶解する。
- ③ 食品が腐敗する。
- ④ 色素成分をペーパークロマトグラフィーで分離する。
- ⑤ 不純物を含むヨウ素の結晶を昇華法によって精製する。

化学の問題は次のページに続く

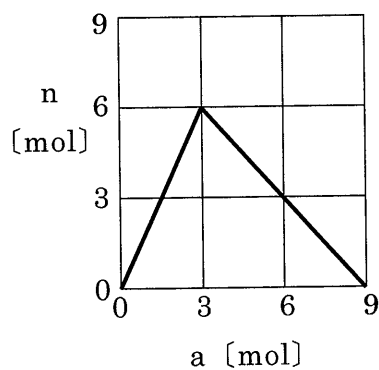
第2問 次の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 8 ～ 14〕

問1 a mol の一酸化炭素と b mol の酸素を合計 9 mol になるように混合した。
この混合気体を完全燃焼したところ n mol の二酸化炭素が生じた。 a と n の関係を表す図として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 8

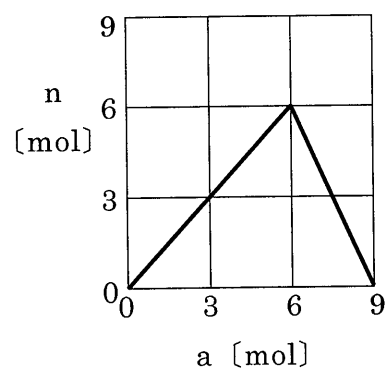
①



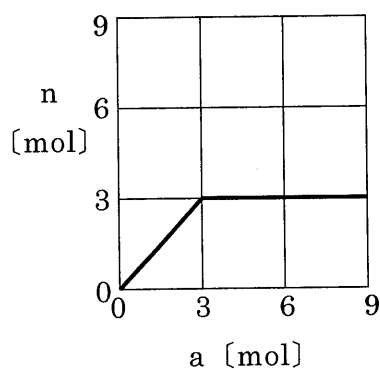
②



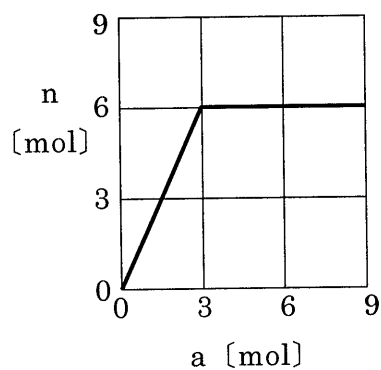
③



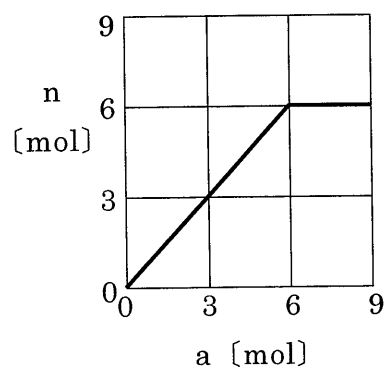
④



⑤



⑥



問2 98.0 %の濃硫酸（密度 1.84 g/cm^3 ）50.0 mL を水で希釈して希硫酸を5.0 L 調製した。希硫酸の調製方法は、次の通りである。下の問い(a・b)に答えよ。

アが入ったビーカーにかき混ぜながら少しずつイを加えた後、全量をウに移して水を加えることで5.00 L に体積を合わせた。

a 空欄ア～ウに当てはまる語句として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 9

	ア	イ	ウ
①	濃硫酸50.0 mL	大量の水	メスシリンダー
②	濃硫酸50.0 mL	大量の水	メスフラスコ
③	濃硫酸50.0 mL	大量の水	ビュレット
④	大量の水	濃硫酸50.0 mL	メスシリンダー
⑤	大量の水	濃硫酸50.0 mL	メスフラスコ
⑥	大量の水	濃硫酸50.0 mL	ビュレット

b 調製した希硫酸の濃度〔mol/L〕として最も適切な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 10 mol/L

- ① 0.10 ② 0.18 ③ 0.36 ④ 0.42 ⑤ 0.54

問 3 同温，同圧，同体積において，プロパン C_3H_8 の質量は空気の質量の何倍か。最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。ただし，空気中には窒素と酸素が 4 : 1 の体積比で存在するものとする。また，窒素と酸素以外の気体の質量は無視できるものとする。 11 倍

- ① 0.50 ② 0.65 ③ 1.5 ④ 2.0 ⑤ 2.5

問 4 酸と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。
12

- ① 酸の強弱は，価数によって決まる。
② pH5 の水溶液を 1000 倍に希釈すると pH8 になる。
③ NH_4Cl は，正塩である。
④ NaHCO_3 の水溶液は，酸性を示す。
⑤ 希硫酸に塩化ナトリウムを加えると，水素が発生する。

問 5 シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.630 g を水に溶かして 100 mL のシュウ酸水溶液を調製した。この水溶液を用いて，濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液 10.00 mL を過不足なく中和するのに 9.80 mL を要した。水酸化ナトリウム水溶液の濃度 $[\text{mol/L}]$ として最も適当な数値を，後の選択肢から一つ選べ。 13 mol/L

- ① 2.45×10^{-2} ② 4.90×10^{-2} ③ 7.35×10^{-2}
④ 9.80×10^{-2} ⑤ 1.96×10^{-1}

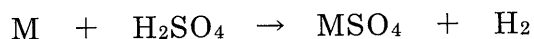
問 6 金属の化学反応に関する記述として最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

14

- ① アルミニウムは，常温で乾燥空気と反応して内部まで酸化される。
- ② 亜鉛は，高温の水蒸気と反応して水素を発生させる。
- ③ 水素よりイオン化傾向が小さい金属は，塩酸と反応して水素を発生させる。
- ④ 銅は，希硝酸と反応しておもに二酸化窒素を発生させる。
- ⑤ 金は，熱濃硫酸と反応する。

第3問 次の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 15 ～ 21〕

問1 金属 M 5.0 g を希硫酸に溶かし、発生した気体を水上置換で捕集したところ、27 °C、 1.0×10^5 Pa で 5.2 L であった。この時の反応式は次式によって表される。この結果から、この温度による水蒸気圧を無視すると、金属 M の原子量は ア と見積もられる。しかしながら、気体を水上置換で捕集した場合、捕集した気体には、その温度における水の飽和水蒸気圧の水蒸気が含まれることになる。したがって、実際に発生した水素の体積は、27 °C、 1.0×10^5 Pa において 5.2 L よりも イ，金属 M の原子量は ア よりも ウ なる。下の問い(a・b)に答えよ。



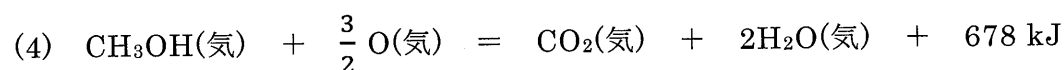
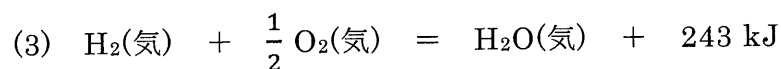
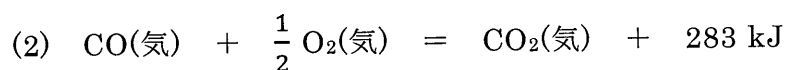
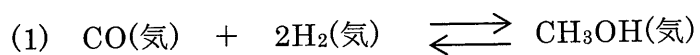
a 空欄アに当てはまる数値として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 15

- ① 9.0 ② 24 ③ 40 ④ 56 ⑤ 65

b 空欄イ・ウに当てはまる語句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。 16

	イ	ウ
①	少なく	小さく
②	少なく	大きく
③	多く	小さく
④	多く	大きく

問 2 高温、高圧下で触媒を用いて一酸化炭素と水素を反応させると次式(1)にしたがって、メタノールが生じる。以下の問い(a・b)に答えよ。



a 熱化学方程式(2)～(4)を用いて計算した場合、上記の反応によってメタノールが 1 mol 生成するときの反応熱 [kJ] として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 17 kJ

① -275

② -153

③ -91

④ 91

⑤ 153

⑥ 275

b 式(1)は、ある条件下で平衡状態にあるものとする。この平衡を右に移動させる条件としての最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

18

① 温度を下げ、圧力を高くする。

② 圧力を一定に保ったまま、温度を上げる。

③ 温度を一定に保ったまま、圧力を下げる。

④ 温度と圧力を一定に保ったまま、触媒の量を多くする。

問3 図3-1のように、半透膜を取り付けたU字管のA側には水、B側にはグルコース 0.10 g を含む水溶液をそれぞれ 100 mL ずつ入れ、液面の高さを等しくした。27 °C で十分な時間放置すると、A 側と B 側の液面差が h [cm] になった。これ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。

19

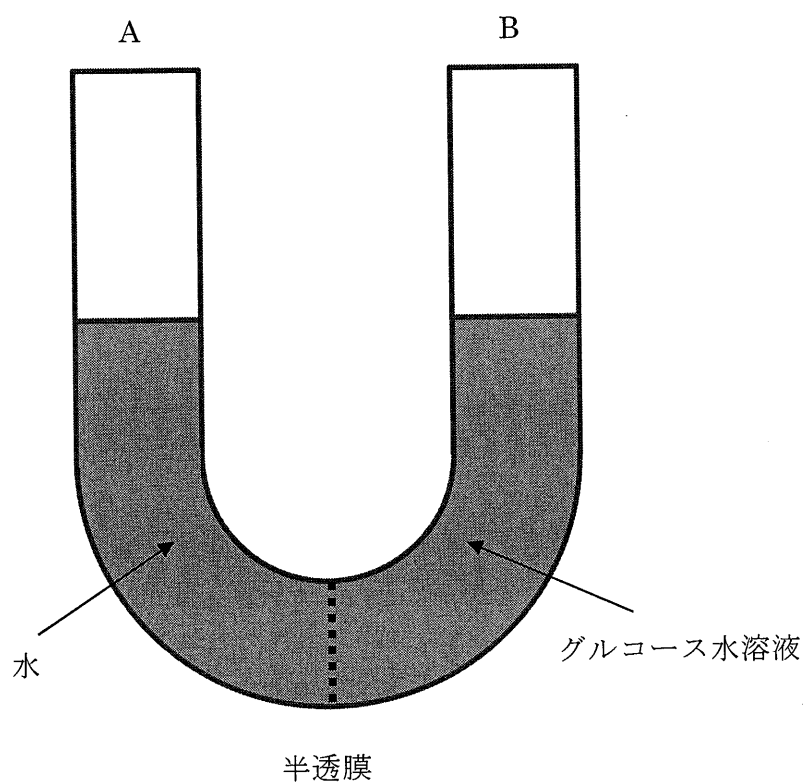


図3-1 半透膜を取り付けたU字管

- ① B 側の水溶液の液面が高くなる。
- ② グルコース 0.10 g のかわりに、スクロース 0.10 g を含む水溶液 100 mL を用いて同じ実験をすると、液面差は h [cm] になる。
- ③ 温度を 27 °C より高くすると、液面差は h [cm] より大きくなる。
- ④ この実験で用いた半透膜は、水を通過させるが、グルコースは通過させない。

問4 白金を電極として、 i [A] の電流を t 秒間流し、硝酸銀水溶液を電気分解した。その結果、標準状態に換算して V [L] の気体が発生した。この実験に関する次の a～c の記述の正誤の組合せとして正しいものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、 F は、ファラデー定数 [C/mol] を表すものとする。

20

- a 陰極では、銀が析出する。
- b 発生した気体は、水素である。
- c 発生した気体の体積は、 $V = \frac{5.6it}{F}$ である。

	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

問5 コロイドに関する記述として下線部に誤りを含むものを、後の選択肢から一つ選べ。

21

- ① 親水コロイドに多量の電解質を加えると、沈殿が生じる。この現象を塩析という。
- ② コロイド溶液が加熱などによって流動性を失った状態を、ゲルという。
- ③ コロイド溶液を限外顕微鏡（暗視野顕微鏡）で観察すると、コロイド粒子が不規則に動いているのが見える。これはコロイド粒子どうしが不規則に衝突するために起こる現象である。
- ④ コロイド溶液に電極を入れて直流電圧をかけると、負電荷を帯びたコロイド粒子は陽極側へ移動する。
- ⑤ セッケン水にレーザー光線を当てると、光の通路が見える。この現象をチンダル現象という。

第4問 次の問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 22 ～ 29〕

問1 工業的に炭酸ナトリウムを製造する方法に関する文章を読んで、下の問い(a・b)に答えよ。

炭酸ナトリウムの工業的製法では、22 の飽和水溶液に 23 を十分吸収させてから 24 を吹き込むことで炭酸水素ナトリウムを沈殿させる。この沈殿を分離させた後、200℃で焼くことで炭酸ナトリウムを得ている。

a 文章中の空欄 22 ～ 24 に当てはまる物質として適当なものを、後の選択肢から一つずつ選べ。

- | | | |
|-----------|-----------|------------|
| ① 硫化ナトリウム | ② 塩化ナトリウム | ③ 水酸化ナトリウム |
| ④ 炭酸カルシウム | ⑤ 一酸化炭素 | ⑥ 二酸化炭素 |
| ⑦ 窒素 | ⑧ 一酸化窒素 | ⑨ 二酸化窒素 |
| ⑩ アンモニア | | |

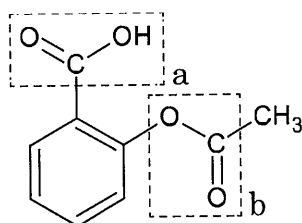
b この工業的製法の名称として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。25

- ① 接触法
- ② 炭酸固定反応法
- ③ オストワルト法
- ④ アンモニアソーダ法
- ⑤ ハーバー・ボッシュ法

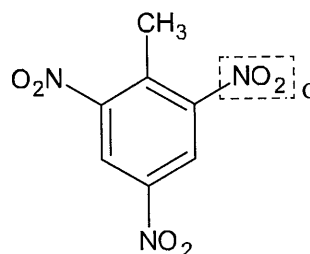
問 2 しょうゆを水で 100 倍に希釈した試料溶液 20 mL をビーカーに入れた。
 この溶液に 0.050 mol/L 硝酸銀水溶液を少量ずつ加えていったところ、試
 料溶液中の塩化物イオンを塩化銀として沈殿させるのに 12.0 mL を要した。
 希釈前のしょうゆに含まれる塩化ナトリウムの濃度 [mol/L] として最も適
 当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。ただし、沈殿はすべて塩化銀であり、
 しょうゆに含まれる塩化物イオンはすべて塩化ナトリウムによるものとし
 る。 26 mol/L

- ① 0.30 ② 0.33 ③ 3.0 ④ 3.3 ⑤ 30 ⑥ 33

問 3 次の二つの有機物の破線で囲まれた結合や官能基 a～c とその名称の組合
 せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 27



解熱鎮痛剤の一種



爆薬の一種

	a	b	c
①	カルボニル基	エーテル結合	ニトロ基
②	カルボニル基	エーテル結合	ニトリル基
③	カルボニル基	エステル結合	ニトロ基
④	カルボニル基	エステル結合	ニトリル基
⑤	カルボキシ基	エーテル結合	ニトロ基
⑥	カルボキシ基	エーテル結合	ニトリル基
⑦	カルボキシ基	エステル結合	ニトロ基
⑧	カルボキシ基	エステル結合	ニトリル基

問 4 次の記述 a～d は、アルコールに関する記述である。正しいもの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。 28

- a エタノールに濃硫酸を加えて $130^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$ に熱すると、主としてエチレンが生じる。
- b 第一級アルコールにナトリウムを加えると水素が発生する。
- c 第二級アルコールの酸化生成物は銀鏡反応を示す。
- d グルコースをアルコール発酵させるとエタノールと二酸化炭素が生じる。

① a と b ② a と c ③ a と d ④ b と c ⑤ b と d ⑥ c と d

問 5 グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ に、ある酸化剤を作用させるとグルコースが分解され、ホルムアルデヒド HCHO 4.0 mol とギ酸 HCOOH 20.0 mol が生成した。このとき反応したグルコースの物質質量〔mol〕として最も適当な数値を、後の選択肢から一つ選べ。 29 mol

① 2.0 ② 4.0 ③ 6.0 ④ 8.0 ⑤ 10.0 ⑥ 12.0