

化学基礎

(解答番号 ~)

必要があれば、原子量は次の値を使うこと。

| | | | | | | | |
|----|-----|----|------|----|----|---|----|
| H | 1.0 | He | 4.0 | C | 12 | O | 16 |
| Na | 23 | Cl | 35.5 | Ca | 40 | | |

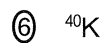
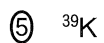
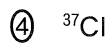
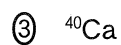
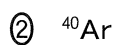
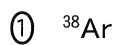
第1問 次の問い(問1～7)に答えよ。(配点 25)

問1 同素体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 ダイヤモンドは炭素の同素体の一つである。
- ② 炭素の同素体には電気を通すものがある。
- ③ 黄リンはリンの同素体の一つである。
- ④ 硫黄の同素体にはゴムに似た弾性をもつものがある。
- ⑤ 酸素には同素体が存在しない。

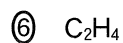
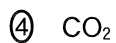
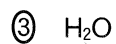
問 2 中性子の数が最も多い原子を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

| |
|---|
| 2 |
|---|



問 3 単結合のみからなる分子を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

| |
|---|
| 3 |
|---|



化学基礎

問 4 結晶の種類と分子の形に関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 結晶がイオン結晶でないものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

4

- ① 二酸化ケイ素 ② 硝酸ナトリウム ③ 塩化銀
④ 硫酸アンモニウム ⑤ 酸化カルシウム ⑥ 炭酸カルシウム

b 分子が直線形であるものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

5

- ① メタン ② 水
③ 二酸化炭素 ④ アンモニア

問 5 1種類の分子のみからなる物質の大気圧下で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。

6

- ① 気体の状態より液体の状態のほうが分子間の平均距離は短い。
② 液体中の分子は熱運動によって相互の位置を変えている。
③ 大気圧が変わっても沸点は変化しない。
④ 固体を加熱すると、液体を経ないで直接気体に変化するものがある。
⑤ 液体の表面では常に蒸発が起こっている。

問 6 乾いた丸底フラスコにアンモニアを一定量捕集した後、図1のような装置を組み立てた。ゴム栓に固定したスポイト内の水を丸底フラスコの中に少量入れたところ、ビーカー内の水がガラス管を通して丸底フラスコ内に噴水のように噴き上がった。この実験に関する記述として誤りを含むものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

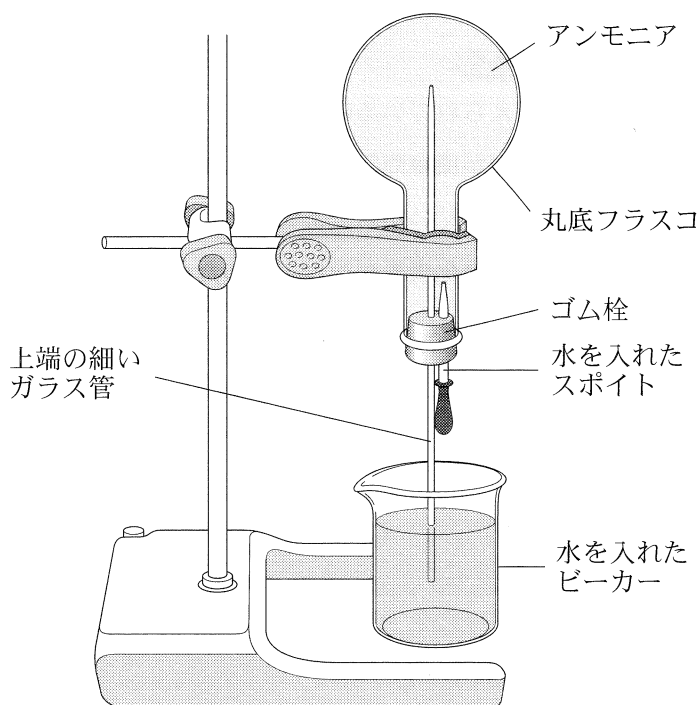


図 1

- ① アンモニアを丸底フラスコに捕集するときには上方置換法を用いる。
- ② ゴム栓がゆるんですき間があると、水が噴き上がらないことがある。
- ③ 丸底フラスコ内のアンモニアの量が少ないと、噴き上がる水の量が少なくなる。
- ④ 内側が水でぬれた丸底フラスコを用いると、水が噴き上がらないことがある。
- ⑤ ビーカーの水に BTB(プロモチモールブルー)溶液を加えておくと、噴き上がった水は青くなる。
- ⑥ アンモニアの代わりにメタンを用いても、水が噴き上がる。

化学基礎

問 7 日常生活に関連する物質の記述として下線部に誤りを含むものを、次の①～

⑥のうちから一つ選べ。

| |
|---|
| 8 |
|---|

- ① アルミニウムの製造に必要なエネルギーは、鉱石から製錬するより、リサイクルする方が節約できる。
- ② 油で揚げたスナック菓子の袋に窒素が充^{じゆうてん}填されているのは、油が酸化されるのを防ぐためである。
- ③ 塩素が水道水に加えられているのは、pH を調整するためである。
- ④ プラスチックの廃棄が環境問題を引き起こすのは、ほとんどのプラスチックが自然界で分解されにくいからである。
- ⑤ 雨水には空気中の二酸化炭素が溶けているため、大気汚染の影響がなくてもその pH は 7 より小さい。
- ⑥ 一般の洗剤には、水になじみやすい部分と油になじみやすい部分とをあわせもつ分子が含まれる。

(下書き用紙)

化学基礎の試験問題は次に続く。

化学基礎

第2問 次の問い(問1～7)に答えよ。(配点 25)

問1 物質の量に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 0℃, 1.013×10^5 Paにおいて, 4 Lの水素は1 Lのヘリウムより軽い。
- ② 16 gのメタンには水素原子が4.0 mol含まれている。
- ③ 水100 gに塩化ナトリウム25 gを溶かした水溶液の質量パーセント濃度は20%である。
- ④ 水酸化ナトリウム4.0 gを水に溶かして100 mLとした水溶液のモル濃度は1.0 mol/Lである。

問 2 物質 A は、図 1 に示すように、棒状の分子が水面に直立してすき間なく並び、一層の膜(単分子膜)を形成する。物質 A の質量が w [g] のとき、この膜の全体の面積は X [cm²] であった。物質 A のモル質量を M [g/mol]、アボガドロ定数を N_A [/mol] としたとき、分子 1 個の断面積 s [cm²] を表す式として正しいものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 10 cm²

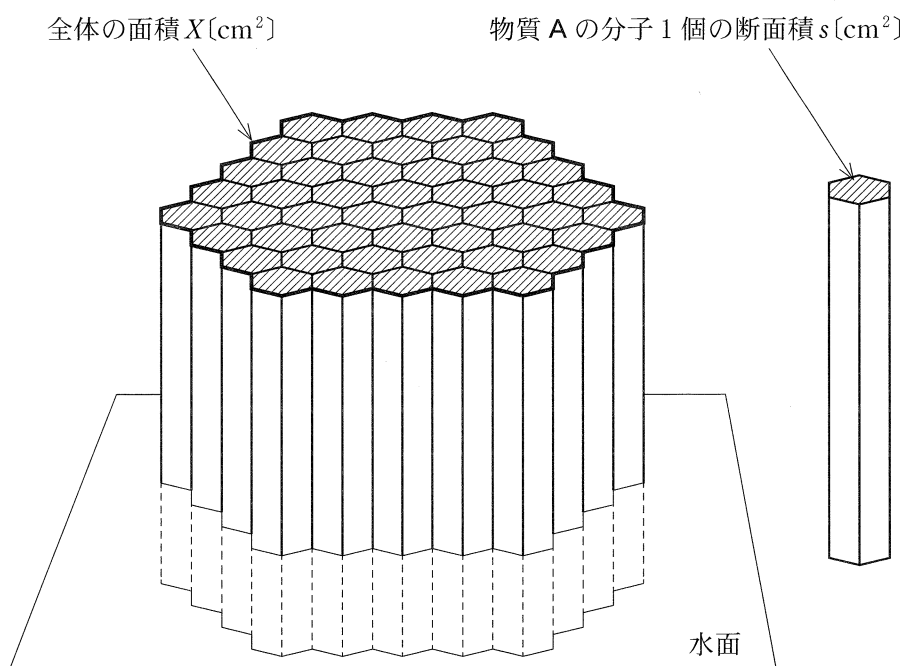


図 1

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① $\frac{XN_A}{wM}$ | ② $\frac{XM}{wN_A}$ | ③ $\frac{Xw}{MN_A}$ |
| ④ $\frac{XwM}{N_A}$ | ⑤ $\frac{XwN_A}{M}$ | ⑥ $\frac{XMN_A}{w}$ |

化学基礎

問 3 トウモロコシの発酵により生成したエタノール C_2H_5OH を完全燃焼させたところ、44 g の二酸化炭素が生成した。このとき燃焼したエタノールの質量は何 g か。最も適当な数値を、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 g

① 22

② 23

③ 32

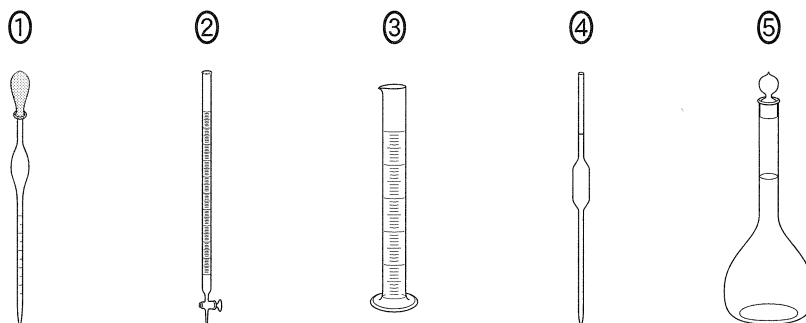
④ 44

⑤ 46

⑥ 64

問 4 ある物質の水溶液をホールピペットではかりとり、メスフラスコに移して、定められた濃度に純水で希釈したい。次の問い(a・b)に答えよ。

a ホールピペットの図として正しいものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 12



b このとき行う操作 I・II の組合せとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 13

操作 I

- A ホールピペットは、洗浄後、内部を純水ですすぎそのまま用いる。
- B ホールピペットは、洗浄後、内部をはかりとる水溶液ですすぎそのまま用いる。

操作 II

- C 純水は、液面の先端がメスフラスコの標線に達するまで加える。
- D 純水は、液面の底面がメスフラスコの標線に達するまで加える。

| | 操作 I | 操作 II |
|---|------|-------|
| ① | A | C |
| ② | A | D |
| ③ | B | C |
| ④ | B | D |

化学基礎

問 5 次に示す化合物群のいずれかを用いて調製された 0.01 mol/L 水溶液 A~C がある。各水溶液 100 mL ずつを別々のビーカーにとり、指示薬としてフェノールフタレインを加え、0.1 mol/L 塩酸または 0.1 mol/L NaOH 水溶液で中和滴定を試みた。次に指示薬をメチルオレンジに変えて同じ実験を行った。それぞれの実験により、下の表 1 の結果を得た。水溶液 A~C に入っていた化合物の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。

14

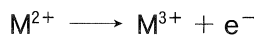
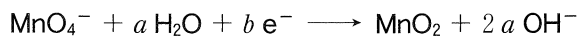
化合物群：NH₃ KOH Ca(OH)₂ CH₃COOH HNO₃

表 1

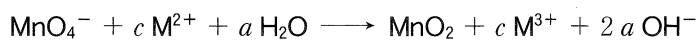
| 水溶液 | フェノールフタレインを用いたときの色の变化 | メチルオレンジを用いたときの色の变化 | 中和に要した液量 [mL] |
|-----|-----------------------|--------------------|---------------|
| A | 赤から無色に、徐々に变化した | 黄から赤に、急激に変化した | 10 |
| B | 赤から無色に、急激に変化した | 黄から赤に、急激に変化した | 20 |
| C | 無色から赤に、急激に変化した | 赤から黄に、徐々に变化した | 10 |

| | A に入っていた化合物 | B に入っていた化合物 | C に入っていた化合物 |
|---|-----------------|---------------------|----------------------|
| ① | KOH | Ca(OH) ₂ | CH ₃ COOH |
| ② | KOH | Ca(OH) ₂ | HNO ₃ |
| ③ | KOH | NH ₃ | CH ₃ COOH |
| ④ | KOH | NH ₃ | HNO ₃ |
| ⑤ | NH ₃ | Ca(OH) ₂ | CH ₃ COOH |
| ⑥ | NH ₃ | Ca(OH) ₂ | HNO ₃ |
| ⑦ | NH ₃ | KOH | CH ₃ COOH |
| ⑧ | NH ₃ | KOH | HNO ₃ |

問 6 MnO_4^- は、中性または塩基性水溶液中では酸化剤としてはたらし、次の反応式のように、ある 2 価の金属イオン M^{2+} を酸化することができる。



これらの反応式から電子 e^- を消去すると、反応全体は次のように表される。

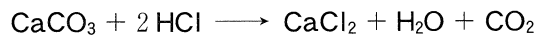


これらの反応式の係数 b と c の組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 15

| | b | c |
|---|-----|-----|
| ① | 2 | 1 |
| ② | 2 | 2 |
| ③ | 2 | 3 |
| ④ | 3 | 1 |
| ⑤ | 3 | 2 |
| ⑥ | 3 | 3 |

化学基礎

問 7 濃度が不明の塩酸 25 mL と炭酸カルシウム CaCO_3 が反応して二酸化炭素を発生した。この反応は次の化学反応式で表される。



炭酸カルシウムの質量と発生した二酸化炭素の物質量の関係は図 2 のようになった。反応に用いた塩酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 mol/L

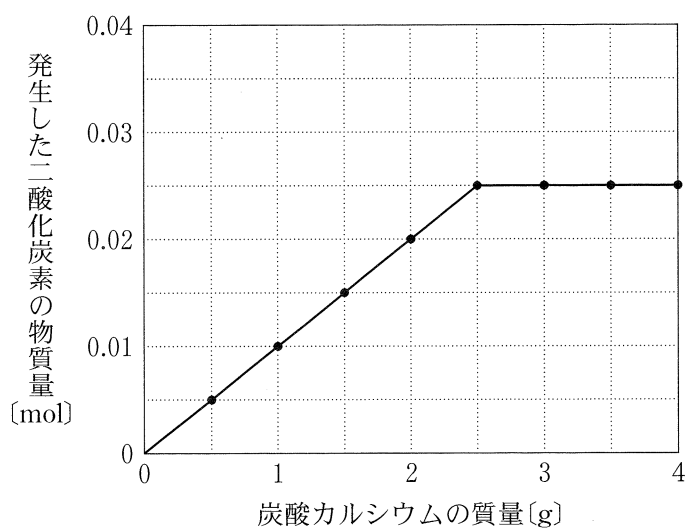


図 2

- | | | |
|--------|--------|-------|
| ① 0.20 | ② 0.50 | ③ 1.0 |
| ④ 2.0 | ⑤ 10 | ⑥ 20 |