

[注意] 必要ならば以下の数値を用いなさい。

H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, P = 31.0, S = 32.1, Cl = 35.5, K = 39.1

気体定数 = $8.21 \times 10^{-2} \text{ L} \cdot \text{atm}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \text{ J}/(\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数 = $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, アボガドロ定数 = $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

1 次の問1～問4に答えなさい。

問1 次の①～⑤のうちで、最も不適切なものを一つ選びなさい。

- ① フッ化水素の水溶液は弱酸性である。
- ② Na_2O を水に溶かすと、塩基性の水溶液が生じる。
- ③ 水酸化カルシウムは、高温ほど水に対する溶解度が大きくなる。
- ④ 二酸化炭素は水に少し溶けるが、一酸化炭素は水に溶けにくい。
- ⑤ アンモニアは水に溶かすと、塩基性の水溶液が生じる。

問2 次の①～⑤のうちで、最も不適切なものを一つ選びなさい。

- ① 水の沸点はエタノールの沸点より高い。
- ② タングステンの融点はアルミニウムの融点より高い。
- ③ 炭素の融点はヘリウムの融点より高い。
- ④ リンの融点はケイ素の融点より高い。
- ⑤ モリブデンの融点はクリプトンの融点より高い。

問3 次の①～⑤の気体に関する記述のうち、最も不適切なものを一つ選びなさい。

- ① フッ素 F_2 は淡黄色である。
- ② 塩素 Cl_2 は赤褐色である。
- ③ オゾン O_3 は淡青色である。
- ④ 二酸化窒素 NO_2 は赤褐色である。
- ⑤ 臭化水素 HBr は無色である。

問4 次の①～⑤のうちで、正しいものをすべて選びなさい。

- ① 水素とリチウムの価電子の数は等しい。
- ② ネオンとキセノンの価電子の数は等しい。
- ③ カルシウムとマグネシウムの価電子の数は等しい。
- ④ リンと炭素の価電子の数は等しい。
- ⑤ ホウ素とアルミニウムの価電子の数は等しい。

2

次のⅠ～Ⅳの各物質に関する文章を読んで、問5～問8に答えなさい。

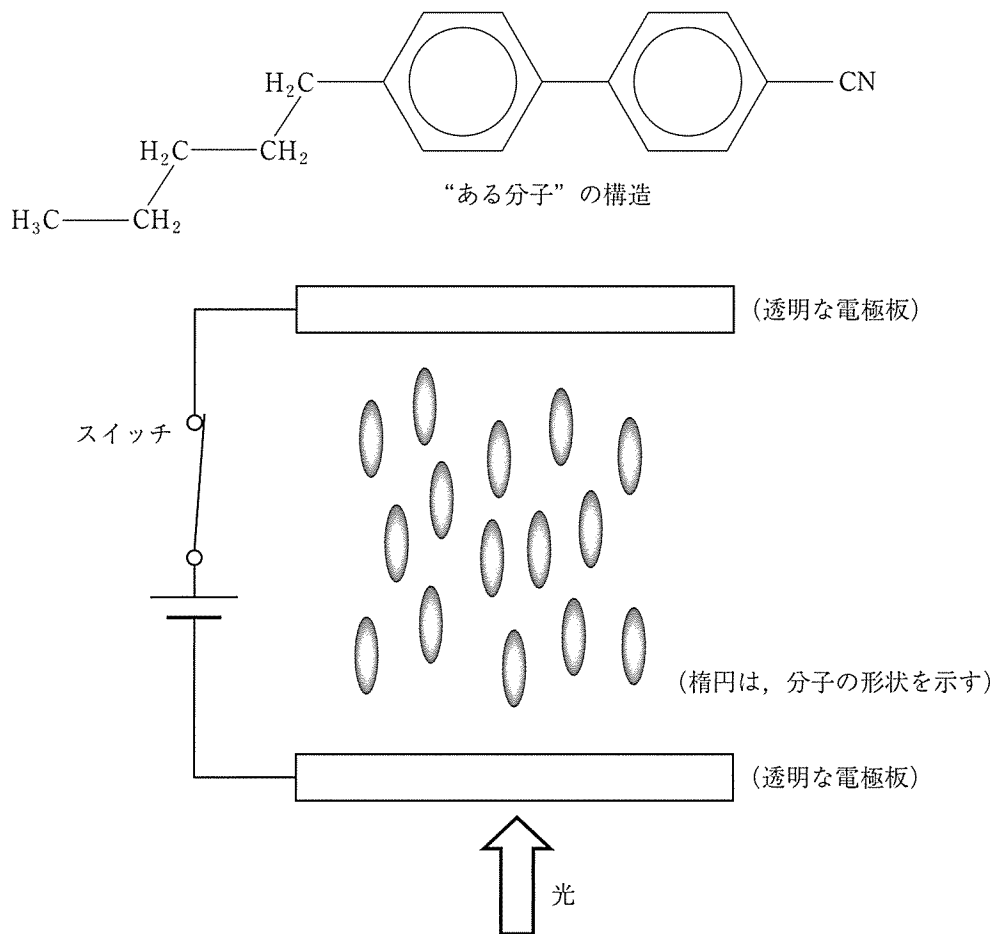
Ⅰ. 結晶では、それぞれの構成粒子が、イオン結合、共有結合、金属結合のほか、(A)による結合や水素結合などによって、規則正しく配列している。(A)による結合で、分子が並んでできた結晶は、一般に融点が低くやわらかいものも多く、(B)。

また、(A)による結合でできた結晶のうち、構造の似たものや、分子量が同じ程度の物質の融点は、(C)。

Ⅱ. 極性がある分子では、分子間に水素結合や静電的な引力による結合が生じる。

また、水の分子は(D)となる。さらに、水の分子は極性を持つので、(E)。

Ⅲ. ある分子(下図)では、細長い部分の両端に電子を引き寄せる基と電子を押しやるアルキル基がついているため極性を示す。下図のように、この分子を透明な電極板の間に挟みこみ、この2枚の電極板を電池につないでスイッチを常時入れておくと、分子は(F)、光を(G)。スイッチを切ると分子は横などの様々な方向に配列し、光の(H)。この原理は、フラットパネルディスプレイで広く利用されている。



Ⅳ. 宇宙探査機に用いられる装置では、次のような原理を利用している。

キセノン原子にエネルギーを与えて電界の中に放出すると、生じた(J)は陰極に向かって加速運動を始める。

また、陰極を網目状(グリッド状)に配置すると、加速された(J)のほとんどは陰極に衝突せず通過して行く。その結果、探査機を加速することができる。

3 次の文章を読み、問9～問12に答えなさい。

炭素の二重結合に臭素分子が付加反応する場合は、アンチ付加であることが知られている。すなわち、図のように臭素分子がエチレンに付加する場合、二重結合の平面に対して2つの臭素が互いに逆の方向から結合する。

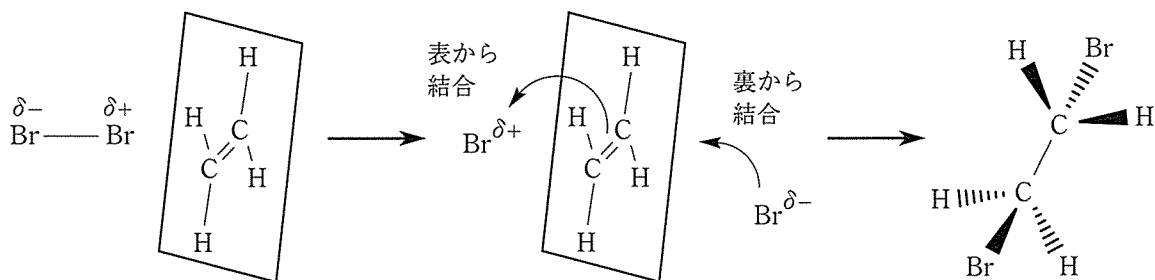





図 臭素分子の付加反応

なお、図中のくさび型の結合 () は、中心炭素を紙面に置いて紙面のこちら側に突き出る結合を示し、点線の結合 () は、紙面の向こう側にのびる結合を示している。また、実線 () は紙面上の結合を示す。

いま、分子式 $C_6H_{12}O$ を持つ数種の環状化合物 (A) に、濃硫酸を加えて加熱したところ、炭素の二重結合を有する化合物 (B) が生成した。

次に、化合物 (B) のうちの1つを単離し、臭素分子と反応させたところ、分子式が $C_6H_{10}Br_2$ であり、次の図に示す物質 X とは立体異性体の関係にある生成物 (C) が得られた。生成物 (C) は、(D) と呼ばれる1対の立体異性体の等量混合物であった。図の物質 X と生成物 (C) との関係は (E) と呼ばれている。

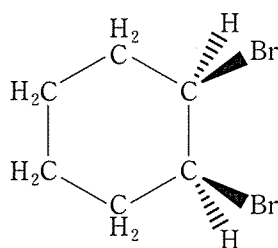
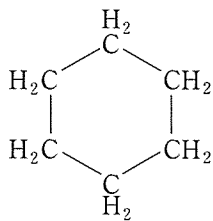


図 物質 X の構造

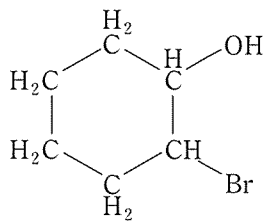
問9 (A), (B) の条件に当てはまるすべての化合物の構造を, (A) はA群の①~⑧から, (B) はB群の⑨~⑯から, それぞれ選びなさい。

A群:

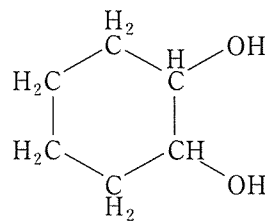
①



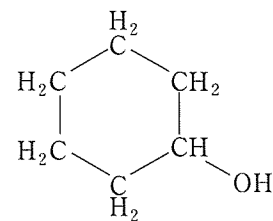
②



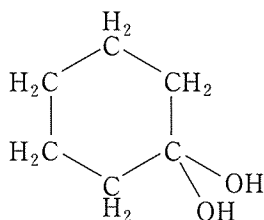
③



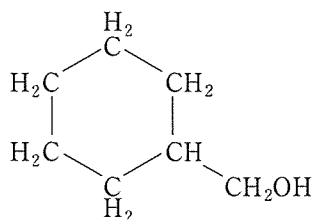
④



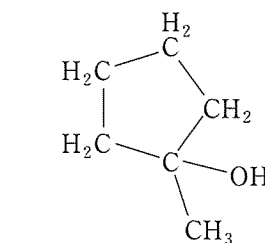
⑤



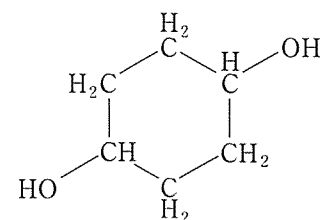
⑥



⑦

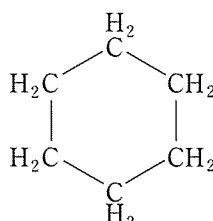


⑧

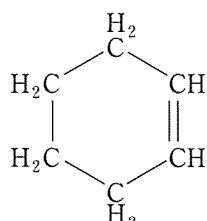


B群:

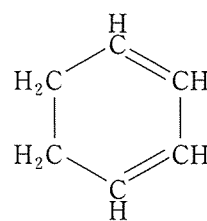
⑨



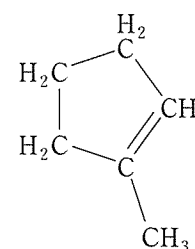
⑩



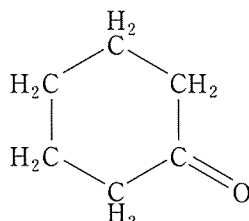
⑪



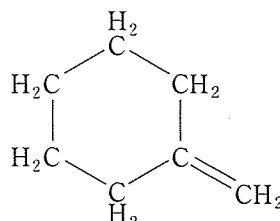
⑫



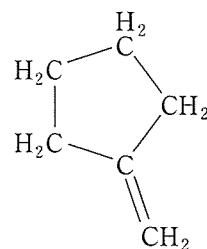
⑬



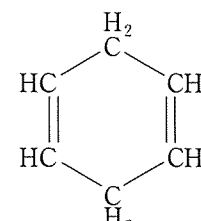
⑭



⑮



⑯



4 次の問13～問16に答えなさい。

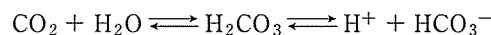
問13 次の文章中の (A), (B), (C) に最も適しているものを A 群の①～⑦から一つ, B 群の⑧～⑪から一つ, C 群の⑫～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

非電解質の分子量は, ファントホッフの法則から求めることができる。37℃において 5.4 g のある非電解質 X を 100 mL に溶かした水溶液はヒトの血液と同じ浸透圧を示した。37℃におけるヒトの血液の浸透圧が 7.73×10^5 Pa である場合, X の分子量はおよそ (A) $\times 10^{(B)}$ である。これと同じ浸透圧を示す塩化ナトリウム水溶液 500 mL を 37℃においてつくるには, 塩化ナトリウムが 4.5 g 必要であった。このとき塩化ナトリウムは (C) % 電離していることになる。

- A 群: ① 0.3 ② 0.4 ③ 0.6 ④ 1.2 ⑤ 1.6 ⑥ 1.8 ⑦ 2.4
 B 群: ⑧ 2 ⑨ 3 ⑩ 4 ⑪ 5
 C 群: ⑫ 5 ⑬ 15 ⑭ 55 ⑮ 85 ⑯ 95

問14 次の文章中の (A), (B), (C), (D) に最も適しているものを A 群の①～④から一つ, B 群の⑤～⑧から一つ, C 群の⑨～⑬から一つ, D 群の⑭～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。ただし, 必要ならば以下の数値を用いなさい。 $\log_{10}2 = 0.30$, $\log_{10}3 = 0.48$, $\log_{10}7 = 0.85$

ヒトの血液には CO_2 が溶けており, 以下の様な平衡を一つの理由として, 健康なヒトの血液の pH は 7.4 付近に保たれている。



(A) である乳酸は, 運動などによって筋肉から放出される。乳酸から遊離された H^+ は pH を低下させるが, すみやかに上の式は移動して pH の大きな変化をおさえる。これを (B) 作用と呼ぶ。また, このときヒトの血液の pH は, $\text{pH} = 6.1 + \log_{10} \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{CO}_3]}$ で表すことができる。pH が 7.4 のとき, HCO_3^- の濃度は H_2CO_3 の濃度の (C) 倍である。

ところで, 工業的に乳酸を重合させてつくられるポリ乳酸は (D) 高分子として利用されている。

- A 群: ① 芳香族炭化水素 ② 脂肪族カルボン酸 ③ 芳香族アミン ④ シクロアルカン
 B 群: ⑤ 触媒 ⑥ 塩析 ⑦ 発酵 ⑧ 緩衝
 C 群: ⑨ 15 ⑩ 20 ⑪ 25 ⑫ 30 ⑬ 35
 D 群: ⑭ 吸水性 ⑮ 導電性 ⑯ 生分解性

5 次の文章を読み、問17～問20に答えなさい。

化学は、原子や分子の視点から物質の性質や変化を知る学問である。私たちの日常生活には、多くの物質が関わっている。物質の特性を活かして便利な道具や材料を作り出す化学産業、物質の特性を把握して資源や材料を正しく使いこなす安全化学、汚染の原因となる物質を適切に処理して安心を確保する環境化学のように、化学の成果や考え方は、身のまわりの場面と深く関わっている。

問17 次の①～⑤のうち誤っているものを二つ選びなさい。

- ① 洗剤（界面活性剤）の洗浄効果は、その濃度に比例して高くなる。
- ② 濃硫酸を希釈するときは、発熱に注意しつつ、大量の水に硫酸を少量ずつ注ぐ。
- ③ 資源の再利用に留意して、廃棄物の削減や、環境汚染の抑制を目指す。
- ④ 自然発火した単体ナトリウムは、水をかけて消火する。
- ⑤ ジメチルエーテルを使っているものは、火気の近くに置かない。

問18 次の文章の（A）、（B）、（C）、（D）に最も適するものを、A群の①～④から一つ、B群の⑤～⑧から一つ、C群の⑨～⑫から一つ、D群の⑬～⑯から一つ、それぞれ選びなさい。

二酸化炭素 CO_2 は、主に石油などの炭素化合物の（A）によって生成する。現代の人間活動では大量の CO_2 を大気中に放出しており、大気中の CO_2 濃度は年々上昇している。 CO_2 分子は赤外線（熱エネルギー）を吸収する性質を持つ。大気中の CO_2 濃度が上昇すると、地表から大気を通過して宇宙に放出される熱の一部が CO_2 によって吸収されて大気中に留まる、と考えられる。これが、 CO_2 など原因物質の放出に起因する気温上昇、いわゆる（B）の考え方である。こうした環境問題の解決には、原因物質の監視や制御が重要である。

CO_2 の固体は（C）と呼ばれる。室温・常圧に近い条件下で窒素を充填した密閉容器中に 700 g の（C）を完全に昇華させたところ、容器中の混合気体の CO_2 モル分率は（D）%となった。ここで、 CO_2 昇華後の混合気体は、気温 $T = 300 \text{ K}$ 、全圧 $P = 1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、体積 $V = 1.0 \times 10^3 \text{ m}^3$ 、であった。なお近年、大気中 CO_2 のモル分率は（D）%程度と報告されている。

- | | | | |
|------------|----------|----------|----------|
| A群：① 中和 | ② 光合成 | ③ 燃焼 | ④ 還元 |
| B群：⑤ 沸点上昇 | ⑥ 地球温暖化 | ⑦ オゾンホール | ⑧ 酸性雨 |
| C群：⑨ カーボン | ⑩ ダイヤモンド | ⑪ ドライアイス | ⑫ グラファイト |
| D群：⑬ 0.020 | ⑭ 0.040 | ⑮ 0.060 | ⑯ 0.080 |

問19 次の文章の (A), (B) に最も適するものを, A群の①~③から一つ, B群の④~⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

化学では, 質量, 体積, 圧力, 温度のように, 実験によって測定される量 (測定値) を用いる。量の測定には限界があり, 測定値には真の値との差 (誤差) を伴う。実験結果を報告するときは, 測定値として意味のある信頼できる数字 (有効数字) の桁数に留意する必要がある。測定値を含む計算では, 元の測定値の有効数字より多い桁数を報告しても意味がない。

たとえば, ある混合気体を測ったところ, モル分率 0.80 の窒素分子とモル分率 0.20 の酸素分子からなっていた。これら測定値の有効数字 (A) 桁に合わせて報告するならば, 混合気体の平均分子量 (見かけの分子量) は (B) と表すのが正しい。

- A群: ① 1 ② 2 ③ 3
B群: ④ 1×10^1 ⑤ 2×10^1 ⑥ 3×10^1
 ⑦ 14 ⑧ 16 ⑨ 28 ⑩ 29 ⑪ 31 ⑫ 32
 ⑬ 14.4 ⑭ 15.6 ⑮ 28.8 ⑯ 31.2

問20 次の文章を読み, (A), (B), (C), (D) に最も適するものを, A群の①~③から一つ, B群の④~⑤から一つ, C群の⑥~⑩から一つ, D群の⑪~⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

日常生活にでもっとも身近な物質の一つとして, 水 H_2O が挙げられる。日常生活における安全・安心のためには, 周辺環境における水の役割や特徴を知っておくことは重要である。いま, 次の (あ) (い) (う) の例にあらわれている三つの状態の H_2O を考えよう:

- (あ) 安全と安心のためには, 飲料用 H_2O の汚染防止が大切である。
(い) 室内がじめじめしているので, 除湿機を使って空気中の H_2O を除去しよう。
(う) 南極や高山に多く存在する H_2O 。白く見えることがある。
(補足) なお, (う) の状態の H_2O は, (あ) の状態の H_2O に浮く。

このうち, (い) の状態の H_2O を説明した文は (A) である。

純粋な H_2O が (あ) の状態から (う) の状態に変化するときに (B) する熱量を (C) という。また, その温度は 1 気圧 (1.0×10^5 Pa) においては (D) K である。

- A群: ① 分子間力はほとんど働かない。分子は自由に飛び回る。
 ② 分子間力によって集合し, 分子の位置はほぼ固定されている。
 ③ 分子間力によって集合し, 分子はたえず移動している。
B群: ④ 吸収 ⑤ 放出
C群: ⑥ 凝固熱 ⑦ 凝縮熱 ⑧ 昇華熱 ⑨ 融解熱 ⑩ 蒸発熱
D群: ⑪ -273 ⑫ -79 ⑬ 0 ⑭ 100 ⑮ 273 ⑯ 373

[以下余白]