

化 学

(問 題)

2023年度

〈R05175219〉

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は2～14ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. マーク解答用紙記入上の注意
 - (1) 印刷されている受験番号が、自分の受験番号と一致していることを確認したうえで、氏名欄に氏名を記入すること。
 - (2) 所定欄以外に受験番号・氏名を記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
 - (3) マーク欄にははっきりとマークすること。また、訂正する場合は、消しゴムで丁寧に、消し残しがないようによく消すこと。

マークする時	<input checked="" type="radio"/> 良い	<input type="radio"/> 悪い	<input type="radio"/> 悪い
マークを消す時	<input type="radio"/> 良い	<input type="radio"/> 悪い	<input type="radio"/> 悪い

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。

[注意] 必要ならば以下の数値を用いなさい。ただし、各問に特段の指示がある場合には、そちらを優先すること。

H = 1.01, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, P = 31.0, S = 32.1, Cl = 35.5, K = 39.1, Fe = 55.9,
Cu = 63.5, Cd = 112, I = 127

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 = $6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

$\sqrt{2} = 1.414$, $\sqrt{3} = 1.732$, $\sqrt{5} = 2.236$

(補足) 乗数を含む数値を答える問題では以下を参考にすること。

(A) . (B) $\times 10^{(C)}$ は有効数字二桁での解答を求める記述であり、

「 9.0×10^7 」と答えるなら (A), (B), (C) にはそれぞれ 9, 0, 7 が入る。

1 次の問1～問4に答えなさい。

問1 次の①～⑥のうち、不適切なものをすべて選びなさい。

- ① コロイド粒子とは直径 10^{-10} m から 10^{-9} m の粒子の事である。
- ② デンプンやタンパク質などの高分子化合物は分子が大きく、その1個がコロイド粒子となる。このような粒子が分散したコロイドを分散コロイドという。
- ③ 寒天のコロイド溶液を冷却すると、寒天ゲルができる。ゲルから水分を蒸発させたものをキセロゲルという。
- ④ コロイド粒子が不規則な運動をする現象をチンダル現象という。
- ⑤ 少量の電解質によって、疎水コロイドの粒子が沈殿する現象を塩析という。
- ⑥ 疎水コロイドの粒子が親水コロイドの粒子によって取り囲まれ沈殿しにくくなる。このようなはたらきをする親水コロイドのことを保護コロイドという。

問2 次の①～⑤のうち、不適切なものをすべて選びなさい。

- ① 焼いた銅線をメタノールの蒸気に触れさせるとアセトアルデヒドが生じる。
- ② アセトアルデヒドが酸化されるとギ酸が生じる。
- ③ アセトアルデヒドは、工業的には、塩化パラジウム(II)と塩化銅の水溶液を触媒として、エチレンを酸化して製造される。
- ④ フェーリング液に、アルデヒドを加えて加熱すると、銀イオンが還元されて銀が生じる。
- ⑤ アセトアルデヒドと2-ブタノールはヨードホルム反応を示す。

問3 次の①～⑥の記述のうち、不適切なものをすべて選びなさい。

- ① オゾンは単体である。
- ② 水晶は単体である。
- ③ 黒鉛と鉛は互いに同素体である。
- ④ ポリスチレンとポリエチレンは互いに同素体である。
- ⑤ 臭素は大気圧下、室温で液体である。
- ⑥ 水銀は大気圧下、室温で液体である。

問4 次の①～⑥の記述のうち、不適切なものをすべて選びなさい。

- ① スズの単体は銀白色でやわらかく、強塩基の水溶液に溶けて水素を生じる。
- ② 鉛は硝酸や強塩基の水溶液には溶けるが、常温では希塩酸や希硫酸には溶けにくい。
- ③ アルミニウムの粉末を酸素中で熱すると白い光を発して激しく燃える。
- ④ 酸化亜鉛は水にも酸の水溶液にも強塩基の水溶液にもよく溶ける。
- ⑤ 水銀は白金等の多くの金属と合金を作りやすく、これらの合金はアマルガムと呼ばれる。
- ⑥ タングステンは金属の中で最も融点が高く、炭化タングステンは硬度が極めて高い。

2 次の問5～問8に答えなさい。

問5 次の文章の (A), (B), (C) に最も適するものを, A群の①～④から一つ, B群の⑤～⑥から一つ, C群の⑦～⑪から一つ, それぞれ選びなさい。

分子結晶は, 分子が (A) によって結晶となった物質である。

分子結晶は一般に融点が (B)。また, CO_2 や I_2 のように (C) 物質もある。

- A群: ① 二重結合 ② イオン結合 ③ 共有結合 ④ 分子間力
B群: ⑤ 低い ⑥ 高い
C群: ⑦ 非常に硬い ⑧ 電気を通しやすい ⑨ 昇華しやすい
 ⑩ 組成式であらわされる ⑪ 展性・延性に富む

問6 次の①～⑥の記述のうち, 適切なものをすべて選びなさい。

- ① 酸化マンガン(IV)は過酸化水素の分解に触媒として利用されることがある。
- ② 四酸化三鉄を主成分とした触媒は, アンモニアの製造に利用されることがある。
- ③ ニッケルは硬化油の製造に触媒として利用されることがある。
- ④ 白金はアンモニアの酸化に触媒として利用されることがある。
- ⑤ 酸化バナジウムは二酸化炭素の酸化に触媒として利用され, この方法は接触法と呼ばれる。
- ⑥ 酸化マンガン(IV)は塩素酸カリウムの分解に触媒として利用されることがある。

問7 次の文章の (A), (B), (C) に最も適するものを, A群の①～②から一つ, B群の③～④から一つ, C群の⑤～⑥から一つ, それぞれ選びなさい。

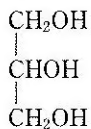
濃度が 1 mol/L の硫酸銅水溶液と銅板を入れたビーカー (a) と, 濃度が 0.01 mol/L の硫酸銅水溶液と銅板を入れたビーカー (b) を塩橋で結んだ。そして, 2つの銅板を電流計に接続すると電流が観測された。2つの溶液が平衡状態に向かうと考え, ビーカー (a) では (A), ビーカー (b) では (B) ので, 電流は (C) へ流れる。

- A群: ① 溶液中の銅イオンが銅となって銅板に付着し
 ② 銅板が溶けて銅イオンになり
B群: ③ 溶液中の銅イオンが銅となって銅板に付着する
 ④ 銅板が溶けて銅イオンになる
C群: ⑤ ビーカー (a) の銅板から電流計を通過してビーカー (b) の銅板
 ⑥ ビーカー (b) の銅板から電流計を通過してビーカー (a) の銅板

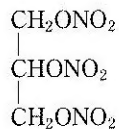
問8 次の文章の (A), (B), (C) に最も適するものを, A群の①~④から一つ, B群の⑤~⑫から一つ, C群の⑬~⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

化学に関する顕著な研究成果を表彰する世界的な賞として, ノーベル化学賞が特に有名である。ノーベル賞は, (A) を主原料とする爆薬 (ダイナマイト) の発明で得た資産に関するアルフレッド・ノーベルの遺言にしたがって設立された。化学賞はそのうちの1部門である。受賞の歴史を顧みると, (B) による溶液の浸透圧の研究 (1901), マリ・キュリーによるラジウム化合物の研究 (1911), (C) によるアンモニア合成法の開発 (1918), のように現代化学の基礎となっている重要な成果も多い。

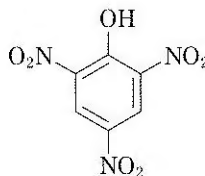
A群: ①



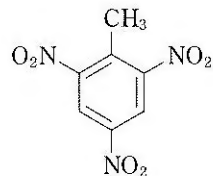
②



③



④



B群: ⑤ チンダル

⑨ ファントホッフ

C群: ⑬ オストワルト

⑥ ドルトン

⑩ ヘス

⑭ クメン

⑦ ファラデー

⑪ ヘンリー

⑮ ソルベール

⑧ ファンデルワールス

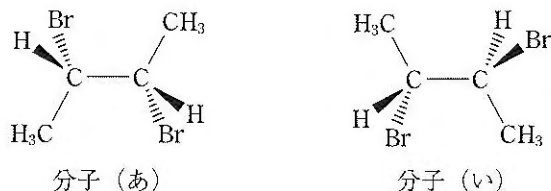
⑫ ルシャトリエ

⑯ ハーバー

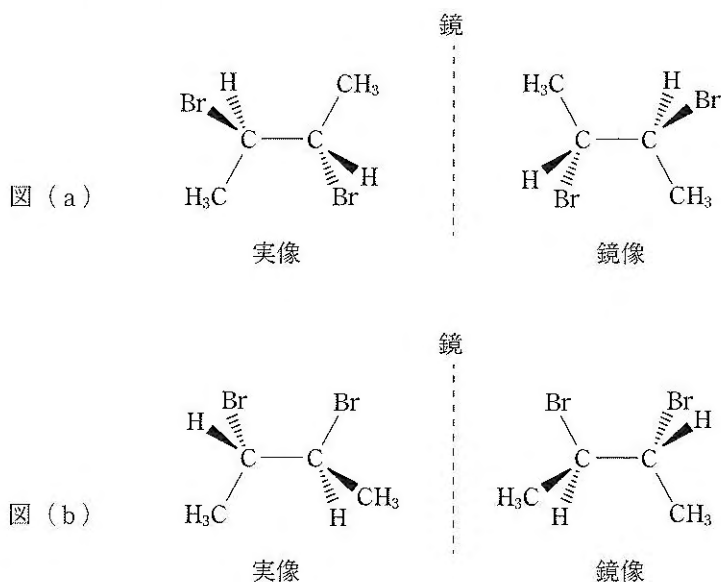
次の問9～問12に答えなさい。

問9 次の文章の (A), (B), (C) 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, それぞれ選びなさい。

分子 (あ) (い) の構造を下図に示す。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。これらの分子は立体異性体であるが, 鏡像異性体の関係にない。(あ) と (い) の分子どうしを互いに (A) の関係という。



次に, 同様に図 (a), 図 (b) について考えてみる。それぞれの図において, 鏡に対する実像と鏡像の関係の2つの構造を示した。図 (a) に示す2つの構造は (B) の関係を示しており, 図 (b) に示す2つの構造は (C) の関係を示している。



- | | |
|-------------|--------------|
| A群: ① 同一分子 | ② 鏡像異性体 |
| ③ ジアステレオ異性体 | ④ シス・トランス異性体 |
| B群: ⑤ 同一分子 | ⑥ 鏡像異性体 |
| ⑦ ジアステレオ異性体 | ⑧ シス・トランス異性体 |
| C群: ⑨ 同一分子 | ⑩ 鏡像異性体 |
| ⑪ ジアステレオ異性体 | ⑫ シス・トランス異性体 |

問10 次の文章の空欄をうめよ。(A)には①～④から、(B)には⑤～⑫から、(C)には⑬～⑯から、それぞれ最も適切なもの一つずつ選びなさい。

水素エネルギー社会では、水素ガスを安全に貯蔵・運搬する技術が求められる。一つの試みとして化学反応を利用した水素ガスの運搬技術が考案されている。気体の水素を陸路で運搬する場合、いろいろな困難がともなう。そこで、触媒を用いて水素ガスをトルエンに付加反応させ、図のようなメチルシクロヘキサンとして液体で運搬する方法である。水素ガスの消費地でメチルシクロヘキサンをトルエンに戻し、水素ガスを得るものである。風力発電などの電力で水を分解し水素ガスを製造する地点と、水素ガスを消費する地点は距離的に遠い場合が多い点が課題である。メチルシクロヘキサンとして運搬することで、課題を解決できると期待される。

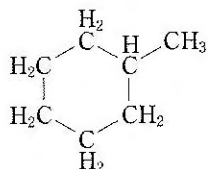
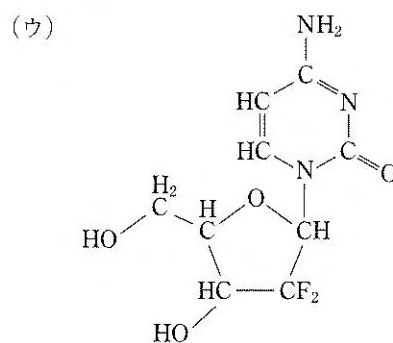
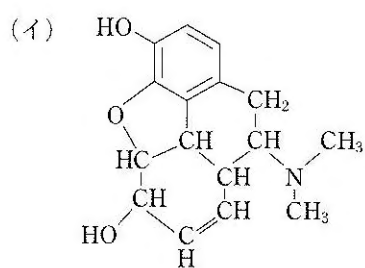
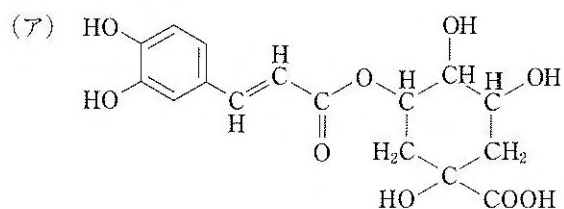


図 メチルシクロヘキサン

いま、実験的に9.65 Aの電流を用いて24時間、水を電気分解し水素を製造した。この水素を当量のトルエンと反応させ、トルエンを全てメチルシクロヘキサンに変換したとすると、生成するメチルシクロヘキサンの質量は(A)、(B) × 10^(C) gとなる。

- | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A群： | ① | 1 | ② | 2 | ③ | 4 | ④ | 8 | | | | | | | | |
| B群： | ⑤ | 1 | ⑥ | 2 | ⑦ | 3 | ⑧ | 4 | ⑨ | 5 | ⑩ | 6 | ⑪ | 7 | ⑫ | 8 |
| C群： | ⑬ | 0 | ⑭ | 1 | ⑮ | 2 | ⑯ | 3 | | | | | | | | |

問11 次の3つの化合物（ア）～（ウ）について、文章の空欄（A）、（B）、（C）にあてはまるものを、A群の①～③から、B群の④～⑥から、C群の⑦～⑨から、それぞれすべて選びなさい。



エーテル結合を有する化合物は（A）であり、フェノール類のヒドロキシ基を有する化合物は（B）、エステル結合を有する化合物は（C）である。

A群：①（ア）

②（イ）

③（ウ）

B群：④（ア）

⑤（イ）

⑥（ウ）

C群：⑦（ア）

⑧（イ）

⑨（ウ）

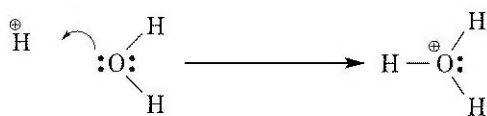
問12 次の文章の (A), (B), (C), (D), (E) に最も適するものを, A群の①~③から一つ, B群の④~⑥から一つ, C群の⑦~⑧から一つ, D群の⑨~⑪から一つ, E群の⑫~⑭から一つ, それぞれ選びなさい。

下の図はクロロメタンから正電荷をもつ化学種と塩化物イオンが生じる場合を示した。

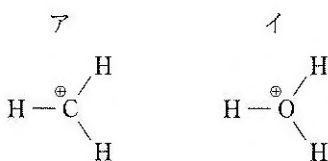


これは共有結合が開裂してイオンが生成する場合である。左辺のCとClの間の共有電子対がClに移動してCl⁻となり, 結合が開裂する。曲がった矢印は電子対の動きを示している。電荷のプラスとマイナスは, 分かり易くするため, それぞれ記号⊕, ⊖のように示した。

また, 次の図のように水の非共有電子対の一つが移動して, OとH⁺の間の共有電子対となり結合を形成する場合もある。



次の化学種 ア の炭素原子の共有電子対と最外殻の非共有電子対の和は (A) 対, 化学種 イ の酸素原子の共有電子対と最外殻の非共有電子対の和は (B) 対である。これらに基づいて化学種 ア と イ の形について考えてみたい。



最外殻周辺の電子対は互いに反発すると考えられ, なるべく離れるように中心原子の原子核のまわりに配置される。

すると, ア では (C) の頂点に電子対が位置するようになる。したがって, ア の概観は (D) の形になる。同様に考えると, イ の概観は (E) の形になる。

なお, 「正三角錐」とは, 底面が正三角形で, 側面がすべて合同な二等辺三角形である三角錐(四面体)のことである。

- | | | |
|------------|-------|----------------|
| A群: ① 2 | ② 3 | ③ 4 |
| B群: ④ 2 | ⑤ 3 | ⑥ 4 |
| C群: ⑦ 四面体 | ⑧ 三角形 | |
| D群: ⑨ 正四面体 | ⑩ 三角形 | ⑪ 正四面体ではない正三角錐 |
| E群: ⑫ 正四面体 | ⑬ 三角形 | ⑭ 正四面体ではない正三角錐 |

4 次の問13～問16に答えなさい。

問13 次の文章の (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④～⑦から一つ、C群の⑧～⑪から一つ、D群の⑫～⑭から一つ、それぞれ選びなさい。

水道水には一定濃度以上の塩素化合物が含まれている。これは、この化合物の (A) によって水道水が (B) で汚染されないようにするためである。

また、茶系飲料の容器の表示を見ると、多くのものに (C) が添加されている。この物質はアスコルビン酸ともいわれ、(D) 防止剤として使われている。

- A群：① 脱水作用 ② 還元作用 ③ 殺菌作用
 B群：④ 病原菌 ⑤ 金属イオン ⑥ アルカリイオン ⑦ 炭化水素
 C群：⑧ トリクロロメタン ⑨ フッ化水素 ⑩ ビタミンC ⑪ ハロゲン化銀
 D群：⑫ 酸化 ⑬ 還元 ⑭ 中和

問14 次の文章の (A), (B), (C) に最も適するものを、A群の①～⑤から一つ、B群の⑥～⑧から一つ、C群の⑨～⑪から一つ、それぞれ選びなさい。

毛髪のパーマは、化学薬品によるタンパク質の変性を利用して行われる。すなわち、毛髪はケラチンという繊維状タンパク質からなり分子のところどころが (A) 結合で結ばれ、一定の形を保っている。この結合を (B) 剤を作用させて切断し、毛髪を变形させてから (C) 剤をかけて穏やかに (C) すると、(A) 結合が再度つくられる。

- A群：① α ヘリックス ② β シート ③ ジスルフィド
 ④ 水素 ⑤ ペプチド
 B群：⑥ 酸化 ⑦ 還元 ⑧ 中和
 C群：⑨ 酸化 ⑩ 還元 ⑪ 中和

問15 次の文章の (A), (B), (C) に最も適するものを、A群の①～②から一つ、B群の③～⑥から一つ、C群の⑦～⑯から一つ、それぞれ選びなさい。

炭素、酸素、水素のみからなり、フェーリング液と反応して赤色沈殿を生じる化合物Xがある。その58 mgを元素分析装置で完全燃焼させたとき、二酸化炭素 132 mg、水 54 mgを生じた。

化合物Xはフェーリング液を (A) したことから (B) 基をもつことがわかる。したがって、この化合物Xの分子式としてありうるのは (C) である。

- A群：① 酸化 ② 還元
 B群：③ OH ④ CHO ⑤ COOH ⑥ CH₃CO
 C群：⑦ C₆H₁₂O₆ ⑧ C₁₂H₂₂O₁₁ ⑨ CH₃COCH₃ ⑩ CH₃CH₂COCH₃
 ⑪ CH₃CHO ⑫ CH₃CH₂CHO ⑬ CH₃(CH₂)₂CHO
 ⑭ CH₃(CH₂)₂COOH ⑮ CH₃CH₂COOCH₃ ⑯ CH₃(CH₂)₂COOCH₃

問16 次の文章の (A), (B) に最も適するものを, A群の①~⑤から一つ, B群の⑥~⑩から一つ, それぞれ選びなさい。

吸着剤を詰めたガラス管に, 溶媒に溶かした試料などを通すと, 試料に含まれるいろいろな物質が分離される。このように, 吸着剤に物質が吸着される強さの違いを利用して, 混合物から成分を分離する操作を (A) という。

ヒトを構成する物質の中で, その質量の割合が最も多いものは水で, 2番目に多いものは (B) である。(B) はビウレット反応によって呈色する。

- A群: ① クロマトグラフィー ② 電気泳動 ③ 蒸留
 ④ 電気分解 ⑤ 塩析
- B群: ⑥ タンパク質 ⑦ グルコース ⑧ 核酸
 ⑨ カルシウム ⑩ リン

5 次の問17～問20に答えなさい。

問17 次の記述①～⑥のうち最も不適切なものを三つ選びなさい。

- ① 触媒は反応熱を小さくすることで反応を加速する。
- ② 実在気体の場合、分子が運動できる空間（体積）は容器の容積よりも大きくなる。
- ③ 実在気体分子として二酸化炭素を考える場合、圧力が一定ならば高温ほど理想気体に近くなる。
- ④ 光などの電磁波は、波長が長いほどエネルギーが大きい。
- ⑤ 質量作用の法則とは、化学平衡における物質の濃度に関するものである。
- ⑥ 温度が一定のとき、溶解度の小さい気体が一定量の溶媒に溶ける物質量は、溶媒に接する気体の圧力（混合気体の場合は分圧）に比例する。

問18 次の文章の（A）、（B）、（C）に最も適するものを、A群の①～⑤から一つ、B群の⑥～⑩から一つ、C群の⑪～⑯から一つ、それぞれ選びなさい。

エタノールは、ウイルス対策のための手指消毒液の有効成分として用いられる。消毒液は純エタノール（分子量 46、密度 0.80 g/mL）と純水（分子量 18、密度 1.00 g/mL）の混合物として調製し、その混合の割合によって有効成分（エタノール）の含有量と含有率が決まる。今、純エタノール 80 mL と純水 23 mL を混合したところ、100 mL の消毒液を得たとする。このときの消毒液 100 mL 中のエタノール含有量（質量）は（A）g、エタノール含有率（質量パーセント濃度）は（B）%、消毒液の密度は（C）g/mL、である。消毒液のエタノール含有率が問題となる際には、混合する純エタノールと純水の体積の比率と、得られる消毒液の質量パーセント濃度が異なる点には、留意する必要がある。

- A群：① 64 ② 74 ③ 78 ④ 80 ⑤ 82
- B群：⑥ 64 ⑦ 74 ⑧ 78 ⑨ 80 ⑩ 82
- C群：⑪ 0.64 ⑫ 0.72 ⑬ 0.80 ⑭ 0.87 ⑮ 0.94 ⑯ 1.0

問19 次の文章の (A), (B), (C), (D) に最も適するものを, A群の①~②から一つ, B群の③~⑥から一つ, C群の⑦~⑪から一つ, D群の⑫~⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

次の図は, 元素の周期表の一部を切り出したものであり, 「あ」「い」は族を, a~cは周期を, 枠内の数字は各元素の原子番号を, アルファベットは常温における単体の状態 (Sは固体, Lは液体) を, それぞれ表す。文 (ア) ~ (カ) は図に含まれるいずれかの元素の特徴を述べたものである。ただし, 文と元素は一対一で対応するものとする。11族に相当するのは (A) である。「c」は第 (B) 周期に相当する。原子番号30の元素の特徴を述べている文は (C) である。文 (オ) の特徴を有するのは, 原子番号 (D) の元素である。

		族	
		あ	い
周期	a	30 S	29 S
	b	48 S	47 S
	c	80 L	79 S

図 元素の周期表の一部を切り出したもの。
枠内は原子番号と単体の常温での状態 (S = 固体, L = 液体)。

- (ア) 単体は, ダニエル電池の負極。トタンや黄銅の原料となる。
- (イ) 単体は, 蒸気が人体に有害。また, 多くの金属と合金 (アマルガム) を作る。
- (ウ) 単体は, ダニエル電池の正極。また, 電気の導線に用いられる。
- (エ) 単体の電気伝導度と熱伝導度が金属中で最大。ハロゲン化物は写真フィルムに利用される。
- (オ) 貴金属の一種。反応性が低く, 白金よりもイオン化傾向が小さい。王水に溶ける。
- (カ) 人体に有害で, イタイイタイ病の原因となった。

- A群: ① あ ② い
- B群: ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6
- C群: ⑦ ア ⑧ イ ⑨ ウ ⑩ エ ⑪ カ
- D群: ⑫ 29 ⑬ 47 ⑭ 48 ⑮ 79 ⑯ 80

問20 次の文章の (A), (B), (C), (D) に最も適するものを, A群の①~②から一つ, B群の③~⑦から一つ, C群の⑧~⑩から一つ, D群の⑪~⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

密閉容器の中に入れた一定物質量の気体について, 圧力 P が一定のとき, 気体の体積 V は絶対温度 T が 1 K 上下するごとに, 0°C における体積 V_0 の $1/273$ 倍ずつ増減する。これを (A) の法則という。一方, 密閉容器の中に入れた一定物質量の気体について, 温度 T が一定のとき, 気体の体積 V は圧力 P に反比例する。以上を1つにまとめると, 一定物質量の気体の体積 V は, 圧力 P に反比例し, 絶対温度 T に比例することになる。これをボイル・シャルルの法則と呼ぶ。ここで, 標準状態での気体各量の関係から気体定数 R を求めつつ, 物質量 n (mol) の気体が占める体積は 1.00 mol あたりの体積の n 倍となることも考慮すると, 理想気体の状態方程式 $PV = nRT$ が得られる。

標準状態 ($P = 1.013 \times 10^5\text{ Pa}$, $T = 273\text{ K}$) では $n = 1.00\text{ mol}$ の気体の体積は 22.4 L を占める。 $n = 1.00\text{ mol}$ の気体について, 状態方程式を変形したうえで, 標準状態の各量 $P = 1.013 \times 10^5\text{ Pa}$, $T = 273\text{ K}$, $V = 22.4\text{ L}$ を代入すると, $R = PV/(nT) = (1.013 \times 10^5\text{ Pa} \times 22.4\text{ L}) / (1.00\text{ mol} \times 273\text{ K}) = 8.31 \times 10^3\text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ となる。体積の単位として m^3 を用いれば, 1.00 mol の気体は, 標準状態では $22.4 \times 10^{(B)}\text{ m}^3$ の体積を占めるので, $R = 8.31\text{ Pa} \cdot \text{m}^3 / (\text{K} \cdot \text{mol}) = 8.31\text{ J} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ となる。気圧の単位として atm を用いれば, 標準状態での気圧は 1.00 atm であるから, $R = 8.21 \times 10^{-2}\text{ L} \cdot \text{atm} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ となる。状態方程式に代入する各量の単位が異なると, 気体定数 R の値と単位の組み合わせも違うものとなる。

気体成分の物質量 n を分子数 N とアボガドロ定数 N_A によって表現すれば, 状態方程式は次のように書き直すことができる。

$$PV = nRT = (N/N_A)RT = NkT$$

気体定数 R の代わりとなる比例定数は $k = (\text{C}) \times 10^{(D)}\text{ J/K}$ となる (k はボルツマン定数と呼ばれる)。

なお, ここで「気体」とはすべて理想気体を指すものとする。

- A群: ① ボイル ② シャルル
 B群: ③ -6 ④ -3 ⑤ 0 ⑥ 3 ⑦ 6
 C群: ⑧ 0.72 ⑨ 1.4 ⑩ 8.3
 D群: ⑪ -26 ⑫ -23 ⑬ -20 ⑭ 20 ⑮ 23 ⑯ 26

[以下余白]