

化学

(問題)

2019年度

〈H31135219〉

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2～11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) 所定の欄以外に受験番号・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	☒ 良い	☐ 悪い	☐ 悪い
マークを消す時	☐ 良い	☐ 悪い	☐ 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。

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, Ca = 40.1,
Cu = 63.5

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

自然対数の底 $e = 2.718$

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

(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,

「 $9.0 \times 10^7 \text{ g}$ 」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 次の文 I, II, III, IV は, ある物質の作り方の手順を示している。これを読んで, その物質として最も適するものを, A 群の①～⑤から一つ選びなさい。

I 試験管に $\frac{1}{3}$ ほど硫黄 (粉末) をとり, やや強い火で一様に熱して, 黄色のさらさらした液体とする。

II ときどき振りながら, なお加熱を続けると, 液体はしだいに粘性が増し, 褐色に変わっていく。

III なお加熱を続けると, 色はあまり変わらないが, 再び流動しやすくなっていく。

IV この状態になった液体を 100 mL の冷水の入った 200 mL ビーカーの中に注ぐ。

A 群: ① 斜方硫黄 ② 硫化水素 ③ 二酸化硫黄 ④ ゴム状硫黄 ⑤ 単斜硫黄

問 2 石灰石 (不純物を含む炭酸カルシウム) 5.0 g をとり, 希塩酸を十分に加えると, 標準状態で 0.56 L の二酸化炭素が発生した。石灰石中に含まれる炭酸カルシウムの割合は何%か。次の①～⑯のうち最も近い数値を選びなさい。ただし, 不純物は反応しないものとする。

- | | | | |
|------|------|------|-------|
| ① 25 | ② 30 | ③ 35 | ④ 40 |
| ⑤ 45 | ⑥ 50 | ⑦ 55 | ⑧ 60 |
| ⑨ 65 | ⑩ 70 | ⑪ 75 | ⑫ 80 |
| ⑬ 85 | ⑭ 90 | ⑮ 95 | ⑯ 100 |

問 3 次の①～⑦のうち最も不適切なものを二つ選びなさい。

- ① 過酸化水素の水溶液に、硫化水素の水溶液を混合すると、水溶液は白濁する。
- ② 硫酸で酸性にした過マンガン酸カリウム水溶液とヨウ化カリウム水溶液を反応させると、溶液の色は赤紫色に変化する。
- ③ 臭化カリウム水溶液に塩素ガスを通じると、溶液の色は褐色に変化する。
- ④ 褐色のヨウ素ヨウ化カリウム水溶液はデンプン水溶液と反応して青紫色となる。
- ⑤ 白金は王水に溶けるが、金は王水に溶けない。
- ⑥ 銅は濃硝酸に溶けるが、鉄は濃硝酸に溶けない。
- ⑦ 銀イオンを含む水溶液に、水酸化ナトリウム水溶液を加えると、酸化物が沈殿する。

問 4 次の①～⑦のうち最も不適切なものを二つ選びなさい。

- ① ナトリウムは常温の水と反応して、水素を発生しながら溶け、陽イオンとなる。
- ② リチウムは常温の水と反応して、水素を発生しながら溶け、陽イオンとなる。
- ③ カリウムは常温の水と反応して、水素を発生しながら溶け、陽イオンとなる。
- ④ マグネシウムは熱水と反応して水素を発生する。
- ⑤ 亜鉛は常温の水とは反応しないが、熱水とは反応して酸素を発生する。
- ⑥ 鉄は高温の水蒸気と反応して水素を発生する。
- ⑦ 銅を空気中で加熱すると、1000℃以下では赤色の酸化銅(Ⅰ)を生成する。

問5 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⑪～⑮から一つ、それぞれ選びなさい。

空気中に露出した金属の単体は、金などの貴金属を除き、空気中の酸素と反応し、酸化物などを生じて腐食する。特に、湿った空気中では、酸化物や水酸化物を生じて(A)となる。(A)は湿度が高いほど生じやすい。(B)は、表面を空気から遮断するだけでなく、イオン化傾向の差を利用して特定の金属の腐食を遅らせるなど、金属製品の耐久性を高めている。二種類以上の金属を融解して混ぜ合わせた後、凝固させたものを(C)という。(C)はそれぞれの単体とは異なる性質をもつ材料となる。

- | | | |
|----------|----------|------|
| A群：① めっき | ② セラミックス | ③ 合金 |
| ④ さび | ⑤ ガラス | |
| B群：⑥ めっき | ⑦ セラミックス | ⑧ 合金 |
| ⑨ さび | ⑩ ガラス | |
| C群：⑪ めっき | ⑫ セラミックス | ⑬ 合金 |
| ⑭ さび | ⑮ ガラス | |

問6 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⑪～⑮から一つ、それぞれ選びなさい。

(A)は工業的にはアンモニアソーダ法でつくられる。単体アルミニウムは原料鉱石の(B)を精製して得られる酸化アルミニウムを氷晶石とともに融解塩電解して製造される。酸化カルシウムは(C)とも呼ばれる白色の固体で、炭酸カルシウムを強熱してつくられる。

- | | | |
|---------------|-----------|-----------|
| A群：① 塩化アンモニウム | ② 炭酸ナトリウム | ③ 炭酸カルシウム |
| ④ 炭酸アンモニウム | ⑤ 塩化ナトリウム | |
| B群：⑥ タングステン | ⑦ レアメタル | ⑧ ジュラルミン |
| ⑨ ボーキサイト | ⑩ テルミット | |
| C群：⑪ 生石灰 | ⑫ 消石灰 | ⑬ 石灰水 |
| | ⑭ 石灰石 | ⑮ 焼きセッコウ |

問7 次の記述①～⑥のうち最も不適切なものを二つ選びなさい。

- ① 水溶液中では、LiはCaよりも陽イオンになりやすい。
- ② 空気中では、KはAlよりも酸化されやすい。
- ③ Cu^{2+} を含む水溶液にZnを入れるとZnは Zn^{2+} となり Cu^{2+} はCuとなる。
- ④ トタンの表面に傷がついてもFeがイオン化するのでZnは酸化されない。
- ⑤ CuはPtよりも標準電極電位が低い。
- ⑥ NaはFeよりも、陽イオンが電子を受け取って金属になりやすい。

アルカリ乾電池（アルカリマンガン乾電池）の構成は（A）のように表され、起電力は（B）Vである。ダニエル電池の構成は（C）のように表される。燃料電池の構成は（D）のように表される。

- 5 —

3 次の文章を読み、問9～問12に答えなさい。

ポリ塩化ビニルの構造を次の図に示した。これは加熱すると分解して有害な化合物を生じる。窒素ガス中で低温から徐々に加熱した場合には、ある温度で、隣り合う炭素原子に結合した塩素原子と水素原子が脱離して塩化水素となって高分子の鎖から放出される。

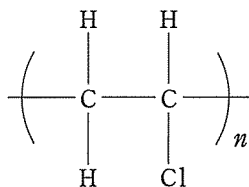


図 ポリ塩化ビニルの構造

塩化水素の放出が続き、高分子中の塩素原子が全て脱離すると塩化水素は発生しなくなる。高分子の質量は放出された塩化水素の分だけ小さくなる。さらに温度を上昇させていくと、高分子の鎖が切断されて、熱的に比較的安定な芳香族炭化水素が多く発生する。

ベンゼンなど芳香族炭化水素の性質を有する環状の構造を芳香環といい、構造上の特徴として、次の3つが挙げられる：

(ア) 平面的な環状構造を有する。

(イ) 二重結合と単結合を交互に書いて表すことができる環状構造を有する。

(ウ) 環状構造の部分の二重結合の数は $(2n + 1)$ 個と表される。 $(n = 0, 1, 2, 3, \dots)$

問9 次の文章中の (A)、(B) に最も適するものを、A群①～②から一つ、B群③～⑤から一つ、それぞれ選びなさい。

ポリ塩化ビニルは (A) であり、(B) などに用いられる高分子化合物である。

A群：① 熱硬化性

② 熱可塑性

B群：③ ペットボトルのフタ

④ 発泡スチロールの原料

⑤ 水道管

問10 次の文章中の (A)、(B) に最も適するものを、A群①～⑥から一つ、B群⑦～⑯から一つ、それぞれ選びなさい。

ポリ塩化ビニル 125 g を窒素ガス中で徐々に加熱したところ塩化水素が発生した。その後、塩化水素の発生が終了した時点で、残った物質の質量を測定したところ、

(A) . (B) $\times 10^1$ g

であった。

A群：① 3

② 4

③ 5

④ 6

⑤ 7

⑥ 8

B群：⑦ 1

⑧ 2

⑨ 3

⑩ 4

⑪ 5

⑫ 6

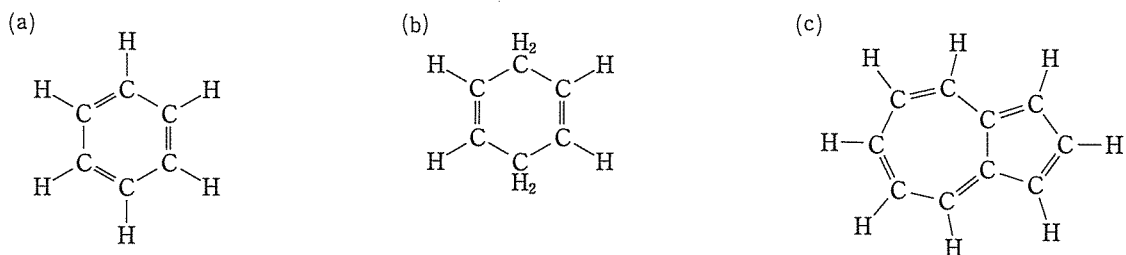
⑬ 7

⑭ 8

⑮ 9

⑯ 0

問11 次の図に示す(a)~(c)の構造を持つ炭化水素の「説明」の空欄 (A), (B), (C) にあてはまるものを選びなさい。ただし, (A) はA群①~③から, (B) はB群④~⑥から, (C) はC群⑦~⑨から, それぞれあてはまるものすべて選べ。



説明: 前述の特徴 (ア), (イ), (ウ) について考えると, 炭化水素(a)の構造は (A)。 (b)の構造は (B)。また, (c)の構造は (C)。

A群: ① (イ) と (ウ) の特徴をともに有する

② (イ) の特徴を有しない

③ (ウ) の特徴を有しない

B群: ④ (イ) と (ウ) の特徴をともに有する

⑤ (イ) の特徴を有しない

⑥ (ウ) の特徴を有しない

C群: ⑦ (イ) と (ウ) の特徴をともに有する

⑧ (イ) の特徴を有しない

⑨ (ウ) の特徴を有しない

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

下図(a)~(d)の炭化水素の分子式は全て $C_{14}H_{14}$ である。芳香環を有する化合物が比較的安定であることから, この中で燃焼熱の大きさが, 最も大きいものは (A) であり, 最も小さいものは (B) と予測される。なお, 共有結合を切断するために必要なエネルギー, すなわち結合エネルギーは, 芳香環を構成している炭素と炭素の結合の場合 510 kJ/mol, 芳香環以外の炭素と炭素の単結合と二重結合の場合それぞれ 330 kJ/mol と 590 kJ/mol とする。また, 炭素と水素の結合エネルギーは全て同じ大きさとする。

A群: ① (a)

② (b)

③ (c)

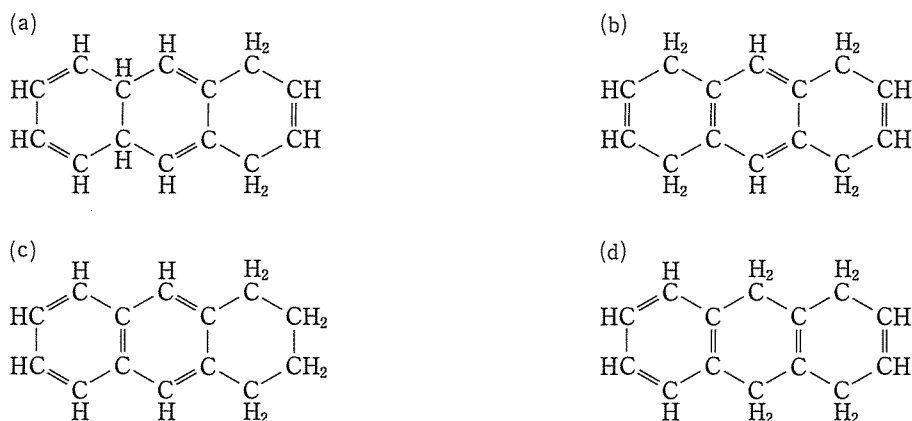
④ (d)

B群: ⑤ (a)

⑥ (b)

⑦ (c)

⑧ (d)



4 次の問13～問16に答えなさい。

問13 次の医薬品に関する記述①～⑦のうち、最も適切なものを三つ選びなさい。

- ① 対症療法薬は、痛みなど病気の症状を緩和する薬である。
- ② 化学療法薬は、病気の原因となる病原菌を根本的に取り除いて治療する薬である。
- ③ サルファ剤は、スルファニルアミドの骨格を持つ抗ウイルス薬である。
- ④ ストレプトマイシンは、土壌細菌から発見された抗生物質である。
- ⑤ ペニシリンは、柳の樹皮から発見された解熱鎮痛薬である。
- ⑥ カルタミンは、アカネの根から発見された抗がん剤である。
- ⑦ アセチルサリチル酸は、筋肉痛や関節痛の湿布薬として使用される。

問14 次の文章中の (A), (B), (C), (D) に最も適するものを、A群①～④から一つ、B群⑤～⑧から一つ、C群⑨～⑫から一つ、D群⑬～⑯から一つ、それぞれ選びなさい。

グリシン (分子量 75) とフェニルアラニン (分子量 165) からなるポリペプチドXを完全に加水分解すると、グリシン 15.0 g とフェニルアラニン 49.5 g が生成し、水 8.1 g が消費された。このポリペプチドXの分子量はおよそ (A) . (B) $\times 10^{(C)}$ である。

このポリペプチドXの水溶液に濃硝酸を加えて加熱すると黄色になり、冷却後にアンモニア水を加えて塩基性になると橙黄色を示した。これはポリペプチド中に (D) が含まれているために起こる。

- | | | | | | | | |
|------|------|---|-------|---|--------|---|--------|
| A群：① | 1 | ② | 3 | ③ | 5 | ④ | 7 |
| B群：⑤ | 1 | ⑥ | 3 | ⑦ | 5 | ⑧ | 7 |
| C群：⑨ | 2 | ⑩ | 3 | ⑪ | 4 | ⑫ | 5 |
| D群：⑬ | 硫黄原子 | ⑭ | ベンゼン環 | ⑮ | ペプチド結合 | ⑯ | アルデヒド基 |

問15 次の文章中の (A), (B), (C), (D) に最も適するものを, A群①~④から一つ, B群⑤~⑧から一つ, C群⑨~⑫から一つ, D群⑬~⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

生物の細胞内に存在する DNA は, 遺伝情報の伝達やタンパク質の合成に関与する高分子化合物である。DNA を含む溶液の酸性度を強めていくと, プロトンによって二重らせん構造の有機塩基間の (A)。

25℃において pH5 の塩酸を 100 倍に希釈した溶液の水素イオン濃度を有効数字三桁であらわすと, およそ (B), (C)(D) $\times 10^{-7}$ である。ただし, 塩酸 HCl の電離度は 1, 水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}(\text{mol/L})^2$ とする。また, 必要であれば, 以下の公式を利用すること。

(二次方程式の解の公式)

$$ax^2 + bx + c = 0 \quad (a \neq 0) \text{ のとき } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

A 群: ① エステル結合が弱くなる

② 水素結合が弱くなる

③ イオン結合が強くなる

④ 共有結合が強くなる

B 群: ⑤ 1

⑥ 3

⑦ 5

⑧ 7

C 群: ⑨ 0

⑩ 2

⑪ 4

⑫ 6

D 群: ⑬ 0

⑭ 2

⑮ 4

⑯ 6

問16 次の文章中の (A), (B), (C), (D) に最も適するものを, A群①~④から一つ, B群⑤~⑦から一つ, C群⑧~⑫から一つ, D群⑬~⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

セルロースは, 単糖である (A) が重合した鎖状構造をとっており, その (A) 単位の中にヒドロキシ基が (B) 個含まれている。このヒドロキシ基を変化させることで有用な物質を得ることができる。

例えばセルロースに濃硫酸と濃硝酸の混合溶液を作用させると, ヒドロキシ基が次々と硝酸と反応して硝酸エステルであるニトロセルロースを生じる。200 g のセルロースから 300 g のニトロセルロースが得られた場合, セルロースに存在するヒドロキシ基のおよそ (C), (D) $\times 10^1 \%$ がエステル化されていたことになる。

A 群: ① スクロース

② ガラクトース

③ グルコース

④ フルクトース

B 群: ⑤ 1

⑥ 2

⑦ 3

C 群: ⑧ 0

⑨ 2

⑩ 4

⑪ 6

⑫ 8

D 群: ⑬ 0

⑭ 3

⑮ 6

⑯ 9

5

問17 次の文章の (A), (B), (C), (D), (E) 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⑤～⑫から一つ, D群の⑬～⑭から一つ, E群の⑮～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

環境問題の多くは、人間活動に伴う原因物質の排出に起因する。環境中での物質の挙動を理解することは大切である。身近な例として、室内空気における汚染物質の濃度を考えてみよう。交通機関 a の車内（体積 $5 \times 10^1 \text{ m}^3$ ）と b の車内（体積 $2 \times 10^2 \text{ m}^3$ ）のそれぞれにおいて、 6 g のアセトン（ CH_3COCH_3 ）を室内空气中に放出した場合、室内空气中のアセトン濃度（分圧）は（A）よりも（B）の方が高くなり、（B）における分圧は（A）の（C）倍となる。（D）空間よりも（E）空間の方が汚染物質濃度は高くなりやすい。ただし、a、bともに室内の気温 300 K 、圧力 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ とし、空気とアセトンはすばやく均一混合し、放出前の空気にはアセトンは含まないものとする。

- A群：① a ② b
- B群：③ b ④ a
- C群：⑤ 2 ⑥ 3 ⑦ 4 ⑧ 5
 ⑨ 6 ⑩ 7 ⑪ 8 ⑫ 9
- D群：⑬ 狭い ⑭ 広い
- E群：⑮ 広い ⑯ 狭い

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⑪～⑬から一つ, それぞれ選びなさい。

下の表は、ある自動車が一速度にて走る“定速走行”のときの、単位時間あたりの二酸化炭素 CO₂ 排出量と車速の関係を調べた一例である。この自動車が 240 km の距離を走行するときの CO₂ 総排出量（単位 kg）が最小となるのは車速（A）km/h の場合である。一方、CO₂ 総排出量が最大となるのは車速（B）km/h の場合であり、最小の場合の約（C）倍の総排出量となる。環境への影響を意識しつつ自動車を運転することが望ましい。

表 定速走行する自動車の車速と時間あたり CO₂ 排出量の関係（一例）

車速 (km/h)	10	20	40	60	80
CO ₂ 排出量* (kg/h)	2.0	2.7	4.5	6.0	9.0

* 1時間あたりに排出される CO₂ の質量。

- A群：① 10 ② 20 ③ 40 ④ 60 ⑤ 80
B群：⑥ 10 ⑦ 20 ⑧ 40 ⑨ 60 ⑩ 80
C群：⑪ 2 ⑫ 3 ⑬ 4

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④～⑥から一つ, それぞれ選びなさい。

効果的な排出量削減の実現には, 環境中での化学反応などを考慮した定量的な物質挙動把握が必要となる。大気中での気体分子の化学反応としては, 二つの分子が衝突して起こる“二体反応”が重要である。一般に地表付近の大気では上空ほど気温が低い。気温は季節や昼夜によって変動する。大気成分の挙動を知るには, 反応速度定数の温度依存性は重要となる。二体反応の速度定数の温度依存性 $k(T)$ は

$$k(T) = k_0 e^{-(E/R)/T}$$

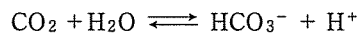
と表される (アレニウスの式)。 k_0 , E は反応ごとに決まる定数, T は気温, R は気体定数である。 $k_0 > 0$ のもとでは, $E > 0$ の反応では (A), $E < 0$ の反応では (B)。

- A群: ① 気温が低いほど反応速度定数が大きく
② 気温が高いほど反応速度定数が大きく
③ 反応速度定数は気温に依存せず

- B群: ④ 気温が低いほど反応速度定数が大きい
⑤ 気温が高いほど反応速度定数が大きい
⑥ 反応速度定数は気温に依存しない

問20 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⑦～⑨から一つ, D群の⑩～⑫から一つ, E群の⑬～⑮から一つ, それぞれ選びなさい。

水を放置しておくと, 大気中の二酸化炭素 CO_2 が溶け, 次のようにごく一部が水と反応して H^+ を生じるようになる。



大気汚染の影響を受けていない雨水でも, 大気中の CO_2 を溶かし込んでいるため, $\text{pH} = (\text{A})$ 程度の (B) を示す。人間活動により放出される窒素酸化物 NO , NO_2 や二酸化硫黄 SO_2 が大気中での反応を通して酸化されてそれぞれ (C) や (D) になって雨水に溶け込んで, (E) を生じさせる。

- | | | |
|---------------|----------|--------|
| A群: ① 8.5 | ② 7.0 | ③ 5.7 |
| B群: ④ 弱塩基性 | ⑤ 弱酸性 | ⑥ 中性 |
| C群: ⑦ 窒素 | ⑧ アンモニア | ⑨ 硝酸 |
| D群: ⑩ 硫酸 | ⑪ 硫黄 | ⑫ 硫化水素 |
| E群: ⑬ イタイイタイ病 | ⑭ オゾン層破壊 | ⑮ 酸性雨 |

[以 下 余 白]

