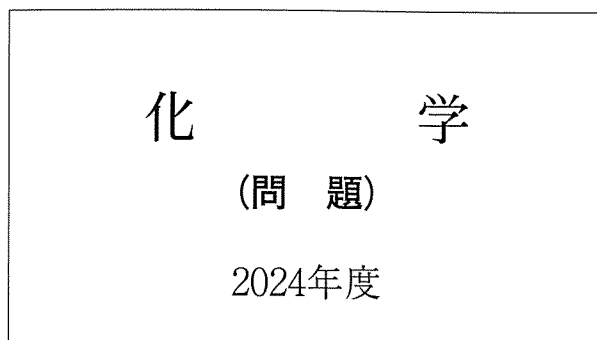




〈R 06185219〉

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2～12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	☒ 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. 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離さないこと。
7. 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。
8. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。
9. 試験終了後、問題冊子を持ち帰ること。

[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。

また, (D) . (E) (F) は有効数字三桁での解答を求める記述であり、

「9.07」と答えるなら (D), (E), (F) 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 質量パーセント濃度 90 % の濃硫酸の密度は 1.81 g/mL である。この濃硫酸を水 (密度 1.00 g/mL) で薄めて、3.0 mol/L の希硫酸 (密度 1.18 g/mL) を 500 mL つくる。必要な濃硫酸の体積 (単位 mL) として最も近い値を、次の①～⑤から一つ選びなさい。

- ① 80 ② 85 ③ 90 ④ 95 ⑤ 100

問 2 問 1 において濃硫酸を薄めて希硫酸をつくる時に必要な水の体積 (単位 mL) として最も近い値を、次の①～⑤から一つ選びなさい。

- ① 337 ② 378 ③ 410 ④ 427 ⑤ 460

問 3 次の①～⑤のうち、不適切なものをすべて選びなさい。

- ① 化学反応の際に、熱を伴わない光を発する現象を化学ルミネッセンスという。
- ② 黄リンは、空気中で徐々に酸化されて、十酸化四リンになるときに光を発する。
- ③ ホタルの発光はルミノール反応によって生じる。
- ④ 酸化チタン (IV) をコーティングした面に酢酸が付着したとき光が当たると、酢酸は酸素と反応して、二酸化炭素と水が生じる。
- ⑤ 水素 H_2 と塩素 Cl_2 の混合気体に強い光を当てると、ラジカルが発生し爆発的に反応して塩化水素 HCl が生成する。

問4 次の①～⑤のうち、不適切なものをすべて選びなさい。

- ① 金は王水に溶けない。
- ② 銅と亜鉛の合金は黄銅である。
- ③ 塩素の同位体どうしでは電子の総数が異なる。
- ④ 四塩化炭素分子は分子全体として極性を示す。
- ⑤ 亜鉛イオンを含む水溶液に鉄を浸しても亜鉛を析出しないが、銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に鉄を浸すと銅が析出する。

2 次の問5～問8に答えなさい。

問5 次の①～⑤のうち、不適切なものをすべて選びなさい。

- ① アジピン酸ジクロリドとヘキサメチレンジアミンを加熱しながら、生成する水を除去すると開環重合がおこる。
- ② アジピン酸ジクロリドとヘキサメチレンジアミンを加熱しながら生成する水を除去する実験を行う場合に、反応物は有毒なので、手袋つけて実験を行う。
- ③ ポリエチレンは付加重合によって合成される。
- ④ 酢酸ビニルを縮合重合させるとポリ酢酸ビニルとなる。
- ⑤ 二種類以上の単量体を混ぜて重合を行うことを共重合という。

問6 次の①～⑤のうち、不適切なものをすべて選びなさい。

- ① カルボン酸に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、二酸化炭素が発生する。
- ② 酢酸に脱水剤を加えて加熱すると、酢酸2分子から水1分子がとれて縮合し、無水酢酸になる。
- ③ フマル酸は加熱すると、二つのカルボキシ基が近い位置にあるため、水分子が一つとれて、無水フマル酸となる。
- ④ シュウ酸は不飽和モノカルボン酸の一種である。
- ⑤ 乳酸はヒドロキシ酸の一種である。

問7 次の文章の(A)，(B)，(C)に最も適するものを、A群の①～⑨から一つ、B群の⑩～⑬から一つ、C群の⑭～⑯から一つ、それぞれ選びなさい。

pH 1.0 の塩酸 10 mL に水を加えて pH 3.0 とした。この pH 3.0 の水溶液の体積はおよそ (A) . (B) $\times 10^{(C)}$ mL である。ただし、塩酸の電離度は 1.0 とする。

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

問8 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⑬～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

オゾン^①は分子式 O_3 で表される酸素の (A) である。化学的に同じオゾン分子であっても, 地球大気環境中の存在場所によって, その挙動や影響はまったく異なる。我々が生活する地表付近の大気 (対流圏) に存在するオゾンと, 上空の大気 (成層圏) に存在するオゾンについては, おおよそ次のような違いがある。太陽光に含まれる有害な (B) は, 成層圏に大量に存在するオゾンにより十分に吸収され減衰してから地表に到達する。一方, オゾンは (C) 反応をひき起す性質によって人体や生体に影響するうえ (光化学オキシダント問題), (D) を吸収する温室効果気体としても知られる。したがって, (E), が望ましくない。以上のように, 大気中のオゾンを理解するには, 存在場所ごとに挙動や影響を明確に区別することが肝要である。

A群: ① 同位体 ② 同族体 ③ 同素体

B群: ④ 紫外線 ⑤ 可視光線 ⑥ 赤外線

C群: ⑦ 酸化還元 ⑧ ヨードホルム ⑨ 脱水

D群: ⑩ 赤外線 ⑪ 可視光線 ⑫ 紫外線

E群: ⑬ 対流圏オゾンの増加と, 成層圏オゾンの増加

⑭ 対流圏オゾンの減少と, 成層圏オゾンの減少

⑮ 対流圏オゾンの増加と, 成層圏オゾンの減少

⑯ 対流圏オゾンの減少と, 成層圏オゾンの増加

3 次の問9～問12に答えなさい。

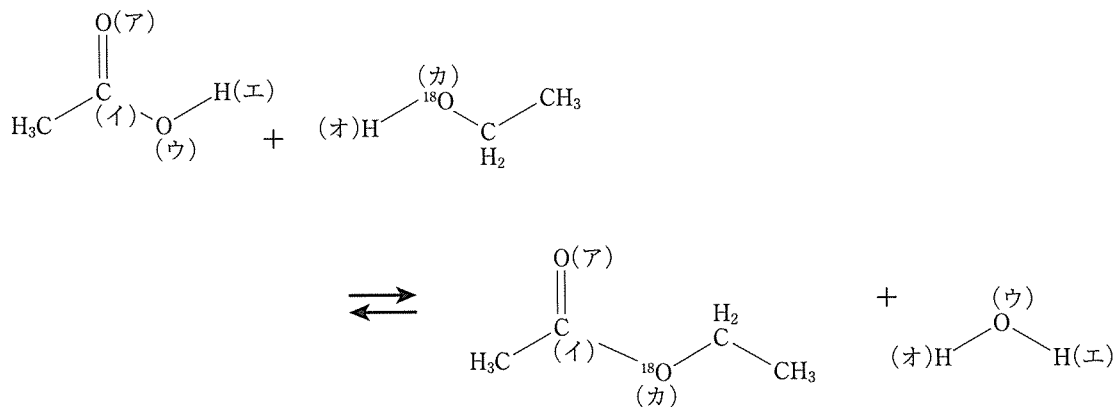
問9 次の①～⑩の化合物のうち、エチル基を含むものをすべて選びなさい。

- | | | | |
|------------|-----------|------------|-------------|
| ① エタノール | ② フェノール | ③ アセトアルデヒド | ④ アセトン |
| ⑤ 酢酸 | ⑥ ニトロベンゼン | ⑦ アニリン | ⑧ ベンゼンスルホン酸 |
| ⑨ ジエチルエーテル | ⑩ 酢酸エチル | | |

問10 次の文章の（A）、（B）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、それぞれ選びなさい。

エステル化の際、カルボン酸とアルコールのどちらのOHとHからH₂Oが生成するかは、酸素の同位体¹⁸Oを用いた実験で明らかとなった。すなわち、¹⁸Oを含むCH₃CH₂¹⁸OHを用いてエステル化の実験を行うと、¹⁸Oは生成したエステル中に含まれていた。このことから、エステル化はカルボン酸のOHとアルコールのOH基のHからH₂Oが生成する反応であることが確認された。下の図はこの反応を示したもので、原子に（ア）～（カ）の記号をつけてある。

このエステル生成反応では、生成物の構造を考えると、酢酸の（A）の原子とエタノールの（B）の原子が接近して反応し、エステル中の共有結合を生成することが分かる。



- | | | | |
|--------|-----|-----|-----|
| A群：① ア | ② イ | ③ ウ | ④ エ |
| B群：⑤ オ | ⑥ カ | | |

問11 次の文章の (C), (D), (E), (F) に最も適するものを, C群の①~③から一つ, D群の④~⑦から一つ, E群の⑧~⑩から一つ, F群の⑫~⑬から一つ, それぞれ選びなさい。

問10の図の反応において, 濃硫酸を加えると (C) として働き反応速度が大きくなる。そのメカニズムは, おおよそ次のように説明される。

濃硫酸を加えると, 反応系に H^+ が供給される。供給された H^+ が酢酸分子の中のある原子と結合すると, その後の反応が加速される。電気陰性度と生成するエステルの構造から考えると, 反応を加速するためには, 問10の図の酢酸の (D) の位置の原子と H^+ が結合する必要がある。こうして H^+ が結合することにより生成する化学種は (E) である。(E) の反応する場所が (F) をもつので, そこにエタノール (問10の B の原子) が接近し, 共有結合を形成しやすくなる。その結果, 反応速度が増大すると考えられる。

なお, E群の図にて+や-を丸で囲んである記号は, 電荷の種類と場所を表す。

C群: ① 酸化剤

② 溶媒

③ 触媒

D群: ④ ア

⑤ イ

⑥ ウ

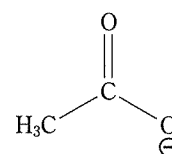
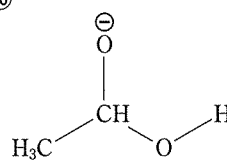
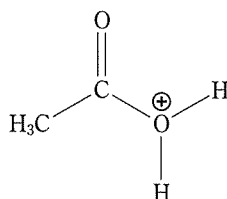
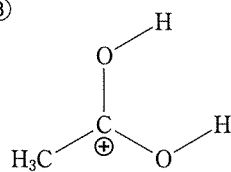
⑦ エ

E群: ⑧

⑨

⑩

⑪



F群: ⑫ 正電荷

⑬ 負電荷

問12 次の①~⑥の記述のうち, 有機化合物の特徴とは言えないものをすべて選びなさい。

- ① 臭素原子を持っているものが多い。
- ② 水に溶けやすく, 有機溶媒に溶けにくいものが多い。
- ③ 無機化合物に比べると, 沸点や融点は低いことが多い。
- ④ 炭素原子を持っているものが多い。
- ⑤ 可燃性の化合物が多く, 完全燃焼すると, 水や二酸化炭素を生じる。
- ⑥ 反応速度が速く, その反応には加熱や触媒などを必要としないことが多い。

4 次の問13～問16に答えなさい。

問13 次の文章の (A), (B) に最も適するものを, A群の①～⑥から一つ, B群の⑦～⑫から一つ, それぞれ選びなさい。

我が国では, (A) 化合物による環境汚染によって, イタイイタイ病, 水俣病など深刻な被害をもたらした。イタイイタイ病は (B) による汚染が原因とされている。

- A群: ① ハロゲン ② 脂肪族 ③ 窒素
 ④ 重金属 ⑤ 芳香族 ⑥ 合成高分子
 B群: ⑦ ポリエチレンテレフタレート ⑧ カドミウム ⑨ 水銀
 ⑩ ベンゼン ⑪ 一酸化二窒素 ⑫ フッ化水素

問14 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④～⑤から一つ, C群の⑥～⑩から一つ, D群の⑪～⑬から一つ, E群の⑭～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

パルミチン酸 (分子量 256: $C_{15}H_{31}COOH$) は, 炭素-炭素二重結合 ($C=C$) を (A), (B) 脂肪酸であり, グリセリン (分子量 92: $C_3H_8O_3$) と反応して油脂となる。

パルミチン酸のみからなる油脂 20.0 g を完全にけん化するのに必要な水酸化ナトリウム (分子量 40.0) の質量は, およそ (C), (D) (E) g である。ただし, 各元素の原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$ とする。

- A群: ① 1 つもつ ② 2 つもつ ③ もたない
 B群: ④ 飽和 ⑤ 不飽和
 C群: ⑥ 0 ⑦ 2 ⑧ 4 ⑨ 6 ⑩ 8
 D群: ⑪ 3 ⑫ 6 ⑬ 9
 E群: ⑭ 4 ⑮ 6 ⑯ 8

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

生理食塩水は, 100mL 中に 0.90 g の塩化ナトリウムを含む水溶液であり, $37^{\circ}C$ ではヒトの血液とほぼ同じ浸透圧となる。この生理食塩水の $37^{\circ}C$ における浸透圧はおおよそ (A) . (B) $\times 10^{(C)}$ Pa である。

また, 9.0 % (重量比), $37^{\circ}C$ の塩化ナトリウム水溶液中にヒトの赤血球を入れた場合, 赤血球中の水分量は (D)。

ただし, 赤血球は, 一定量の水 (H_2O) を含んでおり, その表面は半透膜で覆われているものとする。塩化ナトリウムの式量は 58.5, 電離度は 1.0 とする。

- A群: ① 1 ② 3 ③ 5 ④ 7 ⑤ 9
 B群: ⑥ 1 ⑦ 3 ⑧ 5 ⑨ 7 ⑩ 9
 C群: ⑪ 4 ⑫ 5 ⑬ 6
 D群: ⑭ 減少する ⑮ 変化しない ⑯ 増加する

問16 ある飲料Aの成分には以下のものが含まれているものとする。

(a) 砂糖, (b) 牛乳, (c) 脱脂粉乳, (d) 紅茶, (e) デキストリン,
(f) 乳化剤, (g) 香料, (h) ビタミンC, (i) セルロース

次の①～⑤のうち、適切なものを全て選びなさい。

- ① (a) の主成分はスクロースである。スクロース水溶液は還元性を示さない。
- ② (e) はヒトが消化できない二糖類である。
- ③ (f) は水の表面張力を著しく低下させる働きがある。
- ④ (h) は酸化剤としてもちいられる。
- ⑤ (i) は代表的な人工甘味料である。

5 次の問17～問20に答えなさい。

問17 次の文章と図の (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⑤～⑥から一つ, D群の⑦～⑬から一つ, E群の⑭～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

次の図は, 金属のイオン化傾向と特性の関連を示した概略である。図に示すイオン化傾向の大小にしたがって金属元素を並べると, 図の左から右に向かって (A) の順となる。同様に, 金属の反応性および標準電極電位を並べると, 左から右に向かってそれぞれ (B), (C) の傾向となる。

ブリキは, 鉄板に (D) をめっきしたものである。鉄と (D) ではイオン化傾向が (E) ため, ブリキは鉄板だけのときよりもさびにくい, 傷がついて鉄板が露出すると鉄が先に酸化してしまう。ブリキは, 缶詰の内壁のような傷のつきにくいところに多く使用される。

金属の並び順	(A)
イオン化傾向	小  大
反応性	(B)
標準電極電位	(C)

図 金属のイオン化傾向と特性の関連 (概略)。

A群: ① Li K Ca … (中略) … Ag Pt Au

② Au Pt Ag … (中略) … Ca K Li

B群: ③ 小 < 大 ④ 大 > 小

C群: ⑤ 小 (− 3.05 V) < 大 (+ 1.52 V)

⑥ 大 (+ 1.52 V) > 小 (− 3.05 V)

D群: ⑦ 鉄

⑧ ニッケル

⑨ 銅

⑩ 鉛

⑪ アルミニウム

⑫ スズ

⑬ 亜鉛

E群: ⑭ 鉄のほうが小さい

⑮ (D) のほうが小さい

⑯ 同じ

問18 次の文章の (A), (B) に最も適するものを, A群の①～⑨から一つ, B群の⑩～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

大気試料に含まれる水 (水蒸気) の量を表す指標として, 分圧, モル分率, 相対湿度 RH などがある。天気予報で言及される湿度とは一般的に, 相対湿度のことである。相対湿度とは, 大気試料の温度における水の飽和蒸気圧 P_{sat} に対する試料中の水の分圧 P_w の比を百分率で表した相対的な量であり,

$$RH (\%) = 100 \times P_w / P_{\text{sat}}$$

のように書ける。

天気予報にて「高気圧に覆われた東京地方では, 気圧は 1010 ヘクトパスカル, 気温は摂氏 20 度, (相対) 湿度は 50 % でした」と述べていた場合の水のモル分率は (A) $\times 10^{(B)}$ である。ただし, 摂氏 20 度における水の飽和蒸気圧は $2.3 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。

A群: ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9

B群: ⑩ 4 ⑪ 3 ⑫ 2 ⑬ 1 ⑭ 0 ⑮ − 1 ⑯ − 2

問19 次の文章の (C), (D), (E) に最も適するものを, C群の①～④から一つ, D群の⑤～⑩から一つ, E群の⑪～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

ある日, ある地点で, 気温と相対湿度の日変化 (その日の 00:00 から 23:59 までの 24 時間における変化) を観測したところ, それぞれ図 1, 図 2 の結果を得た。この観測事例について, 大気中の水に関する諸量の相対的な日変化を求めたところ, 飽和蒸気圧は図 3 の線 (C), 分圧は図 4 の線 (D), モル分率は図 4 の線 (E) となった。ただし, 観測地点における気圧は終日 1000 ヘクトパスカルで一定とする。水の飽和蒸気圧の温度依存性は表 1 に示す。

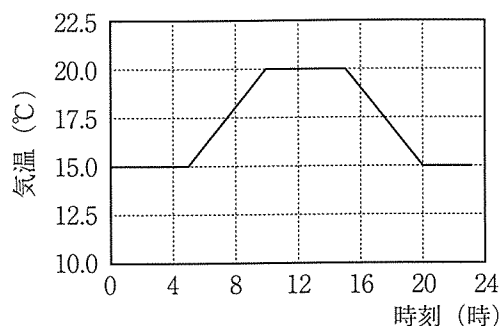


図 1 気温の日変化。

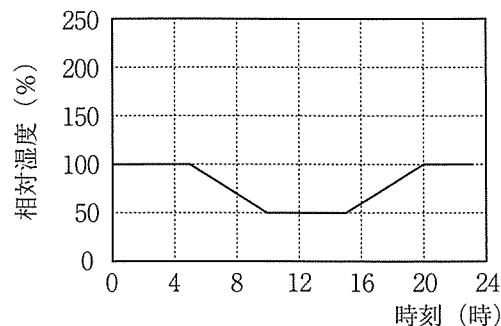


図 2 相対湿度の日変化。

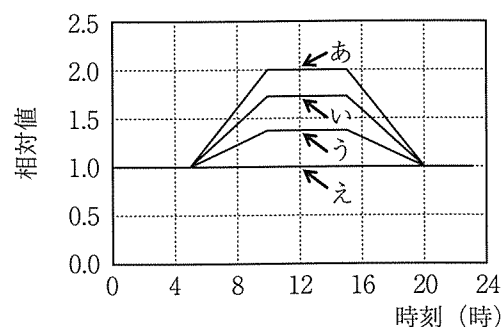


図 3 相対的日変化を表す図その 1

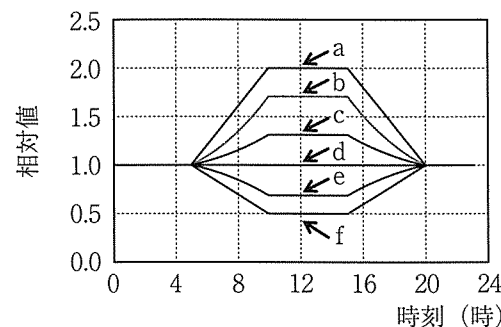


図 4 相対的日変化を表す図その 2

表 1 飽和蒸気圧の温度依存性 (抜粋)

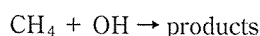
気温 (°C)	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0
飽和蒸気圧 (hPa)	17.06	18.19	19.38	20.65	21.98	23.39

C 群: ①	あ	②	い	③	う	④	え				
D 群: ⑤	a	⑥	b	⑦	c	⑧	d	⑨	e	⑩	f
E 群: ⑪	a	⑫	b	⑬	c	⑭	d	⑮	e	⑯	f

問20 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⑤～⑨から一つ, C群の⑩～⑯から一つ, それぞれ選りなさい。

自動車排出ガスなどの発生源から大気中に放出される大気汚染物質については, 大気中での拡散と遠隔地への輸送といった物理的な過程と, 反応に伴う消失や変質といった化学的な過程が同時並行的に進行した結果, その空間分布と時間変動が決まる。大気環境の質 (大気質) への大気汚染物質の影響を考える際は, 放出後に大気中に存在できる時間的な長さ (大気寿命) が重要となる。日中の対流圏大気中には OH ラジカル (以下, OH) という活性種がごく微量ではあるが有意に存在することが知られている。さまざまな成分の大気寿命は OH との反応により決まる。

大気中でのメタンの消失は OH との反応により支配される。その反応



の反応速度定数を k と書くと, メタンの大気寿命 (数密度が $1/e$ となる時間的な長さ) τ は OH の数密度* $[\text{OH}]$ に対して $\tau = (k [\text{OH}])^{-1}$ と書ける。日中の典型値を $[\text{OH}] = 1.0 \times 10^6 \text{ cm}^{-3}$, $k = 6.4 \times 10^{-15} \text{ cm}^3 \text{ s}^{-1}$ として大気寿命を「時間 hour」の単位で求めると, $\tau = (\text{A}) \times 10^{(\text{B})} \text{ hour}$ となる。ここで, OH は日中のみ存在することを考慮する必要がある。1日 (24時間) のうち日中 (12時間) だけ反応が進むと考えると, メタンの大気寿命は $\tau = (\text{C})$ 年となる。大気中にて成分が存在する時間的スケールの指標である大気寿命は, その成分が影響しうる空間的なスケール (発生源のごく近傍から地球規模まで) を把握するために重要である。

*数密度・・・単位体積あたりの分子数として定義される量。

A群: ①	2	②	4	③	6	④	8						
B群: ⑤	0	⑥	2	⑦	4	⑧	6	⑨	8				
C群: ⑩	0.5	⑪	1	⑫	2	⑬	5	⑭	10	⑮	20	⑯	50

[以 下 余 白]