

化 学

(問 題)

2020 年度

〈R02145219〉

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、H B の黒鉛筆または H B 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. 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 = 1.01, 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, Pb = 207

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。

(A)・(B) $\times 10^{\text{(C)}}$ 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①～⑦の結晶のうち、最も融点が高いものを選びなさい。

- | | | | |
|-----------|--------|----------|----------|
| ① ヨウ素 | ② ベンゼン | ③ 鉄 | ④ タングステン |
| ⑤ フッ化バリウム | ⑥ ケイ素 | ⑦ 二酸化ケイ素 | |

問2 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 結晶中の1個の粒子に着目し、この粒子から最も近いところに存在する他の粒子の数を配位数という。
- ② 結晶格子の最小の繰り返し単位を単位格子という。
- ③ 共有結合の結晶は分子式で表す。
- ④ 体心立方格子の充填率は74%である。
- ⑤ ダイヤモンドと同じ結晶構造をもつ物質はケイ素だけである。
- ⑥ 石英ガラスは非晶質の構造をとっている。

問3 次の①～⑥の記述のうち、最も不適切なものを三つ選びなさい。

- ① 鉄(Ⅱ)イオンにNaOH水溶液を加えると、緑白色沈殿が生じる。
- ② 鉄(Ⅲ)イオンにNaOH水溶液を加えると、赤褐色沈殿が生じる。
- ③ 鉄(Ⅱ)イオンにKSCN(チオシアン酸カリウム)水溶液を加えると、白色沈殿が生じる。
- ④ 鉄(Ⅲ)イオンにKSCN(チオシアン酸カリウム)水溶液を加えると、血赤色溶液が生じる。
- ⑤ 鉄(Ⅱ)イオンに $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (フェリシアン化カリウム)水溶液を加えると、プルシアンブルー濃青色沈殿が生じる。
- ⑥ 鉄(Ⅱ)イオンに $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (フェロシアン化カリウム)水溶液を加えると、ターンブルブルー濃青色沈殿が生じる。

問4 次の①～⑥の記述のうち，最も不適切なものを二つ選びなさい。

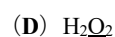
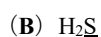
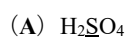
- ① 銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に少量の塩基の水溶液を加えると，青白色沈殿を生じる。
- ② 銅(Ⅱ)イオンを含む水溶液に硫化水素を通じると，白色沈殿が生じる。
- ③ 水酸化銅(Ⅱ)水溶液を加熱すると，黒色の沈殿が生じる。
- ④ 水酸化銅(Ⅱ)の沈殿に過剰のアンモニア水を加えると，溶解して深青色の溶液となる。
- ⑤ 二クロム酸イオンを含む水溶液を塩基性になると黄色の水溶液になる。
- ⑥ クロム酸イオンを含む水溶液を酸性にすると紫色の水溶液になる。

2 次の問5～問8に答えなさい。

問5 次の食品に関する文章①～⑤のうち、最も適切なものを二つ選びなさい。

- ① 大豆から得られた豆乳に、にがりを加えるとタンパク質が分解して豆腐ができる。
- ② なたね油と米酢、卵黄を原料とするマヨネーズは、コロイドである。
- ③ カビ・細菌・酵母菌などの微生物は、糖質・タンパク質・脂質などを、自らが持つ酵素により分解している。
たとえば酵母菌は、発酵によるアルコールの生産に利用される。
- ④ 塩基性アミノ酸であるグルタミンは、うま味調味料の原料として用いられる。
- ⑤ マルトースは乳糖とも呼ばれ、グルコースが二分子結合した二糖類であり、水飴の主な甘み成分である。

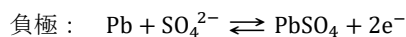
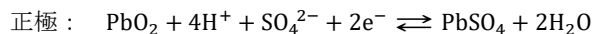
問6 次の化合物 (A)、(B)、(C)、(D) の下線を引いた原子の酸化数を、①～⑮から一つ、それぞれ選びなさい。



- | | | | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| ① -7 | ② -6 | ③ -5 | ④ -4 | ⑤ -3 | ⑥ -2 | ⑦ -1 | ⑧ 0 |
| ⑨ +1 | ⑩ +2 | ⑪ +3 | ⑫ +4 | ⑬ +5 | ⑭ +6 | ⑮ +7 | |

問7 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④～⑥から一つ、C 群の⑦～⑨から一つ、D 群の⑩～⑪から一つ、それぞれ選びなさい。

鉛蓄電池の正極と負極における反応は、次式のように表される：



鉛蓄電池を放電したとき、質量が増加するのは (A) であり、質量の変化の大きさは (B)。また、このとき電解溶液の密度は (C)。

一方、鉛蓄電池を充電する際には反応の方向は逆になる。このとき、もし過剰に充電をした場合、すなわち過充電したとき、(D) が発生する可能性があるので注意する必要がある。

- | | | |
|----------------|------------|-----------|
| A 群：① 正極のみ | ② 負極のみ | ③ 正極および負極 |
| B 群：④ 正極の方が大きい | ⑤ 負極の方が大きい | ⑥ 両極で等しい |
| C 群：⑦ 高くなる | ⑧ 低くなる | ⑨ 変化しない |
| D 群：⑩ 水素ガス | ⑪ 鉛の気体 | |

問8 次の文章の (A), (B), (C) 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, C 群の⑬～⑯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表し, 「あ」～「と」はそれぞれの族と周期に対応する元素を表す。また, 文 (a)～(r) はいずれかの元素の特徴を述べたものである。「て」に対応する元素の特徴を述べている文は (A) である。「せ」に対応する元素の特徴を述べている文は (B) である。文 (n) の特徴を有するのは, 元素「(C)」である。

族 周期	1	2	13	14	15	16	17	18
1	あ							い
2	う	え	お	か	き	く	け	こ
3	さ	し	す	せ	そ	た	ち	つ
4	て	と						

図 元素の周期表の一部を表したもの

- (a) 電気陰性度が最も大きい。
- (b) 携帯電話に使う小型・高電圧・長寿命の二次電池の材料。炎色反応は赤色。
- (c) 肥料の三要素の一つ。マッチの摩擦面に使われる同素体がある。
- (d) 英語で sodium。食塩の主成分を構成する。
- (e) 英語で potassium。肥料の三要素の一つ。炎色反応は赤紫色。
- (f) すべての元素の中で原子量が最も小さい。
- (g) 価電子は 6 個。そのオキシ酸は酸性雨の原因となる。
- (h) 空気中に単原子分子として存在。宇宙で二番目に存在量（質量比）が多い。
- (i) 太陽電池や半導体の材料。
- (j) 最も外側の電子殻は L 殻で, 価電子は 6 個である。
- (k) 電子親和力が最大。質量数が 2 異なる安定同位体が約 3 : 1 の割合で存在。
- (l) 大気中に最も多く存在する気体分子は, この元素の単体である。
- (m) 原子量の基準となる同位体や, 年代測定に用いられる同位体がある。
- (n) 現在の 1 円硬貨の材料。
- (o) 価電子は 2 個。硫酸塩は水によく溶ける。塩化物はにがりの主成分である。
- (p) 生石灰と呼ばれる酸化物がある。
- (q) 価電子は 2 個。陽子数は 4 個。
- (r) 水素化物はボランという。

A 群 : ① a ② b ③ c ④ d ⑤ e ⑥ f
 B 群 : ⑦ g ⑧ h ⑨ i ⑩ j ⑪ k ⑫ l
 C 群 : ⑬ お ⑭ し ⑮ す ⑯ と

3

アルコールとアルデヒドを混合して、酸を加えるとアルデヒドのカルボニル基の炭素がより電子不足となる。アルコールの酸素原子の (A) が (B) に使われて共有結合が生じると考えると、2 つの分子が結合する。この化合物はヘミアセタールと呼ばれる。また、生じたヘミアセタールともう 1 つのアルコールとが縮合するとアセタールと呼ばれる化合物になる。

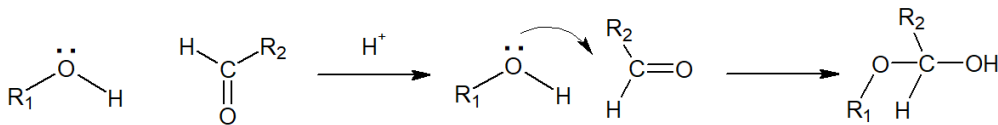


図 ヘミアセタールの生成 (R_1 はアルキル基, R_2 はアルキル基または水素原子)



図 アセタールの生成 (R_3 はアルキル基)

化合物（ア）をビニル重合させると、高分子化合物の（イ）が得られる。これを水酸化ナトリウム水溶液で加水分解すると、温水には溶ける化合物（ウ）に変化する。化合物（ウ）の元素分析を行ったところ、質量百分率で炭素 54.5%、水素 9.1%、酸素 36.4%であった。さらに、化合物（ウ）をアルデヒド水溶液で処理すると、図に示すような水に不溶な合成繊維（エ）となる。

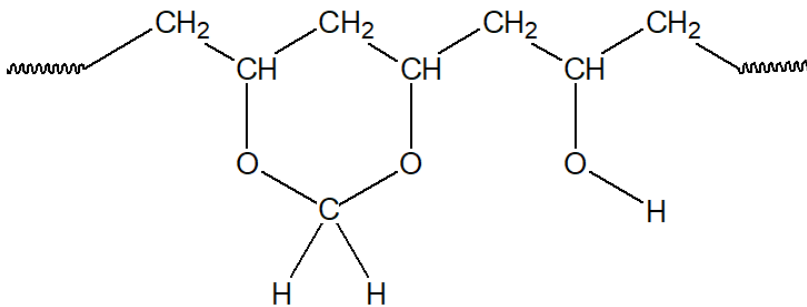


図 合成繊維 (工)

問9 上の文章の (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。

- A 群：**① 不對電子 ② 共有電子對 ③ 非共有電子對 ④ 內殼電子
B 群：⑤ 不對電子 ⑥ 共有電子對 ⑦ 非共有電子對 ⑧ 內殼電子

問10 化合物（ウ）の組成式を求めると $C_xH_yO_z$ となった。 x , y , z にあてはまる数値を、 x は **C** 群の①～⑦から一つ、 y は **D** 群の⑧～⑭から一つ、 z は **E** 群の⑮～⑰から一つ、それぞれ選びなさい。

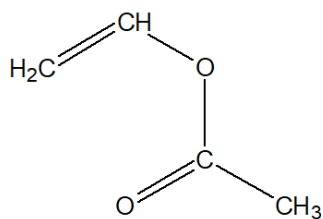
C 群：①	1	②	2	③	3	④	4	⑤	5	⑥	6	⑦	7
D 群：⑧	1	⑨	2	⑩	3	⑪	4	⑫	5	⑬	6	⑭	7
E 群：⑮	1	⑯	2										

問11 次の文章中の（**F**），（**G**）に最も適するものを、**F** 群①～⑤から一つ、**G** 群⑥～⑩から一つ、それぞれ選びなさい。

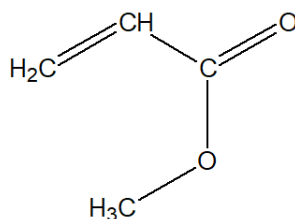
化合物（ア）の構造は（**F**）であり，化合物（イ）を加水分解して生じる塩は（**G**）である。

F 群：

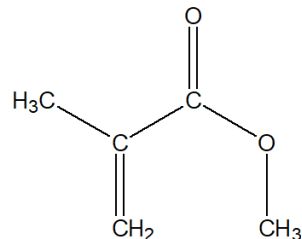
①



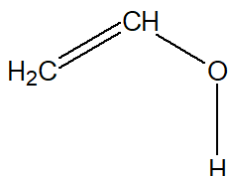
②



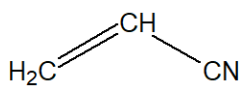
③



④



⑤



G 群：⑥ 塩化ナトリウム

⑦ ギ酸ナトリウム

⑧ 酢酸ナトリウム

⑨ クエン酸ナトリウム

⑩ アクリル酸ナトリウム

問12 次の文章中の（**H**），（**I**）に最も適するものを、**I** 群①～⑤から一つ、**I** 群⑥～⑨から一つ、それぞれ選びなさい。

合成繊維（エ）は（**H**）の構造を有し，合成繊維（エ）の合成に用いられたアルデヒドの構造は（**I**）である。

H 群：① ヘミアセタール

② エステル

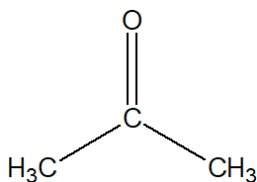
③ アセタール

④ アミド結合からなる化合物

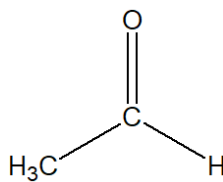
⑤ グリコシド結合からなる化合物

I 群：

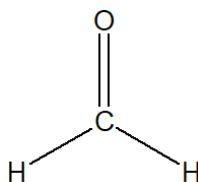
⑥



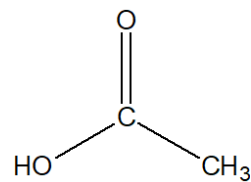
⑦



⑧



⑨



問13 次の文章中の（J），（K），（L）に最も適するものを，J 群①～⑤から一つ，K 群⑥～⑩から一つ，L 群⑪～⑮から一つ，それぞれ選りなさい。

合成繊維（エ）には，多数の（J）が分子内に残るので，適度に（K）を示す。また，（L）が形成され，強度や耐摩耗性に優れており，防災ネット，ロープ，漁網，テントなどに用いられる。

J 群：① ヘミアセタール

② グルコース

③ アミノ酸

④ ヒドロキシ基

⑤ 酸

K 群：⑥ 酸性

⑦ 吸湿性

⑧ 塩基性

⑨ 蒸発性

⑩ 分解性

L 群：⑪ 直線構造

⑫ らせん構造

⑬ 分子間の水素結合

⑭ 分子内の水素結合

⑮ イオン結合

4 次の問 14～問 17 に答えなさい。

問14 以下の表に示した繊維の分類において、(A) ～ (E) に最も適する繊維の例を、①～⑪から一つ、それぞれ選びなさい。

表 繊維の分類とその例

分類		繊維の例
天然繊維	植物繊維	(A)
	動物繊維	(B)
化学繊維	再生繊維	(C)
	半合成繊維	(D)
	合成繊維	(E)

- ① アモルファス ② ナフタレン ③ レーヨン ④ ボーキサイト
 ⑤ ラード ⑥ アセテート ⑦ スズ ⑧ 絹
 ⑨ ナイロン ⑩ 麻 ⑪ セラミックス

問15 次のアルコールに関する文①～⑤のうち最も適切なものを二つ選びなさい。

- ① メタノールは一酸化炭素に水素を高温、高压で反応させて作られ、アルコール飲料として用いられる。
 ② エタノールはヨードホルム反応を示し、消毒薬として用いられる。
 ③ エチレングリコールは第二級アルコールであり、合成樹脂の原料として用いられる。
 ④ $C_4H_{10}O$ で表されるアルコールは、立体異性体を含めて 3 種類のみ存在する。
 ⑤ C_2H_6O で表されるアルコールは、同じ C_2H_6O で表されるエーテルよりも沸点が高い。

問16 次の油脂に関する文章中の (A)、(B)、(C)、(D)、(E)、に最も適するものを、A 群①～④から一つ、B 群⑤～⑥から一つ、C 群⑦～⑧から一つ、D 群⑨～⑫から一つ、E 群⑬～⑯から一つ、それぞれ選びなさい。

構成脂肪酸として、不飽和脂肪酸を多く含む油脂は、空気中では炭素原子間の二重結合 (C=C 結合) が (A) されて固化してくる。このような油脂を特に乾性油と呼ぶ。一方で、空気中で固化しにくいもの (不乾性油) は主に (B) として用いられる。

また一般的に、マーガリンは (C) を原料としてつくられる。

構成脂肪酸としてオレイン酸 $C_{17}H_{33}COOH$ (分子量 282) のみを含む 100g の油脂 X に付加するヨウ素の質量はおおよそ (D) ・ (E) $\times 10^1$ g である。ただし、グリセリンの分子量は 92、水の分子量は 18 とする。

- A 群：① 酸化 ② 還元 ③ 中和 ④ ハロゲン化
 B 群：⑤ 塗料 ⑥ 食用油
 C 群：⑦ 動物性油脂 ⑧ 植物性油脂
 D 群：⑨ 2 ⑩ 4 ⑪ 6 ⑫ 8
 E 群：⑬ 2 ⑭ 4 ⑮ 6 ⑯ 8

問17 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⑤～⑨から一つ, C 群⑩～⑬から一つ, D 群⑭～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

空気中の O_2 は, 呼吸によって肺から血液中に取り込まれ, さらに血液中に含まれるタンパク質の一種であるヘモグロビンと結合して, 脳などに運ばれる。ある生物のヘモグロビンを調べたところ, その分子量は 6.60×10^4 であり, 鉄原子を 0.340% 含むことがわかった。このとき, ヘモグロビン 1 分子中にはおよそ (A) 個の鉄原子が含まれていることになる。

血液 100mL 中に取り込まれるすべての O_2 の量を, 37.0°C , $1.01 \times 10^5\text{Pa}$ における気体の体積として測定したところ, 20.0mL であった。このとき, 血液 100mL 中にはヘモグロビンがおよそ (B) . (C) $\times 10^{(D)}\text{g}$ 含まれていることになる。

ただし, 血液中に含まれる気体は O_2 のみであるとし, ヘモグロビンの鉄原子すべてに O_2 が結合し, さらに O_2 のすべてがヘモグロビンの鉄原子に結合しているものとする。またそのとき, ヘモグロビンの鉄原子と, 結びついた O_2 は, 同じモル数とする。

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

5 次の問 18～問 20 に答えなさい。

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。

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。環境問題の深刻さは, 環境中での原因物質の量や濃度によって決まることが多い。環境中での物質の状況や変化を定量的に把握することが重要となる。

環境問題のひとつとして, 大気汚染が挙げられる。大気に関する基本的な量を考えてみよう。大気を $N_2 : O_2 = 80 : 20$ (モル比) の混合気体と仮定すると, その平均モル質量は 28.8 g/mol である。気温 300 K , 気圧 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ の大気試料について, 体積 1 m^3 に含まれる気体分子の物質量 n (mol) を計算したうえで, 平均モル質量を考慮すると, この大気 1 m^3 の質量は (A) $\times 10^{(B)}$ g である。

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

問19 次の文章の (C), (D) に最も適するものを, C 群の①～⑦から一つ, D 群の⑧～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

河川や海洋における水質汚染も重要な環境問題である。そこで, 水環境に関連する量を考えてみよう。ここでは簡単のために, 水試料は純粋な H_2O のみからなり, 密度は 1.0 g/cm^3 とする。水試料 1 m^3 の質量は $1 \times 10^{(C)}$ g である。問 18 と比べると, 水試料 1 m^3 あたりの質量は, 大気 1 m^3 あたりのおよそ (D) 倍であることがわかる。

C 群: ① -9 ② -6 ③ -3 ④ 0 ⑤ 3 ⑥ 6 ⑦ 9
D 群: ⑧ 10^{-12} ⑨ 10^{-9} ⑩ 10^{-6} ⑪ 10^{-3} ⑫ 10^0
⑬ 10^3 ⑭ 10^6 ⑮ 10^9 ⑯ 10^{12}

問20 次の文章の (E), (F) に最も適するものを, E 群の①～⑤から一つ, F 群の⑥～⑯から一つ, それぞれ選びなさい。

人の健康の保護や生活環境の保全を目的として, 原因物質の量に関する基準が, 環境ごとに定められている。たとえば排水中のカドミウム Cd の濃度は, 0.03 mg/L ($= 3 \times 10^{-5} \text{ g/L}$) 以下であることが求められる。さて A 君は, 化学実験の際に誤ってカドミウム 0.01 g を含む廃液 (この体積は無視できるほど小さいものとする) を, 流し台から下水に流してしまった。A 君はしかたなく, 後から水道水を下水に流して排水中のカドミウム濃度を下げようと考えた。廃液を流して以降の下水中のカドミウム濃度が排水基準値と一致するには, (E) $\times 10^{(F)}$ L の水道水が必要となる。(ただしここでは, 流したカドミウムは全て排水や水道水に溶けると仮定する。) ごく微量でも原因物質をひとたび環境中に放出してしまうと, 濃度低減のためには膨大な物資やたいへんな手間が必要となってしまう。

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

[以 下 余 白]