

# 化 学

〔注意〕 必要があれば、原子量は次の値を用いよ。

H = 1.00,          C = 12.0,          N = 14.0,          O = 16.0,

Al = 27.0,          S = 32.0,          Cl = 35.5,          Ca = 40.0

設問 1 から 5 の解答は、問題の  内に表示されている解答番号に対応した解答欄にマークすること。

## 1 〔理科解答用紙の A 面(表)に解答すること〕

次の(a)~(d)の問いの答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群①~④のうちから一つずつ選べ。

(a) イオン結晶の性質に関する記述として誤りであるものはどれか。  1

- ① 硬く、外部から強い力を加えても壊れない。
- ② 加熱して融解させると、電気伝導性を示す。
- ③ 水溶液は電気伝導性を示す。
- ④ 融点が高い。

(b) ある原子とその同位体に関する記述として誤りであるものはどれか。  2

- ① 化学的な性質はほぼ同じである。
- ② 原子番号は同じである。
- ③ 中性子の数は同じである。
- ④ 2種類以上の同位体が存在する元素がある。

(c) 酸と塩基に関する記述として誤りであるものはどれか。 3

- ① アレニウスの定義によると、アンモニアが水に溶けるとき、水分子は酸としてはたらく。
- ② 塩化水素とアンモニアが反応して塩化アンモニウムが生じるとき、アンモニア分子は水素イオンを受け取る。
- ③ 同じ物質の溶液でも、濃度や温度によって電離度は異なる。
- ④ 酸から生じる陰イオンと塩基から生じる陽イオンが結びついた化合物を塩という。

(d) 鉛(II)イオンと亜鉛イオンに共通する性質として正しいものはどれか。 4

- ① 塩酸を加えると、沈殿を生じる。
- ② 過剰のアンモニア水を加えると、沈殿を生じる。
- ③ 過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加えると、無色の溶液となる。
- ④ 酸性溶液中で硫化水素水を加えると、沈殿を生じる。



### 3 [理科解答用紙のA面(表)に解答すること]

次の(a)~(d)の問いの答えとして最も適当なものを、それぞれの解答群①~⑥のうちから一つずつ選べ。

(a) 水酸化カルシウム水溶液に二酸化炭素を吹き込んだところ、全て吸収されて白色沈殿が5.0 g生成した。吹き込んだ二酸化炭素の物質量はいくらか。 10 mol

- ① 0.050                      ② 0.055                      ③ 0.060  
④ 0.067                      ⑤ 0.074                      ⑥ 0.088

(b) プロパンと酸素を混合した気体2.00 molを密閉容器内で完全燃焼させた。そのとき生じた熱量は665.7 kJであった。燃焼前の混合気体の平均分子量はいくらか。ただし、プロパンの燃焼熱を2219 kJ/molとする。 11

- ① 33.5                      ② 33.8                      ③ 60.6  
④ 61.2                      ⑤ 67.0                      ⑥ 67.6

(c) 炭素、水素、酸素からなる有機化合物8.30 mgを完全燃焼させたところ、二酸化炭素17.6 mg、水2.70 mgが得られた。また、この物質の分子量を測定したところ、166であった。この物質の分子式はどれか。 12

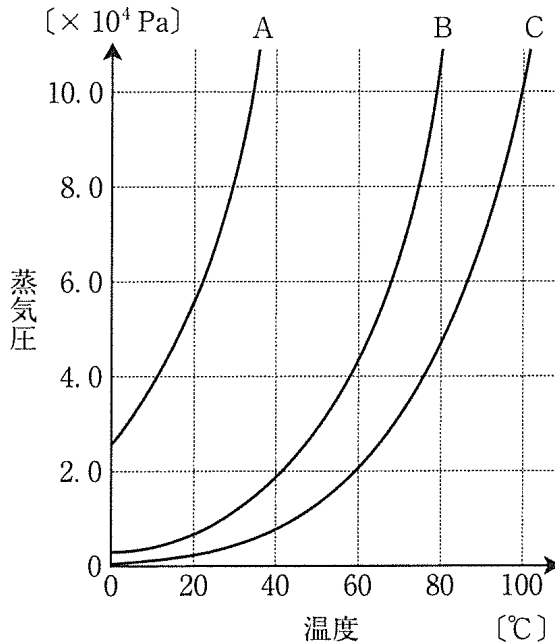
- ①  $C_6H_{14}O_5$                       ②  $C_8H_6O_4$                       ③  $C_9H_{10}O_3$   
④  $C_{10}H_{14}O_2$                       ⑤  $C_{11}H_{18}O$                       ⑥  $C_{12}H_6O$

(d) 25℃における0.100 mol/Lのフェノール水溶液のpHはいくらか。ただし、25℃におけるフェノール水溶液の電離定数を $1.30 \times 10^{-10}$  mol/L、 $\log_{10} 13 = 1.10$ とする。 13

- ① 1.45                      ② 2.55                      ③ 3.45  
④ 4.55                      ⑤ 5.45                      ⑥ 6.55

4 [理科解答用紙のA面(表)に解答すること]

下の図の曲線A, B, Cはエタノール, ジエチルエーテル, 水のいずれかの蒸気圧曲線を示している。以下の(a)~(d)の問いの答えとして最も適当なものを, 一つずつ選べ。



(a) 大気圧下で沸点が最も高いものはどれか。下の解答群①~⑧のうちから選べ。

14

(b)  $0.8 \times 10^5 \text{ Pa}$ において,  $60^\circ\text{C}$ で沸騰しないものはどれか。下の解答群①~⑧のうちから選べ。 15

(c) 分子間力が最も小さいものはどれか。下の解答群①~⑧のうちから選べ。

16

[解答群]

- |         |              |       |
|---------|--------------|-------|
| ① A     | ② B          | ③ C   |
| ④ AとB   | ⑤ BとC        | ⑥ AとC |
| ⑦ AとBとC | ⑧ 当てはまるものはない |       |

(d) A, B, Cの物質名の組み合わせはどれか。下の①～⑥のうちから選べ。

17

	A	B	C
①	エタノール	ジエチルエーテル	水
②	エタノール	水	ジエチルエーテル
③	ジエチルエーテル	エタノール	水
④	ジエチルエーテル	水	エタノール
⑤	水	エタノール	ジエチルエーテル
⑥	水	ジエチルエーテル	エタノール

5 [理科解答用紙のA面(表)に解答すること]

次の(a)~(d)の問いの答えとして最も適当なものを、解答群①~⑩のうちから一つずつ選べ。ただし、解答に重複はないものとする。

- (a) 分子中にホルミル基(アルデヒド基)とカルボキシ基をもつ。 18
- (b) シス-トランス異性体の関係にある物質が存在する。 19
- (c) クメン法の副生成物として得られる。 20
- (d) 二価のアルコールである。 21

[解答群]

- |            |         |             |
|------------|---------|-------------|
| ① アセチレン    | ② アセトン  | ③ エチレングリコール |
| ④ ギ酸       | ⑤ グリセリン | ⑥ ジエチルエーテル  |
| ⑦ テレフタル酸   | ⑧ フタル酸  | ⑨ フマル酸      |
| ⑩ ホルムアルデヒド |         |             |

## 6 [理科解答用紙のB面(裏)に解答すること]

次の文章を読み、以下の(a)~(d)の問いに答えよ。

油脂は、グリセリンとさまざまな高級脂肪酸からなるエステルの混合物である。水酸化ナトリウム水溶液に油脂を加えて加熱すると油脂は  されて、グリセリンと高級脂肪酸のナトリウム塩(セッケン)になる。

セッケンは、水に混じりにくい性質である  性の炭化水素基と、水に混じりやすい性質である  性のイオン部分からなる。セッケンは弱酸と強塩基の塩であるため、その水溶液は弱塩基性である。セッケン水中では、セッケン分子が  性のイオン部分を外側にして多数集まり、ミセルと呼ばれるコロイド粒子をつくる。セッケン水に油を加えて振り混ぜると、セッケン分子は油滴をコロイド粒子内部に包み込むように油滴のまわりを囲み、油滴を微粒子として分散させる  作用を示す。

セッケン水を振り混ぜると泡が生じるが、これはセッケン分子が汚れを落とすのに十分に存在することを意味する。この泡は、水と空気との界面にセッケン分子が配列して、水の表面張力を低下させてできるものである。水の表面張力の低下により、セッケン水は繊維に浸透できるようになる。

このように、繊維に浸透する作用と  作用により、セッケン水は油汚れを落とすことができる。しかし、セッケン水はカルシウムなどのイオンを多く含む水(硬水)や海水中では泡立ちが悪くなり、洗浄力が低下する。

一方、一般的に合成洗剤の水溶液は中性であり、セッケンと同様に  性と  性の両方の部分をもつが、セッケンとは異なり、硬水や海水中でも泡立ちがよい。



(a) (ア), (イ), (ウ), (エ)に当てはまるものを、解答群からそれぞれ選んで記せ。

[解答群]

ジアゾ化	けん化	硬化	乳化	酸化
還元	親水	疎水	ゾル	ゲル
会合	チンダル	透析	はっ水	

(b) 下線部(1)のように、弱塩基性になる理由を 30 字程度で記せ。

(c) 下線部(2)において、セッケンや合成洗剤のように、水の表面張力を低下させる物質のことを何というか記せ。

(d) 下線部(3)のように、泡立ちが悪くなる理由を 20 字程度で記せ。

2022年度 東北学院大学 化学 解答(2月1日実施分)  
全学部型(工学部・全学科)

1.

解答番号	1	2	3	4
答	①	③	①	③

2.

解答番号	5	6	7	8	9
答	③	④	②	④	④

3.

解答番号	10	11	12	13
答	①	②	②	⑤

4.

解答番号	14	15	16	17
答	③	⑤	①	③

5.

解答番号	18	19	20	21
答	④	⑨	②	③

6.

- (a) (ア) けん化 (イ) 疎水 (ウ) 親水 (エ) 乳化
- (b) 弱酸陰イオンの一部が加水分解し、水酸化物イオンを生じるため。
- (c) 界面活性剤
- (d) 水に難溶性の金属セッケンが沈殿するため。

## 【解説】

2 (c) 陰極で  $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightarrow \text{Al}$  が起こり, Al の物質量 =  $\text{e}^-$  の物質量  $\times \frac{1}{3}$  である

から

$$\frac{\text{Al質量 [g]}}{27.0 \text{ [g/mol]}} = \frac{2.00 \text{ [A]} \times 3 \times 24 \times 60^2 \text{ [s]}}{9.65 \times 10^4 \text{ [C/mol]}} \times \frac{1}{3}$$

$$\therefore \text{Al 質量} \doteq 4.83 \times 10 \text{ [g]}$$

3 (a)  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$  より

$$\text{CO}_2 \text{ の物質量} = \text{CaCO}_3 \text{ の物質量} = \frac{5.0 \text{ [g]}}{100 \text{ [g/mol]}} = 0.050 \text{ [mol]}$$

$$3 \text{ (b)} \quad \text{C}_3\text{H}_8 \text{ の物質量} = \frac{\text{生じた熱量}}{\text{C}_3\text{H}_8 \text{ の燃焼熱}} = \frac{665.7 \text{ [kJ]}}{2219 \text{ [kJ/mol]}} = 0.300 \text{ [mol]}$$

$$\begin{aligned} \text{O}_2 \text{ の物質量} &= \text{燃焼前の混合気体の物質量} - \text{C}_3\text{H}_8 \text{ の物質量} = 2.00 - 0.300 \\ &= 1.70 \text{ [mol]} \end{aligned}$$

燃焼前の混合気体の平均分子量 = 各成分気体の (分子量  $\times$  モル分率) の総和

$$= 32.0 \times \frac{1.70}{2.00} + 44.0 \times \frac{0.300}{2.00} = 33.8$$

3 (c) 元の有機化合物中の各元素の質量は

$$\text{C 質量} = \text{CO}_2 \text{ 質量} \times \frac{\text{C原子量}}{\text{CO}_2 \text{ 分子量}} = 17.6 \text{ [mg]} \times \frac{12.0}{44.0} = 4.80 \text{ [mg]}$$

$$\text{H 質量} = \text{H}_2\text{O 質量} \times \frac{\text{H原子量} \times 2}{\text{H}_2\text{O分子量}} = 2.70 \text{ [mg]} \times \frac{1.00 \times 2}{18.0} = 0.300 \text{ [mg]}$$

$$\text{O 質量} = \text{元の有機化合物の質量} - \text{C 質量} - \text{H 質量}$$

$$= 8.30 - 4.80 - 0.300 = 3.20 \text{ [mg]}$$

したがって, 元の有機化合物中の各元素の物質量比は

$$\text{C} : \text{H} : \text{O} = \frac{4.80}{12.0} : \frac{0.300}{1.00} : \frac{3.20}{16.0} = 4 : 3 : 2 \text{ で, 組成式は } \text{C}_4\text{H}_3\text{O}_2$$

式量は 83 で分子量の半分なので, 分子式は組成式の 2 倍の  $\text{C}_8\text{H}_6\text{O}_4$

(選択肢の中で組成式の整数倍となっているのは②しかないことに気づけば, 式量

を求めなくても選べる。)

3 (d) フェノールを HA とすれば,



電離前 [mol/L]       $c$               0              0

変化量 [mol/L]     $-c\alpha$              $+c\alpha$          $+c\alpha$

平衡時 [mol/L]     $c(1-\alpha)$             $c\alpha$             $c\alpha$

$$\text{となるので, } K_a = \frac{[\text{H}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{(c\alpha)^2}{c(1-\alpha)} \doteq c\alpha^2 \quad \therefore \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{c}}$$

$$\begin{aligned} \therefore [\text{H}^+] &= c\alpha = \sqrt{cK_a} = (0.100 \text{ [mol/L]} \times 1.30 \times 10^{-10} \text{ [mol/L]})^{1/2} \\ &= 13^{1/2} \times 10^{-6} \text{ [mol/L]} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+] = 6 - \frac{1}{2} \log_{10}13 = 5.45$$

### 【講評】

1. 化学基礎, 化学から基礎知識の正誤問題。判断は容易なので完答したい。
2. アルミニウムの製法, 性質に関する問題。(c)の計算問題がやや面倒であった。
3. 基本的な計算問題。フェノールが弱酸であることは覚えていると思うが, pH 計算で扱う点では目新しかった。
4. 蒸気圧曲線から沸点, 分子間力の大小関係を読み取る問題。基本事項なので確実に正答したい。
5. 有機化合物の構造, 製法に関する問題。解答群の物質の構造式は全て書けるようにしておきたい。
6. 油脂, セッケンに関する問題。例年通り, 最後の大問は記述を求められていたが, セッケンの性質を理解していれば解けたと思われる。

昨年度よりも問題数は増加したものの, 全体的に解きやすい印象であった。知識問題と計算問題がバランス良く出題されており, 化学の理解度を正確に判断できる内容になっている。入試対策としては, 教科書の内容を十分に理解し, 傍用問題集等で繰り返し演習しておくことが重要である。