

①薬学部・香川薬学部

② 入試区分

I 期A日程

③ 出題科目

化学基礎・化学

④ 出題の意図

高校化学の基礎知識と、それを活用する思考力・計算力を総合的に評価した。大問[I]は物質の分類、濃度計算、燃焼反応を通じて化学基礎の理解と反応量計算力を確認し、大問[II]は気体の状態方程式、電気分解、酸塩基平衡により理論化学分野の計算力と論理的思考力を測定した。大問[III]は水素、金属元素、各種気体の発生と性質を通じて無機化学の基礎知識と反応理解を確かめ、大問[IV]はエステルの構造解析と加水分解・酸化反応を通じて有機化学の総合力を評価した。

化学基礎・化学

解答番号 ～

必要があれば原子量は次の値を使うこと。

H	1.0	He	4.0	C	12	N	14	O	16
Na	23	S	32	Cl	35.5	Ag	108		

[I] 次の問い（問1～3）に答えよ。

問1 次の問い(ア)～(ウ)にあてはまるものを，それぞれの解答群(1)～(5)から一つずつ選べ。

(ア) 単体であるもの

- (1) ポリ塩化ビニル (2) アンモニア (3) 二酸化炭素
(4) ステンレス鋼 (5) グラファイト

(イ) イオン結晶であるもの

- (1) 塩化ナトリウム (2) 氷 (3) ヘリウム
(4) ドライアイス (5) 二酸化ケイ素

(ウ) 各気体 10 g を比較したとき，含まれるすべての原子の数が最も多いもの

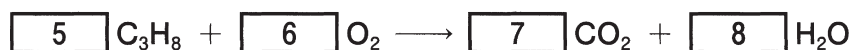
- (1) He (2) CO₂ (3) SO₂
(4) CH₄ (5) C₂H₆

問2 質量パーセント濃度が18 %の水酸化ナトリウム水溶液の密度は1.2 g/mLである。この溶液100 mLに含まれる水酸化ナトリウムの物質質量は何 mol か。最も近い数値を次の(1)～(0)から一つ選べ。 mol

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| (1) 0.16 | (2) 0.24 | (3) 0.48 | (4) 0.54 |
| (5) 0.72 | (6) 0.80 | (7) 1.6 | (8) 2.4 |
| (9) 4.8 | (0) 5.6 | | |

問3 プロパン4.4 gを完全燃焼させると、二酸化炭素と水が生成した。次の問い(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) この反応を表す次の化学反応式において、空欄の係数 ～ にあてはまる数字を選べ。ただし、係数は最小の整数値の組み合わせとし、係数が1の場合は「1」をマークせよ。



(イ) 生成した二酸化炭素の体積は、0℃、 1.013×10^5 Paで何Lか。最も近い数値を次の(1)～(0)から一つ選べ。 L

- | | | | |
|----------|----------|----------|----------|
| (1) 0.07 | (2) 0.14 | (3) 0.28 | (4) 0.56 |
| (5) 1.12 | (6) 2.24 | (7) 3.36 | (8) 4.48 |
| (9) 5.60 | (0) 6.72 | | |

(ウ) 生成した水の質量は何gか。最も近い数値を次の(1)～(0)から一つ選べ。 g

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 0.1 | (2) 0.4 | (3) 0.8 | (4) 1.8 |
| (5) 2.7 | (6) 3.6 | (7) 4.4 | (8) 7.2 |
| (9) 8.0 | (0) 9.6 | | |

[Ⅱ] 次の問い（問1～3）に答えよ。

問1 一酸化窒素を水上置換で捕集したところ、 27°C 、 $1.04 \times 10^5 \text{ Pa}$ で1245 mLの気体が得られた。得られた一酸化窒素の質量(g)として最も近い数値を次の(1)～(0)から一つ選べ。ただし、気体定数は $R = 8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 、 27°C での水の蒸気圧は $4.0 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。

g

- (1) 0.30 (2) 0.60 (3) 0.90 (4) 1.2 (5) 1.5
(6) 1.8 (7) 2.1 (8) 2.4 (9) 2.7 (0) 3.0

問2 白金電極を用い、硝酸銀水溶液を3.0 Aの電流で32分10秒間、電気分解を行った。これに関する次の問い(ア)～(エ)に答えよ。ただし、電気分解を行うために十分な量の硝酸銀が溶けているものとし、ファラデー定数は $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。また流れた電流はすべて硝酸銀の電気分解に使われたものとする。

(ア) 流れた電気量は何Cか。最も近い数値を次の(1)～(0)から一つ選べ。 C

- (1) 965 (2) 1930 (3) 2895 (4) 3860 (5) 4825
(6) 5790 (7) 11580 (8) 23160 (9) 46320 (0) 92640

(イ) 陰極で生じた物質の質量は何gか。最も近い数値を次の(1)～(0)から一つ選べ。 g

- (1) 2.16 (2) 4.32 (3) 6.48 (4) 8.64 (5) 10.8
(6) 21.6 (7) 43.2 (8) 64.8 (9) 86.4 (0) 108

(ウ) 陽極で発生する気体は何か。次の(1)～(8)から一つ選べ。

14

- (1) H_2 (2) N_2 (3) O_2 (4) Cl_2
(5) CO_2 (6) NO (7) N_2O (8) NO_2

(エ) 陽極で発生する気体の体積は、 0°C 、 $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ で何 L か。最も近い数値を次の(1)～(9)から一つ選べ。15 L

- (1) 0.034 (2) 0.064 (3) 0.102 (4) 0.336 (5) 0.672
(6) 1.008 (7) 1.344 (8) 2.688 (9) 4.032 (0) 8.064

問3 0.25 mol/L アンモニア水溶液の pH はいくつか。最も近い数値を次の(1)～(9)から一つ選べ。ただし、アンモニアの電離定数は $2.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 、水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ 、 $\log_{10} 2 = 0.30$ 、 $\log_{10} 5 = 0.70$ とする。

16

- (1) 2.6 (2) 3.4 (3) 4.6 (4) 5.4 (5) 6.6
(6) 7.4 (7) 8.6 (8) 9.4 (9) 10.6 (0) 11.4

[Ⅲ] 次の問い（問1～3）に答えよ。

問1 水素に関する次の記述について、下の問い(ア)～(ウ)に答えよ。

水素は宇宙で存在する割合が最も（ a ）元素であり、水素原子は（ b ）殻に（ c ）個の価電子をもっている。水素は亜鉛や鉄などの金属に希塩酸を加えて発生させ、水に（ d ）ので（ e ）で捕集する。水素は主に非金属元素と（ f ）結合により、(g)CH₄, NH₃, H₂Sなどの分子をつくる。

(ア) 空欄（ a ）～（ c ）に入る数字や語句として正しいものはどれか。次の(1)～(0)からそれぞれ一つずつ選べ。

（ a ） 17 （ b ） 18 （ c ） 19

(1) 大きい (2) 小さい (3) K (4) L (5) M
(6) 1 (7) 2 (8) 3 (9) 7 (0) 8

(イ) 空欄（ d ）～（ f ）に入る語句として正しいものはどれか。次の(1)～(8)からそれぞれ一つずつ選べ。

（ d ） 20 （ e ） 21 （ f ） 22

(1) 溶けやすい (2) 溶けにくい (3) 上方置換
(4) 下方置換 (5) 水上置換 (6) イオン
(7) 金属 (8) 共有

(ウ) 下線部(g)の分子の形として正しいものはどれか。次の(1)～(5)からそれぞれ一つずつ選べ。

CH₄ 23 NH₃ 24 H₂S 25

(1) 正三角形 (2) 折れ線 (3) 正方形
(4) 三角すい (5) 正四面体

問2 金属元素 Na, Ba, Sn, Hg の説明として最も適切なものを，下の(1)～(0)からそれぞれ一つずつ選べ。

Na

26

 Ba

27

 Sn

28

 Hg

29

- (1) 常温で液体の金属で，密度が大きい。
- (2) 単体は赤色光沢のある金属で，湿った空気中では緑色のさびを生じる。
- (3) 単体は灰白色の光沢のある金属で，ステンレス鋼の主成分である。
- (4) 地殻中に酸素，ケイ素に次いで多く存在する元素であり，金属元素では最も多い。
- (5) 耐食性が高く，はんだやブリキなどに用いられる。
- (6) 電池の負極や合金の原料，トタンに用いられる。
- (7) 硫酸塩は水や酸に溶けにくく，X線検査用の造影剤として用いられる。
- (8) 炭酸水素塩は重曹ともよばれ，胃の制酸剤などに利用されている。
- (9) 炭酸塩は石灰石や大理石などの主成分として多量に存在する。
- (0) 単体は銀白色で，熱や電気の伝導性が金属の中で最も大きい。

問3 次の(実験 1)～(実験 4)に関する下の問い(ア)，(イ)に答えよ。

(実験 1) 酸化マンガン(IV)に濃塩酸を加えて加熱したところ，気体(a)が発生した。

(実験 2) 亜硫酸ナトリウムに希硫酸を反応させると，気体(b)が発生した。

(実験 3) 銅と濃硝酸を反応させたところ，気体(c)が発生した。

(実験 4) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムの混合物を加熱したところ，気体(d)が発生した。

(ア) 発生した気体(a)～(d)はどれか。次の(1)～(0)からそれぞれ一つずつ選べ。

気体(a)	30	気体(b)	31
気体(c)	32	気体(d)	33

(1) N_2	(2) O_2	(3) Cl_2	(4) CO	(5) CO_2
(6) NO	(7) NO_2	(8) SO_2	(9) H_2S	(0) NH_3

(イ) 気体(a)～(d)の性質について最も適切なものはどれか。次の(1)～(0)からそれぞれ一つずつ選べ。

気体(a)	34	気体(b)	35
気体(c)	36	気体(d)	37

- (1) 水によく溶け、その水溶液は弱い塩基性を示す。
- (2) 刺激臭をもつ黄緑色の有毒な気体で、空気より重い。
- (3) 酸素との混合気体に点火すると、爆発的に反応して水を生じる。
- (4) 火山ガスや温泉水などに含まれ、無色・刺激臭のある有毒な気体である。
- (5) 反応性が乏しく、軽くて燃えないので気球や飛行船に充填するガスとして利用される。
- (6) 無色・無臭の気体であり、空気中に体積比で約 78 % 存在する。
- (7) その水溶液はガラスを溶かす性質があるため、ポリエチレン容器で保存する。
- (8) 水に溶けやすく、刺激臭を持つ赤褐色の有毒な気体である。
- (9) 還元性のある無色・無臭の気体であり、水に溶けにくい。
- (0) 特異臭をもつ淡青色の有毒な気体である。

[Ⅳ] 次の記述を読み、下の問い(ア)～(エ)に答えよ。

炭素、水素、酸素のみからなる化合物 **A** がある。**A** は分子量 300 以下であり、分子内に 3 つのエステル結合をもつ。化合物 **A** 232 mg を完全燃焼させたところ、二酸化炭素 440 mg と水 144 mg が得られた。**A** を完全に加水分解すると、4 種類の化合物 **B**、**C**、**D**、**E** が生成した。**B** は二価アルコールであり、プラスチックの原料として用いられる。**C** は一価アルコールであり、**D** は一価カルボン酸であった。**E** は二価カルボン酸であり、還元性を示した。**C** と **D** の混合物に硫酸を加えて加熱したところ、化合物 **F** が得られた。**F** の分子式は $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_2$ であった。**C** に硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液を加えて酸化すると、**D** が得られた。**B** と **D** の混合物に濃硫酸を加えて加熱したところ、化合物 **G** が得られた。**C** と **E** の混合物に濃硫酸を加えて加熱したところ、化合物 **H** が得られた。**G** と **H** の分子量はいずれも 174 であり、分子式も同じであった。

(ア) 化合物 **A** の分子式はどれか。次の(1)～(0)から一つ選べ。 38

- | | | |
|--|--|--|
| (1) $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_3$ | (2) $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_3$ | (3) $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_6$ |
| (4) $\text{C}_8\text{H}_{12}\text{O}_6$ | (5) $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_6$ | (6) $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_6$ |
| (7) $\text{C}_{11}\text{H}_{16}\text{O}_6$ | (8) $\text{C}_{11}\text{H}_{18}\text{O}_6$ | (9) $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}_8$ |
| (0) $\text{C}_{12}\text{H}_{20}\text{O}_8$ | | |

(イ) 化合物 **B** および **C** はそれぞれ何か。次の(1)～(0)から一つずつ選べ。

化合物 **B** 39 化合物 **C** 40

- | | |
|--------------------|------------------|
| (1) エタノール | (2) 1,2-エタンジオール |
| (3) 1-プロパノール | (4) 2-プロパノール |
| (5) 1,2-プロパンジオール | (6) 1,3-プロパンジオール |
| (7) 2-メチル-1-プロパノール | (8) 1-ブタノール |
| (9) 2-ブタノール | (0) 1,4-ブタンジオール |

(ウ) 化合物DおよびEはそれぞれ何か。次の(1)～(0)から一つずつ選べ。

化合物D 41

化合物E 42

- | | | |
|------------|-----------|------------|
| (1) ギ酸 | (2) 酢酸 | (3) プロピオン酸 |
| (4) 乳酸 | (5) シュウ酸 | (6) サリチル酸 |
| (7) フマル酸 | (8) マレイン酸 | (9) フタル酸 |
| (0) テレフタル酸 | | |

(エ) 化合物GとHの分子式はどれか。次の(1)～(0)から一つ選べ。

43

- | | | |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| (1) $C_6H_6O_6$ | (2) $C_6H_{10}O_4$ | (3) $C_7H_{10}O_5$ |
| (4) $C_7H_{12}O_4$ | (5) $C_8H_{14}O_4$ | (6) $C_9H_{16}O_4$ |
| (7) $C_9H_{18}O_3$ | (8) $C_{10}H_{18}O_4$ | (9) $C_{10}H_{22}O_2$ |
| (0) $C_{11}H_{28}O$ | | |

解 答 番 号	解 答 欄	解 答 番 号	解 答 欄
1	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	26	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
2	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	27	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
3	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	28	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
4	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	29	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
5	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	30	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
6	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	31	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
7	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	32	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
8	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	33	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
9	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	34	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
10	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	35	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
11	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	36	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
12	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	37	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
13	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	38	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
14	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	39	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
15	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	40	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
16	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	41	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
17	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	42	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
18	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩	43	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩
19	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩		
20	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩		
21	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩		
22	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩		
23	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩		
24	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩		
25	① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩		