

化 学

試験時間；10:00～11:00（60分）

配 点；125点

【注意事項】

1. 試験開始の合図があるまで、この「問題冊子」の中を見てはいけません。
2. 配付物 ； (1) 「問題冊子」 1～15ページ
(2) 「解答用紙（マーク式）」 1枚
3. 「問題冊子」中、表紙裏は下書き用紙です。計算用紙として使いなさい。
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してはいけません。
4. 問題文は、1～12ページ、14～15ページに印刷してあります。
問題文の13ページは余白です。
5. 試験開始と同時に配付物を確認し、脱落している場合は申し出なさい。
また、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（マーク式）」の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 「解答用紙（マーク式）」の記入方法について
 - (1) 記入は必ず**HBの鉛筆**を使用すること。
 - (2) 受験番号記入欄には各自の5ケタの受験番号（90001, 90002, 90003, …）を記入し、続いて5ケタの受験番号（90001, 90002, 90003, …）をマークしなさい。
 - (3) 氏名欄には各自の氏名を楷書で記入すること。
 - (4) 解答は指定された解答欄にマークしなさい。
 - (5) 欄外の「記入上の注意事項」をよく守って解答しなさい。
7. 試験終了の合図と同時に、裏返しの状態で下から「問題冊子」、
「解答用紙（マーク式）」1枚の順に並べなさい。
8. 試験終了後、「問題冊子」は持ち帰りなさい。

2021（推薦）

下書き用紙

問1～問22の解答を、指定された解答欄にマークせよ。

必要があれば、次の数値を用いよ。

原子量：H=1.0, C=12, N=14, O=16, Na=23, Ca=40

気体定数： $8.3 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

セルシウス温度目盛りのゼロ点 $0\text{ }^\circ\text{C} : 273\text{ K}$

標準状態： $0\text{ }^\circ\text{C}$, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$

標準状態での理想気体のモル体積： 22.4 L/mol

『余 白』

1

次の問い（問1～問9）に答えよ。

(51点)

問1 質量パーセント濃度48%の水酸化ナトリウム水溶液の密度は、 1.5 g/cm^3 である。この水溶液のモル濃度〔mol/L〕はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 1

- | | | |
|---------|---------|---------|
| (1) 1.8 | (2) 3.6 | (3) 5.4 |
| (4) 7.2 | (5) 12 | (6) 18 |
| (7) 36 | (8) 48 | (9) 54 |
| (10) 72 | | |

問2 ある濃度の塩酸1.0 Lを0.040 mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液1.0 Lと混合したところ、2.0 Lの混合溶液が得られ、1.12 kJの発熱があった。この混合溶液の25℃でのpHはいくらか。最も近い値を選べ。ただし、中和熱は56 kJ/molとし、中和熱以外による発熱または吸熱は無視できるものとする。なお、25℃での水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ である。

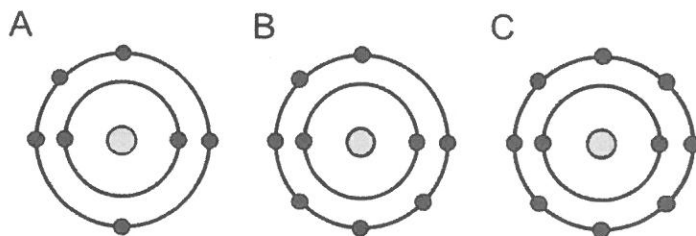
マーク式解答欄 2

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| (1) 1.0 | (2) 2.0 | (3) 3.0 | (4) 5.0 |
| (5) 9.0 | (6) 11 | (7) 12 | (8) 13 |

『余 白』

問3 下図に示す電子配置をもつ原子 **A~C** に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。ただし、中心の丸(○)は原子核を、その外側の同心円は電子殻を、円周上の黒丸(●)は電子をそれぞれ表す。

マーク式解答欄 **3**



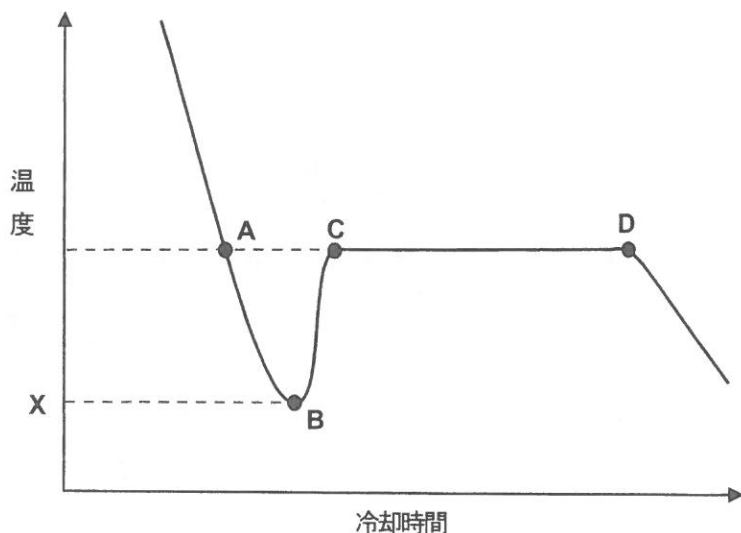
- (a) **A, B, C** はいずれも周期表の第2周期に含まれる元素の原子である。
- (b) **A** のみからなる2原子分子では、2個の原子が2組の共有電子対で結合している。
- (c) **B** は1価の陰イオンになりやすい。
- (d) **C** の価電子の数は**A~C**の中で最も少ない。

- | | | |
|--------------------|-------------------|-------------------|
| (1) [(a),(b)] | (2) [(a),(c)] | (3) [(a),(d)] |
| (4) [(b),(c)] | (5) [(b),(d)] | (6) [(c),(d)] |
| (7) [(a),(b),(c)] | (8) [(a),(b),(d)] | (9) [(a),(c),(d)] |
| (10) [(b),(c),(d)] | | |

『余 白』

問4 純物質の液体の冷却曲線を下図に示す。この図に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 4



- (a) Xはこの液体の凝固点である。
- (b) 冷却曲線上のA-B間では、液体のみが存在する。
- (c) 冷却曲線上のB-C間では、凝固による熱が放出される。
- (d) 冷却曲線上のC-D間では、固体のみが存在する。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

『余 白』

問5 貴ガス(希ガス)に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 5

- (a) 18族に属し、単体は単原子分子である。
- (b) 常温常圧では無色無臭の気体である。
- (c) 封入したネオンガスに電圧をかけると、赤色光を発する。
- (d) 放射線のひとつである β 線の実体は、ヘリウム ${}^4_2\text{He}$ の原子核である。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問6 電池に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 6

- (a) 電池は正極で酸化反応、負極で還元反応がおこる。
- (b) ダニエル電池では、正極に銅板、負極に亜鉛板を用いる。
- (c) アルカリマンガン乾電池は二次電池に分類でき、充電して繰り返し使うことができる。
- (d) 燃料電池では化学エネルギーを直接電気エネルギーとして取り出すため、エネルギーの効率が低い。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問7 実在気体と理想気体に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 7

- (a) 理想気体とは、気体分子自身の体積がなく、また気体分子どうしに分子間力がはたらかないとする仮想の気体である。
- (b) 実在気体であっても、高温・高圧の状態では理想気体に近いふるまいをする。
- (c) 0°C 、 $1.0 \times 10^7 \text{ Pa}$ では、 1.0 mol のメタンの体積は 0.11 L であった。このメタンは理想気体としてふるまう。

- | | | |
|---------------------|----------------|----------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(a), (b)] | (5) [(a), (c)] | (6) [(b), (c)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | | |

問8 一定温度において、酢酸 30 g 、エタノール 23 g 、水 36 g の混合物を反応させ、平衡状態に達した。このときの酢酸エチルの生成量 [g] はいくらか。最も近い値を選べ。ただし、この温度における酢酸エチル生成反応の平衡定数の値は 9.0 とし、いずれの物質も液体で存在するものとする。

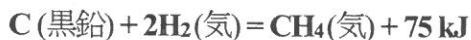
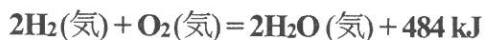
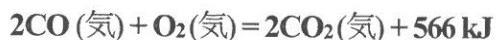
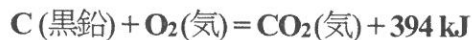
マーク式解答欄 8

- | | | | |
|----------|---------|---------|---------|
| (1) 0.25 | (2) 1.1 | (3) 2.2 | (4) 4.4 |
| (5) 11 | (6) 22 | (7) 44 | (8) 88 |

『余 白』

問9 以下の熱化学方程式に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 9



- (a) 一酸化炭素の生成熱は **111 kJ** である。
(b) メタンが燃焼して液体の水が生じたときの燃焼熱は **847 kJ** である。
(c) **2.0 mol** の水を蒸発させると、**88 kJ** の熱量が発生する。
(d) 炭素（黒鉛）の燃焼熱と二酸化炭素の生成熱は等しい。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

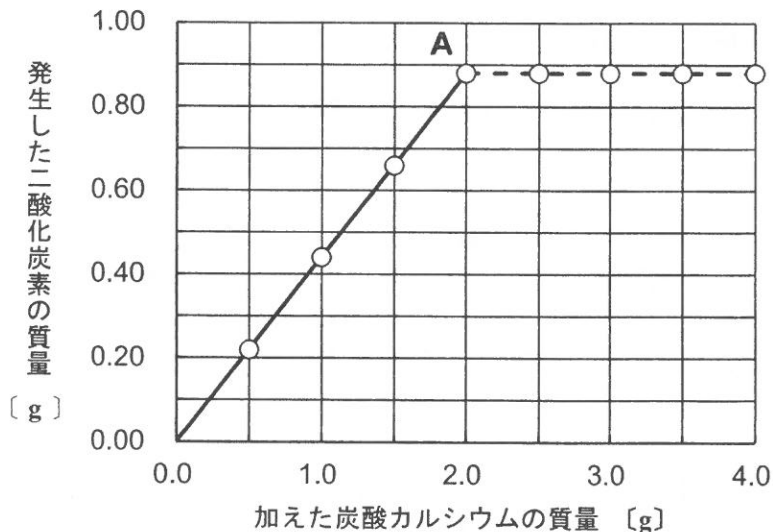
『余 白』

2

次の記述を読んで、問い（問10～問13）に答えよ。

（23点）

ある濃度の塩酸を8個のビーカーに50 mL ずつはかりとり、それぞれのビーカーに0.50 g から4.0 g まで0.50 g きざみの炭酸カルシウムを加えて反応させた。その結果、発生した二酸化炭素の質量と加えた炭酸カルシウムの質量の間に下図で示す関係が得られた。



問10 カルシウムの化合物に関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 10

- (a) 石灰水に二酸化炭素を通じると、白色沈殿を生じる。
 (b) 炭酸塩は石灰岩などの主成分として、天然に広く存在する。
 (c) 消石灰に水を加えると、発熱しながら生石灰を生じる。
 (d) 塩化物は吸湿性、潮解性が強く、その無水物は乾燥剤や凍結防止剤などに用いられる。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

問11 発生する二酸化炭素の回収方法について説明した次の文中の [ア] ~ [エ] に入れるべき語句の正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 11

空気は窒素と酸素が約4:1の割合で混合した気体であり、空気の平均分子量は二酸化炭素の分子量よりも [ア]。つまり、同一圧力、同一体積では、二酸化炭素は空気よりも [イ]。また、二酸化炭素は水に [ウ]。したがって、この反応で発生した二酸化炭素は [エ] 置換にて回収するのがよい。

	ア	イ	ウ	エ
(1)	大きい	重い	溶ける	上方
(2)	大きい	重い	溶ける	下方
(3)	大きい	軽い	溶けない	上方
(4)	大きい	軽い	溶けない	下方
(5)	大きい	軽い	溶けない	水上
(6)	小さい	重い	溶ける	上方
(7)	小さい	重い	溶ける	下方
(8)	小さい	軽い	溶けない	上方
(9)	小さい	軽い	溶けない	下方
(10)	小さい	軽い	溶けない	水上

『余 白』

問12 図の原点と点Aを結ぶ実線の傾きに関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 12

- (a) 実線の傾きは、炭酸カルシウムの式量に対する二酸化炭素の分子量の比に等しい。
- (b) 実線の傾きは、未反応の塩化水素の質量の増加により大きくなる。
- (c) 各ビーカー中の塩酸の濃度を変化させずに体積を2倍にすると、実線の傾きは2倍になる。
- (d) 各ビーカー中の塩酸の濃度を変化させずに体積を2倍にすると、実線の傾きは1/2になる。

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| (1) [(a)] | (2) [(b)] | (3) [(c)] |
| (4) [(d)] | (5) [(a),(b)] | (6) [(a),(c)] |
| (7) [(a),(d)] | (8) [(b),(c)] | (9) [(b),(d)] |

問13 反応に用いた塩酸のモル濃度〔mol/L〕はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 13

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| (1) 0.020 | (2) 0.040 | (3) 0.060 |
| (4) 0.080 | (5) 0.10 | (6) 0.20 |
| (7) 0.40 | (8) 0.60 | (9) 0.80 |
| (10) 1.0 | | |

『余 白』

3

次の記述を読んで、問い（問14～問18）に答えよ。

（28点）

1. 化合物 **A**, **B**, **C** は、いずれも分子量が **75** 以下で、互いに構造異性体である。
2. **A** **1 mol** を完全燃焼させると、二酸化炭素 **3 mol** と水 **4 mol** が生じた。
3. **A** と **B** は、いずれも金属ナトリウムと反応して気体 **X** が発生したが、**C** は金属ナトリウムとは反応しなかった。
4. **A** を穏やかに酸化すると、まず、化合物 **D** が生成し、さらに酸化すると、酸性化合物 **E** が生成した。一方、**B** を酸化すると、中性化合物 **F** が生成した。
5. **F** は、酢酸カルシウムの熱分解（乾留）によっても生成する。

問14 化合物 **A** の分子式として正しいものはどれか。

マーク式解答欄 14

- | | | |
|------------------|-----------------|---------------|
| (1) C_2H_5O | (2) $C_2H_5O_2$ | (3) C_3H_8 |
| (4) $C_3H_4O_2$ | (5) C_3H_6O | (6) C_3H_8O |
| (7) C_4H_8 | (8) C_4H_6O | (9) C_4H_8O |
| (10) C_5H_{10} | | |

問15 気体 **X** の名称と化合物 **A** **1 mol** を金属ナトリウムと反応させたときに発生する気体 **X** の物質質量 [mol] の組み合わせとして正しいものはどれか。

マーク式解答欄 15

	気体 X の名称	気体 X の物質質量 [mol]
(1)	水素	0.5
(2)	水素	1
(3)	水素	2
(4)	エチレン	0.5
(5)	エチレン	1
(6)	エチレン	2
(7)	メタン	0.5
(8)	メタン	1
(9)	メタン	2

問16 化合物A~Cに関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 16

- (a) A, B, Cのうち、最も沸点が低いのはCである。
- (b) Aを脱水すると、シストランス異性体（幾何異性体）をもつアルケンが生成する。
- (c) Bは不斉炭素原子をもつ。
- (d) Cはエーテル結合をもつ。

- (1) [(a), (b)] (2) [(a), (c)] (3) [(a), (d)]
- (4) [(b), (c)] (5) [(b), (d)] (6) [(c), (d)]
- (7) [(a), (b), (c)] (8) [(a), (b), (d)] (9) [(a), (c), (d)]
- (10) [(b), (c), (d)]

問17 化合物D~Fのうち、銀鏡反応を示すもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 17

- (1) D (2) E (3) F
- (4) D, E (5) D, F (6) E, F
- (7) D, E, F

問18 化合物A~Fのうち、ヨードホルム反応を示すもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 18

- (1) A, B (2) A, C (3) A, F
- (4) B, C (5) B, E (6) B, F
- (7) C, E (8) D, F (9) E, F

『余 白』

4

次の記述を読んで、問い(問19~問22)に答えよ。

(23点)

1. 化合物**A~E**は、いずれもベンゼン環をもつ化合物である。
2. 分子式 $C_{13}H_{10}O_2$ で表される **A** を水酸化ナトリウム水溶液と加熱したのち酸性にすると、**B** と **C** が生成した。
3. **B** は工業的にはクメン法により製造される。
4. **B** のナトリウム塩を高温・高圧のもとで二酸化炭素と反応させたのち酸性にすると、**D** が生成した。
5. **D** に無水酢酸を作用させると、**E** が生成した。

問19 化合物**A** 99 mg を完全燃焼させたときに生成する二酸化炭素の質量 [mg] はいくらか。最も近い値を選べ。

マーク式解答欄 19

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| (1) 1.2×10^2 | (2) 1.4×10^2 | (3) 1.5×10^2 |
| (4) 2.6×10^2 | (5) 2.9×10^2 | (6) 3.2×10^2 |
| (7) 5.1×10^2 | (8) 5.6×10^2 | (9) 5.7×10^2 |

問20 化合物**B~E**のうち、塩化鉄(III)水溶液によって青~赤紫色を呈するもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 20

- | | | |
|--------------------|--------------------|--------------------|
| (1) B, C | (2) B, D | (3) B, E |
| (4) C, D | (5) C, E | (6) D, E |
| (7) B, C, D | (8) B, C, E | (9) C, D, E |

問21 化合物CとDの名称の正しい組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 21

	化合物C	化合物D
(1)	フェノール	サリチル酸
(2)	フェノール	フタル酸
(3)	フェノール	安息香酸
(4)	ベンジルアルコール	サリチル酸
(5)	ベンジルアルコール	フタル酸
(6)	ベンジルアルコール	安息香酸
(7)	安息香酸	サリチル酸
(8)	安息香酸	フタル酸
(9)	安息香酸	ベンジルアルコール

問22 化合物B～Eに関する次の記述のうち、正しいもののみをすべて含む組み合わせはどれか。

マーク式解答欄 22

- (a) B～Eを含むジエチルエーテル溶液に、過剰の炭酸水素ナトリウム水溶液を加えて分液ロートでよく振り混ぜると、ジエチルエーテル層に溶解しているものはBのみである。
- (b) B～Eのうち、エステル結合をもつものは存在しない。
- (c) B～Eのうち、フェーリング反応を示すものは存在しない。
- (d) Eは解熱鎮痛薬として用いられる。

- | | | |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| (1) [(a), (b)] | (2) [(a), (c)] | (3) [(a), (d)] |
| (4) [(b), (c)] | (5) [(b), (d)] | (6) [(c), (d)] |
| (7) [(a), (b), (c)] | (8) [(a), (b), (d)] | (9) [(a), (c), (d)] |
| (10) [(b), (c), (d)] | | |

『以上』