

化学基礎・化学

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～3)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の a～c に当てはまるものを、それぞれの解答群①～④のうちから一つずつ選べ。ただし、原子量は、 $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$ とする。

a 図1の電子式で表されるAの元素名。

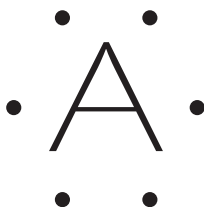


図 1

- ① ケイ素 ② 硫 黄 ③ リ ン ④ マグネシウム

b グルコース $C_6H_{12}O_6$ 中において、炭素原子が質量で占める割合。 %

- ① 20 ② 30 ③ 40 ④ 60

c 極性分子であるもの。

- ① CH_4 ② CS_2 ③ H_2O ④ CCl_4

問2 食酢中の酸の濃度を決定するため、次の中和滴定を行った。これに関する下の問い(a～c)に答えよ。

市販の食酢10.0mLを正確に10倍に薄めた。この水溶液10.0mLを ア を用いてコニカルビーカーにとり、指示薬として イ を加えて、ビュレットに入れた0.100mol/Lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。

滴定を開始した時のビュレットの目盛りの位置は0.790mLであり、中和が完了したときの目盛りの位置は7.99mLであった。

a 上の文章中の下線部に当てはまる操作として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 100mL メスシリンダーに食酢10.0mLをとり、水を加えて100mLにする。
- ② 100mL メスフラスコに食酢10.0mLをとり、水を加えて100mLにする。
- ③ 200mL ビーカーに食酢10.0mLをとり、メスシリンダーで測った100mLの水を加える。
- ④ 200mL ビーカーに食酢10.0mLをとり、メスフラスコで測った100mLの水を加える。

b 上の文章中の ア ・ イ に当てはまる語の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

	ア	イ
①	ホールピペット	フェノールフタレイン
②	ホールピペット	メチルオレンジ
③	こまごめピペット	フェノールフタレイン
④	こまごめピペット	メチルオレンジ

化学基礎・化学

- c 食酢中の酸はすべて酢酸であるとする、もとの食酢中の酢酸の濃度は何 mol/L か。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 6 mol/L

- ① 0.0720 ② 0.0800 ③ 0.720 ④ 0.800

問3 次の化学反応①～④のうちから、酸化還元反応を**含まないもの**を一つ選べ。

7

- ① 常温の水にナトリウムを加えると、激しく反応して水素を発生した。
② ガスバーナーの炎の中で銅線を加熱すると、黒色になった。
③ 硫化水素水に二酸化硫黄を通じると白濁した。
④ 硝酸銀水溶液に食塩水を加えると、白色沈殿が生成した。

(下書き用紙)

化学基礎・化学の試験問題は次に続く。

第2問 次の各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 8〕 (配点 25)

問1 図1のような結晶構造をもつ金属の単位格子の一辺の長さが a [m] であるとき、この金属原子の原子半径を表す式として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 1 m

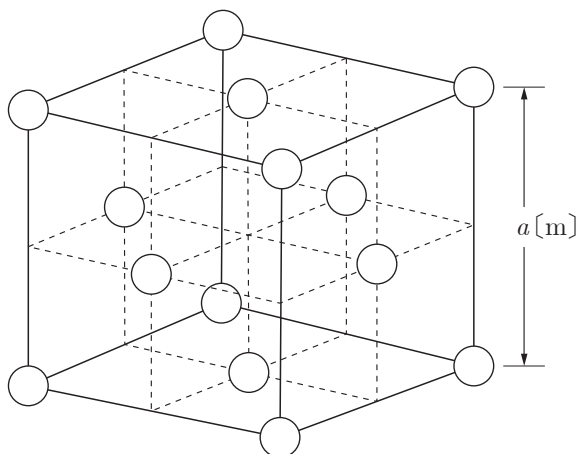


図 1

① $\frac{1}{4}a$

② $\frac{1}{2}a$

③ $\frac{\sqrt{2}}{4}a$

④ $\frac{\sqrt{3}}{4}a$

問2 図2は、温度と圧力に応じて、水が取りうる状態を示す図である。ここで、I，II，IIIは固体、液体、気体のいずれかの状態を示し、点cでの温度と圧力は(T_T ， P_T)であるとする。これに関する記述として誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 2

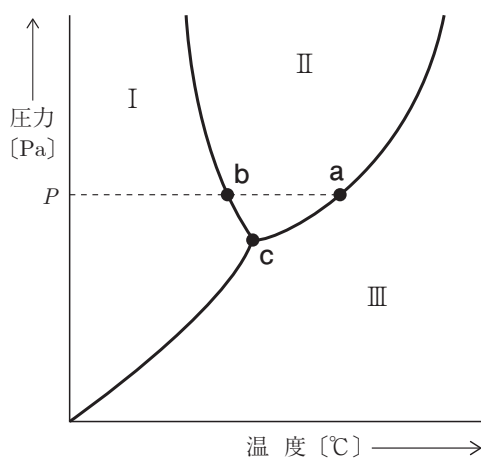


図 2

- ① 圧力 P [Pa] のもとで、点 **b** の温度は水の融点を、点 **a** の温度は水の沸点をそれぞれ示している。
- ② 領域 II と領域 III を区切る曲線を蒸気圧曲線という。
- ③ 温度一定の条件で、気体の水を液体に変えるには、 T_T より低い温度で、圧力を低くすればよい。
- ④ 圧力一定の条件で、気体の水を液体に変えるには、 P_T より高い圧力で、温度を低くすればよい。

化学基礎・化学

問3 容積10Lの密閉容器に、 27°C で $1.2 \times 10^5 \text{Pa}$ の一酸化炭素が封入されている。温度を 27°C に保って、さらに酸素を加えたところ、容器内の圧力は $2.0 \times 10^5 \text{Pa}$ になった。これに関する次の問い(a・b)に答えよ。

a 容器内の一酸化炭素と酸素の物質量の比($\text{CO} : \text{O}_2$)として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 1 : 2 ② 2 : 1 ③ 2 : 3 ④ 3 : 2

b 容器内の混合気体に点火し、一酸化炭素を完全に燃焼させた。容器内の温度を 27°C に戻した時の容器内の圧力は何Paか。最も適当な数値を、次の①～④のうちから一つ選べ。 4 Pa

- ① 0.60×10^5 ② 1.2×10^5 ③ 1.4×10^5 ④ 2.1×10^5

問4 図3は、ベンゼン1kgにナフタレン x 〔mol〕を溶かした溶液と純ベンゼンの冷却曲線である。これに関する記述として正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5

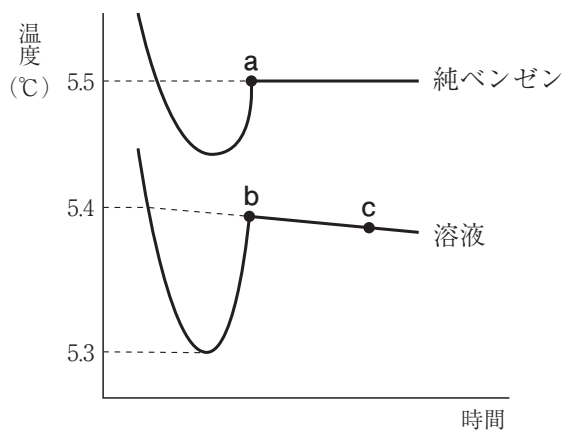
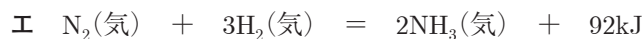
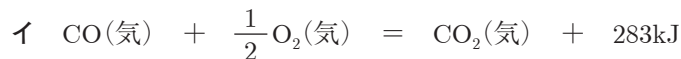
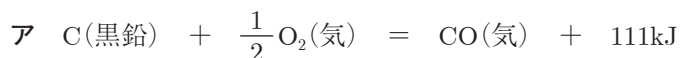


図 3

- ① 図中の点aでは、純ベンゼンはすべて固体として存在している。
- ② 図中の点bから点cまでの間で、温度が下がっていくのは、溶液の濃度が小さくなっていくからである。
- ③ この溶液の凝固点降下度は 0.2°C である。
- ④ ベンゼン1kgにナフタレン $2x$ 〔mol〕を溶かした溶液の凝固点は、 5.3°C となる。

問5 次の熱化学方程式ア～エに関する記述として誤りを含むものを，下の①～④のうちから一つ選べ。 6



- ① 黒鉛の燃焼熱は394kJ/molである。
- ② 二酸化炭素の生成熱は283kJ/molである。
- ③ 塩化ナトリウムを水に溶かすと，水溶液の温度が溶解前に比べて低下する。
- ④ アンモニアの生成熱は46kJ/molである。

問6 鉛蓄電池を放電させたとき，正極で起こる反応として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 7



問7 図4は、 $2\text{HI} \longrightarrow \text{H}_2 + \text{I}_2$ の化学反応が進むときのエネルギー変化を表したものである。この反応の速度が $v = k[\text{HI}]^2$ で示されるときに誤りを含むものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 8

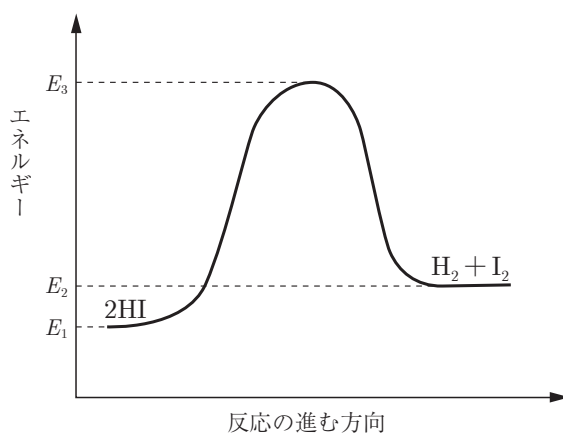


図 4

- ① この反応の活性化エネルギーは、 $E_3 - E_1$ である。
- ② この反応は発熱反応である。
- ③ k は反応速度定数と呼ばれ、温度が変化すると値が変化する。
- ④ 活性化エネルギーは、温度を変化させても変わらない。

第3問 次の各問い(問1～4)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 5〕 (配点 20)

問1 図1のような装置による一酸化窒素の発生と捕集を計画し、液体試薬として希硝酸、固体試薬として銅片を用いることとした。これに関する指摘として正しいものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 1

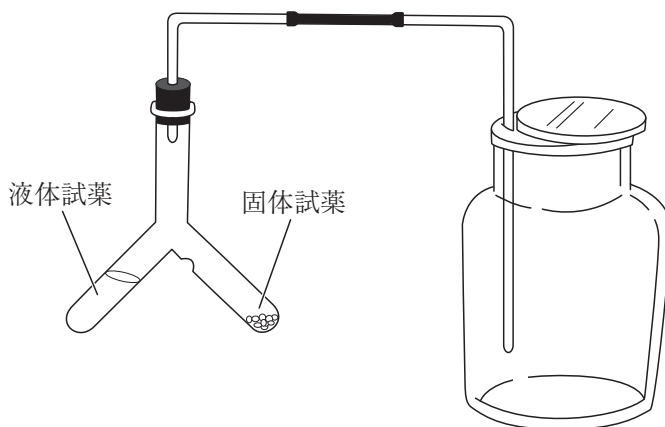


図 1

- ① 液体試薬として、濃硝酸を用いるべきである。
- ② 固体試薬として、亜鉛片を用いるべきである。
- ③ 触媒として、酸化マンガン(IV)を加えるべきである。
- ④ 捕集法として、水上置換するべきである。

問2 酸化物A, Bは MgO , CaO , Al_2O_3 , SiO_2 のいずれかである。これに関する次の各問い(a・b)に答えよ。

a 酸化物Aは常温では水と反応しないが、塩酸や水酸化ナトリウムに溶ける。Aを水酸化ナトリウム水溶液に溶かし、これに塩酸を少しずつ加えていくと沈殿を生じるが、十分に加えると沈殿は溶解する。途中で生じていた下線部の沈殿として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 2

- ① $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ② AlCl_3 ③ $\text{Al}(\text{OH})_3$ ④ H_2SiO_3

b 酸化物Bを水に溶かすと、強塩基性の水溶液となる。この水溶液に二酸化炭素を吹き込んだときに生じる白色の沈殿として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① MgCO_3 ② CaCO_3 ③ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ④ $\text{Al}_2(\text{CO}_3)_3$

問3 銅の精錬(製錬)に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 銅の製造では、銅の硫化物(黄銅鉱など)を主成分とした鉱石が主に使われている。
- ② 銅の製造では、原料鉱石を溶鉱炉で空気とともに加熱することにより、鉄や硫黄分が除かれた粗銅を得ている。
- ③ 粗銅板を陽極、純銅板を陰極として、硫酸銅(Ⅱ)水溶液中で電気分解を行うと、陰極上に純銅が析出する。
- ④ 銅の電解精錬では、銅よりイオン化傾向の小さいAuやAgなどが陰極の下に単体のまま沈殿する。

問4 金属の腐食(さび)に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 塗料の目的の一つに、金属を酸素や水分から遠ざけ、腐食を防ぐことがある。
- ② 金や白金はイオンになりにくいので、腐食しにくい金属である。
- ③ アルマイトは、アルミニウムをさびにくくするために、表面に他の金属をめっきしたものである。
- ④ 鉄をさびにくくするため、亜鉛を表面にめっきしてトタンをつくる。

- 問3 乾いた試験管に氷酢酸0.3molとエタノール0.4molを入れ、ふり混ぜた後に、濃硫酸0.5molと沸騰石を加え、図2に示す装置を用いて約80℃で5分間加熱した。試験管を冷却したのち、炭酸水素ナトリウムの飽和水溶液を少量ずつ加えた。これに関する下の問い(a・b)に答えよ。

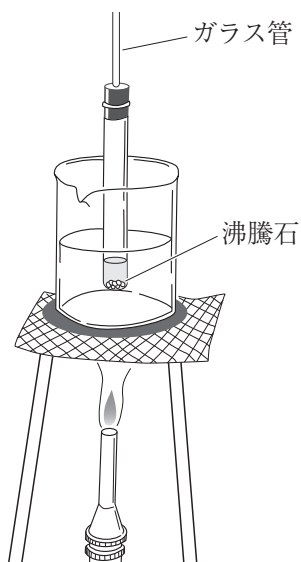


図 2

- a 濃硫酸と沸騰石のはたらきを表す記述の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

4

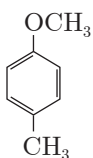
	濃硫酸	沸騰石
①	反応を遅くする	反応液の温度上昇を速くする
②	反応を遅くする	反応液の温度上昇を遅くする
③	反応を遅くする	反応液の突沸を防ぐ
④	反応を速くする	反応液の温度上昇を速くする
⑤	反応を速くする	反応液の温度上昇を遅くする
⑥	反応を速くする	反応液の突沸を防ぐ

化学基礎・化学

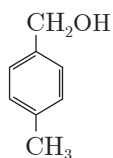
- b この実験に関する記述として誤りを含むものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 5

- ① 試験管に長いガラス管をつけるのは、蒸発した内容物を冷却して、液体に戻すためである。
 ② 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。
 ③ 実験終了後に、試験管の内容物は2層に分離するが、生成物は下層に含まれる。
 ④ 生成物には、果実のような芳香がある。

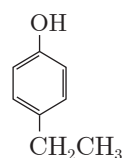
問4 次に示す化合物A～Cはいずれも分子式 $C_8H_{10}O$ の芳香族化合物であるが、これらは化学的性質の違いにより識別できる。
 これに関する下の問い(a・b)に答えよ。



A



B



C

- a 次の文章中の ア ・ イ に当てはまる化合物の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 6

化合物のうち、その溶液に金属ナトリウムを加えても反応しないのは ア であり、塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えて呈色するものは イ である。

	ア	イ
①	A	B
②	A	C
③	B	A
④	B	C
⑤	C	A
⑥	C	B

- b A, B, Cを等量ずつ含むジエチルエーテル液に以下の操作(1), (2)を行うことによって, 分離された化合物はどれか。最も適当なものを, 下の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

- (1) 混合溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えてよく振り, 水層とエーテル層に分離する。
- (2) 水層を取り出して希塩酸を加えて, 遊離した物質を再びエーテルで抽出する。

- ① A ② B ③ C ④ AとB ⑤ AとC ⑥ BとC

- 問5 次の有機化合物①～④のうちから, 分子内にアミド結合をもつものを一つ選べ。
8

- ① 塩化ベンゼンジアゾニウム ② アニリン ③ アセトアニリド
④ *p*-ヒドロキシアゾベンゼン (*p*-フェニルアゾフェノール)

- 問6 次の構造式で表される有機化合物①～④のうちから, 不斉炭素をもち, 中性アミノ酸に分類されるものを一つ選べ。 9

- ① $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}$ ② $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$
③ $\text{HO}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$ ④ $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{COOH}$

- 問7 合成高分子の構造と合成法に関する記述として誤りを含むものを, 次の①～④のうちから一つ選べ。 10

- ① ポリ塩化ビニルは, 付加重合によって合成される。
- ② ポリアクリロニトリルは, アクリル繊維の主成分である。
- ③ ポリエチレンテレフタレートは, エステル結合をもつ。
- ④ フェノール樹脂は, 熱可塑性樹脂である。