

問題・解答 用紙番号	5
---------------	---

の解答用紙に解答しなさい。

化 学

〈受験学部・学科〉

理工学部(生命科学科・建築学科・都市環境工学科・機械工学科・電気電子工学科), 薬学部

問題は100点満点で作成しています。

解答にあたっては、下記の注意事項に従うこと。

1. 数字をマークするように求められたときは、次の例に従ってマークせよ。

例1. 問題に $\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$ とあるとき、

$\boxed{a} \boxed{b} . \boxed{c} \boxed{d}$
 計算結果が 7.103 ならば、四捨五入して 0 7 1 0 をそれぞれマークせよ。

例2. 問題に $C \boxed{a} H \boxed{b} \boxed{c} N \boxed{d} O \boxed{e}$ とあるとき、

$\boxed{a} \boxed{b} \boxed{c} \boxed{d} \boxed{e}$
 答えが $C_2H_7NO_2$ ならば、2 0 7 1 2 をそれぞれマークせよ。

上の例のように、0や1もマークし、空欄を残さないこと。

解答にあたって必要ならば、次の数値を用いよ。

原子量 H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0, K = 39.0, Fe = 56.0

気体定数 $R = 8.30 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{K} \cdot \text{mol})$

I 次の問1～6に答えよ。(22点)

問1 次の化合物のうち、分子間で水素結合を形成できるものを a～e から 2つ 選んでマークせよ。

- a. アンモニア b. エタノール c. シクロヘキサン
d. プロパン e. メタン

問2 コロイドに関する記述のうち、誤っているものを a～e から選んでマークせよ。

- a. 牛乳は水が分散媒のコロイドである。
b. 親水コロイドに多量の電解質を加えると、コロイド粒子が集まり沈殿する。
c. 墨汁に含まれる「にかわ」は、保護コロイドとしてはたらいっている。
d. ブラウン運動は、コロイド粒子どうしの衝突が原因で起こる。
e. コロイド溶液に強い光を当てると、コロイド粒子が光を散乱する。

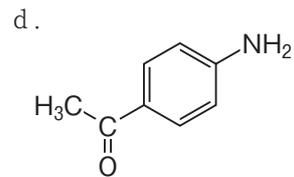
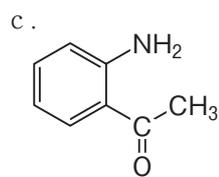
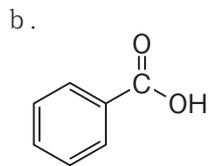
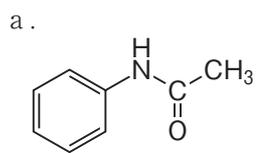
問3 酢酸 9.0 g を 25℃ の水に溶かして全量を 500 mL としたときの pH を $\boxed{a}.\boxed{b}$ と表すとき、a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、この酢酸水溶液の 25℃ における電離度 α は 0.010 とする。必要ならば、 $\log_{10} 3 = 0.48$ を用いよ。

問4 次のうち、アルケンの検出に最も適した操作を a～d から選んでマークせよ。

- a. アンモニア性硝酸銀水溶液に加えて加温する。
b. 塩化鉄(Ⅲ)水溶液に加える。
c. ニンヒドリン水溶液に加えて加温する。
d. 臭素水に加える。

問5 分子量 884 の油脂 (トリグリセリド) 1.00 g を完全にけん化するのに必要な水酸化カリウムの質量は $\boxed{a}\boxed{b}\boxed{c}$ mg である。a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問6 アニリンと無水酢酸を室温で反応させて得られる化合物を a～d から選んでマークせよ。



Ⅱ 次の文を読み、問1～6に答えよ。(26点)

気体分子は [ア] によって空間を飛びまわり、他の気体分子や周囲の物体に衝突して力を及ぼしている。この力を [イ] 当たりの大きさで表したものが、気体の圧力である。気体分子の [ア] が激しいほど、また、単位時間に衝突する気体分子の数が多いほど、気体の圧力は [ウ] なる。

一端を閉じた断面積 1.00 cm^2 、長さ 1000 mm のガラス管に水銀を満たし、 27.0°C 、 $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ で水銀の入った容器上で垂直に倒立させたところ、ガラス管内部に空間が出現し、容器中の水銀面からガラス管中の水銀柱の上端までの高さは 760 mm 、ガラス管の上端までの高さは 908 mm となった (図1)。また、ガラス管の下から内部の空間に気体 A を入れたところ、容器中の水銀面からガラス管中の水銀柱の上端までの高さは 608 mm となった (図2)。なお、水銀の蒸気圧は無視できるものとする。

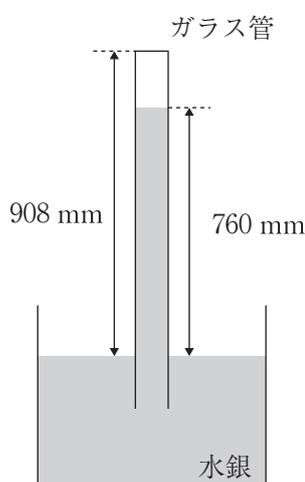


図1

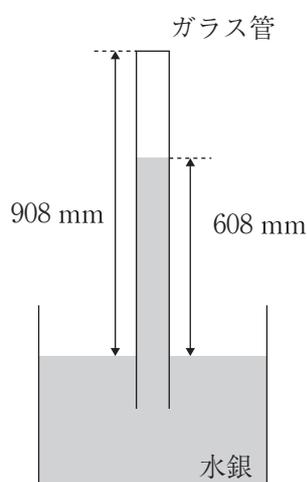


図2

問1 [ア] ～ [ウ] に該当する語句を a～g からそれぞれ選んでマークせよ。

- | | | | |
|--------|-------------------|-----------|--------|
| a. 大きく | b. 単位体積 | c. 単位面積 | d. 小さく |
| e. 熱運動 | f. 反応エンタルピー (反応熱) | g. ブラウン運動 | |

問2 図1のガラス管内部の空間の圧力として最も適切なものを a～d から選んでマークせよ。

- | | | | |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| a. 0 Pa | b. $1.01 \times 10^3 \text{ Pa}$ | c. $8.30 \times 10^3 \text{ Pa}$ | d. $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ |
|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|

問3 図1の状態から、ガラス管を少し斜めに（10～15度）傾けたときの説明として、最も適切なものをa～cから選んでマークせよ。

- a. 容器中の水銀面からガラス管中の水銀柱の上端までの高さは高くなる。
- b. 容器中の水銀面からガラス管中の水銀柱の上端までの高さは低くなる。
- c. 容器中の水銀面からガラス管中の水銀柱の上端までの高さは変化しない。

問4 下線部において、図2のガラス管内部の空間の体積を $\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c} \times 10^{-\boxed{d}}$ L と表すとき、a～dに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問5 下線部において、図2のガラス管内部の空間に入れた気体Aの物質量を

$\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c} \times 10^{-\boxed{d}}$ mol と表すとき、a～dに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問6 図1の実験において、水銀のかわりに水を用いて実験したときの水柱の高さを

$\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c} \times 10^{\boxed{d}}$ mm と表すとき、a～dに該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、水の密度は 1.00 g/cm^3 、水銀の密度は 13.5 g/cm^3 、 27.0°C の水蒸気圧は $3.03 \times 10^3 \text{ Pa}$ とする。なお、ガラス管は水柱に対して十分な高さがあるものとする。

Ⅲ 次の文を読み、問1～7に答えよ。(24点)

水酸化ナトリウムの固体は、空気中の水分を吸収して溶け出したり、空気中の [A] と反応してしだいに変化する。そのため、水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度の決定には、正確な濃度がわかっているシュウ酸水溶液を用いた中和滴定が利用される。

いま、濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液の正確な濃度を求めるために、以下の操作Ⅰ～Ⅳを行った。

操作Ⅰ：シュウ酸二水和物 $(\text{COOH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ を 630 mg はかりとり、ビーカーに入れ、純水を適量加えて溶かし、100 mL メスフラスコに移した。ビーカーを少量の純水ですすぎ、その液もメスフラスコに入れたのち、純水をメスフラスコの標線まで加えて栓をし、よく振り混ぜた。

操作Ⅱ：操作Ⅰで調製したシュウ酸水溶液をホールピペットで正確に 10.0 mL とり、コニカルビーカーに入れた。さらに、指示薬として [B] 溶液を 2 滴加えた。

操作Ⅲ：濃度未知の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れ、コックを開けて下端から液を流し出してビュレットの先端の空気を抜いた。その後、ビュレットの液面の目盛り V_1 を 0.01 mL の位まで読み取った。

操作Ⅳ：操作Ⅱのシュウ酸水溶液が入ったコニカルビーカーに、水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ滴下しては振り混ぜ、軽く振り混ぜても指示薬の色が消えなくなったところで滴下をやめた。そのときのビュレットの液面の目盛り V_2 を 0.01 mL の位まで読み取った。

操作Ⅱ～Ⅳを 3 回繰り返したとき、 V_1 と V_2 のそれぞれの値は下表のとおりであった。3 回の平均の滴下量から算出した水酸化ナトリウムのモル濃度は [X] mol/L であった。

表

	読み取ったビュレット液面の目盛り [mL]	
	V_1	V_2
1 回目	1.00	13.40
2 回目	13.40	26.10
3 回目	26.10	38.50

問1 下線部の現象を表す語句として最も適切なものをa～eから選んでマークせよ。

- a. 会合 b. 凝析 c. 重合 d. 潮解 e. 風解

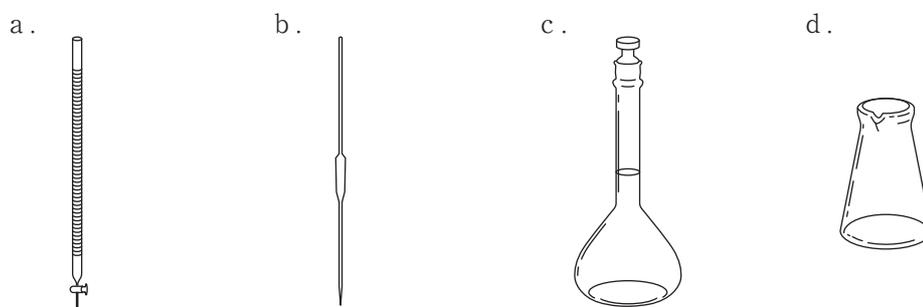
問2 [A] に該当する気体として最も適切なものをa～eから選んでマークせよ。

- a. アルゴン b. 酸素 c. 水素 d. 窒素 e. 二酸化炭素

問3 [B] に該当する試薬として最も適切なものをa～dから選んでマークせよ。

- a. メチルオレンジ b. メチルレッド
c. デンプン d. フェノールフタレイン

問4 操作I～IVにおいて、内部が純水でぬれたまま使用してもよい器具をa～dから2つ選んでマークせよ。



問5 操作Iで調製したシュウ酸水溶液のモル濃度は $\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c} \times 10^{-\boxed{d}}$ mol/L である。
a～dに該当する数字をそれぞれマークせよ。

問6 シュウ酸と水酸化ナトリウムの中和反応の化学反応式は下式のように表される。

[ア] ～ [ウ] に該当する数字をそれぞれマークせよ。



問7 [X] を $\boxed{a}.\boxed{b}\boxed{c} \times 10^{-\boxed{d}}$ mol/L と表すとき、a～dに該当する数字をそれぞれマークせよ。

IV 次の文を読み、問1～7に答えよ。(28点)

鉄 Fe は周期表の 8 族に属する [ア] 元素である。単体の鉄は灰白色の光沢のある金属で、イオン化傾向は水素 (H₂) より大きく、希硫酸 H₂SO₄ と反応して淡緑色の硫酸鉄(II) FeSO₄ 水溶液となる。この溶液に、[A] を加えると水酸化鉄(II) Fe(OH)₂ の緑白色沈殿が生じる。

鉄は、湿った空气中で酸化され、[イ] を含む赤さびを生じる。一方、鉄を空气中で強熱すると黒さびの主成分である [ウ] を生じる。鉄は酸化数が [X] と [Y] の化合物をつくりやすく、空气中では酸化数が [Y] の化合物の方が安定である。

鉄の精錬では、赤鉄鉱や磁鉄鉱などの鉄鉱石、コークス C、石灰石 CaCO₃ を溶鉱炉中に入れ、下から熱風を送ると、主にコークスの燃焼で生じた一酸化炭素 CO によって鉄の酸化物が還元される。こうして得られた鉄は [エ] とよばれ、約 4 % の炭素を含み、硬いがもろい。また、高温にした [エ] を転炉に入れて酸素 O₂ を吹き込んで、炭素の含有量を 2～0.02% に減らすとともに不純物を除くと、硬くて強い [オ] が得られる。

問1 [ア] ～ [オ] に該当する語句を a～g からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. 鋼 b. 酸化鉄(III) c. 四酸化三鉄 d. 遷移
e. 銑鉄 f. 典型 g. 緑青^{ろくしょう}

問2 [A] に該当するものとして最も適切なものを a～e から選んでマークせよ。

- a. アンモニア水 b. 塩化ナトリウム水溶液 c. 塩酸
d. 硝酸 e. 硫化水素

問3 [X] および [Y] に該当する数字を a～g からそれぞれ選んでマークせよ。

- a. - 3 b. - 2 c. - 1 d. 0
e. + 1 f. + 2 g. + 3

問4 イオン化傾向が Fe より大きい金属元素を a～e から選んでマークせよ。

- a. Au b. Cu c. Ni d. Sn e. Zn

問5 硫酸鉄(II)七水和物 FeSO₄ · 7H₂O に水を加えて 0.400 mol/L の硫酸鉄(II)水溶液を 50.0 mL つくるとき、はかりとる硫酸鉄(II)七水和物の質量は [a] . [b] [c] g である。
a～c に該当する数字をそれぞれマークせよ。

問6 鉄の錯塩の1つである黄色のヘキサシアニド鉄(Ⅱ)酸カリウム・三水和物は、以下の化学式で表される。a および b に該当する数字をそれぞれマークせよ。



問7 鉄鉱石に含まれる酸化鉄がすべて Fe_2O_3 であるとする、下線部の化学反応は以下の式(1)～(3)で表される3つの段階を経て進行する。鉄鉱石 $8.00 \times 10^4 \text{ kg}$ に含まれる Fe_2O_3 から得られる Fe の質量は最大 $\boxed{a} . \boxed{b} \boxed{c} \times 10^{\boxed{d}} \text{ kg}$ である。a～d に該当する数字をそれぞれマークせよ。ただし、鉄鉱石 1.00 kg 中には Fe_2O_3 が 0.600 kg 含まれるものとする。

