

理 科

(100点 60分)

	ページ	問題数
物理	1～9	4 問
化学	10～21	4 問
生物	22～35	4 問

注 意 事 項

1. この問題冊子は全部で35ページである。落丁，乱丁，印刷不鮮明の箇所などがあつた場合には申し出ること。
2. 下表により1科目のみを選択し解答すること。

学 科	選 択 科 目
電気電子工学科 情報通信工学科	物理，化学から1科目選択
都市マネジメント学科 環境応用化学科 建築学科 産業デザイン学科 生活デザイン学科	物理，化学，生物から1科目選択

3. 解答には黒鉛筆を用い，ボールペン，色鉛筆，万年筆などを使用してはならない。
4. 解答用紙は共通でマーク式解答用紙1枚である。
5. 解答用紙の指定欄に座席番号(数字)，氏名を記入し，さらに，座席番号と解答する科目名をマークすること。
解答は，例えば 60 に対して ⑤ と解答する場合は，次の(例)のように，解答番号60の解答欄の⑤のマーク位置に解答用紙のマーク例に従ってマークすること。

(例)

60	①	②	③	④	●	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭
----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

6. 誤ってマークした場合は，消しゴムで完全に消してからマークしなおすこと。
7. 一つの解答欄に二つ以上マークした場合，その解答欄の解答は無効となる。
8. マーク式解答用紙は，折り曲げたり，破ったり，汚したりしないこと。
9. この問題冊子の余白は，計算などに利用してもよい。
10. 試験終了後，この問題冊子は持ち帰ること。

化 学

解答に必要なときは、次の数値を用いなさい。また、気体はすべて理想気体とする。

原子量 H = 1.00 C = 12.0 N = 14.0 O = 16.0 S = 32 Cu = 64

アボガドロ定数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}/\text{mol}$

ファラデー定数 $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

気体定数 $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

標準状態 (0 °C, $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$) では、気体 1 mol の体積は、22.4 L とする。

1 L = 1 ℓ = 1 dm³ 1 mL = 1 mℓ = 1 cm³

- 1 次の各問の 内に最も適する語句や数値を解答群から選びなさい。
(繰り返し選んでもよい。)

問 1. 0.20 mol/L の硫酸銅 (II) 水溶液 100 mL を作りたい。以下の問いに答えなさい。

- (1) 必要な硫酸銅 (II) 五水和物の質量を求めなさい。 g

[解答群]

① 0.8 ② 1.2 ③ 1.6 ④ 2.3 ⑤ 2.5 ⑥ 3.2 ⑦ 5.0 ⑧ 6.4

- (2) 電子天秤で必要な量をはかった後の操作 (a)~(d) を以下に順不同で示した。正しく溶液を調製するには (a)~(d) の操作をどの順番で行えばよいか。正しい順番を選びなさい。

- (a) ビーカーの中で硫酸銅 (II) 五水和物をなるべく少量の純水で溶かす。
(b) 硫酸銅 (II) 五水和物がビーカーに残らないように、ビーカーの中の水溶液をすべて正確に 100 mL をはかることができる ガラス製容器 に移す。
(c) ガラス製容器に栓をし、2~3 回逆さにして水溶液を均一にする。
(d) 硫酸銅 (II) 水溶液の入ったガラス製容器の標線の位置まで純水を加える。

[解答群]

- ① $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d$ ② $a \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow c$ ③ $a \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow d$
④ $a \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow b$ ⑤ $a \rightarrow d \rightarrow b \rightarrow c$ ⑥ $a \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b$
⑦ $b \rightarrow a \rightarrow c \rightarrow d$ ⑧ $b \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow c$ ⑨ $b \rightarrow c \rightarrow a \rightarrow d$
⑩ $b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow a$ ⑪ $c \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow d$ ⑫ $c \rightarrow a \rightarrow d \rightarrow b$
⑬ $c \rightarrow b \rightarrow a \rightarrow d$ ⑭ $c \rightarrow b \rightarrow d \rightarrow a$

(3) (2) の (b) に下線で示したガラス製容器の正式名称を答えなさい。 3

[解答群]

- ① メスシリンダー ② メスフラスコ ③ メスピペット
④ ホールピペット ⑤ 駒込ピペット ⑥ ビュレット
⑦ コニカルビーカー ⑧ トールビーカー ⑨ ナス型フラスコ
⑩ 三角型フラスコ

(4) 調製した硫酸銅 (II) 水溶液の密度が 1.1 g/cm^3 であった場合、質量パーセント濃度と質量モル濃度を求めなさい。

質量パーセント濃度 4 %, 質量モル濃度 5 mol/kg

[4 の解答群]

- ① 1.1 ② 1.5 ③ 2.2 ④ 2.9 ⑤ 3.0 ⑥ 4.5 ⑦ 5.8 ⑧ 6.4

[5 の解答群]

- ① 0.15 ② 0.16 ③ 0.17 ④ 0.18 ⑤ 0.19
⑥ 0.20 ⑦ 0.21 ⑧ 0.22 ⑨ 0.23 ⑩ 0.24

問2. 次の各問に答えなさい。

- (1) 2個の水素原子 H から水素分子 H_2 ができるとき、両方の水素原子 H が価電子を共有することによって結合している。このようにしてできる結合を 結合という。このとき水素原子はどちらも (ア) 原子と同じ電子配置になる。

酸素原子には最外殻の 殻に6個の価電子があるが、そのうち4個は2組の電子対を作っていて結合には用いられない。このような電子対を 電子対という。残り2個の価電子は対になっていないので 電子という。酸素の2個の 電子と2個の水素原子の 電子とはそれぞれ対になって 電子対を作り水分子となる。このとき酸素原子は (イ) 原子と同じ電子配置になる。

一方で、結合する原子の片方から 電子対が提供され、それを両方の原子がお互いに共有してできる結合があり、これを 結合という。

[6~11の解答群]

- ① 不対 ② 共有 ③ 非共有 ④ 分子 ⑤ 配位
⑥ 金属 ⑦ イオン ⑧ K ⑨ L ⑩ M

- (2) (1) の (ア) 原子, (イ) 原子とは何か答えなさい。

(ア) 原子: (イ) 原子:

[12, 13の解答群]

- ① ヘリウム ② リチウム ③ ベリリウム ④ フッ素
⑤ ネオン ⑥ ナトリウム ⑦ マグネシウム ⑧ 塩素
⑨ アルゴン ⑩ カルシウム

2 次の各問の 内に最も適する語句や数値を解答群より選びなさい。
(繰り返し選んでもよい。)

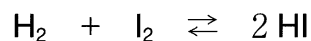
問1. 気体反応 $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$ において、反応物の濃度が 14 ほど反応速度は大きくなる。これは濃度が 14 ほど分子の 15 が大きくなるからである。また反応速度は温度を上げると大きくなる。これは一定以上のエネルギーを持った分子どうしの 15 が大きくなるからである。反応は結合の組み換えが起こるエネルギーの高い状態を経由して進む。この状態を 16 という。反応する分子を 16 にするのに必要な最小のエネルギーを 17 という。

[14~17の解答群]

- ① 高い ② 低い ③ 反応熱 ④ 衝突頻度 ⑤ 結合エネルギー
⑥ 活性化エネルギー ⑦ 活性化状態 ⑧ 安定状態

問2. 次の各問に答えなさい。

(1) 水素 H_2 とヨウ素 I_2 を密閉容器に入れて加熱し一定温度に保つと次の反応式に示すように反応し平衡状態に達する。



平衡状態のとき反応は右向き (\rightarrow) にも左向き (\leftarrow) にも起こっているの
で 18 反応という。右向きの HI が生成する反応 (正反応) の速さ v_1
は速度定数 k_1 を用いて $v_1 =$ 19 と表される。左向きの HI が分解する
反応 (逆反応) の速さ v_2 は速度定数 k_2 を用いて $v_2 =$ 20 と表される。
また速度の差である $v_1 - v_2$ は 21 の反応の速さである。この平衡状態
における平衡定数はモル濃度を用いて $K =$ 22 と表される。またこの
平衡定数は速度定数を用いて $K =$ 23 と表される。

[18, 21の解答群]

- ① 可逆 ② 非可逆 ③ 平衡 ④ 見かけ上
⑤ 右向き ⑥ 左向き

[19, 20 の解答群]

- ① $k_1[\text{H}_2][\text{I}_2]$ ② $k_2[\text{H}_2][\text{I}_2]$ ③ $2k_1[\text{HI}]$ ④ $k_1[\text{HI}]^2$
⑤ $2k_2[\text{HI}]$ ⑥ $k_2[\text{HI}]^2$

[22 の解答群]

- ① $\frac{[\text{HI}]^2}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$ ② $\frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{[\text{HI}]^2}$ ③ $\frac{2[\text{HI}]}{[\text{H}_2][\text{I}_2]}$ ④ $\frac{[\text{H}_2][\text{I}_2]}{2[\text{HI}]}$

[23 の解答群]

- ① $\frac{k_2}{k_1}$ ② $\frac{k_2}{2k_1}$ ③ $\frac{2k_2}{k_1}$ ④ $\frac{k_1}{k_2}$ ⑤ $\frac{k_1}{2k_2}$ ⑥ $\frac{2k_1}{k_2}$

(2) v_1 , v_2 , $v_1 - v_2$ と時間変化の記述で正しい組み合わせを選びなさい。 24

	v_1	v_2	$v_1 - v_2$
①	徐々に減少し一定になる	徐々に減少しゼロになる	徐々に増加し一定になる
②	徐々に減少し一定になる	徐々に増加し一定になる	徐々に減少しゼロになる
③	徐々に減少しゼロになる	徐々に減少し一定になる	徐々に増加し一定になる
④	徐々に減少しゼロになる	徐々に増加し一定になる	徐々に減少し一定になる
⑤	徐々に増加し一定になる	徐々に減少し一定になる	徐々に減少しゼロになる
⑥	徐々に増加し一定になる	徐々に減少しゼロになる	徐々に減少し一定になる

(3) 反応が平衡に達した時間以後の $v_1 - v_2$ はどのようなようになるか答えなさい。

25

[解答群]

- ① $v_1 - v_2 > 0$ ② $v_1 - v_2 = 0$ ③ $v_1 - v_2 < 0$

(4) 容積一定の容器に H_2 4.0 mol と I_2 3.0 mol を入れて加熱し、一定温度に保ったところ平衡状態に達して HI が 5.2 mol 生成した。このときの平衡定数を求めなさい。 26

[解答群]

- ① 0.021 ② 0.054 ③ 19 ④ 48

- (5) HI が生成する反応の速度定数を $2.5 \times 10^{-2} \text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s})$ として, HI が分解する反応の速度定数を求めなさい。 27 $\text{ L}/(\text{mol}\cdot\text{s})$

[解答群]

- ① 5.2×10^{-4} ② 1.3×10^{-3} ③ 0.46 ④ 1.2

3 次の文を読んで、各問の 内に最も適する語句や数値を解答群より選びなさい。

周期表の2族元素には、(ア)、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、バリウム、ラジウムの6元素がある。このうち(ア)と(イ)を除く4元素をアルカリ土類金属という。

(ア)は希少元素で宝石のエメラルドの成分でもある。マグネシウムは岩石や海水中にイオンの形で大量に存在している。カルシウムは石灰岩やセッコウの成分として地表に大量に存在し、生物の骨格を構成する元素としても重要である。ストロンチウムは鮮やかな炎色反応を示すので、花火や発煙筒に利用される。バリウムはカルシウムに似ており、化合物の(ウ)はX線の造影剤に利用される。ラジウムはキュリー夫妻の発見した放射性元素で、 α 線(Heの原子核)を出して原子核が崩壊することで原子番号が2つ小さい放射性元素の希ガスの(エ)に変化する。

問1. (ア)にあてはまる元素の元素記号を選びなさい。

[解答群]

- ① Li ② Be ③ B ④ Br ⑤ Na

問2. (ア)の2価の陽イオンと同じ電子配置のイオンまたは原子を選びなさい。

[解答群]

- ① F⁻ ② O²⁻ ③ Mg²⁺ ④ Ne ⑤ He

問3. (イ)にあてはまる元素の元素記号を選びなさい。

[解答群]

- ① Mg ② Ca ③ Sr ④ Ba ⑤ Ra

問 4. ストロンチウムの炎色反応の色を選びなさい。 31

[解答群]

- ① 青緑 ② 黄 ③ 橙 ④ 赤 ⑤ 黄緑

問 5. バリウムの化合物 (ウ) の化学式を選びなさい。 32

[解答群]

- ① BaCl_2 ② $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ③ BaSO_4 ④ BaCO_3 ⑤ $\text{Ba}(\text{OH})_2$

問 6. 希ガス元素 (エ) の元素記号を選びなさい。 33

[解答群]

- ① Ar ② Kr ③ Xe ④ He ⑤ Rn

問 7. マグネシウムの性質として正しいものを選びなさい。 34

[解答群]

- ① 炎色反応を示す。 ② 冷水と反応する。
③ 硫酸塩は水に溶けない。 ④ 水酸化物の水溶液は弱塩基性である。

問 8. リボン状のマグネシウムをガスバーナーの炎の中に入れたときの変化を選びなさい。 35

[解答群]

- ① 変化はない。 ② 燃焼せずに融解する。
③ 白く明るく輝いて燃焼する。 ④ 炎の色が青緑色になる。

問9. 塩化マグネシウムを主成分とする「にがり」や硫酸カルシウムは、加熱した豆乳に加えて凝固させ豆腐をつくるのに利用される。これは次のどの現象と関係するか選びなさい。 36

[解答群]

- ① コロイドの塩析 ② コロイドの透析 ③ 凝固点降下 ④ 沸点上昇

問10. 石灰岩の主成分である炭酸カルシウムの説明として正しいものを選びなさい。 37

[解答群]

- ① 水で練って放置すると体積が膨張して硬化する。
② 水酸化カルシウムが空気中の二酸化炭素を吸収してできる「しっくい」の壁の成分である。
③ 水に少し溶け、水溶液は強い塩基性を示す。
④ 空気中で潮解し、乾燥剤として用いられる。
⑤ 水酸化ナトリウムとの混合物がソーダ石灰である。

問11. セッコウや焼きセッコウは硫酸カルシウムの水和物である。同じ物質量の硫酸カルシウムに水和しているセッコウ中の水和水 a と焼きセッコウ中の水和水 b の物質量の比 ($a:b$) を選びなさい。 38

[解答群]

- ① 1:2 ② 1:3 ③ 1:4 ④ 2:1 ⑤ 3:1 ⑥ 4:1

問 12. 骨や歯を構成する物質の主成分は水に溶けにくい正塩のリン酸カルシウムである。化学式として正しいものを選びなさい。 39

[解答群]

- ① CaPO_4 ② Ca_2PO_4 ③ Ca_3PO_4 ④ $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$
⑤ $\text{Ca}(\text{PO}_4)_3$ ⑥ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ⑦ $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3$

問 13. 同周期の 1 族元素単体と比較した場合、2 族元素単体の性質として正しいものを選びなさい。 40

[解答群]

- ① 密度が小さい。 ② 価電子が少ない。
③ 融点が高く硬い。 ④ 第 1 イオン化エネルギーが小さい。

問 14. アルカリ土類金属の性質でアルカリ金属と異なるものを選びなさい。

41

[解答群]

- ① 炎色反応を示す。
② 炭酸塩や硫酸塩は水に溶けにくい。
③ 水と反応して水素を発生する。
④ 水酸化物の水溶液は強い塩基性を示す。

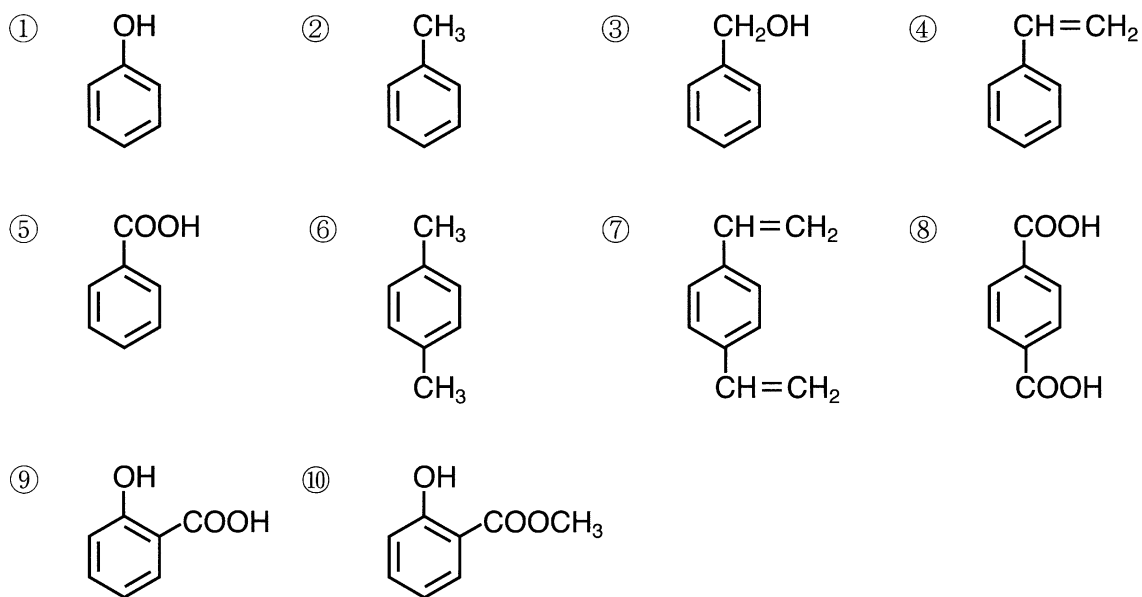
4 次の各問の 内に最も適する語句や数値を解答群から選びなさい。
(繰り返し選んでもよい。)

スチレンと *p*-ジビニルベンゼンを共重合すると、三次元網目状構造をもつ樹脂が得られる。この樹脂中のベンゼン環の水素原子を酸性や塩基性の官能基で置換すると、イオン交換樹脂が得られる。

問1. スチレンと *p*-ジビニルベンゼンの構造式はそれぞれスチレン 42 , *p*-ジビニルベンゼン 43 である。

また、スチレンと *p*-ジビニルベンゼンの共重合は 44 の 45 反応により進行する。

[42, 43 の解答群]



[44, 45 の解答群]

- | | | | |
|----------|--------|--------|----------|
| ① ベンゼン環 | ② ビニル基 | ③ メチル基 | ④ ヒドロキシ基 |
| ⑤ カルボキシ基 | ⑥ 置換 | ⑦ 開環 | ⑧ 縮合 |
| ⑨ 付加 | ⑩ 酸化 | ⑪ 還元 | |

問2. スルホ基 $-\text{SO}_3\text{H}$ などの **46** の基を多くもっているイオン交換樹脂は、水溶液中の **47** と交換することができる。このようなはたらきをする樹脂を **47** 交換樹脂という。スルホ基を持つ **47** 交換樹脂をガラス製カラム（太めのガラス管の先にコックがついたもの）につめ、塩化ナトリウム NaCl 水溶液をカラムの上から流していくと、塩化ナトリウム水溶液中の **48** とイオン交換樹脂の **49** が交換されるので、カラムの下からは **50** の水溶液が流出する。

[46, 47 の解答群]

- ① 酸性 ② 塩基性 ③ 陽イオン ④ 陰イオン

[48, 49 の解答群]

- ① H_2O ② Na^+ ③ Cl^- ④ H^+ ⑤ OH^-

[50 の解答群]

- ① NaOH ② HCl ③ NaCl ④ H_2SO_4 ⑤ Na_2SO_4

問3. 問2. のスルホ基をベンゼン環の水素原子の置換基としてもつイオン交換樹脂をつめたカラムに塩化カルシウム溶液を流通させた後、純水で十分に洗浄した。あつめた流出液と洗浄液中に含まれるイオン交換された物質の物質量を中和滴定により定量する際、最も適当な滴定試薬は **51** である。また、このイオン交換樹脂を使用後に、元の状態に戻す再生操作を行う際に、イオン交換樹脂に流通させる物質として最も適当な試薬は **52** である。

[51, 52 の解答群]

- ① 水 ② 希塩酸 ③ 酢酸 ④ リン酸
⑤ 塩化アンモニウム水溶液 ⑥ 水酸化ナトリウム水溶液
⑦ 塩化ナトリウム水溶液

(化学問題終わり)