

[問題 1] 次の文章を読み、以下の設問 1 ～ 6 中の空欄 ～ にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。

塩化水素 HCl 、酢酸 CH_3COOH 、硫酸 H_2SO_4 などの酸の水溶液は、青色のリトマス紙を (ア) に変えたり、亜鉛 Zn やマグネシウム Mg などの金属と反応して (イ) を発生したりする。

アレニウスは、酸や塩基の水溶液が電気伝導性を示すことから、水溶液中では酸や塩基がイオンとして電離していると考え、水溶液中で (ウ) を生じる物質を酸、水溶液中で (エ) を生じる物質を塩基と定義した。ブレンステッドとローリーは、アレニウスの定義を発展させて、(オ) を与える分子・イオンを酸、(オ) を受け取る分子・イオンを塩基と定義した。

塩化水素と酢酸はともに (カ) の酸に、硫酸は (キ) の酸に分類される。塩酸は HCl 分子がほとんど完全に電離している強酸であり、その電離度 α は、ほぼ (ク) である。一方、酢酸は CH_3COOH 分子の一部が電離している弱酸である。

設問 1. (ア) と (イ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは である。

	(ア)	(イ)
①	赤色	水素
②	赤色	窒素
③	赤色	酸素
④	緑色	水素
⑤	緑色	窒素
⑥	緑色	酸素
⑦	黄色	水素
⑧	黄色	窒素
⑨	黄色	酸素

設問 2. (ウ) ～ (オ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは である。

	(ウ)	(エ)	(オ)
①	水素イオン	水素イオン	水素イオン
②	水素イオン	水素イオン	水酸化物イオン
③	水素イオン	水酸化物イオン	水素イオン
④	水素イオン	水酸化物イオン	水酸化物イオン
⑤	水酸化物イオン	水素イオン	水素イオン
⑥	水酸化物イオン	水素イオン	水酸化物イオン
⑦	水酸化物イオン	水酸化物イオン	水素イオン
⑧	水酸化物イオン	水酸化物イオン	水酸化物イオン

設問 3. (カ) ～ (ク) に入る語句と数値の組み合わせとして、最も適切なのは (3) である。

	(カ)	(キ)	(ク)
①	一価	二価	0.1
②	一価	二価	1
③	一価	二価	10
④	二価	三価	0.1
⑤	二価	三価	1
⑥	二価	三価	10

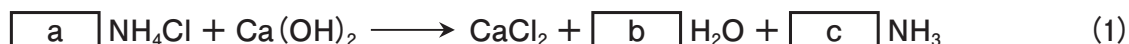
設問 4. $1.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の塩酸の pH は (4) であり、この溶液を 100 倍に希釈した溶液の pH は (5) である。ただし、この塩化水素は完全に電離しているとする。

設問 5. 電離度 0.025 の酢酸 $4.0 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$ の溶液の pH は (6) である。

設問 6. $5.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ の希硫酸の pH は (7) であり、この溶液を 10 倍に希釈した溶液の pH は (8) である。ただし、この希硫酸は完全に電離しているとする。

[問題2] 次の文章を読み、以下の設問1～7中の空欄 (9) ～ (19) にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。

アンモニア NH_3 は、工業的には、四酸化三鉄 Fe_3O_4 などの触媒を用いて、窒素と水素から合成される。この工業的製法を (ア) とよぶ。実験室では、式(1)のように、塩化アンモニウム NH_4Cl などのアンモニウム塩に水酸化カルシウム $\text{Ca}(\text{OH})_2$ のような強塩基を混合し、加熱すればアンモニアが得られる。



アンモニアの $\text{N}-\text{H}$ 結合は、窒素原子と水素原子からそれぞれ1個の (イ) を出し合って生じる共有結合であり、アンモニア分子には (ウ) 本の単結合と (エ) 組の非共有電子対がある。アンモニアの $\text{N}-\text{H}$ 結合の共有電子対は、電気陰性度の大きい (オ) 原子の方に引き寄せられており、(カ) を帯びている。さらに、(a) アンモニア分子は、分子全体としても電荷の偏りをもっており、極性分子である。

アンモニアの窒素原子が、その非共有電子対を H^+ に提供すると、(b) アンモニウムイオン NH_4^+ が生じる。このように、電子対が一方の原子だけから供与されたとみなせる共有結合を (キ) 結合という。さらに、アンモニアの窒素原子が、その非共有電子対を金属イオンと共有すると、(ク) を生じることがある。例えば、銅(Ⅱ)イオンとアンモニアからは、(ク) であるテトラアンミン銅(Ⅱ)イオンが生じ、その水溶液は (ケ) 色である。

設問 1. (ア) に入る語句として、最も適切なのは (9) である。

- | | |
|-------------|--------------|
| ① クメン法 | ② モール法 |
| ③ アンモニアソーダ法 | ④ イオン交換膜法 |
| ⑤ オストワルト法 | ⑥ ハーバー・ボッシュ法 |

設問 2. $\boxed{\text{a}}$ に入る数値は (10), $\boxed{\text{b}}$ に入る数値は (11), $\boxed{\text{c}}$ に入る数値は (12) である。ただし、係数が必要ない場合は、1をマークしなさい。

設問 3. (イ) ～ (エ) に入る語句と数値の組み合わせとして、最も適切なのは (13) である。

	(イ)	(ウ)	(エ)
①	陽子	3	1
②	陽子	3	2
③	陽子	4	1
④	陽子	4	2
⑤	価電子	3	1
⑥	価電子	3	2
⑦	価電子	4	1
⑧	価電子	4	2

設問 4. (オ) と (カ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (14) である。

	(オ)	(カ)
①	窒素	水素原子はわずかに正の電荷，窒素原子はわずかに負の電荷
②	窒素	窒素原子はわずかに正の電荷，水素原子はわずかに負の電荷
③	水素	水素原子はわずかに正の電荷，窒素原子はわずかに負の電荷
④	水素	窒素原子はわずかに正の電荷，水素原子はわずかに負の電荷

設問 5. (キ) ～ (ケ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (15) である。

	(キ)	(ク)	(ケ)
①	イオン	双性イオン	赤褐
②	イオン	双性イオン	深青
③	イオン	錯イオン	赤褐
④	イオン	錯イオン	深青
⑤	配位	双性イオン	赤褐
⑥	配位	双性イオン	深青
⑦	配位	錯イオン	赤褐
⑧	配位	錯イオン	深青

設問 6. 下線部 (a) のアンモニア分子の形として、最も適切なのは (16) ，下線部 (b) のアンモニウムイオンの形として、最も適切なのは (17) である。

- ① 直線形 ② 折れ線形 ③ 正四面体形 ④ 三角錐形

設問 7. 下記の分子のなかで、極性分子に該当するのは (18) と (19) である。

- ① 水 ② 塩素 ③ 二酸化炭素
④ 塩化水素 ⑤ メタン ⑥ 四塩化炭素

[問題3] 次の文章を読み、以下の設問1～5中の空欄 (20) ～ (29) にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、すべての気体は理想気体としてふるまうものとする。気体定数は $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ とし、数値を $a \times 10^n$ の形で指数表記する場合、 a の値は $1 \leq a < 10$ とする。

ボイルの法則によると、温度が一定のとき、一定物質量の気体の体積 V は、圧力 P に（ア）する。同じ温度において、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 6.0 L の体積を占める気体を圧縮して $1.5 \times 10^5 \text{ Pa}$ にすると、体積は（イ） L になる。また、同じ温度において、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で 6.0 L の気体の体積を 8.0 L にすると、圧力は（ウ） Pa になる。

ボイル・シャルルの法則によると、一定物質量の気体の体積 V は、圧力 P に（ア）し、絶対温度 T に（エ）する。この法則に従うと、 27°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ で $3.0 \times 10^{-1} \text{ L}$ の気体は、 127°C 、 $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ では（オ） L になる。

さらに、気体の状態方程式を用いると、気体の分子量を求めることができる。 27°C 、 $8.3 \times 10^4 \text{ Pa}$ において、ある気体 6.0 L の質量は 0.40 g であった。この気体の分子量は（カ）である。

設問 1. （ア）と（エ）に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (20) である。

	（ア）	（エ）
①	比例	比例
②	比例	反比例
③	反比例	比例
④	反比例	反比例

設問 2. （イ）に入る数値は、(21) . (22) である。

設問 3. （ウ）に入る数値は、(23) . (24) $\times 10^{\text{(25)}}$ である。

設問 4. （オ）に入る数値は、(26) . (27) $\times 10^{-\text{(28)}}$ である。

設問 5. （カ）に入る数値は、(29) である。

- | | | | |
|-------|-------|------|------|
| ① 2.0 | ② 4.0 | ③ 16 | ④ 18 |
| ⑤ 20 | ⑥ 32 | ⑦ 38 | ⑧ 40 |

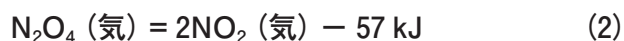
次のページに続く

[問題 4] 次の文章を読み、以下の設問 1 ～ 6 中の空欄 (30) ～ (37) にあてはまる適切な選択肢または数値を、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、数値を $a \times 10^n$ の形で指数表記する場合、 a の値は $1 \leq a < 10$ とする。

無色の気体である四酸化二窒素 N_2O_4 を注射器にとり、密閉した。この注射器を一定温度に保つと、赤褐色の気体である二酸化窒素 NO_2 との間で、式(1)に示す平衡状態に達する。



また、この可逆反応の正反応の熱化学方程式は、式(2)のように表される。



温度を一定に保ったまま、この注射器のピストンを押して、混合気体を圧縮（加圧）すると、瞬間的に体積が減少して NO_2 の濃度が大きくなるため、赤褐色が（ア）。しかし、ただちに平衡は気体分子の総数が（イ）ように移動し、赤褐色が少し（ウ）。逆に、注射器のピストンを引き上げ、混合気体の圧力を減少させると、瞬間的に赤褐色は（エ）が、ただちに平衡は気体分子の総数が（オ）ように移動するため、赤褐色が少し（カ）。また、この密閉な注射器内に、体積を一定に保ったままアルゴン Ar を加えた場合には、式(1)の平衡は（キ）。

体積 10 L の密閉容器に 1.0 mol の N_2O_4 を入れて加温し、一定温度に保った。その結果、25 % の N_2O_4 が減少し、平衡状態に達した。このとき、容器内に存在する NO_2 は（ク）mol であり、平衡定数は（ケ）mol/L である。さらに、この密閉容器を加熱して、混合気体の温度を上げると、式(1)の平衡は（コ）に移動するため、そのときの平衡定数は（ケ）mol/L より（サ）。

設問 1. （ア）～（ウ）に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (30) である。

	（ア）	（イ）	（ウ）
①	薄くなる	減少する	薄くなる
②	薄くなる	減少する	濃くなる
③	薄くなる	増加する	薄くなる
④	薄くなる	増加する	濃くなる
⑤	濃くなる	減少する	薄くなる
⑥	濃くなる	減少する	濃くなる
⑦	濃くなる	増加する	薄くなる
⑧	濃くなる	増加する	濃くなる

設問 2. (エ) ～ (カ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (31) である。

	(エ)	(オ)	(カ)
①	薄くなる	減少する	薄くなる
②	薄くなる	減少する	濃くなる
③	薄くなる	増加する	薄くなる
④	薄くなる	増加する	濃くなる
⑤	濃くなる	減少する	薄くなる
⑥	濃くなる	減少する	濃くなる
⑦	濃くなる	増加する	薄くなる
⑧	濃くなる	増加する	濃くなる

設問 3. (キ) に入る語句として、最も適切なのは (32) である。

- ① 右に移動する ② 移動しない ③ 左に移動する

設問 4. (ク) に入る数値は、(33) . (34) $\times 10^{-\text{(35)}}$ である。

設問 5. (ケ) に入る数値に、最も近いのは (36) である。

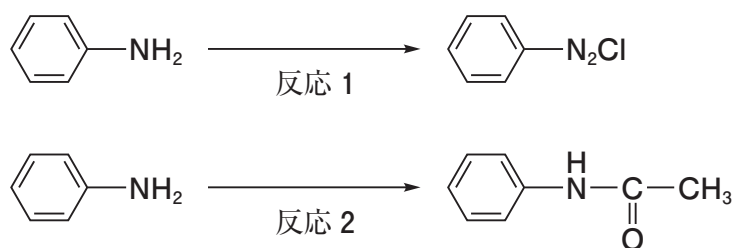
- ① 3.3×10^{-2} ② 2.5×10^{-2} ③ 6.7×10^{-1} ④ 3.3×10^{-1}
 ⑤ 1.2×10^{-1} ⑥ 2.5 ⑦ 12 ⑧ 30

設問 6. (コ) と (サ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (37) である。

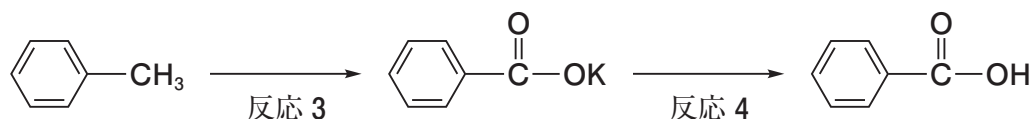
	(コ)	(サ)
①	右	小さくなる
②	右	大きくなる
③	左	小さくなる
④	左	大きくなる

[問題 5] 次の文章を読み、以下の設問 1～7 中の空欄 (38) ～ (47) にあてはまる適切な選択肢を、対応する解答欄にマークしなさい。ただし、原子量は $H = 1.0$, $C = 12$, $O = 16$ とする。

冷却しながら、アニリンに塩酸と（ ア ）を加えると、塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液が得られた [反応 1]。塩化ベンゼンジアゾニウムは低温では安定に存在するが、温度が上がると分解しやすく、塩化ベンゼンジアゾニウムの水溶液を温めると、芳香族化合物 **A** と窒素が生成した。また、アニリンに（ イ ）を反応させると、（ ウ ）結合をもつアセトアニリドが得られた [反応 2]。



トルエンを（ エ ）と反応させると、安息香酸カリウムが生成する [反応 3]。安息香酸カリウムの水溶液を（ オ ）性になると、カルボキシ基をもつ安息香酸が得られる [反応 4]。安息香酸は、（ カ ）と同程度の酸性を示す。



設問 1. （ ア ）～（ ウ ）に入る語句の組み合わせとして、最も適切なのは (38) である。

	（ ア ）	（ イ ）	（ ウ ）
①	硝酸ナトリウム水溶液	無水マレイン酸	アミド
②	硝酸ナトリウム水溶液	無水マレイン酸	エステル
③	硝酸ナトリウム水溶液	無水酢酸	アミド
④	硝酸ナトリウム水溶液	無水酢酸	エステル
⑤	亜硝酸ナトリウム水溶液	無水マレイン酸	アミド
⑥	亜硝酸ナトリウム水溶液	無水マレイン酸	エステル
⑦	亜硝酸ナトリウム水溶液	無水酢酸	アミド
⑧	亜硝酸ナトリウム水溶液	無水酢酸	エステル

設問 2. 芳香族化合物 A は (39) である。

- | | | |
|-----------|-----------|--------|
| ① ニトロベンゼン | ② クロロベンゼン | ③ ベンゼン |
| ④ フェノール | ⑤ ナフタレン | ⑥ アニリン |

設問 3. 反応 1 は (40)，反応 2 は (41) である。

- | | | |
|---------|--------|-------------|
| ① アセチル化 | ② ニトロ化 | ③ 塩素化 |
| ④ 加水分解 | ⑤ ジアゾ化 | ⑥ ジアゾカップリング |

設問 4. (エ) ～ (カ) に入る語句の組み合わせとして、最も適切なものは (42) である。

	(エ)	(オ)	(カ)
①	水酸化カリウム水溶液	酸	酢酸
②	水酸化カリウム水溶液	酸	塩酸
③	水酸化カリウム水溶液	塩基	酢酸
④	水酸化カリウム水溶液	塩基	塩酸
⑤	過マンガン酸カリウム水溶液	酸	酢酸
⑥	過マンガン酸カリウム水溶液	酸	塩酸
⑦	過マンガン酸カリウム水溶液	塩基	酢酸
⑧	過マンガン酸カリウム水溶液	塩基	塩酸

設問 5. 反応 3 は (43)，反応 4 は (44) である。

- | | | |
|---------|----------|--------|
| ① 弱酸の遊離 | ② 弱塩基の遊離 | ③ 脱水 |
| ④ 酸化 | ⑤ エステル化 | ⑥ 加水分解 |

設問 6. 下記の記述のうち、アニリンにあてはまるのは (45)，安息香酸にあてはまるのは (46) である。

- ① 酸化すると、アルデヒドを生じる。
- ② さらし粉水溶液によって呈色する。
- ③ クメン法で合成される。
- ④ 炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、気体を発生して溶解する。
- ⑤ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えると、ヨードホルム反応を示す。

設問 7. 46 g のトルエンが、すべて完全に安息香酸に変換されたとすると、(47) の安息香酸が生じる。

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 41 g | ② 46 g | ③ 51 g | ④ 56 g |
| ⑤ 61 g | ⑥ 66 g | ⑦ 71 g | ⑧ 76 g |