

化学基礎・化学 (その1)

必要ならば、 $H=1.0$, $C=12.0$, $O=16.0$ の原子量、水のイオン積 $[H^+][OH^-]=1.0 \times 10^{-14}$ (mol/L)² を用いよ。

第1問 次の問い(問1, 2)に数字や記号を用いた数式で答えよ。

問1 分子量 W の物質 X [g] を Y [g] の水に溶かした溶液の密度は d [g/cm³] である。この水溶液のモル濃度 [mol/L] を求めよ。

問2 二酸化炭素 CO_2 (気)、水 H_2O (液)、プロパン C_3H_8 (気)の生成熱をそれぞれ X , Y , Z [kJ/mol] としたとき、プロパン C_3H_8 (気)の燃焼熱 [kJ/mol] を求めよ。

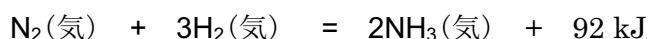
第2問 Cu^{2+} , Fe^{3+} , および Zn^{2+} の3種類の金属イオンの希塩酸溶液がある。これについての次の問い(問1~3)に答えよ。なお、操作法はいずれも1種類の試薬を加えるものとする。

問1 Cu^{2+} のみを沈殿させるにはどうしたらよいか。操作法および沈殿物の化学式を答えよ。

問2 Fe^{3+} のみを沈殿させるにはどうしたらよいか。操作法および沈殿物の化学式を答えよ。

問3 Zn^{2+} のみを溶液に残し、 Cu^{2+} および Fe^{3+} を沈殿させるにはどうしたらよいか。操作法および溶液内での Zn^{2+} イオンの組成について、その化学式を答えよ。

第3問 下の図のなかの曲線 **S** は、ある温度、圧力において窒素と水素を反応させたときの時間経過とアンモニアの生成率の変化を示している。この反応は、次の熱化学方程式で表される。

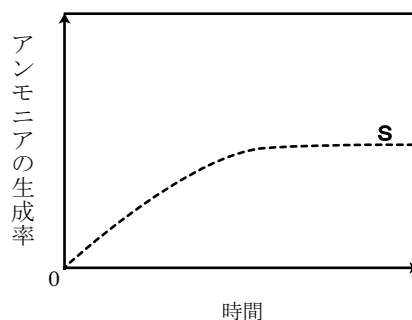


この可逆反応において、次のように反応条件を変えたとき、アンモニアの生成率の時間経過について予想される曲線を**実線**で記入せよ。さらに、その曲線を予想した理由を下記の【理由欄】のなかから1つだけ選び、①, ②, ③・・・の番号で答えよ。

問1 温度を下げる。

問2 圧力を上げる。

問3 触媒を加える。



化学基礎・化学 (その2)

[理由欄]

- ① 反応速度は速くなり、アンモニアの生成率は上がる。
- ② 反応速度は速くなり、アンモニアの生成率は下がる。
- ③ 反応速度は速くなるが、アンモニアの生成率は変わらない。
- ④ 反応速度は遅くなり、アンモニアの生成率は上がる。
- ⑤ 反応速度は遅くなり、アンモニアの生成率は下がる。
- ⑥ 反応速度は遅くなるが、アンモニアの生成率は変わらない。
- ⑦ 反応速度は変わらないが、アンモニアの生成率は上がる。
- ⑧ 反応速度は変わらないが、アンモニアの生成率は下がる。
- ⑨ 反応速度は変わらず、アンモニアの生成率も変わらない。

第4問 [A群]の各項(1)～(5)にあげた2つの物質イ、ロを互いに区別するのに、もっとも適する方法を[B群]の操作①～⑨のなかから選び、その操作によって起こる変化を[C群]の(a)～(i)のなかから選べ。

[A群]

各項	イ	ロ
(1)	フマル酸	マレイン酸
(2)	ジエチルエーテル	酢酸エチル
(3)	含水エタノール	無水エタノール
(4)	シクロヘキサン	ベンゼン
(5)	プロピオン酸	ギ酸

[B群]

- ① 希塩酸を加える
- ② 金属ナトリウムを加える
- ③ アンモニア水と硝酸銀水溶液を加えて温める
- ④ 臭素水を加える
- ⑤ 水酸化ナトリウム水溶液を加えて温める
- ⑥ 硫酸銅(Ⅱ)無水塩を加える
- ⑦ 濃硫酸と濃硝酸との混合物を加えて温める
- ⑧ 加熱する
- ⑨ ヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液を加えて温める

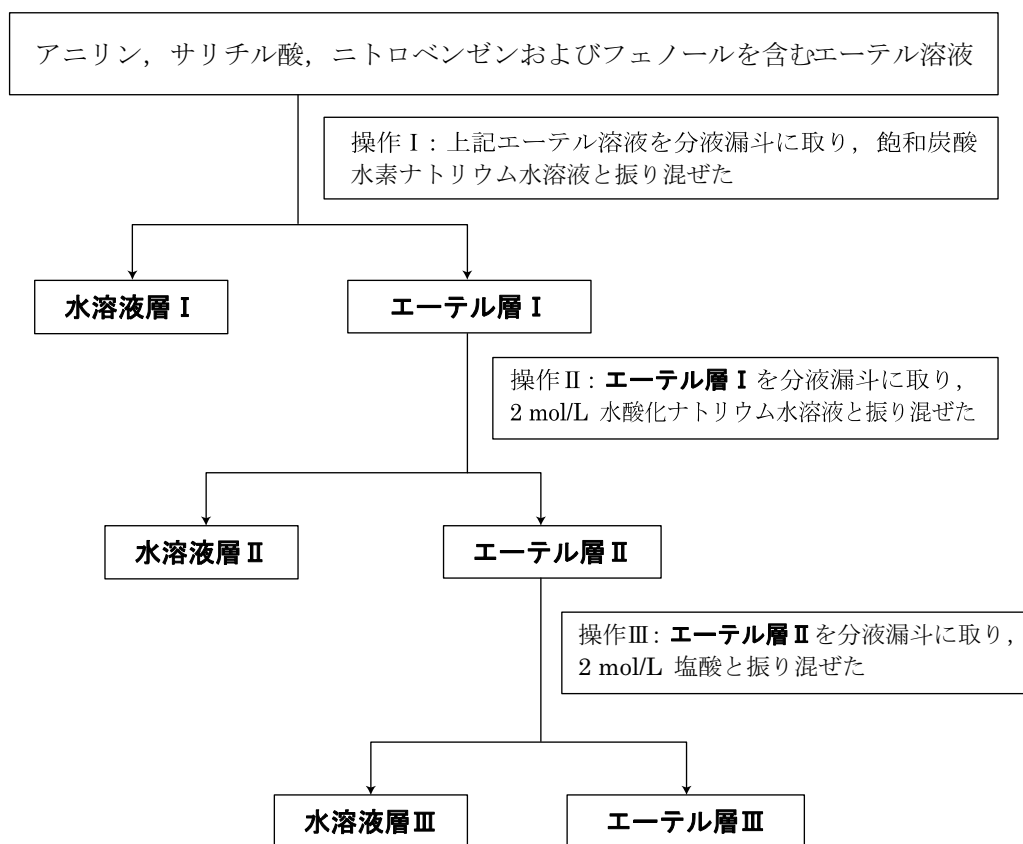
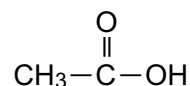
[C群]

- (a) 銀鏡ができる
- (b) 塩を生成して溶ける
- (c) 水素を発生する
- (d) 青色を呈する
- (e) 黄色沈殿を生じる
- (f) 刺激臭をもつ気体を発生する
- (g) ニトロ化合物を生成する
- (h) 容易に酸無水物を生成する
- (i) 反応試薬が脱色する

化学基礎・化学 (その3)

第5問 アニリン、サリチル酸、ニトロベンゼンおよびフェノールの4種類の有機化合物を含むジエチルエーテル(以下エーテル)溶液がある。このエーテル溶液から分液漏斗を用いて、下に図示する操作にしたがって、4種類の有機化合物を分離した。それぞれの化合物は完全に分離できるものとして、以下の問(問1, 2)に答えよ。構造式の書き方は例にならって書け。

構造式の書き方



問1 水溶液層 I および水溶液層 II に溶解している有機化合物の各溶液中での構造式を書け。

問2 以下の①, ②の文章中の a~d の () に適する語句を下記の【語群】から1つ選び、ア, イ, ウ...の記号で答えよ。また、1~3の [] には適当な有機化合物の構造式を書け。

- ① 水溶液層 I に (a) を加え、(b) にすると、白色の (c) が析出した。ろ過してこれを取り出し、無水酢酸と反応させると解熱鎮痛剤として用いられる [1] が得られた。

化学基礎・化学 (その4)

- ② エーテル層Ⅲを蒸留してエーテルを除くと、油状の化合物が残った。この化合物をスズと塩酸で還元すると (d) が得られた。この (d) を希塩酸に溶かし、冷やしながら亜硝酸ナトリウム水溶液を加えると、[2] の水溶液が得られた。この水溶液をフェノールの水酸化ナトリウム水溶液に加えたところ、赤橙色の [3] が得られた。

[語群]

ア アニリン	イ 塩化ナトリウム水溶液	ウ 塩酸
エ サリチル酸	オ 水酸化ナトリウム水溶液	カ 中性
キ 強いアルカリ性	ク 強い酸性	ケ フェノール
コ ベンゼン	サ ニトロベンゼン	

第6問 次の文章を読んで以下の問い(問1～5)に答えよ。構造式は**第5問**の例にならって記せ。

C, H, O からなる有機化合物A～Eを調べたところ、いずれも元素分析の結果は、炭素 64.9%, 水素 13.5%, 酸素 21.6%で、分子量は 74 と測定された。A～Eはいずれも金属ナトリウムと反応して、水素を発生した。B, C, D, Eは硫酸酸性の二クロム酸ナトリウム水溶液で酸化されたが、Aは反応しなかった。B, Cが酸化されて生成した化合物は酸性を示したが、D, Eからの生成物は中性の同一化合物であった。A, B, Cの沸点はそれぞれ 83°C, 117°C, 108°Cであった。D, Eは沸点がともに 99°Cで、不斉炭素原子をもち、濃硫酸と加熱して脱水するとそれぞれシスとトランスの幾何異性体であるアルケンF, Gを生成した。

問1 化合物A～Eの分子式を書け。

問2 化合物A, F, およびGの構造式を記せ。

問3 化合物Cの化合物名を書け。

問4 化合物A～Eの中でヨードホルム反応が陽性となるものをすべて答えよ。

問5 化合物A～Eの中で化合物Bがもっとも沸点が高いのはなぜか。その理由を 25 字以内で答えよ。

化学基礎・化学 (その5)

第7問 次の問い(問1～5)にもっとも適する答えを、それぞれの問いの下にあるもののなかから1つだけ選び、①, ②, ③・・・の番号で答えよ。

問1 実在気体の体積は理想気体から、いくらかずれている。次の条件の実在気体について、その体積が同じ条件での理想気体にもっとも近いのはどれか。

- ① 300K, 1.0×10^5 Pa ② 400K, 1.0×10^5 Pa ③ 300K, 1.0×10^6 Pa
④ 400K, 1.0×10^6 Pa

問2 弱塩基の水溶液を水で100倍にうすめると、その電離度は10倍に増すことが知られている。ここにpH 10.0の弱塩基の水溶液がある。100倍にうすめると、pHはいくらになるか。

- ① 7.0 ② 8.0 ③ 9.0 ④ 10.0 ⑤ 11.0
⑥ 12.0 ⑦ 13.0

問3 炭酸ナトリウム(式量106)と硫酸ナトリウム(式量142)が均一に混ざった固体がある。この0.100gを水に溶かし、メチルオレンジを指示薬として中和滴定を行ったところ、0.100 mol/Lの塩酸を5.70 mL要した。この固体中に占める炭酸ナトリウムの質量の割合[%]はいくらか。なお、炭酸ナトリウム、硫酸ナトリウムはいずれも結晶水を含まないものとする。

- ① 1.5% ② 3.0% ③ 6.0% ④ 15% ⑤ 30% ⑥ 60%

問4 分子の非共有電子対の数について、誤っているものはどれか。

- a 窒素 - 2対 b 過酸化水素 - 4対
c 二酸化炭素 - 6対 d アンモニア - 無し

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd

問5 元素の性質についてのa～dの文章のうち、誤りを含むものはどれか。

- a 第2周期の元素において、原子半径は原子番号とともに増加して、ネオンで最大となる。
b イオン化エネルギーは、あらゆる原子のなかでヘリウムが最大である。
c 電気陰性度は、一般に希ガスを除いて、周期表の左下に位置する元素ほど小さく、右上ほど大きくなり、フッ素が最大である。
d 電子親和力が大きい原子ほど、陰イオンになりやすい。

- ① aのみ ② bのみ ③ cのみ ④ dのみ ⑤ aとb
⑥ aとc ⑦ aとd ⑧ bとc ⑨ bとd ⑩ cとd