

2018年度

N_b 化学 問題

注意

1. 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答用紙はすべてHBの黒鉛筆またはHBの黒のシャープペンシルで記入することになっています。HBの黒鉛筆・消しゴムを忘れた人は監督に申し出てください。(万年筆・ボールペン・サインペンなどを使用してはいけません。)
3. この問題冊子は16ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。なお、問題番号はI～VIIとなっています。
4. 解答用紙にはすでに受験番号が記入されていますので、出席票の受験番号が、あなたの受験票の番号であるかどうかを確認し、出席票の氏名欄に氏名のみを記入してください。なお、出席票は切り離さないでください。
5. 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入し、その他の部分には何も書いてはいけません。
6. 解答用紙を折り曲げたり、破ったり、傷つけたりしないように注意してください。
7. 計算には、この問題冊子の余白部分を使ってください。
8. この問題冊子は持ち帰ってください。

マーク・センス法についての注意

マーク・センス法とは、鉛筆でマークした部分を機械が直接よみとって採点する方法です。

1. マークは、下記の記入例のようにHBの黒鉛筆で枠の中をぬり残さず濃くぬりつぶしてください。
2. 1つのマーク欄には1つしかマークしてはいけません。
3. 訂正する場合は消しゴムでよく消し、消しきずはきれいに取り除いてください。

マーク記入例：

A	1	2	3	4	5
	○	○	●	○	○

 (3と解答する場合)

問題を解くにあたって、必要ならば次の値を用いよ。

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

原子量： $\text{H} = 1.0, \text{C} = 12.0, \text{N} = 14.0, \text{O} = 16.0$

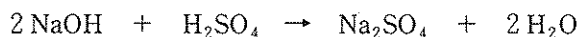
空気の平均分子量： 28.8

I. 次の設問1～7に答えよ。解答は、それぞれに与えられたa～eから1つずつ選び、その記号を解答用紙の所定欄にマークせよ。

- $^{13}_6\text{C}$ に関する次の数のうち、もっとも大きなものはどれか。
 - 原子核に含まれる陽子の数
 - 原子核に含まれる中性子の数
 - K殻に含まれる電子の数
 - L殻に含まれる電子の数
 - 価電子の数
- ハロゲンに関する次の記述のうち、正しくないものはどれか。
 - AgF は水に溶けやすいが、 AgCl 、 AgBr 、 AgI は水に溶けにくい。
 - HCl 、 HBr 、 HI の水溶液は強酸であるが、 HF の水溶液は弱酸である。
 - 酸化力は $\text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$ の順に強くなる。
 - 沸点は $\text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$ の順に高くなる。
 - 分子量は $\text{F}_2 < \text{Cl}_2 < \text{Br}_2 < \text{I}_2$ の順に大きくなる。
- 分子式 $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$ で表されるカルボニル化合物には、何種類の構造異性体が存在するか。
 - 4種類
 - 5種類
 - 6種類
 - 7種類
 - 8種類

4. 熱化学方程式が $\text{N}_2(\text{気}) + 3\text{H}_2(\text{気}) = 2\text{NH}_3(\text{気}) + 92\text{ kJ}$ で表される反応が平衡にあるとき、この平衡を左辺の方向に移動させる操作は次のうちどれか。
- 温度を下げる。
 - 全圧一定で Ar を加える。
 - 反応速度を上げる触媒を加える。
 - 反応速度を下げる触媒を加える。
 - 容積一定で Ar を加える。

5. 0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液 10 mL と 0.10 mol/L の希硫酸 10 mL を混合した水溶液について、硫酸ナトリウムのモル濃度 [mol/L] として、もっとも適当な値はどれか。ただし、混合した水溶液の体積は 20 mL になったものとし、混合で起こる化学変化は次の式の反応のみとする。



- a. 0.025 b. 0.050 c. 0.075 d. 0.10 e. 0.15
6. ある 2 価の酸の、ある温度における水に対する溶解度 (溶媒 100 g に溶けうる溶質の質量 [g] の値) を S とする。この温度におけるこの酸の飽和水溶液 10 g を、0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液で滴定したところ、中和に V [mL] 要した。このとき、この酸の分子量を S と V で表す式として、正しいものはどれか。

- $\frac{200S}{V}$
- $\frac{400S}{V}$
- $\frac{20000S}{(100+S)V}$
- $\frac{40000S}{(100+S)V}$
- $\frac{200(100-S)}{(100+S)V}$

7. 次のイ～ニについて、正しくない記述はいくつあるか。

イ. 分子中にヒドロキシ基をもつカルボン酸である乳酸は、ヒドロキシ酸に分類され、分子内に不斉炭素原子をもつため光学異性体が存在する。

ロ. 油脂に水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、グリセリンと脂肪酸ナトリウムに変化させるとき、油脂 1 mol に対して必要な水酸化ナトリウムの量は 1 mol である。

ハ. テレフタル酸と 1,2-エタンジオールが付加重合したポリエチレンテレフタレートは、ペット (PET) とよばれ、エステル結合をもっている。

ニ. パルミチン酸やステアリン酸のような高級飽和脂肪酸のグリセリンエステルを多く含む油脂は、常温で固体であるものが多い。

- a. 0 個 b. 1 個 c. 2 個 d. 3 個 e. 4 個

Ⅱ. 次の文を読み、下記の設問1～5に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

3種類の結晶A～Cは、アルミニウム、亜鉛、銀、クロム、銅のいずれか1つをそれぞれ含む化合物の結晶であり、次のイ～へに記述する性質を示した。

- イ. 青色結晶Aを加熱して150℃を超えると白色粉末状に変化した。
- ロ. 青色結晶Aの水溶液に水酸化ナトリウム水溶液を加えると青白色沈殿が生じ、そこに過剰のアンモニア水を加えると沈殿が溶解し、深青色溶液となった。
- ハ. 黄色結晶Bの水溶液を酸性にすると赤橙色に変色した。
- ニ. 黄色結晶Bの水溶液を、 Ag^+ を含む水溶液に加えると、赤褐色（暗赤色）沈殿が生じた。
- ホ. 無色結晶Cの水溶液に希塩酸を加えると白色沈殿が生じた。
- ヘ. 無色結晶Cの水溶液に硫化水素を通じると黒色沈殿が生じた。

1. ロにおいて、沈殿が溶解して生じた錯イオンの化学式（イオン式）をしるせ。
2. ハにおいて、赤橙色を呈するイオンの化学式（イオン式）をしるせ。
3. ニにおいて、生じた赤褐色（暗赤色）沈殿の化学式をしるせ。
4. ホにおいて、希塩酸ではなく、水酸化ナトリウム水溶液を加えたときに起こる反応の化学反応式（イオン反応式）をしるせ。
5. ヘにおいて、黒色沈殿が生じる反応の化学反応式（イオン反応式）をしるせ。

Ⅲ. 次の文を読み、下記の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

水素分子 H_2 と塩素分子 Cl_2 の結合エネルギー、水素原子 H の第1イオン化エネルギー、水素原子 H と塩素原子 Cl の電子親和力、および塩化水素分子 HCl の生成熱を、以下の表に示す。

表

水素分子 H_2 の結合エネルギー	436 kJ/mol
塩素分子 Cl_2 の結合エネルギー	243 kJ/mol
水素原子 H の第1イオン化エネルギー	1312 kJ/mol
水素原子 H の電子親和力	73 kJ/mol
塩素原子 Cl の電子親和力	349 kJ/mol
塩化水素分子 HCl の生成熱	92 kJ/mol

1 mol の Cl_2 分子と 2 mol の電子から Cl^- イオンが 2 mol 生成するとき、(イ) kJ のエネルギーが< あ >。また、1 mol の H_2 分子を 1 mol の H^+ イオンと 1 mol の H^- イオンに変えるとき、(ロ) kJ のエネルギーが< い >。反応 $\text{H}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{HCl}$ が進行し、1 mol の HCl 分子が生成するとき、(ハ) kJ のエネルギーが< う >。

1. H^+ イオン 1 mol と電子 2 mol から、 H^- イオン 1 mol を生成する反応の反応熱をしるせ。

2. 文中の空所(イ)～(ハ)それぞれにあてはまる正の整数値をしるせ。

3. 文中の空所<あ>～<う>それぞれにあてはまるもっとも適当な語句を、それぞれ対応する次の a・b から 1 つずつ選び、その記号をマークせよ。

<あ> a. 必要とされる b. 放出される

<い> a. 必要とされる b. 放出される

<う> a. 必要とされる b. 放出される

IV. 次の設問1～3に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

1. pH = 5 の塩酸を水で 1000 倍に希釈して得られた溶液の pH としてもっとも近い値を、次の a～e から 1 つ選び、その記号をマークせよ。

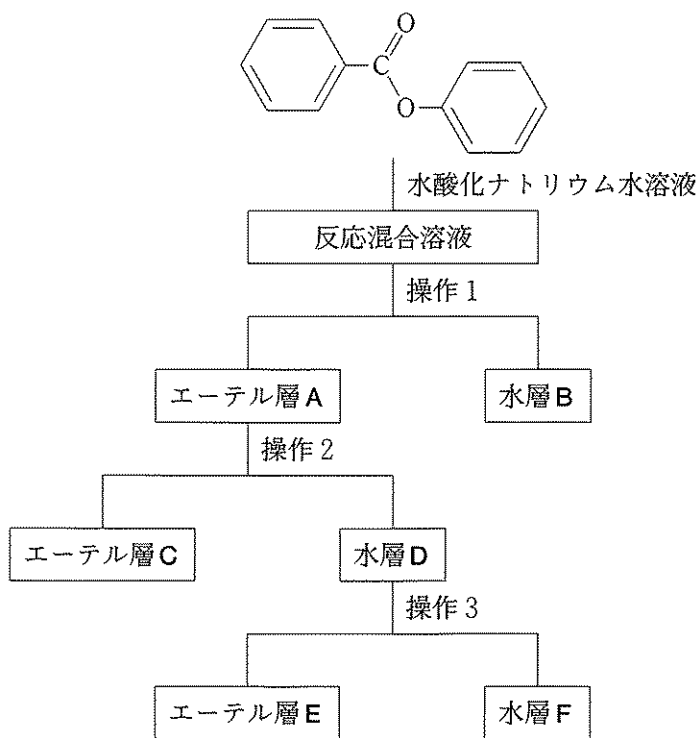
a. 5 b. 6 c. 7 d. 8 e. 9

2. 0.27 mol/L の酢酸水溶液の電離度と水素イオン濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字 2 桁でそれぞれしるせ。ただし、酢酸の電離定数 K_a は 2.7×10^{-5} mol/L とする。また、酢酸の電離度は 1 に比べて十分に小さいものとする。

3. 0.27 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液の水素イオン濃度 [mol/L] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。ただし、酢酸の電離定数 K_a は 2.7×10^{-5} mol/L、水のイオン積 K_w は 1.0×10^{-14} (mol/L)² とする。また、酢酸イオンの加水分解はごくわずかであるものとする。

V. エステルの加水分解実験に関する次の文を読み、下記の設問1～4に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

下に示すエステルを 1.98 g とり、水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱し、十分に加水分解した。加水分解によって得られた反応混合溶液に、図に示した操作1～3を行い、加水分解生成物として2つの芳香族化合物XとYに分離した。操作1と操作3では、必要量の塩酸を加えた後、適量のエーテルを加え、分液漏斗でよく振って静置した後、エーテル層と水層に分離した。エーテル層Cからは化合物Xが得られた。



図

1. 操作2では、試薬Zの水溶液を必要量加え、分液漏斗でよく振って静置した後、エーテル層Cと水層Dに分離した。試薬Zとしてもっとも適当なものを、次のa～eから1つ選び、その記号をマークせよ。

- a. 塩化ナトリウム b. 塩化水素 c. 水酸化ナトリウム
 d. 炭酸水素ナトリウム e. メタノール

2. 化合物Yが得られる層を，次のa～cから1つ選び，その記号をマークせよ。

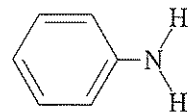
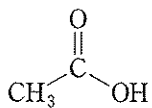
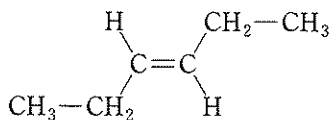
a. 水層B

b. エーテル層E

c. 水層F

3. 化合物X・Yの構造式をそれぞれしるせ。ただし，構造式は例にならしてしるせ。

(例)



4. この分離操作の後に適切な処理を行い，純粋な化合物Yが0.610 g得られた。このYの質量は理論的に得られる量の何%にあたるか，その値を有効数字2桁でしるせ。

VI. 次の文を読み、下記の設問 1～3 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

容積 1.00×10^2 mL の容器があり、これはほぼ密閉容器であるが、小さな穴が開いていてそれを通じて内部の圧力は外部の圧力と等しくなる。これを用いて、気圧 1.00×10^5 Pa、温度 30°C の空气中で次の実験を行った。

この容器に、充分な量の分子量未知の物質 A (30°C で液体) を入れ、容器の温度を上げて 127°C で一定に保った。これにより、物質 A はすべて蒸発し、容器内の空気はすべて追い出され、容器内は物質 A の蒸気で満たされた¹⁾。その後、容器およびその内部を冷却して 30°C に戻した。このとき、冷却前に比べて内部を含めた容器全体の質量は増加した²⁾。別途、物質 A の 30°C における蒸気圧を測定すると、 1.00×10^4 Pa であった。

この実験において、容器を 127°C から 30°C に冷却するとき、およびその後 30°C に保つ間、物質 A は容器の外へ出ていかないものとする。また、温度による容器の容積変化は無視できるものとし、容器の容積に対して凝縮した物質 A の液体の体積は非常に小さく無視できるものとする。

1. 文中の下線部 1) の状態において、物質 A の蒸気の質量は 0.138 g であった。物質 A の分子量を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。
2. 文中の下線部 2) における質量増加の原因を、50 字以内でしるせ。
3. 文中の下線部 2) において増加した質量 [g] を求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。

VII. 芳香族化合物について、次の設問 1～3 に答えよ。解答は解答用紙の所定欄にしるせ。

1. 芳香族化合物は、付加反応を起こしにくく、置換反応を起こしやすい。ベンゼンの一置換体はその置換基により、2 回めの置換反応の起こりやすい位置が決まっており、トルエンをニトロ化すると、おもに (イ) 置換体が生じ、ニトロベンゼンのニトロ化ではおもに (ロ) 置換体が生じる。ベンゼンの水素原子 3 個を臭素原子で置換した異性体は (ハ) 種類考えられる。このとき、次の問 i・ii に答えよ。

i. 文中の空所(イ)・(ロ)それぞれにあてはまる語句の組み合わせとしてもっとも適当なものを、次の a～d から 1 つ選び、その記号をしるせ。

a. (イ) オルトおよびパラ (ロ) オルトおよびパラ

b. (イ) オルトおよびパラ (ロ) メタ

c. (イ) メタ (ロ) オルトおよびパラ

d. (イ) メタ (ロ) メタ

ii. 文中の空所(ハ)にあてはまる数字をしるせ。

2. フェノールのニトロ化反応により四置換芳香族化合物である、2,4,6-トリニトロフェノールの合成反応を計画した。この反応が、理論的に得られる量の 60 % の生成物を与えるとき、2,4,6-トリニトロフェノールを 1.38 g 得るには、フェノールを何 g 用いればよいか求め、その値を有効数字 2 桁でしるせ。

3. 食品に香りを付与するフレーバーとして、化学的に合成された香料Aがある。Aは三置換芳香族化合物であり、その分子式は $C_9H_{10}O_3$ である。Aのベンゼン環の3つの置換基をそれぞれX, Y, Zとする。次に示すAの情報イ～ホに基づいて、置換基X, Y, Zおよび香料Aの構造式をそれぞれしるせ。ただし、置換基・構造式は例にならってしるせ。

イ. 置換基Zのオルト位は置換基XおよびYではない。

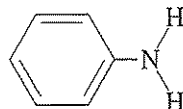
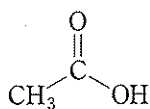
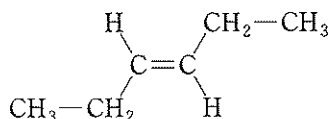
ロ. 置換基Xを水素原子に置き換えた分子では塩化鉄(Ⅲ)水溶液で呈色しないが、置換基Zを水素原子に置き換えた分子では、紫色を呈する。

ハ. 置換基Yを水素原子に置き換えた分子を酸化して得られる化合物はサリチル酸の構造異性体である。

ニ. 置換基Yを水素原子に置き換えた分子のベンゼン環の水素原子1つを塩素原子で置換した化合物は二種類存在する。

ホ. Aには、 $-OCH_2CH_3$ 置換基が存在する。

(構造式の例)



(置換基の例)



【以下余白】

