

不適切な出題とその対応について

該当する問題：問題冊子 1 ページ 〔注意〕 及び 4 ページ 第 2 問 問 4

＜該当する問題＞

〔注意〕

1. 計算に必要な場合は次の数値を用いなさい。

原子量： H=1.0 C=12 O=16 Na=23 Cl=35.5

気体定数 R : $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 水のイオン積 : $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

第 2 問 [1]

問 4 ある温度で、 0.50 mol/L のアンモニア水の電離定数 K_b は $3.2 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ であった。電離度 α が 1 より十分小さいとみなせるとして、この温度におけるこのアンモニア水の水素イオン濃度 $[\text{mol/L}]$ を有効数字 2 桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

※〔注意〕の水のイオン積の値が、第 2 問 問 4 の「ある温度」で成り立っているかどうか明記されていないため、厳密には水素イオン濃度を求めることができないと判断されます。問 4 の「ある温度」で〔注意〕の水のイオン積の値が成り立つことを明記するのが適切でした。

令和6年度

長崎県立大学 一般選抜（後期日程）入学試験

化 学 基 礎 ・ 化 学

(90 分)

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。
2. この問題冊子の最終ページは、8ページです。
試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
3. 解答用紙は、4枚あります。
監督者の指示に従って、解答用紙すべてに受験番号と氏名を正しく記入してください。
4. 解答は、問題ごとに、解答用紙の所定の欄に記入してください。
5. 問題冊子には白紙のページがありますので、下書き用紙として利用してください。
6. 問題冊子は持ち帰ってください。

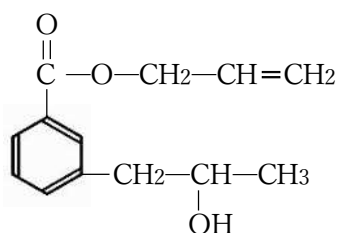
〔注意〕

1. 計算に必要な場合は次の数値を用いなさい。

原子量： H=1.0 C=12 O=16 Na=23 Cl=35.5

気体定数 R : $8.3 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 水のイオン積 : $K_w = 1.0 \times 10^{-14} \text{ mol}^2/\text{L}^2$

2. 構造式の記入例



第1問 次の〔1〕、〔2〕に答えなさい。

〔1〕 問1、問2に答えなさい。

問1 次の文中の空欄(ア)～(オ)に適する語句等を答えなさい。

酸・塩基については、古くは水溶液中に水素イオンを生じる物質が酸、水酸化物イオンを生じる物質が塩基であると考えられてきたが、この考えでは酸や塩基を説明するのに困難なときがあった。20世紀に入りブレンステッドらによって、酸は水素イオンを他に(ア)物質であり、塩基は水素イオンを他から(イ)物質であるという考えが提唱された。この考えにより、アンモニアと塩化水素から塩化アンモニウムの白煙が生じる反応において、アンモニアが塩基であることが説明できるようになった。ここで生じる塩化アンモニウムの白煙は固体・液体・気体の三態のなかの(ウ)であり、電気的に正の電荷を帯びたアンモニウムイオンと負の電荷を帯びた塩化物イオンがイオン結合してできている。また、アンモニウムイオンはアンモニア分子と水素イオンが結合してできている。この結合はアンモニア分子中の窒素原子の(エ)を水素イオンと共有することによってできる結合で、特に(オ)結合という。いったん結合してしまうと共有結合と(オ)結合を区別することはできない。

問2 次に示す(1)～(4)の記述について、それぞれの下線を引いた部分が正しい場合には○印を、誤っている場合には正しい語句や記述等を解答欄に答えなさい。

- (1) 二酸化硫黄が酸化剤としてはたらくとき、二酸化硫黄の硫黄原子の酸化数は増加する。
- (2) 硝酸銀水溶液に銅線を浸すと、徐々に銅線の周りに銀が析出し溶液は青色になる。
- (3) 塩基性にした塩化鉄(III)水溶液に硫化水素を通じると、水酸化鉄(III)の黒色沈殿が生じる。
- (4) 銅と亜鉛の合金である青銅は美しく加工しやすいため楽器や硬貨などに使用されている。

[2] 濃度に関する次の文を読み、問3、問4に答えなさい。

溶液中に溶けている溶質の割合を表す濃度に、質量パーセント濃度〔%〕、モル濃度〔mol/L〕、質量モル濃度〔mol/kg〕がある。質量パーセント濃度は溶液の質量に対する溶質の質量を百分率で表したものである。また、モル濃度は溶液1 L中に溶けている溶質の物質量を、質量モル濃度は溶媒1 kg中に溶けている溶質の物質量をそれぞれ表している。

問3 分子量 M の不揮発性の非電解質物質 x [g] を W [g] の水に完全に溶かした水溶液の密度は d [g/cm³] であった。この水溶液のモル濃度〔mol/L〕を表す文字式を、 M 、 x 、 W 、 d を用いて答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

問4 質量パーセント濃度 10.0 %の水酸化ナトリウム水溶液 100g を質量パーセント濃度 7.3 %の塩酸でちょうど中和したときにできる塩化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度〔%〕を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

第2問 次の[1]、[2]に答えなさい。

- [1] 二酸化窒素と四酸化二窒素の化学平衡およびアンモニアの電離平衡に関するそれぞれの文を読み、問1から問4に答えなさい。

二酸化窒素は赤褐色の有毒な気体で、実験室では銅と濃硝酸を反応させると得られる。常温で密閉容器に二酸化窒素を入れると、その一部は無色の気体の四酸化二窒素に変化し、さらに十分な時間が経過すると、二酸化窒素と四酸化二窒素は下の①式の平衡状態に達する。このことについて、問1、問2に答えなさい。ただし、①式の正反応は発熱反応とする。



- 問1 文中の下線部「銅と濃硝酸」から二酸化窒素が得られる反応を化学反応式で答えなさい。

- 問2 温度 T [K] において、ピストン付きの内容積可変の透明な密閉容器内で二酸化窒素と四酸化二窒素が①式の平衡状態にあるとき、容器内の混合気体の色は赤褐色に観察された。このとき、(1)、(2)の操作を行うと容器内の混合気体の色はそれぞれどのように観察されるか。最も適するものを(ア)～(オ)より1つずつ選び、その符号を答えなさい。ただし、透明な密閉容器を側面から観察するものとする。

- (1)密閉容器内の圧力を一定に保ったまま、容器内の温度を上げた。
(2)密閉容器内の温度を一定に保ったまま、ピストンを押して容器の内容積を減らした。

- (ア)最初から赤褐色が濃くなった。
(イ)最初赤褐色が薄くなったが、やがて色が少し濃くなった。
(ウ)変化しなかった。
(エ)最初赤褐色が濃くなったが、やがて色が少し薄くなった。
(オ)最初から赤褐色が薄くなった。

アンモニアが水に溶けたアンモニア水中では下の②式の電離平衡が成り立っている。



水溶液中の NH_3 、 NH_4^+ 、 OH^- のモル濃度〔mol/L〕をそれぞれ $[\text{NH}_3]$ 、 $[\text{NH}_4^+]$ 、 $[\text{OH}^-]$ で表すと、②式の電離平衡の電離定数 K_b は次の式で表される。

$$K_b = \frac{[\text{NH}_4^+][\text{OH}^-]}{[\text{NH}_3]}$$

ここで、アンモニア水の濃度を C 〔mol/L〕、アンモニアの電離度を α とすると、電離平衡の状態にあるときの電離定数 K_b は C と α を用いて【 I 】と表される。

さらに、電離度 α が 1 より十分小さいとみなせる場合には、水溶液中の水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ は C と K_b を用いて【 II 】と表すことができる。

このことについて、問 3、問 4 に答えなさい。

問 3 文中の空欄【 I 】および【 II 】に適する文字式を答えなさい。

問 4 ある温度で、0.50 mol/L のアンモニア水の電離定数 K_b は 3.2×10^{-5} mol/L であった。電離度 α が 1 より十分小さいとみなせるとして、この温度におけるこのアンモニア水の水素イオン濃度〔mol/L〕を有効数字 2 桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

[2] 点火装置がついた内容積 20L の密閉容器にエタン(C_2H_6)0.10mol と酸素 0.55mol を入れ、点火してエタンを完全に燃焼させた。完全燃焼後、密閉容器内の温度を 57°C に保ったところ、容器内には液体の水が観察された。このことについて、問 5、問 6 に答えなさい。ただし、気体はすべて理想気体として扱い、密閉容器内に存在する液体の水への気体の溶解、および点火装置や液体の水の体積は無視できるものとする。

問 5 完全燃焼後、密閉容器内に存在する酸素の物質量〔mol〕を答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

問 6 完全燃焼後、 57°C における密閉容器内の全圧〔Pa〕を有効数字 2 桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。ただし、 57°C における水の飽和蒸気圧を 1.8×10^4 Pa とする。

第3問 酸化還元に関する〔実験Ⅰ〕、〔実験Ⅱ〕について、問1から問4に答えなさい。

〔実験Ⅰ：過マンガン酸カリウム水溶液の濃度を求める実験〕

操作1：シュウ酸二水和物(COOH)₂・2H₂Oの結晶(①)gを正確にはかり取り、ビーカーに入れ純水を加えて溶かしたのち、すべてガラス器具の(②)に移した。
さらに、(②)の標線まで純水を加え 2.00×10^{-2} mol/L のシュウ酸の標準溶液 100 mL を調製した。

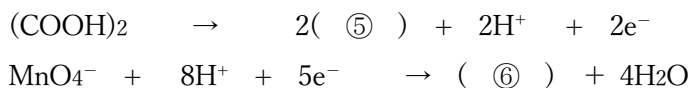
操作2：操作1で調製したシュウ酸の標準溶液 10.0mL をガラス器具の(③)ではかり取り、コニカルビーカーに入れたのち希硫酸溶液を加えて酸性にした。

操作3：濃度不明の過マンガン酸カリウム水溶液をガラス器具の(④)に入れ滴定の準備をした。

操作4：操作2で準備したコニカルビーカーの溶液を約 70℃に温めながら、(④)から少しずつ過マンガン酸カリウム水溶液を滴下し振り混ぜた。

操作5：過マンガン酸カリウム水溶液をちょうど 20.0 mL 加えたところが滴定の終点であった。

この酸化還元滴定において、シュウ酸と過マンガン酸イオンは次のようにはたらく。



問1 文中の空欄(①)～(⑥)に適する数字、器具名、化学式およびイオン式を答えなさい。ただし、(①)は有効数字3桁で答えなさい。

問2 文中の下線部「滴定の終点」として最も適するものを(ア)～(エ)より選び、その符号を答えなさい。

- (ア)指示薬としてフェノールフタレインを入れ、水溶液の色が淡桃色になったとき。
- (イ)指示薬としてフェノールフタレインを入れ、水溶液の色が消えるようになったとき。
- (ウ)振り混ぜても滴下した過マンガン酸カリウム水溶液の色が残るようになったとき。
- (エ)振り混ぜると滴下した過マンガン酸カリウム水溶液の色が消えるようになったとき。

問3 〔実験Ⅰ〕の酸化還元滴定に使用した過マンガン酸カリウム水溶液のモル濃度〔mol/L〕を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

〔実験Ⅱ：有機化合物を含む試料水の酸化還元実験〕

操作(1)：適切な前処理を施した有機化合物を含む試料水 100 mL に、希硫酸を加え酸性にした。次に、 5.00×10^{-3} mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液 10.0 mL を加え、すぐに沸騰水中で十分加熱して試料水中の有機化合物を完全に酸化した。

操作(2)：加熱終了後、沸騰水から取り出し、十分量のシュウ酸を加え未反応の過マンガン酸カリウムをすべて反応させた。

操作(3)：操作(2)の溶液を約 70°C に温めながら、 5.00×10^{-3} mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を用いて溶液中に残っているシュウ酸を滴定したところ、終点までに 3.60 mL を要した。

操作(4)：別に純水 100 mL をはかり取り、操作(1)～(3)をすべて同じ条件・同じ操作(操作(2)で加えるシュウ酸の量も同じ)で滴定実験を行ったところ、操作(3)で終点までに加えた過マンガン酸カリウム水溶液の体積は 0.40 mL であった。

※操作(4)は試薬や溶媒中に含まれる不純物などによる誤差を補正するための空試験で、その補正は試料水の実験結果から空試験の結果を差し引くことで行われる。

問4 試料水 100 mL 中に含まれる有機化合物を酸化するのに要した過マンガン酸カリウムの物質
量〔mol〕を有効数字2桁で答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

第4問 次の[1]、[2]に答えなさい。

[1] 有機化合物に関する次の文を読み、問1から問5に答えなさい。

炭素、水素、酸素からなる芳香物化合物A、B、Cは同じ分子式をもつベンゼンの二置換体である。また、互いにベンゼン環に結合する官能基は同じでその結合する位置だけが異なる。実験結果から、化合物Aの元素組成は質量パーセントで炭素57.8%、水素3.6%で、その分子量は166であることがわかった。

化合物Aと(a)二価アルコールDからは(b)ポリエチレンテレフタレート(PET)が得られることが知られている。

また、化合物Bを加熱すると分子内脱水が起き化合物Eが生成する。化合物Eは触媒を用いてナフタレンを高温で酸化しても得られる。一方、化合物Aと化合物Cは加熱しても容易に脱水されなかった。

問1 化合物Aの分子式を答えなさい。解答欄には計算過程も記すこと。

問2 文中の下線部(a)「二価アルコールD」の物質名を答えなさい。

問3 文中の下線部(b)「ポリエチレンテレフタレート(PET)」についての記述として正しいものを(ア)～(オ)より1つ選び、その符号を答えなさい。

- (ア)付加重合によって合成される熱硬化性樹脂である。
- (イ)吸湿性に優れ、綿に似た感触をもつ合成樹脂である。
- (ウ)縮合重合によって合成されるポリエステル系繊維である。
- (エ)レーヨンの誘導体であり、再生繊維に分類される。
- (オ)繊維などの材料に使用される有用な天然高分子化合物である。

問4 化合物Aおよび化合物Eの構造式をそれぞれ答えなさい。

問5 化合物Cの水素原子の1個をメチル基($-\text{CH}_3$)1個と入れ換えたときにできる異性体の数を答えなさい。

[2] 油脂に関する次の文を読み、問6から問8に答えなさい。

油脂はグリセリンのもつ3つの-OHに脂肪酸がエステル結合した化合物である。構成する脂肪酸に高級飽和脂肪酸を多く含む場合、油脂は常温で固体となる。一方、低級飽和脂肪酸や不飽和結合を多くもつ高級脂肪酸を多く含む場合には、常温で液体となり脂肪油とよばれる。この脂肪油に触媒を用いて水素を付加させると常温で固体の油脂になる。こうしてできた固体の油脂を(①)という。

油脂を水酸化ナトリウムでけん化すると、高級脂肪酸のナトリウム塩、いわゆるセッケンが得られる。セッケンは水溶液中で疎水性の炭化水素基の部分を中心に多数集まり、球状などのコロイド粒子として存在する。これをセッケンの(②)という。セッケン水に油を入れて振り混ぜると、セッケンの疎水性の部分が油を取り囲み水中に分散する。これを(③)作用といい、これらの作用をもつのでセッケンには洗浄作用がある。

セッケンの水溶液は弱(④)性を示す。また、セッケンはカルシウムイオンやマグネシウムイオンを多く含む硬水中では泡立ちが悪くなる。

問6 文中の空欄(①)～(④)に適する語句等を答えなさい。

問7 文中の下線部「カルシウムイオンやマグネシウムイオンを多く含む硬水中では泡立ちが悪くなる」の理由を簡潔に説明しなさい。

問8 ある油脂1molを完全に加水分解したところ、グリセリン($C_3H_8O_3$ 分子量92)とステアリン酸($C_{18}H_{36}O_2$ 分子量284)およびリノール酸($C_{18}H_{32}O_2$ 分子量280)が物質質量比1:1:2で得られた。この油脂に関する次の(1)、(2)に答えなさい。

(1)この油脂の平均分子量を整数で答えなさい。

(2)この油脂1molに付加できる水素の最大の物質質量〔mol〕を答えなさい。