

滋賀医科大学

平成 26 年度

医学科一般入試(前期日程)問題

理 科

物 理	1 ページ～ 6 ページ
化 学	7 ページ～12ページ
生 物	13ページ～22ページ

(注 意)

1. 問題冊子は試験開始の合図があるまで開かないこと。
2. 問題冊子は表紙のほか 22 ページである。
3. 試験中に問題冊子及び解答用紙の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 問題は物理、化学、生物のうち 2 科目を選択し、選択した科目の解答用紙のすべてに受験番号及び氏名をはっきり記入すること。
5. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に明瞭に記入すること。
6. 解答に関係のないことを書いた答案は、無効にすることがある。
7. 選択しない科目の解答用紙は、試験開始 120 分後に監督者が回収するので、大きく×印をして机の左側に置くこと。
8. 本学受験票を机の右上に出しておくこと。
9. 試験時間は 150 分である。
10. 問題冊子は持ち帰ってもよいが、解答用紙は持ち帰らないこと。

化学 (3 問題)

I 次の文章を読み、問 1 ～ 4 に答えよ。(配点 31)

水溶液中における酸 HA の電離平衡は、(1)式で表される。



(1)式の電離平衡における電離定数を K とし、成分のモル濃度を $[\text{A}^-]$ のように表すと、 K は (2)式で表される。

$$K = \boxed{\text{①}} \quad (2)$$

平衡状態における成分 A^- の割合 f を

$$f = \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}] + [\text{A}^-]}$$

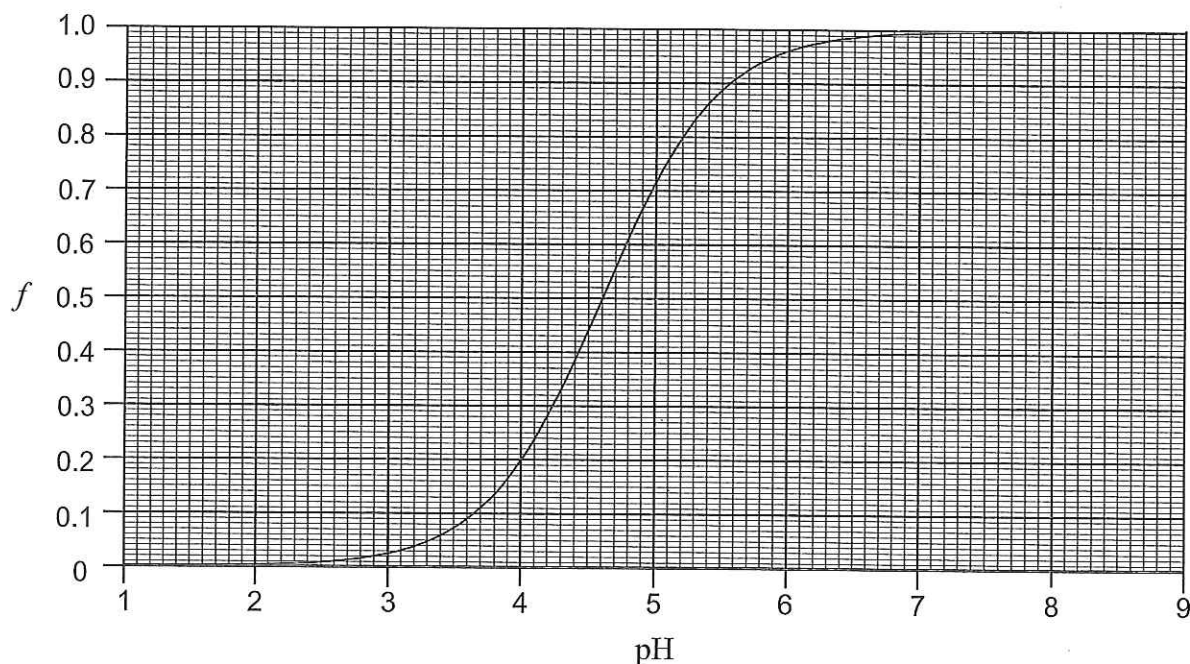
と定義すると、 f は、 K 、 $[\text{H}^+]$ を用いて、(3)式のように表せる。

$$f = \frac{1}{1 + \boxed{\text{②}}} \quad (3)$$

ここで、 $f = 0.5$ のときには、 $[\text{H}^+] = \boxed{\text{③}}$ となる。

問 1 文中の $\boxed{\phantom{\text{①}}}$ に、適切な式あるいは記号を入れよ。

問 2 酢酸水溶液に酸や塩基を加えて pH を変えても、酢酸の電離定数 K は温度が変わらなければ一定である。25℃における pH と f の関係は下図のようになる。次の(a)～(d)に答えよ。



- (a) 0.10 mol/L の酢酸水溶液と 0.10 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液を 1 : 1 の体積比で混合してできる水溶液の f の値はいくらか。また、この混合水溶液の pH を図から小数第 2 位まで読みとれ。ただし、混合水溶液中では、酢酸はほとんど電離せず、酢酸ナトリウムはすべて電離しているものとする。
- (b) (a) の混合水溶液に、塩化物イオン濃度が 0.010 mol/L になるように濃塩酸を加えた。濃塩酸を加える前と加えた後とで、混合水溶液の pH はどれだけ減少あるいは増加したか。図を用いて、有効数字 2 桁で答えよ。ただし、濃塩酸を加えたことによる混合水溶液の体積変化は無視できるものとする。
- (c) 0.10 mol/L の酢酸水溶液と 0.10 mol/L の酢酸ナトリウム水溶液を混合して、pH 4.00 の水溶液をつくった。この水溶液に、塩化物イオン濃度が 0.010 mol/L になるように濃塩酸を加えたとき、pH はどれだけ減少あるいは増加したか。図を用いて、有効数字 2 桁で答えよ。
- (d) (b) および (c) の結果をふまえ、図から、pH 変化に対する緩衝作用の強さと f との関係についてどのようなことがいえるか。

問 3 (1) 式のように電離し、成分 HA と A^- が異なる色を示す化合物には、pH 指示薬として使えるものがある。いま、電離定数がそれぞれ 1.0×10^{-4} mol/L および 1.0×10^{-8} mol/L である 2 つの化合物 P と Q がある。酢酸水溶液を水酸化ナトリウム水溶液中で中和滴定する場合、指示薬として P と Q のどちらを使用するのがよいか。 f を考慮して、選んだ理由を述べよ。

問 4 水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムの混合水溶液をつくり、次の実験(A)、(B)を行った。

- (A) 混合水溶液 V mL をフェノールフタレイン(変色域：pH 8.0~9.8)を指示薬として、 c mol/L の硫酸で滴定したところ、 a mL を要した。
- (B) (A) の指示薬をメチルオレンジ(変色域：pH 3.1~4.4)に代えて、同様に滴定したところ、 b mL を要した。

(A) では、水酸化ナトリウムの中和反応と、次の反応が起こっている。



混合水溶液中の NaOH のモル濃度を、 V 、 c 、 a 、 b で答えよ。

Ⅱ 次の文章を読み、問 1 ～ 7 に答えよ。(配点 35)

塩化ナトリウムに濃硫酸を加え、加熱すると気体 X が発生する。この気体は水によく溶け、水溶液は酸性を示す。鉄に、この酸性の水溶液を加えると、淡緑色の水溶液が得られる。この淡緑色の水溶液に気体 Y を通じると、水溶液は黄褐色に変色する。

問 1 気体 X が発生する反応を、化学反応式で示せ。

問 2 気体 X を水に通じて得た水溶液 100 mL の pH を、25 °C で測定したところ 6.70 であった。この水溶液中に溶けている気体 X の物質量はいくらか。この場合、溶けている気体 X の量は非常に少ないと考えられるので、水が電離して生じる水素イオンの濃度を考慮する必要がある。ただし、25 °C における水のイオン積は $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ であり、 $10^{0.30} = 2.0$ とする。

問 3 室温で、気体 X を塩化カリウム飽和水溶液に通じると、どのような変化が起こるか。理由とともに述べよ。

問 4 気体 Y は、酸化マンガン(IV)に気体 X の水溶液を加えて加熱すると得られる。この反応を化学反応式で示せ。また、乾燥した気体 Y を得るための実験方法を、捕集法まで含めて、そのようにする理由とともに書け。ただし、気体 Y を発生させる部分については書かなくてよい。

問 5 硫酸酸性のヨウ化カリウム水溶液に過酸化水素の水溶液を加える。この反応において、下線の反応における気体 Y の働きと同じ働きをする化合物は何か。化学式で書け。

問 6 下線の反応で得られた黄褐色の水溶液を沸騰水中に加えると、赤褐色のコロイド溶液が得られた。これを精製して得られるコロイド溶液について、次の a, b に答えよ。

a このコロイド溶液を 3 本の試験管 A, B, C に同量ずつとり、試験管 A には 0.1 mol/L 塩化カリウム水溶液、試験管 B には 0.05 mol/L 塩化カルシウム水溶液、試験管 C には 0.05 mol/L 硫酸カリウム水溶液の少量を同量ずつ加えた。試験管 A と B には変化が認められなかったが、試験管 C では濁りが生じた。この実験結果からどのようなことがわかるか。理由とともに述べよ。

b a の試験管 C の実験で、あらかじめデンプン水溶液を加えておいてから硫酸カリウム水溶液を加えると、どうなるか。理由とともに述べよ。

問 7 雨の中にスチール缶を放置しておくとしびてしまう。しびを防ぐには、金属から酸素と水を遮断することが必要である。鉄のしびに関する実験 a ～ c で得られた各々の結果について考察せよ。

a 【実験】 水が入ったビーカーによく磨いた鉄の丸棒を立てて、室温で、しびる様子を観察する。

【結果】 しびは水面付近によく観察された。

b 【実験】 温度が異なる水が同量入ったビーカーをいくつか用意し、それらの中によく磨いた鉄の丸棒を浸漬し、しびる様子を観察する。

【結果】 ある温度までは、しびの進行速度は増大したが、その温度を超えると、逆に減少した。

c 【実験】 濃度が異なるスクロース水溶液が同量入ったビーカーをいくつか用意し、それらの中によく磨いた鉄の丸棒を浸漬し、室温で、しびる様子を観察する。

【結果】 濃度が低いほど、よくしびた。

Ⅲ 次の文章を読み、問 1～7 に答えよ。(配点 34)

窒素や硫黄は、化合物によっていろいろな酸化数をとる。たとえば、窒素や硫黄の酸化数が負である化合物には、分子量の最も小さい ① や ② がある。また、酸化数が正である化合物には、③ の原因となる大気汚染物質もある。

窒素や硫黄を含む有機化合物は、染料や洗剤にも用いられている。アゾ染料にはアニリンから誘導されるものがあり、アニリンはベンゼンから以下の 2 つの反応を経て合成できる。まず、ベンゼンに濃硫酸と ④ の混合物を作用させ、⑤ を得る。これにスズと ⑥ を加えて反応させたのち、⑦ の水溶液を加えてアニリンを取り出す。アニリンより得られる塩化ベンゼンジアゾニウムは、ナトリウムフェノキシドと反応し、橙赤色の化合物を与える。

一方、多くの合成洗剤には、アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム(以下、LAS と略す)が含まれており、LAS の水溶液は { ⑧ ア 酸性、イ 中性、ウ 塩基性 } を示す。

問 1 文中の 〇 に、化合物名あるいは適切な語句を入れよ。

問 2 下線 1 について、次の(1)～(3)に答えよ。

- (1) この反応で窒素の酸化数は、いくら減少あるいは増加したか。
- (2) この反応を化学反応式で示せ。ただし、この反応に使われたスズは、すべて酸化数 + 4 の化合物になったとする。
- (3) この反応のおおよその終了は視覚的に判別できる。どのように判別できるか。

問 3 下線 2 で、アニリンが取り出せる理由を述べよ。

問 4 下線 3 の反応を、化学反応式ではなく、文章により説明せよ。ただし、文章には、置換という語と、反応物および生成物の構造式は必ず含めること。無機化合物については言及しなくてよい。

問 5 合成洗剤とセッケンとの硬水中における洗浄力には違いがある。その理由を述べよ。

問 6 下線 4 の { ⑧ } から適切なものを選び、その記号を答えよ。また、選んだ理由を述べよ。

問 7 LAS のベンゼン環には、1 個の硫黄原子のほか、炭素原子が 1 個結合しており、その炭素原子には、水素原子 1 個と枝分かれないアルキル基 2 個が結合している。次の(1)~(3)に答えよ。

- (1) いま、ある 1 種類の LAS を水に溶かし、質量パーセント濃度が 3.5 % の水溶液をつくった。この水溶液中のナトリウムの質量パーセント濃度は 0.23 % であった。この LAS の全炭素数を求めよ。Na および S の原子量は、それぞれ 23, 32 である。
- (2) (1)の LAS として可能性のある異性体はいくつあるか。その根拠も示せ。
- (3) (2)の異性体のうちの 1 つの構造式を書け。