

平成21年度 兵庫医科大学 一般入学試験

理科（物理，化学，生物）問題

（物理，化学，生物より2科目選択）

（120分・200点）

受験番号	※
------	---

【注意】

1. この冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
2. 試験開始の合図の後、上の※印の枠内に受験番号をはっきりと記入しなさい。
3. この冊子には、物理，化学，生物の順に、それぞれの「問題用紙」がとじられている。
問題の脱落や印刷の汚れに気づいたときは、直ちに監督者に申し出なさい。
4. 問題用紙をこの冊子からはずしてはならない。
5. この冊子とは別に「答案用紙」が用意されている。解答は、すべて答案用紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 問題用紙および答案用紙は持ち帰ってはならない。

科目		物理（桃色）	化学（青色）	生物（黄色）
問題用紙	枚数	2	2	4
	ページ	物1～物4	化1～化4	生1～生7

化 学

必要ならば、原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $O = 16.0$, $Cu = 63.5$ として計算せよ。

[問 1] ① ~ ⑩ の各項目に関する物質の順位を (例) にならって、記号 (a, b, c) で記せ。ただし、物質が項目内容と関係が浅い、あるいは無い場合は 3 位とすること。

項目	物質					
(例) 原子番号が大きい順	a	酸素	b	水素	c	炭素
① 中性子の数が多い順	a	^{36}Cl	b	^{36}S	c	^{40}Ar
② 非共有電子対の数が多い順	a	N_2	b	NH_3	c	NH_4^+
③ イオン半径が大きい順	a	Na^+	b	Mg^{2+}	c	F^-
④ 酸の価数が大きい順	a	シュウ素水	b	シュウ酸	c	シュウ化水素酸
⑤ イオン式中の a, b, c の数値が大きい順	a	$[\text{Cu}(\text{NH}_3)_a]^{2+}$	b	$[\text{Fe}(\text{CN})_b]^{4-}$	c	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_c]^+$
⑥ 酸化の程度が大きい順	a	安息香酸	b	トルエン	c	ベンジルアルコール
⑦ 金属として水と反応しやすい順	a	Pt	b	Zn	c	Ca
⑧ 沸点が高い順	a	エタノール	b	ギ酸	c	ジメチルエーテル
⑨ 気体の平均の速さが大きい順 (同温)	a	水素	b	水蒸気	c	酸素
⑩ ヒトの構成成分として、質量 % の大きい順	a	炭水化物	b	タンパク質	c	水

[問 2] 次の文を読み、(1) ~ (4) の各問いに答えよ。

サリチル酸は官能基として (ア) 基と (イ) 基の両方を持つ芳香族化合物で、室温では (ウ) 色の針状結晶である。(エ) という化合物を含む黄褐色の水溶液とサリチル酸を反応させると水溶液は紫色に変化するが、この反応は (①) 類の検出に用いられる。サリチル酸を少量の濃硫酸の存在下で無水酢酸 (A) と反応させると (ア) 基がアセチル化され、アセチルサリチル酸 (B) が生成する。この化合物はアスピリンとも呼ばれ、市販の解熱鎮痛薬として用いられている。

一方、サリチル酸に (オ) と濃硫酸を作用させると (イ) 基が (②) 化され、サリチル酸メチル (C) が生成する。この化合物は炎症を抑える外用塗布薬として用いられている。サリチル酸メチルに十分量の水酸化ナトリウム水溶液を加えて加熱すると、水を生成する (カ) 反応および (オ) を生成する加水分解反応が起こり、サリチル酸二ナトリウムが生成する。ところで、後者の反応のように (②) 化された化合物をアルカリによって加水分解することを特に (キ) という。

(1) 文中の (ア) ~ (キ) に最も適切な語 (化学式ではない) を記入せよ。

(2) 文中の (①) に最も適切な語を次の内から一つ選び、記号で答えよ。

a. アミン b. アルデヒド c. カルボン酸 d. 炭化水素 e. フェノール

(3) 文中の (②) に最も適切な語を次の内から一つ選び、記号で答えよ。

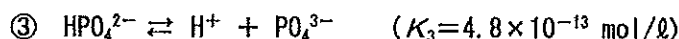
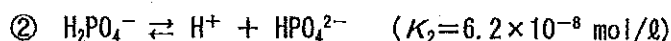
a. エステル b. ジアゾ c. 酸 d. 水酸 e. ニトロ

(4) 文中の下線で示す無水酢酸 (A)、アセチルサリチル酸 (B) およびサリチル酸メチル (C) の化学構造を、示性式を用いて記せ。

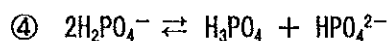
[問 3] リンとその化合物に関する (A) ~ (C) の文を読み, (1) ~ (4) の各問いに答えよ。

(A) リンは元素の周期表では (イ) 族に属している。リンの単体には黄リンや赤リンなどの (ロ) 体が存在するが, 両者は空气中で燃やすと十酸化四リンを生じる。この十酸化四リンを水に溶かし, 煮沸するとリン酸が得られる。リン酸の結晶は空气中に放置すると, 水分を吸収して溶けるが, このような現象を (ハ) という。

(B) リン酸を水に溶かすと ①, ②, ③ のような 3 段階の電離をする。ただし, K_1 , K_2 , K_3 は 25°C における ①, ②, ③ の各電離定数の値である。

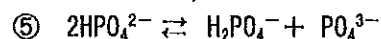


ところで, リン酸二水素ナトリウム (NaH_2PO_4) を水に溶かした際に生じる H_2PO_4^- の濃度は, ①, ② により決まる。すなわち, ①, ② を合わせると次式 ④ を得る。



④ の平衡定数を K_4 とすると, $K_4 = \boxed{\text{a}}$ と表されるが, $\boxed{\text{a}}$ の分母と分子に $[\text{H}^+]$ を掛けると, $K_4 = \boxed{\text{a}} \times \frac{[\text{H}^+]}{[\text{H}^+]} = K_2/K_1$ となる。また, ④ より $[\text{H}_3\text{PO}_4] = [\text{HPO}_4^{2-}]$ であるから, 溶液中の各イオンの濃度比は, $[\text{H}_3\text{PO}_4]/[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{HPO}_4^{2-}]/[\text{H}_2\text{PO}_4^-] \rightleftharpoons \boxed{\text{b}}$ となる。

同様に, リン酸水素二ナトリウム (Na_2HPO_4) を水に溶かした場合に生じる HPO_4^{2-} の濃度は ②, ③ で決まる。したがって, 溶液中では次式 ⑤ の平衡関係が成立している。



以後, NaH_2PO_4 水溶液の場合と同様に考えると, 各イオンの濃度比は $[\text{H}_2\text{PO}_4^-]/[\text{HPO}_4^{2-}] = [\text{PO}_4^{3-}]/[\text{HPO}_4^{2-}] \rightleftharpoons \boxed{\text{b}}$ となる。

(C) 0.020 mol/l の NaH_2PO_4 水溶液 50 ml に 0.020 mol/l の Na_2HPO_4 水溶液 50 ml を加えてかき混ぜると, 混合溶液中の ④ および ⑤ の平衡は (ニ) の原理により左側に移動する。したがって, 溶液中では近似的に $[\text{H}_2\text{PO}_4^-] = [\text{HPO}_4^{2-}] = \boxed{\text{c}}$ mol/l が成立する。また, 溶液中では ② の化学平衡が成立しているので, 混合溶液の水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ は $\boxed{\text{d}}$ mol/l となる。

- (1) (イ) ~ (ニ) に最も適切な語句または数値を記せ。
- (2) (A) の文中の下線部について化学反応式を記せ。
- (3) $\boxed{\text{a}}$ に平衡定数 K_4 を表す式 (成分のモル濃度は $[\text{H}^+]$ のようにかぎかっこを付けて表せ) を記せ。また, $\boxed{\text{b}}$ ~ $\boxed{\text{d}}$ には有効数字 1 桁の数値 (2 桁目を四捨五入) を記せ。
- (4) NaH_2PO_4 の結晶と Na_2HPO_4 の結晶を等物質量ずつ溶解した水溶液は, pH が 7 付近の緩衝液となる。緩衝液となる理由を簡単に説明せよ。

[問 4] (1) ~ (3) の各問いに答えよ。ただし、答えは有効数字 2 桁 (3 桁目を四捨五入) で記せ。

(1) 20°C で $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ の空気が水に接しているとき、水 10.0 l に溶けている酸素の質量 $a \text{ [g]}$ と標準状態における体積 $b \text{ [m\ell]}$ を求めよ。ただし、水 1.0 m\ell 中に 20°C で酸素は標準状態に換算して 0.031 m\ell 溶解する。また、空気は窒素と酸素の体積比が $4 : 1$ の混合物とみなす。

(2) 両極に白金板を用いて、 CuSO_4 水溶液を電気分解した。 1.00 A の電流を流すと、一方の電極に Cu が 0.635 g 析出した。次の ①, ② に答えよ。ただし、ファラデー定数を $9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$ とする。

① 電流を流した時間は何秒か。

② 他方の電極に発生した気体の体積は標準状態で何 m\ell か。

(3) 一酸化炭素とブタン (C_4H_{10}) の混合気体を、十分な量の酸素を用いて完全に酸化したところ、二酸化炭素 0.050 mol と水 0.020 mol が生成した。次の ①, ② に答えよ。

① 反応前の混合気体中のブタンの物質量 $[\text{mol}]$ はいくらか。

② 反応前の混合気体中の一酸化炭素の物質量 $[\text{mol}]$ はいくらか。