

高知大学

平成 24 年度 入学試験問題(前期日程)

理 科

(化 学)

教育学部(学校教育教員養成課程, 生涯教育課程生活環境コース)

理 学 部(理学科・応用理学科)

医 学 部(医学科)

問題冊子 問題…… I ~ VI ページ…… 1 ~ 6

解答用紙…… 6 枚

下書用紙…… 1 枚

教育学部：試験時間は 90 分，配点は表示の 1.25 倍とする。

理 学 部：試験時間は 90 分，配点は表示の 2 倍とする。

医 学 部：試験時間は 120 分(2 科目解答)，配点は表示のとおり。

注 意 事 項

1. 試験開始の合図まで，この問題冊子を開かないこと。
2. 試験中に，問題冊子・解答用紙の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁及び下書用紙の不備等に気付いた場合は，手を挙げて監督者に知らせること。
3. 各解答用紙に受験番号を記入すること。
なお，解答用紙には，必要事項以外は記入しないこと。
4. 解答は，必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。(「白紙」のページには，記入しないこと。)
5. 解答用紙の各ページは，切り離さないこと。
6. 配付された解答用紙は，持ち帰らないこと。
7. 試験終了後，問題冊子，下書用紙は持ち帰ること。
8. 試験終了後，指示があるまでは退室しないこと。

注意：必要であれば、次の値を用いよ。なお、扱う気体はすべて理想気体とする。

原子量は $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$ とする。

気体定数は $R = 8.31 \times 10^3 \text{ L}\cdot\text{Pa}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ とする。

I 元素の周期表および性質に関する下の各問に答えよ。(35点)

問 1 ナトリウム Na の原子番号はいくらか。また、 Na の電子配置を図示せよ。

問 2 Na^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} の各イオンの半径を、小さいものから順に並べよ。

問 3 ハロゲン元素の最外殻の電子数はいくらか。2原子分子からなるハロゲンの単体において、ハロゲン原子同士は何結合によって結合しているか。 Cl_2 , Br_2 , I_2 の酸化力を、弱いものから順に並べよ。

問 4 硫黄 S には斜方硫黄や単斜硫黄などの同素体がある。斜方硫黄中に存在する常温で安定な硫黄分子の分子式を書け。また、その分子構造を図示せよ。

問 5 セシウム Cs の原子番号は 55 である。セシウムと同じ族で、第 5 周期の元素を元素記号で答えよ。放射性同位元素 ^{137}Cs に含まれる中性子の数はいくらか。

問 6 貴金属の一つである金 Au は王水に溶解して、錯イオン $[\text{AuCl}_4]^-$ になる。 Au の酸化数は 0 からいくらか変わったか。錯イオン $[\text{AuCl}_4]^-$ 中の金と塩素の間の結合は、何と呼ばれるか。

Ⅱ 次の文章を読んで、あとの各問に答えよ。(35点)

2族元素のうち、カルシウム Ca, ストロンチウム Sr, (ア), ラジウム Ra の4つは互いによく似た性質を示し, (イ) と総称される。これらの元素は2価のイオンになりやすく, Ca^{2+} は希ガス元素 (ウ) と同じ電子配置を持つ。これらの金属の酸化物は (エ) 酸化物である。例えば, 酸化カルシウムを水と反応させると多量の熱を発生しながら水酸化物を生じる。^(a) この水酸化物は (オ) と呼ばれ, その飽和水溶液は石灰水と呼ばれる。石灰水に二酸化炭素を通じると炭酸カルシウムの白色沈殿を生じる。^(b) さらに二酸化炭素を通じ続けると再び水に溶解する。^(c) この反応も発熱反応として知られている。

問 1 (ア) ~ (オ) に適切な語句・元素記号を入れよ。

問 2 下線部(a)の反応において, 反応熱は 63 kJ/mol である。この反応を熱化学方程式で示せ。

問 3 下線部(b)の反応を化学反応式で示せ。

問 4 下線部(b)の反応の結果, 炭酸カルシウムの沈殿が 20 g 生じた。この時, 反応に使われた二酸化炭素の総モル量を求め, その体積が, $2.0 \times 10^5 \text{ Pa}$, 300 K において何リットルになるか計算せよ。ただし, カルシウムの原子量は $\text{Ca} = 40$ とする。

問 5 下線部(c)は可逆反応である。これを化学反応式で示せ。

問 6 下線部(c)の反応において, 再び炭酸カルシウムを沈殿させるにはどのようにすればよいか。次の選択肢の中から正しいものを一つ選んで番号で答えよ。

- (1) 圧力を高くする (2) 加熱する (3) カルシウムイオン濃度を減らす

Ⅲ 次の文章を読んで、あとの各問に答えよ。(40点)

デンプンを酵素 (ア) で加水分解するとマルトースが得られる。硫酸あるいは酵素 (イ) でマルトース3分子を加水分解すると、(ウ) 分子のグルコースが生じる。

サトウキビに含まれるスクロースを酵素で加水分解するとグルコースと (エ) になる。グルコースと (エ) の混合物は (オ) とよばれ、甘みが強い。グルコースは水溶液中でアルデヒド基を生じる。このような単糖を (カ) という。(エ) は水溶液中でケトンの構造を生じる単糖である。このような単糖を (キ) という。酵母に含まれる酵素チマーゼによって、グルコースはエタノールと二酸化炭素を生じる。

^(a) 母乳や牛乳に含まれる二糖を (ク) といい、希硫酸あるいは酵素 (ケ) で加水分解すると、グルコースと (コ) を生じる。

問 1 (ア) ~ (コ) に適切な語句を入れよ。

問 2 マルトースの分子式を示せ。

問 3 下線部 (a) の変化を化学反応式で記せ。グルコースの分子式は $C_6H_{12}O_6$ である。

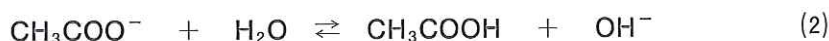
IV 次の文章を読んで、あとの各問に答えよ。(30点)

水溶液中において、弱酸である酢酸 CH_3COOH の一部の分子は電離しているが、残りの大部分は分子のままで溶けており、次のような電離平衡が成立している。



この電離定数は $K_a = 2.0 \times 10^{-5}$ とする。

一方、酢酸ナトリウム CH_3COONa がほぼ完全に電離して生じた酢酸イオン CH_3COO^- の加水分解反応は、



であり、加水分解定数は K_h で表わされる。ここでは $K_h = 5.0 \times 10^{-10}$ とする。

問 1 0.010 mol/L 酢酸の電離度 α を 4.5×10^{-2} とし、水素イオン濃度 $[\text{H}^+]$ 、pH を計算せよ。ただし、 $\log 4.5 = 0.65$ とする。

問 2 0.020 mol/L 酢酸ナトリウム溶液の水酸化物イオン濃度 $[\text{OH}^-]$ を、加水分解定数 $K_h = 5.0 \times 10^{-10}$ を使って計算し、さらに、この溶液の pH の値を求めよ。必要ならば $[\text{OH}^-] = \sqrt{cK_h}$ (c : 溶質のモル濃度) を使え。水のイオン積は $K_w = 1.0 \times 10^{-14}$ とせよ。ただし、 $\sqrt{10} = 3.16$ とし、 $\log 3.2$ および $\log 3.1$ はいずれも 0.50 とせよ。

問 3 酢酸と酢酸ナトリウムを混合して、酢酸 0.010 mol/L、酢酸ナトリウム 0.020 mol/L の混合溶液を調製した。この混合溶液中の酢酸濃度 $[\text{CH}_3\text{COOH}]$ 、酢酸イオン濃度 $[\text{CH}_3\text{COO}^-]$ は、それぞれいくらであるか。下記の「考え方」を参考にせよ。

「考え方」: このように酢酸と、酢酸からできた塩の混合溶液中においては、式(1)の酢酸の電離により生成する H_3O^+ 、式(2)の酢酸イオンの加水分解で生じる OH^- の濃度は、いずれも無視できるほど小さい。

問 4 問 3 の混合溶液の pH を計算すると 5.0 となる。このような弱酸と弱酸からできた塩の混合溶液には、何という作用が働くかを答えよ。

V 次の文章を読んで、あとの各問に答えよ。(30点)

密閉容器に反応物 A_2 と B_2 を入れると、次のような化学反応式にしたがって生成物 AB が生じる。



この反応において、反応物 $A-A$ と $B-B$ の結合が切断され、最終的な生成物 $A-B$ の新しい結合が生じている。したがって、この化学反応の反応熱を知るには、反応物の結合エネルギーの和と生成物の結合エネルギーの和を計算し、その2つの差を求めればよい。

反応物の結合エネルギーの和は大きな値となるが、実際にはこの化学反応はそれより低いエネルギー状態で進行する。それは、これらの反応物は完全に解離するのではなく、図に示すような活性化状態を経由して反応が進行するからである。このとき必要なエネルギーを活性化エネルギーと呼ぶ。

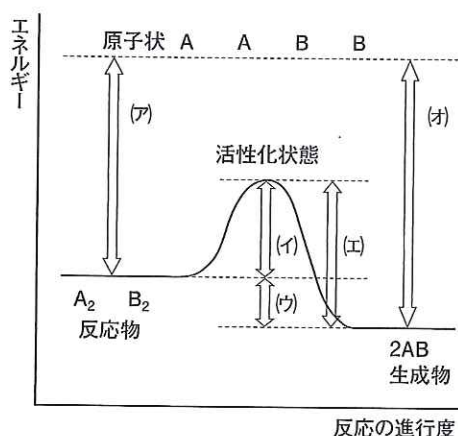


表1 各物質の結合エネルギー

物質	結合エネルギー (kJ/mol)
A-A	435
B-B	240
A-B	430

図1 反応の進行度とエネルギー

問1 下線で示した(a)~(c)は図の中のどの部分に相当するか、記号(ア)~(オ)で示せ。また、表1の結合エネルギーの値を使って、(a)反応熱、(b)反応物の結合エネルギーの和の値をそれぞれ計算せよ。

問2 化学反応に対して触媒を使用すると、反応熱、活性化エネルギー、反応速度はそれぞれどのように変化するか。解答欄にある選択肢を○でかこんで示せ。

問3 一般的に温度が高くなると反応速度が速くなることが知られている。その理由として誤っているものを、次の選択肢の中から一つ選んで番号で答えよ。

- (1) 温度が高くなると、活性化エネルギーを超える粒子が増加するため
- (2) 温度が高くなると、分子の熱運動が激しくなって、衝突回数が増加するため
- (3) 温度が高くなると、活性化エネルギーが高くなるため

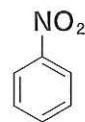
VI 次の文章を読んで、あとの各問に答えよ。(30点)

ベンゼンに (ア) と濃硫酸の混合物を反応させると、ニトロベンゼンが生じる。ニトロベンゼンを (イ) と塩酸で還元すると、アニリンが得られる。アニリンはベンゼン環に直接 (ウ) 基が結合した化合物であり、弱い塩基性を示し、塩酸にはアニリン塩酸塩をつくって溶ける。アニリンに無水酢酸を反応させるとアセトアニリドが生じる。

フェノールは、ベンゼン環に直接 (エ) 基が結合した化合物である。フェノールは水酸化ナトリウム水溶液にナトリウムフェノキシドという塩をつくって溶ける。安息香酸は、ベンゼン環に直接 (オ) 基が結合した化合物である。安息香酸は水酸化ナトリウム水溶液には塩をつくって溶ける。サリチル酸はベンゼン環のオルト位に直接に (カ) 基と (キ) 基が結合している。このため、メタノールでエステル化するとサリチル酸メチルが得られる。

問 1 (ア) ~ (オ) に適切な語句を入れよ。

問 2 右記の例にならって、下線部(a)と(b)の構造式を記せ。



ニトロベンゼン

問 3 アニリン 18.6 g から生じるアセトアニリドの質量は何 g か。

問 4 サリチル酸を無水酢酸でアセチル化すると、アセチルサリチル酸となる。アセチルサリチル酸の分子量を計算せよ。