

高知大学

平成 26 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 $H = 1.0$, $C = 12.0$, $N = 14.0$, $O = 16.0$, $Ar = 40.0$, $K = 39.1$, $Ca = 40.0$,
 $Mn = 54.9$ とし，気体定数は $R = 8.31 \times 10^3 \text{ L}\cdot\text{Pa}/(\text{K}\cdot\text{mol}) = 8.31 \text{ J}/(\text{K}\cdot\text{mol})$ ，アボガ
ドロ定数は $6.0 \times 10^{23}/\text{mol}$ とする。

I 次の文章を読んで，あとの各問いに答えよ。(35点)

問 1 ～ に当てはまる語句または数字を答えよ。

液体の水は冷却すると固体の水となり，加熱すると蒸発して気体の水蒸気となる。このよ
うに物質が見かけの状態を変えることを という。水に少量の水酸化ナトリウムを
加え電気分解すると，水素と酸素が : の体積比で得られる。9.0 g の
水が電気分解されたときには， g の水素と g の酸素ができる。このよ
うに物質が他の化学物質に変わることを という。

問 2 水素が燃えてできた水も，海水の蒸留によって得た水も，成分元素の水素と酸素の質量比
は，常に一定である。この現象を説明できる化学の歴史的法則を答えよ。

問 3 「一定量の気体の体積は，圧力に反比例し，絶対温度に比例する。」この法則の名前を答え
よ。

問 4 ある液体 0.20 g を気化させ，その気体の体積を測定した。その結果，温度 27°C ，圧力
 $9.70 \times 10^4 \text{ Pa}$ で，体積は 30 mL であった。次の (1)，(2) に答えよ。解答は小数点 1 位まで
示せ。

(1) 標準状態における体積はいくらか。

(2) この気体の分子量はいくらか。

問 5 「混合気体の全圧は，各成分気体の分圧の和に等しい。」この法則の名前を答えよ。

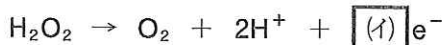
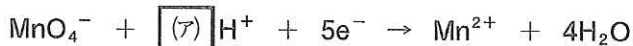
問 6 容積 1.0 L の容器に，酸素 320 mg，アルゴン 400 mg，窒素 280 mg の混合気体が 10°C に
保たれて入っている。次の (1)，(2) に答えよ。解答は有効数字 2 桁で記せ。

(1) 混合気体の全圧を求めよ。

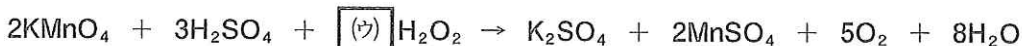
(2) 酸素の分圧を求めよ。

Ⅱ 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。(30点)

問 1 硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液で滴定することにより、オキシドールに含まれる過酸化水素の濃度を求めたい。硫酸酸性の過マンガン酸カリウム水溶液と過酸化水素水の反応は、以下のように表すことができる。



まとめると、



となる。

コニカルビーカーにオキシドール 4.0 mL を $\boxed{\text{エ}}$ を用いて取り、硫酸と混ぜ、硫酸酸性とした。0.050 mol/L の過マンガン酸カリウム水溶液を $\boxed{\text{オ}}$ に満たし、オキシドールが入ったコニカルビーカーに過マンガン酸カリウム水溶液を滴下した。溶液の(赤紫)色が消えなくなったところで、滴下を止めた。滴定には過マンガン酸カリウム水溶液 32.0 mL を要した。

- (1) $\boxed{\text{ア}}$ ~ $\boxed{\text{ウ}}$ の係数を求めよ。
- (2) $\boxed{\text{エ}}$, $\boxed{\text{オ}}$ に入る適切な器具名を答えよ。
- (3) オキシドールの過酸化水素濃度(mol/L)はいくらか。解答は有効数字 2 桁で記せ。

問 2 金属の結晶は、同じ大きさの金属原子が規則正しく並んでいる。次の(1)~(4)に答えよ。

- (1) 多くの金属結晶がとる単位格子の名前を三つ答えよ。
- (2) 図 1 の単位格子を何というか。名前を答えよ。
- (3) 図 1 の単位格子中の金属原子数はいくつか。
- (4) この金属の密度は 9.0 g/cm^3 である。また、この単位格子の体積は $4.7 \times 10^{-23} \text{ cm}^3$ である。この金属の原子量を答えよ。解答は有効数字 2 桁で記せ。

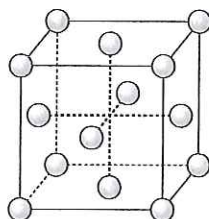


図 1. 金属結晶の単位格子

Ⅲ 次の文章を読んで、あとの各問いに答えよ。(35点)

カルシウムの単体は、塩化カルシウムを融解しその融解液を電気分解することで得ることができ^①る。この電気分解の方法は一般に (ア) と呼ばれる。単体は、空气中で熱すると燃えて、(イ) と窒化カルシウムの混合物となる。(イ) は、水と反応して (ウ) を生じる。(ウ) の飽和水溶液に二酸化炭素を吹き込むと炭酸カルシウムを生成して白濁する。

炭酸カルシウムは、天然には石灰石、珊瑚の骨格^{サンゴ}などとして広く存在する。鍾乳洞は石灰岩が地下水に溶けることで形成される。珊瑚の骨格は海水中に溶存している炭酸水素カルシウムから生成^②されるが、このとき二酸化炭素が海水中に放出される。

問 1 (ア) ~ (ウ) に当てはまる語句を答えよ。

問 2 下線部①について(1), (2)に答えよ。

- (1) 陽極及び陰極での変化をイオン反応式で示せ。
- (2) カルシウム水溶液を電気分解した場合、カルシウム単体は得られない。塩化カルシウム水溶液を白金電極により電気分解したときの陽極及び陰極での変化をイオン反応式で示した上で、カルシウム単体が得られない理由を述べよ。

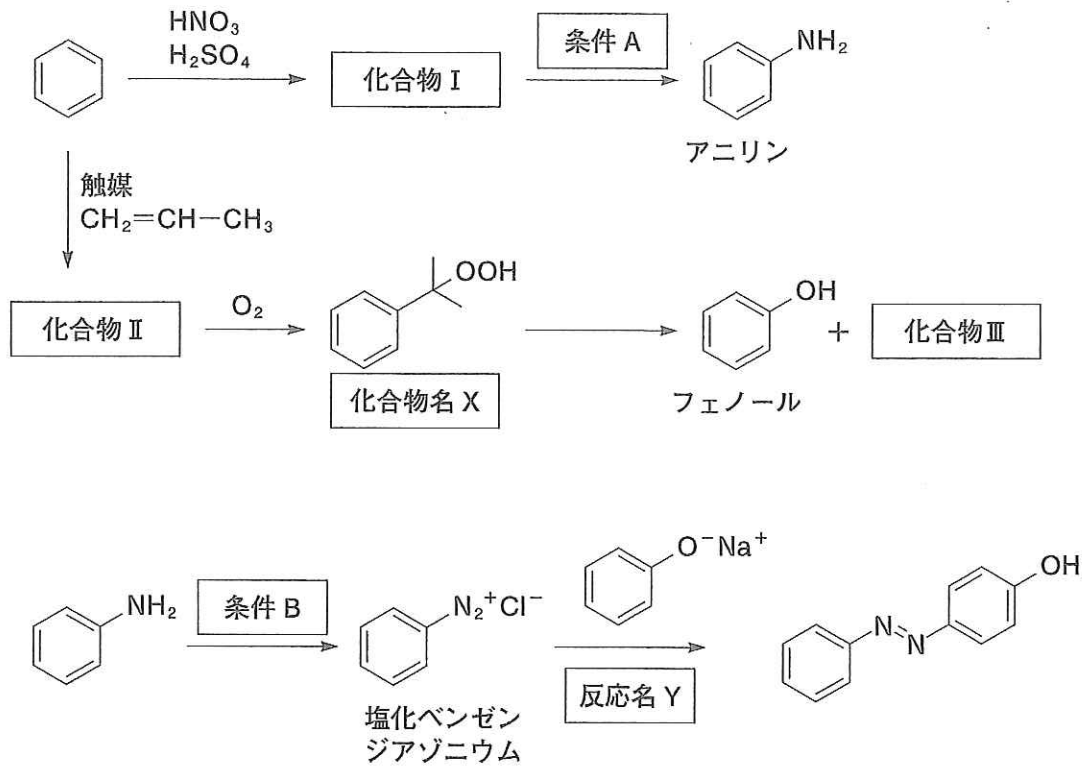
問 3 下線部②の現象における化学反応を化学反応式で示せ。

問 4 海水中の二酸化炭素濃度が上昇した場合、珊瑚の骨格生成にどのような影響があるか考察せよ。

問 5 石灰石中の炭酸カルシウム含有量を調べるため、石灰石 15 g を秤量し 0.50 mol/L の塩酸をそそいだところ、気体が発生しなくなるまでに塩酸を 0.56 L 要した。

- (1) この現象における化学反応を化学反応式で示せ。
- (2) 標準状態で何 L の気体が発生したか計算せよ。
- (3) 石灰石中の炭酸カルシウム含有率を%で示せ。
- (4) 上記実験で希硫酸を用いると気体はほとんど発生しない。この理由を述べよ。

IV 次を示した一連の反応に関するあとの各問いに答えよ。(35点)



問 1 条件 A, B で用いる試薬を答えよ。

問 2 化合物 I ~ III の構造式を描け。

問 3 化合物名 X を答えよ。

問 4 反応名 Y を答えよ。

問 5 アニリンを空気中で放置したとき、見た目にどのような変化が起こるか。また、その理由を簡潔に述べよ。

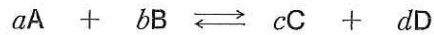
問 6 アニリンとフェノールの混合物がエーテル溶液としてあるとき、分離してアニリンとフェノールをそれぞれ得る方法を説明せよ。

問 7 塩化ベンゼンジアゾニウムは水溶液中、低温では安定に存在するが熱を加えると分解する。この分解反応を化学反応式で示せ。

V

化学平衡，化学反応の速さに関するあとの各問いに答えよ。(35点)

問1 物質 A, B, C, D の平衡反応について，以下の問いに答えよ。



- (1) 可逆反応の平衡定数はどのように表されるか。ただし，平衡時の物質 A, B, C, D の濃度をそれぞれ $[A]_e$, $[B]_e$, $[C]_e$, $[D]_e$ とする。
- (2) 物質 A, B, C, D が気体で反応が発熱である場合，平衡を生成物 C, D が増加する方向に移動させたい。反応温度をどのようにすればよいか。また圧力を下げると生成物 C, D が増える場合の係数 a , b , c , d の関係を説明せよ。
- (3) 反応の係数 a , b , c , d がすべて 1 で，ある温度での平衡定数が 1 ($K = 1$) の可逆反応の場合，1.0 mol の A と 5.0 mol の B を 1.0 L の密閉容器で反応させた。平衡に達したときの生成物 C の mol 数を計算せよ。また，A に対する収率を算出せよ。解答は有効数字 2 桁で記せ。

問2 物質 A, B, C, D の不可逆反応について，以下の問いに答えよ。



- (1) 化学反応の速さは単位時間に変化する物質質量または濃度の変化量で表す。仮に，反応物 A の減少速度を v_a とすると，生成物 C の増加速度はどのような式で表せるか。
- (2) 反応速度式は反応物の濃度で表されるが，化学反応式の係数 a , b を使って一般に表すことができない。理由を説明せよ。
- (3) 次のような実験結果から，反応速度定数を k として生成物 C の生成速度 v_c を表す式を答えよ。
 - 1) A のモル濃度だけを 3 倍にすると，C の生成速度は 9 倍になった。
 - 2) B のモル濃度だけを 2 倍にすると，C の生成速度は 2 倍になった。
- (4) 反応速度は温度を上げると反応が速くなる。理由を説明せよ。

VI 次の文章を読んであとの各問いに答えよ。(30点)

多糖類、タンパク質はそれぞれ、単糖類及びアミノ酸が (ア) 重合した天然高分子化合物である。それぞれ生活の様々な場面で利用されているが、いずれも繊維として古くから利用されている点で共通している。植物繊維である木綿は多糖類である (イ) を主成分としており、(a) には弱く (b) に強い性質をもっている。動物繊維である羊毛はタンパク質でできており (a) に強く (b) に弱い性質をもっている。

タンパク質は約 20 種類の α -アミノ酸を構成成分とし、DNA の遺伝情報に記録されている配列にしたがって生体内で合成される。アミノ酸同士はペプチド結合によってつながっており、アミノ酸 2 分子からなるものをジペプチド、3 分子からなるものをトリペプチド、多数のアミノ酸からなるものをポリペプチドという。

生命活動を維持するための生体内の反応の触媒である (ウ) としての働きもタンパク質の重要な役割である。アミノ酸配列が決まるだけではタンパク質の機能が発現するわけではない。適切な立体構造をもっている必要がある。ペプチド結合の C=O 酸素原子と N-H 水素原子間での相互作用により様々なタンパク質で普遍的に見られる二次構造と呼ばれる特徴的な構造を形成する。さらに二次構造が相互作用することでタンパク質固有の立体構造が決まる。タンパク質の機能はこのような立体構造に依存するため、立体構造が保たれなくなるとそのタンパク質が本来もっている機能を発揮できなくなる。

問 1 (ア) ~ (ウ) に適切な語句を答えよ。

問 2 (a) , (b) には酸あるいは塩基が入る。それぞれどちらが入るか答えよ。

問 3 多糖類の構成分子となる単糖類として代表例を一つ答えると共にその分子式を示せ。

問 4 タンパク質と同様の構造的特徴をもつ合成高分子(合成繊維)の一般名称を答えよ。

問 5 あるトリペプチドを分解したところ 2 種類のアミノ酸が得られた。もとのトリペプチドとして考えられるものは何種類あるか答えよ。

問 6 下線部①の特徴的な構造単位として代表的なものを二つ答えよ。

問 7 下線部②について、本来の立体構造を失う現象のことを何というか答えよ。また、どのような外部要因によってこのような現象が引き起こされるか、例を二つ答えよ。