

高知大学

平成 29 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

理 工 学 部：数学物理学科(理科受験)、生物科学科、化学生命理工学科、
地球環境防災学科

医 学 部：医学科

農林海洋科学部：海洋資源科学科：海底資源環境学コース、海洋生命科学コース

土佐さきがけプログラム：グリーンサイエンス人材育成コース

問題冊子 問題…… **I** ~ **VI** ページ…… 1 ~ 7

解答用紙…… 7 枚(白紙を除く。)

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 工 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 0.75 倍とする。

農林海洋科学部：試験時間は 90 分、配点は表示の 2 倍とする。

土佐さきがけプログラム：試験時間は 90 分、配点は表示のとおりとする。

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. 解答用紙の各ページ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。
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。

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

I 次の各問いに答えよ。(26点)

問 1 ~ に当てはまる適切な語を答えよ。

固体では、原子、分子、イオンが様々な化学結合により結びついて結晶を形成している。イオン結晶では、陽イオン、陰イオンが 力により引き合い結合している。二酸化炭素などの分子は を介して原子どうしが 結合し、さらに 力により分子どうしが結びつくことで分子結晶になる。固体の中でも、構造単位の周期的な繰返しを持たない構造を有するものがあり、それらの状態を という。

化学反応では、反応物と生成物の間に化学的なエネルギー差があるため、反応時に、熱や光、電気などの形でエネルギーの出入りを伴う。光の吸収によって起こる反応を といひ、ルミノール反応などのように光を放出する反応を という。化学反応から電気エネルギーを取り出す電池のうち、充電により再使用ができるものを という。また、特殊な電極に水素と酸素を送り込んで、水が生成するとともに発生するエネルギーを電気に変える電池を一般的に という。ファラデーの電気分解の法則によれば、電気分解において流れた電気量が同じであれば電極の周りで変化するイオンの物質量は、そのイオンの に反比例する。

問 2 塩化アンモニウム NH_4Cl の飽和溶液を $60^\circ C$ で 100 g 調製した。この溶液を $20^\circ C$ まで冷却したとき、再結晶により析出する NH_4Cl は何 g か。計算過程とともに答えよ(有効数字3桁)。ただし、 NH_4Cl は水 100 g に、 $20^\circ C$ で 37.0 g 、 $60^\circ C$ で 55.0 g 溶けるものとする。

問 3 コロイドについて述べた以下の(A)~(E)の文章から、正しいものを2つ選び、記号で答えよ。

- (A) あるコロイド粒子は直流電圧をかけると電気泳動により陽極側に動いた。このため、このコロイドは正に帯電している。
- (B) コロイド粒子は、セロハンのような半透膜は通過できない。
- (C) コロイド粒子を含む溶液が加熱により流動性を失い固まったものをゾルという。
- (D) 親水コロイドに少量の電解質を加えると沈殿が生じる。このことを凝析(凝結)という。
- (E) コロイド溶液にレーザー光を照射すると、散乱により光の道筋が見える。これを、チンダル現象という。

II 濃度が不明な水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムが混ざった水溶液がある。それぞれの濃度を求めるために、以下の実験を行った。各問いに答えよ。(27点)

実験 1

- (1) 正確に調製した 0.0500 mol/L のシュウ酸水溶液をホールピペットで 10 mL はかりとって、コニカルビーカーに入れた。指示薬として を数滴加えた。
- (2) 約 0.1 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れて、コニカルビーカーに入れたシュウ酸水溶液の中和滴定を行った。滴定を数回繰り返し、平均滴下量を求めた結果、 10.23 mL となった。

実験 2

- (1) 市販の濃塩酸を希釈して、約 0.1 mol/L の溶液を調製し、それをホールピペットで 10 mL はかりとって、コニカルビーカーに入れた。指示薬として を数滴加えた。
- (2) 実験1で調製した水酸化ナトリウム水溶液をビュレットに入れて、コニカルビーカーに入れた塩酸の中和滴定を行った。滴定を数回繰り返し、平均滴下量を求めた結果、 10.47 mL となった。

実験 3

- (1) 水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムが混ざった水溶液をホールピペットで 10 mL はかりとって、コニカルビーカーに入れ、指示薬として を数滴加えた。
- (2) 実験2で濃度を決定した塩酸をビュレットに入れて、水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムが混ざった水溶液に滴下した。指示薬 が変色した時点で一旦滴下をやめ、塩酸の滴下量を調べた。
- (3) 滴下量を調べた後、指示薬 をコニカルビーカーに数滴加えて、再び塩酸を滴下し、指示薬 が変色した時点で滴下をやめ、塩酸の滴下量を調べた。

問 1 なぜ、最初から水酸化ナトリウムを正確にはかって、 0.100 mol/L の溶液を調製し、滴定実験を行わないのか、その理由を答えよ。

問 2 実験1の(2)と実験2の(2)の結果から、塩酸の濃度を計算過程とともに答えよ(有効数字3桁)。

問 3 , には、指示薬名が入る。それぞれ適切な指示薬名を答えよ。

問 4 実験3において、 が変色するまでの反応と、 が変色するまでの反応を、それぞれ化学反応式で記せ。

問 5 実験3において、 が変色するまでの塩酸の平均滴下量は 13.36 mL 、その後 が変色するまでの塩酸の平均滴下量は 4.61 mL であった。水酸化ナトリウムと炭酸ナトリウムそれぞれの濃度を計算過程とともに答えよ(有効数字3桁)。

Ⅲ 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(25点)

体積が変化する空の容器の中に、メタン CH_4 とエタン C_2H_6 を入れて混合気体にしたところ、容器内の体積は標準状態で 11.2 L であった。次にこの混合気体を完全燃焼させたところ、36.8 g の酸素が消費された。 CH_4 および C_2H_6 の燃焼熱は、それぞれ 891 kJ/mol, 1561 kJ/mol であり、二酸化炭素(気体)および水(液体)の生成熱は、それぞれ 394 kJ/mol, 286 kJ/mol であるとする。

問 1 CH_4 および C_2H_6 の燃焼を表す熱化学方程式をそれぞれ記せ。

問 2 炭素(固体の黒鉛)および水素(気体)の燃焼を表す熱化学方程式をそれぞれ記せ。

問 3 C_2H_6 の生成熱を、計算過程とともに答えよ。

問 4 燃焼前の混合気体の CH_4 と C_2H_6 の物質量を、計算過程とともに答えよ。

問 5 この混合気体を燃焼したとき発生した熱量を、計算過程とともに答えよ。

IV 硫黄に関する次の文章を読み、各問いに答えよ。(32点)

硫黄は、酸素と同じく周期表の (ア) 族に属する (イ) 元素である。硫黄の単体には、斜方硫黄、単斜硫黄、(ウ) 硫黄があり、それらは (エ) という。

硫化水素は、(オ) に希硫酸を加えると発生する無色の有毒な気体である。硫化水素を、金属イオンを含む水溶液に通じると、水に溶けにくい沈殿が生成する。①

二酸化硫黄は、(カ) に希硫酸を加えると発生する無色の有毒な気体である。二酸化硫黄は水に溶かすと (キ) 性を示す。②

硫酸を工業的に製造するときには、次のように行われている。(ク) を触媒として、二酸化硫黄を空気中の酸素と反応させると、(ケ) が生成する。これを、98～99%の濃硫酸に吸収させて、含まれる水と反応させて製造する。

濃硫酸と塩化ナトリウムを混合して加熱すると、(コ) の気体が発生する。また、濃硫酸と蛍石を混合して加熱すると、(サ) の気体が発生する。濃硫酸を水に溶かすと、希硫酸となる。酸化銅(II)を希硫酸と反応させて溶解させた後、十分な水酸化ナトリウムを加えると、(シ) の沈殿が発生する。この溶液にアンモニア水を加えると、(ジ) の沈殿が溶解する。③④⑤

問 1 (ア) ～ (シ) に当てはまる適切な語、数値あるいは化学式を答えよ。

問 2 下線部①に関して、(a) 銀イオン、(b) 鉛イオン、(c) カドミウムイオン、(d) 亜鉛イオン(塩基性)が含まれるそれぞれの試験管に硫化水素を通じると、それぞれどのような沈殿を生じるか、化学式で答えよ。また、その沈殿の色も答えよ。

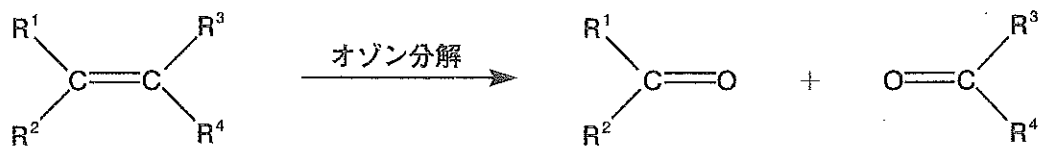
問 3 下線部②～⑤の化学反応式を記せ。

問 4 (サ) の水溶液をガラス製の容器に保存することは不適切である。その理由を説明せよ。

問 5 下線部(A)の操作を安全に行うために、具体的な実験手順を理由とともに記せ。

V 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(30点)

アルケンにオゾンを作用させると、下式に示すオゾン分解とよばれる反応によって、ケトンまたはアルデヒドを得ることができる(R^1, R^2, R^3, R^4 は、アルキル基またはH)。



いずれも分子式が C_6H_{10} であるアルケンA～Cについてオゾン分解をしたところ、アルケンAからは化合物DとEが、アルケンBからは化合物DとFが、アルケンCからは化合物GとHがそれぞれ生成した。化合物D～Hをそれぞれアンモニア性硝酸銀水溶液の入った試験管に加えて加熱したところ、^①化合物D、E、Gを加えた試験管では内壁に銀が析出した。しかし、化合物F、Hを加えた試験管では銀は析出しなかった。また、^②化合物D～Hをそれぞれヨウ素と水酸化ナトリウム水溶液の入った試験管に加えて加熱したところ、化合物D、F、Hを加えた試験管では沈殿が生じた。しかし、化合物E、Gを加えた試験管では沈殿は生じなかった。

問1 下線部①の反応を何というか。

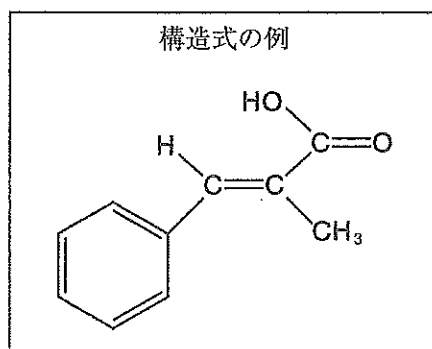
問2 化合物D、E、Gをそれぞれフェーリング液に加えて加熱したところ、いずれも沈殿を生じた。このときの沈殿の色と組成式を答えよ。

問3 下線部②の反応を何というか。またこの反応で生じた沈殿の色と組成式を答えよ。

問4 アルケンAには2種類の構造が考えられる。Aとして考えられる2種類のアルケンについて、下の例にならって構造式を記せ。

問5 アルケンB、Cについて、下の例にならって構造式を記せ。

問6 化合物D～Hについて、下の例にならって構造式を記せ。



VI 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(30点)

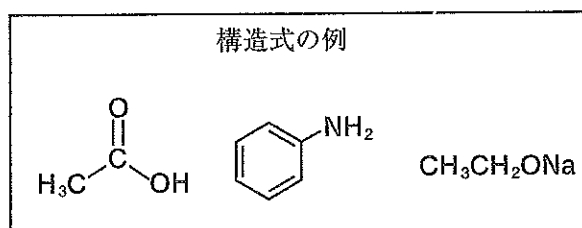
トルエンを過マンガン酸カリウムと反応させると、ベンゼン環に1個のカルボキシ基が結合した が生成する。また、 アルコールを酸化すると を経て が生成する。 のオルト位にヒドロキシ基が結合すると となる。 をメタノールに溶かして、濃硫酸を加えて加熱すると、 と水が生成する。また、 と無水酢酸に濃硫酸を加えて反応させると と酢酸が生成する。

問1 ~ に当てはまる適切な語を答えよ。

問2 下の例にならって、 と の構造式を記せ。

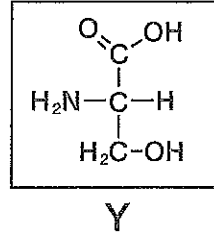
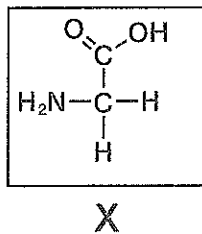
問3 下線部の化学反応式を記せ。

問4 を水酸化ナトリウムで処理すると、二ナトリウム塩が生成する。下の例にならって、生成した二ナトリウム塩の構造式を記せ。



VII 次の文章を読んで、各問いに答えよ。(30点)

アミノ基とカルボキシ基が同一の炭素原子に結合した化合物は α -アミノ酸である。下記に示した α -アミノ酸Xは、炭素原子をもたない。これに対して、 α -アミノ酸Yは炭素原子をもち、一对のが存在する。



α -アミノ酸のアミノ基と、別の α -アミノ酸分子のカルボキシ基との間で脱水縮合すると、アミド結合が生成する。 α -アミノ酸どうしのアミド結合を特にペプチド結合という。 α -アミノ酸が2分子縮合すると、ジペプチドと水1分子が生成する。さらに、もう一つの α -アミノ酸が縮合すると、トリペプチドと水1分子を生成する。

問1 と に当てはまる適切な語を答えよ。

問2 α -アミノ酸XとYの名称を答えよ。

問3 α -アミノ酸Xが、3分子縮合して生成するトリペプチドの構造式を記せ。

問4 Xの構造式を参考にして、酸性水溶液中におけるXのイオン式を記せ。