

前期日程

富山大学

科 目	化 学
--------	-----

医学部・薬学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
2. この問題冊子は、全部で10ページです。解答用紙は5枚、計算用紙は1枚で、問題冊子とは別になっています。試験開始の合図があつてから確認してください。
3. 問題冊子あるいは解答用紙に、文字などの印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁、汚れなどがあつた場合は、手を挙げて監督者に知らせてください。
4. 試験開始後に、すべての解答用紙（5枚）上部の指定欄に志望学部を記入し、受験番号欄（2カ所）に算用数字で受験番号を記入してください。氏名を書いてはいけません。
5. 解答は、解答用紙の所定欄に記入してください。解答用紙の所定欄以外に記入した解答は、採点の対象としません。
6. すべての解答用紙（5枚）を提出してください。
7. 問題は1～4の4問です。すべての問題を解答してください。
8. 問題冊子、計算用紙は持ち帰ってください。

実施年月日
25. 2. 25
富山大学

問題訂正

○2月25日(月)

第2時限 12時30分検査開始

医学部・薬学部 一般入試(前期日程)「化学」

問題冊子 2ページ 1

問3 3行目

〔誤〕 Ar, Ba²⁺, Ca²⁺, Cs⁺, F⁻, H⁺, K⁺, Kr, Li⁺, Mg²⁺, Ne, P⁵⁺

〔正〕 Ar, Ba²⁺, Ca²⁺, Cs⁺, F⁻, H⁺, K⁺, Kr, Li⁺, Mg²⁺, Ne

(選択欄から P⁵⁺ を削除)

問5 3行目

〔誤〕 ～ 塩化バリウムを ～

〔正〕 ～ 塩化バリウム水溶液を ～

問題冊子 3ページ 2

問3 2行目

〔誤〕 これらの工夫によって水素が効率的に製造できる理由を,

〔正〕 それぞれの工夫によって水素が速やかに, 効率的に製造できる理由を,

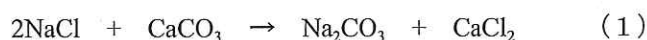
(注意) 必要ならば, 次の原子量を用いよ。

H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.0, Cl = 35.5

1 次の文章 (I), (II) を読んで, それぞれ以下の問いに答えよ。

(I) 塩化ナトリウムは化学工業の原料として重要な化合物であり, 塩素, 塩酸, 水酸化ナトリウム, 硫酸ナトリウム, 炭酸ナトリウムなどの製造原料として利用される。このうち炭酸ナトリウムはガラス製造の原料や医薬品などとして広く用いられる化合物である。

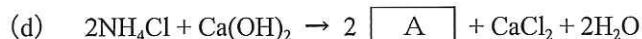
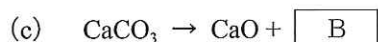
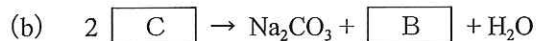
炭酸ナトリウムは, 工業的には次の反応式 (1) で表される (あ) 法によって製造される。



(あ) 法は, 主に5つの反応から成り立っており, このうち, 4つの反応は以下の通りである。すなわち, (a) 塩化ナトリウム飽和水溶液に (A) 及び (B) を反応させ, 中間体である (C) と塩化アンモニウムを得る。続いて (b) 得られた (C) を熱分解し, 炭酸ナトリウムと (B) を得る。ここで, 下線部 (a) で用いる (B) は, (c) 炭酸カルシウムの熱分解及び下線 (b) の反応から得られる生成物を利用する。また, (A) は, (d) 塩化アンモニウムと水酸化カルシウムとの反応により回収し再利用される。この様に, (あ) 法において原料に用いられる化合物は, 塩化ナトリウム, 炭酸カルシウム, (A) 及び水であるが, (A) と水は反応式 (1) に現れない。

問1 本文中 (あ) に当てはまる炭酸ナトリウムの工業的製法の名称を記せ。

問2 (i) 下線部 (a) ~ (d) の反応は, それぞれ以下の反応式で表される。下式の $\boxed{\text{A}}$ ~ $\boxed{\text{C}}$ に最も適した化学式を記せ。なお, 次式の $\boxed{\text{A}}$ ~ $\boxed{\text{C}}$ は, 本文中の化合物 (A) ~ (C) の化学式とそれぞれ同じである。



(ii) 反応式 (1) が成り立つためには, 反応 (a) ~ (d) の他にもう一つの反応が必要である。その反応式を記せ。ただし, 反応式 (a) ~ (d) に現れる化合物を用いて表すこと。

(次のページへ続く)

問3 Na^+ と Cl^- それぞれと同じ電子配置をとるものを以下から3つずつ選び、元素記号あるいはイオン式を記せ。

Ar, Ba^{2+} , Ca^{2+} , Cs^+ , F^- , H^+ , K^+ , Kr, Li^+ , Mg^{2+} , Ne, P^{5+}

問4 アルカリ金属やアルカリ土類金属は元素に特有な炎色反応を示す。ナトリウム及びカルシウムの炎色反応の色を以下からそれぞれ選べ。

赤, 黄, 赤紫, 橙赤, 深赤, 黄緑, 青緑

問5 式(1)の反応によって炭酸ナトリウム 371 kg を製造するために必要な塩化ナトリウムの質量 (kg) を有効数字3桁で求めよ。

(II) (e) 0.0010 mol の炭酸ナトリウムを 10 mL の水に溶解し、塩化バリウムを加えると、白色の沈殿が生成した。 (f) この沈殿に塩酸を滴下したところ、発泡が観察された。ただし、この沈殿は炭酸ナトリウムを含まないものとする。

問6 下線部 (e) の溶液の pH は、主に炭酸イオンが炭酸水素イオンとなる加水分解反応で決まっている。炭酸水素イオンの酸解離定数を $5.6 \times 10^{-11} \text{ mol/L}$ 、水のイオン積を $1.0 \times 10^{-14} (\text{mol/L})^2$ として、この溶液の pH を小数点以下第2位を四捨五入して求めよ。必要ならば $\log_{10} 5.6 = 0.75$ を用いよ。

問7 下線部 (f) の反応式を記せ。

(以下余白)

2 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。必要ならば次の値を用いよ。

ファラデー定数 $F : 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$, 気体定数 $R : 8.31 \times 10^3 \text{ Pa}\cdot\text{L}/(\text{K}\cdot\text{mol})$

燃料電池は、還元剤である水素と酸化剤である酸素との化学反応によって、電気を外部に取り出す装置である。通常の電池では、還元剤や酸化剤が消費されると電気を取り出すことができなくなるが、燃料電池では、燃料である水素と酸素を外部から供給することによって、連続的に電気を取り出せるという利点がある。

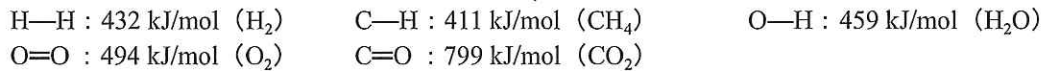
燃料電池で用いる水素は、地球上では天然資源として存在しない。そこで、天然ガスなどの炭化水素を水蒸気と反応させて水素をつくる方法が用いられる。この方法では、メタン1分子と水2分子から、式(1)と式(2)の二段階反応によって、水素4分子と二酸化炭素1分子がつくられる。



したがって、この方法で水素をつくる限り、燃料電池も温室効果ガスを間接的に排出することになる。しかし、天然ガスを燃料とする火力発電よりも、燃料電池は高い発電効率が期待できるという利点がある。

問1 水酸化カリウム水溶液を電解質溶液に用いる燃料電池において、正極と負極で起きる化学反応をそれぞれ電子 (e^-) を含んだ反応式で記せ。

問2 式(1)と式(2)からなる全反応の生成熱を計算し、熱化学方程式を記せ。ただし、反応物・生成物ともに気体とし、各分子における結合エネルギーは以下の値を用いよ。

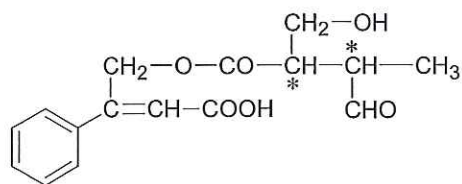


問3 式(1)の反応を利用して水素を製造するとき、(ア) ニッケル触媒上で行う、(イ) 反応生成物から水素を分離する、などの工夫がされている。これらの工夫によって水素が効率的に製造できる理由を、(ア)と(イ)それぞれについて30字以内で説明せよ。

問4 ある燃料電池の起電力が1.0Vであり、この電池をある電気機器につなぐと、2.0Aの電流が流れた。この場合、1.0秒間に消費される水素の標準状態における体積を有効数字2桁で求めよ。計算過程も解答欄に記せ。ただし、消費された全ての水素は、放電に用いられるものとする。

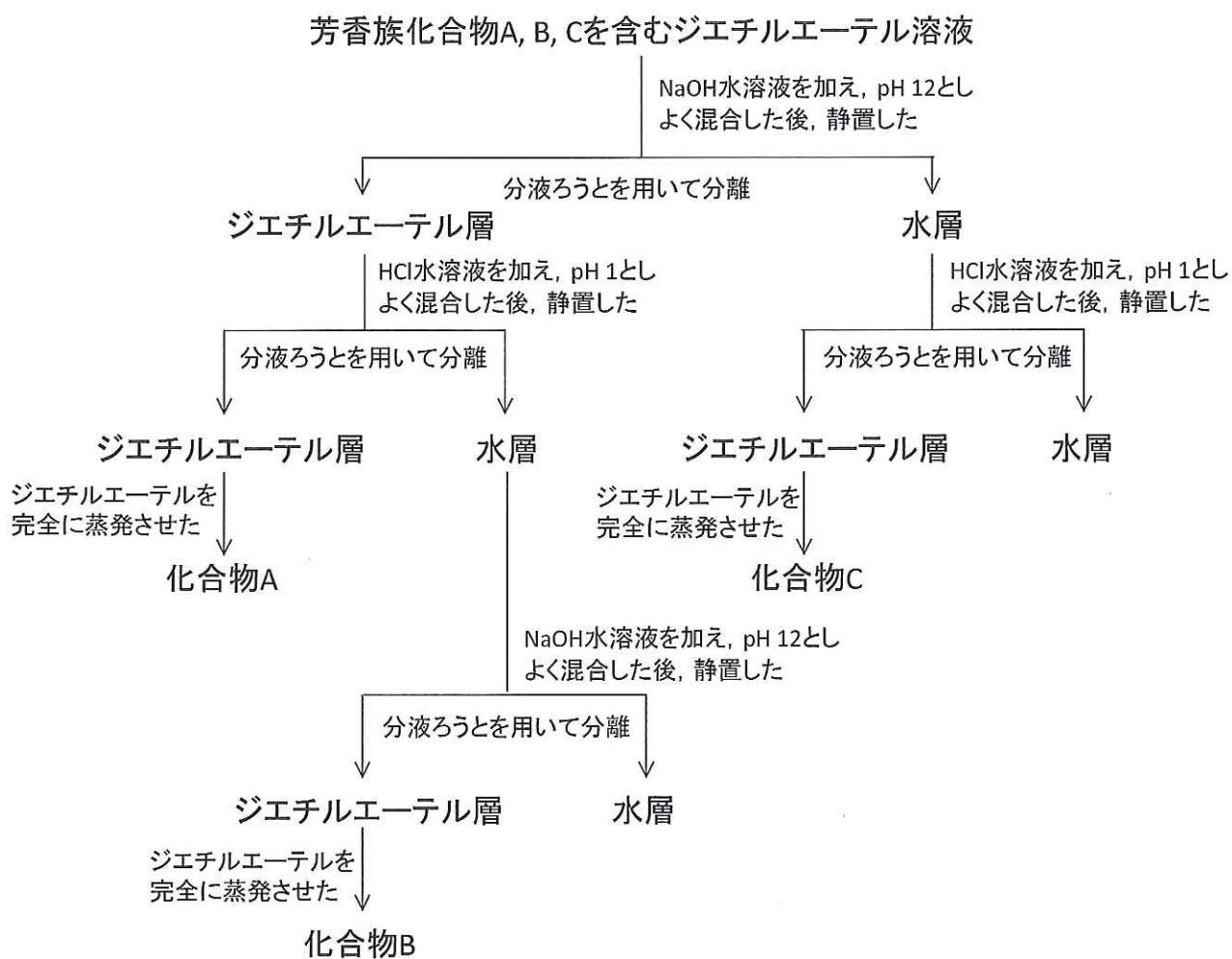
(以 下 余 白)

- 3 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。構造式は以下の例にならって記せ。ただし、*は不斉炭素原子を表す。



(例)

芳香族化合物 A, B, C の混合物をジエチルエーテルに溶解させ、分液ろうとを用いて以下の図に示すような分離操作を行い、それぞれを純粋なものとして得ることができた。



(次のページへ続く)

さらに化合物 A, B, C について種々の実験を行うと、以下の結果が得られた。

化合物 A

- ・ 元素分析の結果は質量百分率で、C : 89.94%, H : 10.06%であった。
- ・ 触媒を用いて化合物 A を酸素と反応させた後、希硫酸で分解すると、化合物 D と化合物 E が得られた。
- ・ 化合物 D を水酸化ナトリウムと反応させると、化合物 F が得られた。
- ・ 化合物 F を高温高圧下で二酸化炭素と反応させた後、希硫酸と反応させると化合物 G が得られた。
- ・ (a) 濃硫酸を触媒として、化合物 G を無水酢酸と反応させると、化合物 H が得られた。
- ・ 濃硫酸を触媒として、化合物 G をメタノールと反応させると、化合物 I が得られた。

化合物 B

- ・ 分子量を測定すると 93 であった。
- ・ 化合物 B をさらし粉水溶液と反応させると赤く呈色した。
- ・ 化合物 B を濃硫酸と反応させると、スルホ基を持つパラ置換化合物 J が得られた。
- ・ (b) 化合物 J のナトリウム塩の希塩酸溶液を冷やししながら、亜硝酸ナトリウム水溶液を加え、その溶液にジメチルアニリン ($(\text{CH}_3)_2\text{NC}_6\text{H}_5$) の塩酸溶液を加えた後、水酸化ナトリウム水溶液を加えると、化合物 K が析出した。

化合物 C

- ・ 元素分析の結果は質量百分率で、C : 63.15%, H : 5.30%, O : 31.55%であった。
- ・ 分子量を測定すると 152 であった。
- ・ アンモニア性硝酸銀水溶液を加えても、反応は起こらなかった。
- ・ 化合物 C の溶液には偏光面を回転させる性質があったことから、不斉炭素原子を持つことが判明した。
- ・ 化合物 C の溶液に炭酸水素ナトリウム水溶液を加えると、二酸化炭素が発生した。

問 1 化合物 A~K の構造式を示せ。不斉炭素原子には*を付けること。

問 2 下線部 (a) の化学反応式を示せ。

問 3 化合物 H と化合物 I を見分けるための適切な方法を以下から 1 つ選び記号を記せ。

- (ア) さらし粉水溶液を加える。
- (イ) アンモニア性硝酸銀水溶液を加えて加熱する。
- (ウ) 塩化鉄(III)水溶液を加える。
- (エ) フェーリング液を加えて加熱する。
- (オ) フェノールフタレイン液を加える。

(次のページへ続く)

問4 下線部 (b) の化学反応の名称を記せ。

問5 化合物 K の水溶液の pH を変化させたとき、色の変化がみられるのはどのあたりか。最も近い pH の値を記号で答えよ。

(ア) 1 (イ) 4 (ウ) 8 (エ) 12

問6 以下の文章は、今回の実験に用いたジエチルエーテルについて述べたものである。文章中の (ア) ～ (カ) に当てはまる適切な語句あるいは分子式を記せ。

ジエチルエーテルは分子式 (ア) の、常温で液体の化合物で、その密度は水より (イ) い。また、(ウ) 作用を有し、古くは手術に際して用いられていたこともある。同炭素数のアルコールが金属ナトリウムと反応し、気体の (エ) を発生するのに対し、ジエチルエーテルは金属ナトリウムと反応しない。また、同炭素数のアルコールに比べて沸点は (オ) い。ジエチルエーテルはエタノールの (カ) 反応によって作られる。

(以 下 余 白)

4 次の文章を読んで、以下の問いに答えよ。

ヒトの細胞に含まれる成分には、糖質、タンパク質、脂質、ビタミン、核酸などの有機化合物と、水や無機塩などの無機化合物がある。ヒトは、食物中の糖質、タンパク質、脂質などを、(A) を用いて消化し、生命活動に必要な物質やアデノシン三リン酸 (ATP) などの高エネルギー化合物を得ている。(A) はタンパク質であり、細胞でおこる複雑な化学反応の触媒として働き、反応を速やかに進行させる。ヒトの(A) の多くは、(B) °C程度の温度で最大の活性を持つ。しかし、これよりも高温になると、(A) はその高次構造が変化して活性を失う。これを(C) という。他にもタンパク質には、筋肉や髪を構成するもの、細胞構造の形成に関わるもの、組織での酸素の貯蔵に関わるものなど多種多様な機能を持つものがある。核酸には、デオキシリボ核酸 (DNA) とリボ核酸 (RNA) の2種類がある。DNA は、構成する塩基と塩基が特異的 (相補的) な水素結合をつくることで、2本の DNA 鎖からなる(D) 構造を形成する。RNA は通常(E) 鎖として存在し、おもに伝令 RNA (mRNA)、運搬 RNA (tRNA)、(F) RNA (rRNA) の3種類の RNA がある。

問1 文章中の(A)～(F)に当てはまる最も適切な語句を、次の(ア)～(ツ)から選びそれぞれ記号で記せ。

- | | | | |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| (ア) α -ヘリックス | (イ) 2本 | (ウ) 変性 | (エ) リボソーム |
| (オ) ペプチド | (カ) 核 | (キ) 二重らせん | (ク) 回収 |
| (ケ) 抗体 | (コ) 酵素 | (サ) 融解 | (シ) 5~10 |
| (ス) 35~40 | (セ) 45~50 | (ソ) 構築 | (タ) 1本 |
| (チ) 遺伝子 | (ツ) 分解 | | |

問2 ATPは加水分解によりアデノシン二リン酸 (ADP) とリン酸に分解され、31 kJ/mol のエネルギーを生じる。この反応の熱化学方程式を記せ。ただし、アデノシン三リン酸とアデノシン二リン酸はそれぞれ ATP と ADP として記せ。

問3 ビタミンが不足すると、それぞれのビタミンに特異的な欠乏症が起こることが知られている。その中で、ビタミンA、ビタミンB₁、ビタミンCの欠乏により引き起こされる症状を、以下から1つずつ選び記号で記せ。

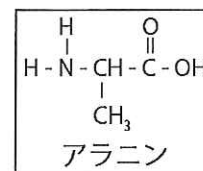
- (ア) 壊血病、歯肉出血 (イ) 脚気、神経失調 (ウ) 口唇・口角炎 (エ) 夜盲症、皮膚障害

(次のページへ続く)

問4 (1) 遊離のアミノ酸を検出する方法として最も適切なものを以下から1つ選び記号で記せ。

- (ア) 水溶液を加熱すると、白色の沈殿を生じる。
- (イ) ニンヒドリン溶液を加えて加熱すると、青紫～赤紫色を示す。
- (ウ) 水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(II)水溶液を加えると、赤紫色を示す。
- (エ) ヨウ素-ヨウ化カリウム水溶液を加えると、青～青紫色を示す。
- (オ) フェーリング液を加えて加熱すると、赤色の沈殿を生じる。

(2) アラニン2分子が脱水縮合してジペプチドと水が生じる反応を、構造式を用いて示し、ペプチド結合を点線で囲め。



問5 下線部について、下記の文章の空欄 (ア) ~ (キ) に当てはまる適切な数式・語句を記せ。解答が数字の場合、有効数字2桁で記せ。

ミオグロビンは酸素と結合するタンパク質であり、末梢組織や骨格筋に多く存在している。酸素と結合している状態はオキシミオグロビン (酸素結合体: MbO_2)、酸素と結合していない状態はデオキシミオグロビン (酸素非結合体: Mb) と呼ばれ、それらは次のような平衡にある。



平衡時のオキシミオグロビン、デオキシミオグロビン、酸素のモル濃度をそれぞれ $[\text{MbO}_2]$ 、 $[\text{Mb}]$ 、 $[\text{O}_2]$ と表すと、平衡定数 K は式 (1) で表される。

$$K = [\text{Mb}] [\text{O}_2] / [\text{MbO}_2] \quad (1)$$

全ミオグロビン中に占めるオキシミオグロビンの割合を F_{MbO_2} とすると、デオキシミオグロビンの割合 F_{Mb} は、 F_{MbO_2} を用いて式 (2) で表される。

$$F_{\text{Mb}} = (\text{ア}) \quad (2)$$

よって、式 (1)、(2) より、 F_{MbO_2} は式 (3) のように K と $[\text{O}_2]$ のみで表すことができる。

$$F_{\text{MbO}_2} = (\text{イ}) \quad (3)$$

式 (3) より、十分に酸素が存在している場合には ($[\text{O}_2] \gg K$)、 $F_{\text{MbO}_2} \doteq (\text{ウ})$ と近似され、ミオグロビンのほとんどは (エ) として存在する。一方、酸素が欠乏すると ($[\text{O}_2] \ll K$)、 F_{MbO_2} は $[\text{O}_2]$ を用いて (オ) と近似され、全ミオグロビン中に占める (カ) の割合が高い。酸素濃度の値が平衡定数の 1/10 に等しいとき、オキシミオグロビンは全ミオグロビンの (キ) % を占める。