

筑波大学

平成27年度 個別学力試験問題

理 科 (120分)

- 人間学群 (教育学類, 心理学類, 障害科学類) ※1科目選択で60分
 生命環境学群 (生物学類, 生物資源学類, 地球学類)
 ※地球学類で地理歴史を選択する者は, 理科1科目と合わせて120分
 理工学群 (数学類, 物理学類, 化学類, 応用理工学類, 工学システム学類)
 情報学群 (情報科学類)
 (知識情報・図書館学類) ※1科目選択で60分
 医学群 (医学類, 医療科学類)
 (看護学類) ※1科目選択で60分

目 次

物	理	1
化	学	8
生	物	16
地	学	32

注 意

- 1 問題冊子は1ページから39ページまでである。
- 2 受験者は下表の志望する学類の出題科目を解答すること。

学 類	出 題 科 目				備 考
	物理	化学	生物	地学	
教 育 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
心 理 学 類	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
障 害 科 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
生 物 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
生 物 資 源 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
地 球 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答 又は地理歴史を選択する者は○ 印の中から1科目選択
数 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
物 理 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
化 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
応 用 理 工 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
工 学 シ ス テ ム 学 類	◎	○	○	○	◎印の物理は必須, ○印の中 から1科目を選択解答
情 報 科 学 類	○	○	○	○	○印の中から2科目を選択解答
知 識 情 報 ・ 図 書 館 学 類	○	○	○	○	○印の中から1科目を選択解答
医 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答
看 護 学 類	○	○	○		○印の中から1科目を選択解答
医 療 科 学 類	○	○	○		○印の中から2科目を選択解答

問題訂正〔理科（物理，化学）〕

問題冊子について次のとおり訂正があります。

(1) 理科（物理）

問題冊子 2 ページ 問題 I 問 5 1 行目

(誤) 「物体 B と物体 C が一体」



(正) 「物体 B と物体 C が速度 v_{BC} で一体」

(2) 理科（化学）

問題冊子 1 1 ページ 問題 II 問 3 4～5 行目

(誤) 「B の分子量を有効数字 3 桁で求めよ。」



(正) 「B の分子量を有効数字 2 桁で求めよ。」

化 学

問題 I ~ III について解答せよ。字数を指定している設問の解答では、数字、アルファベット、句読点、括弧、記号も、すべて1字として記入せよ。なお、計算に必要なならば、次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.00, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, S = 32.0, Cl = 35.5,

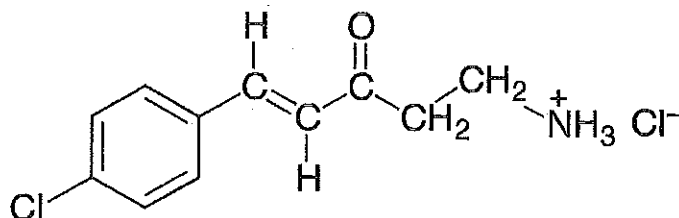
K = 39.0, V = 51.0, I = 127

気体定数： $R = 8.3 \times 10^3 \text{ L} \cdot \text{Pa} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4 \text{ C/mol}$

$0^\circ\text{C} = 273 \text{ K}$

有機化合物の構造式は次の記入例にならって示せ。



I 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

共有結合している原子間で、原子が結合に関わる電子を引き寄せる度合いを表したものを、電気陰性度という。アメリカのマリケンが、電気陰性度を以下の式で定義した。

$$\text{電気陰性度} = \frac{\boxed{A} + \boxed{B}}{2}$$

\boxed{A} は、原子から電子1個を取り去って、1価の陽イオンにするために必要なエネルギーである。一方、 \boxed{B} は、原子が1個の電子を受け取って、1価の陰イオンになるときに放出するエネルギーである。同一周期では \boxed{x} 族の元素の \boxed{A} が最も大きい。また、 \boxed{A} が小さな原子ほど $\boxed{ア}$ になりやすく、 \boxed{B} が大きな原子ほど $\boxed{イ}$ になりやすい。さらに、 \boxed{x} 族の元素を除くと、一般に、電気陰性度は周期表の $\boxed{ウ}$ にある元素ほど大きい。

2原子間の共有結合において、電子が偏って存在することを結合の極性^(a)という。 N_2 や I_2 は、結合に極性がない無極性分子である。このような無極性分子にも、弱い分子間力が働き、分子結晶を形成する。この弱い分子間力を \boxed{C} という。

また、電気陰性度は、分子の酸性度^(b)や、物質の酸化還元反応^(c)にも大きな影響を与える。酸化還元反応を利用したものの1つに、電気分解^(d)がある。

問1 \boxed{A} ～ \boxed{C} にあてはまる適切な語句を記せ。

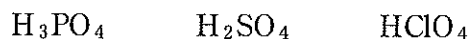
問2 \boxed{x} にあてはまる適切な数字を記せ。

問3 $\boxed{ア}$ ～ $\boxed{ウ}$ にあてはまる適切な語句を次の①～⑩から1つ選び、番号で答えよ。

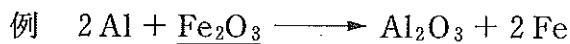
- ① 左上 ② 左下 ③ 中央 ④ 右上 ⑤ 右下
⑥ 気体 ⑦ 液体 ⑧ 固体 ⑨ 陽イオン ⑩ 陰イオン

問 4 下線部(a)に関して、同じ 3 原子分子でも、 CO_2 は無極性分子であり、 H_2O は極性分子である。その理由を 70 字以内で述べよ。

問 5 下線部(b)に関して、次のオキソ酸を酸性が強い順に並べよ。



問 6 下線部(c)に関して、以下の(i)~(iv)の操作を行ったときに起こる酸化還元反応を化学反応式で表せ。また、各反応における酸化剤を、例にならって反応式中に下線を引いて示せ。



- (i) 次亜塩素酸ナトリウム水溶液と塩酸を混合した。
- (ii) 氷水に水素化ナトリウムを加えた。
- (iii) 1 mol/L 硫酸にシュウ酸と過酸化水素水を加えた。
- (iv) 銅に希硝酸を加えた。

問 7 下線部(d)に関して、ヨウ化カリウム水溶液に 2 本の白金電極を入れて、12 分 52 秒間、1.00 A の電流を電極間に流して電気分解を行ったところ、陰極から気体が発生した。この実験に関して、次の問に答えよ。

- (i) 陰極、陽極で起こっている反応を、それぞれ電子(e^-)を含むイオン反応式で表せ。
- (ii) 陰極から発生した気体の標準状態(0°C , $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$)における体積は何 L か、有効数字 2 桁^{けた}で求めよ。ただし、発生した気体は水に溶けないものとする。

II 次の文章を読み、問1～問6に答えよ。

アルカンは、一般式 C_nH_{2n+2} の分子式で表される飽和炭化水素である。炭素原子の数 n が4以上のアルカンには構造異性体が存在する。例えば、ブタンには2種類の構造異性体が存在する。 飽和炭化水素には、シクロヘキサンのように環状構造を含む化合物もある。 アルカンや、不飽和炭化水素のアルケン、アルキンは、燃焼すると多量の熱を発生する。

一番小さいアルカンであるメタンは、室温、常圧では気体であり、水への溶解度は小さい。 メタン分子は、ア 構造をしており、ア の中心に炭素原子が位置し、ア の各頂点に水素原子が位置する立体構造をとる。

アルカン分子から水素1原子がとれた形の基をアルキル基という。アルキル基は水和しにくい特徴を持つ。このような水和しにくい原子団を一般に イ 基という。イ 基は、油脂をけん化してできるセッケンにも含まれている。

問1 ア、イ にあてはまる適切な語句を記せ。

問2 下線部(a)に関して、ブタンの異性体の構造を、沸点が高い順に構造式で示せ。

問3 下線部(b)のシクロヘキサンの凝固点は 6.50°C である。シクロヘキサン 200 g に分子量が 128 の不揮発性非電解質 A を 2.56 g 溶かした溶液の凝固点は、 4.50°C であった。一方、4.00 g の不揮発性非電解質 B をシクロヘキサン 500 g に溶かした溶液の凝固点は、 5.60°C となった。B の分子量を有効数字 3 桁で求めよ。ただし、溶液はすべて希薄溶液とみなせるものとする。

問4 下線部(c)に関して、次の問に答えよ。ただし、生成熱、燃焼熱はすべて 25°C 、 $1.0 \times 10^5 \text{ Pa}$ における値とする。また、水が生じる場合、生じた水はすべて液体とする。計算には表1の値を用いよ。

(i) アセチレンの生成熱を表す熱化学方程式を記せ。ただし、式中の熱量は、有効数字 3 桁で記せ。

- (ii) 25 °C, 1.0×10^5 Pa で, アセチレン 2.4 L と酸素 8.0 L を混合し, 完全燃焼させた。燃焼後の気体の 25 °C, 1.0×10^5 Pa における総体積を, 有効数字 2 桁で求めよ。ただし, 生じた水の体積および蒸気圧は無視できるものとする。また, すべての気体は理想気体としてふるまい, 水に溶けないものとして計算せよ。

表 1

水(液体)の生成熱	286 kJ/mol
炭素(黒鉛)の燃焼熱	394 kJ/mol
アセチレン(気体)の燃焼熱	1301 kJ/mol

問 5 下線部(d)に関して, メタンおよび酸素の水への溶解がヘンリーの法則に従うとして, 次の間に答えよ。ただし, 27 °C で 1.00×10^5 Pa の酸素は, 水 1.0 L に 1.2×10^{-3} mol 溶ける。また, すべての気体は理想気体としてふるまい, 水の蒸気圧は無視できるものとして計算せよ。

- (i) メタンと酸素, および水を注射器に封入し, 27 °C, 1.00×10^5 Pa で静置したところ, この水 1.0 L あたり酸素が 3.2×10^{-2} g 溶けていた。このとき, この水に接したメタンと酸素の混合気体を C とする。混合気体 C 中の酸素の分圧を有効数字 2 桁で求めよ。
- (ii) 27 °C, 1.00×10^5 Pa で, (i)の混合気体 C を 0.50 L 取り出し, 別の密閉容器に封じた。その密閉容器内でメタンを完全燃焼させた。このとき生じた水の質量を有効数字 2 桁で求めよ。
- (iii) 水に対する気体の溶解度は, 高温ほど小さくなる。その理由を 45 字以内で述べよ。

問 6 下線部(e)に関して, セッケンは, 硬水中で泡立ちが悪くなり, 洗浄力が低下する。その理由を 40 字以内で述べよ。

問題差し替え〔理科（化学）〕

III 次の文章を読み、問1～問7に答えよ。

フェノールは、ベンゼン環にヒドロキシ基が直接結合した化合物である。フェノールを工業的に合成する方法の1つにクメン法がある。この方法では、ベンゼンをプロペンに付加して得られたクメンを、酸化、分解することで、フェノールが化合物Aとともに得られる。

フェノールをナトリウムと反応させると、化合物Bが生じる。化合物Bに高温高圧のもとで二酸化炭素を反応させたのち、希硫酸を作用させると、化合物Cが得られる。また、フェノールのヒドロキシ基の 位の水素原子をメチル基に置き換えた化合物Dを、過マンガン酸カリウムで酸化することでも化合物Cが得られる。

フェノールは、ベンゼン環の 位と 位で置換反応が起こりやすい。(a) フェノールに濃硝酸と濃硫酸の混合物を加えて加熱すると、分子量229の化合物Eが得られる。

フェノールはアルコールと共通した性質を示す。フェノールを無水酢酸と反応させると、化合物Fが生じる。また、(b) フェノールは酸としての性質も示す。一方で、化合物Dの構造異性体である芳香族化合物Gは、ナトリウムと反応して水素を発生するが、酸としての性質は示さない。

(c) チロシンはタンパク質を構成するアミノ酸の1つであり、フェノールの 位の水素原子が置換された構造をもつ。(d) ベンゼン環を含むタンパク質は、キサントプロテイン反応により呈色する。

酸性条件では、フェノールはホルムアルデヒドと反応して、フェノール樹脂の原料であるノボラックを与える。フェノール樹脂のほかにも、ベンゼン環をもつ合成高分子として、テレフタル酸とエチレングリコールから得られる化合物Hなどがある。

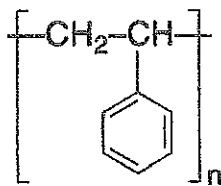
問 1 ア, イ にあてはまる最も適切なものを, それぞれ次の①~③から1つ選び, 番号で答えよ。

- ① オルト (*o*-) ② メタ (*m*-) ③ パラ (*p*-)

問 2 化合物Aの検出方法として最も適切なものを, 次の①~⑤から1つ選び, 番号で答えよ。

- ① ヨードホルム反応 ② ビウレット反応 ③ 銀鏡反応
④ テルミット反応 ⑤ ニンヒドリン反応

問 3 化合物C, D, F, G, Hの化合物名および構造式をそれぞれ記せ。高分子の構造式は, 以下の例にならって示せ。



問 4 下線部(a)の反応に関して, 以下の問に答えよ。

- (i) 化学反応式で表せ。ただし有機化合物は構造式で示せ。
(ii) Eの化合物名を記せ。

問 5 下線部(b)に関して, 以下の4つの酸を酸性が強い順に並べ, 番号で答えよ。

- ① フェノール ② ベンゼンスルホン酸 ③ 炭酸 ④ 酢酸

問 6 下線部(c)に関して, チロシンの構造式を示せ。ただし, チロシンの分子量は181である。また, 立体異性体は区別しないものとする。

問 7 下線部(d)に関して, キサントプロテイン反応の実験操作と, 呈色する原因をそれぞれ簡潔に述べよ。