

# 平成 23 年度入学者選抜学力検査問題

(前期日程)

## 化 学

学類によって解答する問題が異なります。

指定された問題だけに解答しなさい。

学 域	学 類	解 答 す る 問 題
人間社会学域	学校教育学類	I, II, III, IV (4問)
理工学域	数物科学類 物質化学類 環境デザイン学類 自然システム学類	I, II, III, IV, V, VI (6問)
医薬保健学域	医学類 薬学類・創薬科学類 保健学類	I, II, III, IV (4問)

(注 意)

- 1 問題紙は指示のあるまで開かないこと。
- 2 問題紙は本文 14 ページであり、答案用紙は、学校教育学類、医学類、薬学類・創薬科学類、保健学類は 4 枚、数物科学類、物質化学類、環境デザイン学類、自然システム学類は 6 枚である。
- 3 VI の選択問題は、①②のうち一方を選択し、解答欄に解答すること。  
(両方の選択問題に解答した場合は、いずれの解答も採点の対象外とする)
- 4 答えはすべて答案用紙の指定のところに記入すること。
- 5 問題紙と下書き用紙は持ち帰ること。

解答にあたり、必要であれば以下の数値を用いなさい。

原子量：H = 1.0, C = 12.0, N = 14.0, O = 16.0, Na = 23.0, S = 32.1,

Cl = 35.5, Cu = 63.5, Zn = 65.4

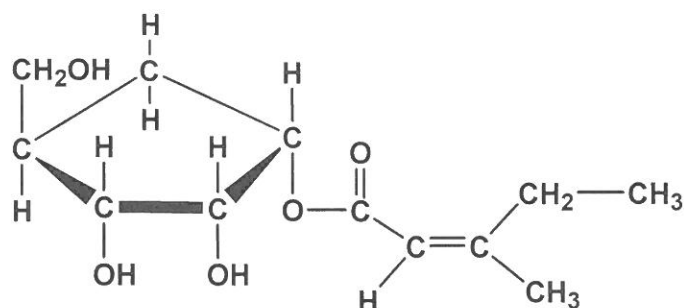
ファラデー定数： $F = 9.65 \times 10^4$  [C/mol]

気体定数： $R = 8.31 \times 10^3$  [Pa·L/(mol·K)]

$\log 2 = 0.30$ ,  $\log 3 = 0.48$ ,  $\log 7 = 0.85$

標準状態は、 $1.013 \times 10^5$  [Pa], 273 [K] である。

構造式は、下図の例にならって記入しなさい。



I [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み、問1～問6に答えなさい。

$C_5H_{12}O$  の分子式で表される化合物 A, B, C, D, E, F がある。化合物 A, B, C, D, E, F は、いずれも金属ナトリウムと反応し、水素が発生した。化合物 B, D, F には不斉炭素原子があるが、化合物 A, C, E には不斉炭素原子はない。また、化合物 A, B, C の炭化水素基には枝分かれないが、化合物 D, E, F には枝分かれがあることがわかった。塩基性水溶液でヨウ素と作用させると、化合物 B, F は特異臭をもつ黄色沈殿を生じた。二クロム酸カリウムの硫酸酸性水溶液を用い酸化を行ったところ、化合物 A, B, C, D, F は容易に酸化されたが、化合物 E は酸化されにくかった。化合物 A, D の酸化により得られた化合物に アンモニア性硝酸銀水溶液を作用させると、銀が析出した。

- 問 1 化合物 **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** の構造式を記入しなさい。ただし、不斉炭素原子に\*印を付しなさい。
- 問 2 下線部(a)において、0.30 g の金属ナトリウムを 10 g の化合物 **A** に加えたとき、発生する水素の標準状態の体積は何 L か、有効数字 2 桁で求めなさい。
- 問 3 下線部(b)の反応の名称を記入しなさい。また、この反応はどのような官能基を検出するのに有効であるか。官能基名を記入しなさい。
- 問 4 化合物 **B** を濃硫酸で脱水すると、分子式  $C_5H_{10}$  のアルケンが生成する。生成するアルケンには 3 種類の異性体が存在する。それらの構造式をすべて記入しなさい。
- 問 5  $C_5H_{10}$  の分子式で表される環式炭化水素の異性体の構造式をすべて記入しなさい。
- 問 6 化合物 **E** の炭素上の 1 つの水素原子を塩素原子で置換したときに生じる化合物のうち、不斉炭素原子を有する化合物の構造式をすべて記入しなさい。ただし、不斉炭素原子に\*印を付しなさい。

Ⅱ [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問 1 ~ 問 5 に答えなさい。

18 世紀末にフランスのラボアジエは, 密閉容器と天秤を用いて物質の燃焼について詳しく調べた。その結果「化学変化の前後において, 物質の質量の総和は変化しない」<sup>(a)</sup>  の法則とした。またプールのストは, 天然の炭酸銅と, 実験室で合成した炭酸銅の成分の質量比が一定であることから, 「化合物中の成分元素の質量比は, 常に一定である」<sup>(b)</sup> とし, これを  の法則と唱えた。19 世紀に入るとすぐに, イギリスのドルトンは「同じ二種類の元素からなる異なった化合物 A と B において, 一方の元素の一定質量に化合するもう一方の元素の質量比は, 簡単な整数比になる」<sup>(c)</sup> という  の法則を提唱した。また, ドルトンはこれらの法則を理解するために, 「物質は, それ以上に分割できない粒子によって構成され, 化合物はその粒子が一定の個数ずつ結合したものである」<sup>(d)</sup> とした。この考え方は, ドルトンの  説と呼ばれた。

同じ頃, フランスのゲーリュサックは気体どうしの反応を詳しく調べることで, 「気体どうしの反応や, 反応によって気体が生成するとき, それら気体の体積の間」<sup>(e)</sup>  の法則を発見した。しかし, この法則はドルトンの  説と矛盾する実験結果を含んでおり, 物質の構成に関する新たな問題が提起された。この論争中に, イタリアのアボガドロは, いくつかの粒子が結合し一つの単位となる考え方を導入し, 「気体は同温・同圧のとき, 同体積中に同数の」 が含まれている」と提唱した。この考え方は, アボガドロの  説と呼ばれ, 化学における多くの基本法則を理解する上での礎となった。

問 1  ～  に入る適切な語句を記入しなさい。

問 2 下線部(a)に関して、ある気体を完全燃焼させたとき、二酸化炭素 44 g、水蒸気 27 g が得られた。この気体を次の①～④より 1 つ選び、番号を記入しなさい。また、この気体の燃焼前の物質は何 mol か、有効数字 2 桁で求めなさい。

- ①  $C_2H_4$                       ②  $CH_4$                       ③  $C_2H_6$                       ④  $C_3H_8$

問 3 下線部(b)に関して、次の①～④の中から、ブルーストが唱えた法則によって説明される実験結果を 1 つ選び、番号を記入しなさい。

- ① 亜鉛 327 g と酸素 80 g から酸化亜鉛 407 g が生成した。  
② 蒸留水 1 L と燃焼から得た水 1 L に含まれる酸素と水素の質量比が同じだった。  
③ 同温・同圧の窒素 1 L と水素 3 L からアンモニア 2 L が生成した。  
④ 同温・同圧の窒素 1 L と酸素 1 L 中に含まれる物質質量が同じだった。

問 4 下線部(c)に関して、ドルトンが提唱した法則を、一酸化炭素と二酸化炭素を例として用い、60 字以内で説明しなさい。

問 5 下線部(e)に関して、同温・同圧の気体である水素と酸素から水蒸気が生成するとき、水素と酸素と水蒸気の体積比は 2 : 1 : 2 となった。この実験結果は、ゲーリュサックの発見した  の法則に従っているが、下線部(d)に示されるドルトンの説と矛盾している。どのように矛盾しているか、60 字以内で説明しなさい。

Ⅲ [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問1～問6に答えなさい。

現在の地球の大気はほぼ窒素と酸素からなっている。大気中の窒素を使って工業的にアンモニアが合成され, さらにアンモニアから硝酸が合成される。大気中の酸素は多くの生物の呼吸に利用されている。空気を高温にすると窒素と酸素が反応して一酸化窒素が生じる。一酸化窒素は空気中ですみやかに酸化されて二酸化窒素となる。また, 空気を冷却すると液体空気が得られる。

問1 大気から酸素, 二酸化炭素, 水蒸気を除いた気体Aは, 窒素化合物から作成した窒素Bより, 同温・同圧における密度がわずかに大きい。この理由を30字以内で記入しなさい。

問2 液体空気から工業的に窒素と酸素を分離する方法を, 20字以内で記入しなさい。

問3 実験室において水酸化カルシウムを用い, アンモニアを発生させる反応を化学反応式で答えなさい。

問4 実験室では銅と濃硝酸を反応させて二酸化窒素を発生させる。この二酸化窒素から硝酸を生成できる。それぞれの反応を化学反応式で答えなさい。

問5 次の性質を示す気体(a), (b)は一酸化窒素または二酸化窒素のいずれか, それぞれ化学式で答えなさい。ただし, どちらにも該当しない場合は「なし」と記入しなさい。

(a) 刺激臭のする気体

(b) 無色の気体

問 6 次の窒素化合物の窒素原子の酸化数をそれぞれ数字で答えなさい。

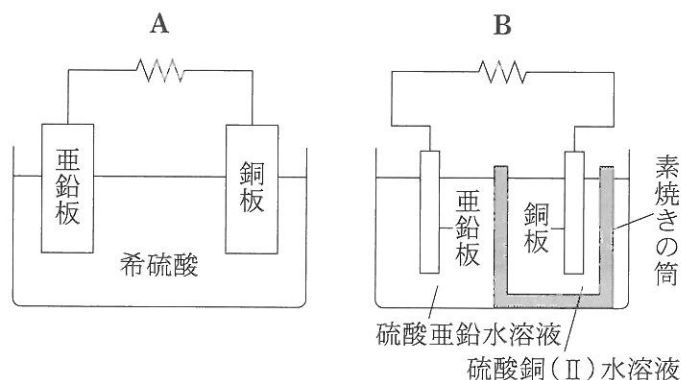
アンモニア, 硝酸, 一酸化窒素, 二酸化窒素, 窒素

IV [学校教育学類, 数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類, 医学類, 薬学類・創薬科学類, 保健学類]

次の文章を読み, 問1～問4に答えなさい。

下図に電池A, B二種を示す。

電池Aは亜鉛板と銅板を希硫酸に浸したもので, 電池Bは亜鉛板をうすい硫酸亜鉛水溶液に浸し, 銅板を濃い硫酸銅(II)水溶液に浸し, 亜鉛, 銅水溶液を素焼きの筒で仕切ったものである。



問1 水素が発生するのはA, Bどちらの電池か, その記号を記入しなさい。水素が発生するのは銅板, 亜鉛板いずれの板か, また, それは正極か負極かを記入しなさい。さらに, もう一方の電池では水素が発生しない理由を80字以内で記入しなさい。

問2 問1で発生した水素は過酸化水素水を加えると発生しなくなる。このとき, 生成している物質があれば, 化学式で記入しなさい。何も生成しない場合は「なし」と記入しなさい。

問3 電池Bの素焼きの筒をガラスの筒に交換した。どのような変化が起こるか, 理由とともに80字以内で記入しなさい。



問 4 電池 **B** を 20 時間放置し、亜鉛板の質量を測定したところ、10.000 g から 9.856 g に減少していた。一方、反応前の銅板の質量は 5.000 g であった。20 時間後の銅板の質量は何 g になるか、有効数字 4 桁で求めなさい。また、このときに流れた電流の平均値を有効数字 2 桁で単位を付して記入しなさい。計算過程も示しなさい。

V [数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類]

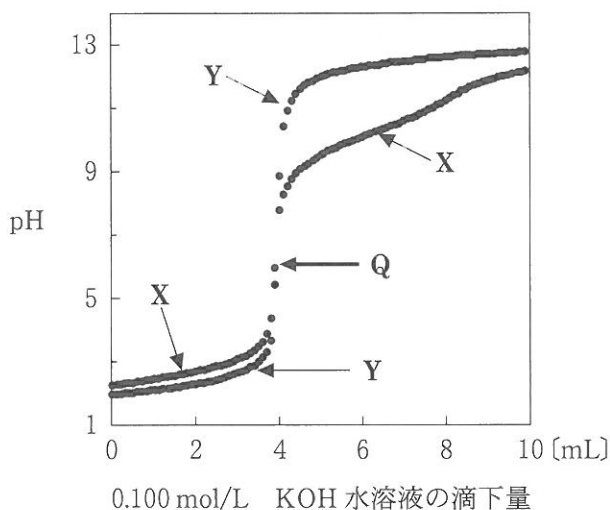
次の文章を読み, 問1～問5に答えなさい。

試薬Aのラベルには $C_2H_6NO_2Cl$ と $Na_2SO_4$ の混合物と記入されていた。この試薬に含まれる $C_2H_6NO_2Cl$ が何であるか確かめるために, 実験(a)と(b)を行った。

(a) 試薬Aの水溶液に $AgNO_3$ 水溶液を加えると白濁した。

(b) 中和滴定実験を下記のように行った。

50.0 gの試薬Aをメスフラスコに入れ, 水を加えて100 mLとした。ここから, ホールピペットを用いて4 mLをビーカーに入れ, 1.00 mol/LのKCl水溶液4 mL, 水32 mLを加えた後, pH電極をセットし, かき混ぜながら, ビュレットから0.100 mol/LのKOH水溶液を加え, 滴下量とpHをそのつど記録した。横軸が滴下量, 縦軸がpHのグラフを作成したところ, 下記の滴定曲線Xが得られた。同様にして, ある濃度の塩酸の滴定曲線Yを得た。



- 問 1 実験(a)で白濁した化合物は何か，化学式で答えなさい。
- 問 2 実験(a)と(b)の結果から考えられる化合物  $C_2H_6NO_2Cl$  の構造式を記入しなさい。また，その理由を 100 字以内で記入しなさい。
- 問 3 中和点 Q の pH 値は何を示しているか，語句で答えなさい。
- 問 4 中和点 Q の滴下量は 4.00 mL であった。100 g の試薬 A に含まれる  $C_2H_6NO_2Cl$  は何 g か，有効数字 3 桁で答えなさい。
- 問 5 2.23 g の  $C_2H_6NO_2Cl$  に水を加えて全量 80 mL にしたとき，この溶液の pH を小数点以下 1 桁で答えなさい。ただし，電離定数  $K_a = 1.00 \times 10^{-2}$  [mol/L] として，計算過程も示しなさい。

## VI [数物科学類, 物質化学類, 環境デザイン学類, 自然システム学類]

①②のうち一方を選択し, 解答欄に解答しなさい。(両方の問題に解答した場合は採点の対象外となります)

① 次の文章を読み, 問1～問3に答えなさい。

デンプンは植物の貯蔵多糖類で分子式  で表される。ヒトはデンプンを食物として摂取し, 唾液中の酵素  によって段階的に加水分解し, 多糖類の  を経て, 二糖類の  にする。そして, 小腸で酵素  によりモノマーであるグルコースに分解し吸収する。過剰になったグルコースはグリコーゲンというポリマーとして細胞内に貯蔵される。デンプンは熱水に可溶な  と熱水にとげにくい  の2種の成分から成り立っている。 は立体的に  構造を形成し,  は  を持つ  構造を形成している。グリコーゲンの立体構造は  に似ているが  がはるかに多い。セルロースは  が直鎖状に縮合しており,  構造を形成していない。セルロースは酵素  によって二糖類の  に加水分解され, 酵素セロビアーゼによってグルコースに分解される。ヒトはこれらの酵素を持たないのでセルロースを栄養源として利用できないが, 日常生活で天然植物性繊維や再生繊維の主原料として広範囲に活用している。

問 1 以下の(1)および(2)の問いに答えなさい。

(1)  ~  に最も適切な語句または分子式を記入しなさい。

(2) 糖の検出に用いられるヨウ素およびフェーリング液の反応について、次の表の 13~20 欄は(ア)呈色する、(イ)呈色しない、のいずれかに該当する。 ~  にそれぞれ記号で答えなさい。

糖 \ 試 薬	ヨウ素	フェーリング液
デンプン	13	17
グリコーゲン	14	18
セルロース	15	19
グルコース	16	20

問 2 糖の呈色反応において、フェーリング液の色はどのように変化するか。また、その原因は何か。60 字以内で記入しなさい。

問 3 以下の(1)および(2)の問いに答えなさい。

(1) デンプン 500 g を加水分解するとき生成されるグルコースの質量は何 g か、有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

(2) (1)で得たグルコースをチマーゼで発酵させたときに生成される 2 つの物質名を答えなさい。また、それぞれの質量は何 g となるか、有効数字 2 桁で求めなさい。計算過程も示しなさい。

② 次のヒトの遺伝情報に関する文章を読み、問1～問3に答えなさい。

ヒトのDNAの基本構造は塩基、、からなるが縮合重合してとなったものである。DNAは立体的に構造で、この構造は4種の塩基のうちのとの結合、およびとの結合によって形成されている。構造をとることによって細胞分裂するときDNAは正確に増幅される。これをDNAのという。DNAに基づいてタンパク質が合成されるとき遺伝情報が1本鎖のに塩基配列の形で伝えられる。これを遺伝情報のという。は細胞の核から出てに付着し、タンパク質の合成の場が作られる。の3つの塩基の並ぶ順序であるに対応したアミノ酸がによって上に運び込まれて、アミノ酸とアミノ酸が結合し、20種類のアミノ酸からタンパク質が作られる。これを遺伝情報のという。このようにして作られたタンパク質は、細胞の主要な成分となって組織を構成するとともに、生体内の化学反応の触媒を担うとして重要な役割を果たしている。例えば、すい液に含まれるは油脂の加水分解を行っている。

問1 ～に最も適切な語句を記入しなさい。

問2 下線部(a)の「3つの塩基の並ぶ順序」という箇所を「2つの塩基の並ぶ順序」に変えると、正確な遺伝情報のに支障を来すかどうか、理由とともに60字以内で答えなさい。

問 3 分子量 1096 の油脂について以下の(1)および(2)の問いに答えなさい。

- (1) この油脂 137 g に水素を完全に付加させるには標準状態の水素が 5.6 L 必要であった。この油脂 1 分子中には何個の炭素間二重結合が含まれているか答えなさい。ただし、油脂中の不飽和結合は二重結合のみとする。また、計算過程も示しなさい。
  
- (2) この油脂を構成する脂肪酸は炭素数が同じである飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸である。この油脂の分子式を答えなさい。計算過程も示しなさい。