

平成 26 年 度

試 験 問 題 ②

学 科 試 験

(9 時 ~ 12 時)

【注 意】

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中をみてはならない。
2. 試験教科、試験科目、ページ、解答用紙および選択方法は下表のとおりである。

教 科	科 目	ペー ジ	解 答 用 紙 数	選 択 方 法
数 学	数 学	1 ~ 12	1 枚	数学、英語は必須解答とする。 理科は左の 3 科目のうちから 1 科目を選択せよ。
英 語	英 語	13 ~ 16	1 枚	
理 科	化 学	17 ~ 30	2 枚	
	生 物	31 ~ 32	4 枚	
	物 理	33 ~ 42	1 枚	

3. 監督者の指示に従って、選択しない理科科目を含む全解答用紙(9枚)に受験番号と選択科目(理科のみ)を記入せよ。
 - ① 受験番号欄に受験番号を記入せよ。
 - ② 理科は選択科目記入欄に選択する 1 科目を○印で示せ。

上記①、②の記入がないもの、および理科 2 科目または理科 3 科目選択した場合は答案全部を無効とする。
4. 解答はすべて解答用紙の対応する場所に記入せよ。
5. 問題冊子の余白を使って、計算等を行ってもよい。
6. 試験開始後、問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は、手を挙げて監督者に知らせよ。
7. 解答用紙はいずれのページも切り離してはならない。
8. 解答用紙は持ち帰ってはならない。問題冊子は持ち帰ってよい。

化 学

【注意】

1 化学の全問を通して、必要ならば次の数値を用いよ。

原子量：H = 1.0, C = 12, N = 14, O = 16, Na = 23, Mg = 24, Al = 27,

S = 32, Cl = 35.5, K = 39, Fe = 56, Cu = 64, Br = 80

理想気体の標準状態における体積：22.4 L/mol

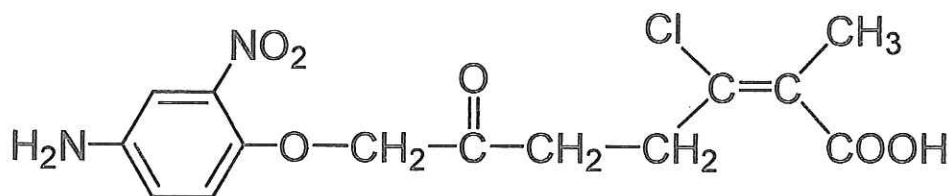
気体定数： $R = 8.31 \times 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{L} / (\text{K} \cdot \text{mol})$

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

アボガドロ定数： $6.02 \times 10^{23} / \text{mol}$

2 特に指定のない限り、有効数字は2ケタで答えよ。

3 構造式は下の例にならって書け。



【1】 物質の種類と性質の関係を調べるためには、混合物からその成分である純物質を取り出す必要がある。次の分離操作について、どのような操作を行うのか簡単に説明せよ。

(1) ろ 過

(2) 再結晶

(3) 蒸 留

【2】 実験室において二酸化窒素を発生，捕集したい。

問 1 二酸化窒素を発生させる反応の化学反応式を1つ書け。

問 2 問 1 の反応を用いて二酸化窒素を発生，捕集するための実験装置の概略図を書け。また，反応物をどこに入れるかも示せ。

【3】 溶解度に関する以下の設問に有効数字3ケタで答えよ。

問 1 40℃において，硫酸銅(II)は水100gに28.7g溶解する。40℃の水100gに対して硫酸銅(II)五水和物は何gまで溶解するか答えよ。

問 2 硝酸カリウムは水100gに20℃で32g，80℃で169g溶解する。80℃の硝酸カリウム飽和溶液500gを20℃まで冷却した際に析出する硝酸カリウムの結晶は何gか答えよ。なお，水の蒸発は考慮しないものとする。

【4】 周期表第17族の元素(第2周期から第5周期)について、次の文章を読み、設問に答えよ。

(ア)の単体は25℃で刺激臭のある黄緑色の気体で、水に溶かすと強酸と酸化力の強いオキソ酸(分子中に酸素原子を含む酸)が生成する。^①(イ)の単体は25℃で淡黄色の気体で、水に溶かすと酸素が発生する。(ウ)の単体は25℃、 1.0×10^5 Paにおいて赤褐色の液体である。^②(エ)の単体は25℃、 1.0×10^5 Paで固体であり、水には溶けにくいがエタノールにはよく溶ける。

問1 下線部①の反応を化学反応式で書け。

問2 下線部②の反応を化学反応式で書け。

問3 (エ)とカリウムとの化合物の水溶液に(ア)の単体を通じたときに生じる反応の化学反応式を示せ。また、その反応が起こる理由を述べよ。

問4 (ア)~(エ)の元素と水素との化合物について、沸点の高い順から並べよ。化合物は化学式で記せ。また、そのようになる理由を述べよ。

【5】 原子や分子が規則正しく配列した固体を結晶という。次の結晶の一般的な特徴を述べよ。

(1) 共有結合の結晶

(2) 分子結晶

【6】 次に挙げる分子のうち，直線分子ではないものを全て選び，化学式で答えよ．

アンモニア，二酸化炭素，メタン，塩化水素，水

【7】 次のア～オのうち，正しいものを全て選び，記号で答えよ．

ア 水1分子は，単結合を2つ，非共有電子対を1つもっている．

イ 窒素1分子は，3重結合を1つ，非共有電子対を2つもっている．

ウ アンモニア1分子は，単結合を3つ，非共有電子対を2つもっている．

エ アセチレン1分子は，単結合を2つ，非共有電子対を2つもっている．

オ 二酸化炭素1分子は，2重結合を2つ，非共有電子対を4つもっている．

【8】 次のア～オのうちから物質量の最も多いものを選び、その物質量を答えよ。

- ア 1.0×10^3 Pa, 127°C における 1.0 L の水蒸気.
- イ 1.0×10^3 Pa, 27°C において, 500 mL のメタンを十分な量の空気で燃焼したときに発生する水蒸気.
- ウ 白金電極を用いて, 5.0 A の電流を 10 分間通じて, 硫酸銅(II)水溶液を電気分解するときに析出する銅.
- エ 1.0 g の炭酸水素ナトリウムに, 十分量の塩酸を加えたときに発生する二酸化炭素.
- オ 1.0 g のアルミニウムを十分量の塩酸と反応させたときに発生する気体.

【9】 次の設問に答えよ。

- 問 1 濃度 98 質量%の濃硫酸から, 0.10 mol/L の硫酸水溶液 500 mL を作った。このときに使用した濃硫酸の体積を求めよ。ただし, 濃硫酸の密度は 1.84 g/cm³, 1 mL = 1 cm³ とする.
- 問 2 問 1 で作った水溶液の質量モル濃度を求めよ.
- 問 3 問 1 で作った水溶液を 0.50 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を用いて中和する。このときに必要な水酸化ナトリウム水溶液の体積を求めよ.

【10】 ある炭化水素 11.6 g は、標準状態において 10.0 L の気体であった。

問 1 この炭化水素の物質量を求めよ。

問 2 この炭化水素の分子量を求めよ。

問 3 この炭化水素は臭素と反応する。完全に反応させるのに必要な臭素の質量を求めよ。

問 4 この炭化水素に酢酸を反応させた。この反応の化学反応式を構造式を用いて書け。

【11】 以下の文章を読んで、設問に答えよ。

固体の酸化カルシウム 1 mol を塩酸と反応させると、塩化カルシウムの水溶液を生じ、その際に発生する反応熱は 194 kJ であった。また、固体の水酸化カルシウム 1 mol を塩酸と反応させて塩化カルシウムの水溶液を生成させた際に発生した反応熱は、129 kJ であった。

問 1 固体の酸化カルシウムと塩酸との反応を熱化学方程式で表せ。

問 2 固体の水酸化カルシウムと塩酸との反応を熱化学方程式で表せ。

問 3 固体の酸化カルシウムと水が反応して固体の水酸化カルシウムが生成する。この反応を熱化学方程式で表せ。

【12】 0.50 mol/L のギ酸水溶液中のギ酸の電離度を求めよ。ただし、ギ酸の電離定数を 2.8×10^{-4} mol/L とする。必要なら $\sqrt{1.4} = 1.2$ を用いよ。

【13】 2.3 g の塩化鉄(Ⅲ)を量り取った。その物質質量と、含まれる塩素原子の数を求めよ。

【14】 次の文章のうち誤りを含むものを全て挙げ、記号で答えよ。

- (a) 一酸化炭素、二酸化炭素の生成熱がそれぞれ 111, 394 kJ/mol のとき、一酸化炭素の燃焼熱は 283 kJ/mol である。
- (b) 化学反応の速度は、平衡定数により支配されており、触媒の添加により平衡が生成系に大きく偏る。
- (c) 0.1 mol/L 酢酸水溶液中の酢酸の電離度は、水で希釈すると大きくなるが、0.1 mol/L の塩酸で希釈すると小さくなる。
- (d) 塩化水素の水に対する溶解度は、温度が高くなると大きくなる。
- (e) 過マンガン酸カリウムによるシュウ酸の酸化還元滴定において、反応速度を上げるには、反応液を加温するとよい。

【15】 炭素、水素、酸素のみで構成される有機化合物 60 mg を完全燃焼させた。発生した気体を、塩化カルシウムを詰めた吸収管 A を通した後、ソーダ石灰を詰めた吸収管 B に通したところ、吸収管 A の質量が 36 mg、吸収管 B の質量が 88 mg 増加した。

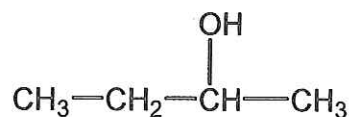
問 1 吸収管 A で吸収された化合物の名称を答えよ。

問 2 吸収管 B で吸収された化合物の名称を答えよ。

問 3 吸収管 A と吸収管 B の順番は逆にしてはならない。その理由を答えよ。

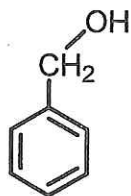
問 4 この有機化合物の組成式を求めよ。

- 【16】 2-ブタノールを脱水反応させると、分子式が同じで構造が異なる複数のアルケンが生成する。生成するアルケンの構造式をすべて書け。

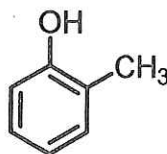


2-ブタノールの構造式

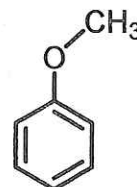
- 【17】 化合物A, B, Cは、以下に示す3種類の有機化合物のうちのいずれかである。この3種類の化合物は全て分子式 $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ で表されるが、構造や性質が異なる。それぞれの化合物の性質について書かれた以下の文章を読み、設問に答えよ。



ベンジルアルコール



o-クレゾール



アニソール

<化合物の性質についての記述>

- 化合物A, B, Cを塩化鉄(III)水溶液と反応させたところ、化合物Aを加えた反応液のみが青色を呈した。
- 化合物A, Bは、金属ナトリウムと反応して気体を生じた。
- それぞれの化合物に過マンガン酸カリウムを加えて加熱すると、化合物AとBは酸性を示す官能基を持つ化合物に変化したが、化合物Cは反応しなかった。
- 3種類の化合物のうち、化合物Cの融点が最も低い。

問1 化合物A, B, Cの名称を答えよ。

問2 分子式は同じで構造が異なる、化合物A, B, Cを互いに何と呼ぶか、書け。

問3 下線部について、発生した気体の名称を答えよ。

【18】 安息香酸，ナフタレン，アニリンが溶解したジエチルエーテル(以下エーテル)溶液がある。エーテル溶液を分液漏斗に移し，希塩酸を加えてよく振ると，化合物Aが塩酸塩となって水層に抽出された。残ったエーテル溶液に炭酸ナトリウム水溶液を加えてよく振ると，化合物Bがナトリウム塩となって水層に抽出された。最後に残ったエーテル層中には化合物Cのみが残った。

問 1 化合物A，B，Cの構造式を書け。

問 2 化合物Aが問1の答え通りの化合物であることを確認する方法を一つ挙げよ。

【19】 セルロースに次の薬品を作用させて得られる物質の名称を書け。

- (1) シュワイツァー試薬(シュバイツァー試薬)
- (2) 水酸化ナトリウム，二硫化炭素
- (3) 濃硝酸，濃硫酸
- (4) 希硫酸(長時間煮沸)

【20】 セルロースを無水酢酸と反応させて得られるアセチル化セルロースは、半合成繊維の一つである。アセチル化セルロースに関する次の問いに答えよ。

問 1 セルロース 81 g を完全にアセチル化させた。このとき反応した無水酢酸の質量を有効数字 3 ケタで求めよ。

問 2 問 1 で得られたアセチル化セルロースの質量を有効数字 3 ケタで求めよ。

【21】 飽和脂肪酸として知られるミリスチン酸、パルミチン酸やステアリン酸などは、一般に示性式で C_aH_bCOOH (a, b は整数) のように表すことが多い。従って分子内の炭素原子総数を x 個とすると、 a, b は x の関数として表せるので、示性式は (A) と表記できる。不飽和脂肪酸は、炭素・炭素の二重結合が入ったものであり、オレイン酸、リノール酸、アラキドン酸などが知られている。分子内の炭素原子総数が x 個で、二重結合が y 個入った不飽和脂肪酸は、A をもとに示性式で (B) と表記できる。魚油に多く含まれる不飽和脂肪酸としてドコサヘキサエン酸が知られている。この化合物名において、“ドコサ”とは炭素原子総数が 22 のことを、“ヘキサエン”とは 6 個の二重結合が含まれることを意味する。従って、その示性式は (C) となる。A, B, C にあてはまる、適当な示性式を記せ。

【22】 α -アミノ酸であるリシン(Lys), グリシン(Gly), グルタミン酸(Glu), アラニン(Ala)から合成したペプチドについて, 次の設問に答えよ. ただし, 側鎖はペプチド結合しないものとし, また, 光学異性体は考えないものとする.

問 1 上記アミノ酸, 各 1 分子からなる鎖状のテトラペプチドを合成した場合, 構造異性体は何種類あるか.

問 2 上記アミノ酸から 3 種類を選び, 鎖状のトリペプチドを合成した場合, 等電点が酸性であるトリペプチドは構造異性体も含めて何種類あるか.

問 3 上記アミノ酸から 3 種類を選び, 鎖状のトリペプチドを合成した場合, 等電点が中性になるとと思われるトリペプチドは構造異性体も含めて何種類あるか.

【23】 下記合成高分子から作られた容器について, 強アルカリ性の液体を保存する容器としての使用が不適切なものはどれか. 全て挙げて番号で答えよ. またその理由を 20 字程度で答えよ.

- (1) ポリプロピレン
- (2) ポリスチレン
- (3) 高密度ポリエチレン
- (4) ポリエチレンテレフタラート
- (5) テフロン(ポリテトラフルオロエチレン)
- (6) ポリ塩化ビニル
- (7) ポリメタクリル酸メチル

【24】 大豆から抽出した大豆油は、1分子のグリセリンに対し3分子の高級脂肪酸がエステル結合した油脂(トリグリセリド)である。大豆油は水には不溶の液体で、水と混ぜても直ぐに二層に戻ってしまう。他方、卵黄から抽出したレシチンは、1分子のグリセリンに対し2分子の脂肪酸と1分子のリン酸化合物がエステル結合している。医薬品として、水性液体中にトリグリセリドとレシチンが混合された静注用脂肪乳剤(注射液)がある。牛乳のような白濁した均一な分散液として安定で、二層に分かれない。この理由を100字程度で説明せよ。

—余 白—

(このページに問題はありません)