

化 学

(問 題)

2014年度

〈2014 H26080015 (化学)〉

注 意 事 項

1. 試験開始の指示があるまで、問題冊子および解答用紙には手を触れないこと。
2. 問題は3～7ページに記載されている。試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び解答用紙の汚損等に気付いた場合は、手を挙げて監督員に知らせること。
3. 解答はすべて、HBの黒鉛筆またはHBのシャープペンシルで記入すること。
4. 記述解答用紙記入上の注意
 - (1) 記述解答用紙の所定欄（2カ所）に、氏名および受験番号を正確に丁寧に記入すること。
 - (2) 所定欄以外に受験番号・氏名を書いてはならない。
 - (3) 受験番号の記入にあたっては、次の数字見本にしたがい、読みやすいように、正確に丁寧に記入すること。

数 字 見 本	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- (4) 受験番号は右詰めで記入し、余白が生じる場合でも受験番号の前に「0」を記入しないこと。

	万	千	百	十	一
(例) 3825番⇒		3	8	2	5

5. 解答はすべて所定の解答欄に記入すること。所定欄以外に何かを記入した解答用紙は採点の対象外となる場合がある。
6. 試験終了の指示が出たら、すぐに解答をやめ、筆記用具を置き解答用紙を裏返しにすること。
7. いかなる場合でも、解答用紙は必ず提出すること。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

I 次の文章を読んで、問いに答えよ。

物質が化学変化を起こすとき、一般に熱の出入りがある。化学変化にともなう熱の出入りは変化前の状態と変化後の状態だけで決まり、変化の経路には依存しない。この性質を示した法則を **ア** という。この法則を用いると測定が困難な反応の反応熱を計算で求めることができる。化学反応式の右辺に反応熱を書き、左辺と右辺を等号で表した式を熱化学方程式という。

反応熱には反応の種類により固有の名称のものがあり、燃焼熱、生成熱、溶解熱、中和熱などがその例である。下の表にはいくつかの物質の 25℃、 1.013×10^5 Pa における生成熱の値を示した。

原子間の結合を切断するのに必要なエネルギーを結合エネルギーといい、1 mol あたりの値で表される。たとえば、25℃、 1.013×10^5 Pa における水素分子の H-H の結合エネルギーは 432 kJ/mol であり、塩素分子の Cl-Cl の結合エネルギーは 243 kJ/mol である。原子が結合するとき、結合エネルギーに等しい熱量が放出される。

表 25℃、 1.013×10^5 Pa における生成熱

水	H ₂ O(液)	286 kJ/mol
水蒸気	H ₂ O(気)	242 kJ/mol
二酸化炭素	CO ₂ (気)	394 kJ/mol
メタン	CH ₄ (気)	75.0 kJ/mol
プロパン	C ₃ H ₈ (気)	106 kJ/mol
エチレン	C ₂ H ₄ (気)	-52.3 kJ/mol
塩化水素	HCl(気)	92.3 kJ/mol

問1 **ア** に適当な法則の名称を書け。

問2 希薄な強酸と強塩基の中和熱は、酸と塩基の種類にかかわらずほぼ一定の 57 kJ/mol である。塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の中和反応の熱化学方程式を書け。

問3 25℃、 1.013×10^5 Pa におけるエタノール(液)の燃焼熱を 1368 kJ/mol とし、表の値を用いてエタノール(液)の生成熱を求め、有効数字3桁で書け。

問4 表の値を用いて、25℃、 1.013×10^5 Pa におけるプロパンの燃焼熱を求め、有効数字3桁で書け。

問5 下線部 a の結合エネルギーと表の値を用いて、塩化水素の H-Cl の結合エネルギーを求め、有効数字3桁で書け。

問6 メタンの生成熱 75.0 kJ/mol を表す反応を熱化学方程式で書け。また、25℃、 1.013×10^5 Pa において黒鉛が炭素原子に解離するときの反応熱を -715 kJ/mol とし、下線部 a の結合エネルギーと表の値を用いて 25℃、 1.013×10^5 Pa におけるメタンの C-H 結合の結合エネルギーを求め、有効数字3桁で書け。

問7 1 mol のエチレン分子が炭素原子と水素原子に解離するときの反応の反応熱を Q_1 、1 mol の黒鉛が炭素原子に解離するときの反応熱を Q_2 、水素分子の H-H の結合エネルギーを Q_3 とし、エチレンの生成熱を Q_1 、 Q_2 、 Q_3 で表せ。

Ⅱ 次の文章を読んで、問いに答えよ。原子量は以下の値を用いる。(C = 12, O = 16, S = 32, Ca = 40)

硫黄は様々な有機、無機化合物の構成元素として存在している。硫黄の単体には環状分子 **ア** からなる単斜硫黄と斜方硫黄、鎖状分子からなるゴム状硫黄などの同素体がある。生ゴムに硫黄を加え加熱しながら練る（この操作を **イ** とよぶ）と弾性の大きいゴムに変わる。生ゴムに質量で 30 ～ 40 % の硫黄を練り込むとかたい樹脂状になる。これは **ウ** とよばれる。

硫酸は工業的に重要な硫黄の化合物であり、触媒、金属の精錬、製紙など様々な用途に使われている。硫酸塩にも多くの用途があり、硫酸塩の **エ**、**オ** は肥料として有用である。硫黄化合物の気体として二酸化硫黄、硫化水素などがある。二酸化硫黄は常温で無色、刺激臭をもつ有毒な気体であり、実験室では硫黄や黄鉄鉱 FeS_2 の燃焼によって得られる。二酸化硫黄は石炭の燃焼の際にも発生し、酸性雨などの原因物質として知られ、その排出を抑制する工夫（脱硫）がなされている。硫化水素は実験室では硫化鉄 FeS と希硫酸との反応で発生させる。多くの金属イオンはその水溶液に硫化水素を通じると特有の色をもつ沈殿を生じるので金属イオンの分離や検出に用いられる。硫化水素との反応により Pb^{2+} 、 Cd^{2+} 、 Zn^{2+} はそれぞれ **カ** 色、**キ** 色、**ク** 色の沈殿を生じる。

問 1 **ア** に適当な分子式を、**イ** ～ **ク** に適当な語句を書け。

問 2 下線部 a の反応を化学反応式で書け。

問 3 下線部 b の反応を化学反応式で書け。

問 4 二酸化硫黄を水に吸収させ、炭酸カルシウムと反応させて硫酸カルシウムとして回収する脱硫の方法がある。この方法で石炭 1000 kg から 6.8 kg の無水硫酸カルシウムが得られた。この石炭の硫黄含有量を質量％で有効数字 2 桁で答えよ。ただし石炭中の硫黄分は全て硫酸カルシウムとして回収できたとする。

問 5 硫酸は工業的には接触法でつくる。硫黄から二酸化硫黄を経て硫酸を得るときの硫黄の酸化数を書け。

問 6 ゴム状硫黄を得る方法を句読点を含めて 30 字以内で書け。

Ⅲ 次の文章を読んで、問いに答えよ。

生物のからだの構成成分であるタンパク質は、アミノ酸が **ア** 結合によって重合したものである。アミノ酸は、多くの有機化合物とは異なり、水には溶けやすいが、有機溶媒には溶けにくい。その理由はアミノ酸の構造を考えれば明らかである。アミノ酸（ α -アミノ酸）は、ひとつの炭素原子にアミノ基とカルボキシ基（カルボキシル基）が結合している。一般に、中性から酸性の溶液中ではアミノ基は水素イオンを結合して **イ** の電荷をもち、カルボキシ基は中性からアルカリ性で **ウ** の電荷をもつ。グリシンやアラニンはアミノ基とカルボキシ基をひとつずつもち、アミノ酸あたりの電荷の最大数は **エ** となる。これに対して、ペプチドを構成するアミノ酸ひとつあたりの電荷の最大数は、2分子のグリシンが重合したジペプチドでは **オ**、4分子が重合したテトラペプチドでは **カ** となる。このように考えていくと、一般にアミノ酸よりもタンパク質の方が水に溶けにくい理由が理解できる。

アミノ酸の持つ電荷の合計が0になる時のpHを、そのアミノ酸の等電点という。グリシンやアラニンの等電点は約6と中性に近いが、アミノ酸の種類によっては側鎖が電荷を持ち得るために、等電点が3あるいは10といった値になるものもある。したがって、あるpHでのアミノ酸の電荷は、そのアミノ酸の種類によって異なり得る。このため、アミノ酸の溶液に電圧をかけた時に、アミノ酸の移動する方向は種類によって正反対になる場合もある。このような、電圧をかけた時の移動の仕方により異なる物質を分離する方法（電気泳動法）は、タンパク質にも応用可能である。タンパク質の場合も、そのタンパク質の等電点とpHによって移動の方向が決まる。

問1 文中の **ア** ～ **カ** に適当な語句または数字を書け。

問2 下線部 **a** の理由は、本文中の記述からするとどのように考えられるか。句読点を含めて50字以内で書け。

問3 アスパラギン酸、アルギニン、グルタミン酸、リシンをpH7の条件で電気泳動をした際に、それぞれ正負どちらの電極の方向へ移動するか書け。

問4 アミノ酸のひとつの炭素に結合した水素、カルボキシ基、アミノ基、側鎖のうち、タンパク質の等電点にもっとも大きく影響を与えるものはどれか書け。

IV 次の文章を読んで、問いに答えよ。

ベンゼンの水素原子1個を **ア** 基で置換した化合物をフェノールという。フェノールは、工業的には主としてクメン法と呼ばれる、ベンゼンと **イ** を原料とした方法で合成される。クメン法ではフェノールの他に **ウ** が合成される。フェノールは、水溶液中で一部が電離して酸性を示す。

サリチル酸は無色の針状結晶でフェノール類と **エ** の両方の性質を示す。サリチル酸に塩化鉄(Ⅲ)水溶液を加えると **オ** に呈色する。

問1 **ア** ~ **オ** に適当な語句を書け。

問2 以下の化合物を酸性の強いものから順に並べ、番号で書け。

1. フェノール 2. ベンゼンスルホン酸 3. 安息香酸

問3 以下の化合物を融点の高いものから順に並べ、番号で書け。

1. フェノール 2. *o*-クレゾール 3. 1-ナフトール 4. サリチル酸

問4 ナトリウムフェノキシドからサリチル酸ナトリウムを合成し、これに希硫酸を作用させるとサリチル酸が得られる。さて、この反応経路においてナトリウムフェノキシドに何を加え、どのような条件下で反応させるとサリチル酸ナトリウムが得られるか、簡潔に書け。

問5 サリチル酸と無水酢酸との反応を構造式を用いて書け。

問6 液体Aと液体Bを用いた以下の実験について設問ⅠとⅡに答えよ。

液体A：密度が1.07 g/cm³のフェノールと密度が1.48 g/cm³のトリクロロメタンを液体状態での体積比で1：1の割合で混ぜて得た液体

液体B：タンパク質とDNAを溶解した中性の水

実験：0.5 mLの液体Aを0.5 mLの液体Bに加えて激しく攪拌した後、遠心分離したところ2層に分離した。なお、試料に遠心力をかけて試料の成分を分離する方法を遠心分離という。

【設問Ⅰ】：実験中にタンパク質の立体構造に大きな変化が起こった。このような現象は何と呼ばれるか、その名称を書け。

【設問Ⅱ】：遠心分離後の2層に関する記述として正しいものを以下から選び、番号で書け。

1. 水を主成分とする層と、フェノールおよびトリクロロメタンを主成分とする層の2層に分かれ、水を主成分とする層が下になった。そして、大部分のDNAは下層に含まれた。
2. 水を主成分とする層と、フェノールおよびトリクロロメタンを主成分とする層の2層に分かれ、水を主成分とする層が上になった。そして、大部分のDNAは上層に含まれた。
3. フェノールを主成分とする層と、水およびトリクロロメタンを主成分とする層の2層に分かれ、フェノールを主成分とする層が下になった。そして、大部分のDNAは下層に含まれた。

4. フェノールを主成分とする層と、水およびトリクロロメタンを主成分とする層の2層に分かれ、フェノールを主成分とする層が上になった。そして、大部分のDNAは上層に含まれた。
5. トリクロロメタンを主成分とする層と、水およびフェノールを主成分とする層の2層に分かれ、トリクロロメタンを主成分とする層が下になった。そして、大部分のDNAは下層に含まれた。
6. トリクロロメタンを主成分とする層と、水およびフェノールを主成分とする層の2層に分かれ、トリクロロメタンを主成分とする層が上になった。そして、大部分のDNAは上層に含まれた。

〔以 下 余 白〕