

平成 21 年度入学者理学部生命化学科  
編入学試験問題

【化学】

解答は解答用紙に記入すること。

問 I

1. 化学における熱力学を学ぶ上で、3つの重要な法則（第一法則、第二法則そして第三法則）がある。それらを簡潔に説明せよ。

2. 1) 周期表の第 I 族元素の電子構造について説明せよ。

2) 第 I 族元素の性質を、以下の項目について説明せよ。

a) 各周期におけるイオン化エネルギーの大小関係について

b) 還元性の強さについて

c) 錯体の形成能力について

3) 第 I 族元素の単体金属が液体アンモニアに溶けて電気伝導性の高い青色の溶液になるのはなぜか、説明せよ。

平成 21 年度入学者理学部生命化学科  
編入学試験問題

【化学】

問題 II 解答は解答用紙に記入すること。

1. 炭素と水素で構成される化合物X (分子量 56) 56 mgを十分な量の酸素と混合して完全燃焼させたところ、二酸化炭素 176 mgと水 72 mgが生成された。この化合物Xの分子式を求めよ。
2. 次の (1) から (3) のうち2問を選択して答えよ。
  - (1) 水分子は直線状ではなく折れ曲がった構造をとっている。酸素の混成軌道を考慮しつつ、その折れ曲がり構造を説明せよ。
  - (2) pKa値について説明せよ。
  - (3) Lewis構造について説明せよ。
3. 次の2つの生体分子のうち、1つについて、その構造と機能を説明せよ。
  - (a) タンパク質
  - (b) 生体膜

平成21年度入学者理学部生命化学科  
編入学試験問題

【生物】

解答は解答用紙に記入すること。

問 I

次の(1)から(10)の記述のうち、正しいものの番号を答えなさい。

- (1) 酵母やカビは下等な微生物であり、細胞の基本的な構造は、大腸菌と同じである。
- (2) 細胞を構成する生体膜は脂質二重層であり、水溶性のイオンは、自由に通過することはできない。
- (3) 全ての生物は細胞からできており、遺伝情報を担う分子は二本鎖 DNA である。
- (4) 真核生物の核内の DNA は、すべて環状の二本鎖 DNA である。
- (5) 細胞あたりの DNA 含量が最も高いのは、高等な生物であるヒトの細胞である。
- (6) ヒトの DNA では、遺伝子(タンパク質のアミノ酸配列情報を担う領域)以外の領域が圧倒的に多い。
- (7) 真核生物の DNA の複製や転写に関わる酵素・転写因子は、核内で機能するので、他のタンパク質とは異なり核内で合成される。
- (8) 細胞質で合成されたタンパク質は、そのアミノ酸配列に選別シグナル配列が含まれている場合は、特定の細胞小器官へと輸送される。
- (9) 細胞骨格は、基本単位となるタンパク質が重合して形成された、細長い繊維状の構造物である。
- (10) 細胞骨格は、細胞の形態を維持する強固な構造であり、動いたり分解されたり、あるいは、再構築されたりすることはない。

平成21年度入学者理学部生命化学科  
編入学試験問題

【生物】

解答は解答用紙に記入すること。

問II

次の文章を読んで、各問いに答えなさい。

DNAの遺伝情報は、転写と翻訳の過程を経て発現する。DNAを鋳型として(a)が合成される過程を転写という。(a)を合成する酵素は(b)とよばれている。転写によりでき上がった(a)が、タンパク質のアミノ酸配列情報を担っている場合は(c)とよび、翻訳の際のアミノ酸運搬体として機能する場合には(d)、多種類のタンパク質と会合して翻訳装置である(e)を構成する場合には、rRNAとそれぞれよばれている。転写では、DNAの二本鎖のうち、どちらか片方が(a)合成の鋳型となる。鋳型となるDNA鎖に対する相補鎖のことを(f)鎖という。従って、DNAの(f)鎖の塩基配列が5'-ATGCATTGC-3'であったとすると、転写されてできた(a)の塩基配列は、5'-(g)-3'となる。(c)の塩基配列情報は、主に(d)と(e)の働きによりタンパク質へと翻訳される。この時、(c)の3つの塩基が一つのアミノ酸へと対応づけられており、この3つの塩基の並びを(h)という。

さて、①原核生物の場合、(c)には、複数のタンパク質のアミノ酸配列情報がのっていることが多い。例えば、大腸菌では、ヒスチジンというアミノ酸の合成には10種の酵素が関与しており、これら10種の酵素の遺伝子は、一つの(c)として転写され、翻訳される。また、転写と翻訳が細胞質中で同時に進行するのも大きな特徴である。一方、真核生物では、一つの(c)には、1種類のタンパク質のアミノ酸配列情報がのっていることが普通である。真核生物の(c)は、転写された後、5'末端側に(i)、3'末端側に(j)がそれぞれ付加され、さらに、(k)によりイントロンが除去され(l)部分のみが再結合されることにより完成する。完成した(c)は、核膜孔から核外へ出てタンパク質へと翻訳される。真核生物のDNAは、核内で(m)という塩基性タンパク質と強固に結合したヌクレオソーム構造として存在している。転写の際には、転写因子等の働きにより(m)の塩基性が低下してDNAとの結合が弱くなり、(m)とDNAとの解離が進行して(b)が結合しやすくなるというモデルが提唱されている。

- (1) 文章中の(a)から(m)に適切な語を入れなさい。ただし、(g)には、塩基配列を入れること。
- (2) 文章中の下線部①は、原核生物にとって、どのような場合に有利と考えられるか？ヒスチジンの例を参考として、あなたの考えを説明しなさい。

平成 21 年度入学者理学部生命化学科  
編入学試験問題

【化学】

問 I 解答は解答用紙に記入すること。

1. 化学における熱力学を学ぶ上で、3つの重要な法則(第一法則、第二法則そして第三法則)がある。それらを簡潔に説明せよ。

(解答例) 熱力学第一法則では、 $dU = \delta Q - \delta W$  ( $dU$ は閉じた系の内部エネルギー変化、 $\delta Q$ は系が外部から加えられた熱量、 $\delta W$ は系が外部にした仕事)といった形で表現される。物理的には熱も仕事も同じエネルギーの一種であり、エネルギー収支(増減)がすなわち内部エネルギー変化であるという法則。式の意味は加えられた熱量の分だけ内部エネルギーは増加し、外界に対して行った仕事の分だけ内部エネルギーは減少するということである。何もエネルギー源のないところからひとりでにエネルギーが生まれることはなく、逆に発生したエネルギーが消滅することもないということを表わしている。

熱力学第二法則 熱を低温の物体から高温の物体へ移動させ、それ以外に何の変化も起こさないような過程は実現不可能である。(クラウジウスの原理) 温度の一樣な一つの物体から取った熱を全て仕事に変換し、それ以外に何の変化も起こさないような過程は実現不可能である。(トムソン(ケルヴィン)の原理) 第二種永久機関は実現不可能である。また、断熱系で不可逆変化が起こるとき、エントロピーは必ず増加する。可逆的な変化ではエントロピーの増加は0となる(エントロピー増大の原理・クラウジウスの不等式)。熱力学第三法則は絶対エントロピーの定義を示しており、絶対零度でエントロピーはゼロになる。(ネルンスト・プランクの原理)

2. 1) 周期表の第 I 族元素の電子構造について説明せよ。

(解答例) 第 I 族元素には、水素やアルカリ金属が属しており、第 I 族元素はすべてその最外殻軌道に 1 個の電子、すなわち原子を構成している電子の一つの球状の軌道である s 軌道に電子 1 個を占有している。

- 2) 第 I 族元素の性質を、以下の項目について説明せよ。

a) 各周期におけるイオン化エネルギーの大小関係について

(解答例) 最外殻軌道電子は原子核から離れているので比較的容易に除去され、イオン化エネルギーは低い。原子の大きさが増すにつれ電子は原子核からさらに離れ、より弱く結び付けられるようになるので、イオン化エネルギーは減少する。

b) 還元性の強さについて

(解答例) 第 I 族元素最も強い化学的な還元剤である。

c) 錯体の形成能力について

(解答例) 非常に反応性にとんだ1価の金属であるため、無色のイオン化合物を形成する。

- 3) 第 I 族元素の単体金属が液体アンモニアに溶けて電気伝導性の高い青色の溶液になるのはなぜか、説明せよ。

(解答例) 溶媒和した電子による。希薄溶液においては、溶存種は溶媒和した金属イオンと溶媒和した電子である。後者のため溶液は暗青色を示す。

平成 21 年度入学者理学部生命化学科  
編入学試験問題

【化学】

問題 II 解答は解答用紙に記入すること。 (合計50点)

1. 炭素と水素で構成される化合物X (分子量 56) 56 mgを十分な量の酸素と混合して完全燃焼させたところ、二酸化炭素 176 mgと水 72 mgが生成された。この化合物Xの分子式を求めよ。(15点)
2. 次の (1) から (3) のうち2問を選択して答えよ。(10点 x 2 = 20点)
  - (1) 水分子は直線状ではなく折れ曲がった構造をとっている。酸素の混成軌道を考慮しつつ、その折れ曲がり構造を説明せよ。
  - (2) pKa値について説明せよ。
  - (3) Lewis構造について説明せよ。
3. 次の2つの生体分子のうち、1つについて、その構造と機能を説明せよ。(15点)
  - (a) タンパク質
  - (b) 生体膜

出題の意図

1. は、高校化学で履修した、原子量、化学反応式(燃焼反応式)、モルの概念を問う問題であり、大学教育での基本となる事項である。(解答は、 $C_4H_8$ )
2. は、有機化学を勉強する上での基礎となるべきところである。解答については、教科書(例えば、「ブルース有機化学」(第4版、化学同人)の1章)を参照してください。
3. は、生物化学を勉強する上での基礎となるべきところである。解答については、教科書(例えば、「ホートン生化学」(第3版、東京化学同人)の第II部(生体分子の構造と機能))を参照してください。

いずれの問題も該当分野の基礎を問う問題であり、受験生の編入後の受講における適用力をみるための出題である。

解答用紙

氏名 ( )

【生物】

問 I (正しいものの番号を書いてください)

(2), (3), (6), (8), (9)

問 II

(1)

( a ) RNA

( b ) RNA ポリメラーゼ

( c ) mRNA

( d ) tRNA

( e ) リボソーム

( f ) センス

( g ) AUGCAUUGC

( h ) コドン

( i ) キャップ構造

( j ) ポリ A 鎖

( k ) スプライシング

( l ) エキソン

( m ) ヒストン

(2)

大腸菌がヒスチジン欠乏状態となった場合には、ヒスチジンを合成する必要がある。ヒスチジン合成には 10 種の酵素が必要であるが、これらの酵素の遺伝情報は、ひとつの mRNA として転写されるため、必要な酵素の遺伝子のセットを同時に翻訳することができる。原核生物のこのような転写・翻訳における特徴は、必要な遺伝子群を効率よく機能させることを可能にしており、環境の変化に速やかに対応するためには、有利な手段であると考えられる。