

化学

1. 次の問題に答えよ。

(1) ある元素の中性原子は、K 殻に 2 個、L 殻に 8 個、M 殻に 8 個、N 殻に 2 個の電子を持っている。次の (a)～(d) について答えよ。

(a) 原子番号 (b) s 軌道電子の総数 (c) p 軌道電子の総数 (d) 元素名

(2) 原子番号が 10 から 20 までの元素のうち、上記の元素と最外殻エネルギー準位にある電子の数が等しい元素について、その元素名と電子配置を書け。(例, Li : $1s^2 2s^1$)

(3) 解熱・鎮痛剤として使用されるアスピリンは、重量百分率組成で、C : 60.00%、H : 4.44%、O : 35.56% から成る化合物で、分子量が 180 である。アスピリンの分子式を求めよ。計算の過程も記せ。但し原子量は、C : 12、H : 1.0、O : 16 とする。

(4) 次の分子中のすべての結合について極性か無極性か答えよ。また分子そのものについても極性か無極性か答えよ。但し、電気陰性度は、H : 2.1、C : 2.5、N : 3.0、Cl : 3.0 とする。(解答例 A-B の結合 : 極性、分子 : 無極性)

(a) CCl_4 (b) NH_3

2. 酸性水溶液に関わる次の問題に答えよ。なお原子量は、H : 1.0、C : 12、N : 14、O : 16 とする。気圧、 ℓ の単位と国際単位系との関係はそれぞれ $1.00 \text{ atm} = 0.101 \text{ MPa}$ 、 $1 \ell = 10^{-3} \text{ m}^3$ である。

(1) 0.005 M の硫酸水溶液の pH はいくらか。

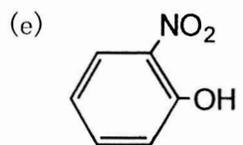
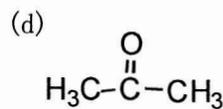
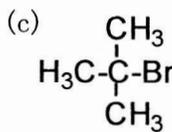
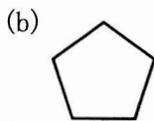
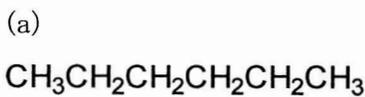
(2) 硫酸水溶液にマグネシウムを加えたところ気体が発生した。この気体は何か答えよ。また 300 K、1.0 atm での気体の発生量は 248 ml であった。発生した気体のグラム数を計算せよ。なお気体定数は $0.082 \ell \cdot \text{atm} / (\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

(3) 弱酸である酢酸の水溶液では、未解離の酢酸分子 (反応物) と酢酸の解離による生成物との間で平衡が成立している。酢酸の平衡反応式を示せ。また 298 K における 0.005 M 酢酸水溶液の反応物と生成物のそれぞれの平衡濃度ならびに pH を求めよ。なお 298 K における酢酸の酸解離定数 K_a 値は $1.8 \times 10^{-5} \text{ M}$ であり、 $\log 2 = 0.30$ 、 $\log 3 = 0.48$ とする。

(4) (3) の酢酸水溶液に、0.005 M となるように酢酸ナトリウムを加えた。平衡は左右のどちらに移動するか。

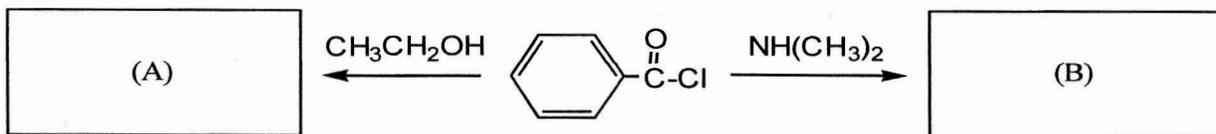
3. 次の問題に答えよ。

(1) 化合物 (a)～(e) の名称を記せ。

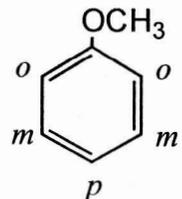


(2) 分子式が C_4H_8 で表されるアルケンの異性体の構造式を 4 個書きなさい。

(3) 次の反応の主生成物である (A) エステルと (B) アミドの構造式を書きなさい。



(4) アニソールの求電子置換反応では、オルト (o)、メタ (m)、パラ (p) のいずれの配向性を示すか。また、その理由を説明しなさい。



アニソール

生化学 (その1)

問題 [A]、[B]については1枚の解答用紙に、[C]については別の専用の解答用紙に解答しなさい。

[A] 下記の問題文中の (a) - (o) に適切な語句を答えよ。但し、(f) は化学構造式を答えよ。

1. アミノ酸の中で、グリシンには $C\alpha$ 炭素に (a) 個の H 原子を有し、(b) 異性体は存在しない。
2. タンパク質の二次構造は (c) と (d) が主なその構造単位である。
3. タンパク質の 280 nm 付近の紫外線の吸収に最も寄与するアミノ酸は (e) である。
4. アミノ酸 Ala の 1M HCl 中での化学構造式は (f) である。
5. グルコースが環化すると元の (g) 炭素がキラル中心になり、(h) 個の (b) 異性体ができ、これを互いに (i) という。
6. 酵素反応において、Michaelis 定数 (K_m) 値が大きいほど、酵素と基質との親和性は (j) 。
7. 一般に、ヌクレオチド残基は 5'末端を (k) に書くのが習慣である。
8. 遺伝情報を伝達する DNA と RNA は、塩基と糖と (l) から構成される。
9. DNA の二重らせんでは、アデニン残基とチミン残基の対、グアニン残基と (m) 残基の対が (n) 結合で相補塩基対を形成し、前者および後者の対は、それぞれ、2本、及び (o) 本の (n) 結合で形成される。

[B] 生体内には様々なヌクレオチド (高分子のポリヌクレオチドである DNA、RNA を除く) が存在するが、その主要な生化学的役割は6つに分類することができる。それら役割を5つ以上列挙し、それぞれについてその役割を果たすヌクレオチドの名称と役割の説明を記せ。

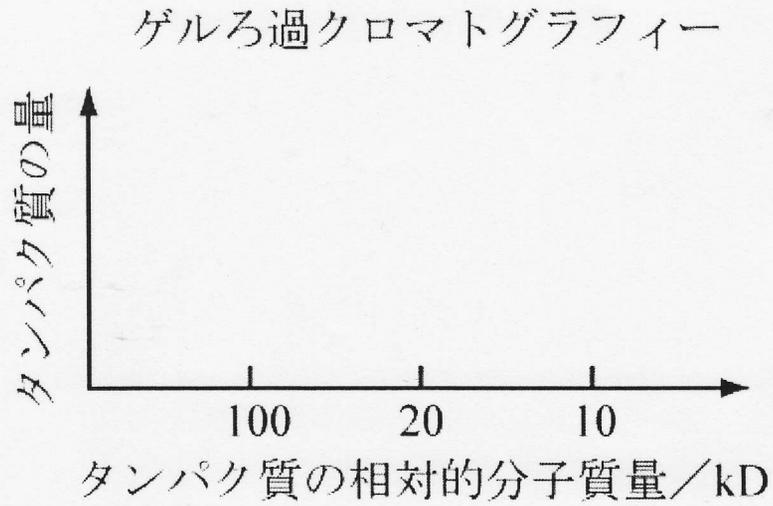
生化学 (その2)

[C] ここにモノマーの分子質量約 12kD でアミノ酸のみからなる酵素 X がある。生体内では共有結合によるホモダイマーとして、ある酸化還元反応を触媒していると予測されている。この酵素 X を生体より抽出・精製してきた。以下にその解析の様子を再現して問に答えよ。

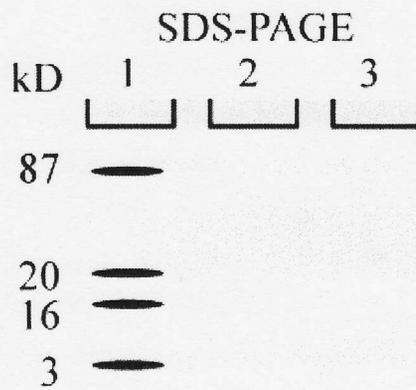
- 問 1. 酵素 X の分子質量を推測するためにゲルろ過クロマトグラフィーを行った。解答用紙のグラフ中に適当なクロマトグラフィーのパターンを描け。ただし、精製過程においてその酸化状態は損なわれていないとする。
- 問 2. 酵素 X の SDS-PAGE 解析を試みた。解答用紙の図中に電気泳動した結果を描け。ただし、第 1 レーンは分子質量マーカーが泳動してある。第 2 レーンに非還元状態の酵素 X、第 3 レーンに還元状態の酵素 X を泳動したとする。
- 問 3. SDS-PAGE で使用された還元試薬の名前を挙げよ。
- 問 4. 酵素 X のダイマー化に関与すると思われるアミノ酸の名前と共有結合の呼び名を記せ。
- 問 5. 酵素 X の酸化還元反応触媒活性に関与すると思われるアミノ酸の名前を記し、その働き方を簡単に説明せよ。

生化学 (その2、[C]) 解答用紙)

問1



問2



問3

問4

問5

生命情報科学

下記の生命情報科学の問題 (A、B) のいずれかを選び解答せよ。

生命情報科学 A (藤原研究室)

A 1 ~ A 3 の問の中から 2 問を選び解答せよ。

A 1 化学療法剤を分類し、それぞれを簡潔に説明せよ。

A 2 人の十二指腸の組織を簡潔に説明せよ。

A 3 真核細胞の細胞小器官を分類し、それぞれの機能を簡潔に説明せよ。

生命情報科学 B (大島研究室)

真核生物の染色体について共通な、その複製、分配、維持に必要な 3 つの構造的、機能的領域 (要素) の名称と、それぞれの機能、特徴を記せ。

医用生体工学

1. 「肺がんの原因と治療」について論ぜよ。(20点)
2. 対症療法と原因療法について述べよ。(10点)
3. 抗がん剤の3つの課題について述べよ。(10点)
4. 「OTC」について述べよ。(10点)

細胞工学

1. 熱殺菌過程は次の微分方程式で表現される。

$$dX/dt = -k_d X \quad (k_d \text{ は正の定数で死滅速度定数と呼ばれる; } \text{min}^{-1})$$

- (1) この微分方程式を初期条件 ($t=0$ で $X=X_0$) の下で解きなさい。
- (2) $X_0=10^6$ (cells/ml) とし、これが 1(cells/ml)以下になるのに必要な滅菌時間を求めなさい。ただし、 $k_d=0.23$ (min^{-1}) とし、必要なら $\ln(10)=2.3$ を使いなさい。

2. 次のことがらを簡単に説明せよ。

- (1) Monod 式の特徴と Lineweaver-Burk プロットによるパラメータ推定
- (2) 制限基質当たりの増殖収率、生産物収率
- (3) ケモスタットにおける希釈率とウォッシュアウト

生命環境科学

自然の生態系を理解するため微生物の菌叢が解析されている。この菌叢解析の方法に関して以下の質問に答えよ。

1. 蛍光染色法とくに FISH (蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション) について説明せよ。
2. 16S rRNA 遺伝子の PCR 増幅産物を解析する方法について知るところを述べよ。