

# 化学

1. 次の問題に答えよ。

- (1) 原子番号 34 のセレンの中性原子について、以下の問いに答えよ。  
(a) M 殻の電子数      (b) N 殻の電子数      (c) s 軌道電子の総数      (d) p 軌道電子の総数  
(e) d 軌道電子の総数
- (2) クエン酸サイクルの中間体であるリンゴ酸は、重量百分率組成で、C : 35.8%、H : 4.5%、O : 59.7% から成る化合物で、分子量が 134 である。この化合物の分子式を求めよ。計算の過程も記せ。ただし、原子量は、C : 12.0、H : 1.0、O : 16.0 とする。
- (3) 次の分子の構造式を書き、分子中のすべての結合について極性か無極性か答えよ。また分子そのものは極性か無極性か答えよ。ただし、電気陰性度は、H : 2.1、C : 2.5、Cl : 3.0 とする。  
(解答例 A-B の結合 : 極性、分子 : 無極性)

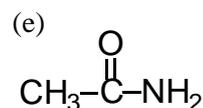
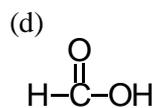
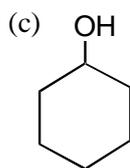
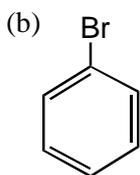
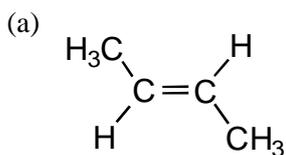


2. 酸素、水素および水に関する次の問題に答えよ。なお atm、ℓ の単位と国際単位系との関係は、それぞれ  $1.00 \text{ atm} = 0.101 \text{ MPa}$ 、 $1 \text{ ℓ} = 10^{-3} \text{ m}^3$  である。気体定数は  $0.082 \text{ ℓ} \cdot \text{atm} / (\text{mol} \cdot \text{K}) = 8.31 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K})$  である。

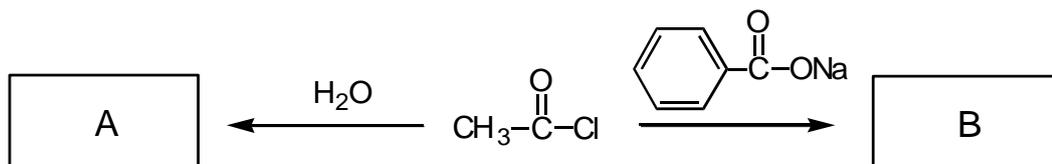
- (1) エタン ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) と酸素との反応 (エタンの完全燃焼) を示す化学反応式を示せ。また  $1.00 \text{ mol}$  のエタンが燃焼する時の反応熱  $\Delta H$  も求めよ。計算の過程も記せ。ただし、各物質の生成熱  $\Delta H_f^\circ$  (kcal/mol) は、 $\text{CO}_2(\text{g}) : -94.1$ 、 $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) : -68.3$ 、 $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) : -20.2$  とする。
- (2) (1) の完全燃焼によって得られる水  $54.0 \text{ g}$  を加熱して水蒸気にした。400 K、1.00 atm での水蒸気の体積を求めよ。計算の過程も記せ。ただし、原子量は水素 : 1.0、炭素 : 12.0、酸素 : 16.0 を使いなさい。
- (3) 二酸化炭素と水素とを反応させると一酸化炭素と水蒸気が生成し、これは可逆反応を示す。なお何れの物質も気体である。 $2.0 \text{ mol}$  の二酸化炭素と  $2.0 \text{ mol}$  の水素を  $1.0 \text{ ℓ}$  の容器に入れて反応を開始させた。平衡状態に達した時、二酸化炭素は  $0.90 \text{ mol}$  残っていた。平衡状態での一酸化炭素と水素の濃度、ならびに平衡定数  $K_{eq}$  の値を求めよ。計算の過程も記せ。なお反応は一定温度の状態で行い、反応開始前には生成物は無かったとする。
- (4) 反応圧力を上げると、(3) の可逆反応の平衡はどちらの方向に移動するか答えよ。

3. 次の問題に答えよ。

(1) 化合物(a)~(e)の名称を書きなさい。



- (2) 分子式が  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}$  で表されるケトンの異性体の構造式を 3 個書きなさい。
- (3) 次の反応において生成するカルボン酸 **A** と酸無水物 **B** の構造式を書きなさい。



- (4) アンモニア、メチルアミン、ジメチルアミン、トリメチルアミンのなかで、最も塩基性の高い化合物の構造式を示し、その理由を説明しなさい。

# 生化学

1. 次の文章の空欄 (①) ~ (⑮) に入る適切な語句や数字を、解答用紙に番号 (①~⑮) と共に記せ。

- (1) ピリミジン塩基の (①) は DNA と RNA の両方にふくまれているが、(②) は DNA だけに、(③) は RNA だけに含まれる。
- (2) DNA から転写された mRNA 前駆体はスプライシング反応によって長さが縮小される。スプライシングで残る部位が (④) と呼ばれ、除去される部位が (⑤) と呼ばれる。
- (3) ATP はアデニンと (⑥) と 3 分子のリン酸から成る。
- (4) (⑦) は D-グルコースが  $\beta$ -1,4-結合で直鎖状につながった多糖である。
- (5) 還元糖の水溶液に (⑧) 液を加えると、 $\text{Cu}_2\text{O}$  の赤色沈殿が生じる。
- (6) タンパク質のジスルフィド結合は、(⑨) 残基の-SH 基からできる。
- (7) リジン、アルギニンは塩基性アミノ酸であり、生理的 pH では(⑩)の電荷をもつ。
- (8) ポリペプチド鎖は (⑪) でペプチド鎖間または同じ鎖内の異なった部分どうしが結び合って、部分的な折りたたみ構造ができる。この構造は、2次構造とよばれ、らせん状構造の (⑫) とジグザグ状構造の (⑬) とがある。
- (9) 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力は (⑭)。
- (10) トリアシルグリセロールは、1 分子の (⑮) に 3 分子の脂肪酸がエステル結合したものである。

2. 脂質について説明している次の文章の (①) ~ (⑧) に該当する言葉を語群より選び、解答用紙に番号 (①~⑧) と共に記せ。

脂質とは、元来 (①) に溶けない物質の総称であった。最も (②) された分子を多く含み、化学的に (③) であることから非常に濃縮された被酸化体と言える。したがって、一般的には生体の (④) と紹介される。最近ではそれ自体が (⑤) として働いたり、生理活性を持つことが見出されているが、常態として見かける姿は (⑥) の主成分である。主に 16~18 個の炭素が直鎖状につながった炭化水素鎖に (⑦) が結合した脂肪酸がその主要な構成成分である。その主骨格の炭素の数は (⑧) を代謝の単位とするので偶数鎖である場合がほとんどである。

[語群]

- ①水、②油、③酸化、④還元、⑤無水、⑥親水、⑦遺伝物質、⑧エネルギー貯蔵体、⑨転写産物  
⑩シグナル伝達物質、⑪細胞膜、⑫アルデヒド基、⑬カルボキシル基、⑭メチル基、⑮アセチル基

3. 次の各問に答えなさい。答えは略号でも良い。

- (1) ナイアシンとビタミン B2 (リボフラビン) を前駆体とする電子キャリアー分子は何か。二つとも答えなさい。
- (2) これらの電子キャリアー分子は何という細胞内小器官で電子を供与するか。
- (3) フルクトース1,6-ビスリン酸 (FBP) を生成する解糖系の流量調節酵素は何か。また、この流量調節酵素の制御を受けないために、過剰摂取と肥満との関連が示唆されているヘキソースは何か。
- (4) 解糖系の準備期において生成し、次の報酬期の反応へと進むトリオースリン酸の名称を答えよ。
- (5) 解糖の最終ステップで、ピルビン酸キナーゼの作用でピルビン酸へと変換される高エネルギーリン酸化合物は何か。また、糖新生においてこのリン酸化合物は、ピルビン酸から何という分子を経て生成するか。
- (6) グリコーゲンの非還元末端から順に分解する酵素は何か。また、この分解様式は加水分解ではない。何と呼ばれる分解か。



# 医用生体工学

1. 薬理作用の1次作用と2次作用について述べよ。
2. 経口投与と静脈投与の相違点を書きなさい。
3. ドラッグデリバリーシステムについて述べよ。
4. 薬物の半減期について述べよ。

# 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)  $X_0=10^5(\text{cells/ml})$  とし、これが  $1(\text{cells/ml})$ 以下になるのに必要な滅菌時間を求めなさい。ただし、 $k_d=0.46(\text{min}^{-1})$  とし、必要なら  $\ln(10)=2.3$  を使いなさい。

2. 嫌気性発酵によってグルコースからエタノールと二酸化炭素が生成されるとき、生成エタノール 1g 当たり何 g の二酸化炭素が生成するか、反応式を示して、計算しなさい。ただし、グルコースはエタノールと二酸化炭素以外には使われないものとする。

3. 回分培養、連続培養、流加培養について説明し、特徴（長所、短所）について述べよ。

