

# 化学

1. 次の問題に答えよ。

(1) 原子番号 25 のマンガ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) 動脈硬化の原因になる物質と疑われているコレステロールは、重量百分率組成で、C : 84.0%、H : 11.9%、O : 4.1% から成る化合物で、分子量が 386 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、N : 3.0、O : 3.5 とする。

(解答例 A-B の結合 : 極性、分子 : 無極性)

- (a)  $\text{NH}_3$       (b)  $\text{CO}_2$

2. 次の問題に答えよ。計算過程も記せ。なお、 $^{\circ}\text{C}$ 、atm、cal、 $\ell$  の単位と国際単位系との関係は、それぞれ  $t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273.15$ 、 $1.00 \text{ atm} = 0.101 \text{ MPa}$ 、 $1 \text{ cal} = 4.2 \text{ J}$ 、 $1 \ell = 10^{-3} \text{ m}^3$  である。

(1) グルコース ( $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ ) 9.00 g を完全燃焼したところ、水と炭酸ガスが生成し、 $25^{\circ}\text{C}$ 、1atm のもとで 33.5 kcal の熱の発生が観察された。この熱化学方程式を答えよ。ただし、原子量は、C : 12.0、H : 1.0、O : 16.0 とする。

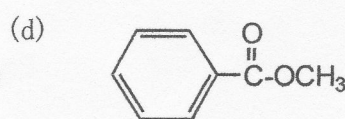
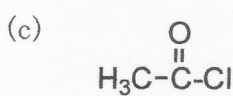
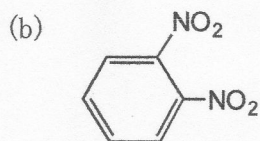
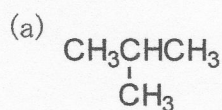
(2) 問題(1)において水は何 g 生成したか答えよ。

(3) 問題(1)において生成した炭酸ガスを集めて 1atm 下で  $300^{\circ}\text{C}$  に加熱した。炭酸ガスの体積は何  $\ell$  になるか答えよ。なお、気体定数は  $0.082 \ell \cdot \text{atm} / (\text{mol} \cdot \text{K})$  とする (国際単位系では  $8.31 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K})$  となる)。

(4) 炭酸ガスと水素を混合して加熱すると、一酸化炭素と水蒸気が生成する可逆反応を示す。体積 1.00  $\ell$  の容器に炭酸ガスと水素をそれぞれ 1.00 mol 入れて反応を開始して平衡状態に到達させたところ、平衡状態では 100% 反応完了時の 56.3% まで進行していた。この反応の平衡定数を求めよ。なお反応開始前には一酸化炭素と水蒸気は無かったとする。

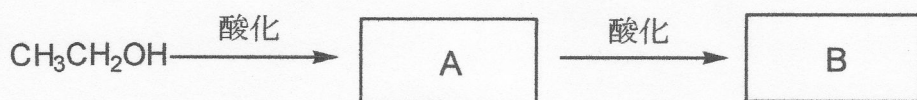
3. 次の問題に答えよ。

(1) 化合物 (a) ~ (d) の名称を書きなさい。



(2) 分子式が  $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$  で表されるアルコールとエーテルについて、アルコール 4 個とエーテル 3 個の異性体の構造式を書きなさい。

(3) 以下の反応式において、エタノール  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  の酸化で生成するアルデヒド [A]、さらに、アルデヒド [A] の酸化で生成するカルボン酸 [B] の名称と構造式を書きなさい。



(4) アンモニア、メチルアミン、ジメチルアミンを塩基性の高い順に並べ、その理由を説明しなさい。

# 生 化 学

1. 次の文章の空欄 ( A ) ~ ( O ) に適切な語句を記入せよ。

- (1) 不斉 ( 整 ) 炭素をもたないアミノ酸は ( A ) である。
- (2) 鎖状グルコースの ( B ) 位の水酸基と 1 位の ( C ) 基がヘミアセタール結合して、環状グルコースになる。
- (3) テトラペプチド Asn-Ala-Ser-Gln の C 末端アミノ酸は ( D ) である。
- (4) タンパク質が示す 280 nm での紫外線吸収に寄与しているアミノ酸は、フェニルアラニン、チロシン、および ( E ) である。
- (5) DNA の二重らせんの塩基相補対はピリミジン塩基と ( F ) 塩基で成立する。
- (6) 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 ( G ) の電荷をもつ。
- (7) 核酸は生理的 pH では ( H ) の電荷をもつ。
- (8) ホスホリパーゼ A<sub>2</sub> はリン脂質の C2 につく ( I ) 残基を加水分解してリゾリン脂質を生じる。
- (9) α-グルコースのアノマーは ( J ) である。
- (10) α-グルコースと β-グルコースは C- ( K ) における光学異性体である。
- (11) 還元糖の水溶液に硫酸銅溶液を加えると、化学式 ( L ) の赤色沈澱を生じる。
- (12) アミロースは数千のグルコース残基が ( M ) グリコシド結合で直鎖状につながるポリマーである。
- (13) グリセロリン脂質とは、グリセロールとリン酸、および脂肪酸とが ( N ) 結合したものである。
- (14) ( O ) は脂肪酸、スフィンゴシン、リン酸、およびコリンからなり、神経系に多量存在する。

2. 以下の緩衝作用を説明した文章の空欄を埋める言葉を語群から選択せよ。

緩衝液とは (①) や (②) などの (③)、またはトリスヒドロキシメチルアミノメタンやアンモニアのような (④) とその (⑤) を含む溶液で、これらの分子は溶液中で完全に (⑥) せず、系外から酸や塩基が加わった場合、(⑦) を供給したり、逆に (⑦) と結合することで (⑧) が変化しにくくなる溶液のことである。

[語群]

塩酸、酢酸、水酸化ナトリウム、硫酸、リン酸、水酸化カリウム、強酸、弱酸、強塩基、弱塩基、塩、電離、プロトン、水酸イオン、結合、pH、pBR

3. グルコースの酸化で生じる電子が、もし直接、酸素に渡されたら、その反応は爆発的でありエネルギーはほとんど熱として失われてしまう。しかし、生物は電子を直接、酸素には渡さず、電子伝達系の反応と酸化リン酸化を通して、酸化のエネルギーをうまく蓄えて ATP 合成に使う。この電子伝達系の反応と酸化リン酸化について、真核生物の場合の概略を記せ。

# 生命情報科学

下記の生命情報科学の問題（A、B）いずれかを選び解答せよ。

## 生命情報科学 A（藤原研究室）

A1～A3 の問の中から 2 問を選び解答せよ。

- A1  $\beta$ -ラクタム抗生物質ペニシリン及びセファロスポリンの基本化学構造を図示し、その抗菌作用の機序を述べよ。
- A2 グラム陽性菌とグラム陰性菌の細胞表層構造の特徴を記せ。
- A3 膜によって囲まれた細胞小器官を 4 つ挙げ、その名称と機能を記せ。

## 生命情報科学 B（武谷研究室）

PCR 法の概要について述べよ。また、これに必要な主な材料、機器を列挙せよ。

## 医用生体工学

1. 「対症療法」と「原因療法」について述べよ。
2. 薬理作用の1次作用と2次作用について述べよ。
3. 血液脳関門について述べよ。
4. 血中薬物濃度の時間変化について図をかいて説明せよ。
5. 薬剤耐性について説明せよ。

## 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)  $X_0=10^6(\text{cells/ml})$  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. 次のことがらを簡単に説明せよ。

(1) 比増殖速度における Monod 式の特徴と Lineweaver-Burk プロットによるパラメータ推定

(2) 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

1. 脱窒、硝化および嫌気性アンモニア酸化（anammox）について説明せよ。
2. 微生物生態系の分析のため、16S rRNA 遺伝子を調べることが多い。この時に利用する技術に PCR 法、FISH 法、DGGE 法などがある。これらの方法のなかで、FISH 法、DGGE 法のどちらか1つを選び、知るところを記せ。