

科目 (専門科目)

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 1 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、その元素記号と電子配置を書け。(例, Li : $1s^2 2s^1$)

- (3) タバコの葉に含まれるアルカロイドの一種であるニコチンは、重量百分率組成で、C:74.0%、H:8.7%、N:17.3%から成り、分子量が 162 である。ニコチンの実験式および分子式を求めよ。計算の過程も記せ。但し原子量は、C:12.0、H:1.0、N:14.0 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、Cl:3.0 とする。(解答例 A—B の結合:極性、分子:無極性)

(a) CH_4 (b) CHCl_3

2. 水素に関して次の問題に答えよ。計算の過程も記せ。なお $^{\circ}\text{C}$ 、cal、気圧、 ℓ の単位を SI 単位系に換算するとそれぞれ $t(^{\circ}\text{C}) = T(\text{K}) - 273$ 、 $1 \text{ cal} = 4.18 \text{ J}$ 、 $1 \text{ atm} = 0.101 \text{ MPa}$ 、 $1 \ell = 10^{-3} \text{ m}^3$ となる。

- (1) 水素ガス 0.80 g を酸素ガスと反応させたところ、標準状態 (25°C 、 1 atm) で液体の物質が生成し、27.3 kcal の熱が放出した。この熱化学方程式を示せ。但し原子量は、H:1.0、O:16.0 とする。

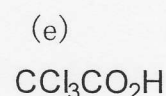
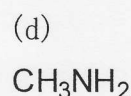
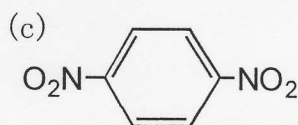
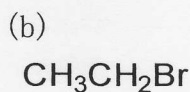
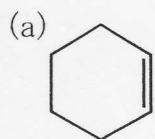
- (2) 問題(1)で発生した熱を 1.0 kg の水に吸収させた。燃焼前の水温は 10.0°C であったとして、燃焼後の水温 ($^{\circ}\text{C}$) を求めよ。なお水の比熱は $1.00 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$ とする。

- (3) 問題(1)で発生した液体を加熱して気体にした。 1 atm 、 300°C での気体の体積を求めよ。なお気体定数は $0.082 \ell \cdot \text{atm}/(\text{K} \cdot \text{mol})$ とする。

- (4) 水素ガスと塩素ガスとの反応によって塩化水素ガスと熱が発生し、最終的には平衡状態に達した。平衡状態において、(a)圧縮した、(b)触媒を加えた、(c)加熱した、などの操作を行うと平衡はどちらの方向に移動するかそれぞれ答えよ。

3. 次の問題に答えよ。

- (1) 化合物(a)～(e)の名称を答えよ。



- (2) 分子式が C_6H_{14} で表されるアルカンの異性体の構造式を 5 個書きなさい。

- (3) エタノール、2-プロパノール、2-メチル-2-プロパノールについて、酸性度の高い順番に構造式を書きなさい。

- (4) (a) エチルベンゼン、(b) 安息香酸、(c) フルオロベンゼンの構造式を書きなさい。また、(a)～(c)の求電子置換反応における配向性はどうなるか。(a)～(c)をオルト・パラ配向性とメタ配向性に分けて答えよ。

科目 (専門科目)

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. 立体 (光学) 異性体を有しないアミノ酸は (A) である。
2. グリセリンアルデヒドのフィッシャー表示法で、水酸基が右の場合は (B) 体である。
3. ペプチド Gly-Ala-Ser-Gln の C 末端アミノ酸は (C) 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の中で、分子吸光係数が最も大きいのは (D) である。
5. DNA の二重らせんの塩基相補対はプリン塩基と (E) 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 (F) の電荷をもつ。
7. DNA の塩基組成は (G) の法則に従う。
8. 酵素反応において、Michaelis 定数 (KM) 値が (H) ほど、酵素と基質との親和力は強い。
9. 膜脂質にホスホリパーゼ C の作用で生じる (I) はプロテインキナーゼを活性化するシグナル分子となる。
10. D-グルコースの C2 でのエピマーは (J) である。
11. α -glucose と β -glucose は C- (K) における光学異性体である。
12. 還元糖の水溶液に (L) 液を加えると、 Cu_2O の赤色沈澱を生じる。
13. D-glucose が α -1,4-glycoside 結合した多糖が amylose であり、 β -1,4-glycoside 結合した多糖が (M) である。
14. トリアシルグリセロールとはグリセロールと (N) とのエステル化合物である。
15. (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脂質である。

[2] 代謝反応の調節において、「アロステリック調節」及び「フィードバック調節」の二つの機構がしばしば重要な役割を果たしている。これら 2 つのそれぞれがどのようなものか記せ。

[3] タンパク質およびこれを構成するアミノ酸に関する以下の問いに答えよ。

- 1) タンパク質を構成するアミノ酸は「 α -アミノ酸」とも称されるが、この「 α 」が冠せられる由来となる化学基を 2 つ挙げよ。
- 2) アミノ酸は分子内に酸 (COOH) と塩基 (NH_2) を持っている。そうした特徴をふまえて「アミノ酸の等電点」を説明せよ。
- 3) ペプチド結合の構造的特徴を二つ挙げよ。

科目（専門科目）

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 化学療法剤の中で細胞壁合成阻害剤を簡潔に説明せよ。

A 2 人の胃腺の特徴を簡潔に図示して説明せよ。

A 3 人白血球を分類し、簡潔に図示せよ。

生命情報科学 B（大島研究室）

現在まで、世界中で主として用いられてきた DNA 塩基配列の決定法（サンガー法）の概要を説明せよ。また、その特徴は何か。

科目（専門科目）

医用生体工学

1. 「LD₅₀」について述べよ。（10 点）
2. 薬の併用による有害作用や問題について例をあげて述べよ。（10 点）
3. 抗がん剤の 3 つの課題について述べよ。（10 点）
4. 次の薬について簡単に述べよ。（20 点）
 - イ) 高血圧の薬
 - ロ) 糖尿病の薬

科目 (専門科目)

細胞工学

1. 以下のようなデータが与えられている。

培養開始からの時間(h)	グルコース濃度(g/L)	酵母菌体濃度 x(g/L)
0	10.0	0.4
4	8.8	1.0

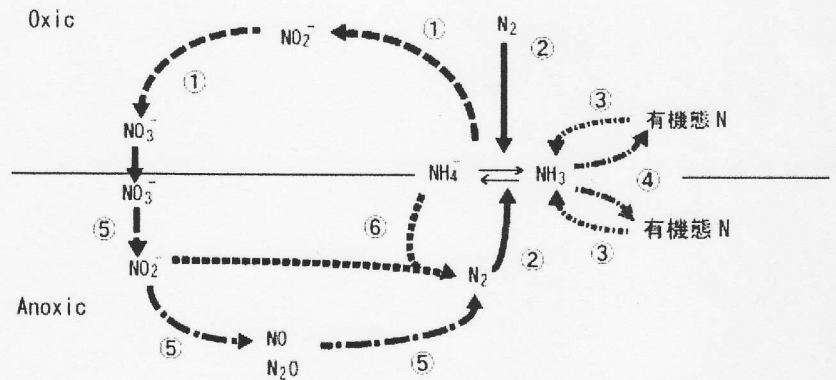
このとき、

- (1) この酵母の消費グルコース当たりの菌体収率を求めよ。
- (2) 比増殖速度 μ は $\ln(x/x_0) = \mu t$ を満たす。(ただし $\ln$ は自然対数、 x_0 は初期値)
上記データよりこの酵母の μ を求めよ。必要なら $\ln(0.4) = -0.92$ を使って良い。
- (3) 比増殖速度が変化しないなら、10 時間後には菌体濃度はいくらになるか。
必要なら $e^{0.1}=1.10$, $e^{0.3}=1.35$, $e^{1.0}=2.72$, $e^{2.0}=7.39$ を使って良い。
- (4) この酵母とは別に、世代時間が 20 分の細胞がある。
培養 2 時間後には開始時の何倍に増えているか、計算せよ。
2. 次のことがらを 2 つ選んで簡単に説明せよ。
- (1) 総括酸素移動容量係数 K_La
- (2) Lineweaver-Burk プロットによる Monod 式のパラメータ推定法
- (3) 有用物質生産に遺伝子組換え大腸菌および遺伝子組換え CHO 細胞を用いることの長所短所をそれぞれ述べよ。

科目（専門科目）

生命環境科学

1. 右図は oxic と anoxic の条件での地球の窒素循環について簡単に描いたものである。図中の①～⑥の各過程は何と呼ばれているか。また、それぞれの過程(③、④を除く)に参与する細菌(属名)の名称を1個書け。



2. 深海には太陽光はとどかないため、植物の一次生産が生態系を支えることはない。しかし、深海の熱水噴出孔付近には動物を含む豊かな生態系が形成されている。では、なぜこのような生態系が維持されているのか、とくに一次生産について知るところを記せ。