

化学

1. 次の問題に答えよ。

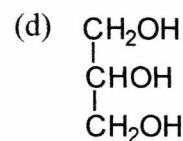
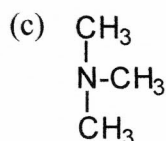
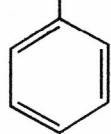
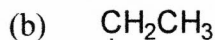
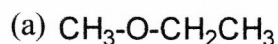
- (1) 原子番号 23 のバナジウムの中性原子について、以下の問いに答えよ。
(a) M 殻の電子数 (b) N 殻の電子数 (c) s 軌道電子の総数 (d) p 軌道電子の総数
(e) d 軌道電子の総数
- (2) アスコルビン酸としても知られるビタミン C は、重量百分率組成で、C : 40.9%、H : 4.6%、O : 54.5% から成る化合物で、分子量が 176 である。この化合物の実験式と分子式を求めよ。計算の過程も記せ。ただし、原子量は、C : 12.0、H : 1.0、O : 16.0 とする。
- (3) 次の分子の構造式を書き、分子中のすべての結合について極性か無極性か答えよ。また分子そのものは極性か無極性か答えよ。但し、電気陰性度は、H : 2.1、C : 2.5、O : 3.5 とする。
(解答例 A-B の結合 : 極性、分子 : 無極性)
(a) C_2H_6 (b) CH_2O

2. 次の問題に答えよ。なお $^{\circ}C$ 、atm、 ℓ の単位と国際単位系との関係は、それぞれ $t(^{\circ}C) = T(K) - 273.15$ 、 $1.00 \text{ atm} = 0.101 \text{ MPa}$ 、 $1 \ell = 10^{-3} \text{ m}^3$ である。気体定数は $0.082 \ell \cdot \text{atm} / (\text{mol} \cdot \text{K}) = 8.31 \text{ J} / (\text{mol} \cdot \text{K})$ である。

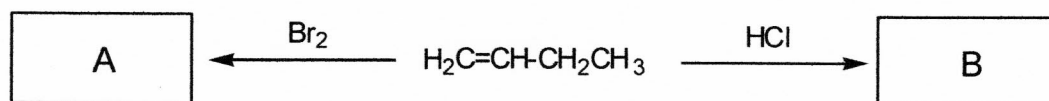
- (1) 水素 (気体) とヨウ素 (気体) が反応してヨウ化水素 (気体) が生成する。この反応は発熱反応で可逆反応である。この可逆反応式を書け。
- (2) (1) の反応系が平衡状態の時に、(a) ヨウ素 (気体) のみを加える、(b) 圧力を増加させる、(c) 熱を加える、(d) 触媒を加える、などの操作を行うと平衡は左右どちらに移動するかそれぞれ答えよ。
- (3) 1.0 mol の水素と 1.0 mol のヨウ素を 1.0 ℓ の容器中に入れて反応を開始した。平衡時では、正反応完了時の 80.0% の反応が進行していた。平衡時における容器 1.0 ℓ 中の各成分の量は何 mol か答えよ。さらに平衡定数 (K_{eq}) の値も求めよ。
- (4) ある条件において平衡に達した時のヨウ化水素の体積は、25 $^{\circ}C$ 、1.0 atm で 2.5 ℓ であった。このヨウ化水素の質量をグラムで答えよ。なお各元素の原子量は、H : 1.0、I : 126.9 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 $C_4H_8O_2$ で表されるカルボン酸とエステルの構造式をそれぞれ 2 個書きなさい。
- (3) 次の求電子付加反応において生成する化合物 **A** と **B** の構造式を書きなさい。



- (4) ニトロベンゼンの求電子置換反応における置換基効果を説明しなさい。

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) ヌクレオチドの糖質は5炭糖であり、DNAでは(①)、RNAでは(②)とよばれる。
- (2) 細胞からDNAを抽出し、その塩基組成モル比を調べたところ、グアニンとシトシンの和が40%であった。このDNAはアデニンが(③) %、チミンが(④) %と推定される。
- (3) ATPは(⑤)とリボースと3分子の(⑥)から成る。
- (4) D-グルコースが α -1,4-グリコシド結合した多糖が(⑦)であり、 β -1,4-グリコシド結合した多糖がセルロースである。
- (5) 還元糖の水溶液にフェーリング試薬を加えると、(⑧)の赤色沈殿が生じる。
- (6) アミノ酸水溶液においては、あるpHで分子の正味の荷電が0になる。このpH値を(⑨)とよぶ。
- (7) タンパク質は(⑩)や(⑪)のような芳香族アミノ酸が存在するため、280 nmに極大吸収をもつ。
- (8) 3次構造を形成しているタンパク質では、一般に疎水性アミノ酸はタンパク質の(⑫)に、また、親水性アミノ酸は(⑬)に折りたたまれている。
- (9) 酵素反応において、Michaelis定数(K_m)値が(⑭)ほど、酵素と基質との親和力は大きい。
- (10) トリアシルグリセロールは、1分子のグリセロールに3分子の脂肪酸が(⑮)結合したものである。

2. 核酸に関する下の文章の空欄を埋め、下の問いに答えよ。

ヌクレオチドを構成する要素は、 酸基、5炭糖の1つである β -D-(デオキシ)リボース、プリン環やピリミジン環といった特徴的な原子団であるの3つである。

ヌクレオチドは互いの 酸基と β -D-(デオキシ)リボースの間で 結合を形成して長い鎖：高分子となる。また、 同士も互いに相補的な相手と 結合をする。そこで、互いに相補的な一次構造をしたヌクレオチドの高分子鎖同士は、構造的制約から伸長方向が互いに 向きの 構造をとって遺伝の特質である半保存的複製を保証している。

[問] β -D-(デオキシ)リボースはいわゆるフラノース環である。

- (a) β -D-(デオキシ)リボースととの間の結合の名前を答えよ。
- (b) フラノース環形成によって、この分子の1位の炭素が不斉炭素となる。これによって生じる立体異性体関係をなんと呼ぶか答えよ。
- (c) フラノース環形成時に生じる、この分子の還元性に関わる特徴的な構造の名前を答えよ。
- (d) この分子の立体異性体はある化学基の立体的配向を目安として区別される。その官能基名を答えよ。

3. グルコース 6-リン酸 (G6P) は糖代謝のキーポイント分子として知られている。以下に示す項目の G6P が関わる反応について、ヒントを参考にして説明せよ。

(1) 解糖系と糖新生

(ヒント：グルコース、ヘキソキナーゼ、グルコキナーゼ、筋肉と肝臓の違い、G6Pによる酵素阻害、グルコース-6-ホスファターゼ(G6Pアーゼ)、筋肉では糖新生は行われない)

(2) グリコーゲンの分解

(ヒント：ホスホリラーゼ、加リン酸分解、グルコース 1-リン酸、ホスホグルコムターゼ、グルコース-6-ホスファターゼ(G6Pアーゼ)、グルコース、肝臓におけるグリコーゲン分解は血糖値を上げる、筋肉のグリコーゲンは筋肉のためだけのエネルギーを供給する)

(3) ペントースリン酸経路

(ヒント：NADPH、酸化還元反応、リボース 5-リン酸(R5P)、ヌクレオチド)

生命情報科学

下記の1または2の問題のいずれかを選び解答せよ。

生命情報科学 1

- (1) β -ラクタム系抗生物質の作用機序に関する次の文章の空欄 (①) ~ (⑩) に入る適切な語句を、解答用紙に番号①~⑩と共に記せ。なお、同じ番号の () には同じ語句が入る。

細菌の細胞壁を形成する (①) の前駆物質は、細胞質膜を通過後、細胞質膜外面の一群の細胞壁合成酵素により、細胞壁の一部に組み込まれる。これらの合成酵素は (②) 活性、(③) 活性、(④) 活性のいずれか1種類または2種類の酵素活性を持つ。これらの細胞壁合成酵素はいずれも (⑤) と特異的に結合するため (⑥) と呼ばれ、大腸菌では7種類の (⑥) が判明している。 β -ラクタム系抗生物質は、(②) 以外の (⑥) 群酵素機能を阻害する。これらの抗生物質は、(⑥) 酵素活性に重要な (⑦) 残基の (⑧) 基と安定な (⑨) 結合を形成し、ラクタム環が (⑩) して、酵素の機能を阻害する。

- (2) 以下の真核生物の細胞小器官の機能を簡潔に記せ。

- (a) 滑面小胞体
- (b) 粗面小胞体
- (c) ゴルジ装置
- (d) ミトコンドリア
- (e) 微小管 (細胞骨格)

生命情報科学 2

遺伝子発現の基本的機構と調節機構について、語群のヒントワードを参考にして説明せよ。

【語群】基本転写因子、RNAポリメラーゼ、TATAボックス、遺伝子調節タンパク (転写因子)、調節配列 (シス・エレメント)、エンハンサー、エピジェネティック機構

医用生体工学

1. 薬物の体内動態について説明せよ。
2. 除放射性錠剤について説明せよ。
3. 降圧薬について説明せよ。
4. 血糖値上昇による細胞障害について説明せよ。

細胞工学

1. ある細菌を、グルコースを単一炭素源とする培地で細胞濃度を 10(g/L)に調整して、好氣的、また嫌氣的に培養した。対数増殖 2 時間後の菌体、生産物やグルコースの培養液 1L 当たりの生成量、消費量は以下ようになった。

	菌体増殖量 ΔX (g)	基質(グルコース)消費量 ΔS (mol)	生産物(酢酸)生成量 ΔP (mol)
嫌気培養	3.6	0.1	0.09
好気培養	5.4	0.05	0

- (1) 嫌気培養、好気培養のそれぞれで、基質消費量 g 当たりの菌体収率 $Y_{X/S}$ を求めなさい。
- (2) 嫌気培養での生産物収率 $Y_{P/S}$ を、消費基質 g 当たり生産量 g として求めなさい。
- (3) この細菌の菌体濃度 X (g/L)は比増殖速度を μ として、次の微分方程式に従う。
 $dX/dt = \mu X$ (μ は一定とする)
これを初期条件 ($t=0$ で $X=X_0$) の下で導出過程がわかるように解き、時刻 t_1 における菌体濃度 X_1 を求めなさい。
- (4) この関係を使って、上のデータから好気培養における μ を求めなさい。ただし、培養期間中 μ は一定とする。また、必要なら $\ln(1.54)=0.43$, $\ln(5.4)=1.69$ を使いなさい。

2. グルコースからのエタノール発酵の反応式を立て、生成エタノール 1g 当たり何 g の炭酸ガスが生成するか計算せよ。

3. 次の事項について簡単に説明せよ。

- (1) カルスと全能性
- (2) ハイブリドーマ細胞によるモノクローナル抗体産生

生命環境科学

以下の問から 2 問を選択し、それについて解答せよ。ただし、1, 2 のうち少なくとも 1 問は必ず選択すること。(1, 2 の両方とも解答しても良い)

1. 嫌気性アンモニア酸化 (アナモックス) はどのような反応なのか説明せよ。

2 PCR を用いた生態系の分析について、PCR により増幅した複数起源の特定遺伝子 DNA (多くの場合 16S rRNA 遺伝子や特定の酵素遺伝子) を分離解析する手段として、幾つかの方法がある。その方法を下記の語に示した。これらの語から 1 つを選択し、選択した語について説明せよ。

[語] (1) DGGE (2) クローニング (3) T-RFLP (4) ARISA

3. 以下に示すエネルギー代謝が、化学独立栄養、嫌気呼吸、発酵、(好気)呼吸のいずれにあたるのか書け。

(1) イオウ酸化菌は H_2S , S , S_2O_3 を酸素で酸化する。(2) 植物の根の周囲(根圏)にいるアンモニア酸化菌は、酸素でアンモニアを酸化し亜硝酸を生成する。(3) 大腸菌が LB 固形培地上で生育する。

(4) 酸素がなく、培地に硝酸塩がある時、大腸菌が行う代謝 (5) 酵母菌がグルコースからエタノールを生成する代謝 (6) 脱窒菌が、有機物を還元剤として使い硝酸を還元し、窒素ガスを生成する代謝

(7) 鉄細菌が pH の低い環境で、酸素により鉄を酸化する代謝 (8) 硫酸還元菌が有機物を使って硫酸を還元する代謝

4. 以下の酵素名と最も関連があると思われる触媒反応と生物名を結びつけよ。例 (1)-a-i)

酵素名 : (1) ATP スルフリラーゼ (2) ルスチシアンニン (3) HAO (4) AMO (5) ヒドロゲナーゼ
(6) 硝酸還元酵素

反応 : (a) $\text{Fe}^{2+} \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$ (b) $\text{NH}_3 + \text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ (c) $\text{H}_2 \longrightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$
(d) $\text{ATP} + \text{SO}_4^{2-} \longrightarrow \text{APS} + \text{PPi}$ (e) $\text{NH}_2\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{NO}_2^- + 5\text{H}^+ + 4\text{e}^-$ (f) $\text{NO}_2^- + \text{e}^- \longrightarrow \text{NO}$
(g) $\text{NO}_3^- + \text{e}^- \longrightarrow \text{NO}_2^-$

APS: アデノシンフォスフォサルフェート PPi: ピロリン酸

菌名: (i) *Nitrosomonas* 属菌 (ii) *Acidithiobacillus ferrooxidans* (iii) *Desulfovibrio desulfuricans*
(iv) *Hydrogenomonas* 属菌 (v) *Pseudomonas stutzeri*