

2021 年度

香川大学農学部応用生物科学科

編入学試験問題

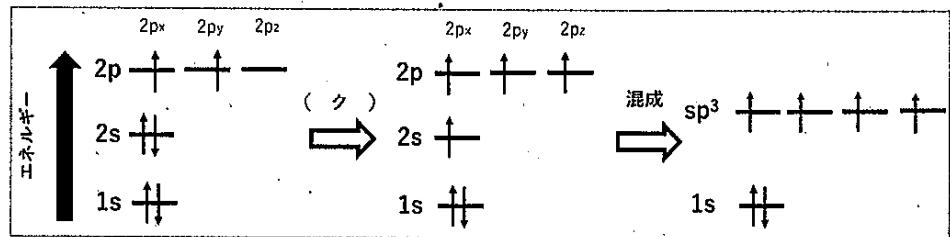
解答上の注意事項

- (1) 問題は4題(1～4)です。すべてに解答しなさい。
- (2) 問題用紙は表紙を含めて7枚です。
- (3) 解答用紙は4枚です。すべてに受験番号を記入し、  
問題ごとに所定の欄に解答しなさい。

1. 次の文章を読み、1)～4)の設問に答えなさい。

メタン分子の構造を考えてみる。メタンの(ア)式は $\text{CH}_4$ で、その構造は炭素原子Cを中心とした正四面体であり、炭素原子Cから4個の水素原子Hが結合している。すなわち炭素原子の価電子(イ)個は水素原子の価電子(ウ)個とそれぞれ(エ)をしている。炭素原子の電子配置は、(オ)殻に2個、(カ)殻に4個の電子が配置されている。さらに詳細にみると、(オ)殻の1s軌道に2個、(カ)殻の2s軌道に2個と3つの2p軌道のうち2つに1つずつ電子が入っている $[(1s)^2(2s)^2(2p_x)^1(2p_y)^1]$  [図の左]。この状態だと(エ)は電子が1つずつ入っている $2p_x$ と $2p_y$ 軌道としか形成されない。炭素原子の(キ)則を満たすためにはあと2本の結合が形成される必要がある。実際には、(ク)という現象が生じ、2s軌道にいる電子が1つ $2p_z$ 軌道に飛び、2s、 $2p_x$ 、 $2p_y$ 、 $2p_z$ にそれぞれ1つずつ電子が入り、4個の(エ)を形成できるようになる(図の中央)。しかし、2s軌道と3種の2p軌道は等価でないため、これら4つの軌道が互いに混成することで $sp^3$ 混成軌道が形成され(図の右)、各軌道は炭素原子を中心に等距離になるように4個の水素原子が(エ)し、炭素の最外殻が満たされる。 $sp^3$ 混成軌道は互いに最も離れた位置になるように配置されるためメタン

は正四面体の構造となる。



は正四面体の構造となる。

(1) メタンを完全燃焼させた。生じた物質は二酸化炭素と水である。さらに水酸化カルシウム水溶液に発生した二酸化炭素を通気し、炭酸カルシウム沈殿を生成させたところ 28 g の沈殿が得られた。

1) (ア)～(ク)内に適切な語句を答えなさい。

2) メタン分子および水分子の電子式(点電子図)を描きなさい。

3) 水分子( $\text{H}_2\text{O}$ )はメタンと同様に四面体(ほぼ正四面体ではある)を構成している。メタン分子は非極性であるが、水分子は極性を示す。水分子が四面体となり、極性を示す理由について150字程度で述べなさい。

<問題は次頁に続く>

4) 下線部(1)について、以下の問いに答えなさい。なお、生じた二酸化炭素ガスは、標準状態における体積 22.4 L/mol として計算しなさい。すべて二酸化炭素ガスは炭酸カルシウムになったとする。なお、H: 1.0、C: 12、O: 16、Ca: 40.1 とし、有効数字 3 桁とする。

- a) メタンの完全燃焼 (反応式 1) および炭酸カルシウム沈殿 (反応式 2) の化学反応式をそれぞれ解答欄に示しなさい。
- b) 使用したメタンの質量、およびメタン燃焼後に生じた二酸化炭素の体積はそれぞれいくらか計算しなさい。計算過程も示しなさい。
- c) 使用された水酸化カルシウム水溶液は 200 mL であった。この水溶液の質量/体積パーセントはいくらかを計算しなさい。

2. 次の文章を読み、1) ~ 5) の設問に答えなさい。

グルコースは生物によって利用される最も基本的なエネルギー源である。多くの生物では、炭素数6のグルコースは解糖系の酵素の働きにより炭素数(①)のピルビン酸となる。ピルビン酸がそれ以降どのように代謝されるかは、生物種・組織・生育条件の違いによって異なる。好気呼吸においては、ピルビン酸は(②)に変換され、これがクエン酸(TCA)回路によって炭素数が1の(③)にまで変換される。乳酸菌による乳酸発酵では、(a)ピルビン酸は(④)の作用を受けて乳酸となる。乳酸発酵の過程でグルコースが持つ化学エネルギーは、生物の“エネルギー通貨”といわれる(⑤)の形で蓄えられる。このように酵素は生体内の代謝や物質生産などにおいて重要な役割を持っている。

酵素は生体内の化学反応を迅速に起こさせる(⑥)として働いている。酵素は基質との間に「鍵と鍵穴」の関係にたとえられる(⑦)を持ち、反応の(⑧)を低下させることで反応速度を増加させる。

1) 上の文章中の(①)~(⑤)に適切な語句を下記の中から選び、解答欄に記入しなさい。ただし、④は酵素の名称である。

3、 4、 5、 ATP、 GTP、 ADP、 GDP、  
二酸化炭素、 ギ酸、 酢酸、 アセチル CoA、 アセトアルデヒド、 エタノール、  
ピルビン酸脱水素酵素、 乳酸脱水素酵素、 アルコール脱水素酵素

2) 上の文章中の(⑥)~(⑧)に適切な語句を解答欄に記入しなさい。

3) 下線部(a)の反応には、補酵素の一つである NADH が必要となる。補酵素の多くはビタミンからつくられる。NADH のもととなるビタミンの名称を答えなさい。

4) 乳酸菌が解糖系を経由して乳酸発酵を行うときに得る(⑤)は2分子であり、合計約 63,000 J のエネルギーに相当する。一方、グルコースから乳酸を生成する反応では理論値 200,000 J に相当する反応熱を生ずる。乳酸発酵におけるエネルギー利用効率(%)を計算しなさい。(小数点以下は四捨五入すること)

<問題は次頁に続く>

5) ( ④ ) の酵素の活性を、乳酸からのピルビン酸の生成反応で測定した。  
精製酵素の酵素液 10  $\mu\text{L}$  と乳酸および  $\text{NAD}^+$  を含む 1 mL の反応液において、10 分間に生じた  $\text{NADH}$  の量が 0.1  $\mu\text{mol}$  であったとする。下の文章中の ( ア ) ~ ( オ ) に適切な数値または語句を記入しなさい。

- 1 分間に生じた  $\text{NADH}$  の量を計算すると ( ア )  $\mu\text{mol}/\text{min}$  となる。
- これは酵素液 10  $\mu\text{L}$  あたりの活性値なので、酵素液 1 mL あたりの値に直すと ( イ )  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mL}$  となる。
- この酵素液の全量が 1.0 mL ある場合、酵素の総活性は ( ウ )  $\mu\text{mol}/\text{min}$  となる。
- 酵素液 1.0 mL 中に、酵素が 1.0 mg 存在する場合、酵素タンパク質 1 mg 当たりの活性は ( エ )  $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$  となる。この活性を酵素の ( オ ) と呼ぶ。

3. 次の文章を読み、1)～4)の設問に答えなさい。

穀類、①マメ類、イモ類は人類の生存にとって不可欠な作物である。穀類は、イネ、ムギ類、②トウモロコシなどのイネ科作物やソバ、アマランサスを含み、マメ類はすべてマメ科作物からなる。穀類、マメ類とも食用作物のほかには飼料作物も含まれる。イモ類は地下部の肥大した栄養器官に炭水化物を貯蔵する作物であり、ジャガイモでは(ア)、サツマイモでは(イ)がそれぞれ肥大してイモを形成している。

イモ類では栄養繁殖、イネ科やマメ科の作物では種子繁殖が行われる。ダイズの種子は子葉に貯蔵養分を蓄えることから(ウ)種子と呼ばれている。

イネ科作物では(エ)や(オ)として土壤中の窒素を根から吸収するのに対し、マメ科作物では空気中の窒素を固定する(カ)と共生して空気中の窒素を吸収利用できることに大きな特徴がある。

イネの種子には(キ)、ダイズの種子には(ク)がそれぞれ成分として最も多く含まれている。また、ダイズの種子には約20%の(ケ)が含まれている。これらの成分特性から、イネやイモ類では食用のほかには、こうじ菌や酵母を利用した酒類の原料としても用いられている。ダイズでは、食用油、家畜飼料、ダイズ加工食品などに利用され、特に日本では完熟種子を利用した食品の種類は多く、日本の代表的な③大豆食品に加工されている。また完熟する前の種子を(コ)として、発芽種子をモヤシとして利用することもある。

1) (ア)～(コ)に適する語句を答えなさい。

2) 下線部①について、マメ類に属するダイズ以外のマメ科作物の和名を5つ答えなさい。

3) 下線部②のトウモロコシは代表的なC<sub>4</sub>植物であるが、パイナップル等のCAM植物とは光合成の機構が異なる。C<sub>4</sub>型光合成とCAM型光合成の違いについて、「空間的」、「時間的」の用語を用いて150字以内で説明しなさい。

4) 下線部③について、ダイズの完熟種子を使用した大豆食品を3つ答えなさい。

4. 次の英文を読み、1)～4)の設問に答えなさい。

著作権者の許諾が得られていないため本文を省略しています。

- 1) 下線部(a)hemiacetal について説明しなさい。
- 2) 下線部(b)diastereomer について説明しなさい。
- 3) 下線部(c)を和訳しなさい。また、 $\beta$  anomer は A, B のどちらかを示しなさい。
- 4) それぞれのグルコース水溶液中の比旋光度データより、 $\beta$  anomer の百分率 (%) を計算しなさい。なお、計算過程も示すこと。