

26 大修

専門科目 2
生物プロセス専攻

時間 13時30分～15時00分

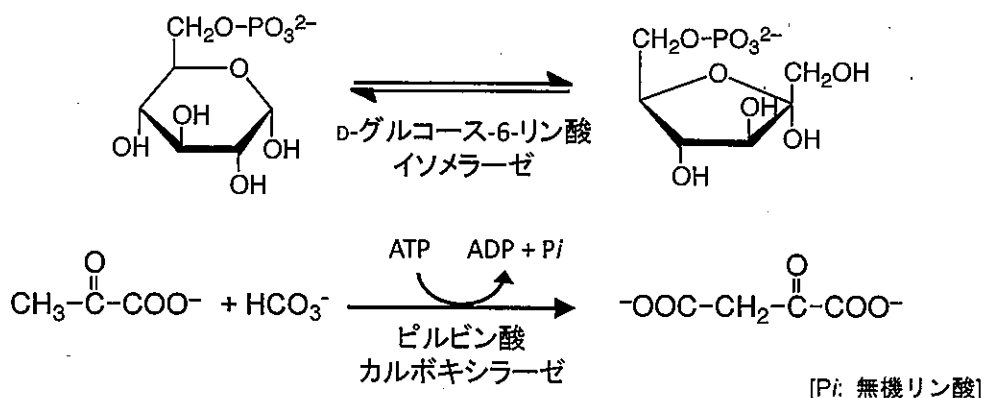
注意事項

- (1) 本科目の配点は200点とする。
- (2) 全問解答せよ。
- (3) 解答は1題ごとに別の答案用紙を用いること。各答案用紙には1枚ごとに必ず受験番号を記入せよ。
- (4) 答案用紙の最初2行をあげ、3行目から解答することとし、冒頭に問題番号を記入せよ。答案用紙の裏面には解答しないこと。
- (5) 空欄を埋める形式の問題を解答する場合には、答案用紙に空欄の記号または番号を対応する解答とともに記入せよ。

1. 以下の間に答えよ。

- [1] 糖新生経路は Embden-Meyerhof 経路の逆行経路であるが、Embden-Meyerhof 経路における全ての反応が可逆ではないため、一部の反応は異なる様式により逆向きに進行する。グルコース 6-リン酸とホスホエノールピルビン酸との間の反応において、両経路で異なる様式の反応と酵素名を例に従ってそれぞれ記せ。

例)



- [2] 動物細胞ではピルビン酸はオキサロ酢酸を経てホスホエノールピルビン酸に変換され、糖新生経路に入ることが知られている。ラット肝細胞の抽出液にピルビン酸と ^{14}C を加えて反応させると、 ^{14}C は①ゆっくりとホスホエノールピルビン酸に取り込まれ、②最終的にグルコースの3位と4位に検出された。文章中の下線部①および②の現象が起こる理由をそれぞれ説明せよ。ただし、抽出液には反応の進行に十分な量の酵素と補酵素などが含まれているものとする。必要に応じて図や反応式を用いてもよい。(それぞれ5行程度)
- [3] 脂肪酸 de novo 合成経路の個々の反応は脂肪酸β酸化経路において対応する反応の逆反応と類似しているが、それぞれの反応に関与する酵素以外にも、補酵素、アシル基のキャリアー、アシル基の分解または伸長に伴って脱離または付加する化合物が異なる。これらの相違点を説明せよ。(3行程度)
- [4] ミトコンドリア懸濁液に化合物 X を添加すると酸素消費速度と ATP 生成速度が劇的に低下した。この状態のミトコンドリアに脱共役剤である 2,4-ジニトロフェノールをさらに添加すると、酸素消費速度は正常に戻ったが ATP 生成速度は低下したままであった。これらの結果から、化合物 X は電子伝達または酸化リン酸化のどちらに作用するかを推定し、理由とともに説明せよ。(6行程度)

2. 以下の問に答えよ。

【1】 アミノ酸と糖に関する以下の問に答えよ。

- (1) 極性電荷側鎖を有するアミノ酸を1つあげ、その名称ならびに中性条件におけるイオン構造を示せ。
- (2) 2分子の α -D-グルコースが α -1,4結合で連結したマルトース、2分子の β -D-グルコースが β -1,4結合で連結したセロビオース、および2分子の α -D-グルコースが α -1,1結合で連結したトレハロースの化学構造をHaworth式で示せ。
- (3) マルトース、セロビオースおよびトレハロースのうち、還元性を示すものをすべてあげよ。

【2】 分子量の異なるAおよびBの2種類のサブユニットから構成され、それらの複数分子が互いにジスルフィド結合で連結したタンパク質がある。このタンパク質の全体の分子量、各サブユニットの分子量、ならびにサブユニット構成を調べる方法の概略についてそれぞれ説明せよ。(全体で5行程度)

【3】 タンパク質の定量を行う際には波長280 nmにおける吸光度が、そして核酸の定量を行う際には波長260 nmにおける吸光度が用いられる。上述の波長はタンパク質および核酸分子中のそれぞれどのような構造の吸収波長に相当するかについて説明せよ。また、大腸菌などの微生物の増殖をモニターする際には波長660 nmにおける培養液の光学密度(OD、いわゆる濁度)がしばしば用いられる。この波長が用いられる理由について説明せよ。(それぞれ2行以内)

【4】 抗原抗体反応を用いてタンパク質を検出・定量する方法にELISA(酵素結合免疫吸着法)とウエスタンブロット法がある。ELISAおよびウエスタンブロット法によって得られる情報の類似点・相違点について説明せよ。(全体で3行程度)

3. 以下の問に答えよ。

- [1] 下表は、大腸菌の DNA ポリメラーゼ I (Pol I)、DNA ポリメラーゼ II (Pol II)、DNA ポリメラーゼ III (Pol III) の有する酵素活性についてまとめたものである。+、- は酵素活性の有無を示す。空欄 (ア) ~ (キ) にあてはまる適切な記号または語句を答えよ。ただし、(ア) ~ (カ) には+または-が、(キ) には酵素活性名が入るものとする。

酵素活性	Pol I	Pol II	Pol III
ポリメラーゼ活性	+	+	+
3'→5'エキソヌクレアーゼ活性	(ア)	(イ)	(ウ)
(キ) 活性	(エ)	(オ)	(カ)

- [2] DNA ポリメラーゼが有する 3'→5'エキソヌクレアーゼ活性の細胞内における生理的な役割について説明せよ。(2 行程度)
- [3] DNA に紫外線が照射されると隣接するチミン塩基がいわゆるチミンダイマーを形成する。チミンダイマーの構造を図示せよ。ただしデオキシリボース部分は省略してよい。また、チミンダイマーを修復する仕組みについて説明せよ。(5 行程度)
- [4] ポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) では、好熱菌由来の耐熱性 DNA ポリメラーゼが用いられる。大腸菌など常温菌由来の DNA ポリメラーゼと比べて、耐熱性 DNA ポリメラーゼを用いる利点を 2 つあげて説明せよ。(5 行程度)

4. 以下の問に答えよ。

[1] 図1に示す回分式好気培養槽を用いて細菌の培養を行った。散気管を通し空気を連続的に供給したところ、培地の溶存酸素(DO)濃度が C_s (mol m^{-3}) になった。このときの培養槽内酸素の収支式を示せ。なお、気液界面における酸素の液境膜物質移動係数を k_L (m s^{-1})、気液総界面積を A (m^2)、培養液の容積を V (m^3)、酸素の飽和濃度を C^* (mol m^{-3})、細菌濃度を x (kg m^{-3})、菌体あたりの酸素摂取速度を q ($\text{mol kg}^{-1} \text{s}^{-1}$) とせよ。

[2] 空気の供給を停止したところ、図2に示すように t_1 秒後のDO濃度が C_1 になった。 q を求める式を示せ。ただし、この間の菌体増殖は無視できるものとする。

[3] k_L と A の値を実験により求めることは難しい。そこで、 $k_L A V^{-1}$ を装置固有の定数と捉え、酸素移動容量係数 (k_{La}) とすることが多い。図1に示した培養槽に菌体を含まない培地を V (m^3) 入れ、窒素ガスを通気することでDO濃度を一旦ゼロとした。その後、空気の供給を行ったところ図3に示すようにDO濃度が上昇した。実験値(DO濃度の経時変化)から k_{La} を求める方法を説明せよ。必要に応じ図や数式を用いてもよい。

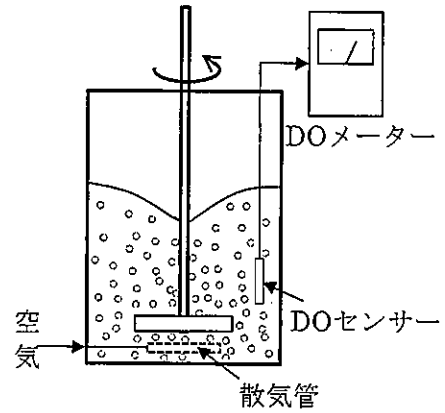


図1

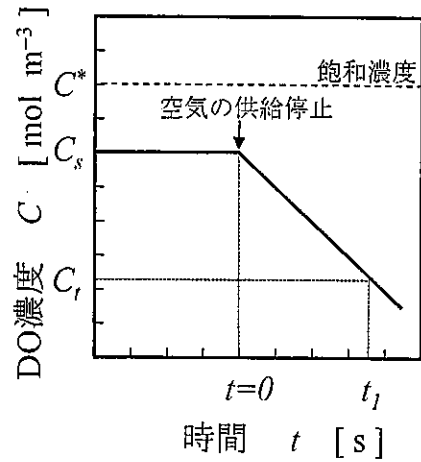


図2

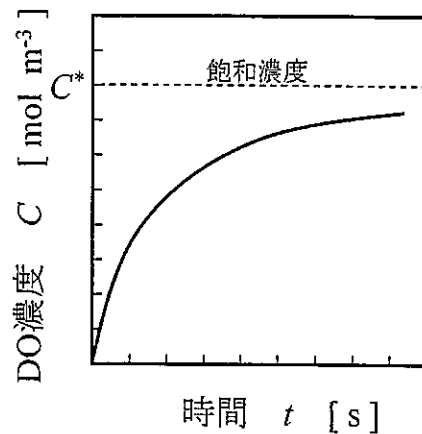


図3