

平成 21 年度
生命環境科学研究科
生物科学専攻
入学試験問題

専門科目

平成 20 年 8 月 19 日 (火) 10:00 ~ 12:00 実施

[注意]

- ① この問題冊子は表紙を含め 13 ページあります。
- ② **問題 1** から **問題 11** の中から 4 つを選んで解答しなさい (4 つを越えて解答した場合は無効とします)。
- ③ 提出する答案用紙は 4 枚です。全てについて受験番号を記入してください。
- ④ どの問題に解答したか分るように、答案用紙の左上に問題番号を、例えば (問題 1) のように明記しなさい。各問題について答案用紙は 1 枚とします (同一の問題に対して 2 枚以上の答案用紙にわたって解答した場合は無効とします)。
- ⑤ 一つの問題にいくつかの小問がある場合は、問題の指示に従って適切に対処しなさい。
- ⑥ 答案用紙の裏面を使用しても結構です。その場合は、綴じ穴の下部 2 cm 程度より下に記入してください。
- ⑦ 問題冊子は試験後回収します。

問題 1

問1 以下のアーカの用語から4つ選びそれぞれ1~2行程度で説明せよ。

- (ア) 混合栄養
- (イ) 大葉
- (ウ) 同形配偶子
- (エ) 胚嚢
- (オ) フラグモプラスト (隔膜形成体)
- (カ) 分生子

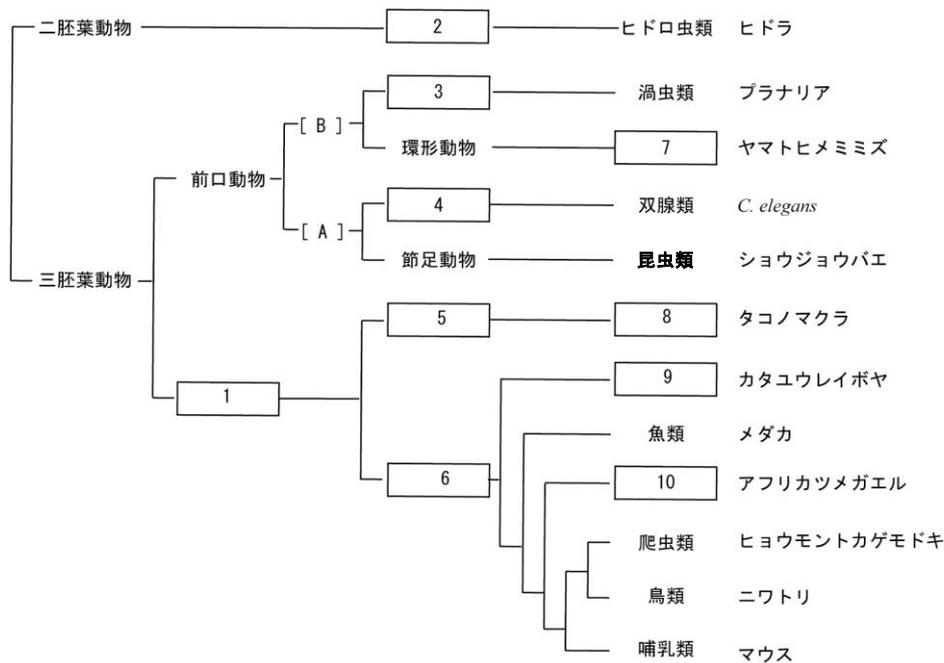
問2 現生の真核光合成生物の葉緑体は細胞内共生を経て獲得されたとする仮説は、現在ではほぼ受け入れられている。このことに関して以下の問に答えよ。

- (1) 緑色植物門の葉緑体の祖先に最も近縁と考えられる生物が所属する門の名称を記せ。
- (2) 緑色植物門の葉緑体が細胞内共生によって獲得されたと考える根拠を3つあげそれぞれ1行程度で説明せよ。
- (3) 下記の用語について3行程度で説明し、それぞれの現象が起こったと考えられる生物が所属する門（緑色植物門以外）の名称を1つ記せ。
 - (ア) 一次共生
 - (イ) 二次共生
- (4) 二次共生を支持する証拠と考えられるものを以下の（ア）～（カ）から2つ選びその記号を記せ。
 - (ア) グラナを有する葉緑体
 - (イ) 3枚以上の膜で囲まれている葉緑体
 - (ウ) ヌクレオモルフの存在
 - (エ) ピレノイドの存在
 - (オ) ペプチドグリカン層を持つ葉緑体
 - (カ) ペルオキシソームに隣接する葉緑体

問題 2

近年の分子系統学の発展は、後生動物の分類体系を大きく変えようとしている。従来の系統学的な見方では、節足動物と環形動物は体節という形質を共有することから、体節動物と呼ばれ姉妹群を成すとされてきた。ところが、近年、18S リボゾーム RNA 遺伝子の分子系統解析等から、節足動物は環形動物と単系統群を作らず、、鰓曳動物、動物動物といった動物群と共に〔 A 〕という動物群を形成し、もう一方の環形動物は軟体動物、腕足動物、箒虫動物、輪形動物、紐形動物、そしてなどと一緒に〔 B 〕という動物群を形成するという新しい説が提唱された。この説は従来の動物の系統樹の根幹を揺るがす説であり、動物の形態進化の考え方に大変革を迫る大きな議論となっている。

下図は、この説に従って、発生学、生理学、遺伝学などの研究によく使われる多くのモデル動物の系統関係を描いたものである（全ての動物群を含んでいない）。以下の問 1～問 2 に答えよ。



問 1

- (1) 〔 A 〕、〔 B 〕 に当てはまる語を記せ。
- (2) 〔 A 〕、及び、〔 B 〕 各分類群の共有形質をそれぞれ一つ挙げよ。
- (3) この新しい説が従来の系統樹の根幹を揺るがすと言われる理由を簡潔に述べよ。

問 2

文章中及び図中の ～ の空欄に適切な動物群名を記入せよ。

問題 3

問1 以下の問に答えよ

- (1) 有性生殖と無性生殖の特徴と利点について8行程度で説明せよ。
- (2) 次の3語を使って「赤の女王」仮説を説明する3行程度の文章を作れ。
遺伝子・寄生者・有性生殖
- (3) クジャクの尾羽やシカの枝角などオスの形質は性淘汰の産物であると考えられている。性淘汰について4行程度で簡潔に説明せよ。

問2 以下の(ア)～(エ)の生態学の用語の中から2つ選び、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (ア) スペシャリスト
- (イ) 精子競争
- (ウ) 包括適応度
- (エ) マラーのラチェット

問題 4

問1 [1] ~ [5] にあてはまる適切な用語を記せ。

動物が免疫系により病原菌の侵入を防いでいるように、植物も病原菌から身を守るためのシステムを発達させている。中でも [1] [2] は防御機構の要として働く内生のホルモンとして知られており、それぞれに特有のシグナル系を介して防御反応を誘起する。例えば病原菌の感染に応答して蓄積し抗菌作用を示す [3] タンパク質の多くがこれらのホルモンにより誘導される。

また病原菌が侵入した細胞が [4] をおこすことにより物理的に感染を阻止する現象も知られている。そのとき周辺の細胞は菌の細胞断片あるいは分泌物などの [5] を感受して、ファイトアレキシンなどの抗菌物質を蓄積し、菌の更なる侵入を阻止する。

問2 次の用語より2つを選びそれぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) アポプラスト
- (2) アミロプラスト
- (3) プラストキノン
- (4) エチオプラスト

問3 レタスの種子は光がないと発芽しないことが知られている。この現象に関して以下の問(1)~(3)に答えよ。

- (1) レタス種子に含まれ発芽を抑える役割を持つホルモンの名称を記せ。
- (2) レタス種子の発芽は赤色光によって促進される。発芽の制御に関わっている光受容体の名称を記せ。また赤色光を照射したあと続けて遠赤色光を照射したときの発芽に対する影響を記せ。
- (3) レタス種子では光シグナルを受けると発芽を促進するホルモンの合成が誘導されることが明らかになっている。そのホルモンの名称を記せ。

問題 5

問1 次の文章を読み以下の問に答えよ。

カエルの坐骨神経標本に閾値より少し大きなパルス状の電気刺激を与えると活動電位が発生する。続いて同じ大きさの2つ目のパルス刺激を与えると、ある一定期間は2つ目の刺激を与えても活動電位が生じない。(a)この期間のことを〔 1 〕という。〔 1 〕はさらに2つの期間、すなわちどのような強い刺激を与えても活動電位は発生しない期間と、より大きな刺激によって活動電位が発生する期間に分けることができる。これらの期間をそれぞれ〔 2 〕および〔 3 〕という。発生した活動電位は神経軸索に沿ってその末端まで伝導する。伝導速度は神経線維の直径によっても異なるが、(b)その違いは神経線維の構造によるところが大きく、〔 4 〕線維の伝導速度は〔 5 〕線維の最も速いものよりも約50倍速い。

- (1) 〔 1 〕～〔 5 〕にあてはまる適切な語を記せ。
- (2) 下線部(a)において、〔 1 〕が生じる理由を3行程度で述べよ。
- (3) 下線部(b)において、〔 4 〕線維の構造を3行程度で述べよ。
(説明に図を用いてもよい。)
- (4) 下線部(b)において、〔 4 〕線維の伝導速度が速い理由を3行程度で述べよ。

問2 次の5つの用語から3つを選んで、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) 能動輸送 (active transport)
- (2) 代謝型受容体 (metabotropic receptor)
- (3) 走性 (taxis)
- (4) トロポニン (troponin)
- (5) 電氣的シナプス (electrical synapse)

問題 6

次の文章を読み、以下の問1～問5に答えよ。

1個の受精卵から複雑な構造の生物個体がどのように形成されるかについて、古くから二つの考え方があった。一つは、配偶子や胚の各部分の発生運命（将来どのような組織や器官に分化するか）は最初から決められているとする〔1〕説、もう一つは、配偶子や胚の各部分の発生運命は、はじめから決まっているのではなく、発生につれてしだいに決まっていくという〔2〕説である。

1887年にL.M. Chabryが単体ホヤの卵の2細胞期に、片方の割球を針で刺して殺しそのまま発生させると、片側だけの胚（半胚）になることを発見した。その翌年1888年に、W. Rouxがカエルで同様な実験をして、2細胞期の片方の割球を熱した針を刺して焼き殺すとホヤと同じく半胚になることを見つけ、(a)これらの動物の割球は将来決められた領域にしか分化できないとして、前述の〔1〕説を支持した。一方、1892年にH. Drieschは、ウニ卵を用いて2細胞期や4細胞期にそれぞれの割球をバラバラに単離して発生させると、各々の割球はサイズが小さいけれど正常なプルテウス幼生に発生することを発見し、(b)ウニ卵の各割球はそれ自身で完全な個体に発生できるとして、〔2〕説を支持することとなった。その後、1910年にJ.F. McClendonの実験で、カエル卵の2細胞期に割球を単離するとそれぞれの割球は半胚にならず完全な胚になることが示され、カエル卵の割球もウニ卵と同様に各部分の分化を調節して完全な個体に発生することが明らかとなった。一方、ホヤ卵ではカエル卵のように2細胞期の各割球は完全な幼生にはならず、割球の発生運命が決定されていることが示された。しかし、ホヤの未受精卵を2等分してそれぞれ受精させると完全な幼生ができてくることから、未受精卵では各部分の発生運命がまだ決定されていないことも示された。

問1 〔1〕と〔2〕に当てはまる適当な語を記せ。

問2 下線部(a)や下線部(b)のような性質を持つ卵をそれぞれ何と呼ぶか記せ。また、次のア～オの動物の卵は、発生初期に下線部(a)と下線部(b)のどちらの性質を示すか、記号を用いて分類せよ。

ア) ウリクラゲ イ) ヒトデ ウ) ヒト エ) ツノガイ オ) イモリ

問3 カエル卵におけるW. RouxとJ.F. McClendon実験を比べて、Rouxの実験結果についてどのようなことが考えられるか、3行程度で述べよ。

問4 ホヤの卵はいつ発生運命が決定されると考えられるか、1行程度で述べよ。

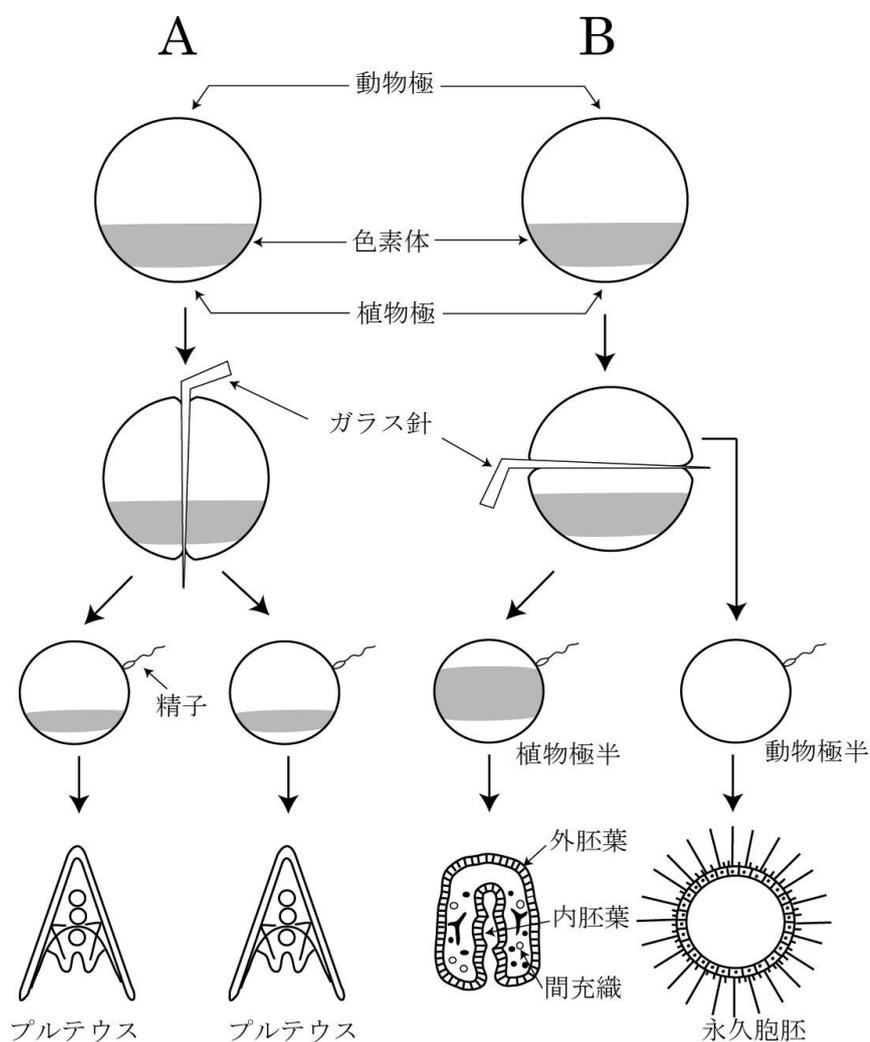
問5 ウニの未受精卵を用いて次のような実験を行った。この実験結果と1892年のH. Drieschの実験結果から、ウニ受精卵および未受精卵の発生における調節能についてどのようなことがわかるか3行程度で述べよ。

〔次のページに続く〕

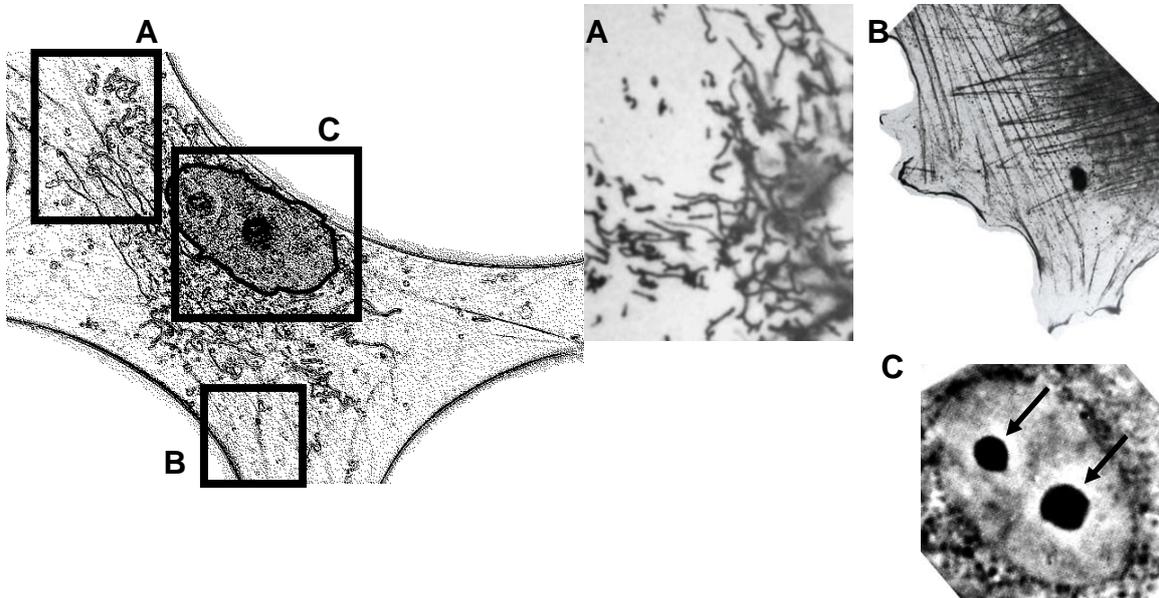
(実験) 細いガラス針で未受精卵を第1卵割の分裂面と同じ動物極と植物極を通る面で2等分し、それぞれ受精させた(実験A:図1-A)。次に、細いガラス針で未受精卵を赤道面で動物極半と植物極半に2等分し、それぞれ受精させた(実験B:図1-B)。

(結果) 実験Aでは二つの卵片は共に小さいながらも完全なプルテウス幼生となった。しかし、実験Bでは、動物極半は受精後胞胚期まで発達するが、それ以上発生が進まなかった。一方、植物極半は原腸胚期を経て不完全ながら消化管や骨格を備えた幼生になった。

図1



問題 7



上の図は、繊維芽細胞由来の培養細胞（Swiss3T3 cell）の光学顕微鏡写真をもとに作成したものである。右側の A～C は、左側の□で囲まれた領域(A～C)の中に見られる構造の特徴をとらえた顕微鏡写真である。A には、ひも状の構造、B には繊維状の構造、及び C の矢印の部分には球形の構造が見られた。

- 問1
- (1) A, B, C の構造の名称を記せ。
 - (2) A で見られた構造の細胞内での機能を 1 行で記せ。
 - (3) B で見られた繊維状構造の主要成分の骨格タンパク質はなにか、その名称を記せ。
 - (4) (3) で答えた骨格タンパクが関係する細胞運動を 2 つあげよ。
 - (5) 細胞内の小器官の中には、数ミクロン以上の大きさにもかかわらず、無染色の細胞の光学顕微鏡観察では、見えない構造が複数の種類ある。そのうちの 1 つの名称を記せ。
 - (6) (5) で答えた構造が細胞内で担う役割について、3 行以内で説明せよ。

問2 繊維芽細胞は細胞周期の研究に広く使われる。次の文章を読み以下の問に答えよ。

細胞は、その内容物を倍加させ、分裂することにより増殖する。細胞周期は DNA 合成が活発に起こる [1] 期、細胞分裂がおこる [2] 期、及びその間の G 1, G 2 期からなる。細胞分裂は、前期、前中期、中期、後期、終期、細胞質分裂の順で進行する。

- (1) [1], [2] に当てはまるアルファベット大文字 1 字を記せ。
- (2) 一般的な動物細胞の、前期、中期、終期、細胞質分裂のそれぞれの特徴を 1～2 行で記せ。

問題 8

次の文章を読み、以下の問に答えよ。

(a)多細胞生物の個体内のほぼ全ての細胞は同一のゲノムを持っている。それにも関わらず、個々の細胞が固有の機能を発揮しているのは、発生・分化の過程において異なるセットの遺伝子を発現するためである。

遺伝子発現制御は狭義には遺伝子の〔 1 〕制御を指すことが多いが、広義には〔 1 〕の前段階であるクロマチン構造の調節や、〔 1 〕後調節を含む。〔 1 〕後調節には、〔 2 〕のプロセッシング、分解、〔 3 〕調節が、そして〔 3 〕後調節には、産生されたポリペプチドの〔 4 〕、輸送、〔 5 〕、そして分解の調節が含まれる。〔 2 〕には、〔 3 〕されない低分子〔 2 〕が多種類存在し、現在その機能が注目されている。そして分子シャペロンによる〔 4 〕やオルガネラへの輸送制御もタンパク質の機能発現に重要なステップである。最後に〔 5 〕はタンパク質の構造変化や活性化を制御しており、(b)クロマチン構造の調節やタンパク質分解の制御における機能が注目されている。

問1 〔 1 〕～〔 5 〕にあてはまる適切な用語を記せ。

問2 下線部(a)について以下の問に答えよ。

- (1) 下線部(a)をゲノム等価性というが、これを支持する実験を1つ挙げて3行程度で説明せよ。
- (2) クローン技術によって生まれたメスの三毛猫は母親と異なる毛色パターンを示す。このように同一のゲノムを持った個体でも異なる表現型を示すことがあるが、その理由を説明せよ。なお毛色の対立遺伝子はX染色体上に存在する。

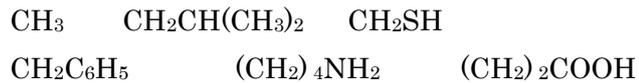
問3 下線部(b)と関連する〔 5 〕の例を3つ挙げよ。

問4 以下の用語のうち2つを選択し、それぞれ3行程度で説明せよ。

- (1) 反応基準(norm of reaction)
- (2) 低分子量RNA干渉(small RNA interference)
- (3) ヘテロ接合強勢(heterozygote advantage)
- (4) ヌクレオチド除去修復(nucleotide excision repair)

問題 9

問1 N末端から順にアラニン、システイン、グルタミン酸の3つのアミノ酸からなるポリペプチドの構造式を書け。ただし、アラニン、システイン、グルタミン酸の側鎖の化学式は以下に示した化学式に含まれる。



問2 V8 プロテアーゼはグルタミン酸とアスパラギン酸残基のC末端側を加水分解するプロテアーゼである。次のポリペプチドを切断したときには何残基のポリペプチドが生じるか、断片の長さをすべて書け。

MRLILITCLV AVALARPKLP LRYPERLQNP SESSRPEPLE SR

問3 問2のような基質特異性は、一般的に酵素と基質の構造がどのような関係にあるから生じるかを1、2行で説明せよ。

問4 タンパク質の立体構造はアミノ酸の側鎖の間のさまざまな相互作用によって安定化されている。それらの相互作用を4つあげ、それぞれを2行以内で説明せよ。

問題 10

亜硝酸酸化細菌に関する次の問に答えよ。

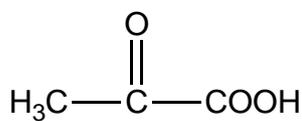
- 問1 亜硝酸酸化細菌は亜硝酸を硝酸に酸化することによりエネルギーを得る。この反応のイオン反応式を書け。
- 問2 pH 7 における標準自由エネルギーの表を用いて、1 mol の亜硝酸を硝酸に酸化すると何 kJ のエネルギーが得られるか求めよ。答は小数点以下を四捨五入して記せ。
- 問3 亜硝酸酸化細菌はどのようにして二酸化炭素を同化するか、1 行で記せ。
- 問4 亜硝酸酸化細菌の構造的長を 1 行で記せ。
- 問5 亜硝酸酸化細菌の生態学上の存在意義を 2 行以内で記せ。

標準自由エネルギー G_f^0 (kJ/mol)

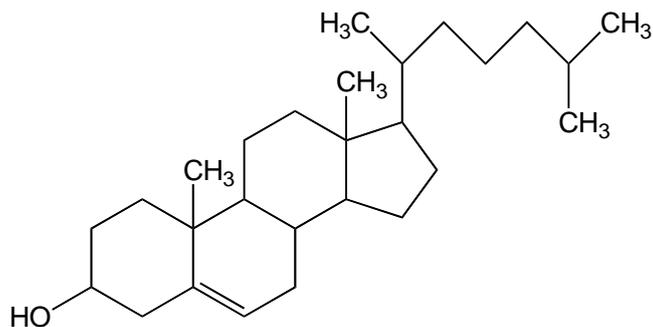
C compound		Fe compound		O, H, S-related compound		N compound	
CO	-137.34	Fe ²⁺	-78.87	H ₂	0	N ₂	0
CO ₂	-394.4	Fe ³⁺	-4.6	H ⁺	0 at pH 0	NO	+86.57
CH ₄	-50.75	FeCO ₃	-673.23		-5.69 /pH unit	NO ₂ ⁻	-37.2
H ₂ CO ₃	-623.16	FeS ₂	-150.84	O ₂	0	NO ₃ ⁻	-111.34
HCO ₃ ⁻	-586.85	FeSO ₄	-829.62	H ₂ O	-237.17	NH ₃	-26.57
CO ₃ ²⁻	-527.9			S ⁰	0	NH ₄ ⁺	-79.37
methanol	-175.39			H ₂ S	-27.87	N ₂ O	+104.18
ethanol	-181.75			HS ⁻	+12.15		
glycerol	-488.52			S ²⁻	+85.8		
glucose	-917.22			S ₂ O ₃ ²⁻	-513.4		
acetate	-369.41			SO ₄ ²⁻	-744.6		
fumarate	-604.21						
succinate	-690.23						

問題 11

問1 (1)、(2)に示す構造式は高等生物に普遍的に存在する化合物である。それぞれの化合物の分子量を計算せよ。また化合物の名称を記せ。



(1)

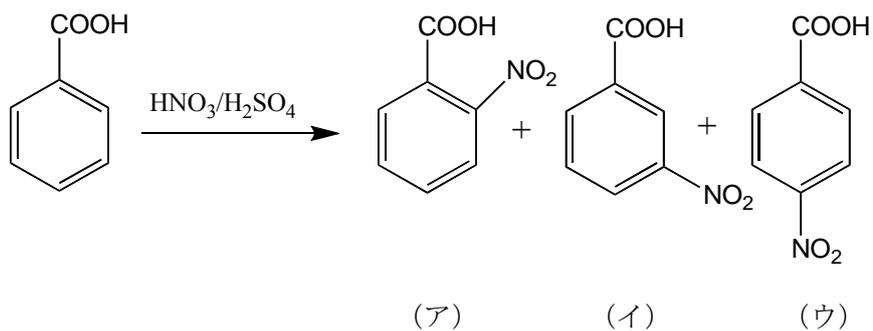


(2)

問2 以下の用語の中から2つを選び2行程度で説明せよ。必要に応じて図を使ってよい。

- (1) アリル位
- (2) 電気陰性度
- (3) 求核置換反応
- (4) カルボニウムイオン

問3 次の化学反応に関して設問(1)、(2)に答えよ。



- (1) この反応ではメタ位で優先的に置換反応がおこる。(ア)、(イ)、(ウ)のうち収量が最も多くなるのはどれか。
- (2) なぜメタ位で置換反応がおきやすいのか、図を使って2行程度で説明せよ。