平成２８年度　大学院生命理学研究科　入学試験
専門科目　問題冊子

生命科学専攻　受験者用

注意事項

１．解答開始の合図があるまで、問題冊子・解答冊子の中を見てはいけない。それまで、この注意事項をよく読んでおくこと。

２．監督者の指示があれば、解答冊子の表紙の受験番号欄および氏名欄に、それぞれ、自分の受験番号および氏名を書くこと。

３．問題冊子は、第１問から第９問まで合計９問書かれている。解答開始の合図の後、まず内容を確認すること。

４．第１問から第９問までの９問から、４問を選択して回答する。ただし、第１問から第３問までの３問からは、２問以上を選択して解答すること。

５．解答用紙は各問共通となっている。解答用紙の受験番号欄に自分の受験番号を、氏名欄に自分の氏名を、また選択した問題の番号も忘れずに記入すること。

６．試験の終了までに、解答冊子表紙の選択マーク欄の選択した問題の欄に○印を記入すること。ただし、選択マーク欄に○を付けた問題は<u>４問を超えてはいけない</u>。○印を付けた問題の解答用紙だけが採点の対象となる。

７．問題冊子の余白や、選択しなかった問題の解答用紙の余白は適宜使用してよい。

８．試験中、問題冊子や解答冊子の印刷の不鮮明、汚れ、ページの落丁、乱丁などに気付いた場合や、体調が悪くなった場合には、手を挙げて監督者に知らせること。

９．試験終了後、問題冊子は持ち帰ること。

以上

平成２８年度　大学院生命理学研究科　入学試験
専門科目　問題

第１問　基礎物理学

次の問１から問４に答えよ。どの問いについてもA、B、C、Dのいずれかを解答用紙に記入して答えること。

問１．10^{-9} C の電荷が 1 cm だけ離れた２枚の金属板の間にあって、10^{-5} N の力を受けている。２枚の金属板のポテンシャル差はいくらか。ただし、２枚の金属板は充分大きいとする。

(A) 10^{-4} V　(B) 1 V　(C) 10^{2} V　(D) 10^{4} V

問２．下記の物質のうち、永久磁石になりうる磁気相にある物質はいずれか。

(A) 強磁性体　(B) 反磁性体　(C) 常磁性体　(D) 反強磁性体

問３．ヒトの目が光を感じる最小の強度とされる 1.5×10^{-12} W/m^2 の強度で波長 5.6×10^{2} nm の光が瞳に入る。瞳の面積を 5.0×10^{-5} m^2 とすると毎秒何個の光子が瞳に入ってくるか。

(A) 2.1　(B) 2.1×10　(C) 2.1×10^{2}　(D) 2.1×10^{3}

問４．回転数 10 回転/s で回転しているエンジンの回転数を 2.5 回転/s^2 で加速して 25 回転/s にした。この加速中にエンジンは何回転したか。

(A) 150 回転　(B) 105 回転 (C) 75 回転 (D) 55 回転

平成２８年度　大学院生命理学研究科　入学試験

専門科目　問題

第２問　基礎化学

以下の問１および問２に答えよ。

問１．以下の文章を読み、各問いに答えよ。

17 族元素であるハロゲン元素は（　①　）に７個の電子をもち、（　②　）個の電子を受け取って（　③　）となる。単体は（　④　）結合によって結ばれた二原子分子として存在する。常温常圧におけるフッ素と塩素の状態は（　⑤　）であり、臭素の状態は（　⑥　）、ヨウ素とアスタチンの状態は固体である。塩素、臭素、ヨウ素は４種類のオキソ酸を形成する。

（１）　文中の空欄①～⑥に入る語句を答えよ。

（２）　ハロゲン単体の沸点および融点は周期表の下にいくほどどうなるかを理由も含めて答えよ。

（３）　フッ素と水の反応を化学反応式で示し、生じる物質（生成物）の名称をそれぞれ答えよ。

（４）　塩素における４種類のオキソ酸の化学式および名称を答えよ。

（５）　オキソ酸水溶液は酸性を示す。酸素原子の数の増加により酸性の程度はどうなるかを理由も含めて答えよ。

第２問　基礎化学　つづき

問２．以下の文章を読み、各問いに答えよ。

PCR 反応をおこなうために、塩基数 20mer の１本鎖 DNA をプライマーA として合成した。重量濃度は 1.32 μg/μl であった。鋳型として使用する２本鎖 DNA 溶液の重量濃度は 2.0 μg/μl であった。１塩基の平均分子量は 330 とし、アボガドロ数は 6.0×10^{23} とする。

（１）プライマーA のモル濃度を計算式を記して求めよ。

（２）最終濃度 5 μM のプライマーA 溶液を 100 μl 調製するためには、プライマーA 原液および水をそれぞれ何 μl ずつ混ぜる必要があるか計算式を記して求めよ。

（３）鋳型として使用する２本鎖 DNA の全塩基数は 600bp である。PCR 反応に鋳型 DNA を 3.3 μl 使用した。鋳型 DNA の分子数（コピー数）を計算式を記して求めよ。

（４）(3)の反応において、5 μM のプライマーA 溶液を２μl 使用した場合、反応前の溶液中の鋳型DNA とプライマーA の分子数はどちらが何倍多くなるか答えよ。

平成２８年度　大学院生命理学研究科　入学試験
専門科目　問題

第３問　基礎生物学

以下の問いに答えよ。

問１．酸性アミノ酸の名称を２つ、塩基性アミノ酸の名称を３つあげよ。

問２．タンパク質に見られるジスルフィド結合とは何か、説明せよ。

問３．　キネシンとは何か。その酵素活性と機能について説明せよ。

問４．　ヒトの表皮に大量に含まれている中間径フィラメントの名称を答えよ。また、その分子の表皮における機能について説明せよ。

問５．　カドヘリンとは何か、どのような生命現象に関与しているか説明せよ。また、生体内のどのような名称の構造に含まれているか、その名称を２つあげよ。

問６．　プロテオグリカンとは何か。　具体的なプロテオグリカンの名称をひとつあげるとともに、その分子の生体における機能を説明せよ。

問７．ペプチドホルモンの名称をひとつあげ、その分子を産生する細胞名を書け。また、生体におけるそのホルモンの主要な機能を記せ。

問８．　タンパク質キナーゼとは何か。具体例をあげて説明せよ。

問９．　IP_3とは何か。IP_3の構造と機能について説明せよ。

問１０．　ショウジョウバエのホメオティック遺伝子について、説明せよ。どのような機能を持つタンパク質をコードしていて、変異するとどのような表現型を示すか、具体的なホメオティック遺伝子の名称をひとつあげて説明すること。

平成２８年度　大学院生命理学研究科　入学試験

専門科目　問題

第４問　物理学（力学分野）

万有引力に関連して、以下の問いに答えよ。

距離 r だけ離れた質量 M と質量 m の質点間にはたらく万有引力は

$$F = -\,G\,m\,M\,/\,r^2$$

で書き表せる。ここで

$$G = 6.67 \times 10^{-11}\ \mathrm{m^3/kg \cdot s^2}$$

である。下の文章の（　１　）～（　１０　）に入れるべき適切な文字式または数値を答えよ。数値の計算では有効数字は２桁とする。

問１．重量加速度を g とすると、地球上にいる質量 m の人は、地球から（　１　）の力を受けている。したがって、地球の質量を M_1、地球の半径を R とすると、

$$(\ 1\ ) = -\,G\,m\,M_1\,/\,R^2$$

となる。したがって、$R = 6370$ km、$g = 9.80$ m/s^2 とすると、地球の質量

$$M_1 = (\ 2\ )$$

である。

問２．月（質量を M_2 とする）は地球を中心に、速度 v で、半径 r の円運動をしていると近似できる。その運動方程式は、

$$F = (\ 3\ )$$

で書き表される。地球の質量を M_1 として、

$$(\ 3\ ) = -\,G\,M_1\,M_2\,/\,r^2$$

が成り立つので、

$$v = (\ 4\ )$$

となる。一方、地球上の重力加速度 g は G、M_1、R を用いて、

$$g = (\ 5\ )$$

で表される。そこで（　４　）から G と M_1 を消去すると

$$v = (\ 6\ )$$

となる。この式を用いて、月の公転周期は（　７　）日と求められる。ただし、

$$r = 60.0\,R$$

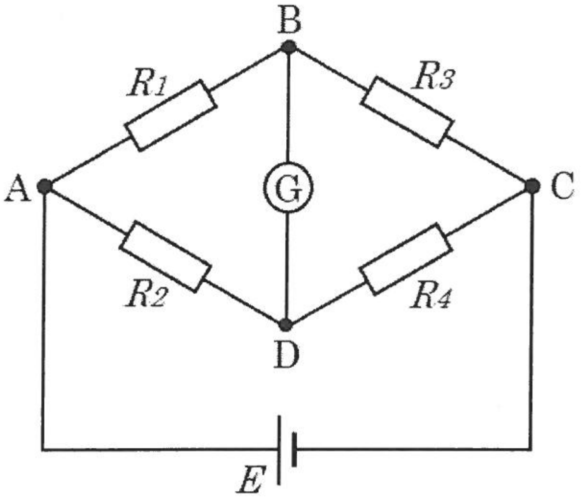
とせよ。また、必要に応じて $(39.0)^{1/2} = 6.24$ を用いよ。

平成２８年度　大学院生命理学研究科　入学試験
専門科目　問題

第５問　物理学（電磁気学分野）

以下の文章を読み、各問いに答えよ。

４つの抵抗 R_1、R_2、R_3、R_4 を下図のように連結し、A、C を電池 E の両極に接続し、B、D の間に検流計 G を入れる。



問１．検流計 G に電流が流れないとき、抵抗 R_4 値を、R_1、R_2、R_3 を用いて示せ。

問２．検流計 G に電流 I_5 が流れるとき、検流計 G の内部抵抗の値を R_5 とする。このときの電流 I_5 の値を R_1、R_2、R_3、R_4、R_5 および E を用いて示せ。

平成２８年度　大学院生命理学研究科　入学試験
専門科目　問題

第６問　化学（生化学・有機化学分野）

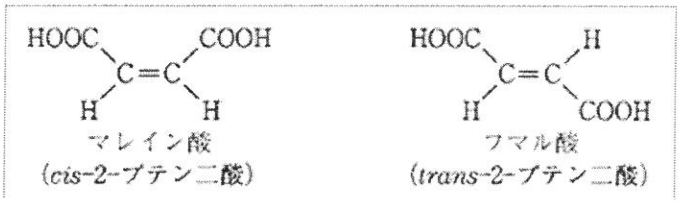
問１．有機酸、有機塩基について各問いに答えよ。

（１）酢酸は水中でイオン化する、化学式で示せ。

（２）酢酸イオンは共鳴構造をとるが、化学式で記述せよ。

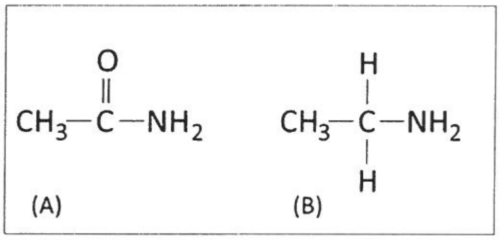
（３）酢酸イオンが共鳴構造をとることを支持する実験（測定）結果としてどのようなことが考えられるかを論述せよ。

（４）互いに構造異性体である次の 2 種の有機酸は、融点（mp）が大きく異なっている。考えられる理由を論述せよ。



mp=130 ℃　　　　mp=286 ℃

（５）下記の物質(A)と(B)とでは、塩基性度は大きく異なる。どちらがより強い塩基であると考えられるかを理由も含めて論述せよ。



問２．糖タンパク質について次の問いに答えよ。

（１）タンパク質に糖が共有結合する様式として、N-結合型および O-結合型が知られている。それぞれが結合するアミノ酸残基は何か答えよ。

（２）N-結合型とよばれる糖鎖には、どのような糖鎖があるか答えよ。

（３）N-結合型とよばれる糖鎖は細胞内のどこで・どのようにして付加されるかについて論述せよ。

（４）糖鎖は単糖がある種の共有結合でつながったものである。i)その結合を何というか。また、ii)どのようなものか構造式を例示して記述せよ。

平成２８年度　大学院生命理学研究科　入学試験
専門科目　問題

第７問　化学（物理化学分野）

以下の文章を読み、各問いに答えよ。計算を行う場合、解答の有効数字は 2 桁とする。

ある反応物 A がある時間 t で変化して生成物 P が生成する A → P のような反応において、反応速度 v は単位時間あたりの反応物濃度([A])の減少量あるいは生成物濃度([P])の増加量で定義され、反応物 A の濃度の指数倍に比例して

$$v = -\frac{d[\mathrm{A}]}{dt} = \frac{d[\mathrm{P}]}{dt} = k[A]^n \quad \cdots(1)$$

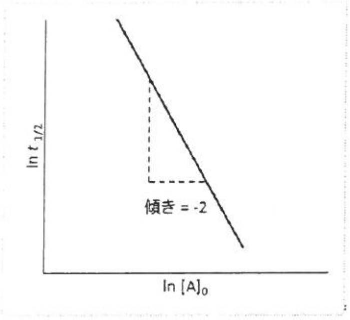
で表される。ここで k は（　①　）と呼ばれ濃度に依存せず一定の値をとる。n は（　②　）で n の値によって、それぞれ 0 次、1 次、2 次反応というように呼ばれる。（　②　）を実験的に決定するには、微分法、積分法、（　③　）法などの方法があり、n は整数であるとは限らない。反応物の濃度が初濃度の半分になるまでに要する時間 $t_{1/2}$ を（　③　）と呼ぶ。

問１．文中の空欄①〜③に入る語句を答えよ。

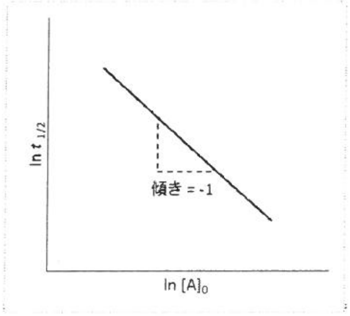
問２．$n = 1$ の時、A の初濃度を$[\mathrm{A}]_0$として（1）式を ln [A] について解け。

問３．0 次、1 次、2 次反応のそれぞれについて、種々の初濃度$[\mathrm{A}]_0$における $t_{1/2}$ を求め、$\ln t_{1/2}$ を $\ln [\mathrm{A}]_0$ に対してプロットした。各反応において、 $\ln [\mathrm{A}]_0$ に対する $\ln t_{1/2}$ の変化の関係について当てはまるグラフを次の（ア）〜（オ）の中から選択せよ。

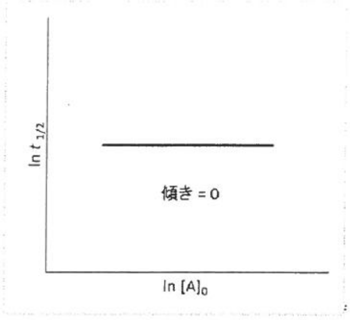
第７問　化学（物理化学分野）　つづき



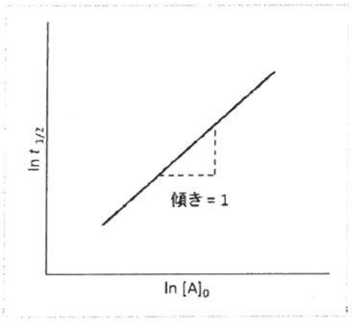
（ア）



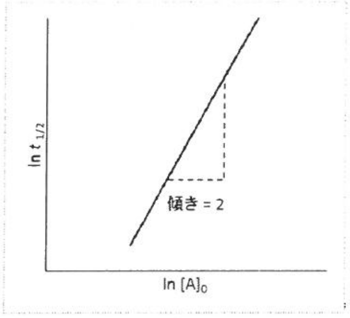
（イ）



（ウ）



（エ）



（オ）

問４．ある化合物の初濃度 100 mg mL^{-1} の水溶液中での分解過程について、時間（hr）に対して濃度 A（mg mL^{-1}）の常用対数値を表にしたところ、以下の表のようになった。この化合物の分解反応は何次反応か．また k と $t_{1/2}$ を求めよ。ただし $\log_{10} 2.00=0.301$、$\log_{10} 3.00=0.477$、$\log_{10} e=0.434$ とする。

時間 t (hr)	0.00	5.00	10.0	15.0
$\log_{10}$ A	2.00	1.50	1.00	0.50

問５．問４の化合物の飽和溶解度は 200 mg mL^{-1} であり、その溶解速度は分解速度に比べて十分に速い。この化合物 500 mg を含む懸濁液 1.00 mL を調製したとき、この溶液の濃度が 100 mg mL^{-1} になるまでに要する時間を求めよ。

平成２８年度　大学院生命理学研究科　入学試験

専門科目　問題

第８問　生物学（細胞生物学・発生生物学分野）

問１．生体膜について、各問いに答えよ。

(1) 生体膜を構成する主成分は何か？

(2) 生体膜の厚さは 7~10 (　　)である。括弧内に入る単位を記入せよ。

(3) 生体膜が（ア）１重膜（二重層)、(イ）２重膜の細胞小器官の例をひとつずつあげ、それぞれの機能を概説せよ。

(4) 一般的な細胞の内外において、濃度が大きく異なる陽イオンを３つ、陰イオンをひとつあげ、それぞれ、どちらで濃度が高いか記せ。

(5) 生体膜を通過できる物質を２つあげよ。

(6) 生体膜を通過できない物質は、特異的な膜タンパク質によって、通過できるようになっている。物質の通過に関わる膜タンパク質を、その機構から大きく２つにわけて、各々の特性を概説せよ。また、具体的な分子名を１つずつあげよ。

(7) 神経分化あるいは神経回路形成に関わる膜タンパク質を１つとそのリガンドを１つあげ、両者の働きを概説せよ。

(8) シナプスにおいて、神経伝達物質が放出されるときにおこる膜融合について概説せよ。

問２．アルツハイマー病、パーキンソン病、プリオン（狂牛病）などに共通する分子レベルでの異常について、概説せよ。一方、それを通常の細胞内で守っていると考えられる分子機構について概説せよ。

平成２８年度　大学院生命理学研究科　入学試験

専門科目　問題

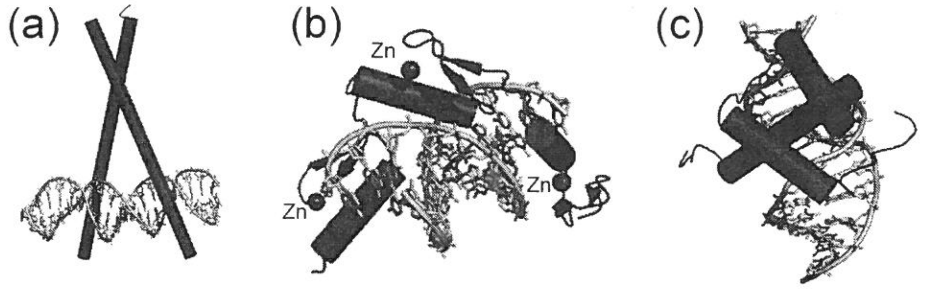
第９問　生物学（分子生物学・構造生物学分野）

以下の文章を読み各問いに答えよ。

問１．生命活動では分子間の情報伝達により、多くの反応が制御されている。DNA からタンパク質に至る制御では、その過程におけるさまざまな段階で調節が行われる。例えば、転写開始段階では、遺伝子のスイッチのオン・オフに必要な調節 DNA と結合する転写調節因子により制御される。これは転写調節因子が特定の DNA 配列を識別し、特異性の高い相互作用を形成することにより行われる。また、あらゆる生物は遺伝子のスイッチを個々にオン・オフするだけでなく、異なる遺伝子の発現を協調させて行っている。

（１）DNA からタンパク質に至る過程において、DNA から mRNA の段階では転写開始段階の調節以外にどの段階で、どのような調節が行われているか答えよ。

（２）図 (a)~(c)に示す一般的な DNA 結合モチーフの名称を答えよ。



（３）DNA 結合モチーフは（２）図(a)のように二量体を形成することが多い、二量体形成により得られる利点を答えよ。

（４）細菌と真核細胞は異なる分子機構により、複数種類の遺伝子の発現を協調させている。細菌細胞における転写調節の機構を、大腸菌のトリプトファンの合成を例に簡単に説明せよ。また、肝細胞(真核細胞)のグルココルチコイド受容体による調節機構を簡単に説明せよ。

第９問　生物学（分子生物学・構造生物学分野）　つづき

問２．細胞は多くのシグナルを受け取り環境に対応している。細胞内シグナル伝達経路ではシグナルを先に伝達する機能だけでなく、シグナルの増幅、統合、配分などの機能も有している。また、これら情報の伝達はタンパク質、ペプチド等のシグナル分子と受容体が担っている。

（１）動物細胞では内分泌型、パラクリン型、神経型、接触型などさまざまなシグナル伝達方法によりシグナルのやりとりが行われている。これらの中で、最もシグナルを広く伝える伝達方法はどれか。また、その伝達方法を簡単に説明せよ。

（２）情報伝達において細胞表面でシグナルを受け取る受容体は、反応機構の異なるいくつかのファミリーに分類される。これらファミリーの名前を３つ述べよ。

（３）ロドプシンは細胞表面受容体の最大ファミリーに属する受容体である。このファミリーは（２）で挙げたどのファミリーか答えよ。また、その立体構造の特徴を挙げ、ロドプシンから情報を受け取るタンパク質まで、どのようにして情報が伝達されるかを立体構造に着目し簡単に説明せよ。