

受 験 番 号					

問題冊子にも受験番号を記入すること。

東京大学大学院新領域創成科学研究科
メディカルゲノム専攻

平成19年度大学院修士課程入学試験問題 専門科目（必修問題）

実施日：平成18年8月7日（月）

時間：13:00—14:00（60分）

注意事項

1. 試験開始の合図があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
2. 解答には必ず黒色鉛筆（または黒色シャープペンシル）を使用すること。
3. この問題冊子は11頁です。
4. 問題は3つあります。全問を解答しなさい。
5. 解答用紙は各問題について1枚、計3枚配られます。3枚あるか確認しなさい。
6. 各解答用紙の所定欄に受験番号を必ず記入しなさい。また、問題冊子にも受験番号を記入しなさい。
7. 各問題の解答には解答用紙各1枚を使用しなさい。
8. 解答用紙の右上には問題番号欄があります。解答した問題の番号を、それぞれ記入しなさい。
9. 解答用紙は、裏を使ってもかまいませんが、図や化学式などを含め、罫線の枠の中に収めなさい。なお、各問題において、字数、図や化学式などの使用についての指示がある場合は、それに従いなさい。
10. 解答用紙に解答に関係のない文字、記号、図、式などを記入してはいけません。
11. 解答できない場合でも、解答用紙すべてに受験番号を記入して提出しなさい。
12. 解答用紙を草稿用に使用してはいけません。草稿用には問題冊子の中の草稿用紙欄を使用しなさい。
13. 問題冊子・解答用紙は持ち帰ってはいけません。
14. 試験時間は60分です。途中での退出は原則として認めません。

必修問題1 <一般化学> 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

問1. 次の気体を同じ温度、圧力、体積で比較するとき、軽いものから順番に並べなさい。

A. 空気 B. 二酸化炭素 C. 水素 D. アンモニア E. 酸素 F. ヘリウム

問2. 次の電磁波を波長の短い順番に並べなさい。

A. 紫外線 B. 黄色光 C. X線 D. ラジオ波 E. 緑色光 F. 赤外線

問3. 以下の文章を読み、(1)～(4)の設問に答えなさい。

一般に、アルコールは極性官能基である[A]をもち、第一級アルコールを穏和な条件で酸化すると、中性の化合物[B]が得られる。[B]は官能基として[C]をもち、[B]を[D]すると酸性の化合物[E]が得られる。[E]は官能基として[F]をもち、[E]を当量の[G]で処理すると中性の[H]となる。[E]はフェノールと脱水縮合すると[I]となり、アミンと脱水縮合すると[J]となる。[I]をアルカリ性水溶液中で[K]した後、過剰の[L]で処理すると再び[E]が得られる。

(1) 空欄A, C, Fに最も適当な官能基を下のアーキから選びなさい。

ア. アセチル基 イ. アミノ基 ウ. カルボキシル基 エ. 水酸基
オ. フェニル基 カ. ホルミル基 (アルデヒド基) キ. メチル基

(2) 空欄B, E, H, I, Jに最も適当な化合物の一般名を下のアーサから選びなさい。

ア. アミド イ. アジド ウ. アルデヒド エ. イミド
オ. ウレア (尿素) カ. エーテル キ. エステル ク. 塩酸塩
ケ. カルボン酸 コ. ケトン サ. ナトリウム塩

(3) 空欄D, Kに最も適当な反応を下のアーキから選びなさい。

ア. 酸化 イ. 還元 ウ. 中和 エ. 加水分解 オ. 塩素化
カ. 脱水縮合 キ. 電気分解 ク. エステル化

(4) 空欄G, Lに最も適当な試薬を下のアーエから選びなさい。

ア. 塩酸 イ. 塩化ナトリウム水溶液 ウ. 水酸化ナトリウム水溶液
エ. 硫酸ナトリウム水溶液

問4. 酢酸のpKaは4.8である。pH3.8の0.1Mの酢酸緩衝液を1ℓ調製するには、0.1M酢酸と0.1M酢酸ナトリウム水溶液は何mlずつ必要か。小数点以下は四捨五入して答えなさい。必要ならば、 $\log 2 = 0.3$, $\log 3 = 0.48$ を使いなさい。

問5. 次の反応が平衡にあるとき、以下のア～エの条件変化により平衡はどちらへ移動するか。次の①～③から選びなさい。

- ① 右、② 左、③ 移動しない



- ア. 加圧する。
イ. 全圧一定のままヘリウムを加える。
ウ. 触媒を加える。
エ. 温度を高める。

問6. 以下の文章のア、イにあてはまる数値、ことばを下の候補の中から選びなさい。
化合物Aが化合物Bへ変換するときの標準自由エネルギー変化 (ΔG°) が +11.4 kJ/mol であるとする。このとき、Aに対するBのモル比 (B/A) が (ア) と同じか、(ア) より (イ) ととき、AからBへの変換は自発的に起こらない。ただし、 ΔG° が 5.7 kJ/mol の差のとき、平衡定数は10倍ちがうとする。

- (ア) 10000, 1000, 100, 10, 1, 0.1, 0.01, 0.001, 0.0001
(イ) 大きい、小さい

問7. 以下の文章のア、イに式を記しなさい。

ある分子を水面に浮かべると水面上に分子が一層だけ並ぶ単分子膜が得られるとする。この単分子膜の面積を S [cm^2]、その分子の一個が水面で占める面積を A [cm^2] とすると、膜を形成する分子の数 n は (ア) となる。また、この膜を作るのに要したその分子の質量が W [g]、分子量が M としたとき、アボガドロ数 N [/mol] は (イ) によって与えられる。

草稿用紙

必修問題2 <現代生命科学の基礎> 次の文章を読んで以下の問いに答えなさい。

問1. 次の①から⑩の文章が正しい場合には○、誤っている場合には×を記しなさい。

- ① 細胞を遊走させる装置であるべん毛は、アクチンフィラメントから構成される。
- ② リボソームを構成するRNAが合成される場所は、細胞質である。
- ③ 真核細胞では、すべてのタンパク質合成はミトコンドリア内で起こる。
- ④ ゴルジ装置は、リボソームが結合して、分泌タンパク質や膜タンパク質が合成される細胞内小器官である。
- ⑤ 細胞膜は、酸素、栄養分や老廃物を選択的に透過させる。
- ⑥ 滑面小胞体は脂質の合成やカルシウムの貯蔵に重要な細胞内小器官である。
- ⑦ 液胞は膜タンパク質や分泌タンパク質の修飾や仕分けを行う細胞内小器官である。
- ⑧ リソソームはタンパク質分解酵素を多く含んだ酸性の細胞内小器官である。
- ⑨ 筋肉の収縮はミオシンフィラメントが微小管と相互作用することによって起こる現象である。
- ⑩ ペルオキシソームは過酸化水素の合成と分解に重要な細胞内小器官である。

問2. 生物の呼吸は、(a) 解糖系、(b) クエン酸回路 (TCA 回路)、(c) 電子伝達系の3つの経路から成り立っている。真核細胞の場合に関して、以下の問いに答えなさい。

- 1. ATPをもっとも効率よく産生することのできる経路は (a) - (c) のどれか。
- 2. それぞれの経路は、細胞内のどこで行われているか。(a) - (c) それぞれに対して以下の①-⑥から選びなさい。

① 核、②細胞質、③小胞体、④ゴルジ体、⑤ミトコンドリア、⑥リソソーム

- 3. 電子伝達系の結果として膜の内外に、あるイオンの濃度勾配ができることがATP生産に直接関係する。そのイオンとは何か。

問3. 受精前の卵には上下の区別 ((①) 極と (②) 極) はあるが (③) 側と (④) 側の軸は決定されていない。カエルの胚発生初期において、精子が (①) 半球に侵入して受精が成立すると、表層回転 (卵の外側の層が内側の層に対して回転する) が起こり、(③) 側決定因子は (②) 極から (③) 側へ移動し、この結果、(③) 側と (④) 側が決定されると考えられている。

- 1. ①-④に入る最も適切な語句を選んで記号で答えなさい。

ア. 陽
イ. 陰

- ウ. 動物
- エ. 植物
- オ. 頭
- カ. 胸
- キ. 腹
- ク. 肢
- ケ. 背
- コ. 尾
- サ. 前
- シ. 後
- ス. 左
- セ. 右

2. 動物の3つの体軸構造の組み合わせとしてもっとも妥当なものを選んで記号で答えなさい。

- ア. 頭尾軸、前後軸、背腹軸
- イ. 前後軸、背腹軸、左右軸
- ウ. 上下軸、頭尾軸、背腹軸
- エ. 前後軸、背腹軸、回転軸
- オ. 頭尾軸、背腹軸、回転軸
- カ. 回転軸、背腹軸、左右軸

問4. 下線の語句が正しければ「○」、間違っている場合は「×」と、記入しなさい。

- (①) 肺胞で血液中に取り込まれる物質は二酸化炭素である。
- (②) 横隔膜は息を吸うときに上がり、はくときに下がる。
- (③) 肺静脈を流れている血液は二酸化炭素を多く含む。
- (④) 光合成細菌は、酸素を発生しなくても炭酸同化ができる。
- (⑤) M系統のネズミの皮膚をC系統のネズミに移植すると拒絶反応が生じて移植皮膚片が脱落する。再度移植すると脱落時間が早まるのは免疫記憶細胞が記憶していて短時間で抗体産生が起こるためである。
- (⑥) 水が顔にかかると一瞬目を閉じるのは眼球を保護するための脊髄反射である。

- (7) 両生類が陸上生活に適応する過程で起きた機能上の重要な変化は鰭から足への進化、肺呼吸の発達、窒素排出物をアンモニアから尿酸として排出するようになったことの3点である。
- (8) 神経細胞軸索の一部が刺激を受けると細胞膜内外の電位差が逆転して細胞内が+、細胞外が-になり、再び静止電位にもどる。このときの膜電位の変動を活動電位という。

問5. 下の(1)~(10)に入るもっとも妥当な語を、(ア)~(チ)から選択しなさい。

捕食者（食う者）と被食者（食われる者）の個体数動態についてのあるモデルは、次のように記載される。

$$dN/dt = rN - aNP$$

$$dP/dt = faNP - qP$$

ここで、

t: 時間

N: 被食者数

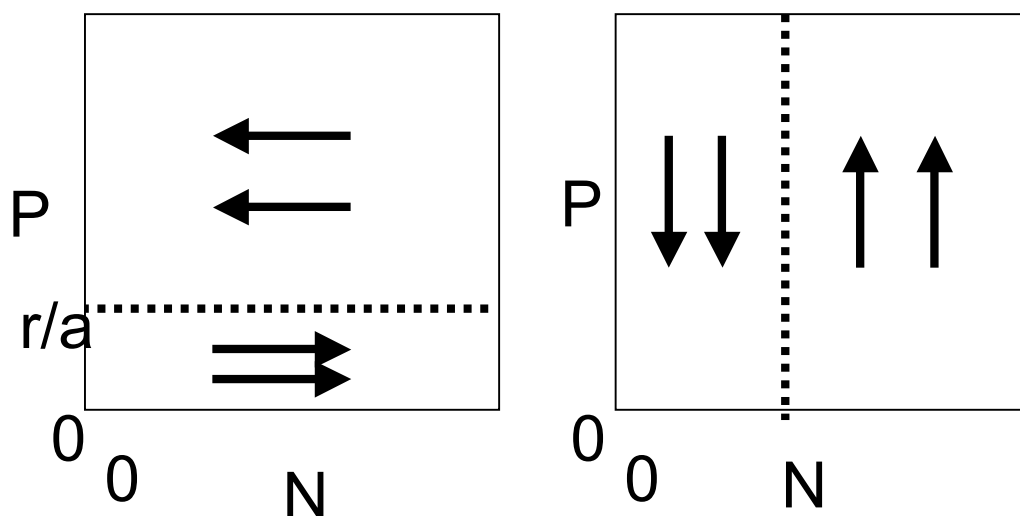
r: 被食者の増殖速度

P: 捕食者数

q: 捕食者の死亡率

a: 捕食効率

f: 捕食者が、食べた1被食者あたり、産む子の数



被食者数 N と捕食者数 P の動態は、 N を x 軸、 P を y 軸にとったグラフを使うとよく分かる。被食者が増えも減りもしないゼロ成長線では、 $dN/dt = 0$ から、 $P = r/a$ である。この横線の下では、被食者は(1)。この横線の上では、被食者は(2)。捕食者のゼロ成長線では、 $N = (3)$ である。この縦線の右では、捕食者は(4)。左では(5)。これらは矢印で表せる。これら二つのゼロ成長線を重ねた図では、グラフの左下の領域では2種類の矢印を合成した矢印は右下向き、右下の領域では(6)向き、右上の領域では(7)向き、左上の領域では(8)向きになる。従って、矢印を結ぶと、(9)回りに回る閉鎖円になる。時間軸上では、被食者と捕食者が一定の周期で共に振動していることがわかる。捕食者数が最大になるのは、被食者の数が最大になってから(10)周期遅れる。

- ア. r/a
- イ. q/fa
- ウ. q/a
- エ. q/f
- オ. qf/a
- カ. 増える
- キ. 減る
- ク. 右上
- ケ. 右下
- コ. 左上
- サ. 左下
- シ. 時計
- ス. 反時計
- セ. $1/2$
- ソ. $1/4$
- タ. $1/3$
- チ. $1/8$

必修問題3 <生化学・分子生物学の基礎> 以下の問いに答えなさい。

問1. 以下のそれぞれの文章における下線部は正しいか。正しい場合は、○、間違っている場合は、×、と答えなさい。

- ① RNA は、DNA と比較して、アルカリ性の水溶液中で加水分解を受けやすい。
- ② 細胞内において、mRNA は、3' 側から 5' 側の方向に合成される。
- ③ ゲノム DNA 中のエキソンおよびイントロンとは、mRNA 合成反応の時にそれぞれ合成される部分およびされない部分のことを言う。
- ④ 細胞内において、タンパク質は mRNA 情報に基づいて C 末端側から N 末端側の方向に合成される。
- ⑤ 一般に、転写によって作られた mRNA 分子は、一度タンパク質に翻訳されるとすぐに分解され、再び翻訳されることはない。
- ⑥ PCR 法とは、酵素など生物由来の成分を利用せずに、DNA を増やす方法である。
- ⑦ メチオニンはタンパク質の翻訳の最初にだけ用いられるアミノ酸である。
- ⑧ mRNA を構成するヌクレオチドは、ヌクレオシド 5' 三リン酸の形で合成酵素の基質となるが、タンパク質の構成単位としてのアミノ酸は、アミノ酸と核酸が共有結合した形でリボソームに取り込まれる。
- ⑨ 一般に、ヒト由来のタンパク質を大腸菌で合成させたい場合、ヒトのゲノム DNA から直接目的遺伝子断片をクローニングして用いるよりも、cDNA からクローニングして用いた方がよい。
- ⑩ 一般に、大腸菌に由来する無細胞タンパク質合成系では、合成されたヒト由来の糖タンパク質遺伝子産物には糖鎖が付加されていない。
- ⑪ 近年、高温や高圧など過酷な環境下で生育する細菌由来のタンパク質が注目されているが、これらの細菌のタンパク質が過酷な環境に適応できるのは、通常環境下の生物とは異なる特殊なアミノ酸を翻訳時に用いているからである。
- ⑫ RNA 干渉とは、二本鎖 RNA の分解により生じた短い RNA が配列特異的に特定の mRNA からのタンパク質合成反応を促進する現象である。
- ⑬ プリオン感染において、直接病原型プリオンタンパク質から非病原型プリオンタンパク質へ、病原性が感染すると考えられており、プリオンタンパク質のアミノ酸配列はゲノム DNA 上にコードされていない。
- ⑭ 原核生物同様に、高等動物でも転写開始を抑制するためには、転写開始点にリプレッサータンパク質が結合し、合成開始を直接阻害する機構が用いられるのが一般的である。

問2. 下の文の空所にあてはまる最も適切な語句を選択肢から選びなさい。

- ① ATP などの存在下で、DNA 鎖の 3' 末端の 3' -OH 基ともう一つの DNA 鎖の 5' 末端の 5' -リン酸基をホスホジエステル結合で結合する活性を持つ酵素は DNA (ア) と呼ばれる。

選択肢：エキソヌクレアーゼ、キナーゼ、フォスファターゼ、ポリメラーゼ、メチラーゼ、リガーゼ、リコンビナーゼ

- ② 真核生物の体細胞周期で、染色体の分配と細胞質分裂の起こる時期を (イ) 期、その後から DNA 複製が開始するまでを (ウ) 期という。

選択肢：G0、G1、G2、S、M

- ③ 真核生物染色体の末端部に存在し、染色体末端を保護する役割を持つ部分を (エ) という。

選択肢：5' キャップ構造、キネトコア、セントロメア、ターミネーター、テロメア、ポリ A 末端、複製起点

問3. DNA について以下の問いに答えなさい。

B 型の二重らせん DNA は、一卷きごとに (ア) 塩基対を有する。一回らせんが巻くごとに、二本鎖の長さは (イ) nm 長くなる。

- ① (ア) に入る数字に最も近いものを以下の選択肢から選べ。

選択肢：5、10、15、20、25、30

- ② (イ) に入る数字に最も近いものを以下の選択肢から選べ。

選択肢：0.34、3.4、34、340、3400、34000

- ③ 大腸菌のある株のゲノム DNA は 4,700kb から成る。この大腸菌のゲノム DNA の分子量は 2.8×10^9 である。一塩基対あたりの平均分子量は以下の選択肢のうちのどれに最も近いか。

選択肢：300、600、1200、2400、4800、9600

- ④ 私達の体の中の大部分の細胞には 6 pg (ピコグラム： 6×10^{-12} g) の二本鎖 DNA が存在すると言われている。これらの細胞の中の DNA の総塩基対の長さを計算して、 $\square \times 10^{\square}$ という形で答えよ。ただし最初の \square の中の数字は、有効数字一桁で答えよ。

草稿用紙

草稿用紙