

平成 21 年度入学試験問題

理 科

注 意 事 項

1. 指示があるまで、この冊子の中を見てください。
2. 生物、物理、化学の中から 2 科目選択しなさい。
3. 1 科目につき 1 枚の解答用紙を使用しなさい。なお、解答用紙(2 枚)は、各科目に共通です。
4. 解答用紙には解答欄の他に次の記入欄があるので、正確に記入しなさい。
 - ① 氏名欄……………氏名を記入しなさい。
 - ② 受験番号欄……………受験番号(6 桁の数字)を記入し、受験番号をマーク欄に必ずマークしなさい。
 - ③ 解答科目欄……………解答する科目を、記述欄に、生物、物理、化学のうち 1 つを必ず記入し、マーク欄には当該科目の下に必ずマークしなさい。
5. マークには HB の鉛筆を使用し、次の例のように、濃く正しくマークしなさい。

良い例……………●

悪い例……………④ ⊗ ⊕

正確にマークされていない場合、採点できないことがあります。

6. 解答上の注意が問題毎に指示されている場合があります。注意して下さい。
7. 答えを修正する場合は必ず「プラスチック製消しゴム」で完全に消し、消しくずを解答用紙上に残してはいけません。
8. 中途退場は認めません。
9. 試験中に質問がある場合は、手をあげて申し出なさい。
10. この冊子の余白を計算用紙に用いてかまいません。
11. 試験終了後、この冊子は持ち帰りなさい。
12. この冊子は、全部で 31 ページです。生物、物理、化学の順になっています。

問 題 目 次

生 物 1～9 ページ(問題 I～IV)

物 理 11～18 ページ(問題 I～IV)

化 学 19～24 ページ(問題 I～IV)

生 物

I 下の文章の [ア] ~ [ニ] に適切な語句または数値を答えよ。解答が語句の場合は適切な語句を選択肢欄から選び、それを表す二つの数字を解答欄にマークせよ。例えば、「肝臓」は①と③、「グルカゴン」は④と⑦、「コハク酸」は⑥と⑧にマークせよ。解答が数値の場合([エ], [シ], [ス], [ソ], [ツ]~[ニ])は適切な数字にマークせよ。

われわれは食物として取り入れた栄養素を酸化してエネルギーを得る。食物に含まれる糖類やタンパク質の消化による分解物は主に [ア] から吸収され、[イ] を経て肝臓に運ばれる。一方、脂質はほとんどが [ウ] に取り込まれ、最終的には血流に乗って体内循環へ移行する。脳・赤血球・筋肉は、主なエネルギー源として糖質のグルコースを血液中から取り込むが、その血中の濃度は血糖値(血糖量)と呼ばれ、通常はおおよそ [エ] g/l である。血糖値が高くなると肝臓はグルコースを [オ] として貯蔵する。骨格筋などでグルコース消費が高まり、血糖値が低くなると肝臓は [オ] をグルコースに分解して血中に放出する。骨格筋が血中からグルコースを取り込むのに必要なホルモンは、[カ] のランゲルハンス島のB細胞から分泌されるインスリンである。他方、肝臓にグルコースを放出するように命令するホルモンは、[カ] のランゲルハンス島のA細胞から分泌される [キ] である。血糖値の変化は自律機能の統合中枢である [ク] でも感知され、血糖値が高くなると自律神経系の一つである [ケ] を介してインスリンの分泌が促される。他方、血糖値が低くなるともう一つの自律神経系である [コ] を介して [キ] の分泌が促される。

グルコースが嫌氣的代謝系である [サ] によって2分子のピルビン酸に酸化される時、[シ] 分子の高エネルギーリン酸化合物であるATPと [ス] 分子の還元型補酵素X(NADH)が合成される。1分子のピルビン酸は1分子のCO₂を放出し、1分子のNADHを生成して活性酢酸となつて、[セ] に取り込まれる。[セ] では活性酢酸1分子あたり [ス] 分子のCO₂が放出され、[ソ] 分子の高エネルギーリン酸化合物が生成されるとともに3分子のNADHと1分子の補酵素Y(FADH₂)が生成される。NADHとFADH₂は共に [タ] で再酸化されて水が生成される。この過程で放出されるエネルギーによりATPが合成される反応を [チ] という。NADHは3分子のATPを、FADH₂は2分子のATPを生成させる。

以上から、1分子のグルコースの分解で合成されるATPの数について考えると、好氣的条件は嫌氣的条件の [ツ] [テ] 倍の効率を示すことになり、1分子のピルビン酸を出発物質とした好氣的代謝では [ト] [ナ] 分子のATPが生成される。1分子のグルコースの好氣的代謝で合成されるATPの数に対する代謝系の寄与の程度について考えると、[セ] と [タ] と [チ] で生成するATPの数は、[サ] と [タ] と [チ] で生成するATPの数の [ニ] 倍になる。

	①	②	③	④	⑤	⑥
②	胃					
③	肝臓	門脈				
④	小腸	リンパ管	甲状腺			
⑤	腎臓	グリコーゲン	視床下部	アドレナリン		
⑥	すい臓	スクロース	小脳	オーキシン	クエン酸回路	
⑦	大腸	デンプン	大脳	グルカゴン	酸化 リン酸化	クエン酸
⑧	肝静脈	ベクチン	脳下垂体	チロキシン	電子伝達系	コハク酸
⑨	肝動脈	延髄	副交感神経	バソプレシン	発酵	乳酸
⑩	大静脈	交感神経	副腎	解糖系	オキサロ酢酸	ピルビン酸

II 生殖と遺伝に関する以下の問1～4に答えよ。

問1 ～ に適切な語句を下記の語群より選べ。

個体は、生きている間に子孫を残すことにより種が維持される。これを生殖と呼ぶ。生殖方法は、 と に大別でき、多細胞の動物における には、ヒドラで見られる や、クラゲなどで見られる体が切れるようにして増える がある。植物で見られるむかごは、 の一つである。ヒトの場合は、 をし、2個の配偶子が接合して接合体となる。遺伝子構成は、 では、多くの場合、親と子では同じだが、 の多くの場合は、異なっている。

- ① 出芽 ② 分裂 ③ 孢子 ④ 無性生殖 ⑤ 有性生殖
⑥ 栄養生殖 ⑦ 精子 ⑧ 卵 ⑨ 配偶子

問2 ヒトの配偶子形成過程を減数分裂中心にその時期を分けると以下になる。

- ① 精原(卵原)細胞の分裂中期 ② 精原(卵原)細胞の分裂直後
③ 第一分裂前期 ④ 第一分裂中期 ⑤ 第一分裂後期 ⑥ 第一分裂終期
⑦ 第二分裂前期 ⑧ 第二分裂中期 ⑨ 第二分裂後期 ⑩ 第二分裂終期

下記の質問のうち時期を答える場合は上のどの時期か番号を選べ。また、解答が数値の場合は、解答欄の適切な数字にマークせよ。

- 精子核に含まれているDNA量を「1」とすると、②の時期の核に含まれるDNA量はいくらか。
- 二価染色体が観察されるのはどの時期か。
- 乗換えが起こるのはどの時期か。
- 染色体が紡錘体に並ぶのはどの時期か。
- 1つの一次卵母細胞からいくつの配偶子ができるのか。
- 1つの一次精母細胞からいくつの配偶子ができるのか。
- 交叉が起きないとすると $2n = 6$ の生物の作り出す配偶子は何種類か。

問 3 減数分裂期に乗換えが起こり、その結果組換えが生じる。同じ染色体上にある2対の対立遺伝子をAとa, Bとb(大文字が優性対立遺伝子)とし、遺伝子型AABB系統とaabb系統を交配して生まれたF₁(雑種第1代)同士を交配した。F₂(雑種第2代)における以下の4種類の表現型([AB], [Ab], [aB], [ab]と表わす)の比はどのようになるかを計算せよ。なお雌では、減数分裂期に2遺伝子(座)間で20%の組換え配偶子を形成するが、雄は完全連鎖である。

☐ス～☐トに入る数値を解答シートの解答欄にマークせよ。

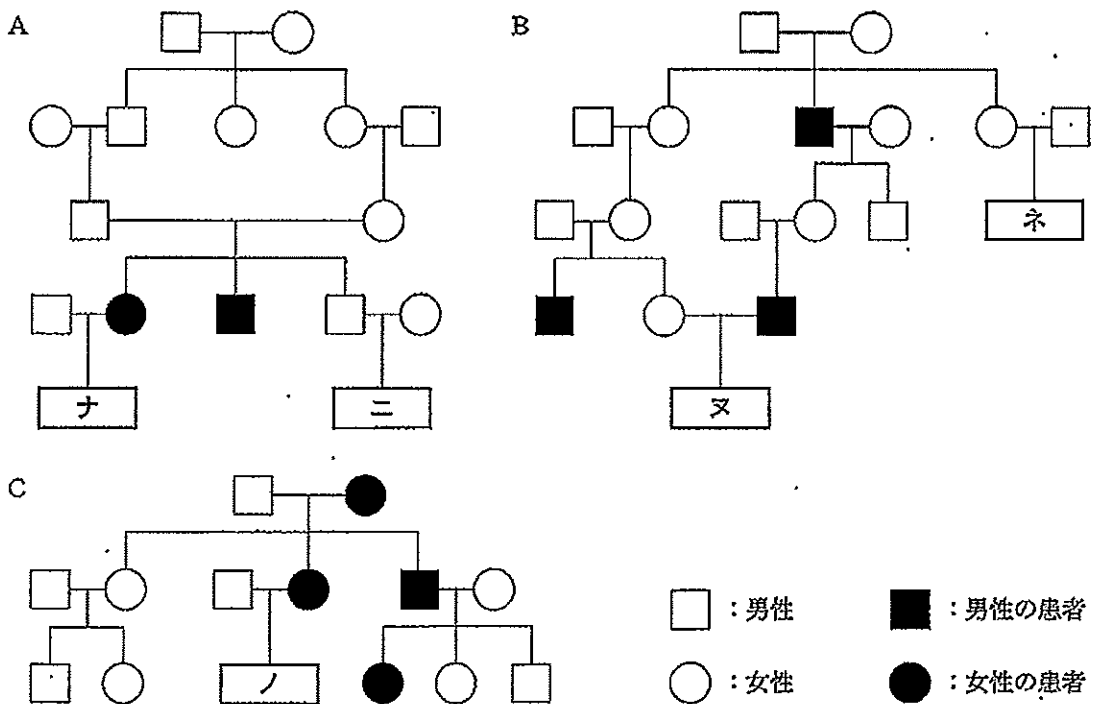
なお、解答が「2」の場合は、☐0☐2とする。

[AB] : [Ab] : [aB] : [ab] = ☐ス☐セ : ☐ソ☐タ : ☐チ☐ツ : ☐テ☐ト

問 4 下記に3種類のまれな遺伝病の患者(■ ●)を中心に調べたそれぞれの家系図を示す(A, B, C)。

☐ナ～☐ノのヒトが、それぞれの遺伝病を発病する確率の中で下の欄から最も可能性の高いものを選び。優性遺伝の場合はヘテロ接合体で必ず発病し、劣性遺伝の場合は、ホモ接合体でのみ発病する。

- ① 0 ② $\frac{1}{16}$ ③ $\frac{1}{8}$ ④ $\frac{3}{16}$ ⑤ $\frac{1}{4}$
 ⑥ $\frac{5}{16}$ ⑦ $\frac{3}{8}$ ⑧ $\frac{7}{16}$ ⑨ $\frac{1}{2}$ ⑩ 1



Ⅲ 以下の問1、問2について答えよ。

問1 ヒトの生物学的特徴について説明した(1)~(4)の [ア] ~ [キ] に適切なものを選べ。

(1) 左右両方の眼球が前方を向いているので、 [ア] 。

- ① 立体視ができる ② 色が識別しやすい ③ 視野がひろい

(2) [イ] が変化したことで、目の上の隆起(眼窩上隆起)が退化している。

- ① 食生活 ② 眼球位置 ③ 姿勢

(3) 脳と脊髄をつなぐ通路となる頭骨の大後頭孔は、 [ウ] に向かって開口し、頭骨に続く脊柱は、 [エ] になり、体重を支える足底は、 [オ] になっている。

- ① 前斜め ② 下方 ③ 後ろ斜め ④ 真っ直ぐ
⑤ S字状 ⑥ 扁平 ⑦ アーチ状

(4) 長時間、直立姿勢をとり続けると、血液は身体下部の [カ] に貯留し、組織液量は [キ] 。そのため、1回拍動する毎に心臓へもどる血液量・心臓から送り出される血液量・脳への血流量が減り、脳で必要とする酸素の供給が低下する恐れがある。

- ① 動脈系 ② 静脈系 ③ 増大する ④ 減少する ⑤ 変わらない

問2 血液中のヘモグロビンによる酸素の運搬について、次の文章を読み(1)、(2)の問に答えよ。

血中の酸素は、濃度が [ク] ほど赤血球中のヘモグロビンに結合しやすく、濃度が [ケ] ほどヘモグロビンに結合していた酸素が解離されやすくなる。この関係を示した曲線を、ヘモグロビンの酸素解離曲線という(図)。この関係は、血中の二酸化炭素濃度に影響を受ける。末梢組織からの血液は大静脈から心臓の [コ] に流入し [サ] を通った後、 [シ] を経由して肺に入る。ここで、血中の二酸化炭素が放出されると同時に、血中のヘモグロビンは、肺胞から取り込んだ酸素と結合する。この血液は [ス] を通り心臓の [セ] に送られたのち、 [ソ] から大動脈を運って、身体各部に送られる。血液が活動の盛んな組織の毛細血管に到達すると、酸素はヘモグロビンと解離し組織に供給される。図中の実線Aは、大動脈血中の濃度と等しい二酸化炭素を含む血液の酸素解離曲線を示し、点線Bは大静脈血中の濃度と等しい二酸化炭素を含む血液の酸素解離曲線である。血液100mlには15gのヘモグロビンが含まれており、1gのヘモグロビンは最大1.34mlの酸素と結合することができる。また、大動脈中に毎分5リットルの血液が心臓から送り出されている。

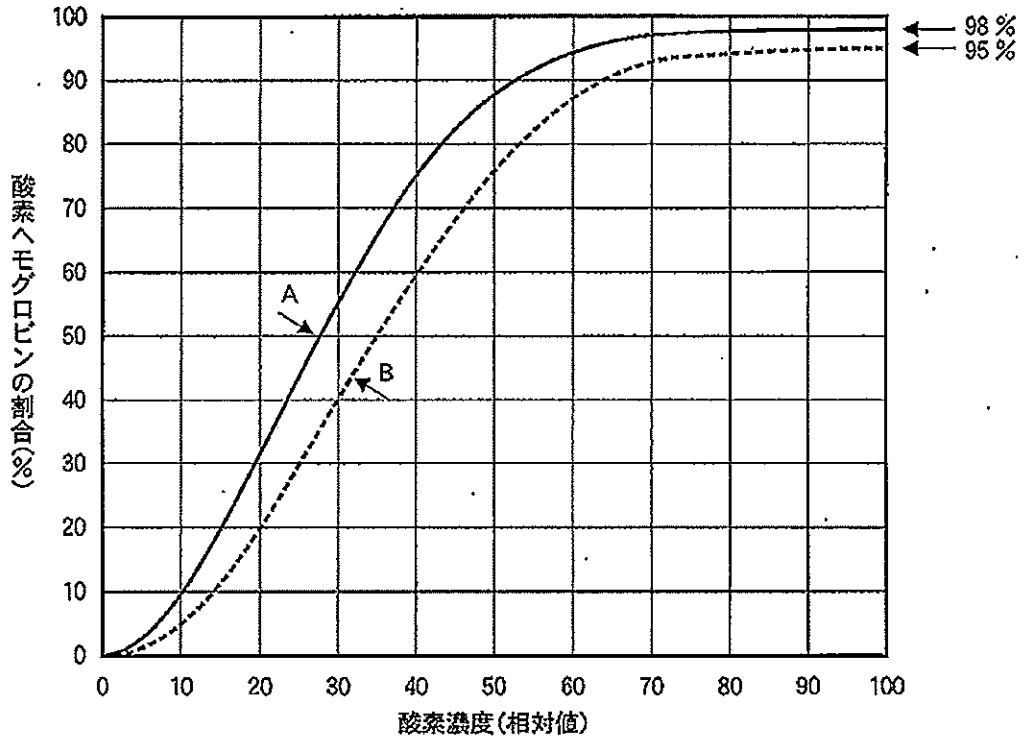
(1) ~ に適切な語を選べ。

- ① 高い ② 低い ③ 左心房 ④ 右心房
 ⑤ 左心室 ⑥ 右心室 ⑦ 肺動脈 ⑧ 肺静脈

(2) 心臓から身体各部に送られる動脈血の酸素濃度の相対値は 100 であった。また、身体各部から心臓に戻ってきた静脈血の酸素濃度の相対値は 40 であった。このとき、毎分何ミリリットルの酸素が組織に供給されたか、グラフをもとに算出せよ。例 1)、例 2) にならって小数点以下を四捨五入し、解答欄 の数字にマークせよ。

例 1) 123.45 のとき

例 2) 12345.67 のとき

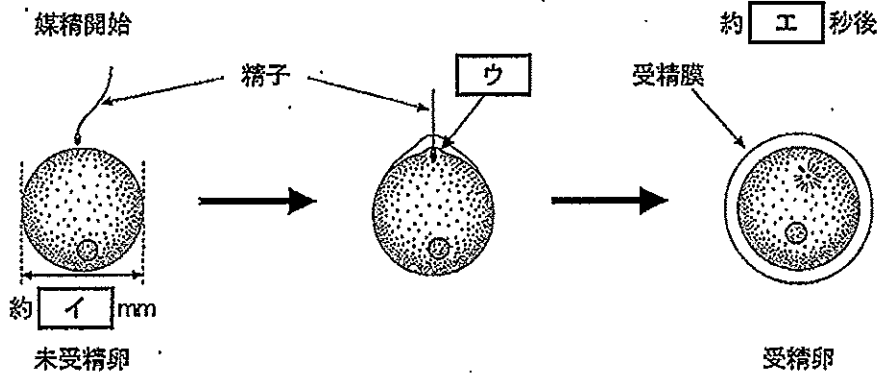


IV 発生に関する以下の問1～3に答えよ。

問1 ウニは、古くから個体発生の研究材料として用いられてきた。以下の手順で、ウニの人工媒精による受精過程を観察した。(1)～(3)の間に答えよ。

- (a) ウニの口器を取り、体腔内に塩化アセチルコリン溶液を注入した。
 (b) 生殖口から卵を含む液が出てきたら、口側を上にし海水を満したビーカーにのせ、卵を集めた。
 (c) 生殖口から精液が出てきた場合は、口側を上にし **ア** にのせ、精液を集めた。
 (d) (b)で集めた卵をホルスライドグラスに移し、海水を加えた。
 (e) (d)に精液を少量加えた。

すると、光学顕微鏡下で、以下のような像が、時間経過とともに観察された。



(1) 集めた精液を何度も繰り返し媒精実験に使用するとき、**ア** に入る最も適したものを以下の中から選べ。

- ① 乾いたペトリ皿 ② 蒸留水を満したビーカー ③ 海水を満したビーカー

(2) **イ** ～ **エ** に最も適当な語句または数値を以下の中から選べ。

- ① 受精丘 ② 卵黄膜 ③ しょう膜 ④ 0.01 ⑤ 0.1
 ⑥ 1 ⑦ 10 ⑧ 100

(3) 下線部について、塩化アセチルコリン溶液の排卵および放精に対する作用は、以下にあげる①～⑤の活動にかかわるしくみのうち、どれと似ているか、最もふさわしいものを選べ。

オ

- ① マクロファージが、アメーバ運動した。
 ② アクチンフィラメントとミオシンフィラメントの間ですべりが起こり、筋収縮が起きた。
 ③ 原形質の顆粒成分が流動した。
 ④ ニューロンが興奮した。
 ⑤ ニューロンから骨格筋に興奮が伝達した。

問 2 問 1 の図に示されている受精膜は、卵への多精受精を防ぐ役割を持っている。受精膜の形成に関して実験を行った。

〔実験〕 未受精卵の細胞内外の電位差は、細胞外を $\pm 0\text{ mV}$ としたとき、細胞内は、 -75 mV (静止電位とする)であった。海水 A 中で1個の精子が融合すると、卵細胞内の電位はすぐに 0 mV に達し(脱分極と呼ぶ)、受精膜が形成された。

この結果をふまえて、以下の①～⑥の実験を行い、結果を得た。

- ① 海水 A 中で、卵に電流を流すと、脱分極を起こした。この時精子を与えると、精子は卵に融合しなかった。この状態から電流を止めると、受精膜は形成された。
- ② 細胞膜にナトリウムイオンのみを通す人工の孔を埋め込んだ卵を海水 A に入れ精子を与えると、精子は卵に融合しなかった。
- ③ 細胞膜にナトリウムイオンのみを通す人工の孔を埋め込んだ卵を海水 B に入れ精子を与えると、多精受精となった。
- ④ 細胞膜にカルシウムイオンのみを通す人工の孔を埋め込んだ卵を、精子を含まない海水 A に入れると受精膜が形成されたが、精子を含まない海水 C に入れると受精膜は形成されなかった。
- ⑤ 海水 C 中で、精子を卵に融合させると、受精膜は形成された。しかし、カルシウム濃度を減少させる薬物 a を卵にあらかじめ注入しておき、精子を融合させても受精膜は形成されなかった。
- ⑥ 海水 C 中で、小胞体の膜にカルシウムイオンのみを通す人工の孔を埋め込んだ卵は、精子なしで受精膜が形成された。しかし、卵にあらかじめ薬物 a を注入しておく、受精膜は形成されなかった。

実験に使用した海水 A～C、および未受精卵の細胞質基質中のナトリウムイオン濃度と、カルシウムイオン濃度を表に示す。

表

	ナトリウムイオン濃度(mM)	カルシウムイオン濃度(mM)
海水 A (標準)	478	10
海水 B	48	10
海水 C	478	0
卵細胞質基質	48	0.0001

以下の ～ の文を示唆する実験を①～⑥の中からすべて選べ。

- | | |
|---|--|
| カ | 卵の脱分極は、精子と卵の融合を妨げる。 |
| キ | ナトリウムイオンの卵細胞内への流入は、精子と卵の融合を妨げる。 |
| ク | 精子と卵の融合は、卵細胞内カルシウムイオン濃度を上昇させる。 |
| ケ | 卵細胞内カルシウムイオン濃度の上昇は、受精膜形成を起こす。 |
| コ | 卵細胞内カルシウムイオン濃度の上昇には、卵細胞内貯蔵場所からの放出が重要である。 |

問 3 受精後、しばらくすると、受精卵は卵割と呼ばれる細胞分裂を始める。これに関する以下の文を読み、(1)～(4)の間に答えよ。

ウニ卵において、最初の卵割は、 極側から 極側にかけて細胞質がくびれる である。これに対して、赤道面でくびれる分裂を と呼ぶ。

卵割は、卵細胞内に蓄えられている の量や位置により影響を受ける。例えば、カエル卵では、 の量が多く、 極側に偏って存在するため、最初の卵割における 極側での細胞質のくびれが完了する前に、 極側では次の卵割による細胞質のくびれが始まる。カエル卵のような卵は、 と呼ばれる。ウニ卵のように の量が少なく一様に分布しているものを 、 が卵の中心部にたまって存在しているものを と呼ぶ。

(1) 文中の ～ に入る適切な語句を以下の中から選べ。

- ① 緯割 ② 経割 ③ 植物 ④ 心黄卵 ⑤ 端黄卵
⑥ 等黄卵 ⑦ 動物 ⑧ 盤割 ⑨ 卵黄 ⑩ 卵白

(2) ウニ卵において、最初に見られる は何回目の卵割であるか、数字にマークせよ。

(3) ウニ卵で、最初の 後の 極側の割球1個を分離して、単独で育てると、どの発生段階まで進むか。以下の中から選べ。

- ① 桑実胚 ② 胞胚 ③ 原腸胚
④ プリズム幼生 ⑤ プルテウス幼生

(4) 以下に挙げる①～⑩の動物の卵で、ウニ卵と同じく であるものをすべて選べ。

-
- ① イモリ ② ウミシダ ③ クモ ④ ナメクジウオ
⑤ ニワトリ ⑥ ハエ ⑦ ヒト ⑧ マス
⑨ ミミズ ⑩ ラット