

2020 年度一般入学試験(後期)

理 科 (問 題)

注 意

- 1) 理科の問題冊子は全部で 36 ページあり，問題数は，物理 3 問，化学 4 問，生物 4 問である。白紙・余白の部分は計算・下書きに使用してよい。
- 2) 別に解答用紙が 3 枚ある。解答はすべてこの解答用紙の指定欄に記入すること。指定欄以外への記入はすべて無効である。
- 3) 3 枚の解答用紙のすべての所定欄に，それぞれ受験番号を記入すること。氏名を記入してはならない。なお，記入した受験番号が誤っている場合や無記入の場合は，当該科目の試験が無効となる。また，※印の欄には何も記入してはならない。
- 4) 理科は物理・化学・生物のうち 2 科目を選択して解答すること。選択しない科目の解答用紙には(受験番号は忘れず記入の上)用紙全体に大きく×印をつけて，選択しなかったことがはっきりと分かるようにすること。
- 5) 3 科目全部にわたって解答したもの，および解答用紙 3 枚のうち 1 枚に×印のないものは，理科の試験全部が無効となる。
- 6) 問題冊子は持ち帰ること。
- 7) 解答用紙は持ち出してはならない。
- 8) 試験終了時には，解答用紙を裏返して，下から順に物理，化学，生物の解答用紙を重ねて置くこと。解答用紙の回収後，監督者の指示に従い退出すること。

2020 年度一般入学試験（後期）

生 物（問題） 訂正

p34 2行目

IV 問3 問題文を以下のように訂正する。

（誤）... 以下の（あ）～（こ）の中から正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。



（正）... 以下の（あ）～（こ）の中から最も適当なものを3つ選び、記号で答えなさい。

p34 16行目

IV 問4 問題文を以下のように訂正する。

（誤） 、以下の（あ）～（く）の中から正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。



（正） 、以下の（あ）～（く）の中から最も適当なものを1つ選び、記号で答えなさい。

p35 19行目

IV 問6 問題文に下記条件を追加する。

（追加）

また、（3）は雄を選ぶものとする。

p36 下から4行目

IV 問7(ア) 問題文に下記条件を追加する。

（追加）

ただし、交配1の組換えはすべてR・D間で起こっているものとする。

生 物 (後期)

I 次の(1)~(10)の間に答えなさい。ただし、複数回答で順番を問題にしていない場合は、アルファベット順に並べなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

(1) 真核生物の祖先の細胞への共生が起源だと考えられている細胞小器官をすべて選びなさい。

- | | | |
|--------|-----------|---------|
| A 小胞体 | B ミトコンドリア | C リソソーム |
| D 核 | E 葉緑体 | F ゴルジ体 |
| G 該当なし | | |

(2) DNA の半保存的複製を証明した研究者は誰か選びなさい。

- | | |
|--------------|-------------|
| A ワトソンとクリック | B ハーシーとチェイス |
| C メセルソンとスタール | D メンデル |
| E 岡崎令治 | F カルビンとベンソン |
| G 該当なし | |

(3) 血糖値を下げるホルモンをすべて選びなさい。

- | | | |
|------------|------------|----------|
| A 糖質コルチコイド | B インスリン | C バソプレシン |
| D グルカゴン | E 鉱質コルチコイド | F アドレナリン |
| G 該当なし | | |

(4) 腎臓で見られる構造をすべて選び、小さい方から順に記号を並べなさい。

- | | | |
|--------|--------|-----------|
| A コルチ器 | B 糸球体 | C マルピーギ小体 |
| D チン小帯 | E ネフロン | F 副腎皮質 |
| G 毛様体 | H 桿 体 | I 該当なし |

(5) 細胞骨格について正しいものをすべて選びなさい。

- A 中間径フィラメントは約 25 nm の太さで、耐久力が高い。
- B 動物細胞で見られる中心小体はアクチンフィラメントが環状に並んだ構造体で、アクチンの形成起点となる。
- C キネシンは ATP のエネルギーを使い微小管に沿って + 端の方向に細胞小器官などを輸送する。
- D 植物細胞の細胞質流動はダイニンが微小管を移動することによって行われる。
- E 骨格筋と平滑筋ではアクチンとミオシンを共通して含んでいる。
- F 激しく形態を変化させるマクロファージのような細胞は細胞骨格を持たない。
- G カドヘリンは他のタンパク質を介してアクチンフィラメントと結合している。
- H 該当なし。

(6) 抗体に関して誤っているものをすべて選びなさい。

- A 2 種類 4 本のポリペプチドからなる。
- B L 鎖は可変部のみからなり、H 鎖は可変部と定常部からなる。
- C 抗体遺伝子は父と母由来の 2 つの対立遺伝子が相同染色体上に存在し、1 個の抗体産生細胞からはその両方の抗体が同時に産生される。
- D 抗体可変部の遺伝子領域では遺伝子断片の再編成が起こる。
- E V, D, J 遺伝子断片の遺伝子再編成によって、L 鎖のアミノ酸配列が変化する。
- F 6 本の SS 結合が 4 本のポリペプチドをつないでいる。
- G 血液中のある抗原に対する抗体の量は、一次応答よりも二次応答のほうが相対的に多い。
- H 該当なし。

(7) 跳躍伝導に関して正しいものをすべて選びなさい。

- A ニューロンの電気抵抗がゼロになる。
- B ニューロン内部での興奮の伝わり方が速くなる。
- C 興奮がシナプスを飛び越えて直接隣のニューロンを活性化させる。
- D 有髄神経繊維で起こる現象である。
- E その仕組みは脊椎動物に備わっている。
- F 中枢神経系ではシュワン細胞が髄鞘を形成して跳躍伝導が起きる。
- G 髄鞘によって活動電位が増幅される。
- H 該当なし。

(8) ネズミのある遺伝子座に存在する2つの対立遺伝子(遺伝子1型と遺伝子2型)の遺伝様式について考える。親ネズミと子ネズミの表現型が以下の場合、この遺伝子座について可能性のある遺伝様式をすべて選びなさい。ただし、受精に際して精子のミトコンドリアはほとんど卵に入らないので、受精卵のミトコンドリアはすべて母親由来であるものとする。

母ネズミ 表現型1 (遺伝子1型による表現型)

父ネズミ 表現型2 (遺伝子2型による表現型)

娘ネズミ 表現型2 (遺伝子2型による表現型)

- A 遺伝子座は常染色体上にあり、遺伝子1型は遺伝子2型に対して優性である。
- B 遺伝子座は常染色体上にあり、遺伝子2型は遺伝子1型に対して優性である。
- C 遺伝子座はX染色体上にあり、遺伝子1型は遺伝子2型に対して優性である。
- D 遺伝子座はX染色体上にあり、遺伝子2型は遺伝子1型に対して優性である。
- E 遺伝子座はミトコンドリアDNA上に存在し、遺伝子1型は遺伝子2型に対して優性である。
- F 遺伝子座はミトコンドリアDNA上に存在し、遺伝子2型は遺伝子1型に対して優性である。
- G 該当なし。

(9) 遺伝暗号によって指定されるアミノ酸に関して正しいものをすべて選びなさい。ただし、アミノ酸は中性条件下での荷電状態を考えるものとする。

- A 細胞中で側鎖に負の電荷をもつアミノ酸は3種類ある。
- B 細胞中でアルギニンとヒスチジンは、側鎖に正の電荷をもつ。
- C 細胞中で側鎖に電荷をもたないアミノ酸のうち、必須アミノ酸は6種類ある。
- D 遺伝暗号によって指定されるアミノ酸は20種類である。
- E 最も小さな側鎖をもつアミノ酸はアラニンである。
- F カルボキシ基をもたないアミノ酸がある。
- G 該当なし。

(10) 被子植物で1個の花粉母細胞と1個の胚のう母細胞から配偶子が形成されて受精する場合を考える。それらの過程で観察される下記の細胞について、それぞれの細胞数と細胞1個当たりの n 数の組み合わせで正しいものをすべて選びなさい。

- | | |
|---------------|--------------------|
| A 反足細胞 3個 n | B 雄原細胞 4個 n |
| C 受精卵 1個 $3n$ | D 受精した中央細胞 1個 $3n$ |
| E 助細胞 3個 n | F 胚 1個 $3n$ |
| G 該当なし | |

Ⅱ 遺伝暗号表を利用して、以下の問 1 ～問 5 に答えなさい。

遺伝暗号表

1 番目の塩基	2 番目の塩基				3 番目の塩基
	U	C	A	G	
U	UUU フェニルアラニン	UCU セリン	UAU チロシン	UGU システイン	U
	UUC	UCC	UAC	UGC	C
	UUA ロイシン	UCA	UAA 終止	UGA 終止	A
	UUG	UCG	UAG 終止	UGG トリプトファン	G
C	CUU ロイシン	CCU プロリン	CAU ヒスチジン	CGU アルギニン	U
	CUC	CCC	CAC	CGC	C
	CUA	CCA	CAA グルタミン	CGA	A
	CUG	CCG	CAG	CGG	G
A	AUU イソロイシン	ACU トレオニン	AAU アスパラギン	AGU セリン	U
	AUC	ACC	AAC	AGC	C
	AUA	ACA	AAA リシン	AGA アルギニン	A
	AUG メチオニン (開始)	ACG	AAG	AGG	G
G	GUU バリン	GCU アラニン	GAU アスパラギン酸	GGU グリシン	U
	GUC	GCC	GAC	GGC	C
	GUA	GCA	GAA グルタミン酸	GGA	A
	GUG	GCG	GAG	GGG	G

問 1 アミノ酸を指定するすべてのコドンに使われている 4 種類の塩基を全部数えた場合、a) 個数が最も少ない塩基は何か、また b) その塩基の個数はいくつになるかを答えなさい。あてはまる塩基が複数存在する場合はそのすべてを答えなさい。

問 2 コドン UGA から一塩基の置換で生じるコドンによって指定されるアミノ酸は合計何種類あるかを答えなさい。

問 3 下に示した塩基配列は、ある mRNA に存在する塩基配列の一部を示している。上流 (5' 側) の開始コドンから始まった翻訳が途中で停止することなく、下線で示した塩基配列の領域にまで到達することがわかっている。開始コドンと下線部の間の距離 (塩基数) と塩基配列の情報がない場合、この翻訳が下線部領域の中で停止する確率を小数点第三位を四捨五入して答えなさい。

5'—AUG———//———CUUGAACCUAAGUAAC———//———3'

問 4 ある遺伝子はいくつかのエキソンとイントロンからなり、転写、スプライシング、開始コドンから終止コドンまでの翻訳の一連の過程を正常に経て 1 本のポリペプチド鎖が合成されることがわかっている。転写直後の塩基数が 1800 で、そのうちイントロンが 1350 塩基含まれる場合、この mRNA から合成されるタンパク質は、最大何個のアミノ酸を含むか答えなさい。

問 5 以下の文章を読んで(1)~(3)の問に答えなさい。

次の図 1 の A) と B) は、マウスのある遺伝子から転写された直後の mRNA 前駆体の塩基配列の一部であり、この RNA はスプライシングを受ける前のためイントロン部分も含んでいる。A) はエキソン 1 とイントロン 1 の境界付近の塩基配列であり、境界の位置は矢印で示され、必ずここでスプライシングが起こる。また B) はイントロン 1 とエキソン 2 の境界付近の塩基配列であり、この塩基配列のどこかにイントロン 1 とエキソン 2 の境界が存在する。B) の塩基の上に示されている数値はその塩基の位置を示す座標である。

また図 1 の C) は、肝臓細胞でこの mRNA 前駆体からスプライシングによってできた mRNA の翻訳により合成されたタンパク質のアミノ酸配列の一部である。この mRNA ではイントロン 1 の部分が除去され、エキソン 1 とエキソン 2 の端がつながっている。図 1 C) のアミノ酸配列を指定する mRNA の塩基配列部分の中に、エキソン 1 とエキソン 2 の境界がある。

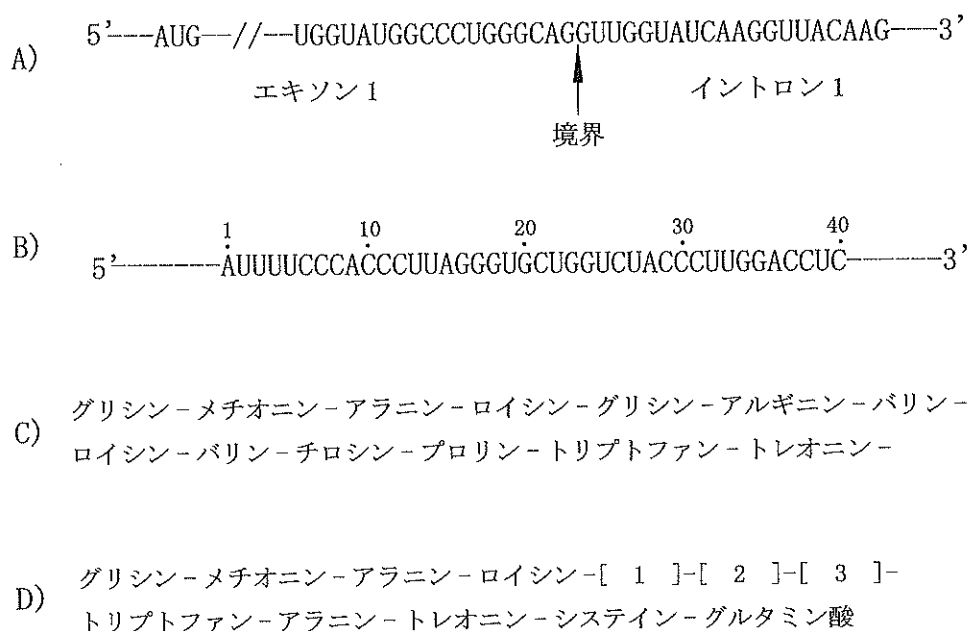


図1 ある遺伝子の塩基配列の一部と遺伝子産物のアミノ酸配列の一部

(2) 図1のD) は、肝臓とは別の組織で同じ遺伝子から合成されたタンパク質のアミノ酸配列の一部である。図1 C), D)の2つのタンパク質のアミノ酸配列を比較して、同じ遺伝子から作られたタンパク質のアミノ酸配列が完全に一致していない理由を考えて答えなさい。ただしC), D)には記されていない翻訳開始点からC), D)の左端のグリシンの前までのアミノ酸配列はすべて同じであった。またこの遺伝子座の親の2つの対立遺伝子は同じ塩基配列をもつものとし、この遺伝子は発生の過程で突然変異や遺伝子再編成は起こっていないものとする。

III ヒトの食物の消化と腸内細菌に関する以下の文章を読み、問1～問9に答えなさい。

日本人の成人の多くは牛乳を多量に飲むとお腹をこわして下痢をすることがある。その原因の一つとして、牛乳に含まれる乳糖(ラクトース)を分解できないことがある。乳糖は小腸上皮細胞の細胞膜に存在するラクターゼという酵素によってグルコースとガラクトースに分解される。乳糖が分解されないと、腸内の浸透圧が上昇したり、腸内細菌により異常発酵が起こるなどして下痢が起こると考えられている。それらの人々では通常、乳児ではラクターゼの遺伝子が強く発現しているが、成人ではその遺伝子の発現が低下する。一方、歴史的に牧畜の盛んなヨーロッパや中央アフリカに住む多くの人々ではラクターゼの遺伝子発現が成人になっても継続されるため、牛乳を飲んでも下痢を起こしにくい。それらの地域の人々のラクターゼ遺伝子の解析をすると、多くの日本人と比べて遺伝子の発現調節領域で1つの塩基^aの違いが見つかり、その違いが成人でもラクターゼ遺伝子の発現が継続される原因であることが明らかになった。興味深いことにヨーロッパと中央アフリカの人のゲノムで起きた遺伝子発現の調節領域の変異はそれぞれ別の部位(別の塩基^b)で起こっていた。

ヒトの腸内には多くの腸内細菌が存在しており、腸内細菌はヒトが飲食した食物^cや栄養素の一部を利用して増殖する一方で、腸における栄養素の消化にはヒトの消化酵素以外に腸内細菌も一部関わっている。腸内細菌の中にはヒトにとって有害なもの(悪玉菌)もあるが、有害でもないが有用でもないもの(日和見菌)や、むしろヒトの健康にとって有用なもの(善玉菌)もあることが知られている。代表的な善玉菌には乳酸菌やビフィズス菌があり、糖類を分解してヒトに有用な単糖、乳酸、酢酸、短鎖脂肪酸などを産生することが知られている。

問 1

(1) 下線部 a のように、DNA の変異によって生じる個体間で見られる一塩基の違いのことを何というか答えなさい。

(2) 下線部 b のことから考えられることを A～D の中から最も適当なものを 1 つ選び記号で答えなさい。該当するものがない場合は、「該当なし」の記号を選びなさい。

- A ヨーロッパの人の変異が先に起きた。
- B 中央アフリカの人の変異が先に起きた。
- C ヨーロッパと中央アフリカの人の変異は独立に起こった。
- D ヨーロッパと中央アフリカの人の変異は同時に起こった。
- E 該当なし。

問 2 牧畜が盛んな地域で上記の変異型の調節領域を伴うラクターゼ遺伝子を持つ人の割合が高いのは、そのような変異をもつ人は成人になっても家畜のミルクをより効率的に栄養とすることができたため、食糧不足が発生した時に生存に有利であったと考えられている。このように有利な形質によって自然選択が起こり、遺伝子頻度の増加や進化が起こった例を A～G の中からすべて選び記号で答えなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

- A 木の葉に似たコノハムシ
- B 野生でまれに見られる白いナマズ
- C 寒冷地でも生育できるように品種改良されたイネ
- D 遺伝子工学によりオワンクラゲの GFP タンパク質を発現するようになったマウス
- E ガラパゴス諸島で見られるくちばしの厚さの違うダーウィンフィンチ
- F 品種改良によってできたたくさんの牛乳を出す乳牛
- G 温泉地帯に生息する好熱細菌
- H 該当なし

問 3 腸内細菌の1つである大腸菌とヒトの小腸上皮の細胞で共通する特徴をA～Eの中からすべて選び記号で答えなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

- A 核がある。
- B ミトコンドリアがある。
- C 遺伝物質はDNAである。
- D 遺伝子にはイントロンが存在する。
- E mRNAの遺伝情報をもとに翻訳されタンパク質ができる。
- F 該当なし。

問 4 以下のA～Kの生物の組み合わせの中で1)と2)の2つの要件を両方とも満たすものはどれか、あてはまるものをすべて選び記号で答えなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

- 1) ヒトと善玉菌の関係と同様の組み合わせ
- 2) 新口動物を含む組み合わせ

- | | |
|------------|----------------|
| A ヒトとカブトムシ | B イソギンチャクとクマノミ |
| C サメとコバンザメ | D タカとカエル |
| E メダカとミジンコ | F 花とミツバチ |
| G アリとアブラムシ | H ヒトと回虫(カイチュウ) |
| I シマウマとキリン | J イソギンチャクとヤドカリ |
| K サンゴ虫と藻類 | L 該当なし |

問 5 細菌の数は血球計算盤を用いて数えることができる。血球計算盤は特殊なスライドガラスで、細かい格子が刻まれており、カバーガラスとの間にできる空間の体積はわかっている(1マスは一辺 $50\mu\text{m}$ の正方形で、深さは 0.1mm)ので、顕微鏡で格子内に存在する細菌の数を数えればもとの液に含まれる細菌の個数を計算することができる。

腸内には細菌とともにそれに感染するバクテリオファージなども存在している。腸の粘液の一部を採取して 2mL の水に懸濁したが、その液に誤って酵母菌の入った液 0.3mL を加えてしまった。この細菌、バクテリオファージ、酵母菌の混合液を $15\mu\text{L}$ とって、血球計算盤で腸内細菌の数を数えることにした。光学顕微鏡を用いて 400 倍の倍率で観察したところ以下の図のような像を確認することができた。この時、最初に採取した粘液に含まれていた腸内細菌は合計何個であったかを指数を用いて答えなさい。ただし、マス目によってそれぞれの数が異なるので、 4 マスを平均した値を用いて計算するものとする。また、顕微鏡で観察された粒子は、ゴミなどではなく、すべてピントがあつた状態で見えているものとする。

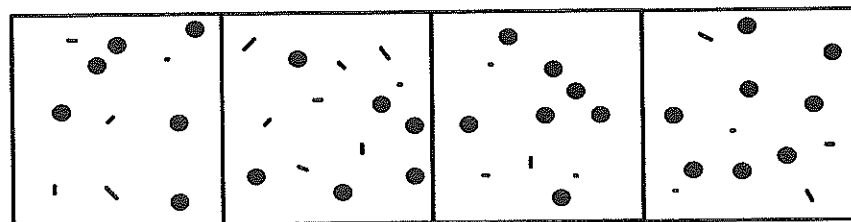


図 顕微鏡で見た血球計算盤の4つのマス目と観察された像

問 6 下線部 c に関して以下の(1)~(2)に答えなさい。

(1) ヒト 1 人の体の全細胞数は、その人が保有する腸内細菌の細胞数の何倍になるかを答えなさい。ただし、ここでは腸内細菌の総量を 1.4 kg、細菌 1 個の重さを平均 7×10^{-13} g とし、ヒトの体重を 60 kg、1 個の細胞の重さを平均 1×10^{-9} g とする。

(2) (1)の人の全細胞に含まれるゲノム DNA の長さの合計(塩基対数)は、その人が保有する全腸内細菌のゲノム DNA の長さの合計の何倍になるか小数点第三位を四捨五入して答えなさい。ただし、ここではヒトゲノムは 30 億塩基対とし、ヒトの細胞の核相はすべて複相($2n$)であるものとする。一方、腸内細菌の核相は単相(n)で、ゲノムは平均 460 万塩基対あるものとする。また、いずれの細胞も DNA の複製中のものはないものとする。

問 7 腸内細菌の一種である大腸菌を適当に希釈して寒天培地の上で培養すると、寒天の上で細胞分裂を繰り返し、目に見える大きさの細胞の塊(コロニー)を形成する。1つのコロニーはもともと 1 個の菌に由来すると考えられる。1 個の大腸菌を直径 $0.5 \mu\text{m}$ ・長さ $3 \mu\text{m}$ の大きさの円柱状と仮定する時、直径 2 mm・高さ 1 mm の半球状の 1 個のコロニーには大腸菌が約何個含まれるか、以下の選択肢 A ~ G の中から最も近いものを選び記号で答えなさい。ただし、大腸菌のすき間は考慮せず、コロニーはすべて大腸菌で形成されているものとする。

- | | | | |
|---------|----------|----------|---------|
| A 1 億個 | B 3 億個 | C 7 億個 | D 32 億個 |
| E 71 億個 | F 310 億個 | G 720 億個 | |

問 8 大腸菌は液体培地で培養すると、最適条件ではほぼ一定時間ごとに分裂して、もともと透明な培養液が大腸菌の増殖にしたがい濁っていく。大腸菌の数を経時的に知るためには、一定時間ごとに培養液の一部をとり分光光度計という機器をもちいて濁度(600 nm の波長をもつ光の吸収の度合)を計測する方法がある。濁度と菌数は比例することが知られている。

実際に大腸菌の培養を行い、時間と濁度を計測したところ、結果は下の表の通りになった。これをもとに以下の(1)~(3)の間に答えなさい。必要に応じて下の片対数のグラフ用紙を用いて考えてもよい。

表 開始からの時間と濁度の値

経過時間	0 分	26 分	60 分	91 分
濁 度	0.011	0.019	0.045	0.101
経過時間	120 分	151 分	180 分	199 分
濁 度	0.194	0.231	0.280	0.298

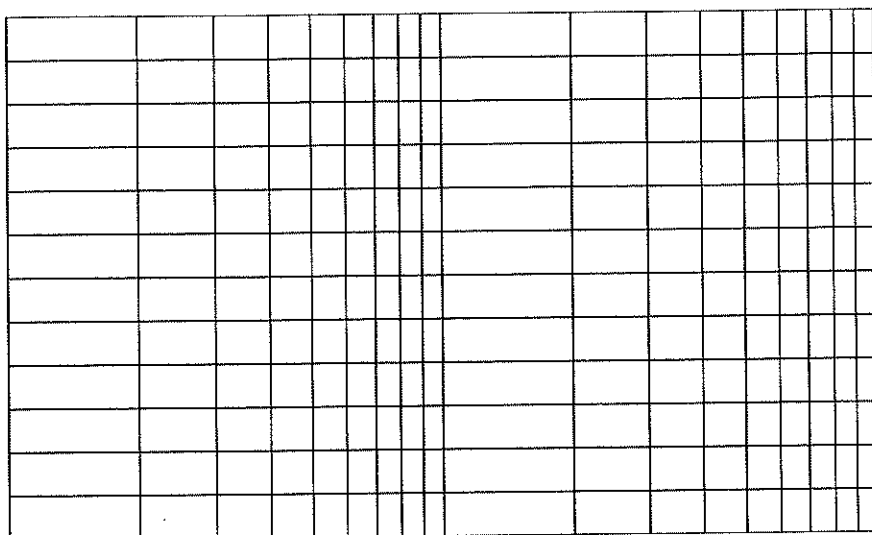
(1) 最適条件で増殖した時間はいつ頃までか、以下の選択肢 A ~ E の中から最も近いものを選び記号で答えなさい。

A 40 分 B 60 分 C 120 分 D 160 分 E 180 分

(2) 最適条件で分裂している時はおよそ何分に 1 回分裂しているか、以下の選択肢 A ~ E の中から最も近いものを選び記号で答えなさい。

A 5 分 B 10 分 C 30 分 D 50 分 E 80 分

- (3) 大腸菌の密度が上がり最適条件でなくなると増殖速度が低下する。その理由を1行で答えなさい。



片対数のグラフ用紙

問 9 大腸菌は遺伝子工学において頻繁に用いられるが、通常はそれぞれの目的のために品種改良された大腸菌が用いられる。以下の実験の目的で形質転換に使用する大腸菌の性質として適当なものはどれか A～F の中からすべて選び記号で答えなさい。該当するものがない場合のみ、「該当なし」の記号を選びなさい。

＜実験＞ ヒトのインスリンを大腸菌で産生させる計画をした。まず、制限酵素で切断したインスリン遺伝子由来の DNA (イントロンを除いたもの) を用意し、その DNA 断片をプラスミドベクターに存在する大腸菌のプロモーターに連結するように組み込む。このプラスミドにはアンピシリンという抗生物質に対する耐性遺伝子が組み込まれており、大腸菌に遺伝子を導入した場合、アンピシリン存在下で培養するとプラスミドをもった形質転換体のみが増殖できるため、形質転換体を効率よく選別できる。その形質転換体の培養を行い、大腸菌内でインスリンを効率よく大量に産生させる。

- A 大腸菌は、外来 DNA を分解しにくいものがよい。
- B 大腸菌は、アンピシリン耐性をもつものがよい。
- C 大腸菌は、形質転換の効率が悪いものがよい。
- D 大腸菌は、タンパク質分解酵素の活性(はたらき)が低いものがよい。
- E 大腸菌は、DNA 組換えを起こしやすいものがよい。
- F 大腸菌は、増殖しやすいものがよい。
- G 該当なし。

IV 次の文章を読み、以下の問1～問7に答えなさい。

ニホンメダカの性決定様式は雄ヘテロ型のXY型であり、Y染色体上には雄の形質を決定する遺伝子 D が存在している。この D は、発生中の生殖腺を精巣に分化させるため、XY個体は雄となる。一方、 D が存在しないXX個体では卵巢が作られて雌になる。また、 D がはたらかないXY個体でも卵巢がつくられて雌になることがわかっている。ニホンメダカのY染色体は、ヒトと異なり、染色体サイズや存在する遺伝子の配置がX染色体とほぼ同じであるため、どの部分でもX染色体とY染色体の対応する部分の間で乗換えが起こる。また、YY個体でも生存可能であり、この個体は雄となる。

ニホンメダカの発生中の胚を、ある種の^aステロイドホルモンを含む水で飼育すると、遺伝的な性とは異なる性に誘導することが可能である。^b胚にステロイドホルモンEを与えるとXY個体にも卵巢がつくられ、ステロイドホルモンTを与えるとXX個体にも精巣が作られることがわかっている。なお、これらの性転換体は正常に交配して子孫を残すことができる。

^c遺伝子 D の近傍には体の色に関わる2つの遺伝子 R と L が存在している。 R は赤い体色に、 L は白色素胞の形成に関わることが知られている。 R の対立遺伝子 r と、 L の対立遺伝子 l はどちらも劣性であり、 rr では体色が赤くならず、 ll は白色素胞をもたない個体となる。

問 1 ニホンメダカについて以下の(1)~(2)について答えなさい。

- (1) ニホンメダカの分類はどれか、以下のA~Eの中から1つ選び、記号で答えなさい。該当するものがない場合には「該当なし」の記号を選びなさい。

A 棘皮動物	B 脊椎動物	C 節足動物
D 扁形動物	E 原索動物	F 該当なし

- (2) 遺伝に関する実験を行う上でニホンメダカを利用する利点は何か、以下のA~Fの中からすべて選び、記号で答えなさい。該当するものがない場合のみ「該当なし」の記号を選びなさい。

A 水槽で一度に多数を飼育することができる。
B 一度に多数の卵を産む。
C 絶滅危惧種である。
D 飼育が比較的容易である。
E 世代サイクルが比較的短い。
F 観賞魚として親しまれており、高価なものも存在する。
G 該当なし。

問 2 染色体について誤っている記述をA~Fの中からすべて選び、記号で答えなさい。該当するものがない場合のみ「該当なし」の記号を選びなさい。

A 哺乳類のX染色体はY染色体より小さい。
B 哺乳類ではX染色体上の劣性遺伝子を受け継いだ雄には劣性の形質が現れない。
C ヒトの染色体は主にDNAとヒストンからなる。
D ヒトの性決定遺伝子からは男性ホルモンであるステロイドが転写・翻訳される。
E 染色体上の1つの遺伝子座には、対立遺伝子が2つしか存在しない。
F 減数分裂の結果、1細胞あたりの生殖細胞の染色体の数は体細胞の染色体数の半分になる。
G 該当なし。

問 3 下線部 a に関して、ステロイドホルモンは一般的にどのような情報伝達で細胞に作用するか以下の(あ)～(こ)の中から正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。該当するものがない場合には「該当なし」の記号を選びなさい。

- あ 受容体は主に細胞膜上にある。
- い 受容体は主に細胞内にある。
- う 受容体は主に細胞外に分泌される。
- え ホルモンが結合した受容体はミトコンドリアに移動する。
- お ホルモンが結合した受容体は核に移動する。
- か ホルモンが結合した受容体は細胞内ですぐに分解される。
- き ホルモンが結合した受容体は何の反応も起こさない。
- く ホルモンが結合した受容体は DNA に作用する。
- け ステロイドホルモンは、チャネルによって細胞膜を通過する。
- こ ステロイドホルモンは、ポンプによって細胞膜を通過する。
- さ 該当なし。

問 4 下線部 b に関して、与えられた文章の条件で考えた時、ステロイドホルモン E はどのような働きによって、XY 個体で卵巣を作らせると考えられるか、以下の(あ)～(く)の中から正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。該当するものがない場合のみ「該当なし」の記号を選びなさい。

- あ ステロイドホルモン T の活性化を起こす。
- い ステロイドホルモン T を直接分解する。
- う ステロイドホルモン T を直接分泌させる。
- え ステロイドホルモン T に結合する。
- お Y 染色体上にある遺伝子 D の発現を活性化させる。
- か Y 染色体上にある遺伝子 D の発現を抑制する。
- き Y 染色体上にある遺伝子 D に遺伝子重複を起こさせる。
- く ステロイドホルモン E に対して Y 染色体上にある遺伝子 D によるフィードバック調節が行われる。
- け 該当なし。

問 5 F₀ (親世代)のXY雄とXX雌から交配をはじめ、F₂ (雑種第二世代)において、すべてがXX個体になる集団をつくるためには、どのような交配とステロイドホルモン処理を行う必要があるか、下の文の(1)～(3)にあてはまるものを下記の選択肢中から選び、(1)～(3)にあてはまる順に記号を並べなさい。ただし、同じものを複数回選んでもよいものとする。

<処理と交配>

F₁の発生中の胚に(1)処理を行い、そこから(2)個体を選び出し、(3)個体と交配させる。

<選択肢>

A XX雄

B XX雌

C XY雄

D XY雌

E YY雄

F YY雌

G ステロイドホルモンE

H ステロイドホルモンT

I チロキシン

問 6 F₀のXY雄とXX雌から交配をはじめ、F₃において、すべてがXY個体になる集団をつくるためには、どのようなステロイドホルモン処理と交配を行う必要があるか、下の文の(1)～(4)にあてはまるものを問5の選択肢中から選び、(1)～(4)にあてはまる順に記号を並べなさい。ただし、同じものを複数回選んでもよいものとする。

<処理と交配>

F₁の発生中の胚に(1)処理を行い、そこから(2)個体を選び出し、XY雄と交配させる。その子(F₂)の中から(3)個体を選び、(4)個体と交配を行う。

問 7 下線部 c に関して，表 1 の 2 つの交配実験の結果をもとに，以下の(ア)と(イ)の問に答えなさい。なお， D は R と L の間に位置し，乗換えは 2 回以上起こらないこととする。また，ステロイドホルモン処理は行っていない。

表 1 交配実験の結果

	雄親の遺伝子型	雌親の遺伝子型	生まれた全個体数	$R-L$ 間での組換え個体数
交配 1	X^rY^R	X^RX^r	5531	9
交配 2	$X^{rl}Y^{RL}$	$X^{rl}X^{rl}$	3886	98

(ア) 交配 1 において，「雌で赤色の個体」と「雄で赤色にならない個体」を合わせた個体数は，全個体の何％か，小数点第三位を四捨五入して答えなさい。

(イ) 交配 2 において「雌で赤色にならず白色素胞なしの個体」の個体数は，全個体数の何％か，小数点第三位を四捨五入して答えなさい。ただし，「生まれた全個体数」と「組換え個体数」における雌雄の割合は 1 : 1 とする。