

理 科

物 理： 1 ～ 10 ページ

化 学： 11 ～ 26 ページ

生 物： 27 ～ 38 ページ

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. 解答時間は2科目で120分間です。
3. 解答は、物理、化学、生物のうちから2科目を選び、選択した科目の解答用紙を使用して解答しなさい。解答用紙は物理（緑色）、化学（茶色）、生物（青色）です。
4. 解答用紙の記入にあたっては、解答用紙の注意事項を参照し、HBの鉛筆を使用して丁寧にマークしなさい。
5. 受験番号、氏名、フリガナを物理、化学、生物すべての解答用紙に記入しなさい。受験番号は記入例を参照して、正しくマークしなさい。
6. 選択しない科目の解答用紙には、記入例を参照して、非選択科目マーク欄にマークしなさい。
7. マークの訂正には、消しゴムを用い、消しきらずに丁寧に取り除きなさい。
8. 試験開始後、ただちにページ数を確認し、落丁や印刷の不鮮明なものがあれば申し出なさい。
9. 試験終了後、物理、化学、生物すべての解答用紙を提出しなさい。問題冊子は持ち帰りなさい。
10. 解答用紙は折り曲げないようにしなさい。

解答用紙の受験番号記入例と非選択科目記入例

数字の位置	受 験 番 号				
	万	千	百	十	一
	1	2	3	4	5
0	○	○	○	○	○
1	●	○	○	○	○
2	○	●	○	○	○
3	○	○	●	○	○
4	○	○	○	●	○
5	○	○	○	○	●
6	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○
8	○	○	○	○	○
9	○	○	○	○	○

物理を選択しないで、解答する場合

非選択科目マーク欄	
(物理を選択しない 場合のみマーク してください。)	➡ ●

生 物

次の ～ に解答として最も適当なものをそれぞれの解答群の中から1つ選び、解答欄にマークしなさい。その他の場合は、設問の指示に従ってマークしなさい。

1 あるDNA断片の一方のヌクレオチド鎖についてその塩基配列を下に示した。問い(問1～4)に答えなさい。なお、ア～カは未知の塩基である。

5'-CGCGCGCTCTGTCCAGCTGGGC アイウエオカ CTTCGAATTCTTAGACGTTTCA-3'

問1 上のDNA断片をPCR法で増幅したい。適当なプライマーの配列はどれか。2つ選びなさい。ただし、解答の順序は問わない。下に示した塩基配列は左が5'末端である。 ,

- ① AAAGT ② AAAGU ③ ACTTT ④ ACUUU ⑤ CGCGC
⑥ GCGCG ⑦ TGAAA ⑧ TTTCA ⑨ UGAAA ⑩ UUUCA

問2 PCR法で使用する酵素はどれか。

- ① β-ガラクトシダーゼ ② DNAポリメラーゼ
③ DNAリガーゼ ④ RNAポリメラーゼ
⑤ ヌクレアーゼ ⑥ プロテアーゼ

問3 上のDNA断片を3種類の制限酵素で処理した。3種類の制限酵素は、それぞれ下の塩基配列を識別して↓部分でDNA鎖を切断する。得られた断片の数はいくつか。ただし、ア～カの塩基配列には、これらの制限酵素で切断される配列は含まれていないとして考える。

5'-A ↓ AGCTT-3' 5'-G ↓ AATTC-3' 5'-AG ↓ CT-3'

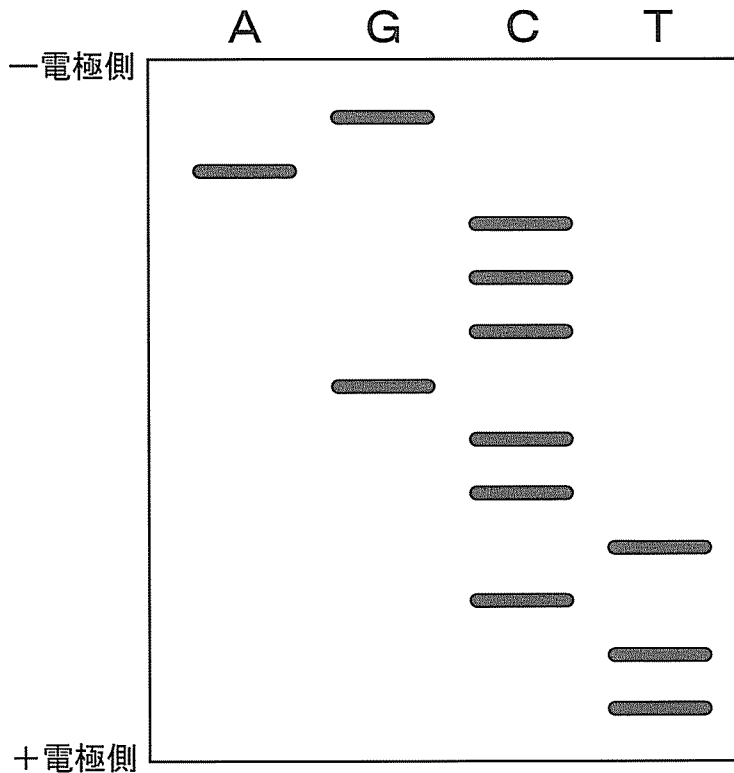
- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6

問 4 問 3 の処理で得られた DNA 断片の中から、ア～カを含む断片の塩基配列を調べるために、5'-CGAAG-3' という配列のプライマーを作製し、4 種類のヌクレオチド (デオキシリボヌクレオシド三リン酸) A, G, C, T を加え相補鎖を合成させた。その際、A, G, C, T をもつ特殊なヌクレオチド*を加えた反応をそれぞれ別々に行い電気泳動で調べ、下に示したような結果を得た。ア～オの塩基はそれぞれ何か。

*特殊なヌクレオチド (ジデオキシリボヌクレオシド三リン酸) を少量加えておくと、その特殊なヌクレオチドが取り込まれたところで DNA 合成は止まる。

ア , イ , ウ , エ , オ

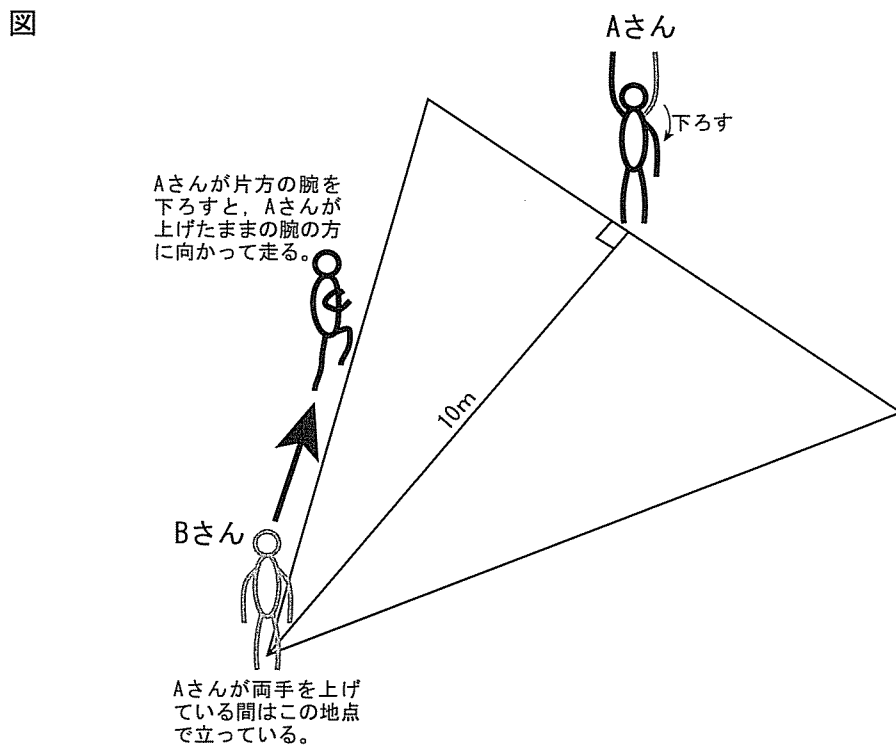
① A ② G ③ C ④ T



2 神経系の反応に関する問い（問1～4）に答えなさい。

以下は、運動部のトレーニングに関する説明である。

下の図のようにAさんは両手を頭上にまっすぐ上げています。BさんはAさんから10m離れたところでAさんの方を向いて立っている。Aさんが片方の腕を下ろすとBさんはAさんが上げたままにしている腕の方に向かって走り出した。



問1 BさんがAさんの合図に反応して動き出すまでの時間を潜時という。Bさんの場合、最初の潜時は0.2秒であった。

Bさんがトレーニングした結果、得られる潜時をTatとする（atはafter trainingの略）。次ページの注1から4を考慮すると、このトレーニングによってBさんのTatは何秒まで短縮可能か。

注1：Bさんに関して、

- ・視神経の長さは10 cm
- ・網膜にAさんの腕の動きに関する視覚刺激が入り、視神経に信号が生じるまでの時間は0.03秒
- ・脳と運動神経の細胞体までの長さは85 cm
- ・この運動に関与する筋肉へ刺激を伝える運動神経の長さは50 cm
- ・筋肉が神経の刺激を受けてからその動きを開始するまでの時間は0.02秒
- ・神経の伝導速度は50 m/秒

注2：中枢神経系での処理に要する時間はトレーニングにより短縮可能である。

注3：神経での興奮の伝導に要する時間はトレーニングによる短縮はないとする。

注4：Bさんの筋力、BさんがAさんの手の動きの癖をよみ、手の動きを予測する能力の向上は考慮しない。シナプス間隙を興奮が伝わる時間は無視できるほど短いとする。

Tatは . 秒まで短縮可能である。

問2 最初の潜時のうち、Bさんの中枢神経系での処理に要した時間を計算しなさい。

. 秒

< ~ の解答群 >

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |

問3 横紋筋の収縮に関する次の文章の [18] ~ [20] に最も適する語はどれか。

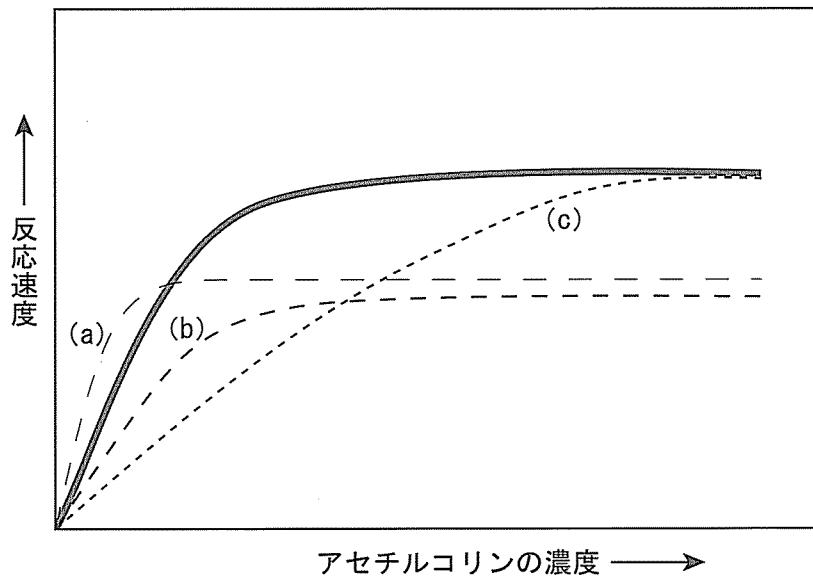
[18], [19], [20]

運動神経は筋細胞とシナプスを形成している。運動神経の末端からはアセチルコリンが分泌され、[18]の膜にある受容体にアセチルコリンが結合すると、活動電位が発生する。その後、[19]から Ca^{2+} の放出が起こり、アクチンフィラメントとモータータンパク質の頭部との相互作用を妨げている[20]がずれ、アクチンフィラメントとモータータンパク質の相互作用が生じ、筋収縮が起こる。

- | | | | |
|---------|--------|---------|-----------|
| ① 核 | ② 筋原繊維 | ③ 筋小胞体 | ④ 筋繊維 |
| ⑤ サルコメア | ⑥ ダイニン | ⑦ トロポニン | ⑧ トロポミオシン |
| ⑨ ミオシン | | | |

問4 筋肉に作用を及ぼしたアセチルコリンは、シナプス間隙にある酵素で直ちに分解される。神経筋接合部で活性化されるアセチルコリン受容体の数が少ないために起こる疾患がある。この治療にはアセチルコリンと似た構造を持ち、アセチルコリン分解酵素の酵素反応を阻害する薬剤が使われる。阻害薬剤の効果を調べるために、分解酵素を精製し、生体環境に近い溶液の中に一定濃度になるように加え、実験を行った。

下のグラフの実線は、アセチルコリン分解酵素の阻害薬剤がない条件でのアセチルコリン分解反応の速度を示す。



- (4-1) 下線の薬剤が示す阻害形式をなんというか。
- (4-2) 下線の阻害薬剤を一定濃度になるように添加した場合のアセチルコリン分解の反応速度を示す結果を、上のグラフの破線 (a) ~ (c) の中から選びなさい。

(4-1) と (4-2) の順で正しい組み合わせはどれか。 21

- ① 競争的阻害と (a)
- ② 競争的阻害と (b)
- ③ 競争的阻害と (c)
- ④ 非競争的阻害と (a)
- ⑤ 非競争的阻害と (b)
- ⑥ 非競争的阻害と (c)

3 ある両生類の卵母細胞はDNA複製が完了しており、細胞周期がG₂期に相当する時期で停止しているため、M期を開始させる活性物質の検出に好材料である。M期の卵の細胞質を卵母細胞に注入するとM期が誘導されるが、ほかの時期にある卵からの細胞質にはその能力が認められないことが分かった。卵細胞に含まれるM期を誘導する因子はMPF（M期促進因子）とよばれている。また、これまでの実験から、MPFとしての活性をもつためには、卵母細胞の周囲を取り囲む「細胞細胞」から分泌されるプロゲステロンというステロイドホルモンが卵母細胞に作用することが必要であることも分かっている。

下の実験結果をもとに問い（問1～3）に答えなさい。

【実験と結果】

実験	卵母細胞の処理	M期への誘導**
1	プロゲステロン誘導體*を共有結合させた微小な寒天ビーズを加えた培養液で卵母細胞を培養した。	起きる
2	プロゲステロンを卵母細胞に直接注入したのち、培養した。	起きない
3	M期の卵の細胞質を70℃で30分加熱したのち、卵母細胞に直接注入し、培養した。	起きない
4	(ア) 卵母細胞をシクロヘキシミド***処理した。 (イ) 実験1を行った卵母細胞から細胞質を取り出し、それを(ア)の処理を行った卵母細胞に注入したのち培養した。	起きる
5	シクロヘキシミド処理した卵母細胞で実験1を行った。	起きない
6	核を除去した卵母細胞を、実験1のようにプロゲステロン処理したのち、この卵母細胞の細胞質を他の卵母細胞に注入し、培養した。	起きる

*プロゲステロン誘導體：プロゲステロンと同じ作用をもつ不溶性の分子

**減数分裂第一分裂への移行

***シクロヘキシミド：リボソームに作用し、ペプチド鎖伸長を阻害する試薬

問1 MPFを構成する主な成分は何か。 22

- ① DNA ② mRNA ③ 環状AMP (cAMP) ④ 多糖類
⑤ タンパク質 ⑥ ヌクレオチド ⑦ プロゲステロン

問2 卵母細胞に対するプロゲステロンの作用について、実験から正しいと考えられる記述はどれか。 23

- ① プロゲステロンが直接卵母細胞をM期に誘導する。
② プロゲステロンの受容体は卵母細胞の核に存在する。
③ プロゲステロンはエンドサイトーシスによって卵母細胞に取り込まれてから作用する。
④ プロゲステロンはステロイドホルモンなので、細胞膜を通過して細胞内受容体と結合し、遺伝子を発現させる。
⑤ プロゲステロンは脂質に溶けやすいので、細胞膜を通過するために輸送タンパク質と結合して細胞内に取り込まれる。
⑥ プロゲステロンの受容体は、ペプチドホルモンの受容体と同様、細胞膜に存在するので細胞内に情報を伝える反応系が必要である。

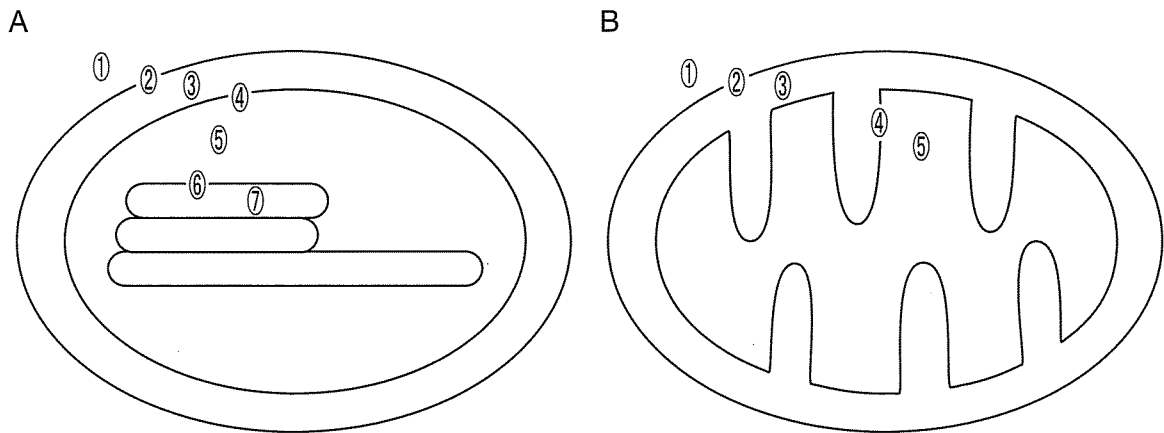
問3 実験からMPFに関して正しいと考えられる記述はどれか。2つ選びなさい。ただし、解答の順序は問わない。 24 , 25

- ① MPF注入によるM期への誘導には、卵母細胞のタンパク質合成は必要である。
② MPFによるM期への誘導には、タンパク質合成を必要とする過程と、しない過程の両方がある。
③ シクロヘキシミドはプロゲステロンのはたらきに影響をあたえるが、MPFのはたらきには影響を与えない。
④ シクロヘキシミドは遺伝子の転写を阻害するので、MPFはプロゲステロンの刺激前から卵母細胞内に存在していた。
⑤ 核を除去した卵母細胞もプロゲステロンの刺激でMPFの活性が認められるようになるから、刺激後の卵母細胞における遺伝子の発現は必要としない。

4 生物が行うエネルギー変換について問い（問1～6）に答えなさい。

問1 A, Bは光合成と呼吸が行われる細胞小器官の断面模式図である。(1)～(3)の部位はどこか。A, Bに関してあてはまる部位を示す番号を答えなさい。ただし、解答には同じ番号を何回選んでもよい。

- (1) H^+ の濃度が高くなる部位： A , B
- (2) ATP合成酵素が存在する部位： A , B
- (3) 電子伝達に關与する主なタンパク質複合体が存在する部位：
A , B



問2 ATPの合成が起こらない過程はどれか。下の解答群から選びなさい。

問3 H^+ と電子を運搬する補酵素が還元されない過程はどれか。下の解答群から選びなさい。ただし、解答の順序は問わない。 ,

< ～ の解答群 >

- ① 解糖系 ② カルビン・ベンソン回路 ③ クエン酸回路
④ 酸化的リン酸化 ⑤ 光リン酸化

問4 解糖系で生じたピルビン酸がクエン酸回路に入るために必要な反応の組合わせとして正しいものはどれか。 35

- a アセチルCoAになる。
- b NADHによって還元される。
- c 脱炭酸酵素のはたらきでCO₂を生じる。
- d 脱水素酵素のはたらきでNADHを生じる。
- e 脱アミノ反応で有機酸とアンモニアに分解される。

- ① a b c ② a b d ③ a b e ④ a c d ⑤ a c e
 ⑥ a d e ⑦ b c d ⑧ b c e ⑨ c d e

問5 チラコイドで行われる過程ではたらく物質の中で、還元力の最も強いもの、また、最も弱いものはそれぞれどれか。

最も強いもの： 36 , 最も弱いもの： 37

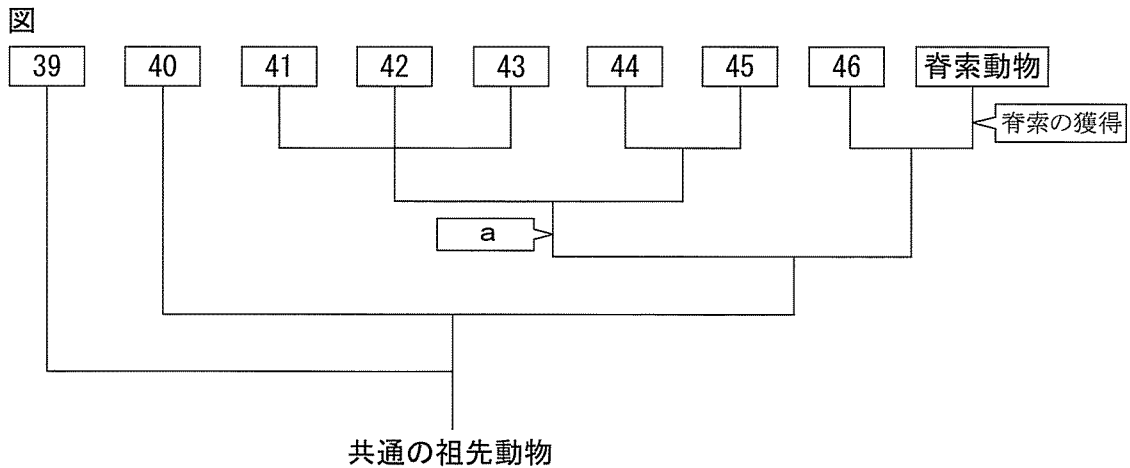
- ① H₂O
- ② NADP⁺
- ③ 酸化された光化学系 I の反応中心のクロロフィル
- ④ 酸化された光化学系 II の反応中心のクロロフィル
- ⑤ 光エネルギーで活性化した光化学系 I のクロロフィル
- ⑥ 光エネルギーで活性化した光化学系 II のクロロフィル

問6 H⁺濃度勾配の形成に関わる電子供与体としてH₂Oしか利用できない生物はどれか。 38

- a シアノバクテリア b 硝酸菌 c 緑色硫黄細菌

- ① a ② b ③ c ④ a b ⑤ a c ⑥ b c
 ⑦ a b c ⑧ あてはまるものはない

5 図は動物の系統関係を示している。問い（問1～3）に答えなさい。



問1 39～46の動物の分類群の名称を、次の表も参考にして答えなさい。

39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

表

主な特徴	分類群
クチクラで覆われており脱皮する	44, 45
脊索をもつ	脊索動物
胚葉がある	40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 脊索動物
体腔がない／肛門がない	39, 40, 41
体節をもつ	43, 44
トロコフォア幼生の時期を過ごす	42, 43

- ① 海綿動物 ② 環形動物 ③ 棘皮動物 ④ 刺胞動物
 ⑤ 脊椎動物 ⑥ 節足動物 ⑦ 線形動物 ⑧ 軟体動物
 ⑨ へん形動物

問2 図のaの特徴について最も適する組み合わせはどれか。 47

- ① 左右相称・旧口動物・中胚葉がある
- ② 左右相称・旧口動物・中胚葉がない
- ③ 左右相称・新口動物・中胚葉がある
- ④ 左右相称・新口動物・中胚葉がない
- ⑤ 放射相称・旧口動物・中胚葉がある
- ⑥ 放射相称・旧口動物・中胚葉がない
- ⑦ 放射相称・新口動物・中胚葉がある
- ⑧ 放射相称・新口動物・中胚葉がない

問3 図のように 42 と、 44 45 は別系統と考えられている。しかし、内骨格をもたず、体の外に殻や外骨格をもつという共通の形質を有している。このような現象を説明する最も適切な用語はどれか。 48

- ① 共進化 ② 痕跡器官 ③ 収れん(収束進化) ④ 種分化
- ⑤ 相同 ⑥ 中立進化 ⑦ 突然変異 ⑧ 分子進化