

理科は **物 理** **化 学** **生 物** のうち2科目を選択受験のこと。

物 理 …… 1頁 **化 学** ……14頁 **生 物** ……31頁

解答はマークシート及び解答用紙に記入すること。

[注 意 事 項]

1. 監督者の指示があるまでは、この問題冊子を開かないこと。
2. マークシートは、コンピュータで処理するので、折り曲げたり汚したりしないこと。
3. マークシートに、氏名・受験番号を記入し、科目選択・受験番号をマークする。
マークがない場合や誤って記入した場合の答案は無効となる。

受験番号のマーク例(3015の場合)

受 験 番 号			
3	0	1	5
千位	百位	十位	一位
○	●	○	○
①	①	●	①
②	②	②	②
●	③	③	③
④	④	④	④
⑤	⑤	⑤	●
⑥	⑥	⑥	⑥
⑦	⑦	⑦	⑦
⑧	⑧	⑧	⑧
⑨	⑨	⑨	⑨

4. マークシートにマークするときは、HBまたはBの黒鉛筆を用いること。誤ってマークした場合には、消しゴムで丁寧に消し、消し^{てい}くずを完全に^い取り除いたうえで、新たにマークし直すこと。
5. 下記の例に従い、正しくマークすること。

(例えば3と答えたいとき)

正しいマーク例

①	②	●	④	⑤	⑥	⑦
---	---	---	---	---	---	---

誤ったマーク例

①	②	○	④	⑤	⑥	⑦	○をする Vをする 完全にマークしない 枠からはみ出す
①	②	V	④	⑤	⑥	⑦	
①	②	○	④	⑤	⑥	⑦	
①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	

6. 各科目とも基本的に正解は一つであるが、科目によっては二つ以上解答を求めている場合があるので設問をよく読み解答すること。
7. 解答用紙は所定の位置に記入すること。

生 物

I

第1問 次の文を読み、問い(問1～4)に答えよ。

(解答番号 ～)

遺伝子の本体である DNA は、アデニン(A)、グアニン(G)、シトシン(C)、チミン(T)の4種の とリン酸と から成る が多数結合した高分子である。DNA は、2本の DNA 鎖がそれぞれの構成要素である A, T, G, C の間で互いにペアを形成して二重らせん構造をしている。このとき、一方が A であれば他方は T, G であれば C というように相手が決まっている。これは弱い がそれぞれのペアの間で特異的に形成されるからである。このように、一方の配列によって他方の配列が決められるような関係を であるという。

2本鎖の DNA は水溶液中で加熱すると1本ずつの DNA 鎖となる。これをゆっくりと冷却すると2本鎖が回復する。

1 タンパク質が合成されるさい、DNA の情報は RNA に転写されてからその RNA の情報にしたがって の配列が決められていく。このさい、2本鎖の両方ともが遺伝子として機能しているのだろうか。このことを調べるため以下の実験が行われた。枯草菌という細菌に寄生する ² ファージ に SP8 とよばれるものがある。SP8 は遺伝子として2本鎖の DNA をもっている。この DNA は、加熱により変性させたのち の を利用した で重い鎖と軽い鎖に分けることが可能である。また、SP8 が感染してから枯草菌体内で合成されるタンパク質は、すべて SP8 の DNA の情報にもとづいて作られる。

そこで、枯草菌に SP8 を感染させ培養している培地中に、放射性同位元素 ³H で標識したウラシル(U)を短時間加えた。その後、合成された RNA を抽出して、あらかじめ調整しておいた1本鎖となった DNA とともにゆっくりと冷却し

3

たのち、RNA を分解する酵素で処理したところ、³H の放射能は重い方の DNA にのみ確認された。

問 1 上の文の空欄ア～ケにそれぞれ該当する語群より適当な語を選べ。

1	～	9
---	---	---

空欄ア～ウの語群

- | | |
|------------|----------|
| ① 脂肪酸 | ② リボース |
| ③ デオキシリボース | ④ ヒストン |
| ⑤ クロマチン | ⑥ ヌクレオチド |
| ⑦ 塩基 | ⑧ 酸 |

空欄エの語群

- | | | |
|----------|---------------|--------|
| ① 共有結合 | ② イオン結合 | ③ 水素結合 |
| ④ エステル結合 | ⑤ 高エネルギーリン酸結合 | |

空欄オの語群

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 相互的 | ② 相反的 | ③ 相対的 |
| ④ 相補的 | ⑤ 相同的 | |

空欄カの語群

- | | | |
|--------|----------|--------|
| ① コドン | ② アンチコドン | ③ アミノ酸 |
| ④ ペプチド | ⑤ 遺伝情報 | |

空欄キの語群

- | | |
|--------------|---------|
| ① 遺伝子 | ② 制限酵素 |
| ③ DNA ポリメラーゼ | ④ グルコース |
| ⑤ 塩化セシウム | |

空欄クの語群

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 連鎖反応 | ② 密度勾配 | ③ 密度効果 |
| ④ 特異性 | ⑤ 反作用 | |

空欄ケの語群

- | | | |
|-------|------|-----------|
| ① 組換え | ② 導入 | ③ スプライシング |
| ④ 切断 | ⑤ 遠心 | |

問 2 下線部 1 について、どのように 2 本鎖が回復するのか。正しいものを選び。 10

- ① 1 本鎖になっても DNA はらせん構造を維持しているため、互いに回転しながら組み合わさって 2 本鎖を形成する。
- ② 1 本鎖の DNA 分子がたがいに衝突しながら、最も適合する相手と 2 本鎖を形成する。
- ③ 1 本鎖の DNA がそれぞれ鋳型となって新しい DNA 鎖を複製して 2 本鎖を形成する。
- ④ 1 本鎖の DNA どうしが酵素反応により結合して 2 本鎖を形成する。
- ⑤ 1 本鎖の DNA の一方がプライマーとなり新たな DNA 分子を伸長して 2 本鎖を形成する。

問 3 下線部 2 について、ファージの説明として誤っているものはどれか。

11

- ① DNA または RNA をタンパク質の外皮がとりかこんでいる。
- ② 生きている細菌に寄生して自己増殖する。
- ③ DNA と RNA をあわせもつファージもある。
- ④ 多くの場合、細菌に吸着すると核酸のみが細菌内に注入される。
- ⑤ 多くの場合、寄生する細菌の種が決まっている。

問 4 下線部 3 について、このことから得られる結論はつぎのうちのどれか。

12

- ① SP 8 の DNA はどちらも RNA に転写されるが、軽い鎖の DNA と 2 本鎖を形成した RNA は酵素により分解されるため、重い鎖の DNA のみが転写されたように見える。
- ② SP 8 の DNA のそれぞれから遺伝情報を持つ配列部分だけが転写され、転写によって作られた断片が結合して RNA になる。
- ③ SP 8 の DNA はウラシルとペアを形成する物質を多く含む DNA 鎖のみが RNA に転写される。
- ④ SP 8 の DNA は重い鎖のみが RNA に転写される。
- ⑤ SP 8 の DNA は軽い鎖のみが RNA に転写される。

第2問 腎臓の働きに関する以下の問い(問1～4)に答えよ。

(解答番号 ～)

腎臓は体液の量と組成の調節において中心的な役割を果たす。水分代謝の中樞として機能する間脳視床下部には、体液の浸透圧の変化をとらえる受容器があり、その興奮は神経を介して に伝えられ、 が分泌される。 は主に集合管での水分の再吸収を し、尿量を させる。また より分泌される は細尿管での の再吸収を する。

問1 上の文の空欄A～Dには語群1より、空欄ア～エには語群2より適切な語をそれぞれ選べ。 ～

[語群1]

- | | | |
|------------|----------|----------|
| ① 脳下垂体前葉 | ② 脳下垂体中葉 | ③ 脳下垂体後葉 |
| ④ 副腎髄質 | ⑤ 副腎皮質 | |
| ⑥ 鉱質コルチコイド | ⑦ パラトルモン | ⑧ バソプレシン |
| ⑨ アセチルコリン | ⑩ アドレナリン | |

[語群2]

- | | | | |
|----------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| ① 促進 | ② 抑制 | ③ 増加 | ④ 減少 |
| ⑤ CO_3^{2-} | ⑥ Cl^- | ⑦ Na^+ | ⑧ Ca^{2+} |

問2 でつくられる 以外のホルモンを選べ。

- | | | |
|-------------|----------|------------|
| ① 甲状腺刺激ホルモン | ② 成長ホルモン | ③ 糖質コルチコイド |
| ④ オキシトシン | ⑤ チロキシン | |

問3 が正常に分泌されず欠乏した場合、からだにどのような変化がみられると考えられるか。

- | | | |
|------------|------------|-----------|
| ① 尿量が減少する | ② 尿量が増加する | ③ 血圧が上昇する |
| ④ 血糖量が上昇する | ⑤ 変化はみられない | |

問 4 原尿の生成量を測定するには、イヌリンやクレアチニンという物質が用いられる。イヌリンはマルピーギ小体で濾過されるが細尿管では再吸収されない。したがって、イヌリンを静脈に注射し、単位時間に排出された尿中のイヌリン濃度と動脈血の血しょう中のイヌリンの濃度を測定すれば、原尿の生成量がわかる。

表は動脈血の血しょう中および尿中における各成分の濃度を示す。

成分	血しょう中の濃度 (mg/100 ml)	尿中の濃度 (mg/100 ml)
イヌリン	0.5	60
尿 素	30	2000
グルコース	100	0
タンパク質	8000	0
Na ⁺	300	300

1分間の尿量を1 mlとしたとき、表の数値を用いて以下の(1)~(4)の問いに答えよ。(答えは口にそれぞれ0から9の整数をいれて表すこととし、下の例にならって解答用紙にマークせよ。) また、(5)については正しいものを一つ選べ。

36 の場合

ア	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
イ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ウ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

- (1) 1分間の原尿の生成量を求めよ。 ア イ ウ ml 11
- (2) 1分間に細尿管で再吸収された尿素の量を求めよ。 エ オ カ mg 12
- (3) 1分間に再吸収されたグルコースの量を求めよ。 キ ク ケ mg 13
- (4) 1分間に再吸収された Na⁺ の量を求めよ。 コ サ シ mg 14
- (5) タンパク質と同様な理由で尿中に排出されない成分は何か。 15
- ① グルコース ② アミノ酸 ③ リン酸塩
④ ビタミン ⑤ 血 球

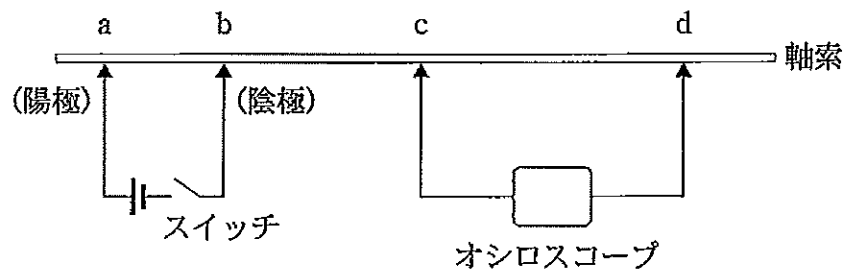
第3問 次の文を読み、問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 ～]

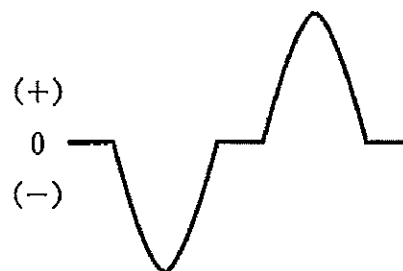
神経細胞の細胞膜は、電気的な信号を発し、それを高速に伝えるしくみを持っている。

このことは図Aのような装置で調べることができる。軸索の膜の表面に、刺激を与えるために電極a(陽極)とb(陰極)(これを刺激電極という)を1cmの間隔であて、これと離れた位置に電位差の変化を測定するための器具(オシロスコープ)の電極c, d(これを記録電極という)を適当な間隔を空けてあてた。神経細胞は乾燥しないよう生理的塩類溶液でぬらしてある。また、それぞれの電極は膜の表面にしっかりと接している。

図A



図B(縦軸を電位差、横軸を時間とした概略図)



図Aのスイッチがオフの状態では、オシロスコープに電位差の変化はみられなかった。スイッチをオンにして瞬間的に電流を流して刺激をすると、オシロスコープに図Bのような電位差の変化が観察された。

刺激電極により刺激された部位では、の状態にあったが

変化して、軸索内部は外部に比べて になり活動電位が生じる。同時に隣接する部分との間に を誘引する。

図Bの電位差の変化は、まず、cの部位の電位が の電位より になるため電位差が生じ、ついで、dの部位の電位が の電位より になるので再び電位差が生じたことを示している。これは刺激によって生じた電位変化が軸索に沿って次々と起こったことによると考えられる。

このことから興奮の伝導は神経細胞の膜表面に生じた電氣的に の部分が一定の速度で移動することであるといえる。

問 1 上の文の空欄ア～ケに語群より適当な語を選べ。 ～

語 群

- | | | |
|-----------|------------|--------|
| ① a | ② b | ③ c |
| ④ d | ⑤ プラス | ⑥ マイナス |
| ⑦ カリウムイオン | ⑧ ナトリウムイオン | ⑨ 膜電位 |
| ⑩ 活動電位 | ⑪ 内部環境 | ⑫ 活動電流 |
| ⑬ 高濃度 | ⑭ 低濃度 | |

問 2 次の文は活動電位について述べたものである。正しいものを選べ。

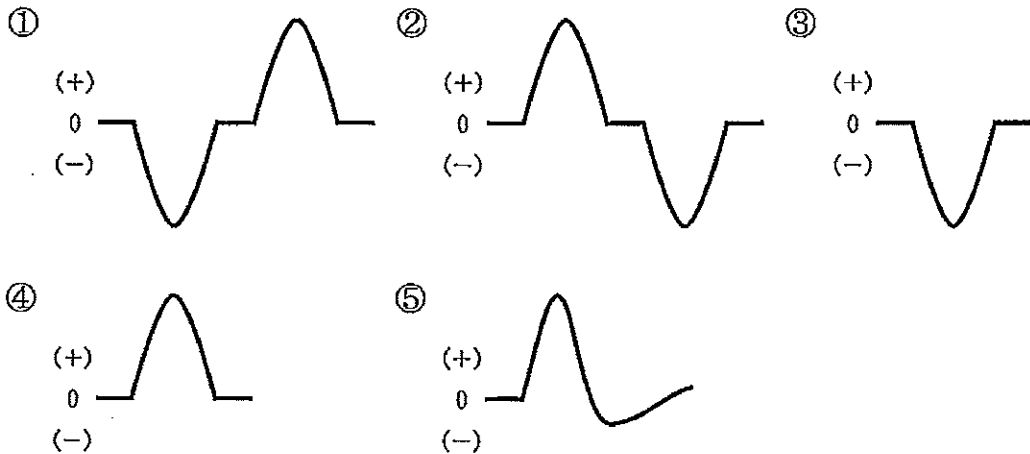
- ① 活動電位は、刺激の強さに比例した大きさを示す。
- ② 活動電位は、軸索内へのナトリウムイオンの流入により発生する。
- ③ 活動電位は、軸索内からのナトリウムイオンの流出と軸索内へのカリウムイオンの流入により発生する。
- ④ 活動電位は、閾値以下の刺激を短時間に繰り返すことでも発生する。
- ⑤ 活動電位は、軸索内外のナトリウムイオンの濃度勾配の大きさにかかわらずその大きさは一定である。

問 3 次の文は刺激電極の間隔とオシロスコープで観察された電位差の変化との関係を述べている。正しいものを選び。 11

- ① 刺激電極の間隔を広げると、電位差の振幅は小さくなる。
- ② 刺激電極の間隔を広げると、電位差の変化が継続している時間が長くなる。
- ③ 刺激電極の間隔を狭めると、最初の電位差の変化と続いて起こる電位差の変化の間隔が短くなる。
- ④ 刺激電極の間隔の変化は、電位差の振幅や電位差の変化が継続している時間に影響しない。
- ⑤ 刺激電極の間隔の変化は、電位差の振幅の大きさには影響するが、電位差の変化が継続している時間には影響しない。

問 4 図 A の d の部分を適当な薬品で麻酔した場合、電位差の変化を表しているものを図 C より選べ。 12

図 C (いずれも縦軸を電位差、横軸を時間とした概略図)



問 5 図 A のスイッチをオンにして電流を流し続けたのちスイッチをオフにしたら、スイッチをオンにしたときと、オフにしたときのみ電位差の変化が観察された。このときオンにしてから電位差の変化が起こるまでの時間は 1.0 ミリ秒、オフにしてから電位差の変化が起こるまでの時間は 1.25 ミリ秒であった。

(1) スイッチをオフにした場合、電位差の変化が観察されるまでに要する時間が長くなる理由として正しいものを選び。

- ① スイッチをオンにしたときとオフにしたときとは興奮が起こる場所が異なる。
- ② スイッチをオンにしたまま電流を流し続けたので神経細胞が疲労し伝導速度が遅くなる。
- ③ スイッチをオンにしたとき起きた興奮が持続するため後からの興奮が伝わりにくくなる。
- ④ スイッチをオンにしたとき起きた興奮の大きさよりオフにした場合の興奮のほうが小さくなる。
- ⑤ スイッチをオンにしたとき起きた興奮により伝導に必要な物質が減少している。

(2) スイッチをオフにしたとき観察される電位差の変化を示すものを図 C より選べ。

(3) 興奮が伝導する速度はおおよそいくつか。

- ① 125 m/秒 ② 100 m/秒 ③ 40 m/秒
- ④ 25 m/秒 ⑤ 8 m/秒

II 呼吸に関する以下の問い(問1～5)に答えよ。

問1 細胞内において、グルコースが好気呼吸によって代謝される過程は大きく以下の3つの反応系に分けられる。

〔解糖系〕

〔クエン酸回路〕

〔電子伝達系〕

各反応系の反応式をまとめた解答欄の空欄に適当な分子式を入れよ。反応式にあらわれるそれぞれの分子の数は、グルコース1分子の分解を基準とせよ。また、補酵素によって基質から除かれたり、逆に基質に結合する水素は[H]としてあらわせ。

問2 問1の反応式も参考に、解糖系、クエン酸回路、電子伝達系で起こる反応を次の①～⑦の反応からすべて選び、解答欄の番号の下の空欄に○を記せ。

- ① 中間生成物から補酵素に水素が受け渡される。
- ② 中間生成物に補酵素から水素が受け渡される。
- ③ 中間生成物に水が付加する。
- ④ 中間生成物から二酸化炭素が除かれる。
- ⑤ 中間生成物がATPによりリン酸化される。
- ⑥ 水素イオンの移動に伴ってATPが合成される。
- ⑦ 中間生成物の化学変化に伴ってATPが合成される。

問 3 酵母菌の呼吸に関する以下の文中の空欄 1～5 には語群 1 より適当な語を、また空欄 A には語群 2 より適当な文章を選べ。

酵母菌は の 1 種で 界に含まれる。酵母菌は、酸素が十分あるときは、好気呼吸を行うが、酸素が少ないときは発酵によりエネルギーを獲得する。発酵の場合、解糖系で生成された物質は された後、解糖系で使われた補酵素により され、最終的に となる。この解糖系での生成物が へ変化する過程では、ATP は

〔語群 1〕

- | | | |
|---------|---------|--------|
| ① 菌 | ② モネラ | ③ 真核生物 |
| ④ 原核生物 | ⑤ 原生生物 | ⑥ 乳酸 |
| ⑦ エタノール | ⑧ メタノール | ⑨ 脱水素 |
| ⑩ 脱炭酸 | ⑪ 酸化 | ⑫ 還元 |

〔語群 2〕

- ① 1 分子合成される。
- ② 2 分子合成される。
- ③ 4 分子合成される。
- ④ 合成されない。

問 4 酵母菌が発酵と好気呼吸を行い、その時の酸素吸収量と二酸化炭素発生量のモル比が 3 : 5 だとすると、発酵と好気呼吸それぞれに使われたグルコースのモル比はどうか。

問 5 問 3 の下線部で、解糖系で使われた補酵素が、この反応で再び使われることにはどのような意味があるか。50 字以内で述べよ。