

理 科

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 ……15 頁 生 物 ……37 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、消しくずを完全に<sup>ていねい</sup>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 つぎの文を読み、問い(問1～問2)に答えよ。

[解答番号  ~  ]

ヒトの身体には体重の約  の血液が循環している。血液の役割は多岐にわたるが、おおまかな言い方をすれば、体内の組織に酸素を供給し、二酸化炭素や尿素などの老廃物をはこびさり、また、グルコースなどのエネルギー源やホルモンなどを組織のすみずみまで送り届けている。<sup>(A)</sup>体外から異物が侵入した際にこれと戦うのも血液の役割である。これらの役割は血液を構成している各成分によって分担されている。

血液は赤い色をしているが、これは赤血球に含まれるヘモグロビンとよばれるタンパク質によっている。ヒトの赤血球は  で作られるが他の組織細胞とは異なり核はない。かなり小型の細胞で、血液  $1\text{ mm}^3$  中に  個ほどが含まれている。ヘモグロビンは肺で酸素の多い空気にふれると酸素と結合し、鮮紅色の酸素ヘモグロビンとなり、組織で酸素を放出すると暗赤色のヘモグロビンにもどる。ヘモグロビンは $\alpha$ 鎖2個、 $\beta$ 鎖2個、計4個の単位からなりそれぞれ酸素  分子と結合する。ヘモグロビンは高酸素濃度では酸素と結合しやすく、低酸素濃度では酸素を解離しやすい性質をもっている。

クジラ、アザラシ、イルカなど長時間水中に潜るほ乳類では体内に大量の酸素を貯蔵しなければならない。<sup>(C)</sup>その役割を担うのは  に含まれる  という物質である。この物質は酸素と結合する力が強く、ヘモグロビンから酸素を受け取って貯蔵することができる。この物質とヘモグロビンの結合と結合する強さはそれぞれの物質の酸素解離曲線からもわかる。<sup>(D)</sup>

白血球数は健康状態によって変動するが通常は  $1\text{ mm}^3$  あたり  個程度存在する。白血球は食作用を示し、生体防御のためにはたらく。白血球には免疫にかかわるリンパ球やマクロファージも含まれる。リンパ球は異物を認識して

これと特異的に反応する **ク** を合成するが、これはリンパ球の共同作業で行われる。体内に異物が侵入するとマクロファージがこれをとらえ、どんな異物であるかを表示する。次に **ケ** がその異物を認識し、その情報が **コ** に伝えられてそこで合成が始まる。両リンパ球ともに **サ** で作られるが、胸腺で成熟・分化したものが **シ** となる。HIV(ヒト免疫不全症ウィルス)は **ス** に感染し増殖するために免疫機構が破壊されてしまうのである。

問 1 上の文の空欄にそれぞれの語群より適当な語を選べ。

**1** ~ **13**

語 群

- |                 |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|
| (ア) ① 1/2       | ② 1/3       | ③ 1/6       |
| ④ 1/8           | ⑤ 1/13      |             |
| (イ) ① 脾 臓       | ② 肝 臓       | ③ すい臓       |
| ④ 骨 髄           | ⑤ 心 臓       |             |
| (ウ) ① 1万        | ② 10万       | ③ 100万      |
| ④ 500万          | ⑤ 1000万     |             |
| (エ) ① 1         | ② 2         | ③ 3         |
| ④ 4             | ⑤ 5         |             |
| (オ) ① 血しょう      | ② 筋 肉       | ③ 血管壁       |
| ④ 肺 胞           | ⑤ 肝 臓       |             |
| (カ) ① ヘモシアニン    | ② ミオシン      | ③ ミオグロビン    |
| ④ シトクロム         | ⑤ アクチン      |             |
| (キ) ① 1000~2000 | ② 2000~3000 | ③ 5000~8000 |
| ④ 10000~12000   | ⑤ 12000 以上  |             |
| (ク) ① 抗 原       | ② アレルゲン     | ③ 抗 体       |
| ④ 組織親和性抗原       | ⑤ 補 体       |             |
| (ケ) ① 好中球       | ② 幹細胞       | ③ B細胞       |
| ④ T細胞           | ⑤ ES細胞      |             |

- |     |       |        |       |
|-----|-------|--------|-------|
| (コ) | ① 好中球 | ② 幹細胞  | ③ B細胞 |
|     | ④ T細胞 | ⑤ ES細胞 |       |
| (サ) | ① 脾臓  | ② 肝臓   | ③ すい臓 |
|     | ④ 骨髄  | ⑤ 心臓   |       |
| (シ) | ① 好中球 | ② 幹細胞  | ③ B細胞 |
|     | ④ T細胞 | ⑤ ES細胞 |       |
| (ス) | ① 好中球 | ② 幹細胞  | ③ B細胞 |
|     | ④ T細胞 | ⑤ ES細胞 |       |

問 2 下線部(A)から(D)のそれぞれについて正しいものを選び。

14 ~ 17

(A) この役割を担う成分は次のうちどれか。

- ① 血小板                      ② フィブリン                      ③ 血清  
④ 血餅                          ⑤ 赤血球

(B) これらの単位の総称は何か。

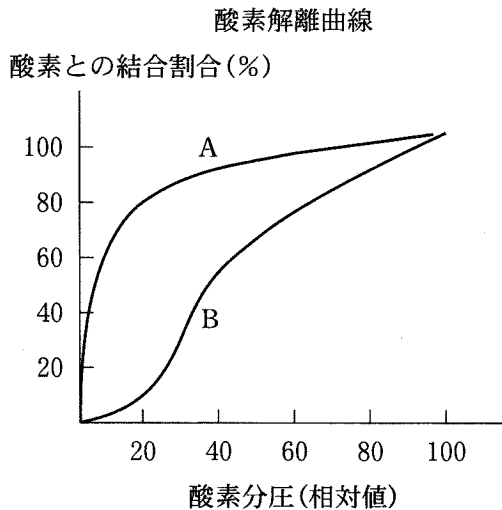
- ① ヌクレオチド              ② ポリペプチド              ③ チラコイド  
④ ゲノム                      ⑤ コドン

(C) 水中生活をしている魚類は特に酸素を貯蔵しなくてもよいのはなぜか。  
正しいものを選び。

- ① 魚類の酸素運搬体であるフィコエリスリンはヘモグロビンよりもはるかに大量の酸素を結合できるから。  
② 体重1グラムあたりの酸素消費量がほ乳類よりもはるかに少ないから。  
③ 魚類は水中にとけこんでいる酸素を利用できるから。

(D) 図の曲線 A, B のうちヘモグロビンの解離曲線はどちらか。

- ① A                                      ② B



## 第2問

〔1〕 次の各問い(問1～問2)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

生物の細胞内には一般的に DNA と RNA の2種類の核酸が存在する。いずれも、糖、 及び塩基の3つの成分からなる  がその単位で、核酸はこの  が多数鎖状に結合したものである。DNA は遺伝子の本体であり、分子全体は2本の鎖状の分子の塩基が  に結合して  をしている。

DNA は細胞の分裂に先立って複製される。複製に関してはメセルソンとスタールが大腸菌の DNA を  $^{15}\text{N}$  含む DNA のみにしてから、その大腸菌を  $^{14}\text{N}$  を含む培地に移して培養し、密度勾配遠心法を用いて分裂ごとに抽出した DNA を分析し、密度の違う DNA の存在とそれぞれの割合の変化から、DNA は半保存的に複製されることを明らかにした。

問1 上の文の空欄に適切な語を語群よりえらべ。  ～

語群

- ① デオキシリボース    ② リボース    ③ リン酸    ④ リン  
⑤ ヌクレオシド    ⑥ ヌクレオチド    ⑦ 拮抗的    ⑧ 相補的  
⑨ 二重らせん構造    ⑩ 対称的構造

問2 下線部の「密度の違う DNA」には3種類ある。それぞれを重い DNA、中間の重さの DNA、軽い DNA とし、次の文より正しいものを選べ。

- ① 重い DNA は2回の分裂までは観察され、その後の分裂では中間の重さの DNA と軽い DNA のみになる。  
② 3種類の DNA は分裂回数にかかわらず継続的に観察されるが、それぞれの割合は分裂回数により変化する。  
③ 中間の重さの DNA と軽い DNA は2回の分裂以降継続的に観察されるが、分裂を重ねるごとに中間の重さの DNA の割合は増える。

- ④ 中間の重さの DNA と軽い DNA は 2 回の分裂以降継続的に観察されるが、分裂を重ねるごとに軽い DNA の割合は増える。
- ⑤ 中間の重さの DNA と軽い DNA の割合は分裂回数により変化するが、重い DNA は分裂の回数にかかわらず一定の割合で存在する。

問 3 4 回分裂したときの重い DNA, 中間の重さの DNA, 軽い DNA の割合はいくつか。

- ① 2 : 1 : 1    ② 0 : 1 : 3    ③ 0 : 1 : 6    ④ 0 : 6 : 1  
 ⑤ 0 : 1 : 7    ⑥ 0 : 7 : 1    ⑦ 0 : 1 : 15    ⑧ 1 : 1 : 14

[2] 次の各問い(問1～問3)に答えよ。[解答番号  ~  ]

大腸菌のラクトース分解に関与する酵素の合成には、ラクトース分解酵素を合成する遺伝子(Z)の他に、この遺伝子(Z)の働きを制御する遺伝子(O)と調節遺伝子(I)が関与している。遺伝子(I)はラクトース分解酵素の合成に関して抑制的にはたらく調節タンパク質を合成する。この3つの遺伝子が野生型(I<sup>+</sup>O<sup>+</sup>Z<sup>+</sup>)の大腸菌は、ラクトースを含まない培地で培養しているとラクトース分解酵素を合成しないが、ラクトースを培地に加えるとラクトース分解酵素を合成するようになる。

問 1 下線部の現象でラクトースはどのように機能するか。正しいものを選び。

- ① 遺伝子(O)に結合して遺伝子(Z)の転写を可能にする。
- ② 遺伝子(I)に結合して調節タンパク質の合成を阻害する。
- ③ 遺伝子(O)に結合している調節タンパク質と結合してこのタンパク質を活性化する。
- ④ 調節タンパク質と結合してこのタンパク質が遺伝子(O)に結合できなくする。
- ⑤ 調節タンパク質を分解する。

問 2 下線部でラクトースのような働きをする物質は何とよばれるか。

8

- ① 促進物質                      ② 制御物質                      ③ 誘導物質  
④ 阻害物質                      ⑤ 調節物質

問 3 野生型の遺伝子である遺伝子  $I^+$ 、遺伝子  $O^+$ 、遺伝子  $Z^+$  にはそれぞれ次のような突然変異が知られている。

$Z^-$  : ラクトース分解酵素が合成されない。

$I^-$  : 調節タンパク質が合成されない。

$I^s$  : 遺伝子 ( $O$ ) とは結合するがラクトースとは結合できない調節タンパク質を合成する。

$O^c$  : 調節タンパク質と結合できない。

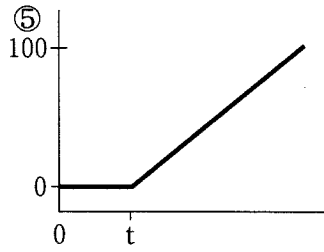
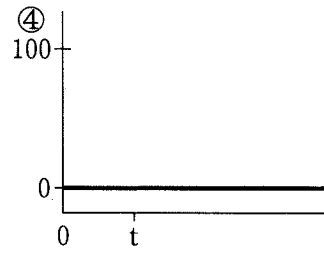
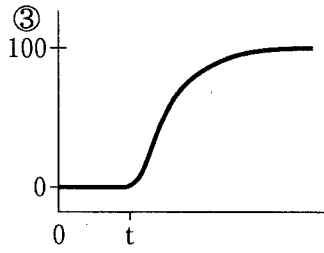
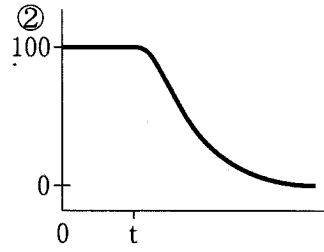
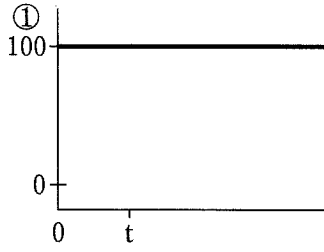
次の(ア)~(オ)ような遺伝子型をもつ大腸菌にラクトースを与えた場合、それぞれの大腸菌のラクトース分解酵素の活性の変化は模式図①~⑤のどれにあたるか。適合する図を選べ。ただし、各図の縦軸は酵素活性、横軸は時間を示しており、時間  $t$  はラクトースを与えた時間を示す。

9

~

13

- (ア)  $I^+O^+Z^+$                       (イ)  $I^+O^+Z^-$                       (ウ)  $I^+O^cZ^+$   
(エ)  $I^-O^+Z^+$                       (オ)  $I^sO^+Z^+$



〔3〕 次の各問い(問1～問4)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

DNAの塩基配列とアミノ酸との関係は、DNAの3つの塩基の組み合わせ(トリプレット)が1つのアミノ酸に対応している。タンパク質の合成に際しては、まずDNAを鋳型としてmRNAが合成される。mRNA上のトリプレットはコドンとよばれ、それぞれのコドンがどのアミノ酸に対応するか調べるため次の実験が行われた。

実験1 ACの塩基配列をくり返しもつ合成されたmRNAからは、トレオニンとヒスチジンを交互にもつポリペプチドが合成された。

実験2 CAAの塩基配列をくり返しもつ合成されたmRNAからは、それぞれトレオニンのみ、グルタミンのみ、アスパラギンのみから成る3種類のポリペプチドが合成された。

問1 実験1で用いられたmRNAの予想されるコドンは次のどれか。

- ① CACとAAC      ② CACとCAA      ③ ACAとAAC  
④ ACAとCAA      ⑤ ACAとCAC

問2 実験2で用いられたmRNAの予想されるコドンは次のどれか。

- ① CAAとCACとACA      ② CAAとAACとACA  
③ CAAとCCAとCCC      ④ CAAとAAAとCCC  
⑤ AACとCCAとAAA

問 3 実験 1 と実験 2 からわかったことはどれか。 16

- ① トレオニンのコドンは ACA, ヒスチジンのコドンは CAC, アスパラギンのコドンは CAA, グルタミンのコドンは AAC である。
- ② トレオニンのコドンは CAC, ヒスチジンのコドンは ACA, アスパラギンのコドンは AAC, グルタミンのコドンは CAA である。
- ③ トレオニンのコドンは ACA, ヒスチジンのコドンは CAC, アスパラギンのコドンは AAC, グルタミンのコドンは CAA である。
- ④ トレオニンのコドンは ACA, ヒスチジンのコドンは CAC である。
- ⑤ トレオニンのコドンは CAC, ヒスチジンのコドンは ACA である。

問 4 トレオニンとヒスチジンのそれぞれのアンチコドンと DNA 上のトリプレットの組み合わせを表より選べ。 17 ~ 18

	アンチコドン	DNA のトリプレット
①	TGT	GTG
②	GTG	TGT
③	UGU	TGT
④	TGT	UGU
⑤	GTG	GUG
⑥	GUG	GTG

- (1) トレオニン
- (2) ヒスチジン

第3問 以下の問い(問1～問3)に答えよ。〔解答番号  ～  〕

問1 以下の文の空欄ア～キに適切な語を語群より選べ。(同じ語をくり返し使ってよい。)  ～

ヒトの赤血球と血しょうとで、そこに含まれるナトリウムとカリウムの濃度を比べると、それぞれに大きな差が見られる。物質は濃度差があると  によって濃度の高い方から低い方へ移動する性質があるが、それが起こらないのは、細胞膜が  性で、通しやすい物質と通しにくい物質があるからである。また、膜には、濃度勾配に逆らって、入ってきた物質を排出し、出ていった物質を取り込むしくみもある。このような膜を通過しにくい物質に対し、水は、細胞膜を自由に通過する。そのため、赤血球を高張液に入れると、水が赤血球から出ていき、縮んでしまう。逆に低張液に入れると、水が  し、やがて破裂してしまう。一方、植物細胞では、細胞膜の外側に  性の細胞壁がある。植物細胞を高張液に入れると、細胞壁から細胞膜が離れる原形質分離が起こり、また逆に低張液に入れると、細胞自身の  圧が小さくなると同時に  が大きくなるため、  力が小さくなる。

<語群>

- ① 浸透    ② 半透    ③ 全透    ④ 湿潤    ⑤ 膨潤  
⑥ 拡散    ⑦ 選択    ⑧ 吸水    ⑨ 膨圧

問 2 問 1 の下線部について、ヒトの赤血球内と血しょう中に含まれるナトリウムとカリウムのそれぞれの濃度の違いを正しく述べているものを下から選べ。 8

- ① ナトリウムおよびカリウムとも赤血球内の方が血しょう中より濃度が高い。
- ② ナトリウムおよびカリウムとも血しょう中の方が赤血球内より濃度が高い。
- ③ ナトリウムは赤血球内の方が血しょう中より濃度が高く、逆にカリウムは血しょう中の方が赤血球内より濃度が高い。
- ④ ナトリウムは血しょう中の方が赤血球内より濃度が高く、逆にカリウムは赤血球内の方が血しょう中より濃度が高い。

問 3 赤血球をさまざまな濃度の食塩水に入れた場合、その形態の変化が最も少ないのは、次のどの濃度の食塩水に入れたときか。 9

- ① 4%
- ② 2%
- ③ 1%
- ④ 0.1%

**II** 内分泌に関する以下の問い(問1～問4)に答えよ。

問1 以下の文の空欄に適当な語を記せ。

動物において、ホルモン分泌の調節の多くは階層的になっている。まず最高中枢といえる **A** より **B** が分泌され、それが下位の **C** を刺激し、今度は **C** より、さまざまな内分泌器官を刺激する刺激ホルモンが放出される。最終的に、この刺激ホルモンを受け取った内分泌器官の細胞が、その器官特有のホルモンを放出する。

問2 上の文中のCは、前葉と後葉の二つの部分から成り立っているが、Aからの刺激を受けるのはどちらか、解答欄より正しい方を丸で囲め。

問3 上の文中のCから分泌されるホルモンの中には、他の内分泌器官にはたらしきかけるのではなく、直接、体の組織・器官に作用を及ぼすものもある。前葉から1つ、後葉から1つそのようなホルモンを選び、その具体名と作用を記せ(作用は30字以内で述べよ)。

問 4 体温の調節などは、単に1つのホルモンが行うものではなく、複数のホルモンや交感神経系も含めた複雑なしくみによって調節されている。体温を上昇させる場合に起こる体の反応には；

- 1 心臓の拍動増加
- 2 皮膚の血管の収縮
- 3 立毛筋の収縮
- 4 汗腺の分泌抑制
- 5 肝臓・骨格筋の代謝促進

などが挙げられる。この1～5の中で；

- (1) 甲状腺から分泌されるチロキシンのはたらきによって起こるものを1つ選びその番号を記せ。
- (2) 副腎髄質のアドレナリンのはたらきによって起こるものを2つ選びその番号を記せ。
- (3) 副腎皮質の糖質コルチコイドのはたらきによって起こるものを1つ選びその番号を記せ。
- (4) 交感神経が作用しなくなることで起こるものを1つ選びその番号を記せ。