

令和 5 年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

# 理 科

## 試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 5
化学	1 ~ 3	6 ~ 11
生物	1 ~ 3	12 ~ 19
地学	1 ~ 4	20 ~ 27

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙の 2 箇所に受験番号を必ず記入しなさい。  
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。

# 生 物

1 次の文章を読み、下記の(問1)～(問4)に答えよ。

細胞や一部の細胞小器官は生体膜によって隔てられ、膜を横切る物質の移動が制御されているため、その内外では環境が異なっている。例えば、核にはDNAが高濃度に存在する。一方、細胞質にはリボソームが多く存在しており、タンパク質合成が行われている。生体膜ではリン脂質がX部分を膜の外側、Y部分を膜の内部に向けて二層に並んでおり、これを脂質二重層という。そのため、Zのものを通す際には、生体膜に埋もれているタンパク質がおもにはたらく。

(問1) 文中のX～Zに入る適切な語句の組み合わせを表1の①～④から1つ選び、番号で答えよ。

表1

	X	Y	Z
①	親水性	疎水性	親水性
②	親水性	疎水性	疎水性
③	疎水性	親水性	親水性
④	疎水性	親水性	疎水性

(問2) 下線部a)に関して、以下の設問(ア)～(ウ)に答えよ。

(ア) 下記の細胞小器官①～⑥のうち、内膜と外膜の2枚の生体膜を有するものをすべて選び、番号で答えよ。

- ① 核                      ② ミトコンドリア              ③ 小胞体              ④ ゴルジ体  
 ⑤ リソソーム              ⑥ 葉緑体

(イ) 下記の細胞小器官①～④のうち、細胞分画法で徐々に遠心力を高めていった際に沈殿してくる順番を番号で答えよ。

- ① 核              ② ミトコンドリア              ③ リボソーム              ④ 葉緑体

(ウ) 核の中に1～数個ほど観察される核小体でおもに転写されているものを答えよ。

(問 3) 下線部 b) に関して、以下の実験を行った。

pH7.0 の緩衝液中に、下記の図 1 に示した 5 種類の 1 本鎖 DNA 断片を等モル比で混合した。90℃ で 10 分間加熱後、20℃ まで徐々に冷却し、すべての DNA 鎖間に相補的塩基対を形成させた。隣接する DNA 鎖間を DNA リガーゼですべて連結し、39 塩基対の 2 本鎖 DNA を得た。以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) 39 塩基対の 2 本鎖 DNA を、図 2 に示した塩基配列を認識して切断する制限酵素で完全に切断した。生じた DNA 断片の塩基対数を長い方から答えよ。

(イ) 39 塩基対の 2 本鎖 DNA のどちらか一方を鋳型として、図 3 に示した配列のプライマーを用いて DNA ポリメラーゼによる DNA 合成を行ったところ、プライマーを含めて 34 塩基対の DNA 鎖が形成された。同様の反応を、チミンを蛍光標識したジデオキシヌクレオチドを少量加えて行った。生じた蛍光標識された 1 本鎖 DNA 断片について、10、20、30 塩基の蛍光標識された 1 本鎖 DNA をマーカー(図 4 の M)として、DNA を鎖長で分離するゲル電気泳動を行った。泳動終了後、ゲル内の蛍光を検出した。得られた結果は図 4 の①～⑤のどれか、1 つ選び番号で答えよ。

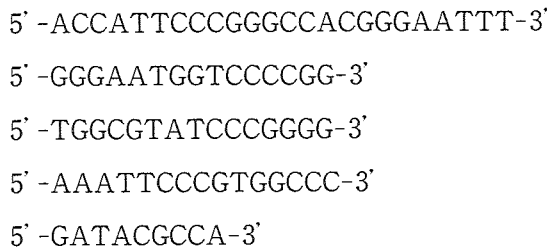


図 1



図 2

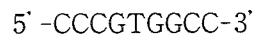


図 3

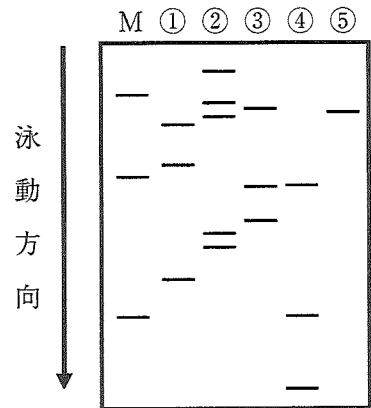


図 4

(問 4) 下線部 c) に関する次の文章を読み、以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

mRNA がタンパク質へと翻訳される際には、mRNA 内の連続した塩基 3 個ずつの配列 (コドン) によって、1 つのアミノ酸が指定されている。それぞれのコドンに対応するアミノ酸の種類を調べるため、大腸菌をすりつぶした抽出液に表 2 A に示した塩基配列からなる人工的に合成した RNA を加えたところ、表 2 B に示すアミノ酸配列をもつポリペプチド鎖が合成された。また、リボソームは長い RNA だけでなく、3 塩基のみからなる短い RNA も取り込むことができる。そのことを利用して、5'-UUC-3'、5'-CUG-3'、5'-CUU-3'、5'-UAA-3'、5'-UUA-3' のいずれかの塩基配列をもつ短い RNA、精製したリボソーム、アミノ酸を連結した tRNA を用いた結合実験を行ったところ、5'-UUC-3' を取り込んだリボソームにはフェニルアラニンを連結した tRNA が結合し、5'-CUG-3'、5'-CUU-3'、または 5'-UUA-3' を取り込んだリボソームには、ロイシンを連結した tRNA が結合した。一方、5'-UAA-3' を取り込んだリボソームには、どのアミノ酸を連結した tRNA も結合しなかった。

表 2

A	B
5'-UAUAUAUA・・・-3' (UA の繰り返し)	チロシンとイソロイシンが交互に並んだ 1 種類のポリペプチド鎖
5'-UUAUUAUUA・・・-3' (UUA の繰り返し)	チロシン、イソロイシン、ロイシンのいずれかのみからなる 3 種類のポリペプチド鎖
5'-AAUAAUAAU・・・-3' (AAU の繰り返し)	アスパラギン、イソロイシンのいずれかのみからなる 2 種類のポリペプチド鎖

- (ア) この実験結果から推定されるチロシンおよびイソロイシンを指定するコドンの塩基配列をすべて答えよ。
- (イ) 大腸菌をすりつぶした抽出液に 5'-AUAUUA-3' の繰り返し配列をもつ RNA を加えた。合成されるすべてのポリペプチド鎖のアミノ酸配列を表 2 B の書き方にしたがって答えよ。

2

次の文章を読み、下記の(問1)～(問3)に答えよ。

動物が活動を持続するためには、生命を維持する機構が正常にはたらくことが、すべてに優先する最重要事項である。さらに、変動する体外環境や病原体の感染に適切に応答すること、体内環境を一定に維持することも求められる。そのためのしくみとして、神経系や内分泌系などが発達している。

(問1) 下線部 a) に関して、以下の設問(ア)～(エ)に答えよ。

(ア) 生命維持機構を考える上での身近な例として、台所に出現したゴキブリを退治する方法を考えてみる。安全で確実な方法は、台所洗剤を体にかけることである。ゴキブリは数秒で動きが鈍くなり、やがて死んでしまう。なぜこの方法でゴキブリを死なせることができるのか、図1の矢印で示す構造に着目して説明せよ。なお図1の矢印は、ゴキブリを含む昆虫一般の腹部において、その場所に穴が開いていることを示している。また、そこから体内に広がる管腔構造が存在している。

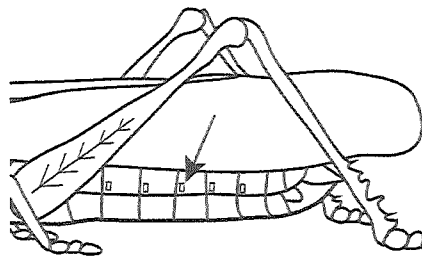


図1

(イ) 日本におけるヒトの死の一般的な判定基準は、次の3項目からなる。

- ① 呼吸の停止      ② 心臓の停止      ③ 瞳孔反射の消失

これらは必ずしも同時に起こるわけではないが、最初に①が起ると、それに対する有効な治療が行われない限り、まもなく②が起り、死は不可避となる。①がなぜ②の原因となるのかを簡単に説明せよ。

またその時に鍵となる分子として、細胞内で作られる分子と体外環境に存在する分子は、それぞれ何かを答えよ。

(ウ) 上の(ア)と(イ)の設問は、多くの動物に共通する、生命維持に必須の過程の破綻を示している。動物が生命を維持するために必須の過程とは何であるかを15字程度で説明せよ。

(エ) 上の(ア)と(イ)の設問では、生命が死に至る過程を、具体的な例を元に考察した。これらの具体例を参考にして、生命が停止しないために、(ウ)で答えたことに要求される時間的側面を3字以内の漢字で答えよ。

(問 2) 下線部 b) に関して、ヒトがインフルエンザなどの感染症にかかると熱が出るが、熱が出る体内での反応のしくみと、その有益性を答えよ。有益性がない場合には、不利益のみ、と(有益性)の解答欄に書け。

(問 3) 下線部 c) の神経系において、神経細胞どうしがシナプスを介して結合し、神経回路を形成する。神経回路における情報伝達に関して、以下の設問(ア)~(エ)に答えよ。

(ア) 図 2 はシナプス結合している 2 個の神経細胞を示している。図 2 に示している A 点と B 点に刺激を同時に加えた。刺激の持続時間は  $1/1000$  秒で、刺激の強さは閾値以上で、それぞれの点に活動電位を 1 つのみ引き起こした。その場合に、C 点において観測されるのは次のうちのどれか、①~④から 1 つ選び、番号で答えよ。

- ① A 点に引き起こした活動電位のみ
- ② B 点に引き起こした活動電位のみ
- ③ A 点と B 点に引き起こした活動電位の両方
- ④ 何も観測されない

(イ) (ア) の設問の解答において、その番号を選択した理由を説明せよ。

(ウ) 図 2 において、A 点にのみ刺激を加えると、シナプス後ニューロンにシナプス後電位が発生した。この過程にカルシウムイオンが不可欠なはたらきをしているのはどれか、次の①~⑤から 1 つ選び、番号で答えよ。

- ① 活動電位の伝導
- ② 神経伝達物質の合成
- ③ 神経伝達物質と受容体の結合
- ④ シナプス小胞とシナプス前膜の融合
- ⑤ リガンド依存性イオンチャネルの開閉

(エ) 図 2 において、A 点にのみ刺激を 2 回加えた。シナプス後電位の時間的加重を生じさせるために、2 回の刺激はどのような時間間隔で行わなければならないかを答えよ。また、その理由を説明せよ。

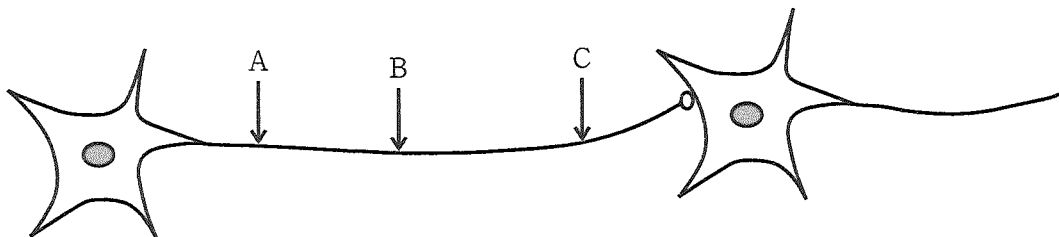


図 2

3

次の文章を読み、下記の(問1)～(問5)に答えよ。

動物が群れを作る利点としては、採餌効率が上昇すること、天敵に対する防御機能が強化されることなどが挙げられる。例えば、<sup>a)</sup>オオカミは群れを作ることで、<sup>b)</sup>ヘラジカなどの大型哺乳類の捕食が可能になる。一方、ヘラジカも群れを作ると警戒の目を増やすことができるので、いち早く捕食者を発見し、逃げることができる。

自然界における「食う食われる」のつながりを食物連鎖という。食べることは、動物の生命維持において最も基本的な活動である。なお、動物はいろいろな<sup>d)</sup>栄養素を必要とするため、どのような餌を食べるかが問題となることもある。また、<sup>e)</sup>同じ種類や同じ大きさの餌を食べる2種は、種間競争が激しく、共存できない場合もある。

(問1) 下線部 a) に関して、以下の設問(ア)、(イ)に答えよ。

(ア) オオサマペンギンは巨大な集団繁殖地を形成するが、巣の周辺は縄張りになっており、巣の間には一定の距離がある。ある集団繁殖地に5m四方(25m<sup>2</sup>)の方形区をランダムに10か所配置し、その中の巣の数を数えたところ、以下のような数値が得られた。この集団繁殖地の1m<sup>2</sup>あたりの巣の平均密度を計算せよ。

42, 34, 56, 64, 48, 54, 23, 56, 43, 30

(イ) 群れには、マイナス面(損失)もあるため、条件によっては群れができなかったり、大きさが変化したりする。ある動物は捕食者の警戒のために群れを作るが、図1のように群れが大きくなると個体間の闘争が増え、採餌に割ける時間も減少する。今、この動物の活動が、警戒・闘争・採餌の3つのみとし、3つの活動の合計時間は一定とする。採餌時間が最大となる群れの大きさを、図1のa～hより選び、記号で答えよ。

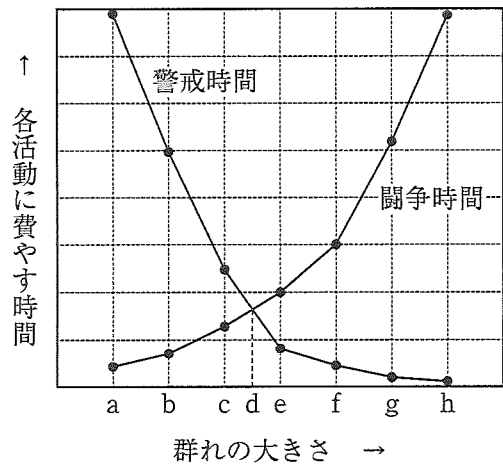


図1

(問 2) 下線部 b) に関して、以下の文章を読み、設問に答えよ。

オオカミは、かつては北半球のほとんどの地域に分布していたが、家畜を襲う害獣として駆除され、多くの地域で絶滅した。オオカミの絶滅後、大型の草食動物が異常に増加し、植物が食べ尽くされ、森林が消滅するなど生態系がかく乱された例が多数報告されている。オオカミのように、生態系において、個体数が少なくとも、生態系や生物群集に及ぼす影響が大きい種をキーストーン種という。次の①～⑤からキーストーン種をすべて選び、番号で答えよ。

- ① アサリ      ② コンブ      ③ ラッコ      ④ サンゴ      ⑤ ヒトデ

(問 3) 下線部 c) に関して、以下の文章を読み、設問に答えよ。

ヘラジカが生きていくには、エネルギーだけでなく、ナトリウムも必要である。図 2 は、ヘラジカが食べる陸生植物と水生植物の組み合わせを示している。直線 a はヘラジカが最低のエネルギーを得るときの陸生植物と水生植物の組み合わせ、直線 b はヘラジカが最低のナトリウム量を得るときの陸生植物と水生植物の組み合わせを示している。また、ヘラジカの胃は一定量以上の食物を収容できないので、直線 c (重量に換算) よりも多くの食物を摂ることができない。

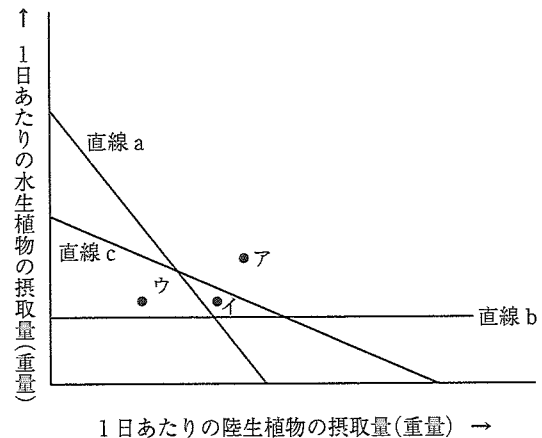


図 2

次の①～⑤の文章を読み、正しい文には○、間違った文には×を解答欄に記入せよ。なお、ヘラジカは、陸生植物と水生植物だけを食べるものとする。

- ① 水生植物には、ナトリウムがほとんど含まれていない。
- ② 陸生植物と水生植物の単位重量あたりのナトリウムの含有量には、差はない。
- ③ 図のアの組み合わせでは、エネルギーとナトリウムは必要量が摂れるが、胃の容量の制限があるため、実際には食べることができない。
- ④ 図のイの組み合わせでは、ナトリウムは必要量が摂れ、胃の容量の制限もないが、エネルギー量が不足する。
- ⑤ 図のウの組み合わせでは、胃の容量の制限はないが、エネルギーもナトリウムも不足する。



(問 4) 下線部 d) に関して、以下の文章を読み、設問(ア)～(ウ)に答えよ。

緑色植物は光合成を行い、水と二酸化炭素から糖を作り生態系に供給する。一部の細菌も炭酸同化の役割を担う。シアノバクテリアは植物と同じ光合成色素である [ 1 ] によって光エネルギーを取り入れ、光合成を行う。緑色硫黄細菌や紅色硫黄細菌の一部は光合成色素として [ 2 ] を利用し、 [ 3 ] と二酸化炭素を用いて糖を作る。その他、無機物の酸化によって得られるエネルギーを利用して有機物を合成する [ 4 ] 細菌も炭酸同化の役割を担う。

植物と細菌は窒素の循環において重要である。土壌中に住む硝化細菌は、動植物の死体や排出物に由来するアンモニウムイオンを硝酸イオンに変換する。この硝酸イオンは植物に取り込まれ、有機窒素化合物として利用される。硝化細菌の他に、根粒菌による窒素固定も窒素同化において重要な役割を果たす。

(ア) 文中の [ 1 ] ～ [ 4 ] に適切な語句を入れよ。

(イ) 植物の窒素同化に関する説明のうち適切なものを、次の①～④からすべて選び、番号で答えよ。

- ① 植物は土壌中の硝酸イオンを水と共に根から吸収する。
- ② 硝酸イオンは篩管を通過して根から葉に輸送される。
- ③ 葉に送られた硝酸イオンは還元されてアンモニウムイオンとなる。
- ④ アンモニウムイオンは葉の細胞で各種アミノ酸の合成に利用される。

(ウ) 根粒菌による窒素固定は、植物との相利共生によって達成される。根粒菌の宿主となる植物、窒素固定が行われる場所、窒素の供給源と、どのような形で宿主に供給されるかを 60 字以内で説明せよ。

(問 5) 下線部 e) に関して、以下の文章を読み、設問(ア)、(イ)に答えよ。

生物が利用する食物や生活場所、生育温度といった資源の要素や資源の利用のしかたを [ 1 ] という。 [ 1 ] が類似した生物間では激しい種間競争が起きるため、両種は共存できない。この現象を [ 2 ] という。ただし、一方、あるいは両種が [ 1 ] を変化させることで、共存が可能になる場合もある。なお、 [ 1 ] の変化の結果、形質が変化することもあるが、このような現象を [ 3 ] といい、共進化の一例である。

(ア) 文中の [ 1 ] ～ [ 3 ] に適切な語句を入れよ。

(イ) 植生の遷移にも、種間競争が強く関わっている。陽樹林から陰樹林に遷移する理由を説明せよ。ただし、以下の語句をすべて使用すること。

光, 陽樹, 陰樹, 幼木

