

※ 機械工学科を志願する場合は、理科の科目中「生物」の点数は採用されません。

生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 免疫に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

免疫にはさまざまな細胞や組織、および器官がかかわっており、その中心的な役割を担うのは ア である。 ア は、骨髄にある イ からつくられ、血管やリンパ管を經由して全身を移動する。 ア の種類によっては、^a胸腺、リンパ節、脾臓などで、さまざまなはたらきをもつものへと成熟する。

ア には、樹状細胞、マクロファージ、好中球、 ウ などがある。さらに、 ウ には、ヘルパー T 細胞、キラー T 細胞、B 細胞、NK 細胞（ナチュラルキラー細胞）などがあり、^bそれぞれ特定のはたらきをもつ。 ア は、そのはたらきから免疫担当細胞とよばれる。

問 1 文章中の ア ～ ウ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|---------|-------|--------|---------|
| ① 赤血球 | ② 白血球 | ③ 血小板 | ④ 胚性幹細胞 |
| ⑤ 造血幹細胞 | ⑥ 好酸球 | ⑦ リンパ球 | ⑧ 単球 |

問 2 文章中の下線部 a に関して、胸腺で成熟する細胞として最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

- | | | |
|--------|-----------|---------|
| ① 樹状細胞 | ② マクロファージ | ③ 好中球 |
| ④ T 細胞 | ⑤ B 細胞 | ⑥ NK 細胞 |

エ

問3 文章中の下線部bに関して、下記の ～ のはたらきをもつものとして最も適当なものを、次の①～⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。

: 細胞性免疫において、病原体に感染した細胞やがん細胞などを直接攻撃する。

: 体液性免疫において、抗体産生細胞（形質細胞）になる。

: 体液性免疫において、不活性化された抗原を食作用によって排除する。

- | | | |
|-------------|------------|---------|
| ① マクロファージ | ② キラー T 細胞 | ③ NK 細胞 |
| ④ ヘルパー T 細胞 | ⑤ B 細胞 | |

問4 免疫と疾患に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 花粉症は自己免疫疾患の一つである。
- ② I型糖尿病は自己免疫疾患の一つである。
- ③ 一般的な食中毒も免疫の異常が引き起こす疾患の一つである。
- ④ アレルギーの原因となる物質をアナフィラキシーという。
- ⑤ 後天性免疫不全症候群（エイズ，AIDS）は，ヒト免疫不全ウイルス（HIV）がヒトのB細胞に感染して起こる。

2 生命現象とタンパク質に関する次の文章 A・B を読み、以下の問いに答えよ。

A タンパク質は、右の図 1 に示すアミノ酸どうしが多数結合したものであり、_a隣り合うアミノ酸どうしが、一方のアミノ酸の I の部分と、もう一方のアミノ酸の II の部分で結合している。この結合をペプチド結合といい、_b多数のアミノ酸が結合した鎖をポリペプチド鎖という。タンパク質を構成するアミノ酸は (X) 種類あり、タンパク質ごとにアミノ酸の並び順や数は異なっている。_cタンパク質はそれぞれのアミノ酸の並び順 (アミノ酸配列) にもとづいて特定の立体構造を持つ。

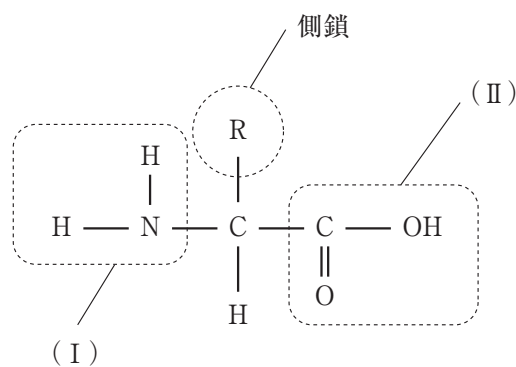


図 1

問 1 文章 A 中の下線部 a の結合が形成されるとき、脱離する分子として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① CO₂ ② CO ③ O₂ ④ H₂O ⑤ NH₃

ア

問 2 図 1 中の (I) および (II) の名称として最も適当なものを、次の①～⑥の中からそれぞれ一つずつ選べ。

(I) :
(II) :

- ① メチル基 ② エチル基 ③ アミノ基
④ ヒドロキシ基 ⑤ カルボキシ基 ⑥ シアノ基

問 3 文章 A 中の (X) に入る数字として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 10 ② 16 ③ 20 ④ 24 ⑤ 64

エ

問4 文章A中の下線部bおよびcに関連して、タンパク質の構造に関する記述として誤っているものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

オ

- ① ポリペプチド鎖のアミノ酸の配列を一次構造とよぶ。
- ② 一本のポリペプチド鎖の部分的な立体構造を二次構造とよぶ。
- ③ 二次構造には α ヘリックスと β シートがあり、これらは主としてイオン結合によって安定化されている。
- ④ 一本のポリペプチド鎖全体がつくる構造を三次構造とよぶ。
- ⑤ 複数のポリペプチド鎖が組み合わされて形成される構造を四次構造とよぶ。
- ⑥ 加熱やある種の化学物質の作用により、タンパク質本来の立体構造が壊れ、タンパク質の性質が変化することを変性という。

B アミラーゼの酵素溶液を用いて、以下の2つの実験ⅠおよびⅡを行った。

<実験Ⅰ>

5本の試験管に、同じ量のデンプン溶液を入れ、溶液のpHを表のように3.0～7.0に調整した。

各試験管に同じ量の酵素溶液を加え、30℃で反応させた。反応開始から1分ごとに反応液を少量ずつ取り、デンプンの検出液であるヨウ素液を加え呈色反応によりデンプンの存在を確認した。反応開始から呈色反応が起こらなくなるまでの時間は、下の表1の通りとなった。

表1

デンプン溶液のpH	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0
呈色反応がおこらなくなるまでの時間(分)	20	9	6	12	24

<実験Ⅱ>

pH 5.0に調整した一定量のデンプン溶液をフラスコにとり、酵素溶液を加えて30℃で反応させた。その結果、デンプンの分解量の時間変化は、下の図2のグラフ(b)のようになった。

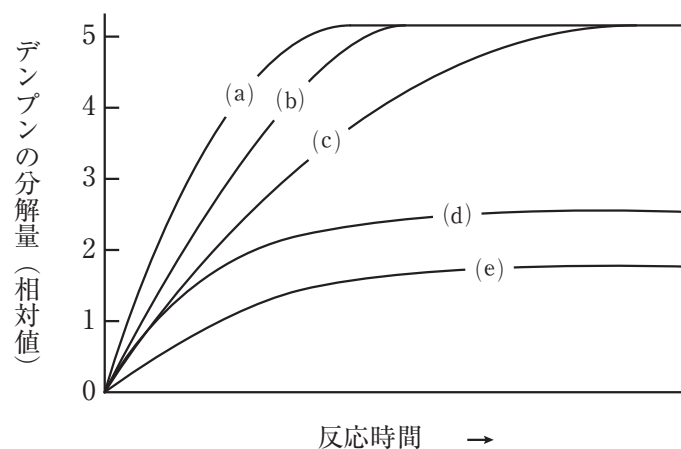


図2

問5 表1のpHの中で、アミラーゼの最適pHに近いと考えられる値として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

カ

- ① 3.0 ② 4.0 ③ 5.0 ④ 6.0 ⑤ 7.0

問6 pH5.0のときのアミラーゼの活性を10とすると、pH7.0のときの相対活性として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

キ

- ① 1.5 ② 2.5 ③ 3.0 ④ 4.0 ⑤ 4.5

問7 実験Ⅱにおいて、他の条件は変えずに、pH6.0で同じ実験を行った場合のグラフとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ク

- ① グラフ(a) ② グラフ(b) ③ グラフ(c)
④ グラフ(d) ⑤ グラフ(e)

問8 実験Ⅱにおいて、他の条件は変えずに、デンプン溶液の濃度を半分にして同じ実験を行った場合のグラフとして最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ケ

- ① グラフ(a) ② グラフ(b) ③ グラフ(c)
④ グラフ(d) ⑤ グラフ(e)

3 動物の行動に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

下記の図3は、アメフラシの神経回路を模式的に表したものである。

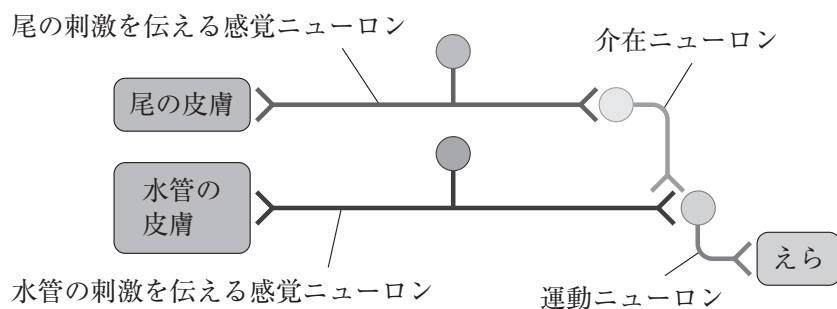


図3

アメフラシを用いて、以下のような実験を行った。

- A. アメフラシは、背中のでらに水管から海水を出し入れして呼吸をしている。この水管に接触刺激を与えると、えらを引っ込める。これを、えら引っ込め反射という。
- B. 水管に弱い接触刺激を繰り返し与えると、えらの引き込み方は次第に小さくなって、ついにはえらをほとんど引っ込めなくなった。
- C. この状態のアメフラシの尾に電気刺激を与えたのち、水管に接触刺激を与えると、再びえらを引っ込めるようになった。
- D. アメフラシの尾にさらに強い電気刺激を与えると、水管への接触刺激が弱くても敏感にえらを引っ込めるようになった。

問1 上記の実験において、B、CおよびDのような学習を何というか。最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

B:

ア

 C:

イ

 D:

ウ

- | | | | |
|-----------|-----------|-------|--------|
| ① 刷込み | ② 慣れ | ③ 鋭敏化 | ④ 条件反射 |
| ⑤ 脱慣れ | ⑥ 不活化 | ⑦ 過敏症 | ⑧ カギ刺激 |
| ⑨ 興奮性シナプス | ⑩ 抑制性シナプス | | |

問2 Bのような現象が起こる理由として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選べ。

エ

- ① 水管の刺激を伝える感覚ニューロンのシナプス小胞が減少する。
- ② 水管の刺激を伝える感覚ニューロンの電位依存性カルシウムチャネルが不活化する。
- ③ 水管の刺激を伝える感覚ニューロンの活動電位の発生が減少する。
- ④ 水管の刺激を伝える感覚ニューロンからの神経伝達物質の放出量が減少し、伝達効率が低下する。

問3 Cのような現象が起こる理由を述べた下記の文章中の オ ～ キ に当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

尾の刺激を伝える感覚ニューロンと水管の刺激を伝える感覚ニューロンの間の介在ニューロンにおける オ の可塑性が関与している。

尾の刺激を伝える感覚ニューロンに生じた刺激は、介在ニューロンに伝わる。介在ニューロンは、水管の刺激を伝える感覚ニューロンの末端部と オ を形成しており、カ であるセロトニンを介して興奮を伝える。カ を受容した水管の刺激を伝える感覚ニューロンの末端では、電位依存性 キ チャネルの開口時間が延長されることで末端への キ イオンの流入が増加し、それにより オ 小胞からの カ の放出量が増え、伝達効率が高まることでこの現象が起こる。

- | | | | |
|----------|---------|--------|----------|
| ① 伝達 | ② 伝導 | ③ シナプス | ④ 興奮伝達物質 |
| ⑤ 神経伝達物質 | ⑥ ナトリウム | ⑦ カリウム | ⑧ カルシウム |

問4 Dの状態のアメフラシの尾に、さらに繰り返し電気刺激を与えると、Dの状態は持続する。その際に起こる現象として誤っているものを、次の①～④の中から一つ選べ。

ク

- ① 水管の刺激を伝える感覚ニューロンにおける遺伝子の発現が変化する。
- ② 水管の刺激を伝える感覚ニューロンの形態が変化する、分岐が形成される。
- ③ 水管の刺激を伝える感覚ニューロンから運動ニューロンにつながるシナプスの数が増える。
- ④ 水管の刺激を伝える感覚ニューロンの活動電位の発生頻度が増加する。

4 被子植物の受精と胚発生に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

「精細胞の形成」

花が小さなつぼみのとき、^{やく}葯の中では、^a花粉母細胞が減数分裂を経て4個の^b細胞の集まった花粉四分子になる。花が咲くころになると、花粉四分子のそれぞれは、不均等な細胞分裂によって、^アとその中にある^イに分かれ、やがて成熟した花粉となる。めしべの柱頭に付着した花粉は、発芽して胚珠の方向に^ウを伸ばす。多くの被子植物では、^ウ内で^イが分裂し、2個の精細胞と呼ばれる配偶子が生じる。

「卵細胞の形成」

^エ内にある胚珠では、^c胚のう母細胞が形成される。胚のう母細胞は減数分裂を経て1個の^d胚のう細胞と小さな3つの細胞になる。胚のう細胞はやがて3回の核分裂を行って、8個の核を生じる。8個の核のうち1個は、珠孔側で卵細胞と呼ばれる配偶子の核となり、2個は卵細胞と接する^オの核となる。3個は珠孔の反対側での^カ核となり、残りの2個の核は、胚のうの中央にある^キの核となる。この2個の核は極核と呼ばれる。このようにして、卵細胞をもつ胚のうが胚珠内に形成される。

「重複受精」

珠孔に達した^ウは、通常、^オのうちの1つを破壊して胚のう内へ進入する。^ウから放出された2個の精細胞のうち、1個は卵細胞と受精し、^e受精卵を生じる。残りの1個の精細胞は、2個の極核をもつ^キと融合して、^f胚乳細胞を形成する。このような現象は重複受精と呼ばれ、被子植物に特有な現象である。

「胚発生」

重複受精が起きたあと、受精卵は体細胞分裂を繰り返して、将来、新しい植物体に成長する胚を形成する。一方、受精した^キでは、^クが分裂を繰り返して多核となり、そのあとにしきりが作られて多細胞の胚乳となる。胚の発生が進むにつれて、子葉、胚軸、幼根などの器官ができあがる。^g動物の胚発生では、細胞分裂による細胞数の増大に加え、ウニやカエルの原腸胚期の陥入でみられるように、細胞の移動が形態形成の大きな要因になっている。

問1 文章中の^ア～^クに当てはまる語句として最も適当なものを、次の①～⑩の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|--------|---------|--------|--------|
| ① 助細胞 | ② 花粉管細胞 | ③ 中央細胞 | ④ 雄原細胞 |
| ⑤ 反足細胞 | ⑥ 花粉管核 | ⑦ 子房 | ⑧ 花粉管 |
| ⑨ 球状胚 | ⑩ 胚乳核 | | |

問2 文章中の下線部 a, b が持つ核の数として最も適当なものを, 次の①～⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。ただし, 同じ解答を複数回選択してもよい。

a :

ケ

b :

コ

- ① n ② 2 n ③ 3 n ④ 4 n ⑤ 8 n

問3 文章中の下線部 c, d が持つ核の数として最も適当なものを, 次の①～⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。ただし, 同じ解答を複数回選択してもよい。

c :

サ

d :

シ

- ① n ② 2 n ③ 3 n ④ 4 n ⑤ 8 n

問4 文章中の下線部 e, f が持つ核の数として最も適当なものを, 次の①～⑤の中からそれぞれ一つずつ選べ。ただし, 同じ解答を複数回選択してもよい。

e :

ス

f :

セ

- ① n ② 2 n ③ 3 n ④ 4 n ⑤ 8 n

問5 文章中の下線部 g に対して, 植物の胚発生の特徴を述べた文章として最も適当なものを, 次の①～④の中から一つ選べ。

ソ

- ① 植物の胚発生では動物の胚発生と同じように, 細胞層の移動が形態形成の大きな要因になっている。
② 植物の胚発生では細胞層の移動はなく, もっぱら細胞の分裂によって胚の形がつくられていく。
③ 植物の種類によって, 細胞層の移動が胚の形態形成の大きな要因になっている場合もある。
④ 植物の胚発生では周囲の環境によって細胞層の移動を伴いながら, 胚の形がつくられていく。