

5 3 5 4 5 5 【医 学 科】

理 科 問 題

(平成 29 年 度)

【注意事項】

1. この問題冊子は「理科」である。
2. 理科は2科目を解答すること。試験時間は2科目合計で180分である。
3. 試験開始の合図まで、この問題冊子を開いてはいけない。ただし、表紙はあらかじめよく読んでおくこと。
4. 試験開始後すぐに、以下の5.に記載されていることを確認すること。
5. この問題冊子の印刷は1ページから18ページまであり、解答用紙は問題冊子中央に9枚はさみこんである。

科 目	問 題	解答用紙
物 理	1ページから6ページ	3枚 (53-1, 53-2, 53-3)
化 学	7ページから11ページ	3枚 (54-1, 54-2, 54-3)
生 物	12ページから18ページ	3枚 (55-1, 55-2, 55-3)

6. 問題冊子に落丁、乱丁、印刷不鮮明な箇所等があった場合および解答用紙が不足している場合は、手をあげて監督者に申し出ること。
7. 試験開始後、解答する科目の解答用紙の所定欄に、受験番号と氏名を記入すること（1枚につき受験番号は2箇所、氏名は1箇所）。
8. 解答は必ず解答用紙の指定された箇所に記入すること。解答用紙の裏面に記入してはいけない。
9. 解答する科目の問題番号に対応した解答用紙に解答していない場合は、採点されない場合もあるので注意すること。
10. 解答する字数に指定がある場合は、句読点も1字として数えること。英数字を記入する場合は、1字分のマス目に2文字まで記入してよい。
11. 問題冊子の中の白紙部分は下書き等に使用してよい。
12. 解答用紙を切り離したり、持ち帰ってはいけない。解答しない科目の解答用紙も提出すること。
13. 試験終了時刻まで退室を認めない。試験中の気分不快やトイレ等、やむを得ない場合には、手をあげて監督者を呼び、指示に従うこと。
14. 試験終了後は問題冊子を持ち帰ること。

55 生物

12 ページから 18 ページ



〔 I 〕 次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

問題文1

(A)生体内では特殊な場合を除き、常温、ほぼ中性という穏和な条件で、化学反応を効率良く進行させることができる。これは酵素とよばれる触媒がはたらくためである。酵素が化学反応を進める際、まず(B)酵素が活性部位とよばれる部分で反応する物質(基質)と結合した後、(C)酵素反応により、これを反応生成物へと変化させる。その後、反応生成物は酵素の活性部位から離れ、この部位に基質が新たに結合し、再び反応が繰り返される。このようにして、酵素自体は変化することなく、酵素の分子数に比べ、大過剰の分子数の基質を反応生成物へと変化させることができる。

(1) 下線部 (A) に関して、酵素反応速度が最も高くなる温度および pH を、それぞれ、最適温度および最適 pH という。以下の問いに答えよ。

(ア) 最適温度より高い温度で酵素反応の速度が低下する理由を答えよ。

(イ) 酵素によっては 90℃ 付近の高温でもはたらくものがある。どのような場所に生息する生物がもつ酵素か答えよ。

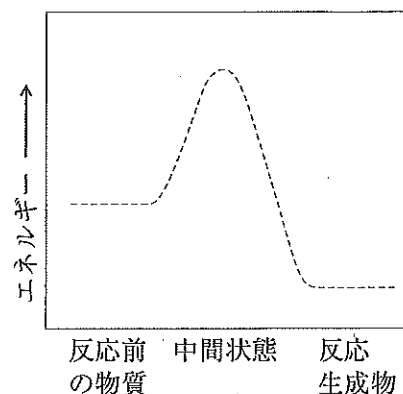
(ウ) ヒトの酵素の中には最適 pH が約 2 であるものが存在する。その例を 1 つあげ、その酵素の名称とヒト体内で主にはたらく場所、および、どのような反応を進行させるか答えよ。

(2) 下線部 (B) に関して、酵素の活性部位は様々な物質の中から基質となる特定の物質のみを識別して結合するという性質をもつ。この性質について以下の問いに答えよ。

(ア) 酵素がもつこの性質の名称を答えよ。

(イ) 酵素がこの性質をもつ理由を、酵素活性部位の構造の観点から 75 字以内で説明せよ。

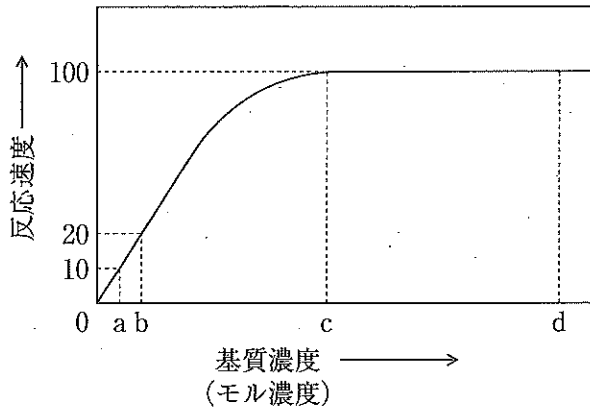
(3) 下線部 (C) に関して、酵素がない場合の化学反応は右図に点線で示すエネルギー状態で表される。この反応が酵素によって進行する場合のエネルギー変化を図の中に実線で示せ。また、「活性化エネルギー」について説明しながら、酵素が化学反応を進行させるしくみを 150 字以内で説明せよ。



問題文 2

酵素反応では、基質のモル濃度と初期の反応速度との間に次のグラフのような関係がある。つまり、基質の濃度が低いときは、基質濃度と反応速度はほぼ比例関係にあるが、(D) 基質濃度がある程度以上高くなると、基質濃度をそれ以上高くしても反応速度は上昇しない。

なお、モル濃度とは単位体積あたりの分子数を基に濃度を表す方式の一つで、異なる分子であっても、モル濃度が等しければ、単位体積あたりの分子の数は等しい。



左図で、縦軸は反応速度の最大値を 100 とし、各基質濃度での反応速度を相対値で表している。

また、各基質濃度は下記の関係にある。

$$b = 2a, \quad d = 2c$$

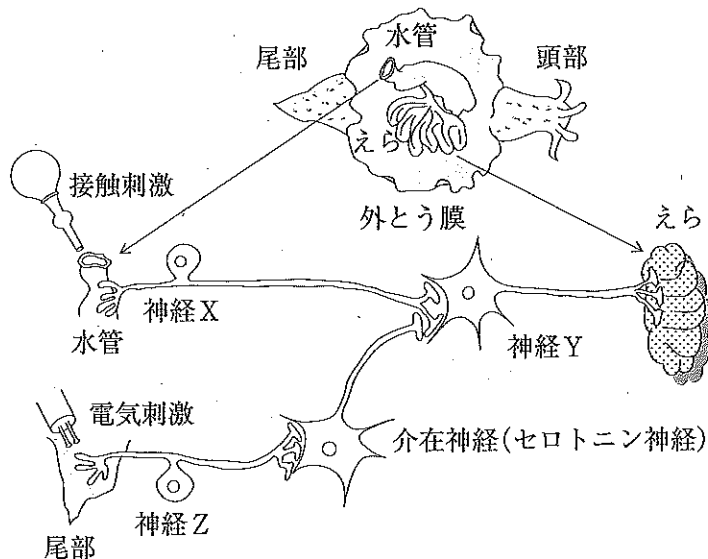
- (4) 下線部 (D) に関して、基質濃度を高くしても反応速度が上昇しない理由を 125 字以内で説明せよ。ただし、基質濃度は酵素濃度に比べて十分に高く、反応初期の基質濃度の減少は無視できるものとする。
- (5) ある酵素反応で、物質 X を添加すると、競争的阻害が起きることがわかっている。この物質 X を、基質と同じモル濃度になるように添加した場合と物質 X を添加しない場合で、初期の反応速度を比べる実験を行った。その結果、グラフに示すモル濃度 d の基質を用いた場合、基質と同じモル濃度 d の物質 X を添加した時の反応速度が、物質 X を添加しない場合と比較して $\frac{1}{2}$ になった。以下の問いに答えよ。
- (ア) グラフに示すモル濃度 c の基質を用いた場合、基質と同じモル濃度 c の物質 X を添加すると、物質 X を添加しないときと比較して反応速度はどのようになるか答えよ。また、そのようになる理由を説明せよ。
- (イ) グラフに示すモル濃度 a の基質を用いた場合、基質と同じモル濃度 a の物質 X を添加すると、物質 X を添加しないときと比較して反応速度はどのようになるか答えよ。また、そのようになる理由を説明せよ。

〔Ⅱ〕 動物の学習や記憶に関する次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

図のように、(A)アメフラシの水管に海水を吹きかけると、危険を感じてえら引き込み反射が起こる。しかし水管へのこの接触刺激を何度もくり返すと、刺激に対して が生じ、小さなえら引き込み反射しか起こらなくなる。一方 が成立したアメフラシの尾部に強い電気刺激を与えると、水管への刺激に対する反応が回復して、ふたたび強くえらを引き込むようになる。

水管への接触刺激と、尾部への電気刺激を同時に繰り返し与えると、やがて水管に弱い刺激を与えただけでも強いえら引き込み反射が起きる。この弱い刺激に対する反応が強化される現象は、(B)「鋭敏化」または「感作」とよばれる。研究の結果、アメフラシのえら引き込み反射には水管からの神経 X と、えら引き込み運動を直接制御する神経 Y と、尾部からのびてくる神経 Z とシナプスを介してつながる「介在神経」が関わっていることがわかった。この「介在神経」は神経 X の神経終末に接続して、水管からの刺激情報の伝達を調節している。この「鋭敏化(感作)」の現象は、アメフラシの学習・記憶を理解するうえで大きな発見となった。

この「介在神経」は、交感神経におけるノルアドレナリンと同じように、セロトニンを としている。(C) 介在神経の末端から分泌されたセロトニンが、神経 X の終末の細胞膜にあるセロトニン受容体に結合すると、細胞内で情報伝達物質がつくられる。すると神経 X の終末のカリウムチャンネルが抑制され、この終末で脱分極性の の持続時間が長くなり イオンがより多く細胞内に流入する。その結果、神経 X からの の放出が促進される。これにより「鋭敏化(感作)」が生じ、弱い刺激に対して強いえらの引き込み反射が起こる。



- (1) ~ に適当な語句を入れよ。
- (2) 神経Xと神経Yはそれぞれ何神経とよばれるか、名称を答えよ。
- (3) 脊椎動物の神経は、発生の過程において何胚葉に由来するか答えよ。またその同じ胚葉に属する他の組織名を2つ答えよ。
- (4) 下線部 (A) のアメフラシが属する動物門を答えよ。
- (5) 神経系での情報伝達は、通常はシナプスを介して行われる。一方、心筋組織などでの情報伝達では、隣接した2つの細胞膜をつらぬく構造により、イオンや糖またはアミノ酸などの小さな分子が直接細胞間を移動できる。この構造の名称を答えよ。
- (6) 細胞体でつくられたシナプス小胞が、神経終末まで移動するしくみを50字以内で説明せよ。
- (7) や「鋭敏化(感作)」は、神経Xの終末のシナプスにおいて、(ア)何が変化したために起きたのかを答えよ。また、 は、上記の理由以外にも他の場所で起こる変化が原因となる可能性も考えられる。(イ)その可能性を具体的に1つあげ、それを確かめる方法を簡潔に説明せよ。
- (8) 下線部 (B) の「鋭敏化(感作)」には長期にわたる刺激により起こるものがある。
- (ア) この長期の刺激による「鋭敏化(感作)」にはタンパク質合成が必要であることが明らかにされている。刺激がどのようにタンパク質合成に結びつくのか、100字以内で説明せよ。
- (イ) この時シナプスではどのような変化が起きていると考えられるか、25字以内で説明せよ。
- (9) 下線部 (C) に関して、細胞膜受容体には情報伝達のしくみが異なるものがある。シナプス伝達ではたらく(ア)アセチルコリン受容体と、血糖調節ではたらく(イ)グルカゴン受容体について、信号を受容したのちにどのようにして細胞内で情報が伝達されるのか、それぞれ75字以内で説明せよ。

〔Ⅲ〕 次の文章を読み、下記の問いに答えよ。

<実験>

ホウレンソウの葉を薄く切り取り、プレパラートを作製して観察を行った。その結果、ホウレンソウの細胞の中には(A)葉緑体が観察された。

続いて、葉に含まれるクロロフィルの量を調べるために、ホウレンソウの葉を 0.50 g 切り取り、5.0 mL の抽出溶液に一晩浸してホウレンソウの色素をすべて抽出した。抽出溶液で 10 倍に希釈し、吸光度を測定したところ、(B)663 nm の波長の吸光度(A_{663})は 0.60、646 nm の波長の吸光度(A_{646})は 0.40 であった。

さらに、ホウレンソウに含まれる光合成色素の種類を調べるために、薄層クロマトグラフィーによる分析を行った。薄層プレート下端から 1.0 cm のところに鉛筆で水平に線を引き、線上の一点にホウレンソウから抽出した色素を緑の色が十分濃くなるまで滴下した。その後、展開溶媒で薄層クロマトグラフィーにより色素を展開し、溶媒が薄層プレートの上端より 1.0 cm に達したところで展開を止めて、素早く溶媒の先端と色素の輪郭を鉛筆でなぞった。ホウレンソウの色素は図のように分離し、色素を滴下した原点からのそれぞれの色素の位置は表 1 の通りであった。

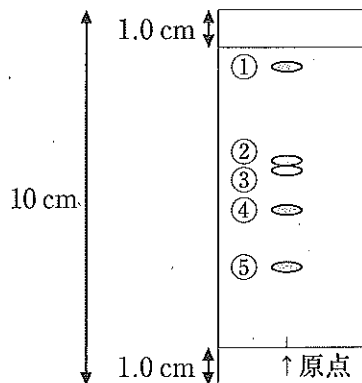


表 1. 色素の位置

	原点からの距離 (cm)
①	7.5
②	4.8
③	4.6
④	3.7
⑤	2.3

図 色素の分離結果

(1) 下線部 (A) に関して、通常葉緑体を含まない細胞を次の(ア)から(カ)の中からすべて選べ。

- (ア) 表皮細胞 (イ) 柵状組織の細胞 (ウ) 海綿状組織の細胞
(エ) 孔辺細胞 (オ) 木部の細胞 (カ) 根端の細胞

(2) 葉緑体の成り立ちは進化の過程でシアノバクテリアが真核細胞内に共生することによって生じたという共生説が有力である。共生説が提唱された根拠として考えられることを 2 つあげ、それぞれ 40 字以内で述べよ。

- (3) 実験に使ったホウレンソウの葉には1gあたり何 μg のクロロフィルが含まれていたかを下線部(B)の数値を参考にして計算せよ。クロロフィルの濃度は吸光度の値を用いて以下の計算式により求められる。計算過程も示せ。ただし、1molのクロロフィルaおよびクロロフィルbの質量はそれぞれ893gおよび907gとし、クロロフィルの総量はクロロフィルaとクロロフィルbの総和で計算できる。有効数字は二桁で示せ。

$$\text{クロロフィル a の濃度}(\mu\text{mol/L}) = (13 \times A_{663}) - (4.0 \times A_{646})$$

$$\text{クロロフィル b の濃度}(\mu\text{mol/L}) = (23 \times A_{646}) - (5.0 \times A_{663})$$

- (4) 表2は既知のさまざまな光合成色素を上記の実験と同様の条件で展開した結果(移動率Rf値)の一例である。表1の③の色素は計算上どの物質と推定されるか。表2の(ア)から(キ)より選べ。

表2. 光合成色素と移動率(Rf値)

	光合成色素名	Rf 値
(ア)	β カロテン	0.96
(イ)	フェオフィチン	0.68
(ウ)	クロロフィルa	0.61
(エ)	クロロフィルb	0.58
(オ)	ルテイン	0.55
(カ)	アンテラキサンチン	0.51
(キ)	ビオラキサンチン	0.46

- (5) 表1の③の色素を薄層プレートより削り取って抽出し、(4)で答えた光合成色素と同一物質であることを確かめる実験を行いたい。どんな実験が考えられるか、100字以内で答えよ。

(6) 緑藻類のアオサはホウレンソウと同様にクロロフィル a およびクロロフィル b をもつ。褐藻類のワカメは、光合成色素としてクロロフィル a のほか、ホウレンソウやアオサがもたないクロロフィル c やフコキサンチンをもつが、クロロフィル b はもたないことが知られている。クロロフィル c とフコキサンチンはいずれも 450 nm (青色光) 付近の波長の光をよく吸収し、クロロフィル a やクロロフィル b がよく吸収する 660 nm や 645 nm 付近 (赤色光) の光の吸収はわずかである。以上より、

(ア) ホウレンソウ、アオサとワカメをそれぞれ陸上植物、緑藻類と褐藻類の代表と考えたときに、これらの進化についてそれぞれがもつ光合成色素からわかることを 100 字以内で述べよ。

(イ) ワカメの生息域はどのような環境であると考えられるか。100 字以内で答えよ。

答えにはその結論に至った根拠も簡潔に含めること。