

平成 29 年度

理 科 問 題

(物理・化学・生物・地学)

注 意 事 項

- 1 問題冊子は、監督者が「解答始め」の指示をするまで開かないこと。
 - 2 問題冊子は「物理」2～7ページ、「化学」8～21ページ、「生物」22～33ページ、「地学」34～40ページである。解答用紙は、「物理」3枚、「化学」3枚、「生物」4枚、「地学」4枚である。脱落のあった場合には申し出ること。なお、解答用紙は上部で接着してあるので、はがさずに解答すること。
 - 3 解答用紙の各ページ所定欄に、それぞれ氏名、受験学部、受験番号（最後のページは、左右2か所）を忘れずに記入すること。
 - 4 解答は、すべて解答用紙の所定欄に記入すること。
 - 5 解答以外のことを書いたときは、該当箇所の解答を無効とすることがある。
 - 6 解答用紙の裏面は計算等に使用してもよいが、採点はしない。
 - 7 **理学部の受験者は、次により解答すること。**なお、第2・3志望がある場合、志望する学科についても確認すること。
 - (1) 数学科・生物学科・地球学科・理科選択を志望する者は、「物理」・「化学」・「生物」・「地学」のうちから2科目を選択解答すること。
 - (2) 物理学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「物理」と、その他に「化学」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - (3) 化学科を志望する者（第3志望までを含む）は、「化学」と、その他に「物理」・「生物」・「地学」のうちから1科目を選択し、計2科目を解答すること。
 - 8 **工学部の受験者は、「物理」・「化学」の計2科目を解答すること。**
 - 9 **医学部医学科の受験者は、「物理」・「化学」・「生物」のうちから2科目を選択解答すること。**
 - 10 **生活科学部食品栄養科学科の受験者は、「化学」・「生物」のうちから1科目を選択解答すること。**
 - 11 机上に各自の「受験票」と「大学入試センター試験受験票」を出しておくこと。
 - 12 問題冊子および選択しない科目の解答用紙は持ち帰ること。
- ※ 本冊子の理科科目は以下を表す。
- | | |
|------------|------------|
| 物理：物理基礎・物理 | 化学：化学基礎・化学 |
| 生物：生物基礎・生物 | 地学：地学基礎・地学 |

生 物

第 1 問 (25点)

タンパク質分解酵素に関する次の文章を読み、問1～問3に答えよ。

生体内で進行する化学反応の多くには、酵素と呼ばれるタンパク質が密接に関係している。食物として摂取したタンパク質を消化する過程では、タンパク質分解酵素が働いている。一般に、タンパク質分解酵素は、タンパク質をより短いペプチドに変えるはたらきをもっている。また、タンパク質分解酵素は、これらのペプチドを分解して、さらに短いペプチドやアミノ酸に変えることもできる。たとえば、ヒトの口から胃に送られたタンパク質は、胃液に含まれるペプシンというタンパク質分解酵素によって分解され、短いペプチドになる。^①それらのペプチドは小腸に送られ、トリプシンなどのタンパク質分解酵素によってさらに切断され、最終的にアミノ酸にまで分解される。^②

問1 下線部①に関して、(1)～(3)の問いに答えよ。

- (1) ペプシンは、タンパク質だけでなく、短いペプチドも分解できる。ペプシンが短いペプチドを分解する反応速度を、異なる水素イオン濃度 (pH) の溶液中でそれぞれ測定すると、図1のような結果になった。pH6より高いpHで、ペプシンが触媒作用を失ったのはなぜか、考えられる理由を答えよ。

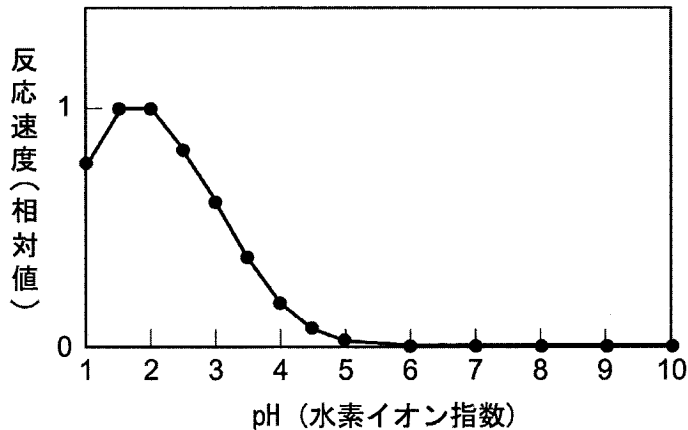


図1

- (2) ペプシン分子は図2のような立体構造をしており、矢印で示したくぼみの底の部分で、基質の分解反応が起こる。このくぼみの幅はせまいが、胃液に含まれる胃酸のはたらきによって、ペプシンより大きなタンパク質も分解することができる。分解されるタンパク質に対する胃酸のはたらきとはどのようなものか、答えよ。

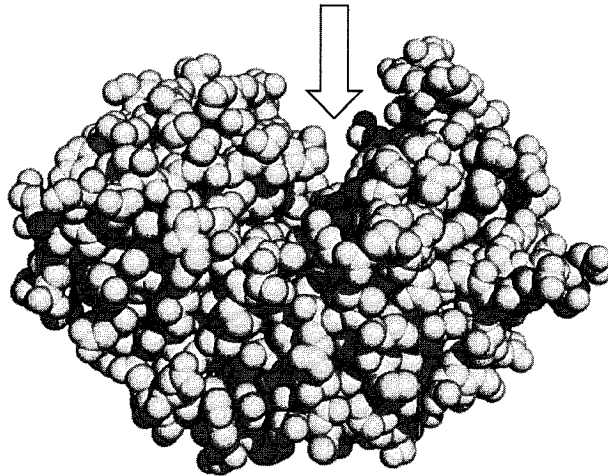


図2

- (3) ヒトのペプシンは、326個のアミノ酸が鎖状につながったペプチド鎖でできている。その一方の端（アミノ末端）から数えて、32番目と215番目のアミノ酸は、同一のペプチド結合を切断する反応に直接かかわっている。アミノ酸の並び（一次構造）では遠く離れているにもかかわらず、この2つのアミノ酸がともに切断反応にかかわることができる理由を答えよ。

問2 一定量のペプチドに対して少量のペプシンを加えて反応させたところ、反応時間と生成物の関係は、図3の破線のようになった。(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) 図3で、一定時間後に生成物が増えなくなるのはなぜか、理由を答えよ。ただし、測定をおこなった時間内では、ペプシンの活性は変化しないものとする。

(2) 同じ条件で、ペプシンの濃度だけを2倍に増やしたときの反応時間と生成物の関係を、グラフ内に実線で描け。ただし、その条件でも、ペプチドに対するペプシンの量は少量とみなせるものとする。

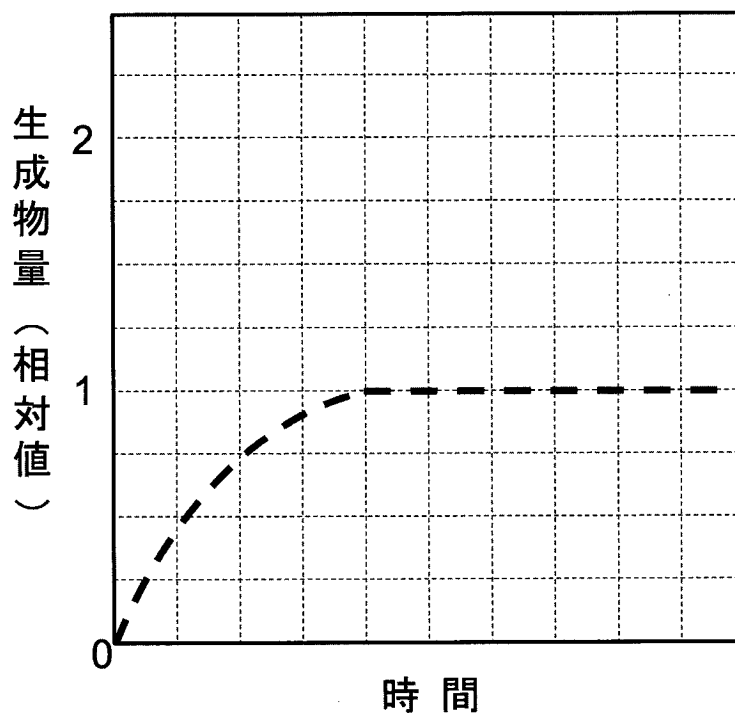


図3

問3 下線部②に関して、(1)と(2)の問いに答えよ。

- (1) タンパク質分解酵素が、図4に示すペプチドを分解したときに生じるアミノ酸の構造を、図4と同じ描き方で表せ。

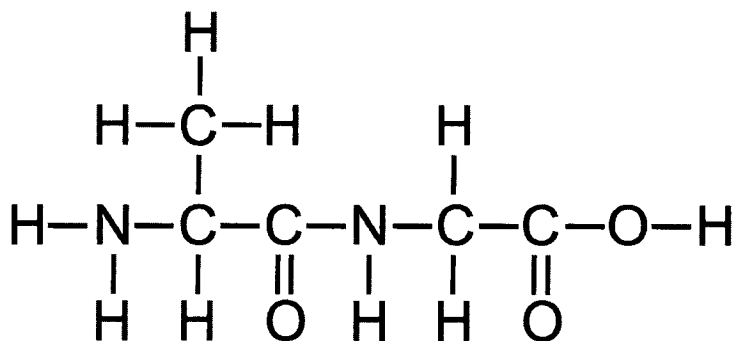


図4

- (2) ペプシンとトリプシンは、タンパク質だけでなく、タンパク質を分解して生じた短いペプチドも分解できる。トリプシンは、ペプシンがそれ以上分解できないペプチドをさらに短く分解できる。一方、ペプシンも、トリプシンがそれ以上分解できないペプチドをさらに短く分解できる。これらのことから考えられる、ペプシンとトリプシンの性質の違いについて述べよ。

生 物

第 2 問 (25点)

クシクラゲ類に関する次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

クシクラゲ類は有櫛動物門に属する海産の動物である。図1は、クシクラゲ類の4細胞期の胚と幼生の模式図である。幼生のからだはほぼ球形で、表面に平衡受容器が1つ、①平衡胞とよばれる平衡受容器が1つ、②櫛板とよばれる運動器官が8列、さらに成長中の触手が2つある。櫛板と触手は、平衡胞を中心として対称的に分布している。4細胞期の胚の各割球の予定運命を調べたところ、それぞれの割球から2列の櫛板が生じることが分かった。③また、2つの触手は、第二卵割面が通っていた図中の位置に現れた。

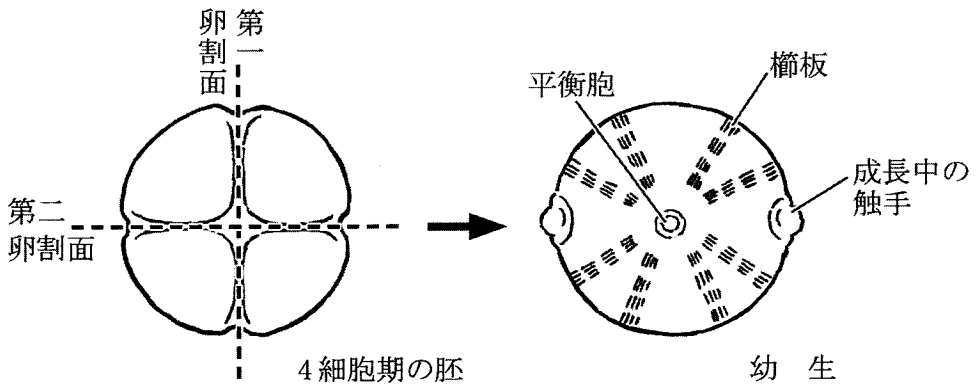


図1 胚と幼生の模式図

問1 下線部①に関して、クシクラゲ類の平衡胞の内部には平衡石がある。一方、ヒトの平衡受容器は、平衡石をもつ部分Xと、平衡石をもたない部分Yに分かれている。部分Xおよび部分Yについて、それぞれの名称とはたらきを答えよ。

問2 下線部②に関して、櫛板はクシクラゲ類に特有の器官であり、多数の繊毛からできている。櫛板の運動に必要な細胞骨格の名称を答えよ。

問3 下線部③に関して、予定運命を調べるにはどのような方法が考えられるか、答えよ。

問4 4細胞期の胚を用いて、以下の実験AとBを行った。図2は実験の概略である。(1)と(2)の問いに答えよ。

実験A：第一卵割面にそって胚を2個に分割した。その結果、4列の櫛板と1本の触手をもつ異常な幼生が2個得られた。

実験B：第一卵割面および第二卵割面にそって胚を4個に分割した。その結果、2列の櫛板と1本の触手をもつ異常な幼生が4個得られた。

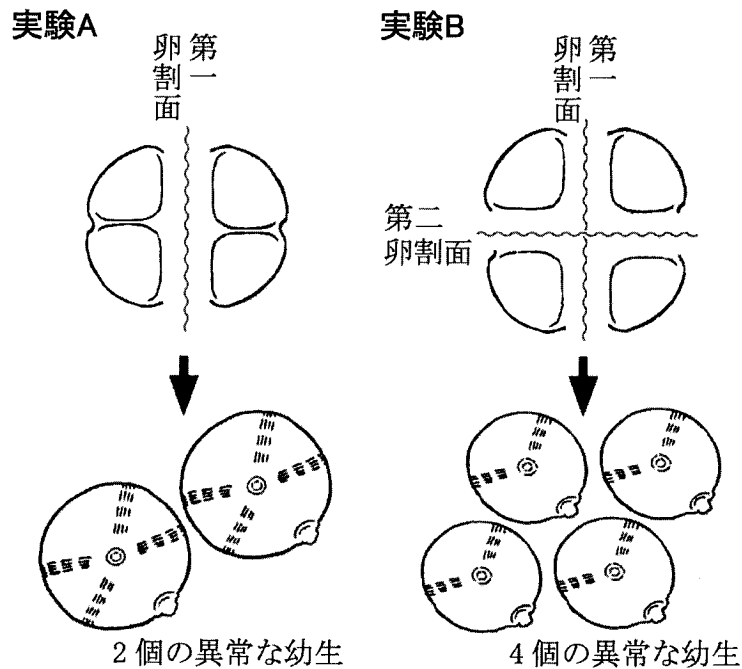


図2 実験の概略

- (1) 実験Aで得られた幼生は、4列の櫛板と1本の触手をもっていた。この結果は、胚に含まれる細胞質のどのような性質にもとづくと考えられるか、説明せよ。
- (2) 実験Bで得られた4個の異常な幼生について、触手の数をすべて足しあわせると、4本であった。一方、正常な幼生の触手は2本である。触手の総数が正常な幼生よりも増えたのは、どのような理由によると考えられるか、説明せよ。

生 物

第 3 問 (25点)

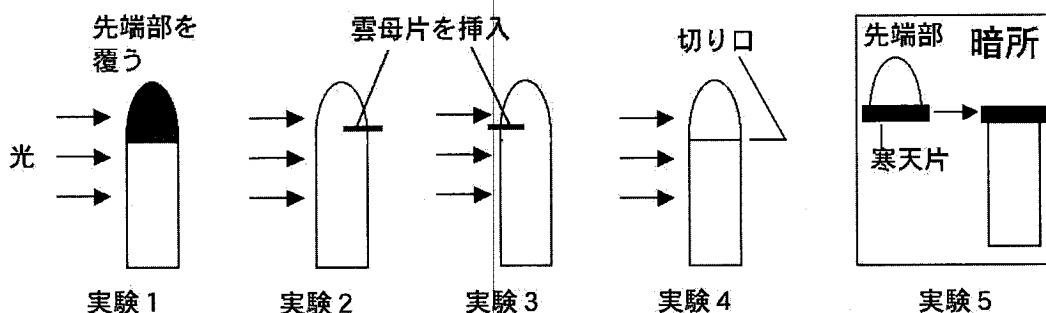
オーキシンに関する次の文章を読み、問1～問5に答えよ。

オーキシンは、植物体に含まれる植物ホルモンと呼ばれる一群の生理活性物質の1つである。オーキシンは、光屈性に関する研究を通して、最初に発見された植物ホルモンであり、植物細胞の伸長成長を促進するはたらきを持つことから、「成長・増加」を意味するギリシャ語にちなんで命名された。

オーキシンという名称は総称であり、植物体に含まれる天然のオーキシンは（ア）という化学物質である。植物体内でのオーキシンの移動には方向性があり、（イ）^②とよばれる。オーキシンは、植物細胞の成長促進のほかにも、様々な生理現象に関わっており、植物の細胞増殖や組織・器官の分化の調節でも重要な役割を担っている。^④

問1 文章中の空欄（ア）と（イ）に入る適切な語句を答えよ。

問2 下線部①に関して、イネ科植物の幼葉鞘^{ようようしょう}を用いて、図に示す実験1～5をそれぞれ行った。



図

- 実験1：幼葉鞘の先端部を覆って光をさえぎり，全体に一方向から光をあてた。
- 実験2：幼葉鞘の先端部の下に，雲母片を幼葉鞘の中ほどまで水平に挿入し，挿入した雲母片とは反対の方向から光をあてた。
- 実験3：幼葉鞘の先端部の下に，雲母片を幼葉鞘の中ほどまで水平に挿入し，挿入した雲母片の方向から光をあてた。
- 実験4：幼葉鞘の先端部を切り取り，再び切り口にのせた後，一方向から光をあてた。
- 実験5：切り取った幼葉鞘の先端部を寒天片の上にしばらくのせた後，その寒天片だけを幼葉鞘の切り口全面にのせ，寒天片がのった幼葉鞘を暗所に置いた。

なお，すべての実験では，実験を行う前まで暗所で生育させた幼葉鞘を用い，各種の実験操作も暗所で行った。その後，実験1～4では，白色の蛍光灯を用いて光を照射した。

実験1～5のうち，屈曲が起こると考えられるものには○を，起こらないと考えられるものには×を解答欄に記入せよ。さらに，×を記入したものについては，その理由を述べよ。

問3 下線部②に関して，オーキシンは茎の先端部で合成されて基部方向に移動するが，逆の方向には移動しない。オーキシンが，茎の先端部から基部へと一方向に移動するしくみを説明せよ。

問4 下線部③に関連して，下のA～Dの生理現象のうち，オーキシンの作用によると考えられるものには○を，他の植物ホルモンの作用によると考えられるものには×を解答欄に記入せよ。さらに，×を記入したものについては，その生理現象に関わる植物ホルモンの名称を答えよ。

- | | |
|--------------|----------------|
| A：葉の気孔の閉孔促進 | B：未熟バナナ果実の成熟促進 |
| C：光発芽種子の発芽促進 | D：無傷植物の側芽の成長抑制 |

問5 下線部④に関して，ある植物体から切り出した組織片を，オーキシンともう一種の植物ホルモンを含む培地で無菌的に培養すると，不定形で未分化な細胞の塊が形成された。この不定形で未分化な細胞の塊を何とよぶか，その名称を答えよ。また，この不定形で未分化な細胞の塊を，オーキシンの濃度が高い培地に移して，さらに培養を続けると，どのような器官が分化する（生じる）場合が多いか，器官の名称を答えよ。

(空 白)

生 物

第 4 問 (25点)

個体群の構造に関する次の文章を読み、問1～問4に答えよ。

ある地域内に生息する同種の個体の集団を個体群という。個体群内では、食物や生息場所をめぐる競争や雌雄間での繁殖など、個体どうしが相互にかかわりあいながら生活している。ある生物が生活する単位空間あたりの個体数は、個体群密度とよばれ、個体群密度が高くなると、1個体が利用できる食物や生活空間は減少し、個体の成長速度が低下して、死亡率は上昇する。

個体群を構成する個体の分布様式は、個体間のかかわりを反映している。分布様式は、大別すると図a～cに示された3つの型に区分される。すなわち、個体が生息域の特定の場所にかたまった分布(図a)、それぞれの個体が一定の間隔をおく分布(図b)、ある個体の存在が他個体の存在位置と関係のない分布(図c)である。例えば、大きい種子をもつ植物では、個体が特定の場所にかたまり、図aのような分布様式を示すことが多い。動物でも、個体が集まって群れをつくる③ことがある。一方、資源をめぐる個体間の競争が激しいときや、動物における④縄張りの形成のように、それぞれの個体が一定空間を占有する傾向があるときには、個体の分布様式は、図bのようになる。

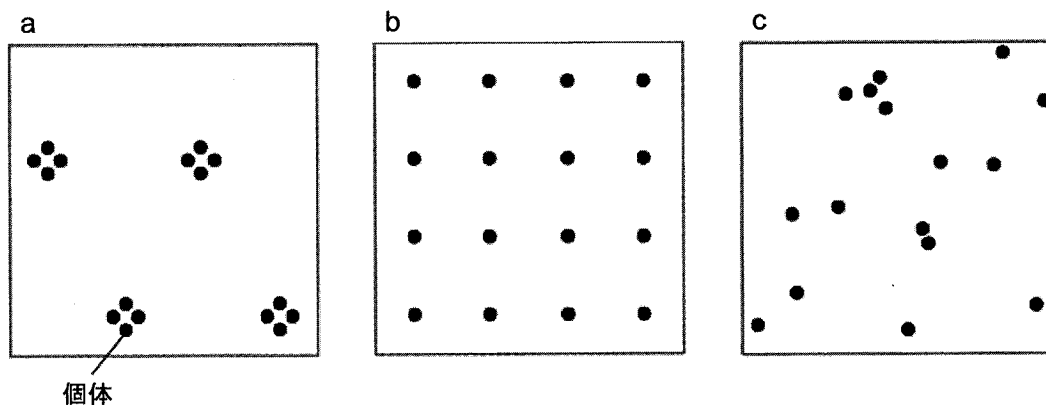


図 個体群内での個体の分布様式

問1 下線部①に関して、(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) 図a～cに示された分布様式の名称を答えよ。

(2) 図cのような分布様式を示す生物の具体的な例を1つあげよ。また、その生物のどのような特徴によって図cのような分布様式が生じるのか、答えよ。

問2 下線部②に関して、光や水分、栄養分などの条件が場所によって変わらない環境において、ある植物の芽生えは、いくつかの特定の場所にかたまって分布した。この個体群を追跡調査したところ、時間の経過とともに死亡する個体が増え、生き残って成長した個体は、互いに一定の間隔をおいて分布した。このような分布様式の変化が生じた理由として考えられることを答えよ。

問3 下線部③に関して、(1)と(2)の問いに答えよ。

(1) 個体が生存し繁殖するうえで、動物が群れをつくることの利点は何か、3つ答えよ。

(2) 個体が生存し繁殖するうえで、植物がある程度高い個体群密度をもつことの利点は何か、3つ答えよ。

問4 下線部④に関して、縄張りをつくることによって個体が確保できるものを2つ答えよ。