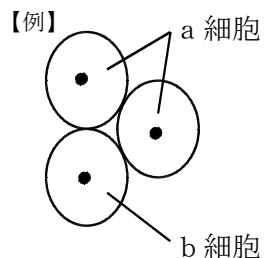


高校生物 専門問題例

例 1 被子植物の生殖と発生について、(1)～(6)の問い合わせに答えなさい。

- (1) 被子植物の生活環における配偶体の名称を2つ答えなさい。
- (2) ある被子植物で雄性配偶子が2,000個形成されたとすると、この被子植物には最低何個の花粉母細胞があったと考えられるか、答えなさい。
- (3) 受精直前の胚珠の模式図を、内部にある細胞を含めて描きなさい。また、右の例のように、図中に描かれたすべての細胞の名称も答えなさい。
- (4) 胚のう母細胞から雌性配偶子が形成されるまでの過程における、核1個当たりのDNA量の変化のようすを、解答用紙のグラフの「a」から続けて表しなさい。なお、「a」から減数分裂のS期がはじまり、「雌性配偶子」のラインで雌性配偶子が形成されるものとする。また、グラフ中で核相が $2n$ から n に半減するところで横軸に対して垂線をひき、垂線が横軸と交わるところに「n」と表しなさい。なお、垂線は破線で表すこととする。
- (5) バラ科やアブラナ科などの植物では、同一個体で受粉しても、花粉が発芽しなかったり花粉管が伸長しなかったりするしくみを持つ。このようなしくみの名称を答えなさい。また、なぜこのしくみを持っていると考えられるか、その理由を説明しなさい。
- (6) ソラマメの種子とイネの種子の相違点を、栄養分の貯蔵の観点から説明しなさい。



(令和元年度)

例 2 植物の反応と調節について、(1)～(4)の問い合わせに答えなさい。

- (1) 次の(ア)～(オ)の植物の反応の中から、①屈性及び②膨圧運動のそれぞれに該当する反応をすべて選び、記号で答えなさい。

(ア) チューリップの花の開閉 (イ) キュウリの巻きひげ (ウ) 花粉管の伸長
(エ) オジギソウの葉の就眠運動 (オ) 気孔の開閉

- (2) 次の文中の(a)～(c)に適する語句を答えなさい。

オオムギの種子は、発芽条件が整うまでは(a)のはたらきによって休眠が維持されているが、吸水や温度などが刺激となり、(b)からジベレリンが分泌されることで休眠が解除される。ジベレリンが(c)に作用すると、アミラーゼが合成、分泌されて種子に貯蔵されていたデンプンが糖に分解される。

- (3) 光発芽種子の発芽は、赤色光によって促進され遠赤色光によって抑制される。このしくみについて、関係する色素タンパク質に着目して説明しなさい。

- (4) オーキシンの濃度による幼葉鞘の成長について調べるために、植物が合成する天然のオーキシンであるインドール酢酸(IAA)を用いて、次の実験を行った。いろいろな濃度のインドール酢酸(IAA)溶液をつくり、その中に幼葉鞘を浸して一定時間放置した後に幼葉鞘の長さを測定したところ、下の表のような結果が得られた。実験には3cm程度に成長したマカラスムギの幼葉鞘を使用した。先端から5mmを切除し、そこから1cmの長さを切り取って使用した。(a)・(b)の問い合わせに答えなさい。

【表】

IAA濃度(%)	0(蒸留水)	1×10^{-6}	1×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-3}	1×10^{-2}	1×10^{-1}
平均伸長量(mm)	2.1	2.3	3.4	5.8	6.9	4.7	1.5

- (a) 下線部のような処理を行う理由を説明しなさい。

- (b) この実験結果をもとに、オーキシン濃度と幼葉鞘の伸長との関係について説明しなさい。

(令和元年度)

例 3 生体膜とタンパク質について、(1)～(5)の問い合わせに答えなさい。

(1) 生体膜の構造を、次の語句をすべて用いて説明しなさい。

【語句】リン脂質分子 疎水性 流動性

(2) 次の文を読み、(a)・(b)の問い合わせに答えなさい。

他の人の皮膚や臓器を移植すると(ア)を起こして移植片は排除される。自己、非自己の識別には、細胞膜の表面に存在する糖タンパク質が利用されており、これを(イ)抗原という。ヒトでは、HLA(ヒト白血球型抗原)とよばれ、第6染色体上にある6対の遺伝子によって決まる。HLA遺伝子の対立遺伝子数は非常に多いため、HLAが他人と一致することは極めてまれであるが、兄弟姉妹間のHLAは約25%の確率で一致する。

(a) 文中の(ア)・(イ)に適する語句を答えなさい。

(b) 文中の下線部のようになる理由を、簡潔に説明しなさい。

(3) 生体膜が大きく変形することによって、タンパク質などの大きな分子を内部に取り込む現象の名称を答えなさい。

(4) 原形質流動に関する①細胞骨格と②モータータンパク質の名称をそれぞれ答えなさい。

(5) 細胞間結合の一種であるギャップ結合について、結合に関わるタンパク質の特徴と役割について説明しなさい。

(令和2年度)

例 4 ニューロンについて、(1)～(5)の問い合わせに答えなさい。

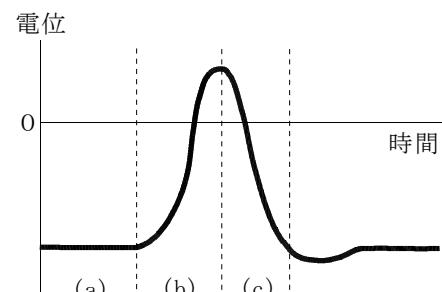
(1) 軸索の太さが同じであれば、有髓神経纖維の方が無髓神経纖維より伝導速度が速い。その理由を、次の語句をすべて用いて説明しなさい。

【語句】跳躍伝導 非電導性 活動電流

【図1】

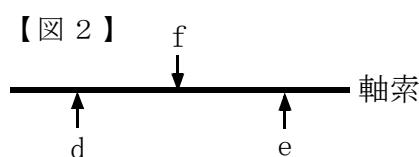
(2) 図1は、ニューロンに刺激を加えた時の時間の経過と、膜外を基準とした膜内の電位の変化を示したものである。次の(ア)～(ウ)のイオンチャネルが開いている状態になっている時間帯を、図中の(a)～(c)からすべて選び、それぞれ記号で答えなさい。

- (ア) 電位依存性Na⁺チャネル
(イ) 電位依存性K⁺チャネル
(ウ) 電位非依存性K⁺チャネル



(3) 複数のニューロンが束になった感覚神経において、受容した刺激の強弱の情報はどういうなかたちで中枢に伝えられるか、2つ答えなさい。

(4) 図2のように、軸索のd点とe点を同時に刺激すると、d点からの興奮とe点からの興奮がf点で衝突し、それぞれの興奮は消滅する。衝突した興奮が消滅する理由を説明しなさい。



(5) 興奮性シナプスおよび抑制性シナプスにおいて興奮が伝達されると、シナプス後膜の膜外に対する膜内の電位はどのように変化するか。シナプス後膜にあるイオンチャネルから流入するイオンの種類を含めて、それぞれ説明しなさい。

(令和2年度)

例 5 図は光合成のしくみを模式化したものである。図中の(ア)～(キ), (エ)～(オ)について、(1)～(6)の問い合わせに答えなさい。ただし、同じ記号には同じ語句が入るものとする。

(1) 光合成は葉緑体で行われ、その過程は図のような(ア)と(イ)での2段階からの反応になる。(ア)と(イ)の反応は葉緑体のどの部分で起こるか答えなさい。

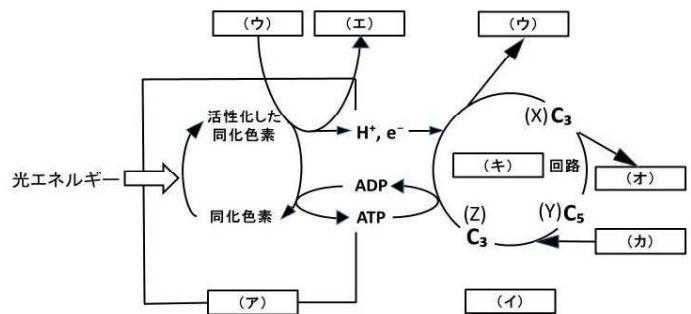
(2) (オ)～(キ)に適する語句を答えなさい。

(3) (ア)の中で行われる反応のうち、(ウ)から(エ)への反応に関わる反応系の名称を答えなさい。

(4) (キ)回路で行われる反応は、光がないと停止する。光を遮断した直後に濃度が高くなるのは、(キ)回路中の化合物(X)～(Z)のうちのどれか、記号で答えなさい。またその化合物の名称を答えなさい。

(5) (キ)回路の反応では3分子の(カ)を用いて6分子の(X)がつくられ、そのうち5分子が(Y)の再生に、1分子が(オ)の合成に利用される。このとき何分子の(Y)が再生されるか答えなさい。

(6) (ア)におけるATPの合成過程を、「H⁺」、「濃度勾配」、「酵素」という3語をすべて用いて説明しなさい。
(令和3年度)



例 6 DNAの複製について、(1)～(8)の問い合わせに答えなさい。

A メセルソンとスタールは、¹⁵NのみをDNAにもつ大腸菌を第1世代として¹⁴Nのみを含む培地で数世代にわたり培養し、各世代のDNAを遠心分離によって¹⁴Nのみを含むDNA (¹⁴N + ¹⁴N), ¹⁴Nと¹⁵Nを両方含むDNA (¹⁴N + ¹⁵N), ¹⁵Nのみを含むDNA (¹⁵N + ¹⁵N)に分離し、その比率を比較することでDNAの複製方式が半保存的複製であることを証明した。

(1) 第4世代のDNAの分離比率を答えなさい。

(2) DNAの複製方式が保存的複製である場合、第4世代のDNAの分離比率を答えなさい。

B DNAポリメラーゼは、鑄型となるヌクレオチド鎖のうち一方には、連続的に新生鎖を合成するが、もう一方には、短いDNA断片を不連続に合成する。この断片は(a)と呼ばれ、これらが(b)という酵素で結合されて新生鎖となる。

(3) 文中の(a)・(b)に適する語句を答えなさい。

(4) 鑄型となるヌクレオチド鎖によって、新生鎖合成の違いが生じる原因となるDNAポリメラーゼの性質を説明しなさい。

C PCR法はDNA複製のしくみを応用したもので、鑄型DNAにDNAポリメラーゼ、4種類のヌクレオチド、(c)を加え、設定温度が異なる3つのステップを1サイクルとし、これを繰り返すことで、同一のDNA断片を短時間で多量に増幅することができる。

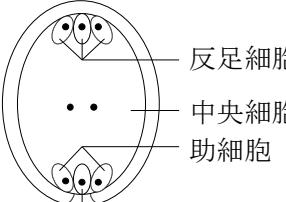
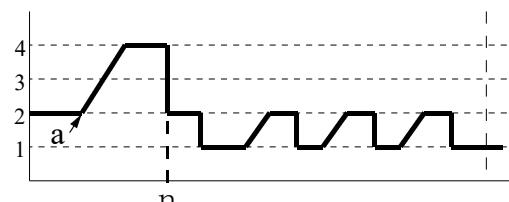
(5) 文中の(c)に適する語句を答えなさい。

(6) 3つのステップの設定温度をそれぞれ55℃, 72℃, 95℃とするとき、その順番を答えなさい。

(7) PCR法に用いるDNAポリメラーゼには、通常の酵素にはない特別な性質が必要となる。その性質を簡潔に説明しなさい。

(8) 鑄型DNA 1個を100万個以上に増幅するために必要な最小サイクル数を答えなさい。
(令和3年度)

高校生物 正答例

問題番号		正 答 例
例 1	(1)	花粉 胚のう
	(2)	250 (個)
	(3)	 <p>反足細胞 中央細胞 助細胞 卵細胞</p>
	(4)	
	(5)	<p>名称 自家不和合性</p> <p>理由 自家受精を防ぎ、他個体と受精することで遺伝子の多様性が高まり、多様な環境に適応できるようになるから。</p>
	(6)	ソラマメの種子は無胚乳種子で栄養分を子葉に蓄える。イネの種子は有胚乳種子で栄養分を胚乳に蓄える。
例 2	(1)	<p>① (イ) (ウ)</p> <p>② (エ) (オ)</p>
	(2)	<p>(a) アブシシン酸</p> <p>(b) 胚</p> <p>(c) 糊粉層</p>
	(3)	色素タンパクの1種であるフィトクロムが関与する。フィトクロムにはPr型とPfr型があり、Pr型は赤色光を吸収するとPfr型になり、発芽を促進する。Pfr型は、遠赤色光を吸収するとPr型になり、発芽の促進を行わない。
	(4)	<p>(a) 幼葉鞘の先端でつくられるオーキシンの効果を排除するため。</p> <p>(b) オーキシン濃度が$1 \times 10^{-3}\%$程度までは濃度に応じて幼葉鞘の伸長量が大きくなる。それより高い濃度では伸長量は小さくなっていき、$1 \times 10^{-1}\%$では伸長が抑制される。</p>

問題番号		正 答 例				
例 3	(1)	生体膜を構成するリン脂質分子は、疎水性の部分を内側に向けて2層に並び、安定した構造をとるが、流動性があるため膜の形状は柔軟に変化する。				
	(2)	(a)	(ア)	拒絶反応		
			(イ)	主要組織適合		
	(2)	(b)	6対のHLA遺伝子間の距離が近く、組換えがほとんど起こらないため、子のHLA遺伝子の組み合わせが最大4通りしかないから。			
	(3)	エンドサイトーシス				
	(4)	(①)	アクチシフィラメント			
		(②)	ミオシン			
例 4	(5)	中空のタンパク質で、細胞間の物質の通路となる。				
	(1)	有髓神経纖維には非電導性の髓鞘があるため、活動電流がランビエ絞輪間を跳躍伝導するため。				
	(2)	(ア)	(b)			
		(イ)	(c)			
		(ウ)	(a), (b), (c)			
	(3)	興奮するニューロンの数の違い				
		ニューロンに発生する興奮の頻度の違い				
	(4)	興奮した直後の軸索は不応期となり、反対側から来た活動電流に反応しないため。				
	(5)	興奮性シナプス	ナトリウムイオンが流入し、膜内の電位は上昇する。			
		抑制性シナプス	塩化物イオンが流入し、膜内の電位は下降する。			

問題番号		正 答 例
例 5	(1)	(ア) チラコイド ----- (イ) ストロマ
	(2)	(オ) 有機物
		(カ) 二酸化炭素
	(キ) カルビン・ベンソン	
	(3)	光化学系 II
	(4)	記号 (Z) ----- 名称 ホスホグリセリン酸
(5)		3 分子
(6)		電子伝達系でチラコイド内に輸送されたH ⁺ 濃度が高くなると、ストロマ側との濃度勾配に従って、H ⁺ がチラコイド膜にあるATP合成酵素を通ってストロマ側にもどる。このときATP合成酵素によってATPが合成される。
例 6	(1)	3 : 1 : 0
	(2)	7 : 0 : 1
	(3)	(a) 岡崎フラグメント
		(b) DNAリガーゼ
	(4)	DNAポリメラーゼは、5'末端→3'末端方向にのみヌクレオチド鎖を伸長する性質。
	(5)	(c) プライマー
	(6)	95°C → 55°C → 72°C
	(7)	90°C以上の高温でも失活せず、高い活性が保たれるという性質。
(8)		20サイクル