平成３１年度　入学者選抜試験問題

一般入学試験

理　科　(100分)

Ⅰ　注意事項

1　**試験開始の合図があるまで，この問題冊子の中を見てはいけません。**

2　この問題冊子は86ページあります。各科目の出題ページは下記のとおりです。

物理　4～31ページ
化学　32～53ページ
生物　54～86ページ

3　試験中に問題冊子の印刷不鮮明，ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気づいた場合は，手を挙げて監督員に知らせなさい。

4　**解答用紙は２枚配付されます。解答用紙には解答欄以外に次の記入欄があるので，その説明と解答用紙の「記入上の注意」を読み，それぞれ正しく記入し，マークしなさい。**

①　**受験番号欄**
受験番号を記入し，さらにその下のマーク欄に**マークしなさい。正しくマークされていない場合は，採点できないことがあります。**

②　**氏名欄**
氏名・フリガナを記入しなさい。

③　**解答科目欄**
解答する科目を一つ選び，科目の下の○に**マークしなさい。マークされていない場合または複数の科目にマークされている場合は，０点**となります。

5　試験開始後30分間および試験終了前５分間は退出できません。

6　この表紙の受験番号欄に受験番号を記入しなさい。**この問題冊子は試験終了後回収します。**

Ⅱ　解答上の注意

1　解答はすべて解答用紙の所定の欄へのマークによって行います。たとえば，大問 1 の 3 と表示のある問いに対して②と解答する場合は，次の〈例〉のように解答番号３の解答欄の②をマークします。

〈例〉

1	解答欄									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3	①	●	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩

受験番号			

生　物

1　細胞膜の構造や働きに関する次の文（A～C）を読み，下の問1～8に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 8 〕

A　浸透圧とは，濃度の異なる2つの溶液が半透膜を介して接していて，溶質濃度の違いにより浸透が起こるときに生じる圧力をいう。ヒトの細胞と等張といわれる食塩水の濃度は約 ア %である。また，植物細胞では細胞壁が存在するため，等張液からスクロースを溶質とする高張液に移すと イ が生じる。

問1　文中の ア ・ イ にあてはまる数値と語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ
①	0.5	原形質分離
②	0.7	原形質分離
③	0.9	原形質分離
④	0.5	膨圧
⑤	0.7	膨圧
⑥	0.9	膨圧

問2　浸透圧に関する記述として誤っているものはどれか。次の①～④のうちから一つ選びなさい。 2

① 植物細胞の細胞壁は全透膜であり，溶媒も溶質も通過することができる。

② ヒトの赤血球を極端な低張液に浸すと，溶血が起こる。

③ 塩漬けなどの漬物では，外の溶質濃度が食品中の塩分や糖分などの濃度より高い。この溶質濃度の差によって，食品内の水分が減少する。

④ 植物細胞の浸透圧は，外液の浸透圧にかかわらず，常に吸水力と等しい。

B　細胞膜はリン脂質の二重層からできており，その中にさまざまなタンパク質が配置されている。これらのタンパク質は物質の輸送や細胞間の結合などに働く。

イオンはリン脂質二重層を透過しにくく，ナトリウムイオンやカリウムイオンは，［ウ］，ナトリウムチャネル，カリウムチャネルなどの膜輸送タンパク質によって細胞膜を透過する。［ウ］はATP分解酵素として働き，このときに得られるエネルギーを用いて，ナトリウムイオンを細胞［エ］へ，カリウムイオンを細胞［オ］へ移動させる。

動物の上皮組織では，次の［カ］～［ク］のような細胞間結合が見られる。細胞どうしが膜を貫通しているタンパク質によって小さな分子も通れないほど隙間なく結合しているのは［カ］である。また，隣接する細胞の膜タンパク質が細胞内にある細胞骨格と結合し，組織に伸縮性や強度を与えるのは［キ］である。さらに，細胞どうしが管状のタンパク質でつながれ，細胞間でイオンや糖，アミノ酸などの小さな分子が移動できるのは［ク］である。

問3　文中の［ウ］～［オ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［3］

	ウ	エ	オ
①	シャペロン	外	外
②	シャペロン	外	内
③	シャペロン	内	外
④	シャペロン	内	内
⑤	ナトリウムポンプ	外	外
⑥	ナトリウムポンプ	外	内
⑦	ナトリウムポンプ	内	外
⑧	ナトリウムポンプ	内	内

問4　文中の［カ］～［ク］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［4］

	カ	キ	ク
①	ギャップ結合	固定結合	密着結合
②	ギャップ結合	密着結合	固定結合
③	固定結合	ギャップ結合	密着結合
④	固定結合	密着結合	ギャップ結合
⑤	密着結合	固定結合	ギャップ結合
⑥	密着結合	ギャップ結合	固定結合

問5　細胞間の結合に関連して，隣り合った上皮細胞どうしをそれぞれの細胞内の中間径フィラメントと連結して強固に結合する円盤状の構造の名称として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［5］

① アクアポリン
② インテグリン
③ カドヘリン
④ デスモソーム
⑤ フィブリノーゲン
⑥ ヘミデスモソーム

C　スクロース溶液と蒸留水が細胞膜を介して接しているときに生じる浸透圧を「スクロース溶液の浸透圧」とし，細胞膜の内側に含まれる溶液（細胞内液）と蒸留水が細胞膜を介して接しているときに生じる浸透圧を「細胞膜内の浸透圧」として，それぞれの浸透圧について，次の関係が成り立つものとする。

・スクロース溶液の浸透圧はスクロース溶液の濃度に比例する。

・スクロース溶液の濃度が 1 mol/L のときのスクロース溶液の浸透圧は 25 気圧に相当する。

・細胞膜内の浸透圧と細胞膜が囲む容積の積は一定である。

次の表 1 は，ある植物細胞をさまざまな濃度のスクロース溶液（27 ℃）に 30 分間浸し，細胞の容積が変化しなくなったことを確認した後，細胞の容積を測定した結果を示している。

表 1

スクロース溶液の濃度（mol/L）	0.0	0.24	0.27	0.30	0.33	0.36	0.39
細胞壁が囲む容積（相対値）	100	90	85	80	80	80	80
細胞膜が囲む容積（相対値）	100	90	85	80	72	67	62

問 6　この細胞が等張液中に存在しているときの細胞膜内の浸透圧の大きさとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6

① 7.5 気圧　② 8.3 気圧　③ 9.7 気圧
④ 10.3 気圧　⑤ 11.7 気圧　⑥ 12.4 気圧

問 7　蒸留水中における膨圧の大きさとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 7

① 4.0 気圧　② 4.7 気圧　③ 6.0 気圧
④ 7.0 気圧　⑤ 7.5 気圧　⑥ 8.8 気圧

問8　0.24 mol/L のスクロース溶液中における膨圧の大きさとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 8

① 0.3 気圧　② 0.7 気圧　③ 1.2 気圧
④ 1.8 気圧　⑤ 2.6 気圧　⑥ 3.0 気圧

（下　書　き　用　紙）

生物の試験問題は次に続く。

2 代謝に関する次の文（A～C）を読み，下の問1～10に答えなさい。

〔解答番号 1 ～ 10 〕

A 生産者は，光エネルギーを利用してATPを合成し，有機物の中に［ア］エネルギーとして蓄える。［ア］エネルギーは，食物連鎖を通じてさまざまな生物に受け渡され，生命活動に利用される。この過程で利用されるエネルギーは，最終的に［イ］エネルギーとして生態系から失われる。生体内で酸素を用いて有機物からエネルギーを取り出す過程を呼吸という。このように複雑な物質を単純な物質に分解し，エネルギーを放出する過程を［ウ］という。

問1 文中の［ア］～［ウ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 1

	ア	イ	ウ
①	化学	化学	異化
②	化学	化学	同化
③	化学	熱	異化
④	化学	熱	同化
⑤	熱	化学	異化
⑥	熱	化学	同化
⑦	熱	熱	異化
⑧	熱	熱	同化

問2　下線部に関連して，呼吸での反応系におけるATP合成酵素が存在する場所と，そのATP合成反応の名称の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 2

	場所	名称
①	ミトコンドリアのマトリックス	光化学反応
②	ミトコンドリアのマトリックス	光リン酸化
③	ミトコンドリアのマトリックス	酸化的リン酸化
④	ミトコンドリアの内膜	光化学反応
⑤	ミトコンドリアの内膜	光リン酸化
⑥	ミトコンドリアの内膜	酸化的リン酸化
⑦	ミトコンドリアの外膜	光化学反応
⑧	ミトコンドリアの外膜	光リン酸化
⑨	ミトコンドリアの外膜	酸化的リン酸化

B　呼吸は，生物が備えているATP合成のしくみで，解糖系，クエン酸回路，電子伝達系という3つの過程からなる。このうち，電子伝達系は［エ］の［オ］物質から［カ］物質に次々と電子が伝達される反応と，ATPの合成を結びつけている。解糖系とクエン酸回路で生じたH^+やe^-は電子受容体に渡され，その化合物がミトコンドリアにある電子伝達系に運ばれる。電子伝達系では，その化合物からH^+やe^-が放出され，e^-はシトクロムなどの間を次々と伝達される。そのe^-の移動にともなってH^+が［キ］から［ク］に運ばれ，［ケ］をはさんで，H^+の濃度勾配が形成される。H^+は濃度の高い［ク］から［キ］に流れ込み，ATP合成酵素は，このH^+の流入のエネルギーを利用してADPからATPを合成する。

一方，光合成の光化学系Ⅱにおいて，e^-を与えるのは［コ］であり，［コ］からe^-が引き抜かれると［サ］が生じる。引き抜かれたe^-は光化学系Ⅱから光化学系Ⅰへ移動して，それにともなって，H^+が［シ］から［ス］に運ばれ，［セ］をはさんだH^+の濃度勾配が形成される。H^+は濃度の高い［ス］から［シ］に流れ込もうとし，ATP合成酵素は，このH^+の流入のエネルギーを利用してADPからATPを合成する。光化学系で伝達された電子は，最終的に［ソ］に渡され，［タ］が生産される。

光合成では，［コ］は，［ソ］よりも［チ］が［ツ］ため，光からエネルギーを得ることで，電子伝達とH^+の輸送が行われている。

問3　文中の［エ］～［カ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［3］

	エ	オ	カ
①	還元力	強い	弱い
②	還元力	弱い	強い
③	濃度	高い	低い
④	濃度	低い	高い
⑤	分子量	大きい	小さい
⑥	分子量	小さい	大きい

問4　文中の［キ］～［ケ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［4］

	キ	ク	ケ
①	細胞質基質	ミトコンドリアの外膜と内膜の間の空間	ミトコンドリアの外膜
②	細胞質基質	ミトコンドリアのマトリックス	ミトコンドリアの内膜
③	ミトコンドリアの外膜と内膜の間の空間	細胞質基質	ミトコンドリアの外膜
④	ミトコンドリアの外膜と内膜の間の空間	ミトコンドリアのマトリックス	ミトコンドリアの内膜
⑤	ミトコンドリアの外膜と内膜の間の空間	ミトコンドリアのマトリックス	ミトコンドリアの外膜
⑥	ミトコンドリアのマトリックス	細胞質基質	ミトコンドリアの内膜
⑦	ミトコンドリアのマトリックス	ミトコンドリアの外膜と内膜の間の空間	ミトコンドリアの内膜
⑧	ミトコンドリアのマトリックス	ミトコンドリアの外膜と内膜の間の空間	ミトコンドリアの外膜

問5　文中の［コ］・［サ］にあてはまるものの組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［5］

	コ	サ
①	NADH	NAD^+ と H^+
②	NAD^+ と H^+	NADH
③	$FADH_2$	FAD と H^+
④	FAD と H^+	$FADH_2$
⑤	NADPH	$NADP^+$ と H^+
⑥	$NADP^+$ と H^+	NADPH
⑦	H_2O	O_2 と H^+
⑧	O_2 と H^+	H_2O

問6　文中の［シ］～［セ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［6］

	シ	ス	セ
①	細胞質基質	葉緑体の外膜と内膜の間の空間	葉緑体の外膜
②	葉緑体のストロマ	葉緑体の外膜と内膜の間の空間	葉緑体の内膜
③	葉緑体のストロマ	葉緑体のチラコイドの内側	葉緑体のチラコイド膜
④	葉緑体の外膜と内膜の間の空間	細胞質基質	葉緑体の内膜
⑤	葉緑体の外膜と内膜の間の空間	葉緑体のストロマ	葉緑体の外膜
⑥	葉緑体のチラコイドの内側	葉緑体のストロマ	葉緑体のチラコイド膜

問7　文中の［ソ］・［タ］にあてはまるものの組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［7］

	ソ	タ
①	NADH	NAD^+ と H^+
②	NAD^+ と H^+	NADH
③	$FADH_2$	FAD と H^+
④	FAD と H^+	$FADH_2$
⑤	NADPH	$NADP^+$ と H^+
⑥	$NADP^+$ と H^+	NADPH
⑦	CO_2 と H_2O	HCO_3^- と H^+
⑧	HCO_3^- と H^+	CO_2 と H_2O

問8　文中の［チ］・［ツ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［8］

	チ	ツ
①	還元力	強い
②	還元力	弱い
③	濃度	高い
④	濃度	低い
⑤	分子量	大きい
⑥	分子量	小さい

C　酵母は，呼吸とアルコール発酵の両方を同時に行うことができる。いま，ある酵母が 96 mg の酸素を吸収し，220 mg の二酸化炭素を放出したとする。ここでは，これらの反応に関与する化学物質について，グルコース（$C_6H_{12}O_6$）の分子量を 180，二酸化炭素（CO_2）の分子量を 44，酸素（O_2）の分子量を 32 とする。

問9　このときに消費したグルコースの質量（mg）として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 9 mg

① 180　② 270　③ 300　④ 360
⑤ 400　⑥ 450　⑦ 540　⑧ 720

問10　酵母が 96 mg の酸素を吸収し，問9で消費したグルコースの 2 倍のグルコースを消費したとすると，発生した二酸化炭素の質量（mg）として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 10 mg

① 182　② 268　③ 307　④ 352
⑤ 407　⑥ 444　⑦ 538　⑧ 713

（下　書　き　用　紙）

生物の試験問題は次に続く。

3　バイオテクノロジーに関する次の文（A・B）を読み，下の問1～7に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 9 〕

A　遺伝子に操作を加えたり，細胞や組織を人工的に培養するなどして，生物を利用する技術をバイオテクノロジー（生物工学）という。

PCR 法（ポリメラーゼ連鎖反応法）の開発は分子生物学のさまざまな研究や応用を飛躍的に向上させた。PCR 法は，耐熱性の DNA ポリメラーゼを用いて試験管内で DNA を簡単に増幅できる方法である。この方法では，約 ア ℃で DNA を一本鎖に解離させた後，約 イ ℃で DNA の一本鎖をプライマー（DNA）と結合させる（アニーリング）。さらに，約 ウ ℃で DNA ポリメラーゼによって DNA を複製させる。この過程を繰り返すことによって，短時間に大量に DNA が増幅される。

DNA の塩基配列を決定する方法は現在も改良が進んでいるが，1975 年に発表されたサンガー法（ジデオキシヌクレオチド法）は広く用いられた方法である。サンガー法では，塩基配列を決定したい DNA（鋳型とした DNA）の 1 本鎖に，DNA ポリメラーゼ，プライマー，4 種類のヌクレオチド，およびアデニン，グアニン，チミン，シトシンのいずれか 1 種類の塩基を含むジデオキシヌクレオチド（デオキシリボースの 3' 末端の炭素に－OH 基がないため，リン酸が結合できない）を加えて，相補的な DNA 鎖を合成させる。このとき，ジデオキシヌクレオチドを取り込んだところで DNA 鎖の伸長が停止するので，さまざまな長さの DNA 鎖が合成される。このような操作をアデニン，グアニン，チミン，シトシンを含む 4 種類のジデオキシヌクレオチド（ddA，ddG，ddT，ddC）についてそれぞれ行う。これら 4 つの反応系において合成されたヌクレオチド鎖をそれぞれ電気泳動法によって分離することにより，DNA 鎖の塩基配列を決定できる。

問1　PCR法に関して，文中の［ア］～［ウ］にそれぞれあてはまる数値の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［1］

	ア	イ	ウ
①	55	72	95
②	55	95	72
③	72	55	95
④	72	95	55
⑤	95	55	72
⑥	95	72	55

問2　1本の二本鎖DNAから始めて，PCR法の過程（1サイクル）を20回（20サイクル）行ったときに得られる二本鎖DNAの本数として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。なお，プライマーは増幅する2本鎖DNAの両端に結合するものとする。［2］本

① 20	② 40	③ 1024
④ 2048	⑤ 1048576	⑥ 2097152

問3　PCR法では，一般に17～30ヌクレオチド程度の長さのプライマーを用いることが多い。これは，プライマーが標的配列以外の配列に誤って結合することを避けるためである。いま，15ヌクレオチドのプライマーを用いたとき，3.0×10^9 塩基からなる1本鎖DNAにこのプライマーが結合する配列は，計算上，何カ所存在するか。最も適当なものを，次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。なお，$2^{10} \fallingdotseq 10^3$ と近似してよい。また，DNAの塩基はすべて同じ比率で含まれ，塩基はランダムに配列しているものとする。 3

① 0　② 2　③ 3　④ 6
⑤ 30　⑥ 60　⑦ 300　⑧ 600

問4　下線部に関して，次の図1は，サンガー法によって得られた電気泳動の結果の模式図である。この結果から考えて，鋳型となったDNAの1本鎖の塩基配列として最も適当なものはどれか。下の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 4

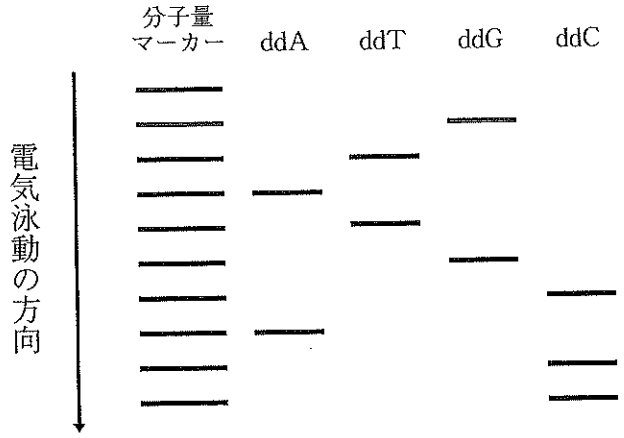

図1

① 5′－CCACGTATG－3′　② 5′－GTATGCACC－3′
③ 5′－GGTGCATAC－3′　④ 5′－CATACGTGG－3′
⑤ 5′－GGUGCAUAC－3′　⑥ 5′－GUAUGCACC－3′

問5　バイオテクノロジーのさまざまな手法に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

① 遺伝子DNAの特定の位置にある塩基が種によって異なっていることをSNP（スニップ）といい，遺伝子診断などに用いることができる。

② 体の一部に人為的に導入した外来の遺伝子をもつ細胞を含む生物をトランスジェニック生物という。

③ 逆転写酵素によってmRNAに相補的なDNAを合成することができる。このDNAにはエキソンが含まれず，イントロンのみが含まれる。

④ 1980年代にヒトの全塩基配列が解読され，ヒトゲノムプロジェクト（ヒトゲノム計画）の完了が宣言された。

⑤ 特定の遺伝子が発現しないようにすることを遺伝子のノックインという。

⑥ 発現を調べたい遺伝子の末端にGFP（緑色蛍光タンパク質）の遺伝子を組み込むと，紫外線を照射することでその遺伝子の発現を確認することができる。

B　人為的に遺伝子の新しい組合せをつくることを遺伝子組換えという。遺伝子組換え技術では，特定の塩基配列を認識してDNAを切断する［エ］と，DNAを連結する［オ］が用いられる。［エ］はDNAを構成するヌクレオチドのデオキシリボースとリン酸の間の結合を切断し，［オ］はヌクレオチドのデオキシリボースとリン酸を連結する。また，遺伝子組換え技術では，遺伝子を導入するために［カ］やウイルスなどがベクターとして用いられる。［カ］とは細菌がゲノムとは別にもつ小型の環状DNAで，細菌の菌体内で増殖して子孫に伝わる。

問6　遺伝子組換えに関して，文中の［エ］～［カ］にそれぞれあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［6］

	エ	オ	カ
①	制限酵素	DNAヘリカーゼ	プラスミド
②	制限酵素	DNAヘリカーゼ	プロモーター
③	制限酵素	DNAリガーゼ	プラスミド
④	制限酵素	DNAリガーゼ	プロモーター
⑤	DNAヘリカーゼ	制限酵素	プラスミド
⑥	DNAヘリカーゼ	制限酵素	プロモーター
⑦	DNAリガーゼ	制限酵素	プラスミド
⑧	DNAリガーゼ	制限酵素	プロモーター

問7　次の図2のような人工的な遺伝子を含むベクターを作製し，大腸菌に導入した。なお，図2中の灰色の部分は遺伝情報を含まない領域である。

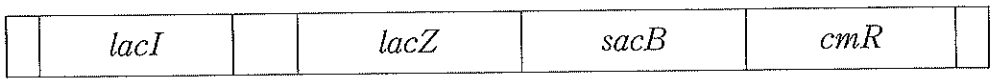

図2

lacI は *lacZ* の転写を抑制するリプレッサーの遺伝子で，常に発現している。

lacZ は β-ガラクトシダーゼ遺伝子，*sacB* はスクロース存在下で生育できないようにする遺伝子，*cmR* は抗生物質クロラムフェニコールの存在下でも生育できるようにする耐性遺伝子である。大腸菌は，スクロース存在下で，*sacB* が発現していないときは生育できるが，発現しているときは生育できない。また，大腸菌は，クロラムフェニコール存在下で，*cmR* が発現していないときは生育できないが，発現しているときは生育できる。オペロンのようにこれら3つの遺伝子はまとめて転写される。また，*IPTG* という物質は，*lacI* の産物（リプレッサー）と結合して，リプレッサーが *lacZ* 遺伝子のオペレーター部位に結合できないようにする性質をもつ。

以下の(1)～(3)の条件で培養するとき，この人工的な遺伝子を導入した組換え大腸菌が示す生育のようすを示す記述として最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちからそれぞれ一つ選びなさい。(1) 7　(2) 8　(3) 9

(1) *IPTG* とスクロースを与えず，クロラムフェニコールを与える。
(2) *IPTG* とスクロースを与えて，クロラムフェニコールを与えない。
(3) *IPTG* とクロラムフェニコールを与えて，スクロースを与えない。

① *cmR* 遺伝子が発現しないので，生育して増殖する。
② *cmR* 遺伝子が発現しないので，生育できない。
③ *cmR* 遺伝子が発現するので，生育して増殖する。
④ *cmR* 遺伝子が発現するので，生育できない。
⑤ *sacB* 遺伝子が発現しないので，生育して増殖する。
⑥ *sacB* 遺伝子が発現しないので，生育できない。
⑦ *sacB* 遺伝子が発現するので，生育して増殖する。
⑧ *sacB* 遺伝子が発現するので，生育できない。

4　動物の配偶子形成に関する次の文（A・B）を読み，下の問1～6に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 9 〕

A　ヒトを含む哺乳類の配偶子形成は，雄（男性）では精巣内で起こる。精巣に現れた始原生殖細胞は，分化して精原細胞となり，体細胞分裂によって増殖する。その後，精原細胞は，一次精母細胞に分化し，減数分裂を行う。減数分裂第一分裂で二次精母細胞が生じ，さらに減数分裂第二分裂で生じた精細胞は，やがて精子になる。ヒトの場合，1個の一次精母細胞から［ア］個の精子を生じる。

一方，雌（女性）では卵巣内で起こり，始原生殖細胞が卵原細胞に分化し，体細胞分裂によって増殖する。その後，卵原細胞から分化した一次卵母細胞が，減数分裂を経て卵になる。ヒトの場合，1個の一次卵母細胞から［イ］個の卵を生じる。

また，ヒトでは，女児の出生時に卵原細胞がすべて一次卵母細胞に分化しており，減数分裂の［ウ］で成熟を停止している。思春期以降は，一次卵母細胞の一部が減数分裂を再開して，減数分裂の［エ］で再び減数分裂を停止する。この細胞が排卵され，受精が成立すればさらに減数分裂を再開して，卵となる。受精はふつう［オ］で起こる。

問1　配偶子形成に関して，文中の［ア］・［イ］にそれぞれあてはまる数値の組合せを（ア，イ）の順に示したものとして最も適当なものはどれか。次の①～⑨のうちから一つ選びなさい。 1

① (1, 1)　② (1, 4)　③ (1, 8)
④ (4, 1)　⑤ (4, 4)　⑥ (4, 8)
⑦ (8, 1)　⑧ (8, 4)　⑨ (8, 8)

問2　配偶子形成に関して，文中の［ウ］・［エ］にそれぞれあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［2］

	ウ	エ
①	第一分裂前期	第二分裂前期
②	第一分裂前期	第二分裂中期
③	第一分裂前期	第二分裂後期
④	第一分裂中期	第二分裂前期
⑤	第一分裂中期	第二分裂中期
⑥	第一分裂中期	第二分裂後期

問3　減数分裂に関する説明として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［3］

① 減数分裂の過程ではDNAの複製が2回起こる。
② 減数分裂の第一分裂中期に相同染色体が対合して二価染色体が形成される。
③ 減数分裂の第一分裂が終了すると，細胞の染色体数は半減する。
④ 減数分裂の第一分裂が終了すると，DNA量はG_1期の体細胞の半分になる。
⑤ 減数分裂の第二分裂後期に相同染色体が互いに分離する。
⑥ 減数分裂の第二分裂前期に相同染色体間で乗換えが起こる。

問4　ヒトの受精に関して，文中の［ オ ］にあてはまる部位の名称として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［ 4 ］

① 子宮　② 体腔　③ 胎盤
④ 羊膜　⑤ 卵巣　⑥ 卵管

問5　精子と受精に関する説明として最も適当なものはどれか。次の①～⑤のうちから一つ選びなさい。［ 5 ］

① 受精によって卵が刺激され，発生が開始されることを表層反応という。
② 精細胞が精子になるときに，体細胞分裂が1回起こる。
③ 精子の核と中心体は卵の細胞質に入る。
④ 精子の先体はリソソームが変化したものである。
⑤ ウニの精子では，先体が卵黄膜に接することで先体突起が形成される。

B　2対の対立遺伝子が1対の相同染色体上にあるとき，これらの遺伝子が減数分裂において行動をともにする現象を連鎖という。

問6　ある動物について，体色を黒色にする遺伝子 A と白色にする遺伝子 a は，互いに優劣がなく，遺伝子 A と遺伝子 a がともに働いた場合，個体の体色は灰色になる。また，遺伝子 A（a）が働くためには遺伝子 B が必要であり，遺伝子 B をもたない個体はすべて体色が白色になる。なお，遺伝子 A と遺伝子 a，遺伝子 B と遺伝子 b は，それぞれ対立遺伝子である。

(1)　体色が白色の2つの異なる系統（純系）を両親として交雑したところ，雑種第1代はすべて灰色になった。両親と雑種第1代の遺伝子型の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 6

	両親	雑種第1代
①	*AABB* と *Aabb*	*AABb*
②	*AABB* と *aaBB*	*AaBB*
③	*AABB* と *aabb*	*AaBb*
④	*AAbb* と *aaBB*	*AaBb*
⑤	*AAbb* と *aabb*	*Aabb*
⑥	*aaBB* と *aabb*	*aaBb*

(2)　遺伝子 A（a）と遺伝子 B（b）は独立であるとする。このとき，(1)で生じた雑種第1代どうしを交配して得られる雑種第2代の表現型の分離比を「黒色：灰色：白色」で示したものとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 7

① 0：0：1　② 1：2：1　③ 1：2：5
④ 2：1：1　⑤ 3：6：7　⑥ 12：3：1

(3) (2)で生じた雑種第2代の中から，灰色個体と白色個体を選び交雑したところ，次世代は黒色：灰色：白色＝1：2：5になった。この灰色個体と白色個体の遺伝子型の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 8

	灰色	白色
①	*AaBB*	*aaBB*
②	*AaBB*	*aaBb*
③	*AaBB*	*Aabb*
④	*AaBB*	*aabb*
⑤	*AaBb*	*aaBB*
⑥	*AaBb*	*aaBb*
⑦	*AaBb*	*Aabb*
⑧	*AaBb*	*aabb*

(4) 遺伝子 *A* と遺伝子 *b* が連鎖しており，両遺伝子間の組換え価が20%であるとする。このとき，(1)で生じた雑種第1代どうしを交配して得られる雑種第2代のうち，灰色個体が生じる割合（%）として最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 9 %

① 1　② 4　③ 9　④ 16
⑤ 24　⑥ 34　⑦ 42　⑧ 51

（下　書　き　用　紙）

生物の試験問題は次に続く。

5　植物の環境応答に関する次の文（A・B）を読み，下の問1～8に答えなさい。〔解答番号 1 ～ 8 〕

A　動物と同様に，植物も環境の刺激を受け取り，その変化に対応しながら生活している。多くの種子植物の種子は，発芽に適さない時期を休眠した状態で過ごす。種子の休眠には［ア］が関与しており，［ア］は，気孔の閉鎖などの働きももっている。オオムギやイネなどの種子では環境条件が発芽に適したものになると，胚で［イ］が合成される。［イ］は糊粉層の細胞に作用し，［ウ］などの遺伝子発現を誘導する。［ウ］によって胚乳のデンプンが糖に分解され，これが胚に供給されることにより胚での吸水や呼吸が促進され発芽が誘導される。

水や温度の条件が適当であっても光が当たらないと発芽しない種子をa光発芽種子という。光のあまり当たらない場所で発芽して，光合成を行うようになるまでに含まれるエネルギーを使い切って枯れるのを防ぐために，このような性質をもつようになったと考えられる。光発芽種子の発芽にかかわる光受容体は［エ］である。通常，［エ］は細胞質に存在するが，発芽に必要な光を受け取ると核内に移動し，他のタンパク質と結合して発芽に関与する遺伝子の発現を誘導する。

一方，植物の成長にかかわる植物ホルモンも存在する。オーキシンは茎の伸長成長，茎や根の屈曲にも関与する。マカラスムギの幼葉鞘に一方から光を当てると正のb光屈性がみられる。これは幼葉鞘の先端部で合成されたオーキシンが伸長部まで移動する際に，光の当たる側（光側）と光の当たらない側（陰側）で濃度に差ができるためである。オーキシンは重力屈性にも関与する。根を水平に置くと，根冠の［オ］では，［カ］と呼ばれる細胞小器官が重力方向に沈降する。すると，［オ］では［カ］の存在する側の細胞膜に［キ］が移動し，根の中心柱を通って根冠に達したオーキシンは［オ］から［キ］によって排出されるため，根の下側のオーキシン濃度が高くなる。その結果，成長が抑制されて負の重力屈性を示すと考えられている。

問1　文中の［ア］～［ウ］にあてはまる物質名の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［1］

	ア	イ	ウ
①	アブシシン酸	オーキシン	カタラーゼ
②	アブシシン酸	サイトカイニン	アミラーゼ
③	アブシシン酸	ジベレリン	アミラーゼ
④	エチレン	オーキシン	アミラーゼ
⑤	エチレン	ジベレリン	カタラーゼ
⑥	エチレン	サイトカイニン	カタラーゼ

問2　下線部aについて，光発芽種子に対して光が当たると発芽しにくくなる種子を暗発芽種子という。光発芽種子と暗発芽種子の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［2］

	光発芽種子	暗発芽種子
①	カボチャ	レタス
②	カボチャ	マツヨイグサ
③	マツヨイグサ	タバコ
④	マツヨイグサ	レタス
⑤	タバコ	カボチャ
⑥	タバコ	レタス

問3　文中の［エ］にあてはまる光受容体の名称と，その光受容体が核内に移動する際の型の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。［3］

	エ	核内に移動する際の型
①	クリプトクロム	遠赤色光吸収型
②	クリプトクロム	赤色光吸収型
③	フィトクロム	遠赤色光吸収型
④	フィトクロム	赤色光吸収型
⑤	フォトトロピン	遠赤色光吸収型
⑥	フォトトロピン	赤色光吸収型

問4　文中の［オ］～［キ］にあてはまる語句の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑧のうちから一つ選びなさい。［4］

	オ	カ	キ
①	コルメラ細胞	アミロプラスト	AUX タンパク質
②	コルメラ細胞	アミロプラスト	PIN タンパク質
③	コルメラ細胞	プロトプラスト	AUX タンパク質
④	コルメラ細胞	プロトプラスト	PIN タンパク質
⑤	マスト細胞	アミロプラスト	AUX タンパク質
⑥	マスト細胞	アミロプラスト	PIN タンパク質
⑦	マスト細胞	プロトプラスト	AUX タンパク質
⑧	マスト細胞	プロトプラスト	PIN タンパク質

問5　細胞壁中のセルロース繊維の方向は細胞表面の細胞骨格の方向によって制御される。ジベレリンはセルロース繊維を横方向（頂端－基部方向に直交する方向）に伸ばし，エチレンはセルロース繊維を縦方向（頂端－基部方向に平行な方向）に伸ばす。一方，オーキシンは細胞壁への水素イオンの放出を促進し，細胞壁に含まれる液を酸性にすることにより細胞壁中のセルロース繊維どうしのつながりを緩める働きをする。茎の成長に関する記述として最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 5

① エチレンが作用することにより，茎は細長く伸び華奢になる。

② エチレンとオーキシンが作用することにより，茎の細胞は肥大し茎は太く短くなる。

③ オーキシンが作用することにより，セルロース繊維が分解される。

④ オーキシンは，エチレンによるセルロース繊維には影響を与えるが，ジベレリンによるセルロース繊維には影響を与えない。

⑤ ジベレリンが作用することにより，茎の細胞は横方向に成長する。

⑥ ジベレリンによるセルロース繊維の横方向への伸びは，オーキシンによって打ち消される。

問6　文中の下線部bに関し，次の図1は茎と根のオーキシン濃度に対する感受性の違いを表したグラフである。このグラフに関する下の記述A～Cの正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 6

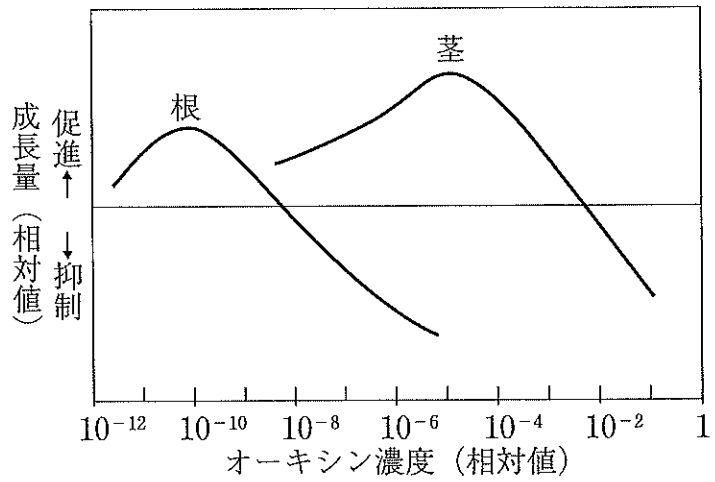

図1

A　ある植物の茎に一方向から光を当て，光側と陰側のオーキシン濃度を測定したところ，光側のオーキシン濃度が 10^{-8}，陰側のオーキシン濃度が 10^{-5} であった。この茎は屈曲する。

B　ある植物の茎における光側のオーキシン濃度が 10^{-5}，陰側のオーキシン濃度が 10^{-7} のとき，茎は光を当てた側に屈曲する。

C　オーキシン濃度に対する感受性は，茎よりも根の方が高い。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

B　生物の生理現象が日長や暗期の長さの変化に反応して起こることを光周性という。この光周性により，動物の生殖腺の発達や休眠，植物の花芽形成など，季節の変化に対応した現象が起こる。

問7　花芽形成は葉で合成されるフロリゲン（花成ホルモン）によって引き起こされると考えられている。現在，フロリゲンとして考えられている物質の組合せとして最も適当なものはどれか。次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。 7

①	DELLA タンパク質	FT タンパク質
②	DELLA タンパク質	Hd3a タンパク質
③	DELLA タンパク質	RISC
④	FT タンパク質	Hd3a タンパク質
⑤	FT タンパク質	RISC
⑥	Hd3a タンパク質	RISC

問8　3種の植物（ア，イ，ウ）を用いてさまざまな明暗条件のもとで花芽が形成されるかどうかを調べた。その結果，次の図2の右欄のような結果が得られた。＋の記号は花芽が形成されたことを示し，－の記号は花芽が形成されなかったことを示している。この実験結果に関する記述A～Cの正誤の組合せとして最も適当なものはどれか。下の①～⑧のうちから一つ選びなさい。 8

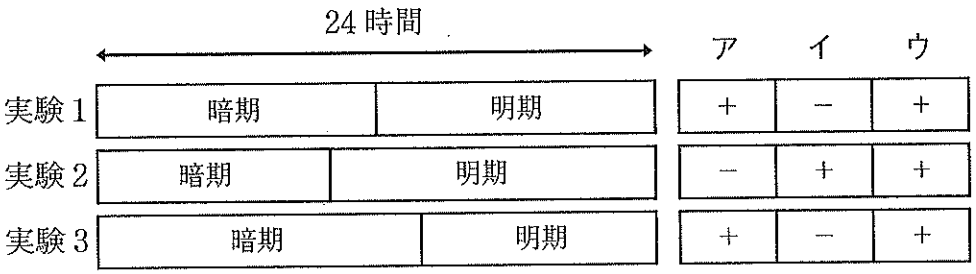

図2

A　実験1～3の結果から植物アは長日植物であることがわかる。

B　実験1～3の結果から植物イは長日植物であることがわかる。

C　実験1～3の結果から植物ウは中性植物であることがわかる。

	A	B	C
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	正	誤	誤
⑤	誤	正	正
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤