

◇ 生 物

生 7－1～生 7－23 まで 23 ページあります。

第1問 生物の特徴に関する次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

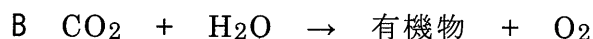
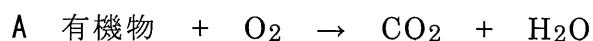
A 細胞の生命活動に必要なエネルギーは、(a) ATP によって供給されている。ATPは、細胞による (b) 呼吸 で供給される。

問1 下線部(a)に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

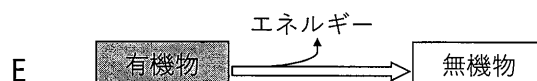
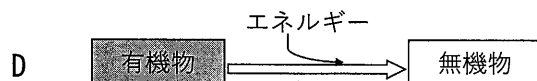
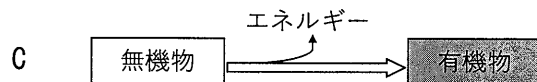
- ① ATPは糖とリン酸が結合したアデノシンという物質に、3個の塩基が直列に結合している。
- ② ATP 1分子中に存在する高エネルギーリン酸結合は1カ所である。
- ③ ATPからリン酸が1つ取れてADPが生じる際には、エネルギーが吸収される。
- ④ ATPは、全ての生物が共通して利用する物質である。

問2 下線部(b)は、酸素を用いて有機物を二酸化炭素と水に分解する反応である。呼吸の反応式とエネルギーの出入りの図の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

【反応式】



【エネルギーの出入りの図】



	反応式	エネルギーの出入りの図
①	A	C
②	A	D
③	A	E
④	B	C
⑤	B	D
⑥	B	E

問 3 呼吸に関連する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

3

- ① 呼吸の場となるミトコンドリアは、原始的なシアノバクテリアに由来すると考えられている。
- ② 呼吸によって分解される有機物には、グルコースなどの炭水化物以外に、脂肪やタンパク質もあげられる。
- ③ 燃焼は呼吸と異なり、酸素の存在下で有機物を分解してエネルギーを吸収する反応である。
- ④ 呼吸は、複雑な物質を簡単な物質に分解することでエネルギーを取り出す、同化の一種である。

B 真核細胞中のミトコンドリアでは、呼吸にかかわるさまざまな(c)酵素によって一連の化学反応がすすんでいる。

植物細胞もミトコンドリアをもち、呼吸によって、有機物を分解して生命活動に必要な ATP を合成している。植物は、呼吸の材料となる有機物を(d)光合成によって得ている。

問 4 下線部(c)に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 4

- ① 酵素は、おもに炭水化物でできている。
- ② 酵素は、くり返しはたらくことはない。
- ③ 酵素は、特定の物質にしかはたらかない。
- ④ 酵素は、反応液の pH の影響を受けない。
- ⑤ 胃液に含まれる消化酵素をトリプシンという。

問 5 過酸化水素 (H_2O_2) は、常温でもゆっくりと酸素と水に分解されるが、肝臓などに多く含まれるカタラーゼという酵素によって速やかに分解される。試験管にブタの生の肝臓を入れ、過酸化水素水を注ぐと、激しく気泡が発生する。その後、気泡が発生しなくなるまで常温で十分に静置した。

この後に静置した試験管から、さらに気泡を発生させる操作として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 5

- ① 分解された酵素を補うため、肝臓片を追加する。
- ② 分解された過酸化水素を補うため、過酸化水素水を追加する。
- ③ 常温では反応しにくいため、加熱する。
- ④ 反応で温度が上昇したため、冷却する。
- ⑤ 酵素が沈殿しているため、攪拌する。

問 6 下線部 (d) に関して，最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。

6

- ① 光合成により，酸素と水からデンプンなどの有機物を合成する。
- ② 光合成により，グルコースを分解してエネルギーを得る。
- ③ 光合成により，二酸化炭素が発生する。
- ④ 光合成では，葉緑体内部のチラコイド膜で，ATP が合成される。

第 2 問 生物の体内環境の維持に関する次の文章（A・B）を読み、後の問い（問 1～6）に答えよ。〔解答番号 7 ～ 12〕

A 成人の場合、体重の約 ア %が水であるが、そのなかで体液は約 26%を占めている。ヒトなどの脊椎動物の体液は、組織の細胞を取り巻く イ，血管を流れる血液，リンパ管を流れるリンパ液からなる。血液は、液体成分である ウ と有形成分である赤血球・白血球・血小板の血球からなる。これらの血球のなかで，エ は核をもった細胞である。

血液は、酸素、栄養分、老廃物など様々な物質を運搬する。血液を循環させるポンプとしてはたらいっているのが (a) 心臓 である。

問 1 上の文章中の ア ～ エ に当てはまる数値や語の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 7

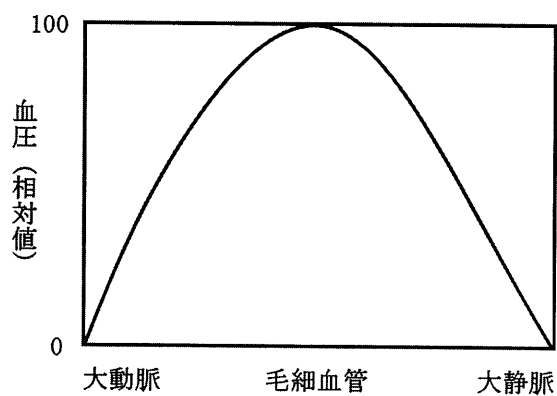
	ア	イ	ウ	エ
①	60	細胞液	血清	白血球
②	80	細胞液	血清	血小板
③	60	細胞液	血しょう	白血球
④	80	細胞液	血しょう	血小板
⑤	60	組織液	血清	白血球
⑥	80	組織液	血清	血小板
⑦	60	組織液	血しょう	白血球
⑧	80	組織液	血しょう	血小板

問 2 下線部 (a) について、ヒトの心臓に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 8

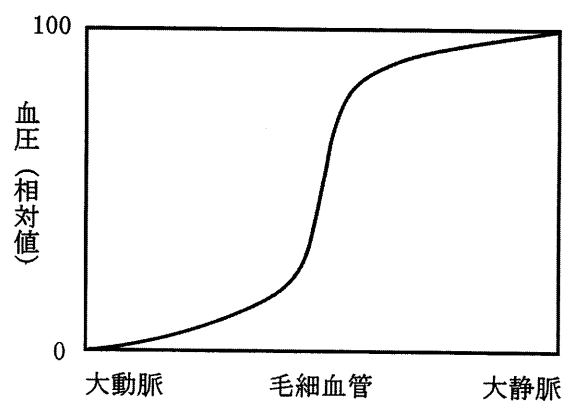
- ① 心臓は、左心室にあるペースメーカー（洞房結節）のはたらきにより、自動的に拍動する。
- ② 心臓の拍動を調節する中枢は、小脳にある。
- ③ 心室には、血液が流入する部位と血液が流出する部位の両方に弁がある。
- ④ 右心房には、酸素を多く含む鮮紅色の動脈血が流れている。
- ⑤ 左心室には、酸素を少ししか含まない暗赤色の静脈血が流れている。

問 3 心臓から送り出された血液が、大動脈から毛細血管を経て大静脈へと流れるときの血圧の変化を示すグラフとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 9

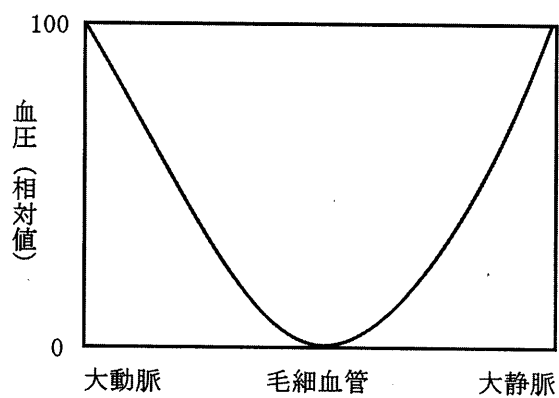
①



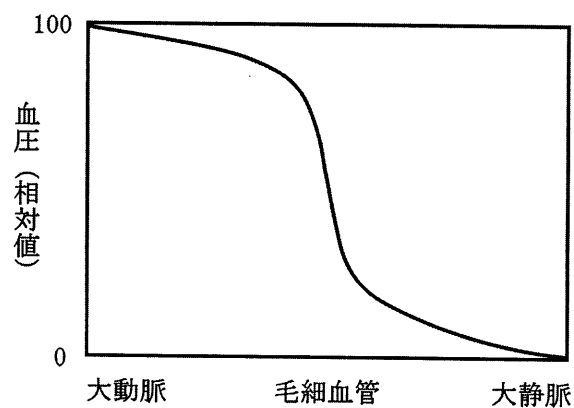
②



③



④



B 病原体などの異物に対する生体防御を免疫という。免疫のしくみには、(b)自然免疫と適応免疫（獲得免疫）がある。ヒトにおける免疫のはたらきは、(c)この二つのしくみが協調してはたらく。また、病原体によって引き起こされる病気の多くは、(d)一度かかるとしばらくの間はその病気にかかりにくい。これも免疫のしくみによるものである。

問 4 下線部 (b) に関して、次の a～c の細胞のうち食作用をもつ白血球を過不足なく含むものを、後の選択肢から一つ選べ。 10

a 樹状細胞 b ナチュラルキラー細胞 c 好中球
(NK 細胞)

- | | | |
|-----------|--------|--------|
| ① a | ② b | ③ c |
| ④ a, b | ⑤ a, c | ⑥ b, c |
| ⑦ a, b, c | | |

問 5 下線部 (c) に関連して、自然免疫と適応免疫でみられる細胞間の相互作用のうち、自然免疫ではたらく細胞と適応免疫ではたらく細胞とが協調的にはたらく例として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。 11

- ① マクロファージは、ヘルパーT 細胞によって活性化されて、食作用を促進する。
- ② B 細胞は、ヘルパーT 細胞によって活性化されて増殖し、抗体産生細胞（形質細胞）に分化する。
- ③ 抗体産生細胞から分泌された抗体は、病原体の感染力や毒性を弱め、食細胞による病原体の排除を促進する。
- ④ ヘルパーT 細胞は、樹状細胞からの抗原提示によって活性化されて、増殖する。

問 6 下線部 (d) に関連して、図 1 はウイルスが初めて体内に侵入してから排除されるまでの 2 つの細胞のはたらきの強さとウイルス量の変化を表している。ウイルス感染細胞を直接攻撃する図 1 の細胞オと細胞カのそれぞれに当てはまる細胞の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

12

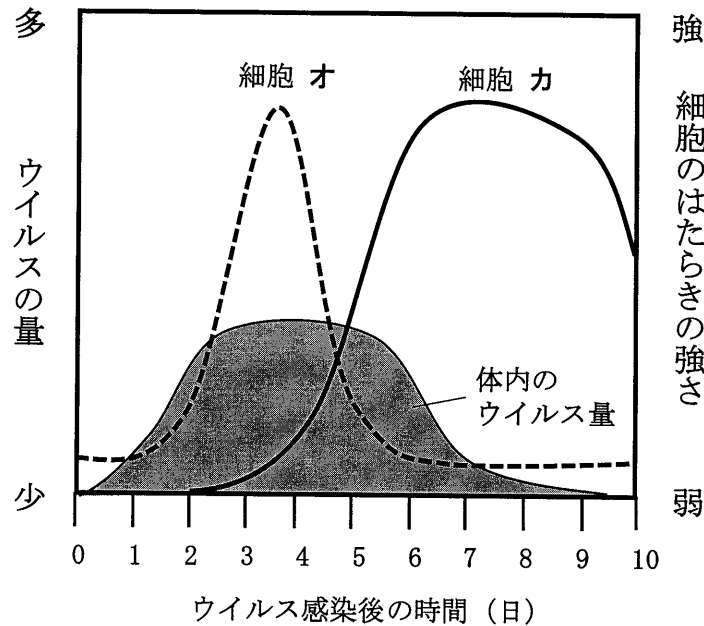


図 1 ウイルス感染後の 2 つの細胞のはたらきの強さとウイルス量の関係

	オ	カ
①	マクロファージ	キラーT細胞
②	マクロファージ	ヘルパーT細胞
③	ナチュラルキラー細胞	キラーT細胞
④	ナチュラルキラー細胞	ヘルパーT細胞
⑤	キラーT細胞	マクロファージ
⑥	キラーT細胞	ナチュラルキラー細胞
⑦	ヘルパーT細胞	マクロファージ
⑧	ヘルパーT細胞	ナチュラルキラー細胞

第3問 生物の多様性と生態系に関する次の文章（A・B）を読み、後の問い（問1～6）に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A 日本列島は、南北に長く 3,000 km にも及ぶため、沖縄の亜熱帯から北海道東北部の亜寒帯までの気候が存在する。日本では、降水量が十分であるため、森林が形成され、バイオームの分布は主に気温の違いによって決まる。

九州、四国から関東地方までの冬の寒さが厳しくない地域の低地には、(a) スダジイ、アラカシ、タブノキなどの照葉樹林が分布している。

一方、の低地にはブナやミズナラなどの落葉広葉樹が優占種となっている。

問1 下線部(a)について、スダジイの特徴として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 落葉広葉樹であり、葉の表面にはクチクラ層が発達している。
- ② 落葉広葉樹であり、葉の表面にはクチクラ層が発達していない。
- ③ 落葉広葉樹であり、葉の寿命は短く、冬季になると落葉する。
- ④ 常緑広葉樹であり、葉の寿命は長く、落葉樹に比べて耐寒性が高い。
- ⑤ 常緑広葉樹であり、葉の表面には光沢がある。

問2 上の文章中のに当てはまる地域として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 北海道東北部
- ② 東北地方
- ③ 関東地方
- ④ 四国地方

問 3 沖縄のバイオームの特徴として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。

- ① 主に常緑針葉樹が優占し、階層構造は比較的単純である。
- ② イネ科の草本が優占し、木本が点在している。
- ③ 雨季に葉をつけ、乾季に落葉する広葉樹が優占している。
- ④ 河口付近にはマングローブ林がみられる。

B 陸上生態系では、(b)菌類や細菌類によって土壤中の有機物や生物遺体が分解される。分解によって生じた無機窒素化合物は、植物によって速やかに吸収される。森林を伐採すると、吸収されなくなった無機窒素化合物は降水によって地下水に移行する。(c)地下水に移行した無機窒素化合物は、河川や湖沼を経て、海洋に流出する。遷移が進行して植生が回復するにつれ、窒素の流出量は減少していく。

窒素は、(d)脱窒によっても大気中に出ていく。酸素の少ない環境では、脱窒素細菌(脱窒細菌)が硝酸イオンを使い、窒素ガスを生成する。

問 4 下線部(b)に関して、分解に関わる菌類や細菌類が、酸素の多い環境で行う生命活動の記述として誤っているものを、後の選択肢から一つ選べ。 16

- ① 有機物を細胞に取り込む
- ② 酸素を用いて代謝を行う
- ③ 酸素を吸収する
- ④ 水を作り出す
- ⑤ 二酸化炭素を吸収する

問 5 下線部(c)に関連して、海水中の窒素量が増加したときに海でみられる現象として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 17

- ① ナトリウム濃度が高くなる
- ② 植物プランクトンが増殖する
- ③ 透明度が高くなる
- ④ 生物濃縮が起こる
- ⑤ 二酸化炭素が溶解しやすくなる
- ⑥ 貧栄養化が進行する

問 6 下線部(d)に関して、脱窒素細菌によって脱窒が起こりやすい場所として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。

18

- ① 水田土壌の内部
- ② 砂漠の地表面
- ③ 葉の表面
- ④ 根粒の内部
- ⑤ 熱帯多雨林の地表面
- ⑥ 高山の地表部

第4問 代謝に関する次の文章を読み、後の問い（問1～5）に答えよ。

〔解答番号 19 ～ 24 〕

呼吸の過程は、ア・イ・ウの3つの反応系に大別される。

アの反応では、グルコース1分子が分解されて2分子のエができる。この過程で、脱水素反応が起こるとともに、解放されるエネルギーによって差し引きで2分子のオがつくられる。

イの反応では、エが細胞小器官であるカに入り、カのマトリックスに存在する脱水素酵素と脱炭酸酵素により、完全に分解される。また、この反応全体では2分子のエあたり6分子の水が使われ、2分子のオがつくられる。

アおよびイの反応過程で切り離された水素は、水素イオンと電子に分かれ、電子はカの内膜にあるウに渡され、最終的に水素イオンおよびキと結合して水になる。ウの過程で、グルコース1分子あたり最大でク分子のオがつくられる。

問1 上の文章中のア・イ・ウに当てはまる反応系や回路の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 19

	ア	イ	ウ
①	電子伝達系	解糖系	クエン酸回路
②	電子伝達系	クエン酸回路	解糖系
③	解糖系	電子伝達系	クエン酸回路
④	解糖系	クエン酸回路	電子伝達系
⑤	クエン酸回路	電子伝達系	解糖系
⑥	クエン酸回路	解糖系	電子伝達系

問 2 上の文章中の **エ** ・ **オ** ・ **キ** に当てはまる物質の組合せとして最も適切なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **20**

	エ	オ	キ
①	ピルビン酸	ATP	酸素
②	ピルビン酸	酸素	ATP
③	ATP	ピルビン酸	酸素
④	ATP	酸素	ピルビン酸
⑤	酸素	ピルビン酸	ATP
⑥	酸素	ATP	ピルビン酸

問 3 上の文章中の **カ** に当てはまる細胞小器官として最も適切なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **21**

- ① ゴルジ体
- ② 小胞体
- ③ リソソーム
- ④ リボソーム
- ⑤ ミトコンドリア

問 4 上の文章中の **ク** に当てはまる数値として最も適切なものを，後の選択肢から一つ選べ。 **22**

- ① 2 ② 6 ③ 12
- ④ 24 ⑤ 34 ⑥ 38

問 5 呼吸によってグルコース 45 g が完全に分解されたとき，消費された酸素および発生した二酸化炭素はそれぞれ何 g になるか。最も適当な数値を，それぞれの選択肢から一つずつ選べ。ただし，基質はグルコース ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) のみであり，原子量は $\text{C}=12$ ， $\text{H}=1.0$ ， $\text{O}=16$ とする。

消費された酸素 g

- | | | |
|-------|------|------|
| ① 8.0 | ② 16 | ③ 32 |
| ④ 48 | ⑤ 64 | ⑥ 80 |

発生した二酸化炭素 g

- | | | |
|------|------|------|
| ① 22 | ② 26 | ③ 33 |
| ④ 44 | ⑤ 53 | ⑥ 66 |

問題は次のページに続く。

第 5 問 生殖と発生に関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 25 ～ 29〕

A (a)カエルの発生過程では、原腸胚期の陥入によって原腸が形成されるとともに、原口背唇部(原口背唇)が動物極側の外胚葉の一部を胚の内部から裏打ちするように配置される。その後、原口背唇部が形成体としてはたらくことで、外胚葉の細胞から脳や脊髄などの神経系が形成される。

このような神経誘導の過程には、細胞外に分泌される様々な物質(シグナル因子)が関係している。外胚葉の細胞の本来の発生運命は神経であるが、胚全体に存在するタンパク質 X が外胚葉の細胞の細胞膜上の受容体に結合することで、表皮に分化するようになる。原口背唇部からは、タンパク質 X に結合してタンパク質 X が受容体へ結合するのを阻害するタンパク質 Y が分泌されている。(b)これらのシグナル因子の相互作用によって細胞の分化の方向が決定される。

問 1 下線部(a)に関連して、カエルの発生に関する記述として最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 25

- ① 動物極側に卵黄が多く含まれるため、動物極側の割球が大きくなるように卵割が進む。
- ② 受精の際、卵の表層全体が内側の細胞質に対して約 30° 回転することで、精子の進入した位置の反対側の赤道部に、灰色三日月環が形成される。
- ③ 胞胚の段階で胚の表面に繊毛が生じ、回転運動することで^ふ孵化が起こる。
- ④ 胚表面の部分が内部に陥入してできた原口は、将来、口になる。

問 2 タンパク質 X とタンパク質 Y の組合せとして最も適切なものを、後の選択肢から一つ選べ。 26

	タンパク質 X	タンパク質 Y
①	BMP	ノギン, コーディン
②	BMP	ノーダル
③	TLR	ノギン, コーディン
④	TLR	ノーダル

B 哺乳類の胚では、始生殖細胞が未分化な精巣や卵巢に移動し、その中で体細胞分裂による増殖を続け、やがて減数分裂を行って成熟した配偶子である精子や卵になる。精巣での精子形成には、セルトリ細胞と呼ばれる細胞が関与しており、精原細胞は、隣接するセルトリ細胞からの作用を受けて増殖と減数分裂を行い、最終的に精子に分化する（図 1）。精原細胞とセルトリ細胞のいずれの機能に異常があっても、精子形成は正常に進行しない。

精子形成に異常がある複数の雄のマウスを調べたところ、遺伝子 A に変異がある個体と遺伝子 B に変異がある個体が見つかった。これらの雄のマウスの精巣を調べたところ、どちらの雄の精巣においても、精原細胞とセルトリ細胞は存在するが精子形成に向けた分化が起こっていないかった。遺伝子 A と遺伝子 B が精子形成にどのように関わっているか調べるため、次の実験を行った。なお、精子形成に異常がある雄のマウスで見つかった遺伝子 A と遺伝子 B の変異遺伝子はどちらも野生型の遺伝子に対して劣性であり、これらの変異遺伝子をそれぞれ a と b とする。

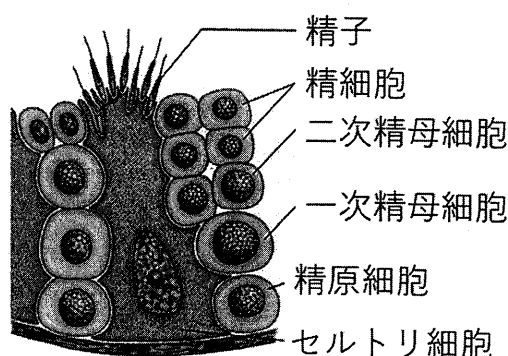


図 1 セルトリ細胞と精子の形成

実験 野生型の雄(遺伝子型 AABB), 遺伝子 A に変異がある雄(遺伝子型 aaBB), 遺伝子 B に変異がある雄 (遺伝子型 AAbb) のそれぞれから精巣を取り出して培養し、それぞれの雄の精原細胞を表 1 の組合せで移植した。移植した精原細胞が精子形成に向けた分化を起こすかどうかを調べたところ、表 1 の結果が得られた。なお、表中の+は、移植した精原細胞が精子形成に向けた分化を起こしたことを、－は移植した精原細胞が精子形成に向けた分化を起こさなかったことを示している。

表 1 移植実験の結果

		精巣		
		AABB	aaBB	AAbb
精原細胞	AABB	+	+	ア
	aaBB	－	－	イ
	AAbb	ウ	エ	－

問 3 動物の配偶子形成に関する記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 27

- ① 一次精母細胞は、体細胞分裂により二次精母細胞になる。
- ② 精細胞は、形を変えずに精子となる。
- ③ 二次卵母細胞の核相は、複相 ($2n$) である。
- ④ 二次卵母細胞が分裂するとき、卵と第二極体のもつ DNA の量は同じである。

問 4 実験の結果に関して、遺伝子 A について導かれる考察として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、精巣において精子形成に向けた分化に関与する細胞は、精原細胞とセルトリ細胞のみであるものとする。

28

- ① 精子形成に向けた分化が起こる際に、遺伝子 A は精原細胞で発現する必要があるが、セルトリ細胞で発現する必要はない。
- ② 精子形成に向けた分化が起こる際に、遺伝子 A は精原細胞で発現する必要はないが、セルトリ細胞で発現する必要がある。
- ③ 精子形成に向けた分化が起こる際に、遺伝子 A は精原細胞とセルトリ細胞の両方で発現する必要がある。
- ④ 精子形成に向けた分化が起こる際に、遺伝子 A は精原細胞とセルトリ細胞のいずれでも発現する必要はない。

問 5 実験の結果に関して，精子形成に向けた分化が起こるとき，遺伝子 B が精原細胞で発現する必要はないが，セルトリ細胞で発現する必要がある遺伝子であった場合，表 1 の ア ~ エ に当てはまる記号の組合せとして最も適当なものを，後の選択肢から一つ選べ。 29

	ア	イ	ウ	エ
①	+	+	−	−
②	+	−	+	−
③	+	−	−	−
④	−	+	+	−
⑤	−	−	+	+
⑥	−	−	−	+

第 6 問 生物の環境応答に関する次の文章 (A・B) を読み、後の問い(問 1～5)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕

A 眼に入った光は、角膜と で屈折して網膜上に像を結ぶ。ヒトの網膜には桿体細胞と錐体細胞の 2 種類の が含まれている。とくに網膜の中央には、錐体細胞が密に並んだ とよばれる部分がある。

明るさが異なる場所では の大きさが変化して網膜に達する光の量が調節されるだけでなく、 の感度も変化する。例えば明るい場所から暗い場所に入ると、初めは何も見えないが、やがて見えるようになる。これを (a) 暗順応 と言う。

また、眼には、対象が遠くにあっても近くにあっても距離に応じて焦点の位置を調節して、網膜に像を結ばせる (b) 遠近調節 のしくみがある。

問 1 ～ に当てはまる語として最も適当な組合せを、後の選択肢から一つ選べ。

	ア	イ	ウ	エ
①	瞳孔	視細胞	盲斑	水晶体
②	ガラス体	視細胞	黄斑	水晶体
③	水晶体	視細胞	黄斑	瞳孔
④	瞳孔	視神経細胞	黄斑	水晶体
⑤	ガラス体	視神経細胞	盲斑	瞳孔
⑥	水晶体	視神経細胞	黄斑	瞳孔

問 2 下線部 (a) に関して、暗順応が起こる仕組みを説明した記述として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 31

- ① 明所から暗所に入ると、まず錐体細胞の感度が上昇し、続いて桿体細胞の感度が上昇する。
- ② 明所から暗所に入ると、まず桿体細胞の感度が上昇し、続いて錐体細胞の感度が上昇する。
- ③ 明所から暗所に入ると、まず錐体細胞の感度が低下し、続いて桿体細胞の感度が上昇する。
- ④ 明所から暗所に入ると、まず桿体細胞の感度が低下し、続いて錐体細胞の感度が上昇する。

問 3 下線部 (b) に関して、遠くの対象を見るとき各器官の調整の組合せとして最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。 32

	毛様筋	チン小帯	水晶体
①	収縮する	ゆるむ	厚くなる
②	収縮する	ゆるむ	薄くなる
③	収縮する	緊張する	厚くなる
④	ゆるむ	緊張する	厚くなる
⑤	ゆるむ	緊張する	薄くなる
⑥	ゆるむ	ゆるむ	薄くなる

B 種子の発芽や植物の成長は、光環境によって大きく左右される。(c)光発芽種子の発芽や、芽ばえの光に応答した(d)屈性は、その例である。光発芽種子の発芽には、遠赤色光と赤色光を吸収する特定の光受容タンパク質がはたらいており、芽ばえの光屈性では、青色光を吸収する特定の光受容タンパク質がはたらいている。

問 4 下線部(c)の性質をもつレタスの乾燥種子を暗所で吸水させた後に行うと高い発芽率が得られる処理として最も適当なものを、後の選択肢から一つ選べ。ただし、光以外の条件は発芽に適切であるものとする。 33

- ① 遠赤色光の下に置く。
- ② 遠赤色光を照射し、暗所に置く。
- ③ 遠赤色光を照射し、直後に赤色光の下に置く。
- ④ 赤色光を照射し、直後に遠赤色光を照射してから、暗所に置く。
- ⑤ 白色蛍光灯の光を照射し、直後に遠赤色光の下に置く。

問 5 環境要因に対する植物の反応には、下線部(d)の他に、傾性とよばれるものがある。傾性に関する記述を後の選択肢から二つ選べ。 34 , 35

- ① 芽ばえを水平に置くと、アサガオの茎が重力の方向とは反対方向に立ち上がる。
- ② 葉に触れると、オジギソウの葉が閉じる。
- ③ 気温が上昇すると、チューリップの花が開く。
- ④ 横に支柱をたてると、キュウリの巻きひげが支柱に巻きつく。
- ⑤ 一方向から光を当てると、アサガオの葉が光の方向にまがる。
- ⑥ 水分が少なくなると、タンポポの根が水源に向かって伸びる。