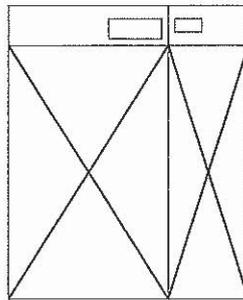


平成29年度入学試験問題（一般入試）

理 科

注 意

1. 問題冊子は、指示があるまで開かないこと。
2. 問題文は、物理：1～7ページ、化学：8～13ページ、生物：14～21ページで、13ページは余白である。
3. 解答紙は計3枚で、物理：1枚、化学：1枚、生物：1枚である。
4. 解答開始前に、試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目も含めすべての解答紙それぞれ2カ所に受験番号を記入すること。
5. 試験監督者の指示にしたがって、選択しない科目の解答紙に下記のように×印を大きく2カ所記入すること。



6. 「始め」の合図があったら、問題冊子のページ数を確認すること。
7. 解答は、黒色鉛筆(シャープペンシルも可)を使用し、すべて所定の欄に記入すること。欄外および裏面には記入しないこと。
8. 下書き等は、問題冊子の余白を利用すること。
9. 試験終了後、監督者の指示にしたがって、解答紙を物理、化学、生物の順番にそろえること。
10. 解答紙は持ち帰らないこと。

生 物

〔1〕 次の文章を読み、設問に答えなさい。

実験 1

ハコベの葉をすりつぶし、葉緑体を含む抽出液を作った。これにシュウ酸鉄(Ⅲ)を加え、密栓した容器に移して空気を抜き、光を当てると〔ア〕が発生した。シュウ酸鉄(Ⅲ)を加えない場合は光を当てても〔ア〕は発生しなかった。この過程は葉緑体内の電子伝達系が光のエネルギーを用いて行っているが、植物体内ではシュウ酸鉄(Ⅲ)のかわりに〔イ〕が使われ、同時に〔ウ〕が合成される。

実験 2

緑藻の一種、クロレラの培養液に、放射性同位元素で標識した化合物を少量加え光を当てた。1分後、1000倍量の非放射性の同じ化合物を加え、生成する放射性化合物を調べた。その結果、図1に示す反応経路が判明した(A~Eはそれぞれ異なる化合物を表す)。

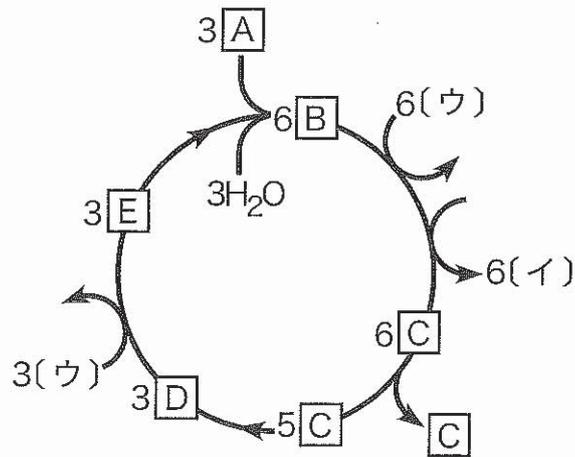


図1

- 〔ア〕~〔ウ〕に適切な語句を答えなさい。
- 光を当てるとシュウ酸鉄(Ⅲ)と〔イ〕はどうなるか、それぞれの化合物について説明しなさい。

3. 実験1で見られた過程は当てる光の波長により反応の効率が異なる。抽出液に a 青紫色光 (波長 400~450 nm), b 緑色光 (波長 520~550 nm), c 赤色光 (波長 650~700 nm) を当てた場合、生成する〔ア〕の量はどうか。(あ)~(お)より最も適切なものを選び記号で答えなさい。

(あ) $a > b > c$

(い) $b > c > a$

(う) $c > b > a$

(え) $a = c > b$

(お) $a = b > c$

4. 実験1で見られた過程で〔ウ〕を合成する直接のエネルギーは何か、説明しなさい。

5. 実験2の反応経路を調べるために、標識する放射性同位元素と加える化合物として何を用いたらよいか、また、どのような結果が得られれば図1の経路を証明できるか、説明しなさい。

6. 実験2で、1000倍量の非放射性化合物を加えるのと同時に光を止めた場合、得られる結果と、そうなる理由を答えなさい。

〔2〕 図1はネフロンの様式図である。次の文章を読み、設問に答えなさい。

ヒトでは両腎合わせると約〔ア〕万個のネフロンが存在している。1分間に〔イ〕mLもの血液が腎臓に流れ込み、そのうち血しょう成分の約〔ウ〕%が図1の①でろ過され原尿となる。原尿中の約〔エ〕%の水分は再吸収され、尿細管(細尿管)で吸収されなかった物質および水分は最終的に尿として排出される。

- 〔ア〕～〔エ〕に当てはまる数値を次の(a)～(j)より選び、記号で答えなさい。ただし、同じ記号を何度選んでもよい。

(a) 0.03	(b) 0.3	(c) 2	(d) 20	(e) 50
(f) 75	(g) 99	(h) 200	(i) 500	(j) 1000
- 下線部(1)の駆動力を担っている臓器を答えなさい。
- 腎臓に流れる血液量が減少すると、それを補償するために図1①にある細胞からレニンというタンパク質が分泌される。その補償のしくみを説明しなさい。
- 水分吸収が通常行われにくい場所を図1②～⑦よりすべて選び、記号で答えなさい。
- 図1③において、ナトリウムイオンが管腔から上皮細胞に吸収される場合と、上皮細胞から間質に放出される場合の、しくみの違いを説明しなさい。
- 図2は図1④のAからB方向への、ろ過液の浸透圧変化を表している。
 - 図1④の間質側のAからB方向への、浸透圧変化を表すグラフを、解答欄の図に実線で描きなさい。
 - 図1CからD方向への、ろ過液の浸透圧変化を表すグラフを、解答欄の図に実線で描きなさい。また、そのようになる理由を答えなさい。
- 図3は種々の物質の図1②から⑦における、管腔液/血しょう濃度比の変化を表したものである。
 - 図3でクレアチニンおよびカリウムを表すグラフを選び、(a)～(g)の記号でそれぞれ答えなさい。
 - トルエンにばく露されている作業者は、労働安全衛生法に基づき尿中の代謝産物の検査が義務づけられている。トルエンの代謝産物の濃度比は図3グラフ(a)で示される。グラフから考えられる採尿時の注意事項を理由とともに答えなさい。

②, ③ 近位尿細管
⑥ 遠位尿細管

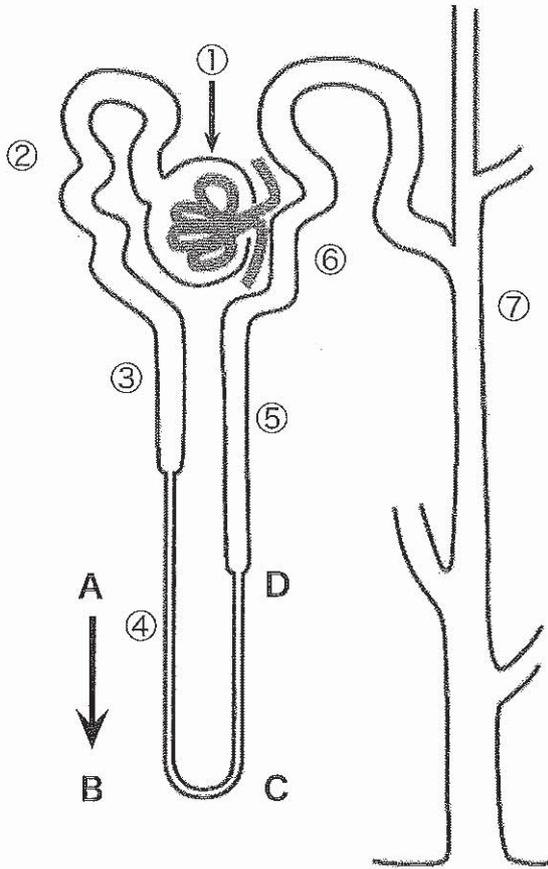


図 1

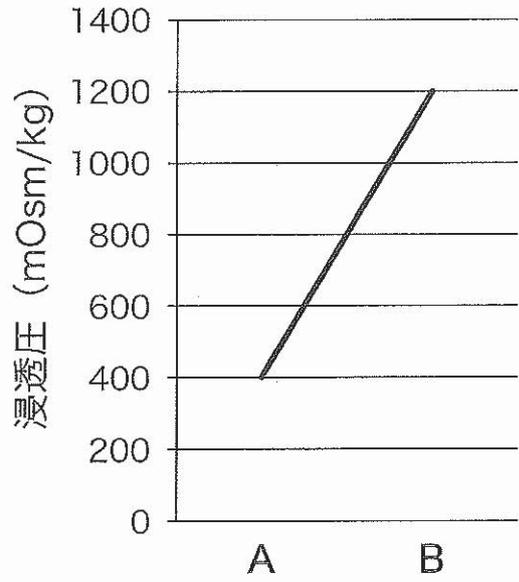


図 2

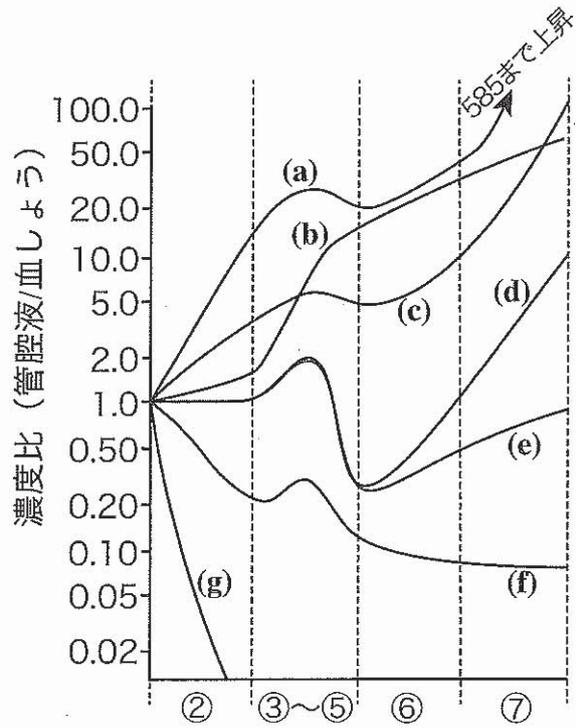


図 3

〔3〕 次の文章を読み、設問に答えなさい。

ショウジョウバエの卵割の形式は〔ア〕であり、卵は受精前に前後軸が決定している。受精直後の胚前方の細胞質基質を吸引除去する操作を行ったところ、図1のように頭部の構造が形成されない胚ができた。この実験から、胚の前方に局在する物質が前側の構造を決めていると考えられる。胚の前方に紫外線を照射することでも同様な結果になったことから、この物質は〔イ〕であると考えられる。

ピコイドと呼ばれる遺伝子に変異すると、同様に頭部構造が形成されない胚ができる(ピコイド欠失胚)。このことから、前方部分の細胞質基質に含まれている物質はピコイド遺伝子由来の〔イ〕であることが示唆された。この物質は卵に必要な物質を供給する保育細胞から卵に送り込まれていると考えられる。

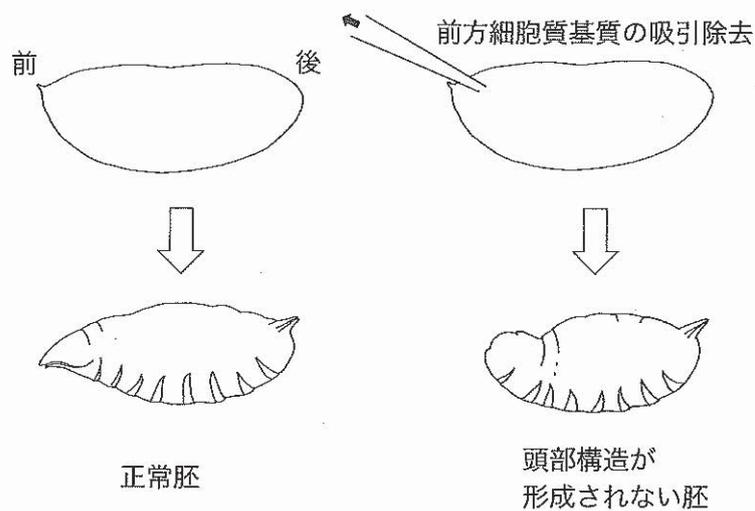


図1

1. [ア], [イ]に適切な語句を答えなさい。
2. ①～⑤は胚の前方領域に対して行う操作と、予想される結果である。正しいものをすべて選び、記号で答えなさい。
 - ① 胚前方の細胞質基質を取り出し、酵素により DNA を分解する操作をしてから同じ場所に戻すと、頭部構造が形成されない胚になった。
 - ② 胚前方の細胞質基質を取り出し、酵素により RNA を分解する操作をしてから同じ場所に戻すと、頭部構造が形成されない胚になった。
 - ③ ビコイド遺伝子に異常のある胚の前方の細胞質基質を吸引除去し、そこに他の正常な胚の前方の細胞質基質を注入すると、頭部構造が形成されない胚になった。
 - ④ 正常な胚の前方の細胞質基質を吸引除去し、そこに他の正常な胚の後方の細胞質基質を注入すると、頭部構造の形成されない胚になった。
 - ⑤ 正常な胚の前後軸の中央から細胞質基質を取り出し、他の正常胚の前方に注入すると、正常な胚になった。
3. 前端寄りの細胞質基質に含まれる物質がビコイド遺伝子由来の[イ]であることを確かめるためには、どのような実験をすればよいか答えなさい。
4. ビコイド遺伝子の変異は、単一の遺伝子の変異でありながら胚の頭部構造全体に影響を及ぼす。正常なビコイドタンパク質はどのような働き方をしているのか、説明しなさい。
5. ビコイド欠失胚を引き起こす変異型遺伝子を b、正常な対立遺伝子を B とする。ビコイド欠失胚を生じる両親の遺伝子型の組み合わせを、「雄の遺伝子型/雌の遺伝子型」の形ですべて答えなさい。ただし B は b に対して優性である。

〔4〕 次の文章を読み、設問に答えなさい。

ウイルス X は二本鎖 DNA を持ち、ヒトに感染すると唾液内に出てくることが知られている。PCR (ポリメラーゼ連鎖反応) を用いて唾液内のウイルス X の個数を求める実験を行った。チューブに鋳型となる DNA, プライマー, 耐熱性 DNA ポリメラーゼ, [ア], 緩衝液を混合し反応液を作った。反応液が入ったチューブを PCR 用の機器に設置したのち, ステップごとに [イ] と [ウ] を設定して実行した。

1. [ア] ~ [ウ] に適切な語句を答えなさい。
2. ウイルス X の塩基配列の一部 (149 塩基) を図 1 に示す。この 149 塩基を増幅するためには 2 種類のプライマーが必要である。2 種類のプライマーの塩基配列を答えなさい。ただし, 塩基数は 15 で, 5' から 3' の方向に書きなさい。
3. ウイルス X の DNA が入った試料 A がある。試料 A の $1\mu\text{L}$ あたりのウイルスの個数を計算で求めなさい。ただし, 試料 A の DNA 濃度は $200\text{ ng}/\mu\text{L}$ でウイルス X は 1.6×10^5 塩基対からなる。必要があれば 1 塩基対の分子量 = 660, アボガドロ定数 = 6.023×10^{23} , $\log 2 = 0.301$, $\log 3 = 0.477$, $\log 7 = 0.845$ を用いなさい。
4. 試料 A を 1/10 (試料 B), 1/100 (試料 C), 1/1000 (試料 D), 1/10000 (試料 E) に希釈した溶液を作製した。試料 A ~ E の $1\mu\text{L}$ を使って各々 PCR を行い, PCR 産物量を測定すると図 2 の実線のようになった。各試料の PCR 産物量が 1.5×10^{11} 個になるときのサイクル数を求め, ウイルス X の個数/ μL とサイクル数のグラフ (検量線) を解答欄に作成しなさい。
5. 被験者の唾液 1 mL から DNA を精製し, $10\mu\text{L}$ の水に溶解した試料 Z を作製した。試料 Z の $1\mu\text{L}$ を使って PCR を行った結果, PCR 産物量は図 2 の点線のようになった。設問 4 で作成した検量線を使って, 被験者の唾液 1 mL 中のウイルス X の個数を求めなさい。
6. PCR でサイクル数が多すぎると正確な PCR 産物量を測定できない場合がある。その理由を答えなさい。
7. 感染した既知のウイルスを特定する方法として PCR 以外にも抗ウイルス抗体量を測定する方法がある。同じ試料を用いてウイルスを特定するとき, PCR の方が抗ウイルス抗体量の測定より有効な時期がある。その時期と理由を答えなさい。

8. DNA ウイルスの増殖様式をセントラルドグマに関わる 3 つの語句を用いて答えなさい。

5'-TTGTGTGTTTTATGTATTAATTTTTTATTCTGAAAATAAAGTTAAA
 TTGATAGTACTTACGTGTGTATTGTAGCAGCTGGCGAAAAGTGCTGTGC
 TCTTTATATTTGATGGTCGATTGTAATTACATTATCCAGGCATGTGAT
 TGTC-3'

二本鎖 DNA (149 塩基対) のうち、片方の鎖の塩基配列を示している。

図 1

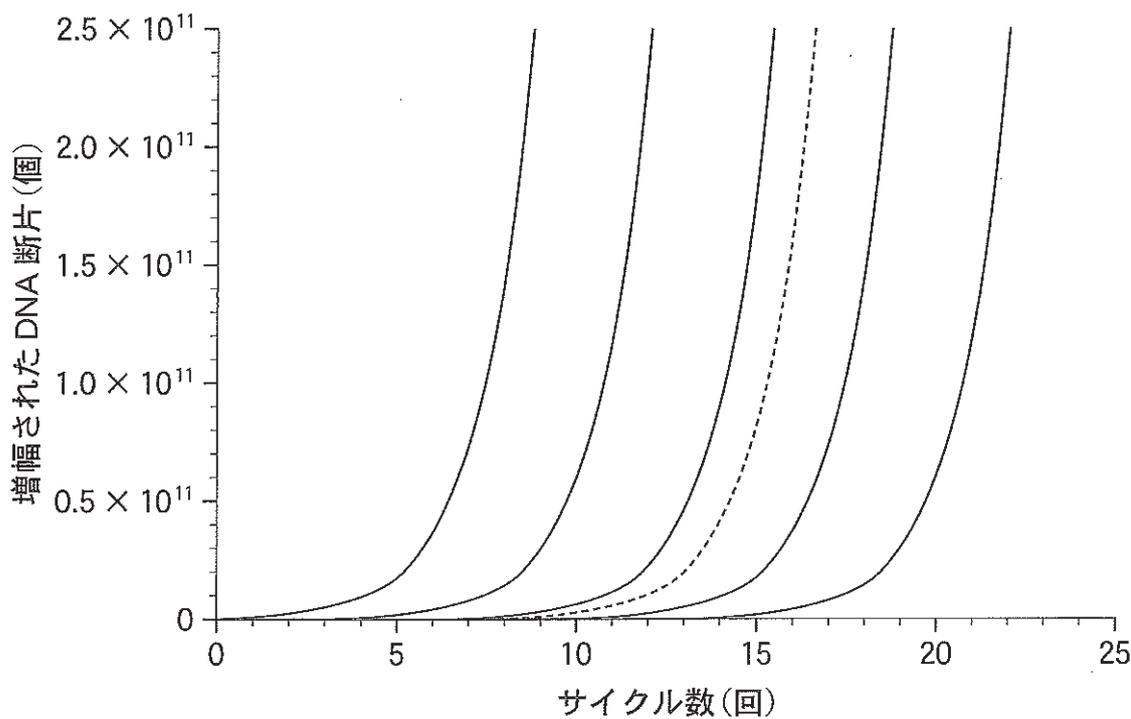


図 2