

平成 19 年度前期日程入学試験学力検査問題

理 科

平成 19 年 2 月 25 日 13 : 30 ~ 16 : 00 (150 分)

物 理…… 4 ~ 19 ページ, 化 学…… 20 ~ 31 ページ

生 物…… 32 ~ 47 ページ, 地 学…… 48 ~ 57 ページ

志 望 学 部	試 験 科 目
理 学 部 農 学 部	物理, 化学, 生物, 地学のうちから 2 科目選択
医 学 部 歯 学 部	物理, 化学, 生物のうちから 2 科目選択
薬 学 部 工 学 部	物理(指定), 化学(指定)

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この問題冊子, 答案紙を開いてはいけない。
2. この問題冊子は, 57 ページである。問題冊子の白紙のページや問題の余白は草案のために使用してよい。なお, ページの脱落, 印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 解答は, 必ず黒鉛筆(シャープペンシルも可)で記入し, ボールペン・万年筆などを使用してはいけない。
4. 答案紙の受験記号番号欄(1 枚につき 2 か所)には, 忘れずに受験票と同じ受験記号番号をはっきりと判読できるように記入すること。
5. 解答は, 必ず選択した科目の答案紙の指定された箇所に記入すること。
6. 答案紙を持ち帰ってはいけない。
7. 試験終了後, この問題冊子を持ち帰ること。

生 物

1 次の(I)と(II)の文章を読み、以下の問(1)～(5)に答えよ。

(I) 細胞を溶液に浸したとき、見かけ上、細胞内外の水の出入りが見られない溶液を 液という。細胞と な食塩水のことを という。一方、細胞の外から内へ水が移動する溶液を 液という。このような水の移動のため、赤血球を蒸留水に入れると と呼ばれる現象が生じる。

細胞膜は、細胞の内と外を隔てる境界を形成し、細胞内の構造や化学組成を維持する。細胞膜を介して、細胞は栄養などを細胞の外から取り込み、老廃物などを細胞の外へ排出する。このような特定の物質を通す細胞膜の特性を という。エネルギーを利用せずに細胞膜を介して濃度の高い方から低い方へと輸送することを という。エネルギーを利用し、特定の物質を濃度差に逆らって輸送することを という。赤血球などの動物細胞では、 のエネルギーを使った による輸送によって細胞の内と外でナトリウムイオン(Na^+)とカリウムイオン(K^+)の濃度差が形成される。

問(1) ～ に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線部(a)に示す Na^+ と K^+ について、それぞれ細胞の内と外との濃度の違いを簡潔に記せ。

(II) 同じ組織のがん由来のがん細胞株[A]と[B]がある。がん細胞の生存率を低下させる効果のある抗がん剤Dをある濃度で処理すると、がん細胞株[A]の生存率は低くなるが、がん細胞株[B]の生存率はさほど低下しない。この原因を明らかにするため、がん細胞株[A]と[B]の遺伝子を比較した。その結果、がん細胞株[B]では遺伝子rが存在していたが、がん細胞株[A]では遺伝子rが存在していなかった。遺伝子rは、細胞膜で物質を輸送すると予想されるタンパク質Rをつくる。そこでタンパク質Rのはたらきを具体的に明らかにするために、がん細胞[A]のDNAに遺伝子rを組みこんで、タンパク質Rのはたらいているがん細胞株[A + R]を作製した。さらに、遺伝子rを変異させた遺伝子rxを、がん細胞[A]のDNAに組みこんで、がん細胞株[A + RX]を作製した。遺伝子rxがつくるタンパク質RXは、物質を輸送するはたらきを持たない。がん細胞株[A]、[A + R]、[A + RX]について、同一の濃度の抗がん剤Dで処理を行い、細胞の生存率と1細胞あたりの抗がん剤Dの細胞内量を計測し、その結果を表1にまとめた。なお、別の実験により、遺伝子rや遺伝子rxのDNAへの組みこみは、それぞれタンパク質Rやタンパク質RXをつくるだけで、がん細胞の他のはたらきには影響がないことがわかっている。

(注)…性質を安定に保持した細胞の集団

表1 抗がん剤Dで処理した細胞の生存率と、1細胞あたりの抗がん剤Dの細胞内量

細胞株	[A]	[A + R]	[A + RX]
細胞の生存率(%)	20~30	60~80	コ
細胞あたりの抗がん剤Dの細胞内量(FU)	380~450	150~200	サ

抗がん剤Dはその蛍光強度により計測されるので、1細胞あたりの抗がん剤Dの細胞内量は、蛍光強度単位(FU)によって示している。

——このページは白紙——

2 次の文章を読み、以下の問(1)~(3)に答えよ。

植物は、発芽すると芽ばえの胚軸(地上部の茎的な部分)が負の重力屈性により上方へ伸長し、その後、葉を展開する。そして、地上部は正の光屈性により光の方向に屈曲し、光合成を行うための光を得る。根(地下部)は正の重力屈性により下方向に屈曲し、土壤中に侵入する。さらに、根は負の光屈性を示すことで、より確実に土壤中に侵入する。

土壤中に侵入した根は正の により、水分の多い方向に屈曲し、土壤中に根系を発達させる。根から吸収された水分を地上部へ運ぶために、2つの力がはたらいっている。一つは、根の道管・仮道管内の水分を上方に押し上げようとする である。もう一つは、葉からの水の により生じる吸引力である。この によって吸引力が生じるのは、水分子間の により道管・仮道管内で水が分断されないためである。これらの力のはたらきにより、根から地上部へ水が上昇する。日中、根から吸収された水分は、葉にある から植物体外に放出される。風が弱いなどの条件により、 から水分の放出ができない場合、水分は を通じて植物体外に放出されている。環境が乾燥状態になり、植物体の含水量が減少すると、植物ホルモンの一種である が増加し、 が閉じる。この の生理作用により、植物は乾燥時の水分の植物体外への放出を防いでいる。

日長の変化によって引き起こされる生物の反応性を という。植物の種類によって花芽を形成する季節が異なるのは、 が植物の種類^(a)によって異なるためである。花芽形成にあたって、植物は葉で日長を感受し、 を生成する。この が葉から芽に運ばれることにより、花芽形成が誘導される。

日長に関係なく花芽を形成する植物を 植物といい、トマトなどが知られている。また、秋まきコムギなどは、花芽の形成に 条件での生育を必要とする。このように、植物の種類によって、花芽形成は異なる環境条件の影響を受ける。

問(1) ～ に適切な語句を入れよ。

問(2) 芽ばえの胚軸(地上部の莖的な部分)と根(地下部)が、重力屈性や光屈性により屈曲するときに、刺激の方向に対して植物ホルモンの一種であるオーキシンの分布が変化する。以下の(i), (ii)に答えよ。

(i) 暗所に植物を水平におくと、重力屈性により芽ばえの胚軸と根が屈曲する。屈曲する部位でのオーキシンの分布はどのようになっているだろうか。胚軸と根の屈曲部位でのオーキシンの分布として適切なものを、図1の①～④から1つ選び、記号で記せ。なお、図1では、下側が重力方向である。屈曲部位において、より多くのオーキシンが蓄積されている側を黒色で示している。

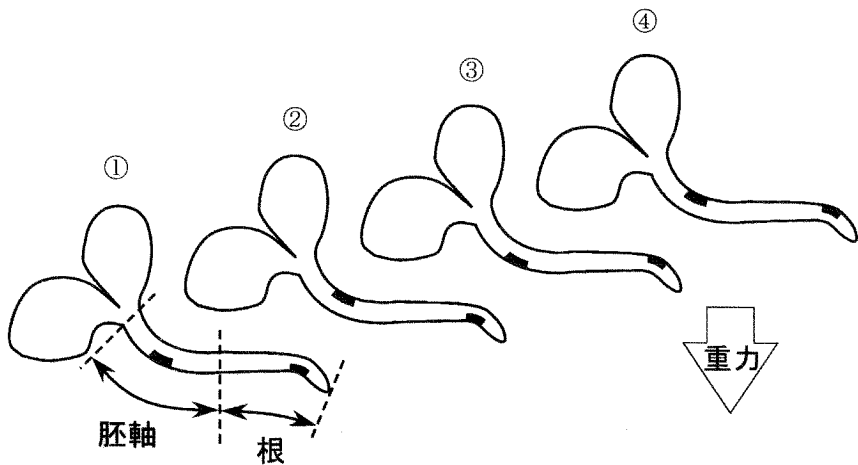


図1

(ii) 光を側方からあてると、光屈性により芽ばえの胚軸と根が屈曲する。屈曲する部位でのオーキシンの分布はどのようになっているだろうか。胚軸と根の屈曲部位でのオーキシンの分布として適切なものを、図2(次ページ)の①～④から1つ選び、記号で記せ。なお、図2では、下側が重力方向であり、光を右側からあてている。屈曲部位において、より多くのオーキシンが蓄積されている側を黒色で示している。

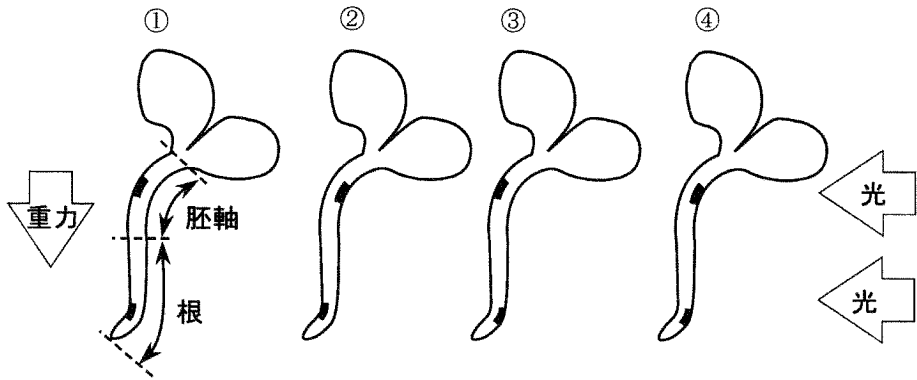


図 2

問(3) 下線部(a)に関して、4種類の植物A~Dを図3に示す7つの条件で育て、各種の花芽形成を調べる実験を行った。この実験では、明期の長さはその条件も9時間であるが、暗期に短時間の光をあてた時間帯が条件によって異なっている。条件1~6までの実験結果を、表1に示した。表1にある「+」は花芽が形成されたことを、「-」は花芽が形成されなかったことを示している。なお、各生育条件は、光条件のほかは同じである。この実験について、以下の(i)~(iii)に答えよ。

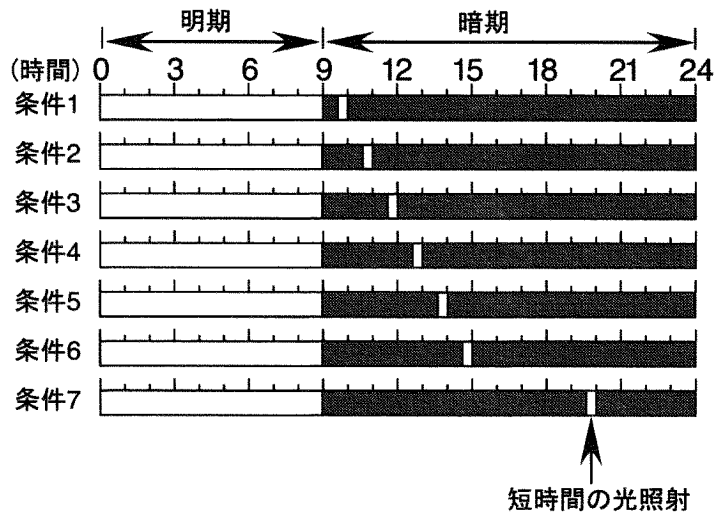


図 3 実験の光条件

表1 実験結果

	植物A	植物B	植物C	植物D
条件1	－	＋	－	＋
条件2	－	＋	＋	＋
条件3	－	＋	＋	＋
条件4	－	－	＋	＋
条件5	－	－	＋	＋
条件6	＋	－	＋	－

(i) 条件1～6での花芽形成の結果から、植物A～Dは短日植物と長日植物のどちらと考えられるか。短日植物と考えられる植物には「短」を、長日植物と考えられる植物には「長」の文字を記せ。

(ii) 植物A～Dの限界暗期の長さとして適切なものを、下記の①～⑧からそれぞれ1つ選び、記号で記せ。

- ① 2時間 ② 4時間 ③ 6時間 ④ 8時間
 ⑤ 10時間 ⑥ 12時間 ⑦ 14時間 ⑧ 16時間

(iii) 図3の条件7では植物A～Dは花芽を形成するだろうか。花芽を形成する植物には「+」を、花芽を形成しない植物には「-」の記号を記せ。

3

次の(I)～(Ⅲ)の文章を読み、以下の問(1)～(7)に答えよ。

(I) 脊ついで動物の血液は、液体成分(血しょう)と有形成分からなる。有形成分としては、赤血球、白血球、がある。は、血しょうに含まれる多くの凝固因子とともに、血液凝固に関係している。血しょうは、このほか抗体や様々なホルモンを含んでいる。ウイルスや細菌などの体内に侵入してきた異物は、体液性免疫や細胞性免疫によって処理される。

(a)

(Ⅱ) ヒトの臓器のうち、は外分泌腺と内分泌腺をともに備えており、アミラーゼやリパーゼなどを十二指腸に外分泌するとともに、内分泌細胞の集
(b) 団である島からは、血糖値(血液中のグルコースの量)を低下させる作用を持つホルモンであるインスリンや、血糖値を上昇させる作用を持つホルモンであるが分泌される。ホルモンが作用する器官を、器官と呼ぶ。は、器官である肝臓などでの分解を促し、血糖を増加させる。インスリンが欠乏すると、血糖値が異常に上昇して、糖尿病になる。糖尿病では、インスリンが治療薬として用いられている。

(c)

(Ⅲ) 甲状腺から分泌されるチロキシンは、視床下部や脳下垂体前葉によるフィードバック調節を受けている。
(d) 分泌されたチロキシンは、代謝を高め体温を上昇させたり、血糖値を上昇させる作用がある。また、心臓に作用して、収縮頻度を高める。
(e) 視床下部は、副腎皮質刺激ホルモンや成長ホルモンなどの脳下垂体前葉ホルモンの分泌も制御している。
(f)

問(1)

ア

 ~

カ

 に適切な語句を入れよ。

問(2) 下線部(a)について、次の(i), (ii)に答えよ。

(i) 抗体をつくる細胞を、下記の①~④から1つ選び、記号で記せ。

- | | |
|-----------|----------|
| ① マクロファージ | ② B細胞 |
| ③ ヘルパーT細胞 | ④ キラーT細胞 |

(ii) 細胞性免疫が主として関与しているものを、下記の①~④から1つ選び、記号で記せ。

- | | |
|---------------------------|-------------|
| ① 天然痘に対する種痘 ^{とう} | ② 花粉症のアレルギー |
| ③ 毒ヘビに対する血清療法 | ④ 臓器移植の拒絶反応 |

問(3) 下線部(b)のアミラーゼの作用を簡潔に説明せよ。

問(4) 下線部(c)について、インスリンを糖尿病の治療薬として用いるときには、注射によって与える。経口(飲むこと)ではほとんど効果がない理由を簡潔に説明せよ。

問(5) 下線部(d)について、次の(i)~(iii)の場合、甲状腺刺激ホルモンとチロキシンの分泌には、正常に比べてどのような変化が生じるか。最も適切な組み合わせを、下記の①~⑨からそれぞれ1つ選び、番号で記せ。同一の番号を複数回選択してもよい。

- (i) 合成チロキシンを過剰に飲んで、血中濃度が上昇した場合。
- (ii) 脳下垂体前葉を手術で取り除いた場合。
- (iii) 左右両側の甲状腺を手術で取り除いた場合。

番 号	甲状腺刺激ホルモンの分泌	チロキシンの分泌
①	低 下	低 下
②	低 下	増 加
③	増 加	低 下
④	増 加	増 加
⑤	変化なし	変化なし
⑥	変化なし	低 下
⑦	変化なし	増 加
⑧	増 加	変化なし
⑨	低 下	変化なし

問(6) 下線部(e)について、心臓に作用して拍動リズムを速める物質は、神経からも分泌される。(i)その神経名と、(ii)物質名を答えよ。また、(iii)心臓の拍動リズムを遅くする作用をもつ神経伝達物質名を記せ。

問(7) 下線部(f)について、視床下部の神経分泌細胞の細胞体でつくられたホルモンは、どのような経路で脳下垂体前葉に運ばれるか、簡潔に説明せよ。

——このページは白紙——

4 次の文章を読み、以下の問(1)~(4)に答えよ。

ハツカネズミの遺伝子YとCは異なる常染色体にあり、毛の色の決定に関与している。これらの対立遺伝子をそれぞれyとcとする。遺伝子Cは色素合成に必須とされる酵素の遺伝子である。遺伝子型に対応する毛の色の表現型は次のとおりである。

遺伝子型	YyCC	YyCc	Yycc	yyCC	yyCc	yycc
表現型	黄色	黄色	白色	黒色	黒色	白色

遺伝子型がYyCCの個体どうしが交配すると、メンデルの法則から
 ア : イ の比で黄色と黒色の個体が生まれてくると予想される。
 しかし、遺伝子Yが致死遺伝子であるため、この比は実際には ウ :
 エ となる。したがって遺伝子Yは遺伝子yに対して、毛色の発現に関
 しては オ であり、致死性については カ である。

遺伝子Yの情報をもとに合成されるタンパク質がはたらく場所を知るため
 に、出生前後の個体間で皮膚移植を行った。この時期は毛の形成過程の初期にあ
 たり、図1の(a)と(b)に示すように、まだ色素合成を始めていない若い色素細胞
 が、毛のできる領域に移動する時期である。移動した色素細胞は色素顆粒(色素
 を含んだ細胞小器官)を合成し、毛になる細胞と接触すると図1の(c)と(d)に示す
 ように、合成した色素顆粒を毛になる細胞に移送する(受けわたす)。この結果、
 色のついた毛が形成される。

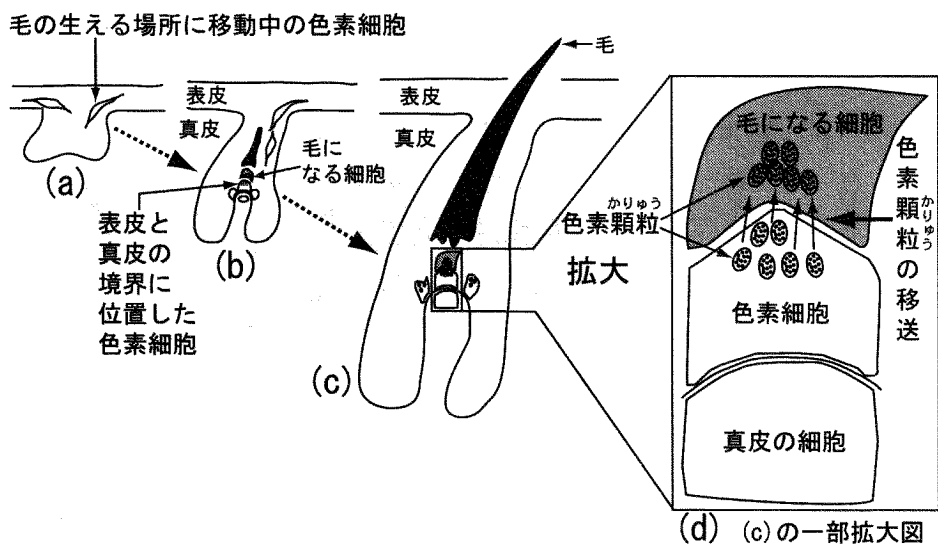


図1 毛の形成過程

遺伝子型 $Yycc$ を持つ出生直前のハツカネズミから切り出した皮膚片を、遺伝子型 $yyCc$ をもつ出生直後のハツカネズミ背側に移植した。なお、移植される皮膚を供与する個体をドナー、その皮膚(移植片)を受け入れる側の個体をホストと呼ぶ。この個体が成長して毛が生えると、ドナー由来の皮膚片周辺に、黄色の毛が多く生えている領域ができた(次ページの図2の(a))。この黄色の毛は、ホスト由来の若い色素細胞がドナー由来の皮膚領域に移動して、毛になる細胞に色素顆粒を渡した結果である。同様の移植実験を、遺伝子型 $yycc$ をもつドナー由来の皮膚片、ホストとして遺伝子型 $YyCc$ をもつ個体を用いておこなったところ、ドナー由来の皮膚片周辺に黒色の毛が多く生える領域ができた(図2の(b))。

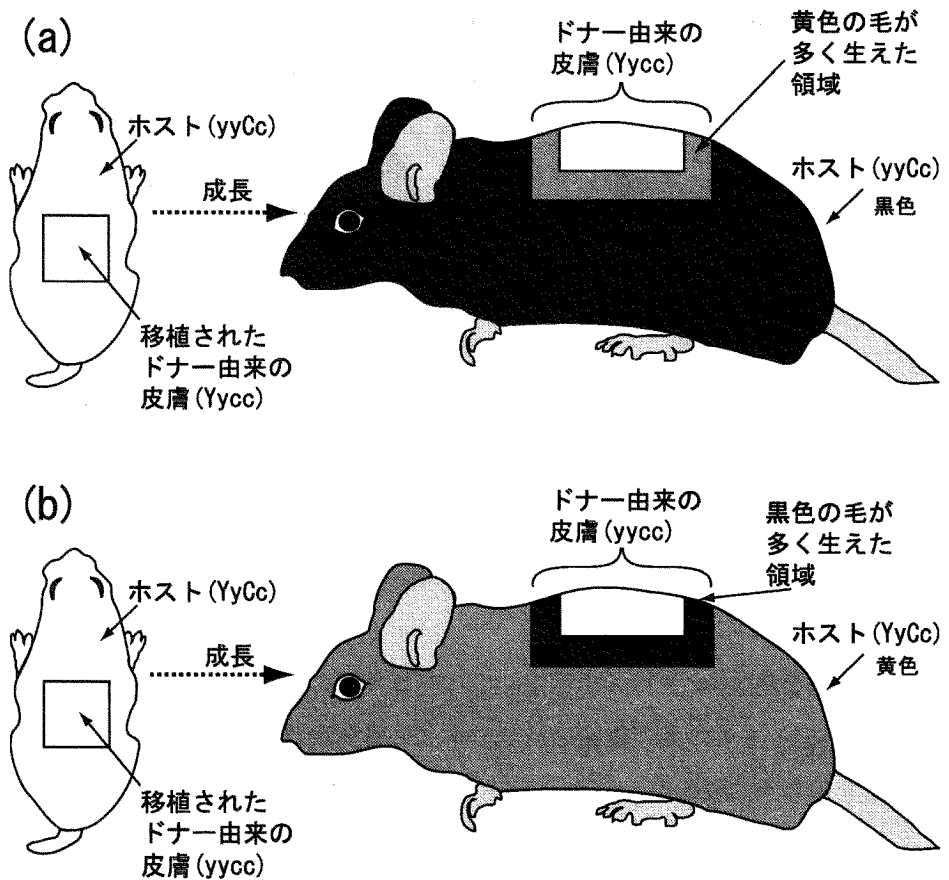


図2 皮膚の移植実験

(この図では、黄色の毛は灰色で示している)

問(1) ~ に適切な数字または語句を入れよ。

問(2) 遺伝子型が YyCc の個体を yyCc の個体と交配させた場合、どのような毛色の個体が生まれると予想されるか。予想される子供の毛色とその個体数の比を記せ。

問(3) この移植実験では、遺伝子Cについて遺伝子型ccをもつ個体をドナーとして用いた。このことにどのような実験上の利点があると考えられるか、簡潔に記せ。

問(4) この移植実験の結果から、遺伝子Yの情報をもとに作られるタンパク質は、色素細胞の中または色素細胞の周囲の環境のどちらではたらいていると^①考えられるか、^②①または②の記号で答えよ。また、その記号を選んだ理由を簡潔に記せ。

なお、周囲の環境とは、色素細胞以外の、毛を作る細胞や真皮の細胞などを含む色素細胞周辺の領域とする。この移植実験には拒絶反応がないものとし、ドナー由来の皮膚片とホストの間では色素細胞のみが移動するものとする。