

平成 26 年度 日本医科大学入学試験問題

[理 科]

受験番号	
------	--

注 意 事 項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された 2 科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙配布後、監督者の指示に従い、配布枚数の確認を行うこと。
(表紙を除き、問題冊子 24 ページ、うち 2 ページは計算用紙、解答用紙 物理 1 枚、化学 1 枚、
生物 1 枚)
落丁、乱丁、印刷の不鮮明の箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答時間は 14 時 10 分から 16 時 10 分までの 120 分。
解答が終わってもまたは試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. 机には、受験票と筆記用具および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。
6. 筆記用具は鉛筆、シャープペンシル、消しゴムのみとする。
(コンパス、定規等は使用できない。)
7. 止むを得ず下敷を使用する場合は、監督者の許可を得ること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白および計算用紙は草稿や計算に自由に用いてよい。
10. 耳栓の使用はできない。
11. 携帯電話等の電源は必ず切り、鞆の中にしまうこと。
12. 質問、用便、中途退室など用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
13. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
14. 退室時は、試験問題および解答用紙を裏返しにすること。

生 物

【I】 植物ホルモンに関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

植物の茎頂に一方向から光を当て続けると、植物はある方向へ屈曲して成長する。このように、光の刺激に対して植物体が一定方向に屈曲する現象を光屈性という。光屈性は、光の当たる側の組織と光の当たらない側の組織で、細胞の成長に差が生じることでおこる成長運動の一種である。

なぜ植物は光を当てるとある方向に屈曲するのかを調べるために、暗所で育てた単子葉植物のマカラスムギの芽生えを用いて、以下の実験を行った。

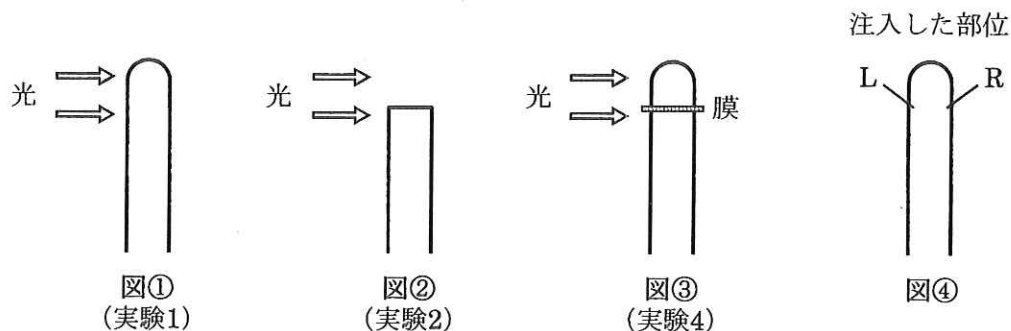
【実験 1】 芽生えの幼葉鞘に図①のように、左から右の一方向から光を当て続けると、ある方向に曲がりながら伸びた。

【実験 2】 図②のように、幼葉鞘の先端部を切除し、実験 1 と同様に一方向から光を当て続けた。

【実験 3】 幼葉鞘の先端部に光を通さないキャップをかぶせ、実験 1 と同様に一方向から光を当て続けた。

【実験 4】 いかなる物質も通さない膜 X と、水溶性の物質のみを通す膜 Y の 2 種類を用意した。図③のように、幼葉鞘の先端部を切断し、切断面に膜 X あるいは膜 Y をはさみ、実験 1 と同様に一方向から光を当て続けた。

図 光屈性と植物ホルモンの関係調べる実験



問1 実験2～実験4では幼葉鞘はどのようなになったか。以下の(ア)～(エ)よりあてはまるものをそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 光の当たる方向に曲がりながら伸びた。
- (イ) 曲がらずに垂直方向に伸びた。
- (ウ) 光の当たらない方向に曲がりながら伸びた。
- (エ) 曲がりもせず、伸びもしなかった。

問2 実験1と実験3の結果の違いが光の影響だけで生じることを証明するために、どのような対照実験を行ったか。以下の(a)～(f)よりあてはまるものを1つ選び、記号で答えなさい。また、どのような結果となったか。問1の(ア)～(エ)よりあてはまるものを1つ選び、記号で答えなさい。

- (a) キャップをかぶせずに、暗所に置いた。
- (b) キャップをかぶせずに、幼葉鞘の下部を遮光した。
- (c) キャップをかぶせずに、左から右の一方から光を当て続けた。
- (d) 透明なキャップをかぶせ、左から右の一方から光を当て続けた。
- (e) 光を通さないキャップをかぶせて、右から左の一方から光を当て続けた。
- (f) 光を通さないキャップをかぶせて、暗所に置いた。

問3 実験1のように、芽生えの幼葉鞘に一方から光を当て続けると、ある方向へ曲がりながら伸びる現象を引き起こす植物ホルモンの総称を、答えなさい。またこの植物ホルモンの働きにあてはまるものを、以下の(ア)～(カ)より2つ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 葉の気孔を開かせる。
- (イ) 葉の気孔を閉じさせる。
- (ウ) 葉のつけ根の離層の細胞壁の分解を促進して、落葉を促進する。
- (エ) 葉のつけ根の離層の形成を抑制して、落葉を防ぐ。
- (オ) 不定根の形成を促進する。
- (カ) 不定根の形成を抑制する。

問4 問3の植物ホルモンを人工的に合成し、実験1と同程度の屈曲をおこす量の植物ホルモンを、(1)幼葉鞘の左側(図④のL)にのみ注入した。(2)同様に同量を幼葉鞘の左側(L)に注入し、その半分を右側(R)にも注入した。これらを暗所に放置すると幼葉鞘はどのようなになったか。以下の(ア)~(キ)よりあてはまるものをそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 実験1の屈曲よりも大きく、左側に曲がった。
- (イ) 実験1と同程度の屈曲で、左側に曲がった。
- (ウ) 実験1の屈曲よりも小さく、左側に曲がった。
- (エ) 曲がらなかった。
- (オ) 実験1の屈曲よりも小さく、右側に曲がった。
- (カ) 実験1と同程度の屈曲で、右側に曲がった。
- (キ) 実験1の屈曲よりも大きく、右側に曲がった。

〔II〕 動物の浸透圧調節に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

海にすむ軟骨魚類の体液には、塩類のほかに が多く含まれているため、その浸透圧は海水の浸透圧とほぼ同じ程度に保たれている。これに対し、硬骨魚類の体液の浸透圧は、海水のものとも淡水のものとも大きく異なっている。このため、硬骨魚類では、えらや腎臓などの働きによって浸透圧を一定に保つしくみが発達している。

腎臓は、ヒトでも体液の浸透圧を調節するために重要な働きをしている。腎臓には腎単位（ネフロン）が数多く存在し、ここで血液がろ過されて原尿がつくられる。原尿の成分は腎臓内で再吸収され、最終的に尿として排出される水や塩類の量は、ホルモンなどによって調節されている。このほかに、腎臓は体内の老廃物を取り除く働きもしている。タンパク質が分解されて生じる有害な は、肝臓で毒性の弱い物質につくり変えられ、腎臓で尿の成分となる。腎臓から出た尿は、ぼうこうにためられるが、自律神経の1つである 神経がぼうこうの収縮を促進すると、体外へと排出される。

問1 ～ にあてはまる語句を入れなさい。

問2 神経の末端から、主として分泌される神経伝達物質の名称を答えなさい。また、 神経が働いて起こる現象を、以下の(ア)～(カ)より2つ選び、記号で答えなさい。

- | | | |
|------------|-------------|--------------|
| (ア) 瞳孔の縮小 | (イ) 血圧の上昇 | (ウ) 発汗の促進 |
| (エ) 気管支の拡張 | (オ) 心臓の拍動促進 | (カ) 胃腸のぜん動促進 |

問3 腎臓および肝臓は、発生の過程で主として胚のどの部分から形成されるか。以下の(ア)～(カ)より最も適切なものをそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- | | | | |
|---------|--------|-----------------|----------|
| (ア) 脊索 | (イ) 体節 | (ウ) 脊索と体節以外の中胚葉 | (エ) 胚の表皮 |
| (オ) 神経管 | (カ) 腸管 | | |

問4 以下の(ア)～(カ)のうち、海にすむ軟骨魚類に属するものを1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | | |
|------------|-------------|---------|------------|
| (ア) ウニ | (イ) エイ | (ウ) クジラ | (エ) ヤツメウナギ |
| (オ) ナメクジウオ | (カ) サンショウウオ | | |

問5 淡水に生息する硬骨魚類は、浸透圧調節のためにどのようなことをしているか。以下の(ア)～(ケ)よりあてはまるものを4つ選び、記号で答えなさい。また、なぜそのようなことをしているのか、理由を説明しなさい。

- (ア) 淡水を積極的に飲む。 (イ) 淡水をほとんど飲まない。
 (ウ) えらから塩類を取り込む。 (エ) えらから塩類を排出する。
 (オ) 少量の尿を排出する。 (カ) 多量の尿を排出する。
 (キ) 体液より高張な尿を排出する。 (ク) 体液とほぼ等張な尿を排出する。
 (ケ) 体液より低張な尿を排出する。

問6 ヒトの体内で以下の①～③の働きをする構造は何か。下記の(ア)～(カ)よりそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ① ネフロンの一部を構成し、血液を通す。
 ② ネフロンには含まれないが、原尿中の水分を再吸収する。
 ③ 腎臓から出た尿をぼうこうまで運ぶ。

- (ア) 腎動脈 (イ) 糸球体 (ウ) 集合管 (エ) 細尿管 (腎細管)
 (オ) 輸尿管 (カ) ボーマンのう

問7 下の表は、健康なヒトの血しょう、原尿、および尿の成分を示している。この表を見て、以下の各問いに答えなさい。ただし、表中のイヌリンは、体内では合成も分解もされず、静脈に注射するとネフロンでろ過され、再吸収されることなく尿中に排出される物質である。

表 血しょう、原尿、尿の成分濃度の比較

成分	血しょう (mg/ml)	原尿 (mg/ml)	尿 (mg/ml)
X	1.1	1.1	0
Y	3.0	3.0	3.3
Z	0.3	0.3	21.0
カリウム	0.2	0.2	1.5
イヌリン	0.8	0.8	あ

(i) 表中の成分 X~Z にあてはまるものを、以下の(ア)~(ケ)よりそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。また、(ア)~(ケ)のうち、通常、血しょうには存在するが原尿には存在しないものをすべて選び、記号で答えなさい。

- (ア) 水 (イ) 尿素 (ウ) 血小板 (エ) 赤血球
 (オ) リンパ球 (カ) グルコース (キ) ナトリウム (ク) 免疫グロブリン
 (ケ) フィブリノーゲン

(ii) 1時間に原尿が 7.5 l、尿が 60 ml つくられるとき、表中の あ の値はいくつになるか。整数で答えなさい。

(iii) 成分 X~Z のうち、原尿から再吸収される割合（再吸収率）が、カリウムの再吸収率よりも低い成分を1つ選び、アルファベットで答えなさい。また、その成分の再吸収率（%）と、1時間あたりに原尿から再吸収される成分の量（mg）を、それぞれ整数で答えなさい。

(iv) 以下の①~④の働きをするホルモンとして最も適切なものを、I 群よりそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。また、各ホルモンをつくる細胞が存在する部位（神経分泌細胞の場合は、細胞体が存在する部位）を、II 群よりそれぞれ1つずつ選び、記号で答えなさい。

- ① 血液中の成分 X の濃度を下げる。
 ② タンパク質を成分 X へと変えることにより、血液中の成分 X の濃度を上げる。
 ③ ②の働きをするホルモンの分泌を促進する。
 ④ 体液の浸透圧が上昇したとき、浸透圧を正常な値まで下げる。

- I 群： (ア) アドレナリン (イ) インスリン (ウ) グルカゴン
 (エ) パラトルモン (オ) バソプレシン (カ) 放出ホルモン
 (キ) 鉱質コルチコイド (ク) 糖質コルチコイド
 (ケ) 副腎皮質刺激ホルモン

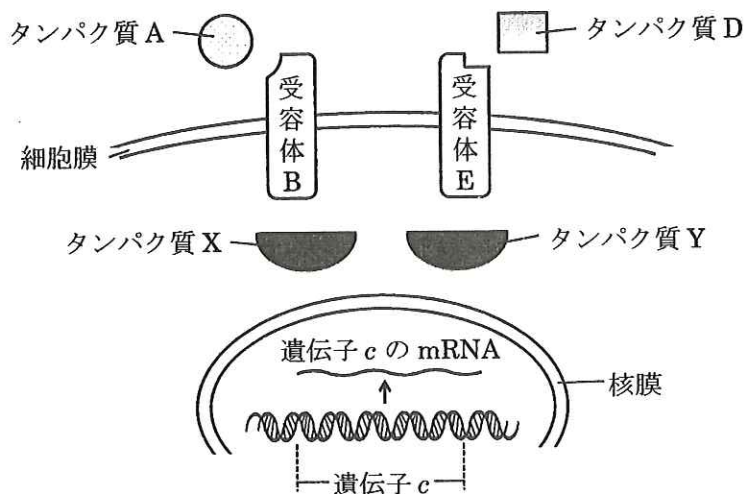
- II 群： (a) 間脳の視床下部 (b) 脳下垂体の前葉 (c) 脳下垂体の後葉
 (d) 副甲状腺 (e) 副腎の皮質 (f) 副腎の髄質
 (g) すい臓のランゲルハンス島 A 細胞
 (h) すい臓のランゲルハンス島 B 細胞

[III] 動物胚の遺伝子発現調節に関する下記の文章を読み、各問いに答えなさい。

カエル原腸胚に存在するタンパク質 A は、ある細胞（標的細胞）に到達すると、細胞膜上の受容体タンパク質 B（以下、受容体 B）とのみ結合し、細胞内の様々な反応を活性化することで、遺伝子 c の転写を促進する（下図参照）。また、タンパク質 A の働きに関与することが知られるタンパク質 D は、標的細胞の細胞膜上にある受容体タンパク質 E（以下、受容体 E）とのみ結合する。タンパク質 A と D のどちらも、タンパク質 1 分子が受容体 1 分子と結合する。ただし、受容体 B と E は、標的細胞以外には存在しないものとする。なお、標的細胞にはタンパク質 X と Y も発現しており、これらは細胞膜上に存在する分子を細胞内に取り込む現象に関与している。

遺伝子 c の転写調節における各タンパク質の役割を調べるために、カエルの受精卵を用いて、以下の各実験を行った。

図 標的細胞において遺伝子 c の発現調節に関与するタンパク質



【実験 1】カエルの受精卵を G1-1 から G1-6 の 6 つのグループに分け、各タンパク質を指定する mRNA を注入することで、目的のタンパク質のみを過剰に発現させた。これらを原腸胚まで発生させ、標的細胞における遺伝子 c の mRNA 量を測定した。実験の条件と結果を表 1 に示す。

表 1 特定のタンパク質を過剰に発現させたときの遺伝子 c の mRNA 量の平均（相対値）

	G1-1	G1-2	G1-3	G1-4	G1-5	G1-6
過剰発現させたタンパク質	なし	A	B	D	A, D	A, B, D
遺伝子 c の mRNA 量	10	20	10	10	50	100

【実験 2】 新たに用意したカエルの受精卵を G2-1 から G2-7 の 7 つのグループに分け、特定の mRNA の翻訳を阻害する化合物を注入することで、目的のタンパク質のみがつかられないようにした。これらを原腸胚まで発生させ、標的細胞における遺伝子 *c* の mRNA 量を測定した。実験の条件と結果を表 2 に示す。

表 2 特定のタンパク質を失わせたとときの遺伝子 *c* の mRNA 量の平均 (相対値)

	G2-1	G2-2	G2-3	G2-4	G2-5	G2-6	G2-7
失わせたタンパク質	なし	A	B	D	E	X	Y
遺伝子 <i>c</i> の mRNA 量	10	1	1	1	1	10	1

【実験 3】 新たに用意したカエルの受精卵を G3-1 から G3-6 の 6 つのグループに分け、実験 1 と同じ方法でタンパク質 A を過剰に発現させた状態で、実験 2 と同じ方法で特定のタンパク質のみがつかられないようにした。これらを原腸胚まで発生させ、標的細胞における遺伝子 *c* の mRNA 量を測定した。実験の条件と結果を表 3 に示す。

表 3 タンパク質 A を過剰に発現させた状態で、特定のタンパク質を失わせたとときの遺伝子 *c* の mRNA 量の平均 (相対値)

	G3-1	G3-2	G3-3	G3-4	G3-5	G3-6
失わせたタンパク質	なし	B	D	E	X	Y
遺伝子 <i>c</i> の mRNA 量	20	1	1	1	あ	い

【実験 4a】 新たに用意したカエルの受精卵を G4-1 から G4-9 の 9 つのグループに分け、実験 2 と同じ方法で特定のタンパク質のみがつかられないようにした。これらを原腸胚まで発生させてから標的細胞を取り出し、生理食塩水中に移した。続いて、標的細胞の細胞膜上にある受容体 B のみ、もしくは受容体 E のみに蛍光色素を結合させて標識した(蛍光標識)。これらを顕微鏡で観察すると、いずれも蛍光は細胞膜でのみ検出された。その後、生理食塩水にタンパク質 D を加えて受容体 E と結合させ、1 時間後に蛍光が主として細胞のどの部位で検出されるかを調べた。実験の条件と結果を表 4 に示す。ただし、蛍光色素による標識は、各受容体の機能には何も影響を及ぼさないものとする。また、この蛍光色素は、受容体が分解されると蛍光を失うものとする。

表 4 特定のタンパク質を失わせた状態でタンパク質 D を作用させたときに、蛍光が検出された部位

	G4-1	G4-2	G4-3	G4-4	G4-5	G4-6	G4-7	G4-8	G4-9
蛍光標識した受容体	B	B	B	B	E	E	E	E	E
失わせたタンパク質	なし	A	X	Y	なし	A	B	X	Y
蛍光の検出部位	細胞質	細胞質	細胞質	細胞膜	細胞質	細胞質	細胞膜	細胞質	細胞膜

【実験 4b】 実験 4a の観察終了後、G4-1 と G4-5 の細胞を、タンパク質 D を含まない生理食塩水中に移した。1 時間後に観察したところ、G4-1 では蛍光は検出されなかったが、G4-5 では細胞膜でのみ蛍光が検出された。そこで、(1)生理食塩水に再度タンパク質 D を加えて 1 時間後に観察したところ、G4-1 では蛍光は検出されなかったが、(2)G4-5 では蛍光は主として細胞質で検出された。

問 1 実験 1 と実験 2 の結果から、何も実験操作をしていない正常なカエル胚について導き出される結論として最も適切なものを、以下の(ア)～(カ)より 2 つ選び、記号で答えなさい。また、それぞれの根拠は、どのグループの実験結果を比較することにより得られるか。以下の(a)～(f)より最も適切なものをそれぞれ 1 つずつ選び、記号で答えなさい。

- (ア) 標的細胞に到達することができるタンパク質 A の分子数は、標的細胞上の受容体 B の分子数と比べて、相対的に少ない。
- (イ) 標的細胞に到達することができるタンパク質 D の分子数は、標的細胞上の受容体 E の分子数と比べて、相対的に多い。
- (ウ) 受容体 B は、遺伝子 c の転写調節には関与しない。
- (エ) 受容体 E は、遺伝子 c の転写調節には関与しない。
- (オ) タンパク質 A による遺伝子 c の転写の促進には、タンパク質 D が不可欠である。
- (カ) タンパク質 D は、タンパク質 A の存在下では遺伝子 c の転写を抑制する。

- (a) G1-1 と G1-2 と G1-3
- (b) G1-2 と G1-3 と G1-4
- (c) G1-1 と G1-4 と G1-5
- (d) G2-1 と G2-2
- (e) G2-2 と G2-3
- (f) G2-1 と G2-4

問2 表3の **あ** と **い** にあてはまるものを、以下の(ア)~(オ)より1つずつ選び、記号で答えなさい。

(ア) 1 (イ) 10 (ウ) 20 (エ) 50 (オ) 100

問3 受容体の細胞内への取り込みに関与する分子は、タンパク質Xとタンパク質Yのどちらであるか、正しい方を○で囲みなさい。また、実験1~実験4bの結果から導き出される結論として適切なものを、以下の(ア)~(カ)より2つ選び、記号で答えなさい。

(ア) 受容体Eが細胞内へ取り込まれるためには、タンパク質Aが受容体Bに結合する必要がある。

(イ) 受容体Eが細胞内へ取り込まれるためには、タンパク質Dが受容体Eに結合する必要がある。

(ウ) 受容体Bの非存在下では、受容体Eは細胞内へ取り込まれない。

(エ) 受容体Eの存在下では、受容体Bは細胞内へ取り込まれない。

(オ) 受容体Bが細胞内へ取り込まれると、必ず遺伝子cの転写が促進される。

(カ) 受容体Eが細胞内へ取り込まれると、必ず遺伝子cの転写が促進される。

問4 細胞内で働くタンパク質は、(i)一度働くと分解されてしまうもの、(ii)すぐに分解されずに何度か同じ働きを繰り返すもの、に分けることができる。受容体Bと受容体Eは、それぞれ(i)と(ii)のどちらに分類されるか記号で答えなさい。また、下線部(1)の結果として、G4-5については実験4aのG4-7と同じ結果を予測していたが、実際には下線部(2)のようになった。その理由を簡潔に説明しなさい。

計 算 用 紙

計 算 用 紙