

生 物 I

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕 (配点 21)

問1 ABO式血液型では、ヒトの血液型はA型、B型、AB型、O型の四つの表現型に分けられ、これらの表現型はA遺伝子、B遺伝子、O遺伝子の三つの複対立遺伝子の組合せにより決定される。A遺伝子とB遺伝子の間には優劣関係がなく、両遺伝子ともO遺伝子に対して優性である。いま、花子さんの家系について、ABO式血液型を調べたところ、花子さんの父親がA型、母親がB型で、父方の祖父がB型、母方の祖母がO型であった。次の問い(1)、(2)に答えよ。

(1) 花子さんの母方の祖父のABO式血液型は、何型である可能性があるか。最も適当なものを、次の①～⑩のうちから一つ選べ。

- | | |
|-----------|------------|
| ① A型 | ② B型 |
| ③ AB型 | ④ O型 |
| ⑤ A型またはB型 | ⑥ A型またはAB型 |
| ⑦ A型またはO型 | ⑧ B型またはAB型 |
| ⑨ B型またはO型 | ⑩ AB型またはO型 |

(2) ABO式血液型について、花子さんの遺伝子型がヘテロ接合である可能性は何%か。最も適当な数値を、次の①～⑦のうちから一つ選べ。 %

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 12.5 | ② 25.0 | ③ 37.5 | ④ 50.0 |
| ⑤ 62.5 | ⑥ 75.0 | ⑦ 87.5 | |

問2 動物における刺激の受容と反応に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① 各受容器の感覚細胞が受容する特定の刺激を鍵刺激と呼ぶ。
- ② ヒトの耳において、音波はうずまき管で、からだの回転は前庭で、からだの傾きは半規管で受容される。
- ③ ヒトの目において、入射光量が多い場合には、副交感神経の興奮を介して虹彩の筋肉が収縮し、瞳孔が縮小する。
- ④ ヒトの骨格筋には筋肉の伸展を受容する筋紡錘があり、これには運動神経が直接連絡している。

問3 カエルの発生において、心臓は尾芽胚のどの領域から分化するか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

- | | | |
|-------|--------|-------|
| ① 表皮域 | ② 内胚葉域 | ③ 体節域 |
| ④ 側板域 | ⑤ 神経域 | ⑥ 脊索域 |

生物 I

問 4 図 1 は、ある双子葉植物の葉の断面を模式的に示したものである。ア～キの細胞または場所に関する記述として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。 5

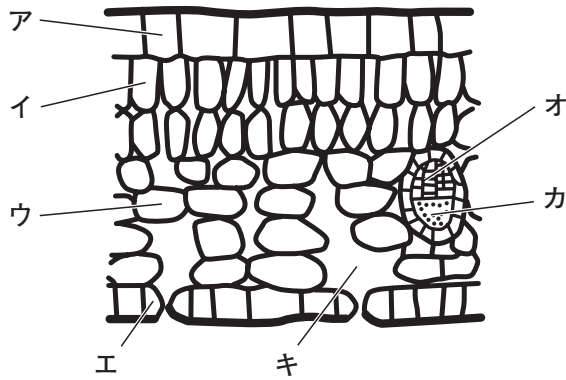


図 1

- ① 葉緑体が観察できる細胞は、葉肉を構成するイとウの細胞だけである。
- ② アは葉の表側の表皮細胞であり、エの細胞が並ぶ側に比べ、クチクラ層が薄くなっている。
- ③ 維管束系を構成する細胞のうち、オの道管は生細胞、カの篩管は死細胞で構成されている。
- ④ キには主に窒素の他、水蒸気が含まれる。

問 5 ヒト・キイロシヨウジョウバエ・カイコガ・ネズミの 4 種の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、次の①～④のうちから一つ選べ。 6

- ① ヒトの二次卵母細胞では、減数分裂第二分裂により相同染色体が対合面から分離し、卵細胞と第二極体が生じる。
- ② キイロシヨウジョウバエ ($2n=8$) では、減数分裂時に相同染色体の乗換えが起こらないとした場合、精子がもつ染色体構成は最大 8 通りある。
- ③ カイコガでは、卵がもつ性染色体により性が決定される。
- ④ ネズミの一次精母細胞から、性染色体をもたない精子ともつ精子が 1 : 1 でつくられる。

問 6 遺伝子の実体である DNA に関する記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。

7

- ① ヒトでは，どの細胞でも細胞当たりの DNA 含有量は等しい。
- ② ある生物から抽出した DNA 中に塩基成分 A (アデニン)が 28%含まれているとき，塩基成分 T (チミン)は 22%含まれている。
- ③ 病原性の肺炎双球菌から抽出した DNA をネズミに注射すると，ネズミは肺炎になって死亡する。
- ④ バクテリオファージを大腸菌に感染させると，大腸菌内にバクテリオファージの DNA だけが入って遺伝子としてはたらき，バクテリオファージが増殖する。

第2問 ヒトの肝臓のはたらきに関する次の文章を読み、各問い(問1～6)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 30)

ア ヒトでは、心臓から出た血液の4分の1が肝臓を通過しており、多量の血液が絶えず出入りする肝臓は、血液の恒常性の維持に重要な役割を担っている。

小腸から血液中に吸収されたグルコースは、 と呼ばれる血管を経て肝臓に入り、一部はグリコーゲンに変化して肝臓に貯蔵される。ウ グリコーゲンは、血糖量の低い場合に分解されてグルコースとなり、その結果血糖量が上昇する。 また、肝臓では脂質やタンパク質の代謝もさかんに行われ、化学反応に伴って発生する熱は、エ 体温の維持に役立つ。

血流によって肝臓に入ったアルコールなどの有害物質は、分解されたり無害な物質に変えられたりして無毒化される。これを解毒作用という。また、体内の が分解されて生じる有害な は、肝臓で比較的害の少ない に変化し、最終的に尿の成分として腎臓から排出される。

胆のうは、肝臓から十二指腸につながる胆管の途中にある器官であり、肝臓で合成された胆汁を一時的に蓄える場である。胆汁は、食事をすると胆のうの収縮により十二指腸に放出される消化液で、 の消化を促す物質を含んでいる。

問1 下線部アに関して、ある男子学生 A 君について、1 分間あたりに心臓から肝臓に流れ込む血液量を求めることにした。次の文章を参考に、下の問い(1)～(4)に答えよ。

ヒトでは、肺から血液中へ取り込まれた酸素は、赤血球中のヘモグロビンと結合して酸素ヘモグロビンとなり、器官や組織へ運ばれる。いま、A 君の酸素ヘモグロビンの割合を調べると、肺静脈中では 95%、肺動脈中では 70%であった。

(1) ヒトでは、肺静脈に酸素濃度の高い動脈血が、肺動脈に酸素濃度の低い静脈血が流れている。ヒトの循環系において、肺静脈以外に、動脈血が流れている心臓の部位および血管の名称の組合せとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

① 右心房・大動脈

② 右心房・大静脈

③ 左心房・大動脈

④ 左心房・大静脈

(2) ヘモグロビンと酸素の結合に関する記述として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

① 酸素濃度および二酸化炭素濃度が高くなると、結合しやすくなる。

② 酸素濃度および二酸化炭素濃度が高くなると、結合しにくくなる。

③ 酸素濃度が高くなると結合しやすくなり、二酸化炭素濃度が高くなると結合しにくくなる。

④ 酸素濃度が高くなると結合しにくくなり、二酸化炭素濃度が高くなると結合しやすくなる。

生物 I

(3) ヒトでは、血液 100 mL 中にヘモグロビンが 15 g 含まれており、1 g のヘモグロビンは最大 1.4 mL の酸素と結合できる。A 君の血液 100 mL 当たりの酸素消費量 (mL) を計算し、その値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mL

- ① 5.25 ② 5.50 ③ 52.5
④ 55.0 ⑤ 525 ⑥ 550

(4) A 君の 1 分間の酸素消費量は 262.5 mL であった。(3) で求めた値から、A 君の心臓から 1 分間あたりに肝臓へ送り出される血液量 (mL) を計算し、その値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 mL

- ① 1250 ② 2500 ③ 3750
④ 5000 ⑤ 6250 ⑥ 7500

問 2 36 ページ文章中の空欄 に入る語として最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 肝動脈 ② 肝門脈 ③ 肝静脈

問 3 下線部ウの反応を促進する血糖量調節ホルモンの名称として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① 糖質コルチコイド ② 鉱質コルチコイド ③ インスリン
④ グルカゴン ⑤ ノルアドレナリン

問4 下線部エに関して、ヒトが寒冷刺激を受けた場合に行われる体温調節の仕組みとして誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 7

- ① チロキシンにより、肝臓での代謝が促進される。
- ② アドレナリンにより、心臓の拍動が促進される。
- ③ 交感神経の興奮により、立毛筋が収縮する。
- ④ 副交感神経の興奮により、皮膚の毛細血管が弛緩する。

問5 36ページ文章中の空欄 オ ～ ク に入る語として最も適当なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

オ 8 カ 9 キ 10 ク 11

- | | | |
|---------|---------|--------|
| ① 窒素 | ② 尿酸 | ③ 酸素 |
| ④ アンモニア | ⑤ 二酸化炭素 | ⑥ 炭水化物 |
| ⑦ 脂肪 | ⑧ タンパク質 | ⑨ 尿素 |

問6 肝臓および腎臓は、内胚葉・中胚葉・外胚葉のうちいずれから発生する器官か。その組合せとして最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 12

- | | 肝臓 | 腎臓 | | 肝臓 | 腎臓 |
|---|-----|-----|---|-----|-----|
| ① | 内胚葉 | 内胚葉 | ② | 内胚葉 | 中胚葉 |
| ③ | 内胚葉 | 外胚葉 | ④ | 中胚葉 | 内胚葉 |
| ⑤ | 中胚葉 | 中胚葉 | ⑥ | 中胚葉 | 外胚葉 |
| ⑦ | 外胚葉 | 内胚葉 | ⑧ | 外胚葉 | 中胚葉 |
| ⑨ | 外胚葉 | 外胚葉 | | | |

第3問 被子植物の受精と発生および遺伝に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～6)に答えよ。〔解答番号 ～ 〕(配点 24)

A イネやカキなどでは、種子の完成まで胚乳が発達を続け、胚乳に発芽の際にエネルギー源となる栄養が蓄えられる。このような種子を有胚乳種子という。一方、アサガオや などでは、胚乳の発達は種子が完成する前に途中で停止し、栄養は胚の子葉に蓄えられる。このような種子を無胚乳種子という。

問1 上の文章中の空欄 に入る植物名として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① トウモロコシ ② ナズナ ③ コムギ ④ スギゴケ

問2 被子植物の受精と発生に関する記述として誤っているものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 一つの胚のうにおいて、2個の助細胞と3個の反足細胞は受精することなく退化する。
② 一つの胚のうにおいて、イネやカキでは1個の精細胞と2個の極核をもつ中央細胞が融合するが、アサガオではこのような融合はみられない。
③ 受精卵の発生過程で生じる胚柄は、種子が完成するまでに退化する。
④ 受精卵の発生過程で生じる胚球では、その一部から胚軸が分化する。

問3 被子植物では、花粉母細胞の行う減数分裂および体細胞分裂を経て、花粉管細胞と雄原細胞からなる成熟花粉が作られる。イネ($2n=24$)の成熟花粉において、1個の雄原細胞当たりの染色体数はいくらか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 12 ② 24 ③ 36 ④ 48

問4 いま、ある有胚乳種子が形成された。その種子に含まれる胚の母親のある相同染色体の1組を X_1X_2 、この相同染色体と同形同大で、父親のもつ相同染色体の1組を X_3X_3 としたとき、この有胚乳種子での子葉、種皮、胚乳のそれぞれを構成する細胞の染色体構成はどのように表されるか。最も適当なものを、次の [X群] の①～⑥のうちから、子葉について二つ、種皮について一つ、 [Y群] の①～⑩のうちから、胚乳について二つ選べ。ただし、子葉および胚乳については解答の順序は問わない。

子葉 種皮 胚乳

[X群]

- | | | |
|------------|------------|------------|
| ① X_1X_1 | ② X_2X_2 | ③ X_3X_3 |
| ④ X_1X_2 | ⑤ X_1X_3 | ⑥ X_2X_3 |

[Y群]

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| ① $X_1X_1X_1$ | ② $X_2X_2X_2$ | ③ $X_3X_3X_3$ |
| ④ $X_1X_1X_2$ | ⑤ $X_1X_1X_3$ | ⑥ $X_1X_2X_2$ |
| ⑦ $X_1X_2X_3$ | ⑧ $X_1X_3X_3$ | ⑨ $X_2X_2X_3$ |
| ⑩ $X_2X_3X_3$ | | |

生物 I

B アサガオの子葉の色を決める遺伝子には、緑色遺伝子(遺伝子記号を G とする)と黄色遺伝子(遺伝子記号を g とする)があり、遺伝子 G は遺伝子 g に対して完全優性である。また、花の色を決める遺伝子には、赤色遺伝子(遺伝子記号を R とする)と白色の遺伝子(遺伝子記号は r とする)があり、遺伝子 R は遺伝子 r に対して不完全優性であり、ヘテロ接合体の花色はピンク色になる。遺伝子 G(g)と遺伝子 R(r)はそれぞれ別々の染色体に独立して存在している。

いま、子葉の色が緑色で花の色が赤色の純系個体と、子葉の色が黄色で花の色が白色個体を交配し、 F_1 を得た。さらに、この F_1 で自家受精を行い、 F_2 を得た。

問 5 F_2 において、遺伝子型が GGRr の個体と GgRr の個体はどのような比で含まれるか。その理論値として最も適当なものを、次の①～⑦のうちから一つ選べ。

GGRr の個体 : GgRr の個体 =

① 1 : 1

② 1 : 2

③ 1 : 3

④ 2 : 1

⑤ 3 : 1

⑥ 2 : 3

⑦ 3 : 2

問 6 F_2 の中から子葉が黄色で花色が白色でない個体をすべて選び、子葉の色が黄色で花色が白色の個体と交配した。この交配で生じる個体のうち、子葉の色が黄色で花色がピンク色の個体 : 子葉の色が黄色で花色が白色の個体の比はどのようになるか。最も適当なものを、**問 5** の解答群の①～⑦のうちから一つ選べ。

子葉の色が黄色で花色がピンク色の個体 : 子葉の色が黄色で花色が白色の個体
=

生物 I

第4問 植物の反応と調節に関する次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

高等な植物は、外部環境からの刺激に対して反応し、応答することができる。例えば、ア暗所に横たえて置かれたマカラスムギの芽生えでは、根は重力方向側に屈曲し、茎は根とは逆向きに屈曲する。また、イマカラスムギの幼葉鞘に一定方向から光を照射して育てると、光の照射側へ屈曲する。ウ日長変化を季節情報として受容し、花芽形成を行う植物もある。このような現象に関わっているのが、各種植物ホルモンである。

問1 下線部アに関して、次の問い(1)～(3)に答えよ。

(1) 刺激の方向に対して一定方向に屈曲する性質を屈性という。下線部アの反応も屈性の一例であり、重力屈性と呼ばれる。屈性を示す現象として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① オジギソウの葉に触れると、その小葉が閉じる。
- ② タンポポの花に光が当たると開く。
- ③ ネムノキでは、夜になると葉が折り畳まれて垂れ下がる。
- ④ キュウリの巻きひげが支柱に巻き付く。

(2) 下線部アの反応に関わる植物ホルモンの名称として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

- ① アブシシン酸 ② エチレン ③ オーキシン
- ④ サイトカイニン ⑤ ジベレリン

- (3) 下線部アのマカラスムギの重力屈性に関する記述として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，①～④の記述では，問い(2)で選んだ植物ホルモンをホルモン X と表記している。 3

- ① 横たえた芽生えの上側ではホルモン X の濃度が高まるため，ホルモン X の最適濃度の高い根では下側の成長が促進されず，最適濃度の低い茎では下側の成長が促進される。
- ② 横たえた芽生えの上側ではホルモン X の濃度が高まるため，ホルモン X の最適濃度の低い根では下側の成長が促進されず，最適濃度の高い茎では下側の成長が促進される。
- ③ 横たえた芽生えの下側ではホルモン X の濃度が高まるため，ホルモン X の最適濃度の高い根では下側の成長が促進されず，最適濃度の低い茎では下側の成長が促進される。
- ④ 横たえた芽生えの下側ではホルモン X の濃度が高まるため，ホルモン X の最適濃度の低い根では下側の成長が促進されず，最適濃度の高い茎では下側の成長が促進される。

生物 I

問2 下線部イに関して、暗所でマカラスムギの幼葉鞘に A ~ E のような処理をした後、一定方向から光を照射した。幼葉鞘が光の方向へ屈曲して成長するものの組合せとして最も適当なものを、下の①~⑩のうちから一つ選べ。 4

- A 幼葉鞘の先端を切除する。
- B 幼葉鞘の先端に、光の照射方向に対して平行に雲母片を差し込む(図1)。
- C 幼葉鞘の先端に、光の照射方向に対して垂直に雲母片を差し込む(図2)。
- D 幼葉鞘の先端に不透明なキャップを被せる。
- E 幼葉鞘の先端以外の場所をアルミホイルで覆う。

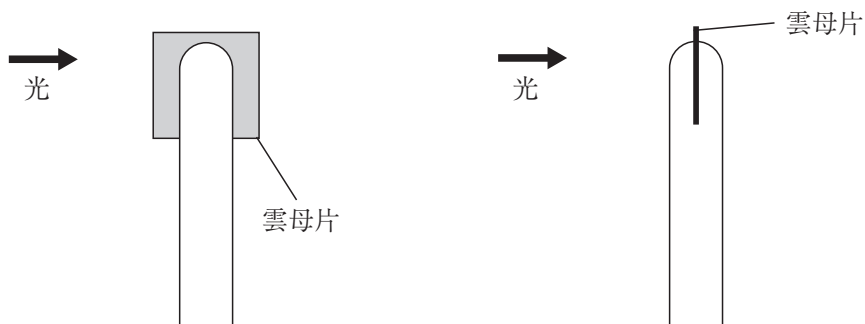


図 1

図 2

- ① A · B ② A · C ③ A · D ④ A · E ⑤ B · C
- ⑥ B · D ⑦ B · E ⑧ C · D ⑨ C · E ⑩ D · E

- 問3 下線部ウの性質を示す植物体 Y を用いて行った実験に関して、下の問い(1)・(2)に答えよ。

実験 植物体 Y に a ~ f のような処理を行い、その後の花芽形成の有無を調べた。

- a 植物体 Y を葉のついたまま明条件(明期 16 時間・暗期 8 時間の 24 時間周期)においた。その結果、花芽形成はみられなかった。
- b 植物体 Y を葉のついたまま暗条件(明期 8 時間・暗期 16 時間の 24 時間周期)においた。その結果、花芽形成はみられた。
- c 植物体 Y の葉をすべて取り除き、暗条件においた。
- d 植物体 Y の葉を 1 枚だけ残してそれ以外の葉はすべて取り除き、暗条件においた。
- e 植物体 Y の茎の真ん中辺りに環状除皮を施し、環状除皮した部分よりも上部の葉を残して明条件におき、環状除皮した部分より下部の葉をすべて取り除いて暗条件においた。
- f 植物体 Y を葉のついたまま明条件においた。ただし、1 枚の葉だけは実験の間中ずっとアルミホイルでその全体を覆っておいた。

- (1) 植物体 Y は長日植物、短日植物のいずれであるか。また、その例としてはどのような植物体があるか。その組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 5

- ① 長日植物・ホウレンソウ
- ② 長日植物・オナモミ
- ③ 長日植物・セイヨウタンポポ
- ④ 短日植物・ホウレンソウ
- ⑤ 短日植物・オナモミ
- ⑥ 短日植物・セイヨウタンポポ

- (2) c ~ f の実験結果のうち、花芽形成がみられるものの組合せとして最も適当なものを、次の①~⑥のうちから一つ選べ。 6

- ① c・d
- ② c・e
- ③ c・f
- ④ d・e
- ⑤ d・f
- ⑥ e・f

生物 I

問4 陸上植物では、葉の気孔からの蒸散により水分調節を行っている。これに関する次の文章中の空欄 **7** ~ **10** に入る語句として最も適当なものを、下の①~⑩のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

気孔を形成する2個の孔辺細胞では、気孔側の細胞壁の厚さがその反対側の細胞壁に比べて **7** になっている。そのため、孔辺細胞が吸水し、その **8** が高くなると、孔辺細胞が湾曲して気孔が **9** する。植物ホルモンの **10** には、気孔の **9** を促進する作用がある。

- | | | | |
|-------|-------|----------|-----------|
| ① 閉鎖 | ② 浸透圧 | ③ アブシシン酸 | ④ エチレン |
| ⑤ 吸水力 | ⑥ 開孔 | ⑦ 膨圧 | ⑧ サイトカイニン |
| ⑨ 薄く | ⑩ 厚く | | |