

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 24)

問1 被子植物の配偶子形成・受精・種子形成に関する記述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 花粉母細胞は、若い葯よりも成熟した葯の中に多く含まれる。
- ② 成熟した花粉は受粉後に花粉管をのばし、その中で花粉管細胞が体細胞分裂を行い、2個の精細胞を生じる。
- ③ 1個の胚のう母細胞から卵細胞がつくられるまでに、核分裂は4回起こる。
- ④ 重複受精は、被子植物以外に裸子植物でも起こる。
- ⑤ ナズナやエンドウの種子では胚乳が発達していない。

問2 ヒトの眼の盲斑には視細胞がなく，そこに光が当たっても受容されない。

(1) 網膜上の盲斑の位置に関する記述として最も適当なものを，両眼の水平断面を模式的に示した図1を参考にして，次の①～④のうちから一つ選べ。 2

① 右眼では黄斑よりも鼻側寄りに，左眼では黄斑よりも耳側寄りに位置する。

② 右眼では黄斑よりも耳側寄りに，左眼では黄斑よりも鼻側寄りに位置する。

③ 右眼でも左眼でも黄斑よりも鼻側寄りに位置する。

④ 右眼でも左眼でも黄斑よりも耳側寄りに位置する。

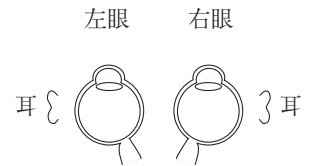


図 1

(2) 盲斑の検出に関する次の文章を読み， 3 に当てはまる式として最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。

左眼を閉じ，右眼の正面前方に図2のような検出板を置いて印+を正視する。眼を動かさないようにして検出板を前後に動かし，印●が見えなくなったときの「眼と検出板の距離」を測定する。いま，この距離が X cm であったとき，水晶体の中心から網膜までの距離が 2 cm ならば，盲斑は黄斑から 3 cm 離れた位置に存在する。

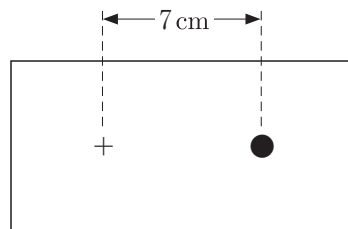


図 2

① $\frac{2 \times 7}{X}$

② $\frac{7 \times X}{2}$

③ $\frac{2 \times X}{7}$

④ $\frac{X}{2 \times 7}$

⑤ $\frac{2}{7 \times X}$

⑥ $\frac{7}{2 \times X}$

生物 I

問3 脊髄反射に関する次の記述 a ~ c について、正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。

4

- a しつがい腱反射における受容器は皮膚の温点であり、ここで受け取られた情報は感覚神経を介して脊髄に達する。
- b 感覚神経は、脊髄腹根を通過して脊髄に達する。
- c 脊髄は、髄質が灰白質、皮質が白質である。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	誤	正	正
⑤	正	誤	誤
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

問4 ヒトの肝臓に関する次の記述 a ~ c について、正誤の組合せとして正しいものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。 5

- a 肝臓の細胞がインスリンを受容すると、細胞内にグルコースが取り込まれ、グリコーゲンの合成が促される。
- b 消化管から吸収された栄養は、直接全身へ循環することはなく、肝門脈を介していったん肝臓に運ばれる。
- c 肝臓は、発生過程において、内胚葉から分化する器官である。

	a	b	c
①	正	正	正
②	正	正	誤
③	正	誤	正
④	誤	正	正
⑤	正	誤	誤
⑥	誤	正	誤
⑦	誤	誤	正
⑧	誤	誤	誤

生物 I

問5 顕微鏡にマイクロメーターを設置し、ある細胞の大きさを測定することにした。まず、接眼マイクロメーターと対物マイクロメーターを顕微鏡に装着し検鏡すると、図3のように見えた。次に、対物マイクロメーターを外し、そのままの倍率で細胞を観察すると、細胞の長辺および短辺の長さは接眼マイクロメーターの目盛りで、それぞれ12目盛と5目盛であった。この細胞の面積(μm^2)として最も適当な数値を、下の①~⑥のうちから一つ選べ。ただし、対物マイクロメーターには1mmを100等分した目盛りが刻まれており、観察した細胞の形はほぼ長方形であったものとする。

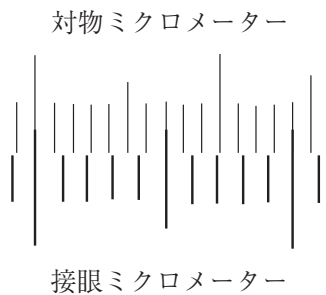


図 3

- ① 120 ② 250 ③ 2400 ④ 3000
⑤ 12000 ⑥ 60000

問6 カエルやイモリなどの両生類の発生過程において、体節から生じる組織・器官として正しいものを、次の①~⑥のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

- ① 脊椎骨 ② 水晶体 ③ 心臓 ④ 肺
⑤ 骨格筋 ⑥ 網膜

第2問 配偶子形成と遺伝に関する次の文章(A・B)を読み、各問い(問1～7)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 8 〕(配点 20)

A キイロショウジョウバエの性は性染色体によって決定され、ヒトや 1 と同様、雄ヘテロのXY型である。キイロショウジョウバエの眼の色の遺伝子には赤眼の遺伝子と白眼の遺伝子があり、赤眼遺伝子は白眼遺伝子に対して優性で、両遺伝子はX染色体上に存在することが分かっている。図1は、キイロショウジョウバエにおいて、精原細胞から精細胞が形成される様子を模式的に示したものである。いま、ある赤眼の雌から生じた卵(これを卵アとする)に、ある雄でつくられ、図1のイの精細胞に由来する精子を受精させたところ、白眼の雄が生じた。

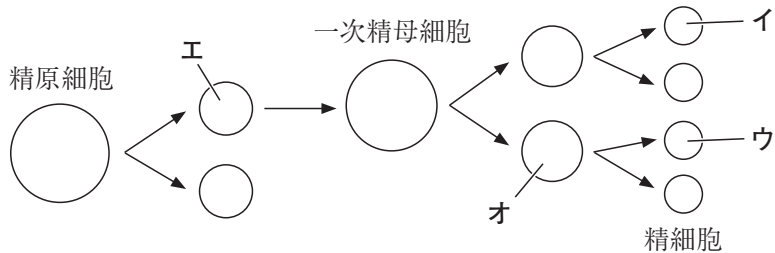


図 1

問1 上の文章中の 1 に入る語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 バッタ ② カイコガ ③ ミノガ ④ ハツカネズミ
- ⑤ ニワトリ

問2 上の文章中の卵アを生じた赤眼の雌に関する記述として最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 2

- ① 赤眼遺伝子をホモ接合でもつ。
- ② 赤眼遺伝子と白眼遺伝子をヘテロ接合でもつ。
- ③ ①であるか②であるかは判断できない。

問3 卵アに、精細胞ウ(下線部の雄が精細胞イをつくるときに同時に生じたもの)に由来する精子を受精させた場合、眼の色に関してどのような子を生じる可能性があるか。最も適当なものを、次の①～⑨のうちから一つ選べ。 3

- | | |
|---------------|---------------|
| ① 赤眼の雌のみ | ② 白眼の雌のみ |
| ③ 赤眼の雄のみ | ④ 白眼の雄のみ |
| ⑤ 赤眼の雌または赤眼の雄 | ⑥ 白眼の雌または白眼の雄 |
| ⑦ 赤眼の雌または白眼の雄 | ⑧ 白眼の雌または赤眼の雄 |
| ⑨ 赤眼の雌または白眼の雌 | |

問4 図1で、精原細胞の分裂で生じた細胞工について、分裂直後のDNA量を $2C$ 、核相を $2n$ とそれぞれ表すものとする。この場合、一次精母細胞の行う分裂(減数分裂第一分裂)で生じた細胞オの(1)DNA量、および(2)核相はどのように表せるか。最も適当なものを、次の①～④のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

(1) DNA量 4

- | | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| ① C | ② $2C$ | ③ $3C$ | ④ $4C$ |
|-------|--------|--------|--------|

(2) 核相 5

- | | | | |
|-------|--------|--------|--------|
| ① n | ② $2n$ | ③ $3n$ | ④ $4n$ |
|-------|--------|--------|--------|

生物 I

B キイロシヨウジョウバエの体細胞や生殖母細胞には，2本の性染色体以外に **6** 本の常染色体が存在する。そのうち1組の常染色体には，体色に関する遺伝子(正常体色が黒体色に対して優性)と，翅の長さに関する遺伝子(正常翅が痕跡翅に対して優性)が連鎖している。いま，両形質の遺伝子についてヘテロ接合の雌に劣性ホモ接合の雄を交配し，得られた2000個の次世代について表現型を調べたところ，表1のような結果になった。

表 1

表現型	正常体色・正常翅	正常体色・痕跡翅	黒体色・正常翅	黒体色・痕跡翅
個体数	812	204	194	790

問5 上の文章中の **6** に入る数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。

- ① 2 ② 4 ③ 6 ④ 8 ⑤ 10 ⑥ 12

問6 下線部の雌の両親の遺伝子型として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，両親の遺伝子型はともにホモ接合であったものとする。

7

- ① 正常体色・正常翅のホモ接合体 × 黒体色・痕跡翅のホモ接合体
 ② 正常体色・正常翅のホモ接合体 × 黒体色・正常翅のホモ接合体
 ③ 正常体色・正常翅のホモ接合体 × 黒体色・痕跡翅のホモ接合体 または
 正常体色・正常翅のホモ接合体 × 黒体色・正常翅のホモ接合体
 ④ 正常体色・痕跡翅のホモ接合体 × 黒体色・痕跡翅のホモ接合体
 ⑤ 正常体色・痕跡翅のホモ接合体 × 黒体色・正常翅のホモ接合体
 ⑥ 正常体色・痕跡翅のホモ接合体 × 黒体色・痕跡翅のホモ接合体 または
 正常体色・痕跡翅のホモ接合体 × 黒体色・正常翅のホモ接合体

問7 下線部の雌に，この雌と同じ両親から生まれ，両形質についてヘテロ接合体である雄を交配した。生じる次世代の表現型とその比として最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，雄では乗換えは起こらないものとする。

正常体色・正常翅 : 正常体色・痕跡翅 : 黒体色・正常翅 : 黒体色・痕跡翅
 = 8

- ① 66 : 9 : 9 : 16 ② 51 : 24 : 24 : 1 ③ 14 : 1 : 1 : 4
 ④ 9 : 3 : 3 : 1 ⑤ 3 : 0 : 0 : 1 ⑥ 2 : 1 : 1 : 0

第3問 ヒトの心臓の拍動に関する次の文章を読み、各問い(問1～8)に答えよ。

[解答番号 ～] (配点 19)

ヒトの心臓は二つの心房と二つの心室で構成されており、その壁は心筋と呼ばれる筋肉でできている。心臓は意識とは無関係に拍動を繰り返しており、この拍動により血液は全身をめぐる血管内を循環することができる。

図1は、ある男子学生が100mを全力で走ったときの心臓の拍動数を、走り始めた時点を0分として1分ごとに測定した結果を示したグラフである。心臓の拍動を調節する中枢は にある。図1より、走り始めると心臓の拍動数が増加し、血流量が増えている。これは運動により血液中の 濃度が増加し、これが刺激となって が興奮し、この興奮が 神経により心臓に伝えられたことによる。心臓の拍動は、 にあるペースメーカーと呼ばれる部分が起点となり、左右の心房と心室を規則正しく収縮させることで起こる。

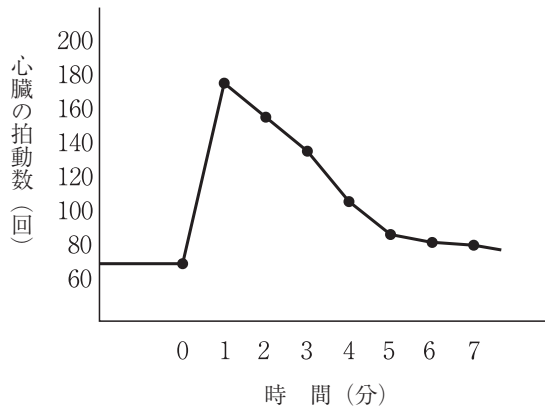


図 1

問1 上の文章中の に入る語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 中脳 ② 脳下垂体 ③ 延髄 ④ 脊髄 ⑤ 小脳

問2 前ページ文章中の **2** 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 酸素 ② 窒素 ③ 二酸化炭素

問3 前ページ文章中の **3** に入る語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 交感 ② 副交感 ③ 感覚 ④ 運動

問4 前ページ文章中の **4** に入る語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 左心房 ② 左心室 ③ 右心房 ④ 右心室

問5 100m を全力で走っているときの足の骨格筋，および骨格筋を構成する筋繊維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。 **5**

- ① 筋繊維の中に存在するサルコメア(筋節)の明帯の幅がせまくなっている。
 ② 筋繊維に活動電位が発生している。
 ③ 筋繊維は，これにつながる運動神経からアセチルコリンを受容している。
 ④ 骨格筋は単収縮(れん縮)を起こしている。

生物 I

問6 図1では、走り始めていったん増加した拍動数が、数分後には運動前とほぼ同じ値にまで減少している。減少した理由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 さかんに拍動を繰り返した心臓の筋肉が疲労したから。
- ② さかんな拍動で多くの血液が全身へ送り出され、数分後には心臓から送り出す血液が不足してきたから。
- ③ さかんな拍動を繰り返した心臓で、栄養分が不足してきたから。
- ④ 心臓につながる神経から分泌されたノルアドレナリンが心臓に作用したから。
- ⑤ 心臓につながる神経から分泌されたアセチルコリンが心臓に作用したから。

問7 心筋を構成する筋繊維の模式図として最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。



問8 恒常性の維持を目的として 神経が行う調節には、心臓の拍動調節以外にどのようなものがあるか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① 瞳孔の縮小
- ② 立毛筋の弛緩
- ③ 胃のぜんどう運動の促進
- ④ グルカゴンの分泌促進

第4問 生体防御に関する次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号 1 ～ 8] (配点 20)

ヒトの体内に病原体が進入すると、リンパ球が抗体を産生し、体液中へ分泌する。このとき、抗体をつくる原因となる物質を抗原という。体液中の抗体は抗原と 1 的に結合し、これによって抗原が処理される。このような免疫応答は 2 と呼ばれる。一方、抗原によっては、抗体を産生したリンパ球とは別のリンパ球が抗原を直接攻撃する場合もあり、このような免疫応答は 3 と呼ばれる。

ウサギに弱毒化した病原体を注射すると、そのウサギの血清中に病原体を凝集させる抗体が産生される。この現象に関して、病原体に感染したことの無いウサギを用意し、次のような実験を行った。

実験1 ウサギに弱毒化した病原体Xを注射した。その5日後、15日後、50日後にウサギから血液を採取した。

実験2 **実験1**で、50日後の血液を採取した後、ウサギに再び病原体Xを注射し、その5日後血液を採取した。

実験3 **実験1・2**で採取した血液から得た血清を生理食塩水で希釈した。希釈した血清に病原体Xを加え、それぞれについて凝集反応が起こるかどうかをみた。

実験の結果を表1に示す。

表 1

実験1で得た血清			実験2 で得た血清
5日後	15日後	50日後	
－	＋	－	＋

(表中の＋は凝集が起こったこと、－は起こらなかったことを示す。)

問1 前ページ文章中の ～ に入る語として最も適当なものを、次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- ① 食作用 ② 細胞性免疫 ③ アレルギー ④ 体液性免疫
 ⑤ 特異 ⑥ 非特異

問2 リンパ球は白血球の一種である。血液 1 mm^3 中に含まれる白血球(リンパ球を含む)の個数として最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。

- ① 450万～500万 ② 20万～40万 ③ 6000～8000

問3 下線部の血清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 血清とは、血液中の有形成分を除いた成分をすべて含む淡黄色の液体部分である。
 ② 血清とは、血液中の有形成分を除いた成分をすべて含む淡赤色の液体部分である。
 ③ 血清とは、採取した血液をしばらく放置したときに生じる血べいを除いた淡黄色の液体部分である。
 ④ 血清とは、採取した血液をしばらく放置したときに生じる血べいを除いた淡赤色の液体部分である。

生物 I

問4 表1に関する次の文章の **6**・**7** に当てはまる期間として最も適切なものを、下の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

実験1のウサギでは、1回目の注射をしてから **6** の間に病原体Xに対する抗体が多量につくられている。**実験2**のウサギでは、2回目の注射をしてから **7** の間に病原体Xに対する抗体がつくられている。

- ① 0～5日 ② 6～15日 ③ 16～50日
④ 51～55日 ⑤ 56日以降

問5 ヒトの体液の循環に関する記述として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **8**

- ① 動脈と静脈が毛細血管により連絡した開放血管系をもつ。
② 動脈の壁の厚さは静脈に比べて厚い。
③ 大静脈からの血液は、左心房に送りこまれる。
④ 肺動脈を流れる血液は、酸素濃度の高い動脈血である。
⑤ 右心室の壁の厚さは左心室に比べて厚い。

第5問 動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 17)

単細胞の原生動物であるゾウリムシは、 の運動によって水中を移動する。ゾウリムシを含む培養液を試験管に入れてしばらく暗所で静置すると、試験管上方へ泳いで水面下に集まる。これはゾウリムシの重力に対する反応の一種で、 の重力走性である。ゾウリムシの細胞内には、浸透圧調節にはたらく細胞小器官の が存在する。ゾウリムシを濃度の異なる食塩水に入れると、 の動きが変化する。そこで、4種類の濃度の食塩水中にゾウリムシを入れ、 の運動周期(が活動してから次に活動するまでの時間)を測定し、表1の結果を得た。

表 1

食塩水の濃度 (%)	0.0	0.2	0.4	0.6
<input type="text" value="3"/> の運動周期 (秒)	11.2	13.7	24.3	39.9

問1 上の文章中の ～ に入る語として最も適当なものを、次の①～⑦のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

- ① べん毛 ② 繊毛 ③ 正 ④ 負
 ⑤ 収縮胞 ⑥ 食胞 ⑦ 細胞口

問2 下線部に関して、ヒトにも重力の方向を感知するしくみがある。これに関係の深い語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 前庭 ② 鼓膜 ③ コルチ器 ④ 耳小骨 ⑤ 耳管

問3 表1に関する次の文章中の [5] ~ [7] に当てはまる語または短文として最も適当なものを、下の①~⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。ただし、同じものを二度用いてもよい。

表1より、ゾウリムシの [3] は、生活する環境の食塩水濃度が [5] なるほど活発に活動することがわかる。これは、 [3] が [6] ことにより、体液の浸透圧を外液より [7] 維持するのにはたらいっているからである。

- | | |
|-----------|-----------|
| ① 高く | ② 低く |
| ③ 塩分を取り込む | ④ 塩分を排出する |
| ⑤ 水分を取り込む | ⑥ 水分を排出する |

問4 ヒトの腎臓は、ゾウリムシの [3] と類似の役割を行う器官である。ヒトの腎臓の発生・構造・機能に関する記述として誤っているものを、次の①~⑤のうちから一つ選べ。 [8]

- ① 中胚葉の腎節から分化する器官である。
- ② 尿形成を行う腎単位(ネフロン)は、糸球体とボーマン嚢と細尿管(腎細管)からなる。
- ③ 尿形成の過程で、原尿中にろ過される物質のうち、水と同じ割合で再吸収される物質の原尿中濃度は尿中濃度に等しい。
- ④ 水分を多量に摂取した場合、バソプレシンの分泌量は増加し、腎臓における水の再吸収は抑制される。
- ⑤ ナトリウムの再吸収を促すのは、副腎皮質から分泌される鉱質コルチコイドである。