

※ 機械工学科を志願する場合は、理科の科目中「生物」の点数は採用されません。

生 物

(注意) 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。

1 細胞に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

細胞は非常に小さいため、17世紀半ばまで観察することができなかった。しかし、1665年に は顕微鏡を用いて様々なものを観察し、コルクに蜂の巣のように小さく仕切られた小部屋がたくさんあることを発見した。これが細胞の発見とされている。その後、1838年に は植物細胞を、1839年に は動物細胞を観察し、生物は細胞を基本単位としてできていることを主張した。

現在では、細胞は原核細胞と真核細胞に分けられ、動物細胞と植物細胞は真核細胞に分類される。細胞は細胞膜に包まれて外界と仕切られており、内部にDNAを含む染色体をもつ。真核細胞では、細胞内に核をはじめとして特定のはたらきをもつ様々な構造体が存在する。

問1 文章中の ～ に当てはまる人物として最も適当なものを、次の①～⑧の中からそれぞれ一つずつ選べ。

- | | | | |
|---------|----------|--------|------------|
| ① パスツール | ② シュライデン | ③ フック | ④ コッホ |
| ⑤ ブラウン | ⑥ ツァイス | ⑦ シュワン | ⑧ レーウエンフック |

問2 次の①～⑤の大きさを最も長いところで比較したとき、3番目に大きいものはどれか。

- | | | |
|------------|-----------|-------|
| ① ヒトの赤血球 | ② ヒトの坐骨神経 | ③ 大腸菌 |
| ④ 日本脳炎ウイルス | ⑤ ゾウリムシ | |

問3 生体膜で囲まれていない細胞内の構造体として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- | | | |
|-----------|---------|--------|
| ① ミトコンドリア | ② リボソーム | ③ ゴルジ体 |
| ④ リソソーム | ⑤ 葉緑体 | |

問4 染色体を観察するとき用いる溶液として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

カ

- ① フェノールレッド溶液 ② 酢酸オルセイン溶液
③ フェノールフタレイン溶液 ④ メチレンブルー溶液

問5 植物細胞と動物細胞に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

キ

- ① 植物細胞にはセルロースを主成分とする細胞壁が存在するが、動物細胞に細胞壁は存在しない。
② 細胞質分裂の際、植物細胞では赤道面に細胞板が形成されるが、動物細胞では細胞板は形成されない。
③ 成長した多くの植物細胞では発達した液胞が観察されるが、多くの動物細胞には大きな液胞はみられない。
④ 細胞を等張液から低張液に移すと、植物細胞ではそれほど大きな変化は見られないが、動物細胞は膨張または破裂する。
⑤ 植物細胞が産生する ATP と動物細胞が産生する ATP とでは構造が異なっている。

問6 ウイルスは、生物が共通にもつ特性を一部しかもたないので、生物と無生物の中間的なものとして扱われている。ウイルスの説明として適当なものを、次の①～⑤の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

ク

ケ

- ① ウイルスには細胞膜をもつものももたないものがある。
② ウイルスはタンパク質でできた殻と遺伝物質をもつ小さい粒子である。
③ すべてのウイルスは遺伝物質として DNA をもつ。
④ ウイルスは感染した細胞内にある物質を利用して増殖する。
⑤ ウイルスはグルコース溶液中で増殖することができる。

問7 ヒトの細胞と大腸菌に関する記述として誤っているものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

コ

- ① ヒトの細胞の細胞膜と大腸菌の細胞膜は、どちらも主にリン脂質とタンパク質からできている。
② ヒトの細胞と大腸菌は、どちらも呼吸に関する細胞小器官をもつが、その細胞小器官の大きさは異なっている。
③ ヒトの細胞は赤血球などの一部の細胞を除いて核をもつが、大腸菌は核をもたない。
④ ヒトの細胞の DNA は直鎖状の二本鎖であるが、大腸菌の DNA は環状の二本鎖である。
⑤ ヒトの細胞と大腸菌は、どちらも細胞分裂で増殖する。

2 動物の発生に関する以下の問いに答えよ。

問1 次の文章中の a ~ f に当てはまる語句の組み合わせとして、最も適当なものを以下の①~⑧の中から一つ選べ。

ア

動物の精子は、発生の初期の段階に、精子のおおもとになる a 細胞が生じるところから始まる。雄の体内に精巣が作られると、a 細胞は精巣に移動し、b 細胞となる。b 細胞は、c 分裂を繰り返して増殖し、やがて一部は成長して、染色体数が $2n$ である d 細胞になる。d 細胞は第一分裂で e 細胞になり、第二分裂で f 細胞となる。その後、f 細胞は変形して精子となる。

	a	b	c	d	e	f
①	精原	始原生殖	減数	一次精母	精	二次精母
②	精原	始原生殖	減数	一次精母	二次精母	精
③	精原	一次精母	体細胞	始原生殖	精	二次精母
④	精原	一次精母	体細胞	始原生殖	二次精母	精
⑤	始原生殖	一次精母	減数	始原生殖	精	二次精母
⑥	始原生殖	一次精母	減数	二次精母	始原生殖	精
⑦	始原生殖	精原	体細胞	精	一次精母	二次精母
⑧	始原生殖	精原	体細胞	一次精母	二次精母	精

問2 動物の体細胞分裂と減数分裂に関する記述として適当なものを、次の①~⑤の中から二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。

イ ウ

- ① 体細胞分裂では相同染色体どうしが対合する時期がある。
- ② 体細胞分裂と減数分裂時に形成される紡錘糸は微小管でできている。
- ③ 体細胞分裂では、一对の相同染色体は通常異なる娘細胞に分配される。
- ④ 減数分裂の第一分裂が終了すると、DNAの複製が開始する。
- ⑤ 減数分裂の第二分裂時に二価染色体は形成されない。

問3 染色体数が $2n = 10$ の場合、配偶子中の染色体の組み合わせは何通りあるか。最も適当なものを、次の①~⑧の中から一つ選べ。ただし、染色体の乗換えは起こらないものとする。

エ

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| ① 4通り | ② 5通り | ③ 8通り | ④ 10通り |
| ⑤ 16通り | ⑥ 20通り | ⑦ 32通り | ⑧ 42通り |

問4 精子の構造は3つの部分に分けられる。ミトコンドリアが存在する部分はどこか。次の①～③の中から一つ選べ。

オ

- ① 頭部 ② 中片部 ③ 尾部

問5 ウニの受精に関する次の文章中の ～ に当てはまる語句として最も適当なものを、以下の①～⑨の中からそれぞれ一つずつ選べ。

ウニの卵では、精子が卵表面のゼリー層に到達すると、精子の頭部にある が壊れ、 からタンパク質分解酵素などが放出される。精子頭部にある というタンパク質が繊維状に変化し、精子頭部の細胞膜などとともに を形成する。 はゼリー層を突き抜け、 を通過し、さらに卵の と融合して、受精が始まる。

- ① 細胞膜 ② 卵膜（卵黄膜） ③ アクチン
④ チューブリン ⑤ 先体 ⑥ 先体突起
⑦ 受精膜 ⑧ 表層粒 ⑨ ダイニン

3 遺伝子と染色体に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

ショウジョウバエの下記の3つの対立形質について、遺伝子地図を作成するために、次のような交配実験を行った。カッコ内はそれぞれの遺伝子型を表している。

対立形質1 優性：正常体色 (B)，劣性：黒体色 (b)

対立形質2 優性：正常色眼 (CN)，劣性：しん砂色眼 (cn)

対立形質3 優性：正常翅 (VG)，劣性：痕跡翅 (vg)

実験

3つの対立遺伝子がすべてヘテロ接合体である個体とすべて劣性のホモ接合体である個体との間で交配実験を行ったところ、得られた1000個の個体の表現型の内訳は、表1に示すような結果になった。ただし、二重乗換えは起こらないものとする。

表1

表現型	個体数
正常体色・正常色眼・正常翅	413
正常体色・正常色眼・痕跡翅	51
正常体色・しん砂色眼・正常翅	0
正常体色・しん砂色眼・痕跡翅	42
黒体色・正常色眼・正常翅	38
黒体色・正常色眼・痕跡翅	0
黒体色・しん砂色眼・正常翅	46
黒体色・しん砂色眼・痕跡翅	410

問1 これらの3つの対立遺伝子は、同じ染色体上に存在する。このように、1本の染色体上に複数の遺伝子が存在している状態を何というか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

ア

- ① 連鎖 ② 重複 ③ 結合 ④ 接合 ⑤ 独立

問2 表1の結果から、体色を決める遺伝子 ($B-b$)，眼の色を決める遺伝子 ($CN-cn$)，翅の形を決める遺伝子 ($VG-vg$) のそれぞれの間の組換え価の組み合わせとして、最も適当なものを、次の①～⑥の中から一つ選べ。

イ

	$B-b$ と $CN-cn$ 間の組換え価 (%)	$B-b$ と $VG-vg$ 間の組換え価 (%)	$CN-cn$ と $VG-vg$ 間の組換え価 (%)
①	8.0	9.7	17.7
②	8.0	17.7	9.7
③	5.1	14.4	9.3
④	9.7	17.7	8.0
⑤	5.1	9.3	14.4
⑥	17.7	9.7	8.0

問3 この実験結果から得られる染色体地図として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

ウ

- ① $CN(cn)$ $B(b)$ $VG(vg)$
-
- ② $B(b)$ $CN(cn)$ $VG(vg)$
-
- ③ $VG(vg)$ $CN(cn)$ $B(b)$
-
- ④ $CN(cn)$ $VG(vg)$ $B(b)$
-

問4 このような遺伝子の組換えは、減数分裂時に起こる相同染色体間の乗換えによる。乗換えが起こる時期として最も適当なものを、次の①～⑧の中から一つ選べ。

エ

- ① 第一分裂前期 ② 第一分裂中期 ③ 第一分裂後期 ④ 第一分裂終期
- ⑤ 第二分裂前期 ⑥ 第二分裂中期 ⑦ 第二分裂後期 ⑧ 第二分裂終期

問5 このように同じ染色体上にある3つの遺伝子について、ヘテロ接合体と劣性ホモ接合体を交配する方法を何というか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

オ

- ① 組換え検定 ② 組換え交雑 ③ ヘテロ検定
- ④ ヘテロ交雑 ⑤ 三点交雑

問6 1926年に、ショウジョウバエの遺伝子地図を作成した科学者として最も適当な人物を、次の①～⑤の中から一つ選べ。

カ

- ① ワトソン ② アベリー ③ モーガン
- ④ メンデル ⑤ クリック

4 光合成に関する次の文章を読み、以下の問いに答えよ。

次の図1は、温度10℃で十分なCO₂濃度のときの、ある植物における光の強度とO₂発生速度との関係を模式的に示したものである。ただし、呼吸速度は光の有無に無関係であるとし、呼吸も光合成も、温度変化によって同じ割合で速度を変えるものとして考えること。

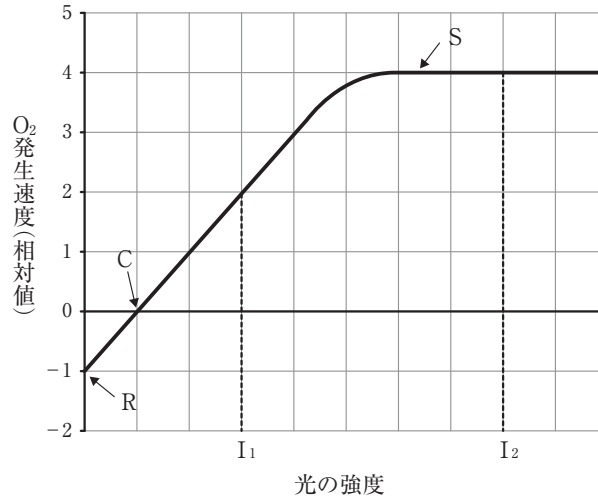


図1

問1 光の強度が図1中のI₂のときの真の光合成速度は、図1中のI₁のときの約何倍になるか。最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 1.0倍 ② 1.7倍 ③ 2.0倍 ④ 2.5倍 ⑤ 3.0倍

ア

問2 同じ条件で、温度だけを20℃に変えたとすると、図1中の下記に示すi)～iv)の点や値はどのようなになると予想されるか。最も適当なものを、それぞれ次の①～③の中から一つずつ選べ。

i) R (縦軸との交点)

- ① 動かない ② 上に動く ③ 下に動く

イ

ii) C (横軸との交点)

- ① 動かない ② 右に動く ③ 左に動く

ウ

iii) S (O₂発生速度が一定となる点)

- ① 動かない ② 上に動く ③ 下に動く

エ

iv) RとCを結ぶ直線の傾き

- ① 変わらない ② 大きくなる ③ 小さくなる

オ

問3 図1のグラフが赤色光を照射したときのものであるとすると、照射光を緑色光に変えて（他の条件は変えずに）同様のグラフをつくった場合、グラフの形状は、赤色光のときと比べて、図1中の下記に示すv)～vii)の点や値はどのようにになると予想されるか。最も適当なものを、それぞれ次の①～③の中から一つずつ選べ。

v) R（縦軸との交点）

- ① 動かない ② 上に動く ③ 下に動く

カ

vi) C（横軸との交点）

- ① 動かない ② 右に動く ③ 左に動く

キ

vii) RとCを結ぶ直線の傾き

- ① 変わらない ② 大きくなる ③ 小さくなる

ク

問4 光合成のさまざまな過程の中で、 O_2 の発生に最も深く関わる過程として最も適当なものを、次の①～④の中から一つ選べ。

- ① 光化学系 I ② 光化学系 II
③ 電子伝達系 ④ カルビン・ベンソン回路

ケ

問5 植物と同様にクロロフィルaをもち、植物と同じしくみで光合成をおこなう細菌として最も適当なものを、次の①～⑤の中から一つ選べ。

- ① 硝酸菌 ② 亜硝酸菌 ③ シアノバクテリア
④ 紅色硫黄細菌 ⑤ 緑色硫黄細菌

コ