

1年生物基礎 Webテスト 正答・解説

4月23日配信分 正答・解説

問1

設問1 正解:4

「接眼マイクロメーターの12目盛りと対物マイクロメーターの15目盛りが一致した。」と「対物マイクロメーターの1目盛りは0.01mmである。」とう問題文から、接眼マイクロメーターの12目盛り=対物マイクロメーターの15目盛り ($0.01\text{mm} \times 15 = 0.15\text{mm}$) という関係式になる。これを計算すると $0.15\text{mm} \div$ 接眼マイクロメーターの12目盛り = 0.0125mm となり、接眼マイクロメーターの1目盛りが 0.0125mm となる。

問題文中に「茎の表皮細胞」「の長さは接眼マイクロメーター14目盛りに相当した。」とあるので表皮細胞の長さは $0.0125\text{mm} \times 14$ 目盛り = 0.175mm となる。

$1\text{mm} = 1000\mu\text{m}$ なので、単位の換算をすると $0.175\text{mm} \times 1000 = 175\mu\text{m}$ となる。

よって正解は、④ $175\mu\text{m}$ である。

設問2 正解:2

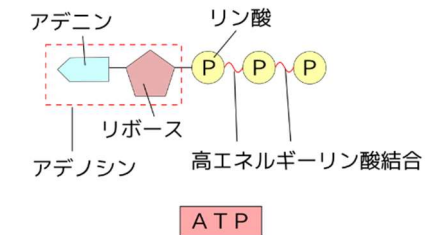
図説のp12、「B いろいろな細胞とその大きさ」を参照すると、大腸菌 $1.5 \times 3\mu\text{m}$ ゴウリムシ $200 \sim 300\mu\text{m}$ カエルの卵 $2 \sim 3\text{mm}$ ヒトの赤血球 $7 \sim 8\mu\text{m}$ インフルエンザウイルス ($80 \sim 120\text{nm}$) は記載がないが天然痘ウイルスで 300nm である。このことより、茎の表皮細胞 ($175\mu\text{m}$) に最も近いのはゴウリムシ ($200 \sim 300\mu\text{m}$) となる。

設問3 正解:8

「図1は、10倍の接眼レンズと10倍の対物レンズを用いて ($10 \times 10 = 100$ 倍)、文字と格子状の線が印刷されたスライドガラスを、光学顕微鏡で観察したときの視野の様子を示している。」これを「レボルバーを回して対物レンズを40倍に交換して ($10 \times 40 = 400$ 倍) ピントを合わせたとき」にどのように見えるかをたずねている。100倍で見たものが400倍でどのように見えるか (4倍に拡大)、なので見えているものの向きは変化しない。そして、高倍率で見ると視野は暗くなるので、④か⑧のどちらかが正解となる。ここで大事なことは4倍になって見えるのは長さで、面積は $4 \times 4 = 16$ 倍の大きさになる。よって、4倍拡大でこんなに大きく見えるかなあ?と思うかもしれないが、正解は⑧となる。

設問4 正解:3

ATPはミトコンドリアの中でADPと1つのリン酸が結合して作られる。ATPの構造(アデノシンに3つのリン酸が結合してできている)と間違わないようにしよう。リン酸は3つあるがリン酸どうしの結合である高エネルギーリン酸結合は2つしかない。ここも間違わないようにしよう。



設問5 正解:1

この問題は、誤っているものをたずねていることに注意しよう。酵素はタンパク質でできているので食物として摂取した場合、アミノ酸に分解消化されてしまうため「そのままヒトの体内に取り込まれて細胞内ではたらく。」ことはない。②から⑤は酵素の説明として正しいので、酵素の説明としてこのような言い方があるのだということを覚えておこう。

問2

設問1 正解:3

生物の種類と構造物の有無の関係を問う問題で頻出問題である。細胞膜はすべての生物に存在し、原核生物には核、ミトコンドリア、葉緑体のような細胞小器官は存在しない。よって、アは原核生物、イ・ウは真核生物となる。真核生物で葉緑体をもつのは植物なのでイが植物となる。これをもとに選択肢を見ると、アにあてはまる原核生物はシアノバクテリア、大腸菌のどちらかになり、イにあてはまる植物はススキ、シダのどちらかになる。よって選択肢は3か5のどちらかになるが選択肢5ではウが大腸菌となり、ウは真核生物となることに矛盾する。よって正解は「3 ア:大腸菌 イ:シダ ウ:カエル」となる。

この種類の問題で注意しなければならないことは、

- ・原核生物は核をもたないが染色体は持つ。
- ・シアノバクテリアは葉緑体をもたないが光合成は行う。
- ・細菌はミトコンドリアをもたないが呼吸を行うものもある。
- ・原核生物は細胞壁をもつ。
- ・真核生物で細胞壁をもつものは植物以外に菌類(カビやキノコ)がある。だから、細胞壁をもっている=植物ではない。菌類(カビやキノコ)は細胞壁をもつが葉緑体をもたない。
- ・原核生物は核や葉緑体やミトコンドリアという細胞小器官はもたないが、リボソームというタンパク質合成に関係する細胞小器官はもつ。よって全ての生物には細胞膜、リボソームが存在する。厳密にいうと「真核生物には細胞小器官は存在しない。」という説明文は誤りとなる。

設問2 正解:3, 5

酵素は触媒として働くので繰り返し化学反応に関係する。よって「①一般に酵素は、1回の反応で活性を失う。」は誤りとなる。しかしタンパク質でできているので金属触媒のように半永久的に作用するわけではない。

呼吸や光合成はいくつもの化学反応からなっている。1つの化学反応を進めるには1つの酵素が必要なため、呼吸や光合成には多数の酵素が関係している。よって「④光エネルギーを利用して二酸化炭素と水から有機物と酸素をつくり出す光合成反応には、1種類の酵素のみが関わっている。」は誤りとなる。酵素がはたらく場所は細胞内と限らない。消化酵素は細胞外に分泌されそこで働く。よって「⑥生物体内の全ての酵素は、細胞質基質ではたらく。」は誤りとなる。細胞質基質とは細胞内の液体部分で多くの代謝(生体内で行われる化学反応)が行われている。細胞質は細胞内にある構造物をさすので液体ではない。基質と呼ばれるものは、たいていは液体である。

問3

設問1 正解:5

設問2 正解:4

植物は同化(光合成)と異化(呼吸)の両方を行っている。

(光エネルギー → ATP → (同化[光合成]) → 有機物 → (異化[呼吸]) → ATP → (同化) → 物質合成[生命活動])

動物は異化(呼吸)と同化(体内物質合成)の両方を行っている。

(有機物 → (異化[呼吸]) → ATP → (同化) → 体内物質合成[生命活動])
生物が食物を吸収しやすくするために分解する過程は**消化**である。

設問3 正解:1

- ② 呼吸では、有機物が分解されて**二酸化炭素**と水を生じる。
- ③ 植物では、呼吸は**昼夜間**ずっと行われる。
- ④ 原核生物はミトコンドリアをもたないが、呼吸を行うことは**できる**。

ATP合成の方法は生物基礎では学ばないので、「原核生物はミトコンドリアをもたないが、呼吸を行うことは**できる**。」とか「シアノバクテリアは葉緑体をもたないが光合成ができる。」としか学習しません。なぜなの?と疑問をもったひとに簡単に説明しておきます。NHK高校講座を見た人は覚えているかもしれませんが、ATPを合成するためには H^+ (水素イオン)の濃度勾配(H^+ を多くある場所から少ない場所に流してその運動エネルギーを利用)を利用します。つまり H^+ をためる場所が必要になります。葉緑体ではチラコイドという袋状構造物に貯めます。シアノバクテリアにもこのチラコイドという構造物があります。(図説P52、A葉緑体)だからシアノバクテリアは光合成ができるのです。ミトコンドリアでは外膜と内膜の隙間に H^+ をためます。(図説P46、B呼吸のしくみ)ミトコンドリアがない好気性細菌は、細胞膜と細胞壁の間に H^+ をためます。だからミトコンドリアがなくても呼吸ができると考えられています。

設問4 正解:4

- ① ATPは分子内に高エネルギーリン酸結合を**二つ**もつ。
- ② ホタルなどの発光生物が発光する際にATPが**分解**される。
- ③ ATPが**ADP**とリン酸に分解される際に遊離するエネルギーを用いて運動や物質の合成が行われる。

設問5 正解:3

設問6 正解:4

発生する気体は酸素である。過酸化水素の分解反応式は以下のとおりである。



実験1と実験2の違いはダイコンをすりおろしたかどうかである。すりおろして細胞を壊すと細胞内より大量の酵素が流出してくる。大量の酵素があると化学反応が一度に進み気体の発生速度(一定の時間[単位時間]に発生する気体の量で測定する)が大きくなる。

酵素を工員と考えると工員(働き手)が多いほど一度に製造できる物が多くなるのと同じ。

設問7 正解:1

「実験2で、やがて気泡が発生しなくなった。」理由は基質である過酸化水素がなくなったからで、酵素(カタラーゼ)がなくなったからではない。②③④は酵素や触媒を加えることなので再び気体は発生しない。⑤の操作を行っても酵素が壊れるだけで基質は増えない。正解は①で、基質である過酸化水素水を加えることである。

4月30日配信分 正答・解説 問1

設問1 正解:4

- 「①トコンドリアの内部の構造は、光学顕微鏡によって観察することができない。」
- 「②ミトコンドリアは独自のDNAをもち、そのDNAは核膜によって囲まれていない。」
- 「③ミトコンドリアは呼吸に関係する酵素を含み、ピルビン酸を取り込み分解することでエネルギーをつくり出す。」(図説P46、B呼吸のしくみ) デンプンは巨大分子なので取り込むことは不可能である。
- 「⑤ミトコンドリアは、宿主となる細胞に好気性細菌が取り込まれて共生することで形成されたと考えられている。」

設問2 正解:2

- 「①細胞質は、ミトコンドリアを含む。」細胞質と細胞質基質の違いに注意。
- 「③ミトコンドリアは、グルコースなどの有機物を分解して、エネルギーを取り出すはたらきをしている。」
- 「④アントシアニン(アントシアンの一種)は、液胞に含まれる。」花卉や果皮の細胞に多く含まれる色素で酸やアルカリによって色が変化するものが多い。葉緑素(クロロフィル)は酸やアルカリによって色は変化しない。
- 「⑤多くの植物細胞は、細胞膜の外側に細胞壁をもつ。」

設問3 正解:3

呼吸の反応は燃焼とは異なり、有機物のもつ化学エネルギーを緩やかに放出させそのエネルギーを用いてATPを合成している。その時、有機物のもつ化学エネルギー全てがATPのもつ化学エネルギーに変換されるわけではなく一部は熱エネルギーとして放出される。その熱エネルギーは体温の維持に利用される。

設問4 正解:3, 5

前回のWebテストの間2の設問2と同じ問題です。気が付きましたか?

設問5 正解:4

- ① 植物細胞では、光のエネルギーを利用して二酸化炭素と水から有機物と酸素がつくり出される。
- ② 動物細胞では、有機物が酸素と反応して水と二酸化炭素を生じるときにエネルギーが取り出される。
- ③ 葉緑体をもたない生物は、エネルギーを蓄えている有機物を取り込まないと生活できない。
- ⑤ 体内でATPは、ADPとリン酸に分解されてエネルギーが放出されるが、できたADPはATPに再合成され再利用される。

設問6 正解:2, 4

1. 光合成は、光エネルギーと水を使って二酸化炭素を有機物に変換する反応である。詳しくは図説P56、光合成のしくみを見てください。
簡単に言えば、光エネルギーで H_2O を 2H^+ と電子、 O に分解します。 O は使用されずに O_2 となって放出されます。電子は H^+ をあつめるポンプを動かします。集められた H^+ を利用してATPが合成されます。利用された H^+ と合成されたATPを利用して、 CO_2 を還元(O を取ったり、 H をくっつける反応)して有機物(グルコース $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)を合成します。
3. 光合成におけるATPの合成には、電子は関与する。
5. ミトコンドリアは好気性細菌が、また葉緑体はシアノバクテリアがそれぞれ原核生物に共生することによって形成されたと考えられている。

問2

設問1 正解:G

設問2 正解:E

設問3 正解:D

- D ミトコンドリアと葉緑体はともに植物細胞に存在する
- ミトコンドリアと葉緑体はともにモチがちぎれるように分裂します。分裂のコントロールをしているのは宿主である細胞の核にある遺伝子です。
 - ミトコンドリアと葉緑体はともに独自の DNA を自分の中に持っています。ミトコンドリアは母親からしか受け継ぎません。よってミトコンドリア DNA の系譜は 1 本道をたどるようにさかのぼることができます。
 - ミトコンドリアと葉緑体はともに外膜という構造があります。
 - ミトコンドリアと葉緑体はともに ATP 合成酵素をもっており、その構造と ATP 合成の仕組みはほとんど同じです。違うのは H⁺を集めるポンプを動かす仕組みです。

設問4 正解:4

- ① 葉緑体は、細胞内に光合成を行うシアノバクテリアが取り込まれて共生することで形成されたと考えられている。
 - ② ミトコンドリアは、細胞内に呼吸を行う細菌が取り込まれて共生することで形成されたと考えられている。
 - ③ 液胞は、細胞内に乳酸菌の一種が取り込まれて共生することで形成されたと考えられている。液胞は物質貯蔵用の袋上構造物で共生説には無関係。
 - ⑤ まず呼吸を行う細菌が細胞内に取り込まれて共生し、その後に光合成を行うシアノバクテリアが取り込まれて共生したと考えられている。
- ⑤はどちらが先かいろいろ議論されており諸説ありが正しい。だから問題の趣旨である最も適当なものにはあてはまらない。

問3

設問1 正解:E

60兆=6000000000000000なので、この生物が1日に利用するATPの量は
60000000000000000×0.83ng=4980000000000000 ngになります。単位をkgに換算すると、
1ng=0.001μg=0.000001mg=0.000000001g=0.000000000001kgなので、

$$4980000000000000 \times 0.000000000001 = 49.8\text{kg}$$
 となります。

が、このような計算をしていけば必ず桁間違いをしてしまいます。そこで、指数計算ができるようにしましょう。まだ数学でならっていないかもしれませんが簡単に説明します。

1,000=1×10×10×10なので、1,000=1×10³というように書けます。

なので、60兆は6000000000000000=60×10¹²=6×10¹³になります。

(日本では、万=10⁴、億=10⁸、兆=10¹²、京=10¹⁶というように指数が4ずつ増加していきます。英語では、thousand=10³、million=10⁶、billion=10⁹、trillion=10¹²、quadrillion=10¹⁵というように指数が4ずつ増加していきます。日本語と英語の単位がそろわないのは、兆=trillion=10¹²ということになります。雑学ですが…)

1以下はどうなるのでしょうか。0.001=1÷1,000=1÷10³=10⁻³というように書きます。

指数計算の公式ですが、

$$X^a \times X^b = X^{a+b} \quad X^a \div X^b = X^{a-b}$$
 です。

(なぜこうなるかは数学で習うか自分で考えてみてください。X⁰=1という事が分かり、なるほど!と思えますよ。)

今回の計算式を指数で表すと、まず、

60兆=6000000000000000=6×10¹³なので、

$$6 \times 10^{13} \times 0.83\text{ng} = 4.98 \times 10^{13} \text{ ng}$$
 となります。

次に、0.0000000000001=1×10⁻¹²なので、

$$4980000000000000 \times 0.000000000001 = 4.98 \times 10^{13} \times 1 \times 10^{-12}$$
 となり、

10¹³×10⁻¹² は、X^a×X^b=X^{a+b}より10¹³⁺⁽⁻¹²⁾=10¹=10となるので、

$$4.98 \times 1 \times 10 = 49.8$$
 が答えとして求められます。

理科では単位の換算をよく使います。計算できるようにしておきましょう。

設問2 正解:ウ

5月7日配信分 正答・解説

問1

設問1 正解:6

設問2 正解:1

④はまだ学習していないところなので少し難しいですが、RNAはDNAの遺伝情報の必要箇所だけをコピーした物なので成長度合いや部位で異なります。よって、抽出したDNAの全塩基配列とは一致しません。

設問3 正解:180

アデニンとチミン、シトシンとグアニンの割合が同じなので、アデニン 20%、チミン 20%、シトシン 30%、グアニン 30%となります。設問では「300塩基対のDNAを構成する全塩基」とあります。1塩基対は2塩基で構成されるので、300塩基対は600塩基となります。シトシンは30%なので600塩基×30%=180塩基となります。

問2

設問1 正解:6

真核細胞の長い直線状のDNAを巻き取って核内に納める役目を果たすヒストンはタンパク質である。原核細胞のDNAは短い環状のDNAで、それをまとめるヒストンのような特別のタンパク質は持たない。真核細胞と原核細胞の染色体構造の違いは入試問題でもよく出されますので覚えておきましょう。

真核細胞…長い直線状のDNA(クロマチン繊維) ヒストンがある

原核細胞…短い環状のDNA(プラスミド) ヒストンがない

設問2 正解:2,6

注意しなければならないのは問題文の「形質の遺伝を担う物質がDNAであることを明らかにした成果」という一文です。①は核酸の発見(研究者Aはミーシャ)、③と④がDNAの構造の発見(研究者Cはシャルガフ、Dはワトソンとクリック)、⑤は遺伝という現象の法則性の発見(研究者Eはメンデル)が研究の成果で「形質の遺伝を担う物質がDNAであることを明らかにした成果」ではないのです。(研究者Bはエイブリー、Fはハーシーとチェイス)大学の入試問題では何をたずねているのか理解しているかを見る問題がよく出題されます。注意しましょう。

問3

設問1 正解:1

ニワトリの卵白の中には細胞がありません。だから核がない、DNAもないとなり、材料として適当ではありません。ヒトの赤血球にも核がないので生物材料として適当ではありません。しかし、人の白血球や鳥類の赤血球には核がありますので注意しましょう。

設問2 正解:5

① 個体が変われば種が同じでも、ゲノムの塩基配列は異なります。一卵性双生児や無性生殖で増えた単細胞生物などはゲノムは同じです。

② 1つの受精卵とそこから分裂増殖・分化した細胞のゲノムは同じです。

③ ゲノムの遺伝情報が2倍になるのは、細胞分裂の間期のS期です。

④ ハエのだ腺細胞のように分化した細胞ではゲノムの全遺伝子を活発に転写することはありません。

⑤ 分化するという事は、ゲノムから発現される遺伝子(働く遺伝子)が異なってくることです。

ゲノムと遺伝子の違い、遺伝子が働くとはどういうことかを理解しておきましょう。

設問3 正解:A=2千 B=15万

ヒトのゲノム中の個々の遺伝子の翻訳領域の長さは、約30億塩基対の1.5%程度なので $3 \times 10^9 \times 1.5 \times 10^{-2} = 4.5 \times 10^7$ 塩基対である。ヒトのゲノム中の遺伝子数は約20000個(この数値は問題文中には出てきませんが覚えておくべき数値の1つです)なので 4.5×10^7 塩基対 \div 20000 $=4.5 \times 10^7$ 塩基対 \div 2 \times 10⁴ $=2.25 \times 10^3$ 塩基対 \approx 2000塩基対となります。

遺伝子は、ゲノム約30億塩基対に20000ヵ所に分かれて存在するという事なので、30億塩基対 \div 20000ヵ所 $=3 \times 10^9 \div 2 \times 10^4 = 1.5 \times 10^5 = 15$ 万塩基対ごとに一つの遺伝子が存在することとなる。

問4

設問1 正解:形質転換

設問2 正解:チェイス、ハーシー

遺伝子に関する研究者名と実験内容・研究成果を訪ねる問題はよく出題されます。問2の設問2と合わせてまとめておきましょう。とくにグリフィスとアベリーの実験・研究成果の違いがよくわからない人が多いです。両方とも肺炎双球菌を実験材料に使っています。ポイントは、グリフィスが「形質転換」の発見者であること、アベリーが「遺伝子の本体はDNAじゃないかなあ…」、ハーシーとチェイスが「遺伝子の本体はDNAである」と結論付けたことです。

設問3 正解:A=1 B=5

[A]の正解は①～③のなかから、[B]の正解は④～⑧のなかから選ぶということは選択肢の文脈からわかると思います。遺伝子が入っているのが各菌の抽出液です。

入試問題でもよく出される場所なので図説 P68、69 を読んで実験の内容をよく確認しておきましょう。なぜ肺炎双球菌は S 型と R 型なのだろう？A 型 B 型でもいいんじゃない？と思ったら調べてみてください。DNA の働きがよく理解できると思います。

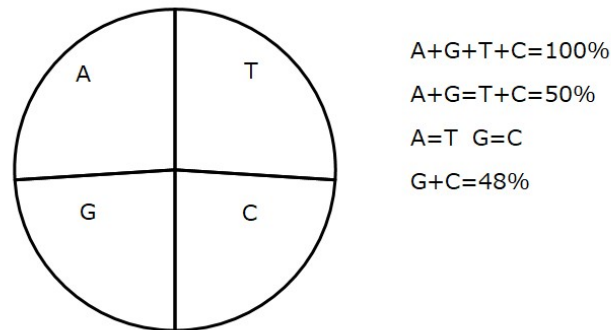
	A (アデニン)	T (チミン)
考えているヌクレオチド鎖	28	ウ
もう一方のヌクレオチド鎖	ア	イ
	T (チミン)	A (アデニン)

2本鎖の両方を合わせた時のAの個数は52なので、 $28 + \text{イ} = 52$ となり、 $\text{イ} = 24$
 よって、このヌクレオチド鎖と対をなすヌクレオチド鎖（もう一方のヌクレオチド鎖）を構成する塩基に占めるアデニンの割合(イの部分)は24%となる

設問4 正解:24%

問題文で「DNAの塩基組成を調べたところ、グアニンとシトシンの合計が全塩基の48%であった。」とあります。これはDNAの2本鎖の両方を合わせた中で48%ということです。

グアニンとシトシンの合計が全塩基の48%、グアニンとシトシンの割合は同じ、ということでグアニンが24%、シトシンが24%となる。アデニンとチミンの合計は全塩基の52%とわかるので、アデニンとチミンの割合は同じということから、アデニンが26%、チミンも26%となる。DNAの2本鎖の両方を合わせて考える場合は下のような円グラフを書くとうわかりやすいです。



これに対して、問題文で「DNAの2本鎖の一方のヌクレオチド鎖について塩基組成を調べると、構成する塩基の28%がアデニンであった。」とあります。全体の数が違うことに注意して計算しましょう。DNAの2本鎖の一方のみを考える場合は下のような棒グラフを2本書くとわかりやすいです。あとは%（全体を100とした時の割合）を個数として考えるとわかりやすいです。DNAの2本鎖の一方のみを100とすれば、DNAの2本鎖の両方を合わせた場合は200になります。そこで、DNAの2本鎖の両方を合わせてだしたGCATの割合(グアニン24%、シトシン24%、アデニン26%、チミン26%)を個数(G=48、C=48、A=52、T=52)に置き換えます。これをグラフにしてみました。

このタイプの計算問題はよく出題されますのでできるようにしておきましょう。