

生 物

(解答番号  ~ )

I 発生に関する以下の文章中の  ~  に最も適切なもの、あるいはその組み合わせを解答群から選び、その番号または記号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の  に同じものを繰り返し選んでもよい。

図 I はアフリカツメガエルの 8 細胞期胚の割球の位置を示した模式図で、それぞれの割球を A ~ H とする。なお、図 I において、割球 G は割球 C の真下に存在する。表 I に示すように、この 8 細胞期胚から 4 個の割球を除去し、残った割球を培養する実験ア ~ クを行った。その結果を表 I に示す。

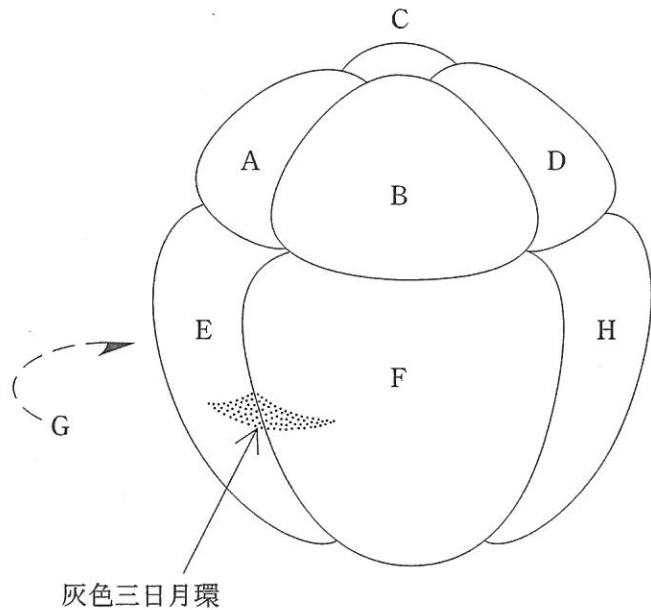


図 I

表 I

実験	除いた割球	結 果
ア	E, F, G, H	正常に発生しなかった
イ	A, B, E, F	正常に発生しなかった
ウ	B, D, F, H	正常に発生した
エ	C, D, F, H	正常に発生した
オ	B, D, E, F	正常に発生しなかった
カ	C, D, G, H	正常に発生しなかった
キ	A, B, F, H	正常に発生した
ク	A, B, C, D	正常に発生しなかった

表 I の結果を整理すると、

- 1) 実験  の結果から動物半球のみの割球、実験  の結果から植物半球のみの割球だけでは正常に発生しないことがわかった。
- 2) 実験イの結果から  側だけの割球、実験カの結果から  側だけの割球では正常に発生しないことがわかった。
- 3)  側の動物半球の割球を 2 個含む実験のうち、実験  では正常に発生したが、実験  では正常に発生しなかった。
- 4)  側の動物半球の割球を 2 個含む実験のうち、実験  では正常に発生したが、実験  では正常に発生しなかった。
- 5)  側と  側の動物半球の割球を各 1 個ずつ含む実験のうち、実験  では正常に発生したが、実験  では正常に発生しなかった。

以上のことから、動物半球の 2 個の割球と植物半球の  側と  側の両方の割球がそろっていることが正常な発生に必要であると考えられる。

~  に対する解答群

- ① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ ⑥ カ ⑦ キ  
 ⑧ ク ⑨ 左 ⑩ 右 ㉑ 腹 ㉒ 背 ㉓ 頭 ㉔ 尾

II 遺伝に関する以下の文章中の  ~  に最も適切なもの、あるいはその組み合わせを解答群から選び、その番号または記号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の  に同じものを繰り返し選んでもよい。

1) ある植物では、白い花を咲かせる系統が2つ知られている。人工受粉によって、この2系統間の交配を行ったところ、雑種第一代( $F_1$ )の植物体はすべて野生型形質である有色の花をつけた。この $F_1$ 植物の自家受粉から得られた雑種第二代( $F_2$ )の表現型は有色花：白色花 =  であった。この交雑実験から、花の色の発現には、異なる染色体に存在する2つの  遺伝子が関わっていると考えられた。そこで、この2つの遺伝子をAとB、それぞれの対立遺伝子をaとbとし、 $F_1$ の植物の遺伝子型を  として検討したところ、有色花：白色花 =  の分離比は、遺伝子AとBの両方をもっている植物のみが有色花を咲かせた結果として説明できた。

に対する解答群

- ① 1 : 1    ② 1 : 3    ③ 1 : 15    ④ 3 : 1    ⑤ 3 : 5  
 ⑥ 3 : 13    ⑦ 5 : 3    ⑧ 7 : 1    ⑨ 9 : 7    ⑩ 11 : 5  
 a 13 : 3    b 15 : 1

に対する解答群

- ① 補足    ② 抑制    ③ 条件

に対する解答群

- ① AABb    ② AABb    ③ AAbb    ④ AaBB    ⑤ AaBb  
 ⑥ Aabb    ⑦ aaBB    ⑧ aaBb    ⑨ aabb

2) タマネギのりん茎の色には黄色と白色および赤色がある。これら3種類の色の発現は、異なる染色体に存在する2つの遺伝子に支配されている。ひとつは、りん茎を黄色にする遺伝子Dと、もうひとつは遺伝子Gである。遺伝子Gは遺伝子Dがあればりん茎を赤色に、遺伝子Dがなければ白色にする。それぞれの対立遺伝子をdとgとすると、遺伝子型DDggのりん茎は黄色、遺伝子型ddGGとddggのりん茎は白色を呈する。したがって、遺伝子型DDggのタマネギと遺伝子型ddGGのタマネギの交配から得られる $F_1$ のタマネギのりん茎の色は  である。また、この $F_1$ のタマネギどうしの交配から得られる $F_2$ のタマネギのりん茎の色の分離比は赤色：黄色：白色 =  となる。さらに、ここで得られた赤色りん茎のタマネギの検定交雑を行って、次世代でりん茎の表現型が赤色：黄色：白色 = 1 : 1 : 2 となれば、検定された個体の遺伝子型は  と判定できる。

に対する解答群

- ① 黄色    ② 白色    ③ 赤色

に対する解答群

- ① 1 : 3 : 4    ② 2 : 3 : 3    ③ 3 : 4 : 9  
 ④ 3 : 9 : 4    ⑤ 4 : 3 : 9    ⑥ 4 : 9 : 3  
 ⑦ 5 : 4 : 7    ⑧ 5 : 7 : 4    ⑨ 6 : 1 : 9  
 ⑩ 6 : 9 : 1    a 7 : 2 : 7    b 7 : 7 : 2  
 c 8 : 3 : 5    d 8 : 5 : 3    e 9 : 3 : 4  
 f 9 : 4 : 3    g 10 : 3 : 3    h 11 : 3 : 2  
 i 12 : 3 : 1    j 13 : 2 : 1

に対する解答群

- ① DDGG    ② DDGg    ③ DDgg  
 ④ DdGG    ⑤ DdGg    ⑥ Ddgg  
 ⑦ ddGG    ⑧ ddGg    ⑨ ddgg

3) マウスでは毛を黄色にする遺伝子  $Y$  をもつ系統(以下, 黄色毛系統)が知られている。この遺伝子は  致死遺伝子としての効果を発現する。すなわち, そのホモ接合体は発生初期に死ぬため生まれてこない。そのため, 黄色毛系統のマウスは遺伝子型  $Yy$  のヘテロ接合体として維持されている。ここで  $y$  は  $Y$  の対立遺伝子であって, そのホモ接合体  $yy$  は, 黄色毛に対して劣性の形質である灰色毛を発現する。したがって, 黄色毛系統のマウスどうしを交配したとき生まれてくるマウスの毛の色の表現型の分離比は, 黄色:灰色 =  となる。また, 黄色毛系統のマウスと灰色毛のマウスを交配したとき生まれてくるマウスの毛色の表現型の分離比は, 黄色:灰色 =  となる。

に対する解答群

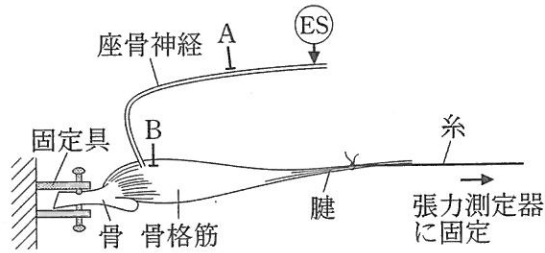
- ① 優性      ② 劣性      ③ 不完全優性      ④ 伴性

および  に対する解答群

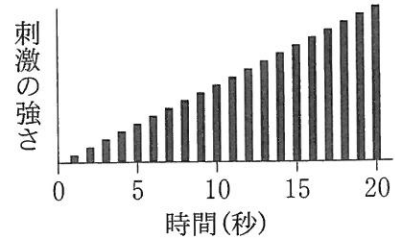
- ① 1:1      ② 1:2      ③ 1:3      ④ 2:1  
 ⑤ 2:3      ⑥ 3:1      ⑦ 3:2      ⑧ 3:4  
 ⑨ 3:5      ⑩ 4:1      ① 4:3      ② 4:5  
 ③ 5:1      ④ 5:2      ⑤ 5:3      ⑥ 5:4  
 ⑦ 6:1      ⑧ 6:5      ⑨ 7:1      ⑩ 7:3

(次ページに続く)

Ⅲ 骨格筋に関する以下の文章中の  ~  に最も適切なもの、あるいはその組み合わせを解答群から選び、その番号または記号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の  に同じものを繰り返し選んでもよい。



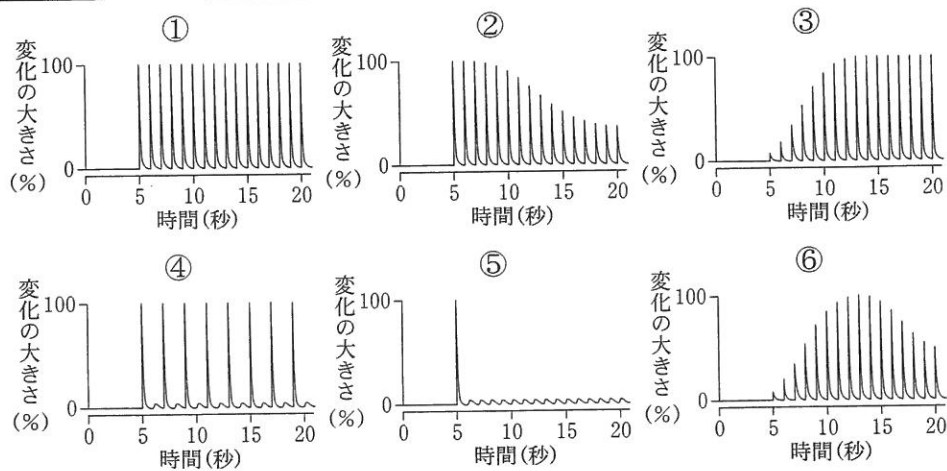
図Ⅲ-1



図Ⅲ-2

1) カエルのふくらはぎの筋肉(ひふく筋)に座骨神経をつけたまま取り出した神経筋標本を図Ⅲ-1に示す。図Ⅲ-1のESの位置で座骨神経に電気刺激を与え、Aの位置で神経の膜電位を測定した。また、骨格筋は骨と腱の部分で固定し、張力を測定するとともに、図Ⅲ-1のBの位置で筋細胞の膜電位を測定した。この実験条件で図Ⅲ-2に示す電気刺激を与えたとき、図Ⅲ-1のBで測定される筋細胞の膜電位変化のグラフは  となり、骨格筋の張力変化のグラフは  となる。いずれのグラフも最大変化を100%として表している。

および  に対する解答群



2) 骨格筋を支配している神経は  神経に分類され、その神経伝達物質は  である。  が神経終末から放出され、筋細胞の受容体に結合すると筋細胞に活動電位が発生する。筋細胞では、活動電位が発生した後、細胞質基質の  濃度の上昇、収縮発生の一連の反応がおこる。収縮は、細い  と太い  の滑り込みによりおこり、この反応にはエネルギー源として  が必要である。

~  に対する解答群

- |                   |                  |                    |                    |
|-------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| ① 感覚              | ② 交感             | ③ 副交感              | ④ 運動               |
| ⑤ 暗帯              | ⑥ 明帯             | ⑦ Z膜               | ⑧ アドレナリン           |
| ⑨ ノルアドレナリン        | ⑩ ミオシンフィラメント     |                    |                    |
| Ⓐ アクチンフィラメント      | Ⓑ サルコメア          |                    |                    |
| Ⓒ クレアチン           | Ⓓ グルタミン酸         |                    |                    |
| Ⓔ アセチルコリン         | Ⓕ ATP            |                    |                    |
| Ⓖ Cl <sup>-</sup> | Ⓖ K <sup>+</sup> | Ⓖ Ca <sup>2+</sup> | Ⓖ Mg <sup>2+</sup> |

3) 図Ⅲ-1において、ESの位置で電気刺激を与えたときAの位置で活動電位が検出されるまでに0.22ミリ秒を要した。図Ⅲ-1のESとAの距離は20mmであったとすると、この神経の伝導速度はおよそ  m/秒である。

4) 図Ⅲ-1において、ESの位置で電気刺激したときBの位置で活動電位が検出されるまでに1.42ミリ秒を要した。ESの位置から神経終末までの距離は55mmであり、この神経の伝導速度はおよそ  m/秒であったとすると、シナプスにおいて興奮が伝達され、Bの位置で活動電位が検出されるまでに要した時間はおよそ  ミリ秒と考えられる。

および  に対する解答群

- |        |        |        |       |       |       |
|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| ① 0.17 | ② 0.82 | ③ 0.91 | ④ 1.1 | ⑤ 1.6 | ⑥ 1.8 |
| ⑦ 2.0  | ⑧ 2.7  | ⑨ 4.4  | ⑩ 9.1 | Ⓐ 11  | Ⓑ 18  |
| Ⓒ 44   | Ⓓ 91   | Ⓔ 110  | Ⓕ 180 | Ⓖ 440 |       |

IV 酵素に関する以下の文章中の [30] ~ [39] に最も適切なもの、あるいはその組み合わせを解答群から選び、その番号または記号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の [ ] に同じものを繰り返し選んでもよい。

1) 消化酵素の一種であるアミラーゼはヒトにおいて、おもに [30] や [31] から分泌され、デンプンを加水分解する。その分解物は、さらに [32] に存在する酵素である [33] によって分解される。アミラーゼのほかに [31] から分泌される消化酵素として、脂肪分解に関与する [34] およびタンパク質分解に関与する [35] がある。

[30] ~ [35] に対する解答群

- ① だ液腺    ② 胃    ③ 大腸    ④ 小腸  
 ⑤ すい臓    ⑥ 胆のう    ⑦ リパーゼ    ⑧ カタラーゼ  
 ⑨ マルターゼ    ⑩ スクララーゼ    ⑪ ペプシン    ⑫ トリプシン

2) アルギニン(Arg), リシン(Lys), チロシン(Tyr), フェニルアラニン(Phe), セリン(Ser)およびバリン(Val)が各1分子ずつつながったペプチドXと2種類のタンパク質分解酵素AおよびBがあるとす。酵素AはArgあるいはLysのカルボキシル基側, 酵素BはTyrあるいはPheのカルボキシル基側でペプチド結合を切断するという特異性をもつ。ペプチドXを基質として用い, 酵素Aで加水分解すると, (Lys, Val, Tyr)を含む断片と(Arg, Ser, Phe)を含む断片が得られた。一方, 酵素Bで分解すると, (Tyr, Val), (Arg, Ser)および(Lys, Phe)を含む3種類の断片が得られた。以上のことから, ペプチドXのアミノ酸の並びはアミノ基側を左, カルボキシル基側を右に並べたとき, 左から4番目のアミノ酸は [36] である。

[36] に対する解答群

- ① Arg    ② Lys    ③ Tyr    ④ Phe    ⑤ Ser    ⑥ Val

3) 酵素反応は基質と立体構造がよく似た物質(阻害物質)があると基質と酵素の活性部位との結合が妨げられ, 反応が阻害されることがある。これは, 基質と阻害物質とが酵素の活性部位をめぐって競争しているとみなすことができ, 競争的阻害とよばれる。例えば, コハク酸を [37] へ酸化するコハク酸脱水素酵素の競争的阻害物質はマロン酸である。

[37] に対する解答群

- ① クエン酸    ② フマル酸    ③ リンゴ酸    ④ ピルビン酸

4) 3)の下線部の酵素反応には補酵素が必要である。酵素のタンパク質部分と補酵素が結合したものを [38] という。

[38] に対する解答群

- ① アポ酵素    ② ホロ酵素    ③ アロステリック酵素

5) 3)の下線部の酵素反応において, 阻害物質として一定濃度になるようにマロン酸を加えた場合, [39] と考えられる。ただし, 温度, pH, 酵素濃度などの反応条件は一定とする。

[39] に対する解答群

- ① 基質濃度が低いと阻害効果は弱く, 基質濃度が高くなると阻害効果は強くなる  
 ② 基質濃度に関係なく阻害効果は一定である  
 ③ 基質濃度が低いと阻害効果は強く, 基質濃度が高くなると阻害効果は弱くなる

V DNAに関する以下の文章中の [40] ~ [49] に最も適切なもの、あるいはその組み合わせを解答群から選び、その番号または記号を解答欄にマークせよ。ただし、異なる番号の [ ] に同じものを繰り返し選んでもよい。

1) DNAの大きさは、電気泳動法を用いて知ることができる。DNAの特定の塩基配列を認識して切断する酵素である [40] でDNAを切断すると、断片化したDNAが得られる。この断片化したDNAを中性の寒天ゲル中で電気泳動すると、DNAは [41] の電荷を有するため、 [42] 極側にゆっくりと移動し、塩基対の長さが短いDNAほど、単位時間あたりの移動距離は [43] 。

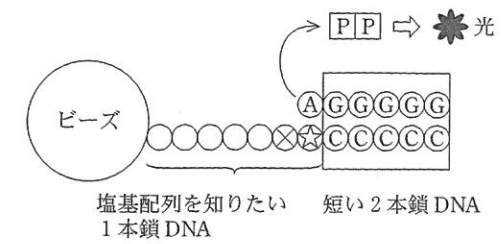
DNAの塩基配列を知るためには、DNA [44] を用いる。その原理を図Vに示す。

i) まず、塩基配列を知りたい1本鎖DNAの両端に、それぞれビーズと短い2本鎖DNAを結合させておく。

ii) DNAにヌクレオチドを付加する酵素であるDNA [45] とアデニンをもつヌクレオチドを加えると、図Vの☆が [46] をもつヌクレオチドである場合には、アデニンをもつヌクレオチドが取り込まれ、リン酸が2個結合したものが放出される。

iii) このリン酸が2個結合したものと試薬が反応して、光が放出されるため、これを検出する。

ii)でDNA [45] とアデニンをもつヌクレオチドを加えても、☆が [46] をもつヌクレオチドでない場合には、ii)とiii)の反応はおこらない。したがって、光が放出されるかどうかによって、☆が [46] をもつヌクレオチドであるかどうかを知ることができる。また、☆も図Vの⊗も [46] をもつヌクレオチドである場合は、☆が [46] をもつヌクレオチドであって、⊗は [46] をもつヌクレオチドでない場合と比べて、放出される光の [47] となる。



- Ⓐ: アデニンを持つヌクレオチド  
 Ⓒ: グアニンを持つヌクレオチド  
 Ⓒ: シトシンを持つヌクレオチド

[PP]: リン酸が2個結合したものの

図V

[40] ~ [43] に対する解答群

- ① ペプシン      ② 脱水素酵素      ③ 補酵素      ④ リボース  
 ⑤ デオキシリボース      ⑥ ポリメラーゼ  
 ⑦ 制限酵素      ⑧ リガーゼ      ⑨ カタラーゼ      ⑩ アミラーゼ  
 a オキシダーゼ      b 中性      c プラス      d マイナス  
 e 短い      f 長い      g 等しい

[44] ~ [46] に対する解答群

- ① アデニン      ② グアニン      ③ リボース      ④ シトシン  
 ⑤ チミン      ⑥ 制限酵素      ⑦ リガーゼ      ⑧ ポリメラーゼ  
 ⑨ カタラーゼ      ⑩ アミラーゼ      a シーケンサー      b PCR装置  
 c ミクロトーム      d プロモーター

[47] に対する解答群

- ① 波長が0.25倍      ② 波長が0.5倍      ③ 波長が2倍  
 ④ 波長が4倍      ⑤ 強さが0.25倍      ⑥ 強さが0.5倍  
 ⑦ 強さが2倍      ⑧ 強さが4倍

37 の解答群

- ①  $\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$       ②  $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]}$       ③  $\frac{[\text{NO}_2]^2}{[\text{N}_2\text{O}_4]}$   
④  $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]}{[\text{NO}_2]^2}$       ⑤  $\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{N}_2\text{O}_4]^2}$       ⑥  $\frac{[\text{N}_2\text{O}_4]^2}{[\text{NO}_2]}$   
⑦  $[\text{NO}_2][\text{N}_2\text{O}_4]$       ⑧  $[\text{NO}_2]^2[\text{N}_2\text{O}_4]$       ⑨  $[\text{NO}_2][\text{N}_2\text{O}_4]^2$

38 の解答群

- ① 0.10      ② 0.088      ③ 0.075      ④ 0.063  
⑤ 0.050      ⑥ 0.038      ⑦ 0.025      ⑧ 0.013

Ⅲ 化合物X、化合物Yおよび化合物A～化合物Dに関する次の文章〔1〕～〔5〕を読み、空欄 39 ～ 53 にあてはまる最も適切なものを、それぞれの解答群から一つ選び、解答欄にマークせよ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。また、原子量は C = 12.0, H = 1.00, O = 16.0 とする。

〔1〕 化合物X 40.8 mg を完全燃焼させたところ、 $\text{H}_2\text{O}$  21.6 mg と  $\text{CO}_2$  105.6 mg が生成した。このことから、化合物Xの組成式は  $\text{C}_{39}\text{H}_{40}\text{O}_{41}$  であることがわかった。さらに、化合物Yについても同様に元素分析を行ったところ、組成式は化合物Xと同一であった。

〔2〕 次に、化合物Xをベンゼンに溶かした希薄溶液をつくり、沸点上昇を測定して、化合物Xの分子量を求めようと考えた。希薄溶液の沸点上昇度は、42，質量モル濃度に比例する。

そこで、化合物X 272 mg をベンゼン 50.0 g に溶かした溶液の沸点上昇度を測定したところ 0.100 K であった。化合物Xは非電解質であり、ベンゼン溶液中で会合などを起こさない。ここで、ベンゼンのモル沸点上昇を  $2.50 \text{ K}\cdot\text{kg}/\text{mol}$  とすると、化合物Xの分子量は 43 であることがわかり、〔1〕の元素分析の結果を考えあわせると、化合物Xの分子式は  $\text{C}_{44}\text{H}_{45}\text{O}_{46}$  となる。

〔3〕 化合物Xは無色の液体で、化合物Aに無水酢酸を反応させることによって生じることがわかった。また、化合物Aは、水に少し溶けて弱酸性を示し、塩化鉄(Ⅲ)水溶液と反応して、紫の呈色を示した。化合物Aの製法はいくつか知られているが、工業的には、ベンゼンと化合物Bを反応させ、酸化してから希硫酸で分解する工程でつくられている。

〔4〕 一方、化合物Yは、分子量を求めた結果、化合物Xの構造異性体であることがわかり、化合物Cにメタノールと少量の濃硫酸を作用させることによってつくることができた。化合物Cは温水には溶けて弱酸性を示したが、化合物Aと化合物Cの酸としての強さを比較すると、47。また、化合物Cは、触媒を用いて化合物Dを空気酸化することにより得られる。

[5] 以上[1]~[4]より, 化合物Aは 48, 化合物Bは 49, 化合物Cは 50, 化合物Dは 51 である。また, 化合物Xの構造式は 52, 化合物Yの構造式は 53 である。

39 ~ 41, 44 ~ 46 の解答群

【注】 解答が, 例えば, CH<sub>4</sub>O の場合には, C<sub>1</sub>H<sub>4</sub>O<sub>1</sub> としてマークせよ。

- |     |     |     |     |      |
|-----|-----|-----|-----|------|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5  |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 10 |
| ⑪ a | ⑫ b | ⑬ c | ⑭ d | ⑮ e  |

42 の解答群

- ① 溶媒の種類に無関係で, 溶質の種類によって変わり
- ② 溶質の種類に無関係で, 溶媒の種類によって変わり
- ③ 溶媒ならびに溶質の種類には無関係で
- ④ 溶媒ならびに溶質の種類によって変わり

43 の解答群

- |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|
| ① 34  | ② 45  | ③ 66  | ④ 68  | ⑤ 132 |
| ⑥ 136 | ⑦ 170 | ⑧ 204 | ⑨ 272 | ⑩ 544 |

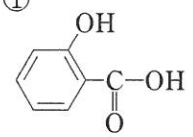
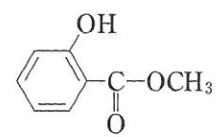
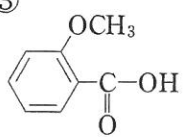
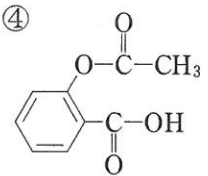
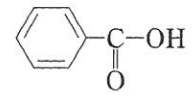
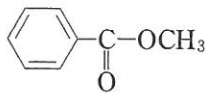
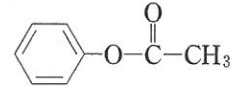
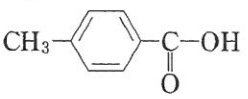
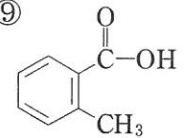
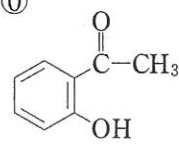
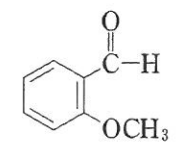
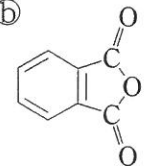
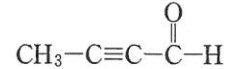
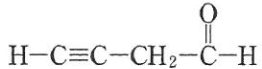
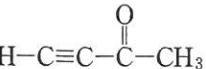
47 の解答群

- ① 化合物Aの方が強い
- ② 化合物Cの方が強い
- ③ ほぼ同等である

48 ~ 51 の解答群

- |                  |                  |                  |
|------------------|------------------|------------------|
| ① プロパン           | ② プロペン           | ③ ブテン            |
| ④ トルエン           | ⑤ クメン            | ⑥ <i>o</i> -キシレン |
| ⑦ <i>m</i> -キシレン | ⑧ <i>p</i> -キシレン | ⑨ フェノール          |
| ⑩ 安息香酸           | ⑪ テレフタル酸         | ⑫ フタル酸           |
| ⑬ マレイン酸          | ⑭ フマル酸           | ⑮ サリチル酸          |
| ⑯ アセチルサリチル酸      | ⑰ 酢酸             | ⑱ 無水フタル酸         |
| ⑲ 無水マレイン酸        | ⑳ 無水酢酸           |                  |

52, 53 の解答群

- |   |   |   |
|---|---|---|
| ①    | ②    | ③    |
| ④   | ⑤   | ⑥   |
| ⑦  | ⑧  | ⑨  |
| ⑩  | ⑪  | ⑫  |
| ⑬  | ⑭  | ⑮  |



2) 細胞内の DNA の分布は、染色液を使って調べることができる。例えば、タマネギのりん葉の表皮を  色に染まることが顕微鏡によって観察できる。

に対する解答群

- ① サフラニンによって染色すると、DNA は青～青緑
- ② サフラニンによって染色すると、DNA は赤桃
- ③ ピロニンによって染色すると、DNA は青～青緑
- ④ ピロニンによって染色すると、DNA は赤桃
- ⑤ エタノールによって染色すると、DNA は青～青緑
- ⑥ エタノールによって染色すると、DNA は赤桃
- ⑦ メチルグリーンによって染色すると、DNA は青～青緑
- ⑧ メチルグリーンによって染色すると、DNA は赤桃

3) 1869年にヒトの白血球の核に、後に DNA とよばれるものが含まれることを発見したのは  である。

に対する解答群

- ① フック                      ② ハーベイ                      ③ ミーシャー
- ④ シャルガフ                ⑤ ハーシーとチェイス        ⑥ ウィルキンス
- ⑦ ワトソンとクリック