

2019年度

入学試験

理科問題

(全 10 ページ)

注意事項

1. 受験番号、氏名および解答はすべて別紙の解答用紙に記入しなさい。
2. 問題用紙に解答を書きこんでも採点されません。

第1問 次の文を読み、問いに答えなさい。

エンドウの種子の形やさやの色について実験を行いました。エンドウの種子の形には丸としわ、さやの色には緑と黄があり、それぞれの形質は対立形質となっています。また、個体の体細胞がもつ遺伝子の組み合わせを表したものを遺伝子型といいます。エンドウの丸い種子をつくる遺伝子をR、しわの種子をつくる遺伝子をr、エンドウのさやを緑色にする遺伝子をG、さやを黄色にする遺伝子をgとすると、遺伝子型はRR、Ggなどのように表されます。個体の遺伝子型がもとになって現れる見かけの形質を表したものを表現型といい、〔丸〕、〔しわ〕のように表すものとします。

【実験1】 親の代として、丸の種子をつくる純系のエンドウAと、しわの種子をつくる純系のエンドウBをかけ合わせると、できた子の代のエンドウCの種子はすべて丸でした。次に、子の代の種子を育てて自家受粉させると、孫の代には、丸としわの種子ができました。

【実験2】 親の代として、緑色のさやをつくる純系のエンドウと、黄色のさやをつくる純系のエンドウをかけ合わせて、できた子の代のエンドウXの種子を育てると、すべて緑色のさやをつくりました。次に、子の代のエンドウXを自家受粉させて、できた孫の代の種子を育てると、緑色と黄色のさやをつくりました。

【実験3】 親の代として、種子が丸で緑色のさやの純系のエンドウSと、種子がしわで黄色のさやの純系のエンドウTをかけ合わせると、できた子の代のエンドウUはすべて、種子が丸で、緑色のさやをつくるものでした。次に、エンドウUの種子を育てて自家受粉させ、孫の代としてできた種子を育てると、表現型は〔丸・緑〕、〔丸・黄〕、〔しわ・緑〕、〔しわ・黄〕のいずれかになりました。

問1 19世紀にエンドウを使った実験で、遺伝の法則を発見したオーストリアの生物学者はだれですか。名前を答えなさい。

問2 実験1のように、対立形質をもつ純系の親どうしをかけ合わせて、子にどちらか一方の親の形質だけが現れるとき、子に現れる形質を何といいますか。

問3 図1は、種子の形を決める遺伝子を含む染色体について、実験1のエンドウAの葉の細胞の染色体とエンドウCの葉の細胞の染色体を模式的に表しています。エンドウBの花粉にある精細胞の染色体として正しいものを、次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

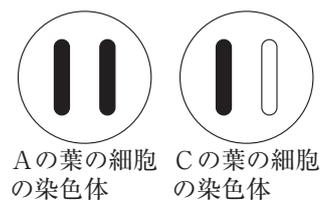
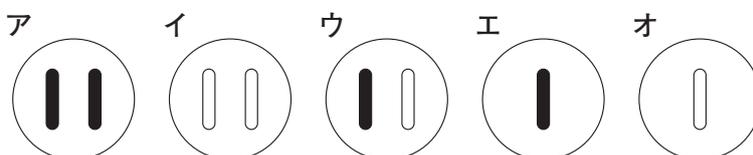


図1



問4 実験1で孫の代でできた種子のうち、種子の形を決める遺伝子について、エンドウAと同じ遺伝子型をもつものの割合は、およそ何%であると考えられますか。次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 20% イ 25% ウ 50% エ 75% オ 80%

問5 実験1の孫の代の中から2個の種子を選び育て、一方の個体のめしべに、もう一方の個体の花粉を受粉させると、できた種子の表現型の比が〔丸〕：〔しわ〕=1：1になりました。このとき用いた2個の種子の遺伝子型を答えなさい。

問6 実験1で孫の代のすべての丸い種子を育て、子の代の個体とかけ合わせて、種子が4800個できたとする、このうち、しわの種子はおよそ何個できたと考えられますか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。ただし、1株にできた種子の数は同じであるものとします。

ア 800個 イ 1200個 ウ 1800個 エ 2400個

問7 実験1の孫の代の種子をすべて育て、それぞれを自家受粉させると、孫の代の次の代にも、丸としわの種子ができます。この代の個体の表現型の〔丸〕：〔しわ〕の数の割合を、最も簡単な整数の比で表して答えなさい。ただし、1株にできる種子の数は同じであるものとします。

問8 実験2でできた子の代のエンドウXがつくる生殖細胞について述べた文として正しいものを、次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア すべての生殖細胞に、エンドウのさやを緑色にする遺伝子が入っている。

イ すべての生殖細胞に、エンドウのさやを黄色にする遺伝子が入っている。

ウ すべての生殖細胞に、エンドウのさやを緑色にする遺伝子とエンドウのさやを黄色にする遺伝子が両方入っている。

エ エンドウのさやを緑色にする遺伝子をもつものと、エンドウのさやを黄色にする遺伝子をもつものの数の比が1：1になっている。

オ エンドウのさやを緑色にする遺伝子をもつものと、エンドウのさやを黄色にする遺伝子をもつものの数の比が3：1になっている。

問9 実験3で、エンドウの種子の形とさやの色についての2組の対立形質の遺伝子は、互いに影響し合うことなく、独立に分かれて生殖細胞に入ることがわかっています。実験3のエンドウSの遺伝子型はRRGG、エンドウTの遺伝子型はrrggと表され、それぞれの生殖細胞がもつ遺伝子はRG、rgの1種類ずつなので、エンドウUの遺伝子型はRrGgになります。エンドウUを自家受粉させてできた孫の代の個体の表現型の〔丸・緑〕：〔丸・黄〕：〔しわ・緑〕：〔しわ・黄〕の数の割合を、最も簡単な整数の比で表して答えなさい。

問10 実験3でエンドウUを自家受粉させてできた孫の代の中の1個の種子Pを育てて、表現型が〔しわ・黄〕であるエンドウとかけ合わせてできた種子の表現型の比が、〔丸・緑〕：〔丸・黄〕：〔しわ・緑〕：〔しわ・黄〕= 1：1：1：1となりました。このとき、種子Pの遺伝子型を答えなさい。

第2問の問題は、次のページから始まります。

第2問 次の文を読み、問いに答えなさい。

水中の物体にはたらく浮力について実験を行いました。ただし、水の密度は 1g/cm^3 で、 100g の物体にはたらく重力は 1N とし、フックと糸の体積や重さは考えないものとします。

【実験1】

- I 図1のように、底面積が 150cm^2 の水そうに、水の深さが 10cm になるまで水を入れました。
- II 質量は異なるが同じ形の直方体で同じ体積の物体Aと物体Bを、Iの水そうに入れたところ、図2のように、物体Aは水に浮き、物体Bは水に沈みました。

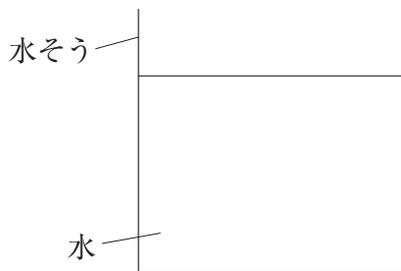


図1

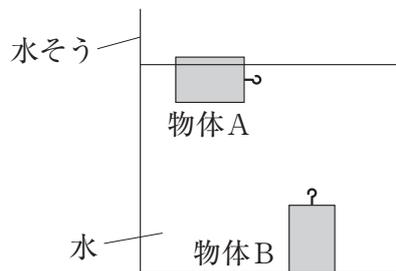


図2

- III 図3のように、物体Bを空気中でばねばかりにつるしたところ、ばねばかりの目盛りは 1.8N を示しました。
- IV 図4のように、物体Bをすべて水中に沈めると、ばねばかりの目盛りは 1.2N を示しました。次に、図5のように、物体Bをさらに沈めて底面が水そうの底面についた状態にしたところ、ばねばかりの目盛りは 0.9N を示しました。

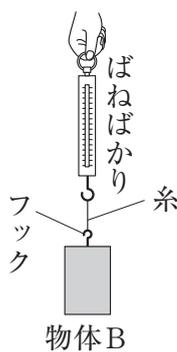


図3

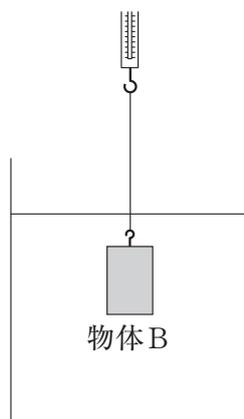


図4

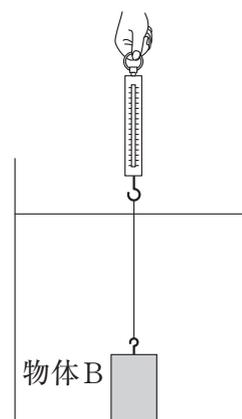


図5

問1 実験1のIで、水の重さによって水そうの底面が受ける圧力は何 $\text{Pa}(\text{N/m}^2)$ か求めなさい。

問2 実験1のⅡで、物体Aと物体Bにはたらく力について述べた文として正しいものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 物体Aにはたらく重力は浮力より大きく、物体Aと物体Bにはたらく浮力の大きさは等しい。
- イ 物体Aにはたらく重力は浮力より大きく、物体Aより物体Bにはたらく浮力のほうが大きい。
- ウ 物体Aにはたらく重力と浮力の大きさは等しく、物体Aと物体Bにはたらく浮力の大きさも等しい。
- エ 物体Aにはたらく重力と浮力の大きさは等しく、物体Aより物体Bにはたらく浮力のほうが大きい。

問3 実験1のⅢで、物体Bの質量を求めなさい。

問4 実験1のⅣで、図4のように物体Bを水中に沈めたときに、物体Bにはたらく水圧について述べた文として正しいものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 物体Bの上面にはたらく水圧と物体Bの底面にはたらく水圧は等しい。
- イ 物体Bの上面にはたらく水圧より物体Bの底面にはたらく水圧のほうが小さい。
- ウ 物体Bの上面にはたらく水圧より物体Bの底面にはたらく水圧のほうが大きい。
- エ 物体Bにはどの面にも水圧がはたらいていない。

問5 実験1のⅣで、図4のとき、物体Bにはたらく浮力の大きさを求めなさい。

問6 実験1のⅣで、図5のとき、水そうの底面が物体Bを上向きにおす力の大きさを求めなさい。

【実験2】 実験1と同じ水そうと物体A、物体Bを用いて、物体Aと物体Bをつないでばねばかりにつるし、図6のように、物体A、物体Bをすべて水中に沈めると、ばねばかりの目盛りは1.1 Nを示しました。

問7 実験2で、物体Aにはたらく重力の大きさを求めなさい。

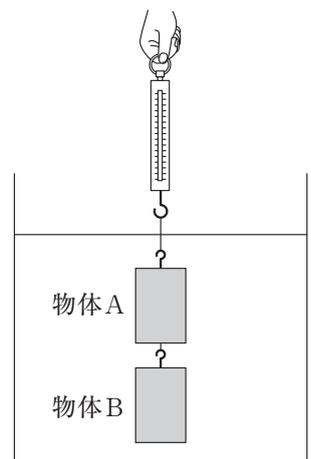


図6

第3問 次の文を読み、問いに答えなさい。

酸とアルカリについて実験を行いました。

【実験1】

- I ビーカーに入れたうすい水酸化ナトリウム水溶液 80.0 g に少量の緑色のBTB溶液を加えて色を調べました。
- II ビーカーにうすい塩酸を 10.0 g 加え、BTB溶液の色の変化を調べたあと、図1のように水溶液に流れる電流を調べました。
- III ビーカーの水溶液を蒸発皿に入れ、ゆっくりと加熱して水をすべて蒸発させました。
- IV 残った固体Xの質量を調べました。
- V うすい水酸化ナトリウム水溶液は 80.0 g のままで、加えるうすい塩酸の質量を 20.0 g, 30.0 g, 40.0 g, 50.0 g, 60.0 g にして、それぞれ I ~ IV の操作を行いました。

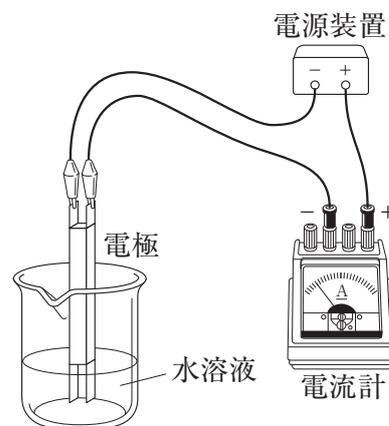


図1

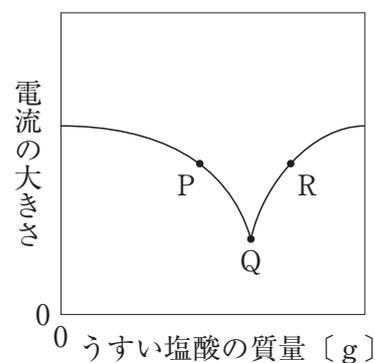


図2

図2は、加えたうすい塩酸の質量と電流の大きさを表しています。下の表は、うすい水酸化ナトリウム水溶液、加えたうすい塩酸、残った固体Xの質量を表しています。ただし、固体XにはBTB溶液中の物質は含まれていないものとします。

表

うすい水酸化ナトリウム水溶液 [g]	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
うすい塩酸 [g]	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
固体X [g]	1.85	2.10	2.35	2.40	2.40	2.40

問1 水酸化ナトリウムのように、水に溶かすと電流が流れる物質を何というか答えなさい。

問2 うすい水酸化ナトリウム水溶液にうすい塩酸を加えたときの反応を化学反応式で表しなさい。

問3 加えたうすい塩酸の質量が 10.0 g, 60.0 g のときのビーカーのBTB溶液の色の組み合わせを、次のア~エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 10.0 g : 緑色, 60.0 g : 緑色 イ 10.0 g : 緑色, 60.0 g : 黄色
- ウ 10.0 g : 青色, 60.0 g : 緑色 エ 10.0 g : 青色, 60.0 g : 黄色

問4 中和によって生じる塩について、正しいものを次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 酸の陽イオンとアルカリの陰イオンが結びついて生じる。

イ 酸の陽イオンとアルカリの陽イオンが結びついて生じる。

ウ 酸の陰イオンとアルカリの陽イオンが結びついて生じる。

エ 酸の陰イオンとアルカリの陰イオンが結びついて生じる。

問5 図2のP点、Q点、R点のとき、ビーカーの水溶液中に存在するイオンをそれぞれすべて答えなさい。ただし、イオン式で答えなさい。

問6 表から、図2のQ点のとき、加えたうすい塩酸の質量を求めなさい。

問7 うすい塩酸 10.0 g と過不足なく反応するうすい水酸化ナトリウム水溶液の質量を求めなさい。

問8 うすい水酸化ナトリウム水溶液の質量パーセント濃度を求めなさい。

問9 加えたうすい塩酸の質量が 10.0 g、60.0 g のとき、固体Xに含まれる物質はそれぞれ何種類か答えなさい。

問10 うすい塩酸を 60.0 g 加えた水溶液に、うすい水酸化ナトリウム水溶液をさらに加えて、水分を蒸発させたとき、固体Xが 4.20 g 残りました。このとき加えたうすい水酸化ナトリウム水溶液の質量を求めなさい。

【実験2】 うすい水酸化ナトリウム水溶液をうすい水酸化バリウム水溶液に、うすい塩酸をうすい硫酸にかえて、実験1と同じ操作I～Vを行いました。図3は、加えたうすい硫酸の質量と電流の大きさを表しています。

問11 実験2では、実験1と異なって、電流が流れなくなることがありました。この理由を簡潔に書きなさい。

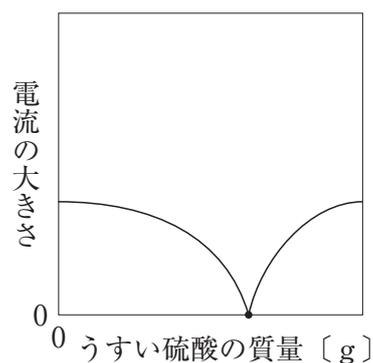


図3

第4問 次の文を読み、問いに答えなさい。

前線と天気の関係を知るために、気象観測を行いました。観測地点A～Eで、ある日の0時～24時の天気の変化を調べました。図1は、観測した日の6時の日本付近の天気図で、観測地点A～Eの各地点は直線距離で250kmずつ離れています。この日、X、Yの前線をともなった低気圧が日本付近を通過しました。図2～図4は、観測地点B、C、Dのいずれかの地点の、同じ日の0時～24時の降水量を表しています。

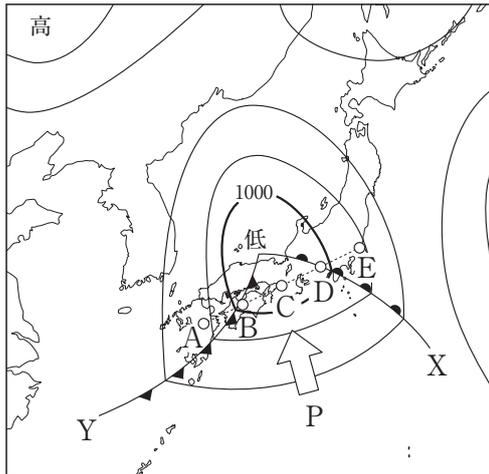


図1

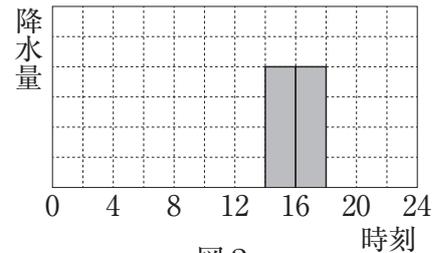


図2

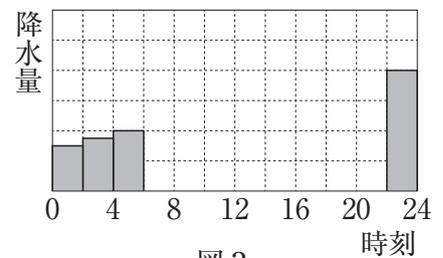


図3

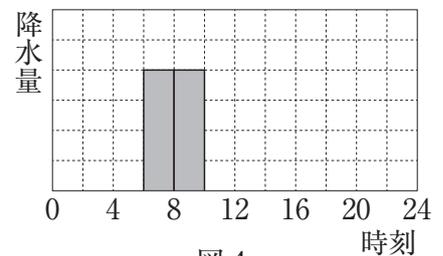


図4

問1 日本付近では、寒気団と暖気団の勢力がほぼ同じときに

- a 前線ができ、この前線上で低気圧が発生すると、その低気圧の中心の東側には、図1のXの前線のような、
 b 前線ができ、西側には、図1のYの前線のような
 c 前線ができます。

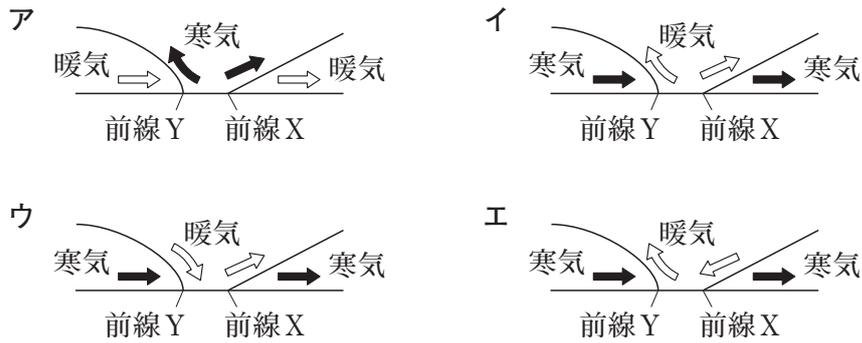
- (1) a ～ c に入る語句をそれぞれ答えなさい。
- (2) このような中緯度帯で発生する低気圧を何というか答えなさい。

問2 日本付近の低気圧は、上空を吹く強い風によって移動することが多くあります。この風を何というか答えなさい。

問3 図1のXの前線について述べた文として最も適当なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 前線通過前からはげしい雨が降り、前線通過後に気温が上がる。
- イ 前線通過前からおだやかな雨が降り、前線通過後に気温が上がる。
- ウ 前線通過前から気温が上がり、前線通過後にはげしい雨が降る。
- エ 前線通過前から気温が上がり、前線通過後におだやかな雨が降る。

問4 図1のX, Yの前線をP地点から矢印の方向に見たとき、暖気と寒気の動きを模式的に表した図として最も適当なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。



問5 この日の6時のA地点とC地点での風向の組み合わせとして最も適当なものを、次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | | |
|---|----------------|---|----------------|
| ア | A地点：南東, C地点：北東 | イ | A地点：南西, C地点：北西 |
| ウ | A地点：南東, C地点：南西 | エ | A地点：北東, C地点：北西 |
| オ | A地点：北西, C地点：南西 | | |

問6 図2, 図3はそれぞれどの地点の降水量か, B, C, Dから1つずつ選び、記号で答えなさい。

問7 この日の前線Yの進む速さはおよそ何 km/h でしたか。最も適当なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 15km/h イ 30km/h ウ 45km/h エ 60km/h

問8 X, Yの前線は、この日から数日後、ために前線となりました。その後、地上がにおおわれたため前線が消滅しました。

(1) にあてはまる文を「Yの前線が」に続けて、簡潔に書きなさい。

(2) , にあてはまる語句の組み合わせとして最も適当なものを、次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- | | | | |
|---|-------------|---|-------------|
| ア | b：停滞, c：寒気 | イ | b：停滞, c：暖気 |
| ウ | b：閉そく, c：寒気 | エ | b：閉そく, c：暖気 |