

- 1 私たちの身の回りには「てこ」が利用されている道具がたくさんあります。まず、図1のような装置について考えます。あとの問いに答えなさい。ただし、すべての装置において、おもり以外の重さは無視できるものとします。

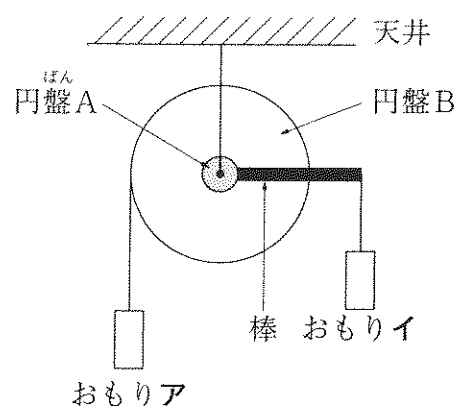


図1

図1は半径3 cmの円盤Aと半径15 cmの円盤Bが、中心が重なるようにはり合わされた輪軸です。円盤Aにはまっすぐでじょうぶな軽い棒が取り付けられています。また、輪軸の中心から棒の先端までの長さは20 cmです。いま、円盤Bの円周におもりAをつり下げ、棒の先端におもりIをつり下げました。

- 問1 おもりAが100 gのとき、棒が水平になり、円盤Aと円盤Bが回転しないためにはおもりIを何gにすればよいですか。

次に、図1の装置からおもりAとIをはずし、2つの円盤CとD、おもりUとエ、ベルトを加えて図2のような装置を作りました。

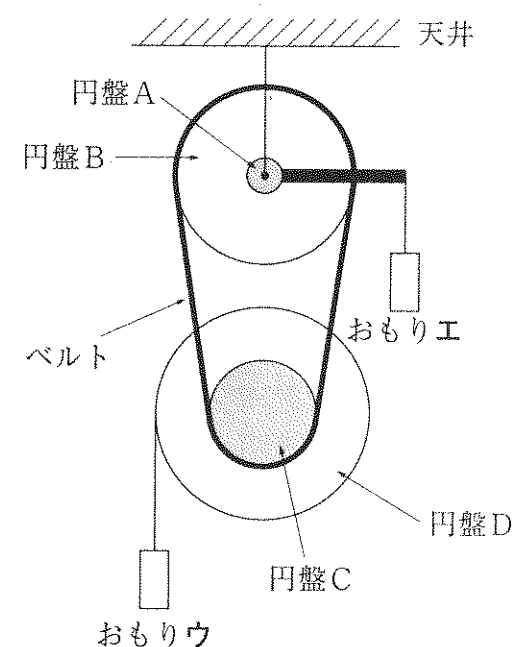


図2

円盤Cと円盤Dは、中心が重なるようにはり合わされていて、円盤Bと円盤Cはベルトでつながっています。なお、円盤Bと円盤Cがベルトから受ける力の大きさは等しいものとします。また、おもりUは円盤Dの円周に、おもりエは棒の先端につながれています。円盤Cの半径が12 cmで、円盤Dの半径は24 cmです。

- 問2 おもりUが200 gのとき、棒が水平になり、すべての円盤が回転しないためにはおもりエを何gにすればよいですか。
- 問3 円盤Cだけを半径8 cmのものに取りかえました。問2と同じようにおもりUが200 gのとき、棒が水平になり、すべての円盤が回転しないためにはおもりエを何gのおもりに取りかえればよいですか。
- 問4 再び円盤Cを半径12 cmのものにもどし、おもりをすべて取り外しました。手で棒の先端を持ち、円盤Aを1回転させたとき、円盤Dは何回転しますか。整数または分数で答えなさい。

図1や図2の装置と同じ仕組みを用いているものが自転車です。図3は自転車のペダルから後輪までのつくりを簡単に示したものです。

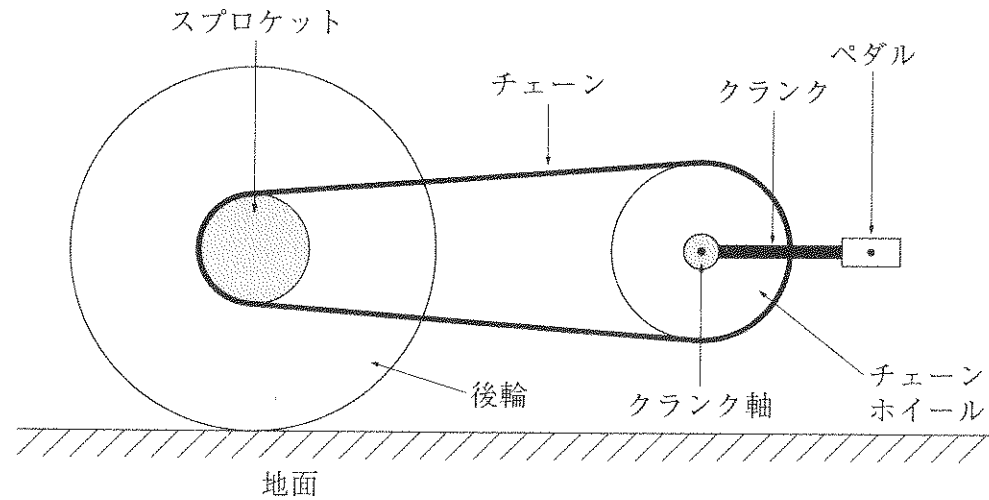


図3

ペダルはクランクという金属の棒でチェーンホイールの中心につながっていて、チェーンホイールとクランクはクランク軸で固定されています。また、スプロケット（ギア）は後輪に固定されています。ペダルをふむとチェーンホイールが回転し、チェーンによって後輪のスプロケットに力が伝わり、これに連動して後輪が回転するようになっています。

問5 クランク軸の中心からペダルの中心までの長さが20 cm、チェーンホイールの半径が16 cm、スプロケットの半径が12 cm、後輪の半径が60 cmの自転車について考えます。この自転車において、後輪が地面を後方におす力を1とすると、ペダルをふむ力の大きさと、ペダルを1回転させたときの後輪の回転の回数の組み合わせとして正しいものを、次のア〜クから1つ選び、記号で答えなさい。

|    | ア             | イ             | ウ             | エ             | オ              | カ              | キ              | ク              |
|----|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 力  | $\frac{1}{4}$ | $\frac{1}{4}$ | 4             | 4             | $\frac{25}{4}$ | $\frac{25}{4}$ | $\frac{4}{25}$ | $\frac{4}{25}$ |
| 回数 | $\frac{3}{4}$ | $\frac{4}{3}$ | $\frac{3}{4}$ | $\frac{4}{3}$ | $\frac{3}{4}$  | $\frac{4}{3}$  | $\frac{3}{4}$  | $\frac{4}{3}$  |

自転車には、図4のように異なる半径のスプロケットやチェーンホイールが取り付けられていて、変速機をつかってチェーンをかけかえています。これによって、自転車をこぐときに必要な力が変化するとともに、自転車の速さも変化します。

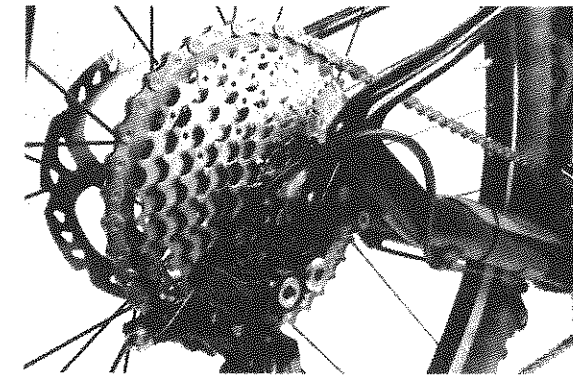


図4

問6 自転車の変速機についての説明として、正しいものを次のア〜カから1つ選び、記号で答えなさい。なお、自転車が平地を走行する場合、後輪が地面をおす力は速さによらず一定とします。

- ア 上り坂を走行する場合は、より強い力で地面をおす必要があるため、より半径の小さなスプロケットにチェーンをかけかえると楽にペダルをこぐことができる。
- イ 一定のペースでペダルを回転させる場合は、変速機でより半径の小さなチェーンホイールにチェーンをかけたほうが速く進むことができる。
- ウ 一定のペースでペダルを回転させる場合は、スプロケットの半径が2倍になると自転車の速さも2倍になる。
- エ スプロケットの半径を小さくすることによって、ペダルをおす力を大きくする必要があるが、ペダルを1回転させたときに進む距離は長くなる。
- オ チェーンホイールの半径を小さくすることによって、ペダルをおす力を大きくする必要があるが、ペダルを1回転させたときに進む距離は長くなる。
- カ 一定のペースでペダルを回転させる場合は、自転車の速さはスプロケットの半径とチェーンホイールの半径だけで決まり、後輪の半径は速さには関係しない。

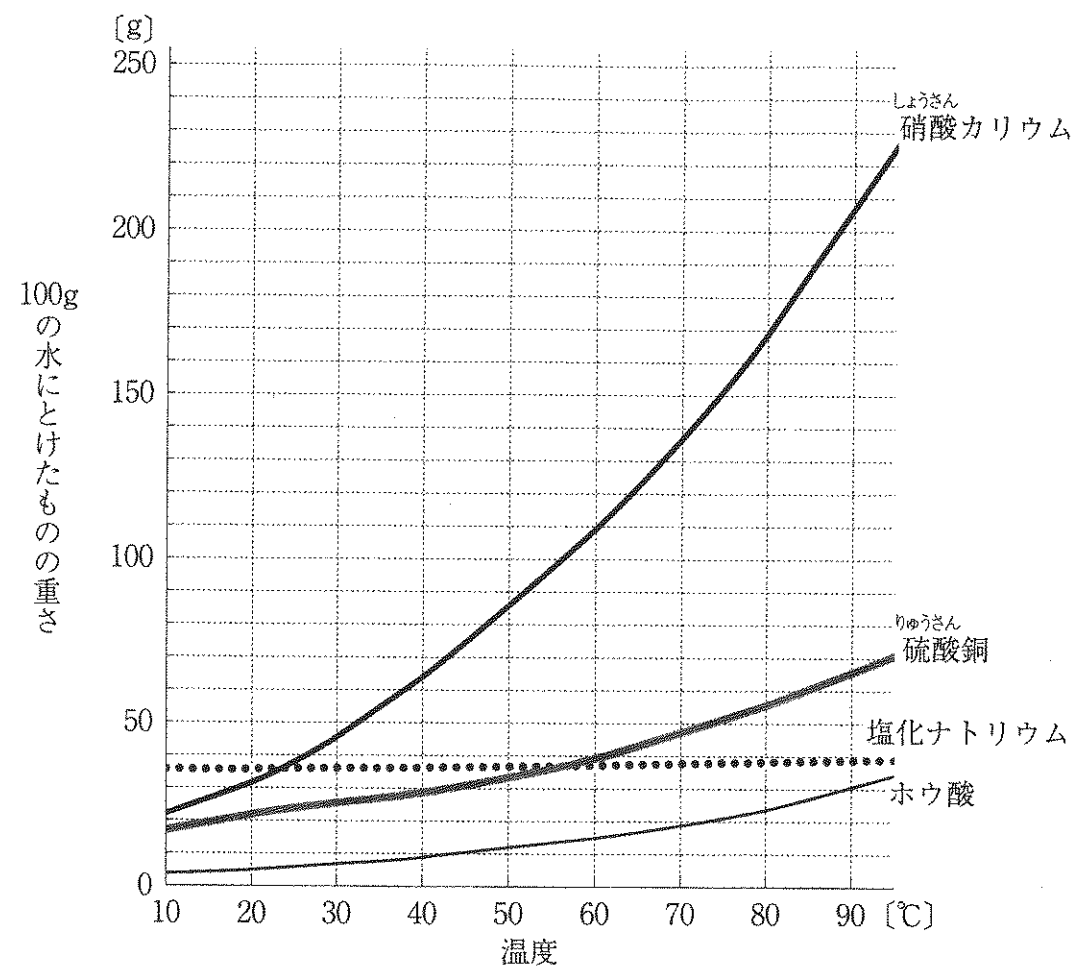
問7 次の文章は、ペダルをふむ力と後輪が地面をおす力に関するものです。文章中の(①)～(④)に入る言葉の組み合わせとして正しいものを下のア～カから1つ選び、記号で答えなさい。

【問題は次のページに続きます】

「後輪が地面をおす力が一定のとき、( ① )や( ② )を大きくすると、より大きな力でペダルをふまなければならない。反対に、( ③ )や( ④ )を大きくすると、ペダルをふむ力は小さくてすむ。」

- ア ①クランクの長さ                  ②チェーンホイールの半径  
    ③スプロケットの半径          ④後輪の半径
- イ ①クランクの長さ                  ②スプロケットの半径  
    ③チェーンホイールの半径      ④後輪の半径
- ウ ①クランクの長さ                  ②後輪の半径  
    ③スプロケットの半径          ④チェーンホイールの半径
- エ ①チェーンホイールの半径      ②スプロケットの半径  
    ③クランクの長さ                  ④後輪の半径
- オ ①チェーンホイールの半径      ②後輪の半径  
    ③クランクの長さ                  ④スプロケットの半径
- カ ①スプロケットの半径              ②後輪の半径  
    ③クランクの長さ                  ④チェーンホイールの半径

- 2 100 gの水に、ものがどれだけとけるかを調べたところ、図のような結果が得られました。あとの問いに答えなさい。



図

- 問1 60℃の水 150 gに硫酸銅は最大で約何 gとけますか。もっとも近いものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 60 g      イ 81 g      ウ 121 g      エ 161 g      オ 225 g

- 問2 80℃の水 250 gに硝酸カリウムを 145 gとかし、20℃まで冷やしました。とけきれなくて結晶となる硝酸カリウムは約何 gですか。もっとも近いものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 66 g      イ 79 g      ウ 91 g      エ 114 g      オ 139 g

- 問3 40℃の水 200 gにミョウバンを 60 g加えたら、一部とけ残ってしまいました。全てとくすにはどうすればよいですか。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。なお、ミョウバンが水 100 gにとける最大量は、水の温度が 30℃なら 16.6 g、40℃なら 23.8 g、60℃なら 57.4 gとします。

ア 40℃の水を 40 g足す。  
 イ 液体の温度を 30℃まで下げたあと、30℃の水を 160 g足す。  
 ウ 温度を変えずに水を 60 g蒸発させる。  
 エ 液体の温度を 60℃まで上げる。

- 問4 食塩には、塩化ナトリウム以外のものがふくまれています。食塩から塩化ナトリウムの結晶のみをもっとも多く取り出せる方法はどれですか。次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。なお、食塩中の塩化ナトリウム以外のものはごくわずかで、少量の水があれば水温・水量によらずすべてとけるものとします。

ア 食塩を 80℃の水 100 gに限界までとкаした水よう液を 20℃まで冷やす。  
 イ 食塩を 80℃の水 100 gに限界までとкаした水よう液をろ過する。  
 ウ 食塩を 80℃の水 100 gに限界までとкаした水よう液を加熱し、水を半分蒸発させる。  
 エ 食塩を 80℃の水 200 gに限界までとкаした水よう液を 20℃まで冷やす。  
 オ 食塩を 90℃の水 200 gに限界までとкаした水よう液を 20℃まで冷やす。

- 問5 ホウ酸をとかせるだけとкаした 80℃の水よう液が 200 gあります。この中にホウ酸は約何 gとけていますか。もっとも近いものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 9 g      イ 14 g      ウ 23 g      エ 38 g      オ 47 g

- 問6 硝酸カリウムをとかせるだけとкаした 80℃の水よう液が 235 gあります。これを 20℃まで冷やすと、とけきれなくて結晶となる硝酸カリウムは約何 gですか。もっとも近いものを次のア～オから1つ選び、記号で答えなさい。

ア 77 g      イ 120 g      ウ 137 g      エ 161 g      オ 182 g

下のア～エをある順番で行うと、5 g の塩化ナトリウムと 100 g の硝酸カリウムの粉末が混ざったものから、硝酸カリウムの結晶を取り出すことができます。

問 7 硝酸カリウムの結晶を取り出すために、ア～エのうち 2 番目と 4 番目を行う操作はどれですか。それぞれ 1 つ選び、記号で答えなさい。ただし、ウ、エにおいて液体の温度変化はないものとします。

ア 液体の温度を 20℃にする。

イ 液体の温度を 60℃にする。

ウ 液体をろ過する。

エ 硝酸カリウムと塩化ナトリウムの混ざったものを 30℃の水 100 g に入れる。

3 こん虫について、あとの問いに答えなさい。

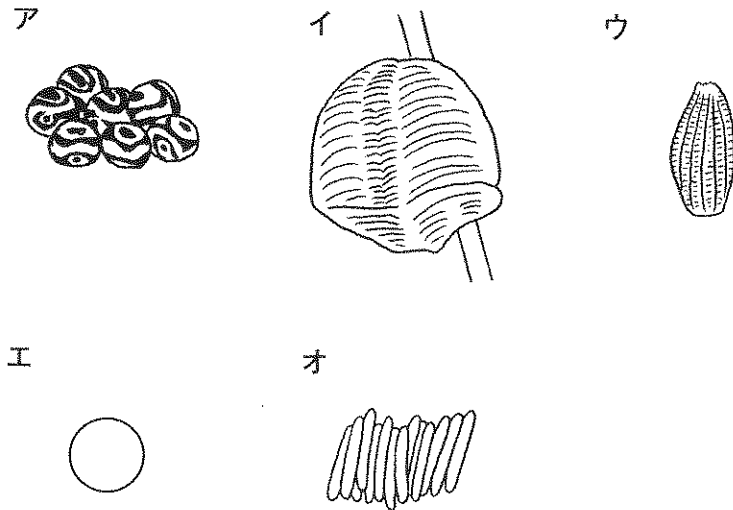
こん虫のからだをほ乳類と比かくすると、異なる部分がいくつもあります。例えば、骨が無いところです。ほ乳類の骨はからだを支える役割をしています。こん虫では代わりに（あ）がその役割をしています。ほ乳類に無くこん虫がもっている構造としては、気門があります。腹の両わきに複数の気門が並んでおり、ほ乳類の（い）の役割をしています。その他には、マルピーギ管があります。この器官は体内の不要なものを集めて体外にはい出する、ほ乳類の（う）の役割をしています。

こん虫は種類ごとにさまざまな特ちょうをもっています。身近なこん虫である①カブトムシとカマキリでは、成長過程が大きく異なります。②カブトムシは幼虫→さなぎ→成虫と土の中で成長し、土から出てきます。一方、カマキリは幼虫→成虫と成長します。成長の時期はそれぞれ大きく異なり、特に冬の寒い時期には、③カブトムシは幼虫、カマキリは卵の状態こゝろで冬を越します。④また、テントウムシの食物の取り方は工夫されており、アブラムシを食くべると行動が変化します。そして、アブラムシが少ない真夏には、テントウムシは夏眠かみんといって落ち葉の下などのすずしい場所でねむります。

問 1 文章中の（あ）、（い）、（う）にあてはまる言葉を次のア～ケからそれぞれ 1 つ選び、記号で答えなさい。

|      |        |                           |       |
|------|--------|---------------------------|-------|
| ア から | イ はね   | ウ 触覚 <small>しょっかく</small> | エ 胃   |
| オ 肺  | カ ほうこう | キ じん臓                     | ク かん臓 |
| ケ 心臓 |        |                           |       |

問2 下線部①について、カブトムシとカマキリの卵を次のア～オからそれぞれ1つ選び、記号で答えなさい。



問3 下線部②について、カブトムシのようにさなぎの時期があるこん虫を次のア～キからすべて選び、記号で答えなさい。

ア セミ      イ アリ      ウ コオロギ      エ トンボ  
オ ゴキブリ      カ カ      キ バッタ

問4 図1はカブトムシを腹面から見たスケッチです。胸にあたる部分を黒くぬりつぶしなさい。

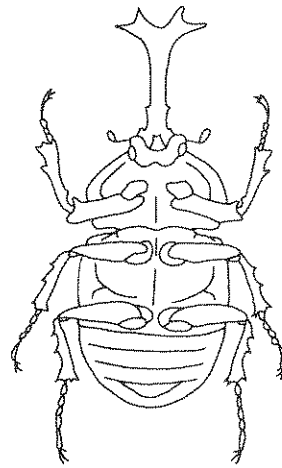


図1

問5 下線部③について、こん虫の冬越しのしかたに関する組み合わせとして正しいものを次のア～カからすべて選び、記号で答えなさい。

|   | 卵で冬越し   | 幼虫で冬越し | さなぎで冬越し | 成虫で冬越し   |
|---|---------|--------|---------|----------|
| ア | トノサマバッタ | アブラゼミ  | モンシロチョウ | ミツバチ     |
| イ | トノサマバッタ | オニヤンマ  | アゲハチョウ  | コガネムシ    |
| ウ | エンマコオロギ | アブラゼミ  | オオムラサキ  | ナナホシテントウ |
| エ | エンマコオロギ | ミノガ    | アゲハチョウ  | ミツバチ     |
| オ | スズメバチ   | オニヤンマ  | モンシロチョウ | コガネムシ    |
| カ | スズメバチ   | ミノガ    | オオムラサキ  | ナナホシテントウ |

下線部④について、ナナホシテントウの行動を確認するために、【実験1】、【実験2】を行いました。

#### 【実験1】

- I 24時間えさを<sup>あた</sup>与えなかったナナホシテントウを丸い容器の中に放し、その後に通った<sup>あと</sup>跡をたどった。ナナホシテントウを放した地点を図2の⑦とし、移動した様子を線で示した。
- II 24時間えさを与えなかったナナホシテントウにモモアカアブラムシを1匹与え、丸い容器の中に放し、その後に通った跡をたどった。ナナホシテントウを放した地点を図3の①とし、移動した様子を線で示した。

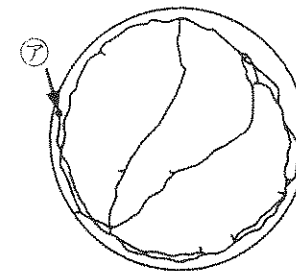


図2

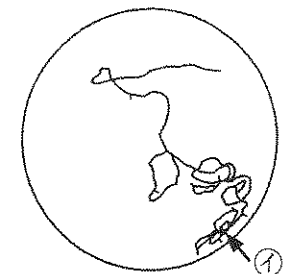


図3

『社団法人 日本林業技術協会 編 森の虫の100不思議』

「ナナホシテントウの餌探し ナナホシテントウ成虫の餌探しの軌跡

(中牟田1985)」図より

【実験2】

- A 24時間えさを与えていなかったナナホシテントウ（ナナホシテントウ㉠とする）の口にモモアカアブラムシを接触させ、かみつく前に取り除いた。その後に通った跡をたどった。
- B 24時間えさを与えていなかったナナホシテントウ（ナナホシテントウ㉢とする）の口にモモアカアブラムシを接触させ、かみついた後、飲みこむ前に全て取り除いた。その後に通った跡をたどった。
- C 24時間えさを与えていなかったナナホシテントウ（ナナホシテントウ㉣とする）の口にモモアカアブラムシを接触させ、そのまま食べさせた。その後に通った跡をたどった。
- D 24時間えさを与えていなかったナナホシテントウ（ナナホシテントウ㉤とする）の口に寒天のかたまりを接触させ、かみつく前に取り除いた。その後に通った跡をたどった。
- E 24時間えさを与えていなかったナナホシテントウ（ナナホシテントウ㉥とする）の口にモモアカアブラムシの体液をぬった寒天のかたまりを接触させ、そのまま食べさせた。その後に通った跡をたどった。

なお、寒天はナナホシテントウがえさとして食べることができるものとする。

【実験2】の結果、ナナホシテントウ㉣では長い時間放した地点の近くに留まり、続いてナナホシテントウ㉥、ナナホシテントウ㉢の順に時間は短くなるが放した地点の近くに留まる様子がみられた。ナナホシテントウ㉠とナナホシテントウ㉤は、短い時間だけ近くに留まり、その後ナナホシテントウ㉢よりも短い時間で遠くへ移動していく様子がみられた。

問6 【実験1】と【実験2】から考えられること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 ナナホシテントウは空腹の度合いによって、行動が変化する。
- イ ナナホシテントウはモモアカアブラムシを食べることによってのみ、行動が変化する。
- ウ 寒天はナナホシテントウの動きを抑制し、にぶらせる。
- エ モモアカアブラムシの体液だけでは、モモアカアブラムシを食べたときと全く同じような行動の変化は引き起こせない。
- オ 口に何かが入ることで、ナナホシテントウは行動力が増す。

問7 【実験1】と【実験2】で観察できたナナホシテントウの行動は、モモアカアブラムシなどのアブラムシを食物とするうえで合理的な行動であると考えられます。その理由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 一度捕食に成功した後、近くにいるモモアカアブラムシを捕食することができるため。
- イ 一度捕食に成功した後、食べすぎることなく、必要なときのみモモアカアブラムシを捕食することができるため。
- ウ 一度捕食に失敗した後、逃げてしまったモモアカアブラムシが落ち着くのを待つことができるため。
- エ 一度捕食に成功した後、体液のにおいを忘れないうちにモモアカアブラムシを捕食することができるため。
- オ 一度捕食に失敗した後、遠くに逃げられてもすぐに追いつけるようにするため。

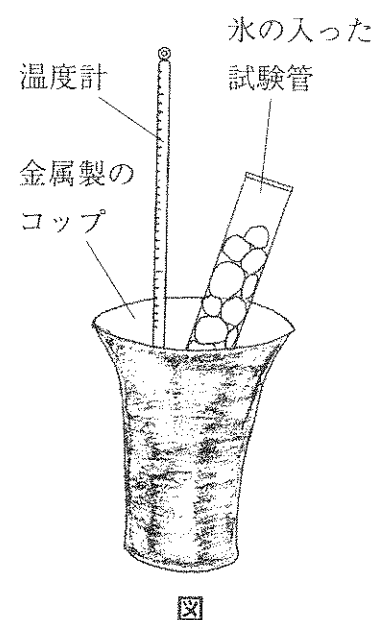
- 4 理科室内の露点を計測して湿度を調べるために、次の実験を行いました。あとの問いに答えなさい。

ただし、測定中は理科室の室温と理科室内の空気に含まれる水蒸気量は変化しないものとしてします。

【実験】 理科室内の室温を測定してから、図のように金属製のコップに理科室の室温と同じ温度のくみ置きした水を入れた。コップ内の水温が均等に下がるように氷の入った試験管でゆっくりかき混ぜ、コップの表面がくもり始めたときの水温を測定した。

同様の実験を、1日1回同じ時刻に5日

間連続して行った。表1は、測定した室温と露点、表2は気温と飽和水蒸気量（ $1\text{ m}^3$ の空気が含むことができる最大の水蒸気量）の関係を示したものである。



図

表1

|         | 1日目 | 2日目 | 3日目 | 4日目 | 5日目 |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 室温 [°C] | 17  | 23  | 17  | 22  | 23  |
| 露点 [°C] | 12  | 15  | 15  | 13  | 12  |

表2

|                            |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 気温 [°C]                    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   |
| 飽和水蒸気量 [g/m <sup>3</sup> ] | 9.4  | 10   | 10.7 | 11.4 | 12.1 | 12.8 | 13.6 | 14.5 |
| 気温 [°C]                    | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   |
| 飽和水蒸気量 [g/m <sup>3</sup> ] | 15.4 | 16.3 | 17.3 | 18.3 | 19.4 | 20.6 | 21.8 | 23.1 |

問1 次の(1)、(2)の問いに答えなさい。

- (1) この実験で金属製のコップを用いるのは、金属がどのような性質をもつからです。次のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

- ア 熱を伝えやすく、コップ内の水温とコップの表面付近の温度がほぼ同じになるから。  
 イ 熱を伝えやすく、コップ内の水温とコップの表面付近の温度差が大きくなるから。  
 ウ 熱を伝えにくく、コップ内の水温とコップの表面付近の温度がほぼ同じになるから。  
 エ 熱を伝えにくく、コップ内の水温とコップの表面付近の温度差が大きくなるから。

- (2) この実験でみられたコップの表面がくもる現象と同じ現象を、次のア～オからすべて選びなさい。

- ア 冬の日には部屋の窓ガラスの内側がくもった。  
 イ 暑い日に水たまりの水がなくなった。  
 ウ 暑い日に空気がかなり乾いた。  
 エ 寒い日に湖の水がこおった。  
 オ 寒い日に霧が発生した。

問2 次の(1)、(2)の問いに答えなさい。

- (1) 1日目と3日目を比べると、室温は同じですが露点は異なります。このことからわかる湿度の説明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  $1\text{ m}^3$ の空気中に含まれる水蒸気量は同じだが、飽和水蒸気量が異なるから室温が高い日の湿度が高い。

イ  $1\text{ m}^3$ の空気中に含まれる水蒸気量は同じだが、飽和水蒸気量が異なるから室温が高い日の湿度が低い。

ウ 飽和水蒸気量は同じだが、 $1\text{ m}^3$ の空気中に含まれる水蒸気量が異なるから露点が高い日の湿度が高い。

エ 飽和水蒸気量は同じだが、 $1\text{ m}^3$ の空気中に含まれる水蒸気量が異なるから露点が高い日の湿度が低い。

- (2) 1日目と5日目を比べると、露点は同じですが室温が異なります。このことからわかる湿度の説明として正しいものを上のア～エから1つ選び、記号で答えなさい。

問3 次の(1)、(2)の問いに答えなさい。

- (1) 5日間の中で、湿度が最も低い日は何日目ですか。

- (2) 気温  $25^{\circ}\text{C}$ 、湿度 44 % の条件で実験を行ったとき、金属コップの表面がくもり始めるのは、金属コップの水温を何 $^{\circ}\text{C}$ まで下げたときですか。整数で答えなさい。

問4 次の(1)、(2)の問いに答えなさい。ただし、理科室は直方体の部屋で、縦 10 m、横 10 m、高さ 3 m の空間とします。

- (1) この実験を2日目に行ったとき、理科室内の空気中の水蒸気量は何 g ですか。

- (2) 2日目の理科室内の湿度を 80 % にするために、加湿器を使用しました。このとき加湿器を用いて、何 g の水を水蒸気にすればよいですか。

平成31年度 栄東中学校入学試験解答用紙

得点

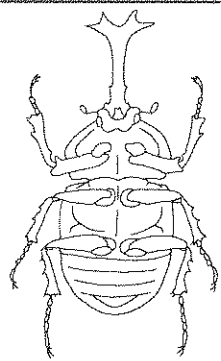
東大クラス選抜Ⅰ

〔理 科〕 (40分)

|      |  |      |  |    |  |
|------|--|------|--|----|--|
| 受験番号 |  | 整理番号 |  | 氏名 |  |
|------|--|------|--|----|--|

|   |    |    |  |    |   |    |    |    |  |
|---|----|----|--|----|---|----|----|----|--|
| 1 | 問1 | g  |  | 問2 | g |    | 問3 | g  |  |
|   | 問4 | 回転 |  | 問5 |   | 問6 |    | 問7 |  |

|   |    |  |    |  |    |      |      |  |
|---|----|--|----|--|----|------|------|--|
| 2 | 問1 |  | 問2 |  | 問3 |      | 問4   |  |
|   | 問5 |  | 問6 |  | 問7 | 2 番目 | 4 番目 |  |

|   |    |       |   |      |    |                                                                                      |    |  |
|---|----|-------|---|------|----|--------------------------------------------------------------------------------------|----|--|
| 3 | 問1 | あ     | い | う    | 問4 |  |    |  |
|   | 問2 | カブトムシ |   | カマキリ |    |                                                                                      |    |  |
|   | 問3 |       |   |      |    |                                                                                      |    |  |
|   | 問5 |       |   |      | 問6 |                                                                                      | 問7 |  |

|   |    |     |     |    |     |     |
|---|----|-----|-----|----|-----|-----|
| 4 | 問1 | (1) | (2) | 問2 | (1) | (2) |
|   | 問3 | (1) | (2) | 問4 | (1) | (2) |

目                      ℃                      g                      g