

2023年度

東邦大学付属東邦中学校

前期入学試験問題

理 科

(100点 45分)

注 意

1. 監督者の「始め」の合図があるまで、問題用紙を開いてはいけません。
2. 問題用紙は12ページあります。試験中にページの不足などに気づいた場合は、手をあげて監督者に知らせなさい。
3. 監督者の「始め」の合図のあと、最初に受験番号と氏名を解答用紙のそれぞれの欄に記入しなさい。
4. 答えはすべて解答用紙に書きなさい。
5. 問題用紙はどのページも切りはなしてはいけません。余白等は適当に利用しなさい。
6. 監督者の「やめ」の合図で筆記用具を置き、所持品はそのままにして、ただちに退室しなさい。
7. 問題用紙は持ち帰りなさい。

問題は次のページからはじまります。

1 次の文章を読み、あとの(1)～(3)の問いに答えなさい。

2022年3月、FAO(国際連合食糧農業機関)が2020年から約2年間に渡りアフリカの土地を荒廃させていたサバクトビバッタの大量発生が収束に向かいつつあることを発表しました。バッタやイナゴの大量発生による、農作物が食い荒らされるなどの被害を蝗害といいます。今回の大量発生は、異常気象による大雨や洪水が多発したことにより、産卵に適した地域が広がったことが原因だとされています。エチオピアやソマリアでは過去25年間で最悪の被害となったと伝えられています。

サバクトビバッタは湿原に生息する熱帯性の昆虫で、個体群密度(同じ地域内に生息する個体数)によって、形態や色彩、行動などが大きく異なる2つのタイプに分けられます。1つが孤独相といい、個体群密度が低い(同じ地域内に生息する個体数が少ない)時に見られるもので、体色は緑色、単独で生活し、せまい範囲で行動します。もう1つが群生相といい、個体群密度が高い(同じ地域内に生息する個体数が多い)時に見られるもので、体色は黒色、集団を作って空中を飛行し長距離移動します。本来サバクトビバッタは孤独相ですが、成長過程での個体群密度が高く、他個体とのぶつかり合いが多いと、体内で特別な化学物質が作られることにより、群生相に変化することがわかっています。

(1) 昆虫の体について、体の分かれ方、足の生える場所、触角はどのようになっていますか。その組み合わせとしてもっとも適切なものを、次の1～8から一つ選び、番号で答えなさい。

| | 体の分かれ方 | 足の生える場所 | 触角 |
|---|----------|---------|----|
| 1 | 頭胸部・腹部 | 頭胸部と腹部 | 1対 |
| 2 | 頭胸部・腹部 | 頭胸部と腹部 | 2対 |
| 3 | 頭胸部・腹部 | 腹部のみ | 1対 |
| 4 | 頭胸部・腹部 | 腹部のみ | 2対 |
| 5 | 頭部・胸部・腹部 | 胸部と腹部 | 1対 |
| 6 | 頭部・胸部・腹部 | 胸部と腹部 | 2対 |
| 7 | 頭部・胸部・腹部 | 胸部のみ | 1対 |
| 8 | 頭部・胸部・腹部 | 胸部のみ | 2対 |

(2) 昆虫や他の動物において、同種の他個体とのコミュニケーションをとる手段には様々なものがあります。次の1～5のうち、同種の他個体とのコミュニケーションの手段として適切でないもの一つを選び、番号で答えなさい。

1. マウンティング
2. ホルモン
3. 8の字ダンス
4. さえずり
5. マーキング

(3) サバクトビバッタの孤独相や群生相について述べた次の1～4のうち、もっとも適切なもの一つを選び、番号で答えなさい。

1. 孤独相の親からは孤独相の、群生相の親からは群生相の子がそれぞれ生まれる。
2. 成虫になった群生相の個体でも個体群密度が低くなると孤独相になる。
3. 孤独相の個体はせまい範囲で生活するので、とびはねるのに用いる後ろ足が群生相の個体に比べて短い。
4. 群生相の個体は飛行距離が長いので、飛行時に用いるはねが孤独相の個体に比べて大きい。

2 次の文章を読み、あとの(1)～(4)の問いに答えなさい。ただし、水の重さは 1 cm^3 あたり 1 g とします。

[実験1]

金属A～Dを、水 100 cm^3 が入ったメスシリンダーにそれぞれ入れ、水面の目盛りを読み、それらの重さをはかりました。それぞれの金属を入れた後の水面の目盛りと、メスシリンダーの重さを差し引いた金属と水の重さの合計は、表1のようになりました。

表1

| | 金属A | 金属B | 金属C | 金属D |
|----------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 金属を入れた後の水面の目盛り [cm^3] | 110 | 101 | 105 | 108 |
| 金属と水の重さの合計 [g] | 127 | 108 | 157 | 184 |

(1) 金属A～Dのうち、 1 cm^3 あたりの重さがもっとも大きい金属はどれですか。A～Dから一つ選び、記号で答えなさい。

(2) 金属A～Dはそれぞれアルミニウム、鉛、鉄、銀のうちいずれかです。アルミニウムだと考えられる金属はどれですか。A～Dからもっとも適切なものを一つ選び、記号で答えなさい。

[実験2]

でんぷん、砂糖、食塩、エタノール、サラダ油を用意し、それぞれの重さと体積をはかりました。次にそれらをそれぞれ水 100 cm^3 が入った容器に入れ、ガラス棒で十分かきまぜて変化の様子を確認しました。その後、それらの重さと体積をはかりました。その結果は表2のようになりました。ただし、この実験は同じ温度で行いました。

表2

| | でんぷん | 砂糖 | 食塩 | | エタノール | サラダ油 | |
|--------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|-------------|------|-----|
| 物質の重さ [g] | 15 | 95 | 22 | 66 | 88 | 79 | 80 |
| 物質の体積 [cm^3] | 10 | 60 | 10 | 30 | 40 | 100 | 100 |
| 物質を水に入れた後の変化の様子 | と 溶けな かった | 全て 溶けた | 全て 溶けた | 一部溶け 残った | 一部溶け 残った | X | Y |
| 物質を水に入れた状態での重さ [g] | 115 | 195 | 122 | 166 | 188 | 179 | 180 |
| 物質を水に入れた後の体積 [cm^3] | 110 | 159 | 108 | 125 | 135 | 195 | 200 |

(3) 次の1～5の文のうち、[実験2]の結果から分かることとしてもっとも適切なものを一つ選び、番号で答えなさい。

1. 物質を水に入れた後の変化の様子X、Yにおいて、サラダ油もエタノールも水にと溶けない。
2. 水に浮く物質の場合は、水に入れると空気中ではかったときの重さより軽くなるため、サラダ油を水に入れた状態での重さは、厳密には 180 g よりは少し軽くなっている。
3. 水に溶けない物質を水に入れた場合、各物質を加えた後の体積は、物質の体積と水の体積の和となる。
4. 各物質を加えた後の体積が、加えた物質の体積と水の体積の和となるかならないかは、加えた物質が液体か固体かによって決まる。
5. 同じ物質における重さと体積は、比例の関係にならない場合もある。

(4) 66 g の食塩を水 100 cm^3 に入れてかき混ぜると、 29 g が溶け残りしました。水 100 cm^3 に食塩が限界まで溶けきったときの、食塩水 1 cm^3 あたりの重さは何 g ですか。小数第2位を四捨五入して、小数第1位まで答えなさい。

3 次の文章を読み、あとの(1)～(4)の問いに答えなさい。

2021年12月、新型の宇宙望遠鏡「ア」が打ち上げられました。この「ア」宇宙望遠鏡は「イ」宇宙望遠鏡の後継機としての活躍が期待されています。「イ」宇宙望遠鏡は主に可視光線(人間の目で見える光)を中心にとらえていましたが、「ア」宇宙望遠鏡は赤外線をとらえることに特化し、「イ」宇宙望遠鏡よりも鮮明にかつ高感度に観測できます。公開された画像を見ても、従来のカメラとの差は歴然です。今後は初期星(宇宙最初期に生まれた星)の観測や太陽系外の生命探索などの任務にあたります。

(1) 文中の「ア」、「イ」に当てはまる語句の組み合わせとしてもっとも適切なものを、次の1～9から一つ選び、番号で答えなさい。

| | ア | イ | | ア | イ | | ア | イ |
|---|------------|--------|---|------------|--------|---|------------|--------|
| 1 | ジェイムズ・ウェッブ | ハッブル | 2 | ハーシェル | ハッブル | 3 | ケプラー | ハッブル |
| 4 | ケプラー | すばる | 5 | ジェイムズ・ウェッブ | すばる | 6 | ハーシェル | すばる |
| 7 | ハーシェル | スピッツァー | 8 | ケプラー | スピッツァー | 9 | ジェイムズ・ウェッブ | スピッツァー |

(2) 夏の大三角を構成する星と、その星を含む星座の組み合わせとしてもっとも適切なものを、次の1～12から一つ選び、番号で答えなさい。

| | 星 | 星座 | | 星 | 星座 | | 星 | 星座 |
|----|-------|--------|----|-------|--------|----|-------|--------|
| 1 | ベガ | さそり座 | 2 | ベガ | はくちょう座 | 3 | ベガ | わし座 |
| 4 | シリウス | こと座 | 5 | シリウス | さそり座 | 6 | シリウス | はくちょう座 |
| 7 | デネブ | わし座 | 8 | デネブ | こと座 | 9 | デネブ | さそり座 |
| 10 | アルタイル | はくちょう座 | 11 | アルタイル | わし座 | 12 | アルタイル | こと座 |

(3) 夜空には様々な明るさの星がありますが、地球から見た星の見かけの明るさは、星自体の明るさと、地球と星の距離によって決まります。星自体の明るさが同じでも、地球からの距離が2倍になれば見かけの明るさは $\frac{1}{4}$ 、3倍になれば $\frac{1}{9}$ になります。いま、星自体の明るさが同じである1等星の星Aと3等星の星Bがあったとします。1等星と3等星の見かけの明るさは6.25倍異なるものとして、次の文の「ウ」、「エ」に当てはまる語句の組み合わせとしてもっとも適切なものを、あとの1～6から一つ選び、番号で答えなさい。

暗く見える方の星「ウ」から地球までの距離は、他方の星から地球までの距離の「エ」倍である。

| | ウ | エ | | ウ | エ |
|---|---|-------|---|---|-------|
| 1 | A | 3.125 | 2 | B | 3.125 |
| 3 | A | 2.5 | 4 | B | 2.5 |
| 5 | A | 0.08 | 6 | B | 0.08 |

(4) 星Cはオリオン座に含まれる星で、近い将来爆発して消滅するのではないかとされています。もし星が爆発したとすると、爆発により発生した光は時間をかけて地球に届くため、この爆発が地球において肉眼で観測できる頃には、星Cの過去の姿を見ていることになります。星Cの名称と、星Cが爆発してからその爆発が地球において観測できるまでの時間のずれの組み合わせとしてもっとも適切なものを、次の1～12から一つ選び、番号で答えなさい。

| | 名称 | 時間のずれ | | 名称 | 時間のずれ | | 名称 | 時間のずれ |
|----|--------|-------|----|--------|-------|----|--------|-------|
| 1 | ベテルギウス | 1ヶ月以内 | 2 | ベテルギウス | 1年未満 | 3 | ベテルギウス | 1年以上 |
| 4 | リゲル | 1ヶ月以内 | 5 | リゲル | 1年未満 | 6 | リゲル | 1年以上 |
| 7 | アルデバラン | 1ヶ月以内 | 8 | アルデバラン | 1年未満 | 9 | アルデバラン | 1年以上 |
| 10 | シリウス | 1ヶ月以内 | 11 | シリウス | 1年未満 | 12 | シリウス | 1年以上 |

4 次の文章を読み、あとの(1)～(3)の問いに答えなさい。

天井から滑車をつるし、おもり、体重計、ばねとひもを使って、図1のような装置をつくりました。おもりの重さは10 kg、人の重さは60 kgです。このばねは2 kgのおもりをつるすと1 cm のびます。ただし、ひもとばねの重さは考えないものとします。

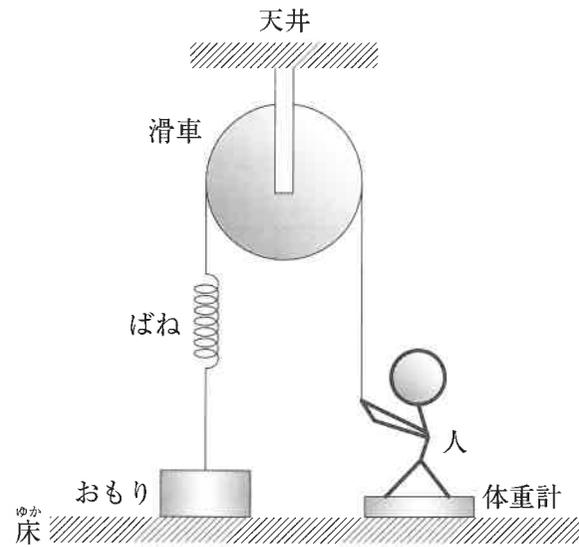


図1

(1) 図1で、人がひもを引く力を少しずつ大きくしていくと、おもりは床から浮き上がりました。このとき、体重計は何 kg を示しますか。

次に、天井から滑車をつるし、体重計、ばね、箱とひもを使って、図2のような装置をつくりました。箱の重さは15 kg、体重計の重さは5 kg、人の重さは60 kgです。ばねは図1と同じばねを使用しています。ただし、ひもとばねの重さは考えないものとします。

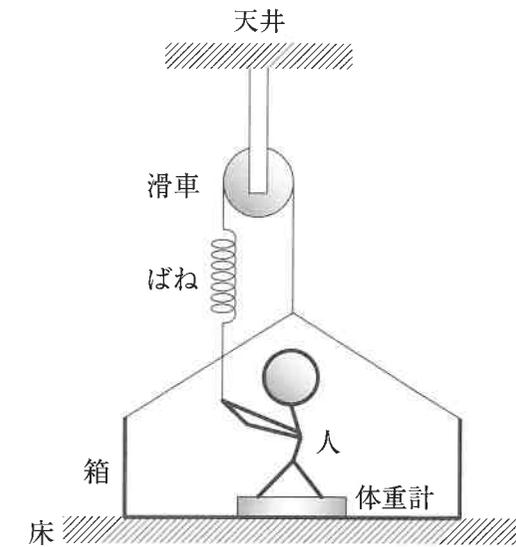


図2

(2) 図2で、人がひもを引く力を少しずつ大きくしていくと、体重計が48 kg を示しました。このとき、ばねののびは何 cm になりますか。

(3) 図2で、人がひもを引く力を少しずつ大きくしていくと、人が体重計に乗ったまま、箱は床から浮き上がりました。このとき、体重計は何 kg を示しますか。

5 次の文章を読み、あとの(1)、(2)の問いに答えなさい。ただし、文中の「ア」と「ウ」には、それぞれ同じ語句が入ります。

原始の地球で生命がどのように誕生したかについて、これまで多くの研究が行われてきました。近年では、生物の体を構成するために必要な物質が、隕石などに含まれる形で宇宙から飛来したと考える説などが支持されています。これを確かめるための研究の一つが、小惑星探査機による小惑星の岩石の採取です。

小惑星探査機はやぶさ2は、小惑星リュウグウで岩石採取を行い、地球へ帰還しました。持ち帰った岩石は分析が行われ、2022年6月には合計23種類の「ア」が見つかったことが、また同年9月には液体の「イ」が検出されたことが、相次いで発表されました。いずれも、生命誕生に不可欠な物質の発見です。

生物、特に動物の多くは、「ウ」という物質で体が構成されています。加えて「ウ」は、消化を助けたり、体の調子を整えたりするはたらきをもつ物質でもあるため、多くの生物は、「ウ」がなければ生きることができません。「ウ」は、複数の「ア」がつながってできています。つまり、「ウ」の構成要素である「ア」こそ、生命誕生に不可欠な物質の一つであるといえます。しかし今回の発見をもってしても、未解明の点は多くあり、ただちに地球の生命誕生の起源が宇宙からの飛来物質である、と言い切ることはできません。現在は「その可能性がある」という段階で、今後よりくわしい研究が待たれます。

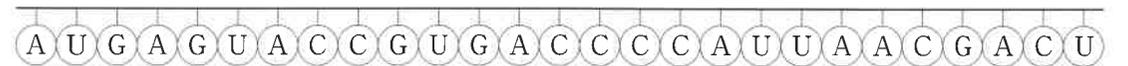
(1) 文中の「ア」、「イ」にあてはまる語句は何ですか。また、文中の「ウ」にあてはまる語句は主に人の体をつくる栄養素の一つですが、これを多く含む食品にはどのようなものがありますか。これらの組み合わせとして最も適切なものを、次の1～12から一つ選び、番号で答えなさい。

| | ア | イ | ウを多く含む食品 | | ア | イ | ウを多く含む食品 |
|----|------|----|----------|----|------|----|----------|
| 1 | ビタミン | 酸素 | 米、トウモロコシ | 2 | アミノ酸 | 酸素 | 米、トウモロコシ |
| 3 | ビタミン | 酸素 | 豆腐、納豆 | 4 | アミノ酸 | 酸素 | 豆腐、納豆 |
| 5 | ビタミン | 酸素 | 野菜、果物 | 6 | アミノ酸 | 酸素 | 野菜、果物 |
| 7 | ビタミン | 水 | 米、トウモロコシ | 8 | アミノ酸 | 水 | 米、トウモロコシ |
| 9 | ビタミン | 水 | 豆腐、納豆 | 10 | アミノ酸 | 水 | 豆腐、納豆 |
| 11 | ビタミン | 水 | 野菜、果物 | 12 | アミノ酸 | 水 | 野菜、果物 |

体内ではたらくための「ウ」は、細胞の中でつくられているRNAという物質がもつ情報に従って合成されます。RNAは4種類(A・U・G・C)の塩基という物質が長いくさり状につながって出来ており、塩基がどのような順に並んでいるかで、どの「ア」をつなげて「ウ」を合成するかが決まります。

塩基は連続した3つで一組になっており、この組をコドンといいます。コドンは一組につき、特定の「ア」を一つ指定しています。例えば、図のように塩基が並んだRNAがあるとします。このRNAの塩基は左から読み、1組目のコドンは『AUG』と判断します。コドンが指定する「ア」を表に示します。表によると、コドン『AUG』に対応する「ア」は「Met」です。同様にして、2組目のコドンは1組目の右隣にある『AGU』なので、指定する「ア」は「Ser」とわかります。

このように、コドンから「ア」を決定し、それらをつなげることで、「ア」が長いくさり状になり、最終的にはこのくさり複雑に折りたたまれて、「ウ」が合成されます。しかし塩基は、一部が別の塩基に変化したり、欠けたり、増えたりすることがあります。もし、図のRNAの3番目の塩基であるGが欠けてしまった場合、「工」組目のコドンが「停止」に変化するため、このRNAによる「ウ」の合成はそこで終了し、目的の「ウ」は合成できなくなります。



図

表

| コドン | ア |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| UUU | Phe | UCU | Ser | UAU | Tyr | UGU | Cys | AUU | Ile | ACU | Thr | AAU | Asn | AGU | Ser |
| UUC | | UCC | | UAC | | UGC | | AUC | | ACC | | AAC | | AGC | |
| UUA | Leu | UCA | | UAA | UGA | 停止 | AUA | Met | | ACA | AAA | Lys | AGA | Arg | |
| UUG | | UCG | | UAG | UGG | Trp | AUG | | | ACG | AAG | | AGG | | |
| CUU | Leu | CCU | Pro | CAU | His | CGU | Arg | GUU | Val | GCU | Ala | GAU | Asp | GGU | Gly |
| CUC | | CCC | | CAC | | CGC | | GUC | | GCC | | GAC | | GGC | |
| CUA | | CCA | | CAA | CGA | GUA | | GCA | | GAA | | GGA | | | |
| CUG | | CCG | | CAG | CGG | GUG | | GCG | | GAG | | GGG | | | |

(2) 文中の「工」に当てはまる適切な数字を答えなさい。

6 次の文章を読み、あとの(1)～(4)の問いに答えなさい。

同じ太さの電熱線を組み合わせて電池に接続し、電流計を流れる電流の大きさについて調べました。ただし、使用した電池は同じものであり、常に安定した電流を回路に流すものとします。

様々な長さの電熱線を、それぞれ図1のように電池に接続しました。このとき、電熱線の長さ^{ひかく}と流れる電流の大きさの関係は表1のようになりました。

表1

| | | | | | |
|-------------|------|------|------|-------|-------|
| 電熱線の長さ [cm] | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| 電流の大きさ [A] | 0.06 | 0.03 | 0.02 | 0.015 | 0.012 |

次に、並列につないだ長さ20 cmの電熱線を、図2のように電池に接続しました。このとき、並列につないだ電熱線の本数と流れる電流の大きさの関係は表2のようになりました。

表2

| | | | | |
|------------|------|-------|------|-------|
| 電熱線の本数 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 電流の大きさ [A] | 0.03 | 0.045 | 0.06 | 0.075 |

- (1) 図1のように、1本のある長さの電熱線を電池に接続したところ、大きさ0.01 Aの電流が流れました。電熱線の長さは何 cm ですか。
- (2) 図2のように、同じ長さの電熱線を12本用意し、並列につないで電池に接続したところ、大きさ0.45 Aの電流が流れました。電熱線の長さは何 cm ですか。
- (3) 図2のように、長さ20 cmの電熱線を8本用意して並列につなぎました。このとき電流計に流れる電流と同じ大きさの電流を、図1のように1本のある長さの電熱線で流すには、電熱線の長さを何 cm にすれば良いですか。

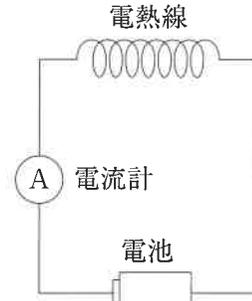


図1

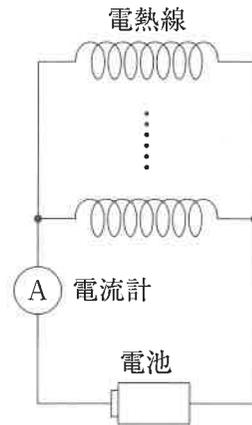


図2

図3のように豆電球を1個、図4のように豆電球を直列に2個つないで同じ電池に接続した回路を用意し、豆電球の明るさを比較すると、図4の豆電球のほうが暗くなります。これは図4の豆電球に流れる電流が小さくなるためです。

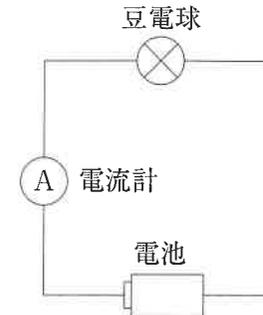


図3

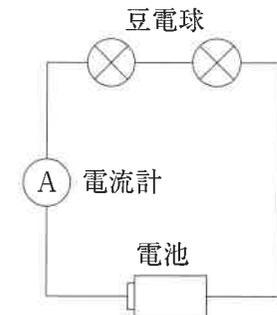


図4

- (4) 同じ長さの電熱線Xを8本、そして電熱線Xとは1本あたりの長さが異なる電熱線Yを同じ長さで6本用意しました。図5のように、電熱線Xを8本並列につないだものと、電熱線Yを6本並列につないだものとを直列につなぎ、電池に接続しました。その結果、電流計に0.05 Aの電流が流れました。また、1本当たりの電熱線X、Yの長さの合計は44 cmでした。電熱線Xの長さは何 cm ですか。

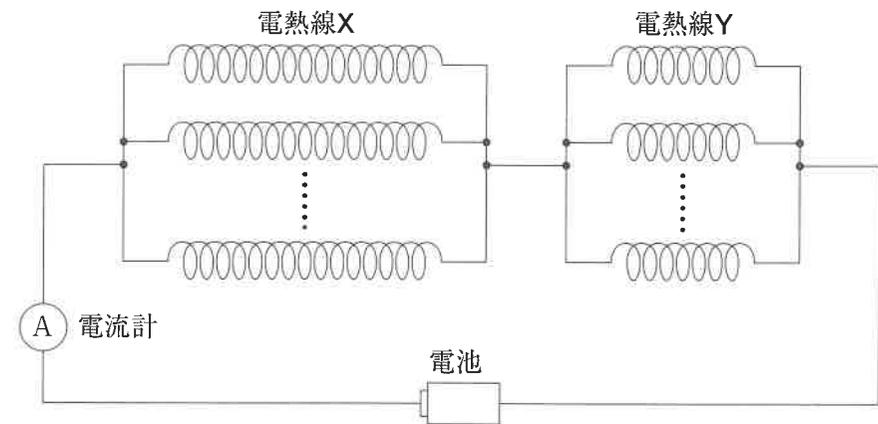


図5

1

| | | |
|-----|--|--------------------------|
| (1) | | <input type="checkbox"/> |
| (2) | | <input type="checkbox"/> |
| (3) | | <input type="checkbox"/> |

4

| | | | |
|-----|--|----|--------------------------|
| (1) | | kg | <input type="checkbox"/> |
| (2) | | cm | <input type="checkbox"/> |
| (3) | | kg | <input type="checkbox"/> |

2

| | | |
|-----|--|--------------------------|
| (1) | | <input type="checkbox"/> |
| (2) | | <input type="checkbox"/> |
| (3) | | <input type="checkbox"/> |
| (4) | | g |

5

| | | |
|-----|--|--------------------------|
| (1) | | <input type="checkbox"/> |
| (2) | | <input type="checkbox"/> |

3

| | | |
|-----|--|--------------------------|
| (1) | | <input type="checkbox"/> |
| (2) | | <input type="checkbox"/> |
| (3) | | <input type="checkbox"/> |
| (4) | | <input type="checkbox"/> |

6

| | | | |
|-----|--|----|--------------------------|
| (1) | | cm | <input type="checkbox"/> |
| (2) | | cm | <input type="checkbox"/> |
| (3) | | cm | <input type="checkbox"/> |
| (4) | | cm | <input type="checkbox"/> |

| | | | |
|------|--|--|--|
| 受験番号 | | | |
|------|--|--|--|

| | |
|----|--|
| 氏名 | |
|----|--|

| | | |
|----|--|--------------------------|
| 得点 | | <input type="checkbox"/> |
| | | <input type="checkbox"/> |