



<参考> (物理のための数学基礎知識)

## 【三角比】

直角三角形の直角でない角度の1つが決まれば、3辺の比を決めることができる。これを三角比という。図1のように辺の長さ  $a$ ,  $b$ ,  $c$  と角度  $\theta$  を決めると、正弦 (sin : サイン), 余弦 (cos : コサイン), 正接 (tan : タンジェント) は以下のように定義される。

$$\text{正弦} \quad \sin \theta = \frac{a}{c} \quad \text{余弦} \quad \cos \theta = \frac{b}{c} \quad \text{正接} \quad \tan \theta = \frac{a}{b}$$

これらにより、直角三角形の1つの辺の長さと1つの角度の大きさが決まれば、残りの辺の長さを三角比を用いて表すことができる。

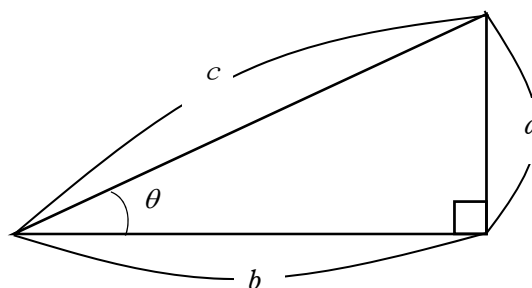


図1

## 【弧度法】

角度を表すのに、 $180^\circ$  や  $360^\circ$  のように、 $[\ ]$  という単位を使って表す度数法は日常生活で広く使われている。一方数学や物理では、弧度法と呼ばれる表し方を用いる場合が多い。この表し方は次のように定義される。

半径と等しい長さの弧に対する中心角を1ラジアン (記号 : rad) という。この rad を単位とした角の表し方を弧度法という。1つの円において、弧の長さは中心角に比例するので、図2のような半径  $r$  の円において、中心角  $\theta$  [rad] に対する円弧の長さを  $x$  とすると、

$$\theta = \frac{x}{r} \quad (\text{または } x = r\theta)$$

と表せる。

したがって、半径  $r$  の円周は  $2\pi r$  であるから、

$$\theta = \frac{x}{r} = \frac{2\pi r}{r} = 2\pi \text{ [rad]}$$

となる。よって、度数法との間に次の関係が成り立つ。

$$360^\circ = 2\pi \text{ [rad]}$$

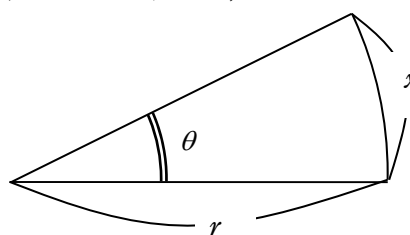


図2

## 第1問

図1のように、スーパーボール（超弾性プラスチック球）A, Bを2個積み重ねた。これを、ある高さ $h$ から自由落下させて、床に衝突させる。AとBの質量がそれぞれ $m$ ,  $3m$ のとき、Aだけがはね返り、Bは床上に静止する。このとき、Aはどれくらいの高さまではね返るか。正しいものを、次の①～⑥から1つ選べ。ただし、力学的エネルギーは保存するものとする。また、スーパーボールはともに鉛直方向にのみ運動し、スーパーボールの大きさは無視できるものとする。

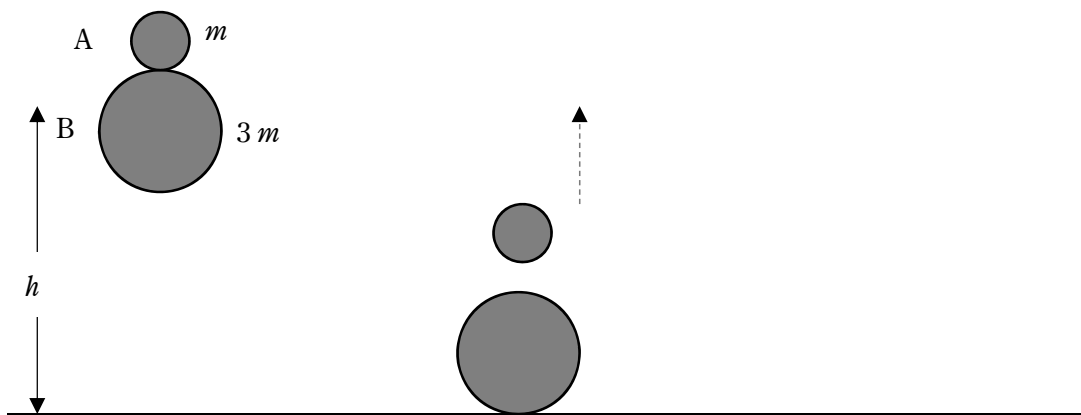


図1

- ①  $h$     ②  $2h$     ③  $3h$     ④  $4h$     ⑤  $5h$     ⑥  $6h$

## 第2問

図2-1のように、体重計の上に、A、Bの2人がそれぞれ乗っている。体重計の目盛は、どちらも50 kgを示している。図2-2のように、AがBの肩を下に押したところ、Aの目盛は48 kgを示し、Bの目盛は52 kgを示した。

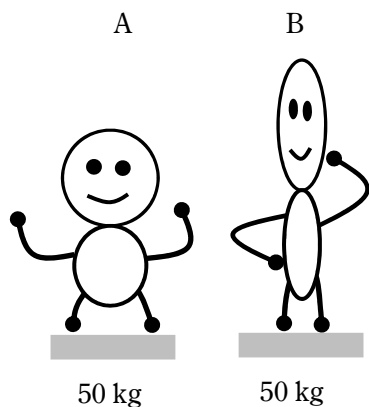


図2-1

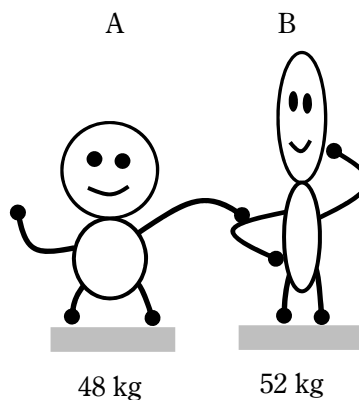


図2-2

図2-3のように、2人の間でばねはかりを持って、Aは下向きに引き、Bは上向きに引いた。このとき、ばねはかりの目盛は2 kgを示した。ばねはかりの重さは無視できるものとする。Bの体重計の目盛は、何 kgを示しているか。正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

- ① 48    ② 49    ③ 50    ④ 51    ⑤ 52

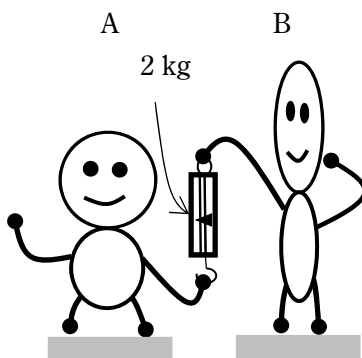


図2-3

### 第3問

図3-1のように材質も厚さも一様で、長さ24 cmの2枚の板A、Bがある。

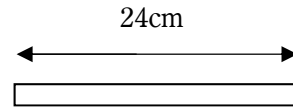


図3-1

図3-2のように板Aを机の端から徐々にはみ出させる。Aが机からはみ出した部分の長さを $L_1$ とする。 $L_1=12\text{cm}$ を超えるとAは回転して落下する。

次に、図3-3のようにBの上にAを、AがBより12 cmはみ出すように重ねる。机の端の辺と2枚の板のそれぞれの辺が平行になるようにBだけをずらしていく。板Bが机からはみ出した部分の長さを $L_2$ とする。Bが回転しはじめるのは $L_2$  [cm] がいくらを超えたときか。正しいものを、次の①～⑤から1つ選べ。

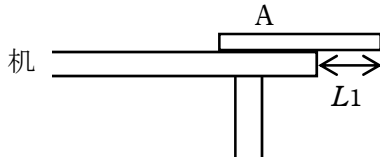


図3-2

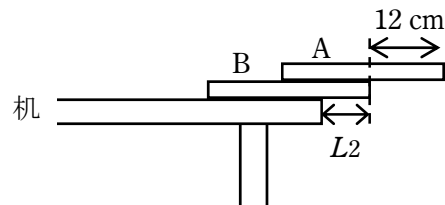


図3-3

①	3 cm
②	6 cm
③	9 cm
④	12 cm
⑤	15 cm

## 第4問

図4のように、金属製の球Aと、体積が球Aの10倍の大きさのプラスチック製の球Bがある。天びんばかりにつり下げた球Aと球Bに、重力、糸の張力および空気による浮力がそれぞれはたらい、支点が棒の中央でつり合った状態にある。この装置全体をガラス製の容器に入れ密閉し、容器内の空気を真空ポンプで徐々に抜いていく。

空気があるときのAとBに働く浮力の大小関係と、空気を抜いたときの天びんばかりの動きの正しい組み合わせを、次の①～⑨から1つ選べ。

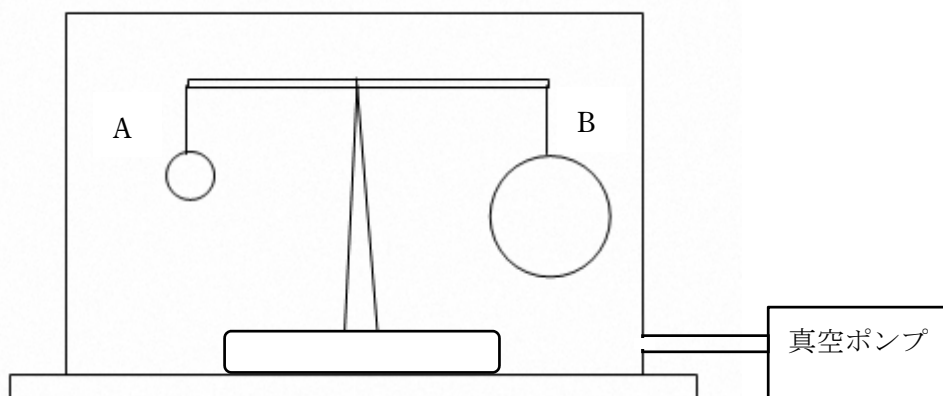


図4

	空気があるときの 浮力の大小関係	空気を抜いたときの 天びんばかりの動き
①	Aの方が大きい	Aが上がる
②	Aの方が大きい	Bが上がる
③	Aの方が大きい	動かない
④	AもBも同じ	Aが上がる
⑤	AもBも同じ	Bが上がる
⑥	AもBも同じ	動かない
⑦	Bの方が大きい	Aが上がる
⑧	Bの方が大きい	Bが上がる
⑨	Bの方が大きい	動かない

## 第5問

直線状の斜面と水平面がなめらかにつながった水平投射の装置がある。この装置で小物体をすべらせた。図5のように斜面上の位置1から初速度0ですべらせると小物体は床の位置Bに着地した。床の位置Dに着地させるには、斜面上のどの位置からすべらせると良いか。

正しいものを、図5の1~16から1つ選べ。

ただし、斜面の位置0は水平面と同じ高さであり、斜面上の位置0~16(位置0は斜面の最下点)および、床の位置A~Dの間隔はそれぞれ等間隔である。また、斜面と水平面はどちらもなめらかであるとする。

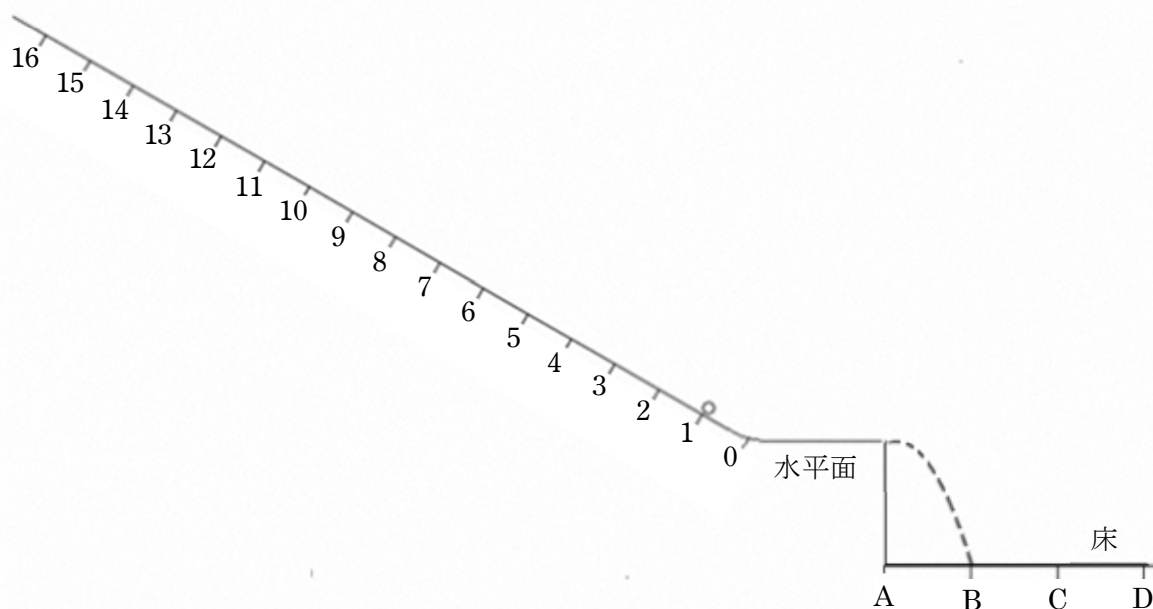


図5

## 第6問

AとBの2人がテニスをしている。Aの打ったボールがBへ水平に飛んで来た。このボールをBが打ち返そうとしたところ、失敗して鉛直上向きに飛んでしまった。Bのラケットとの衝突の前後で、ボールの速さは変わらなかった。

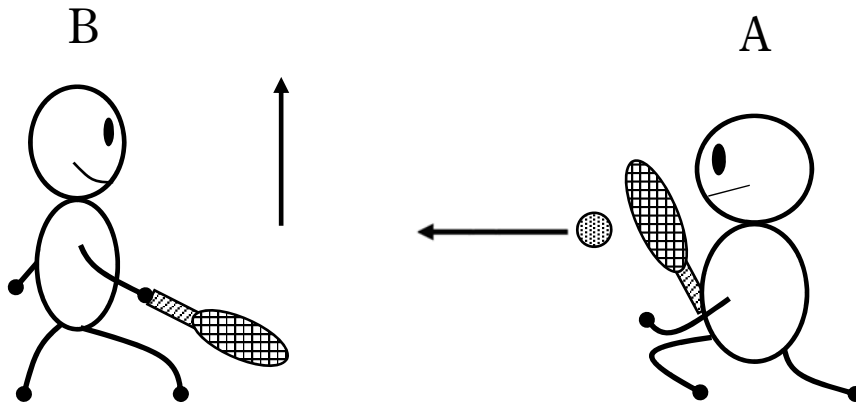
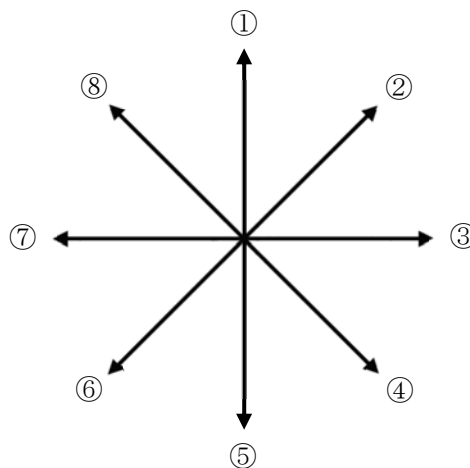


図6

Bのラケットがボールに加えた力の向きとして最も適切なものを、次の①～⑧から1つ選べ。





## 第7問

図7-1のように雨が降った後の空に虹がかかることがある。これは、図7-2のように球状の雨粒に入射した太陽光線が1回の反射と2回の屈折をして、観測者の目に入ったもので、これは主虹とよばれている。一方、この主虹の外側により大きな虹が見えることがある。これは副虹とよばれ、図7-3のように球状の雨粒に入射した太陽光線が、2回の反射と2回の屈折をして、観測者の目に入ったものである。



図7-1

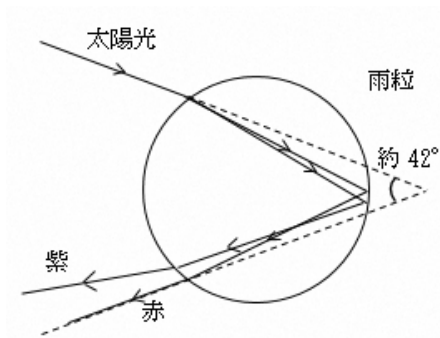


図7-2

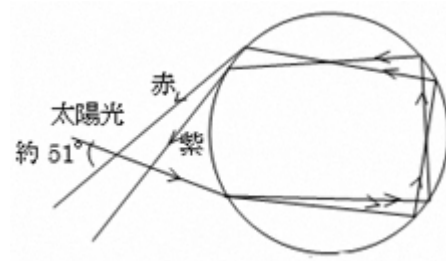
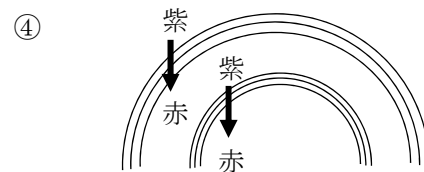
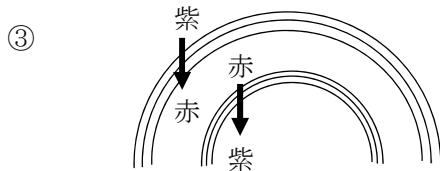
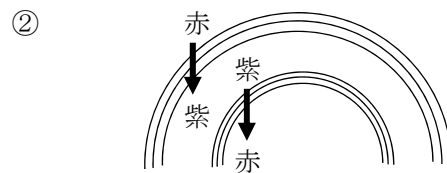
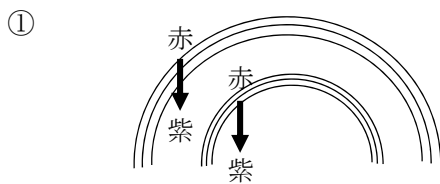


図7-3

以上のことを踏まえ、主虹と副虹の色の並び方として正しいものを、次の①～④から1つ選べ。



## 第8問

家庭で使用されている蛍光灯にはいくつか種類がある。その中で、**図8**のような「3波長形昼白タイプ」は白っぽく見える蛍光灯である。この光を分光器で見るといくつかの波長の光が混ざっていることがわかる。一方、昼間の太陽光もやや黄色くは見えているが、この光を分光器で見ると赤から紫までの連続した光が混ざっているのがわかる。夕方に太陽は赤く見えるが、夕日を分光器で見たときにはどのように見えるか。その写真として最も適切なものを、次の①～③から1つ選べ。



図8

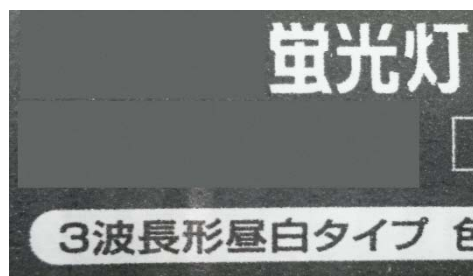
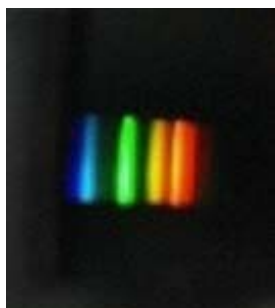
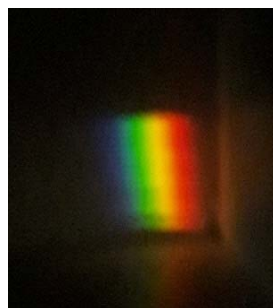


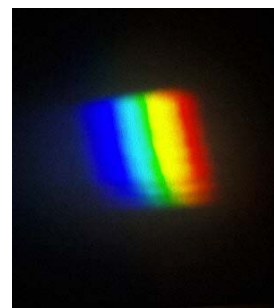
図8の拡大図



①



②



③

## 第9問

ダイヤモンドがキラキラ輝くように、図9のようなカット（ブリリアントカット，実際は図9よりもカット面が多い）がなされている。しかし，ガラスに同じような加工を施しても，ダイヤモンドほどにはキラキラ輝かない。その理由について最も適切なものを，次の①～④から1つ選べ。

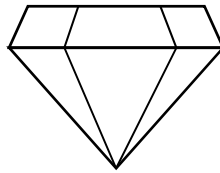


図9

- ① ガラスよりダイヤモンドのほうが屈折率が小さく，光が散乱しやすいから。
- ② ガラスよりダイヤモンドのほうが屈折率が大きく，光が散乱しにくいから。
- ③ ガラスよりダイヤモンドのほうが屈折率が小さく，光の全反射により光が戻ってきやすいから。
- ④ ガラスよりダイヤモンドのほうが屈折率が大きく，光の全反射により光が戻ってきやすいから。

## 第10問

電気給湯器で50℃のお湯を湯船に入れると、熱すぎるので湯船に入ることが難しい。しかし、太陽光で温められ、室温が50℃になっている温室はたしかに暑いですが、短時間なら入ることができる。この違いの説明として最も適切なものを、次の①～④から1つ選べ。

- ① 湯船より温室の方が保温効果が低いので、肌に触れた部分の温度がすぐに下がるから。
- ② お湯より空気の方が比熱が小さいので、肌に触れた部分の温度がすぐに下がるから。
- ③ 温度計で示される数値が等しくても、お湯と空気では実際の温度は異なるから。
- ④ 電気エネルギーより太陽光のエネルギーの方が、エネルギーの密度が小さいから。

## 第 11 問

閉め切った教室の中に 40 人の生徒がいるとき、人の発熱量で、1 時間後にどれくらい温度が上がるか計算してみよう。人の発熱量は約 100 W であるとされている。空気の密度を  $1.2 \text{ kg/m}^3$ 、空気の比熱を  $1.0 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$  とし、教室の大きさを縦 9 m、横 8 m、高さ 3 m として計算したとき、教室内の空気の温度上昇として最も適切なものを、次の①～⑥から 1 つ選べ。

ただし、人の出した熱はすべて空気の温度上昇に使われるものとする。

- ① 15 °C    ② 25 °C    ③ 35 °C    ④ 45 °C    ⑤ 55 °C    ⑥ 65 °C

※実際は、これほどの温度上昇はない。どうしてなのか、理由を考えてみるとおもしろい。

## 第 12 問

空気を窒素分子 ( $\text{N}_2$ : 分子量 28) と酸素分子 ( $\text{O}_2$ : 分子量 32) が 4:1 の比で混合した気体と考える。空気が湿るということは、それらの分子の一部が水分子 ( $\text{H}_2\text{O}$ : 分子量 18) に置き換えられると考えてよい。圧力、温度、体積が同じ条件で、乾燥した空気と湿った空気の質量を比べた説明として正しいものを、次の①～③から 1 つ選べ。ただし、同一体積の空気に含まれる分子の総数は同じと考えるものとする。

- ① 湿った空気のほうが、質量が大きい
- ② 湿った空気のほうが、質量が小さい
- ③ 質量は等しい

## 第 13 問

図 13 のように、硝酸カリウム溶液で湿らせた十分大きなろ紙の上に、陽極 (A) と陰極 (B) の電極を置く。

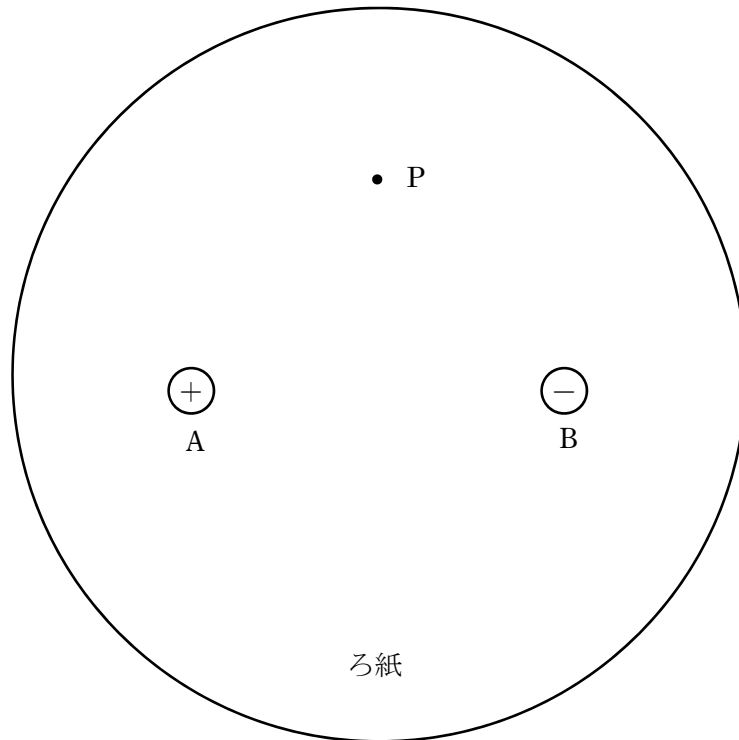
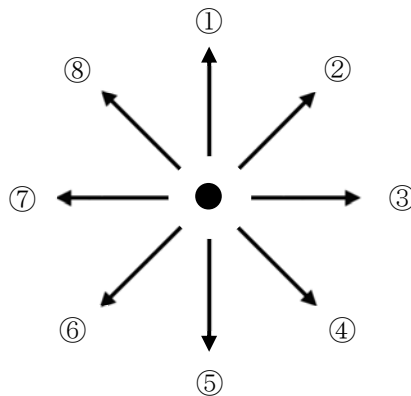


図 13

このろ紙上の点 P (A, B から等距離にある) に過マンガン酸カリウムの小さな結晶を置いて、電極に電圧をかけた。すると、過マンガン酸イオン (陰イオン  $\text{MnO}_4^-$ ) の赤紫色をしたシミが結晶からある方向に伸びていった。シミが伸び始める向きはどれか。最も適切なものを、次の①～⑧から 1 つ選べ。ただし、陽イオンは電場の向きに力を受け、陰イオンはその逆向きに力を受ける。



## 第14問

最近、モバイルバッテリーが普及してきた。

いま、図14のように、5000 mAhと記載されているモバイルバッテリーに、卓上扇風機をつないで使用する。卓上扇風機は、何時間使用することができるか。最も適切なものを、次の①～⑥から1つ選べ。ただし、モバイルバッテリーは、十分に充電されており、5Vの一定電圧で出力するものとする。また、卓上扇風機には5Vの電圧で500 mAの電流が常に流れるものとする。

なお、1 mAhとは、1 mAの電流を1 h（1時間）流すことができることを示している。

- ① 2 h    ② 4 h    ③ 6 h    ④ 8 h    ⑤ 10 h    ⑥ 12 h



モバイルバッテリー

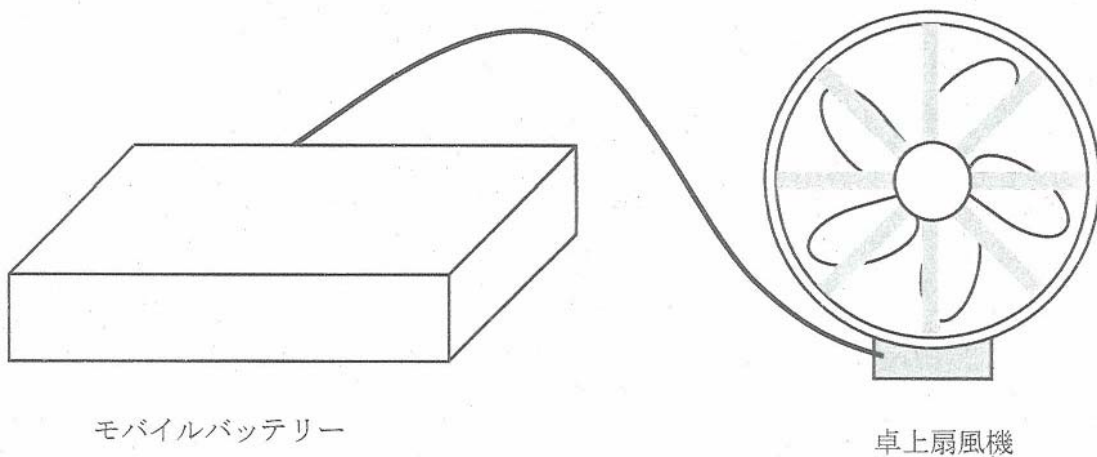


図14



## 第 15 問

図 15-1 のように、黄色と赤色の LED とコンデンサーを接続して、手回し発電機のハンドルを右回転させることでコンデンサーを充電する。2 個の LED は図 15-2 のように並列で、かつ、順方向と逆方向が組み合わさるようになっており、充電中は黄色 LED だけが点灯していた。ハンドルを右回転させながら、しばらく充電した後、ハンドルから手をはなすと、コンデンサーの放電によって、ダイオードが点灯し、ハンドルが回った。このときの様子はどれか。最も適切なものを、次の①～⑥から 1 つ選べ。ただし、LED は順方向に電流が流れたときのみ点灯するものとする。

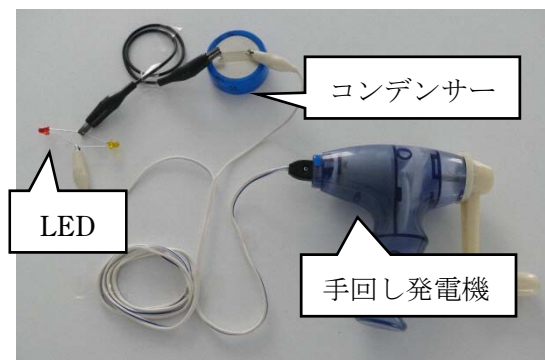


図 15-1

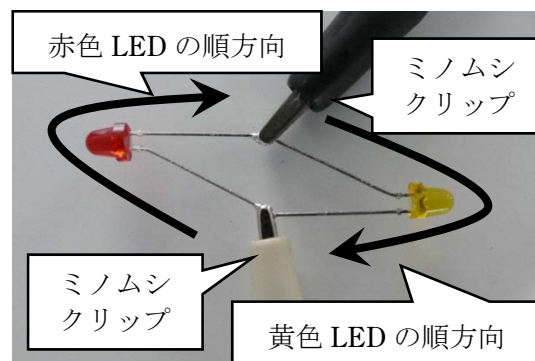


図 15-2

- ① 赤色 LED だけが点灯し、ハンドルは右回転する。
- ② 赤色 LED だけが点灯し、ハンドルは左回転する。
- ③ 黄色 LED だけが点灯し、ハンドルは右回転する。
- ④ 黄色 LED だけが点灯し、ハンドルは左回転する。
- ⑤ 両方の LED が点灯し、ハンドルは右回転する。
- ⑥ 両方の LED が点灯し、ハンドルは左回転する。

## 第 16 問

1.5 V より大きな電圧をかけると切れてしまう豆電球がある。この豆電球 1 個に 15 V の電圧をかけると切れる。しかし、同じ豆電球をいくつか準備してつなぐと、つなぎ方によっては 15 V の電圧をかけても切れずに点灯させることができる。図 16 の破線内にあてはまる、豆電球が切れないうようなつなぎ方と最小の個数として最も適切なものを、次の①～⑥から 1 つ選べ。

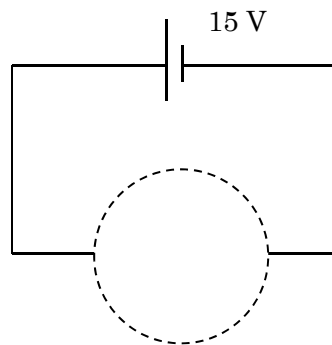


図 16

	つなぎ方	最小の個数
①	直列	5
②	直列	10
③	直列	15
④	並列	5
⑤	並列	10
⑥	並列	15

## 第 17 問

半減期が 14 日の放射性同位体 A と半減期が 5.3 年の放射性同位体 B がある。次の説明のうち、正しいものはどれか。最も適切なものを、次の①～④から 1 つ選べ。ただし、もとの放射性同位体の原子核の個数は同じものとする。

- ① A は、半年後には全く残っていない。
- ② B は、半年後でも全く減っていない。
- ③ 放出する放射線の総量がある値になるまでの期間は、A より B が長い。
- ④ 最初の 10 日間に出す放射線の量が多いのは、A である。

## 第 18 問

加速度とは、単位時間あたりの速度の変化で表される物理量である。一般的には、加速度の単位として  $\text{m/s}^2$  を用いることが多いが、鉄道分野では、電車や新幹線の加速度を表すときに  $(\text{km/h})/\text{s}$  を用いる。この単位は、1 秒間で時速何  $\text{km}$  だけ速くなるかが一目で分かるので、この分野では  $\text{m/s}^2$  より実用的である。新幹線 N700 系の加速度は  $2.6 (\text{km/h})/\text{s}$  である。これを  $\text{m/s}^2$  に換算するといくらになるか。最も適切なものを、次の①～⑥から 1 つ選べ。

- ①  $0.43 \text{ m/s}^2$     ②  $0.72 \text{ m/s}^2$     ③  $4.3 \text{ m/s}^2$     ④  $7.2 \text{ m/s}^2$   
⑤  $43 \text{ m/s}^2$     ⑥  $72 \text{ m/s}^2$

※さまざまな加速度の大きさの例

例	加速度 [ $\text{m/s}^2$ ]
通勤・通学電車の発進	0.8
エレベーターの発進	1.0
月面上での物体の落下	1.6
旅客機の離陸	2～3
人の全力ダッシュ	3
地表での物体の落下	9.8
ロケットの打ち上げ	11

## 第 19 問

赤道上のある場所で正しい時間を示すように調整した振り子時計がある。これを、(A) 子午線に沿って北に移動した場合と、(B) 赤道に沿って東に移動した場合について、時間の示し方はどうなるか。最も適切なものを、次の①～⑨から 1 つ選べ。ただし、地球は一様な球と考え、重力は、地球の万有引力と、自転による遠心力との合力であるとする。

	(A) 北に移動	(B) 東に移動
①	時計が進む	時計が進む
②	時計が進む	時計が遅れる
③	時計が進む	正しい時間を示す
④	時計が遅れる	時計が進む
⑤	時計が遅れる	時計が遅れる
⑥	時計が遅れる	正しい時間を示す
⑦	正しい時間を示す	時計が進む
⑧	正しい時間を示す	時計が遅れる
⑨	正しい時間を示す	正しい時間を示す

## 第 20 問

5 円玉の穴から満月をのぞいて、目元から離してみよう。5 円玉の穴と満月の大きさが同じになるのは、5 円玉と目の距離がどれくらいになったときか。最も適切なものを、次の①～⑥から 1 つ選べ。

ただし、5 円玉の穴の直径は 5.0 mm，月の直径は 3500 km，地球から月までの距離は 380000 km とする。

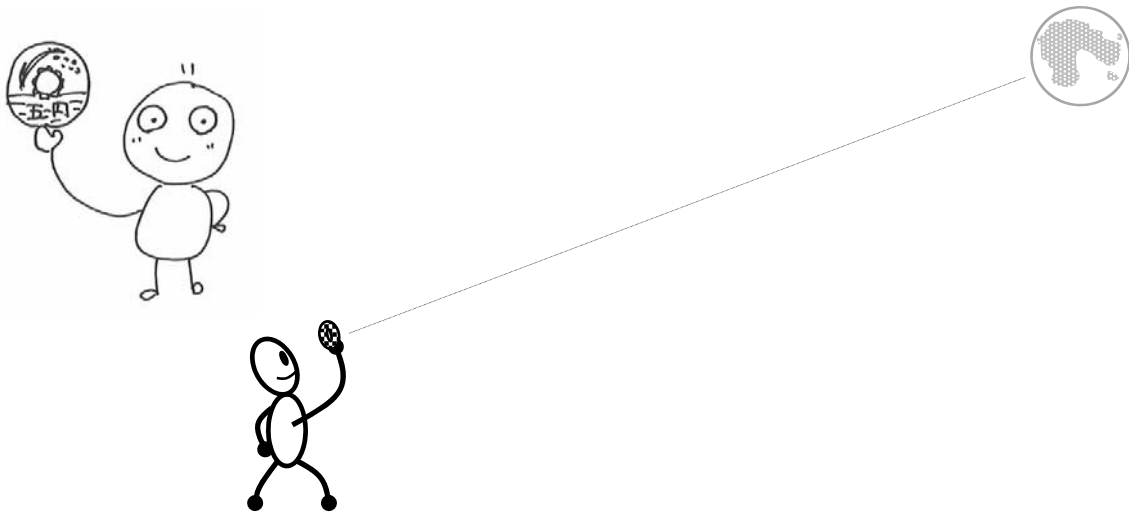


図 20

- ① 15 cm    ② 25 cm    ③ 35 cm    ④ 45 cm    ⑤ 55 cm    ⑥ 65 cm





岡山県マスコット ももっち