

科学オリンピックへの道  
岡山物理コンテスト 2025  
問題 A

2025 年 9 月 27 日 (土)

13:50~14:30 (40 分)

問題にチャレンジする前に次の<注意事項>と<指数を用いた数の表記>をよく読んでください。  
問題は 17 題からなります。問題は一見難しく見えても、よく読むとわかるようになっています。  
どの問題から取り組んでも結構です。最後まであきらめずにチャレンジしてください。

<注意事項>

1. 開始の合図があるまで、問題冊子 (全 24 ページ) を開けてはいけません。
2. 電卓を使用してもよろしい。
3. 携帯電話やスマートフォンなどは電源を切り、カバンの中にしまっておきなさい。
4. 解答はすべて解答用紙に記入しなさい。解答用紙は 1 枚です。必ずチャレンジ番号と氏名を記入しなさい。
5. 気分が悪くなったりトイレに行きたくなったりした際は手を挙げて監督者に知らせなさい。
6. 質問があるときは質問用紙に記入し、手を挙げて監督者に渡しなさい。
7. 終了の合図があったら、ただちに解答を止め、チャレンジ番号と氏名を確認の上、監督者の指示を待ちなさい。
8. 問題冊子は持ち帰りなさい。

<指数を用いた数の表記>

大きい数や小さい数を扱うときは、指数表記を利用し、 $a \times 10^n$  ( $1 \leq a < 10$ ) の形で表す。

$$1200 = 1.2 \times 10 \times 10 \times 10 = 1.2 \times 10^3 \quad 0.0012 = \frac{1.2}{1000} = \frac{1.2}{10^3} = 1.2 \times 10^{-3}$$

このように表すことで、大きな数や小さな数を簡潔に表現できる。

【例】 地球から太陽までの距離 = 150000000 km =  $1.5 \times 10^8$  km

電子の質量 = 0.000000000000000000000000000091 kg =  $9.1 \times 10^{-31}$  kg

また、指数表記をしたときの、先頭から 3 つ目の数字を四捨五入して表した数を「有効数字 2 桁」という。

【有効数字 2 桁の例】  $3.14 \Rightarrow 3.1$        $3776 \Rightarrow 3.8 \times 10^3$        $0.0125 \Rightarrow 1.3 \times 10^{-2}$

<参考>

【三角比】

直角三角形の直角でない角の大きさが1つ決まれば、3辺の比が決まる。図1のように3辺の長さ、角の大きさをそれぞれ  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $\theta$  とすると、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。

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

これらを三角比という。

また、直角三角形の1つの辺の長さと1つの角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。

$$\text{例} \quad a = c \sin \theta \quad , \quad b = c \cos \theta$$

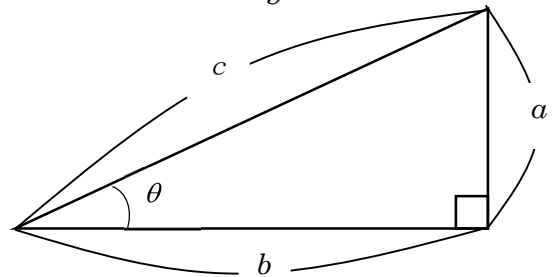


図1

なお、図1のような直角三角形において次の等式が成り立つ。

$$c^2 = a^2 + b^2 \quad (\text{三平方の定理})$$

【弧度法】

角度を表すのに、 $180^\circ$  や  $360^\circ$  のように、 $[\circ]$  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を持つおうぎ形の中心角の大きさを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つのおうぎ形において、弧の長さは中心角に比例するので、図2のような半径  $r$  のおうぎ形において、中心角  $\theta$  [rad] に対する弧の長さを  $x$  とすると、

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

したがって、半径  $r$  の円では、円周は  $2\pi r$  であるから、

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

よって、度数法との間に次の関係が成り立つ。

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

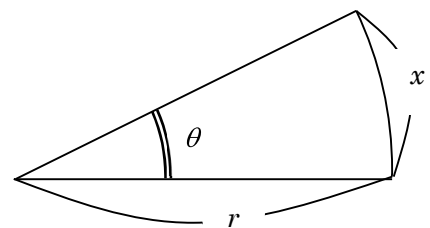


図2

【単位の主な接頭語】

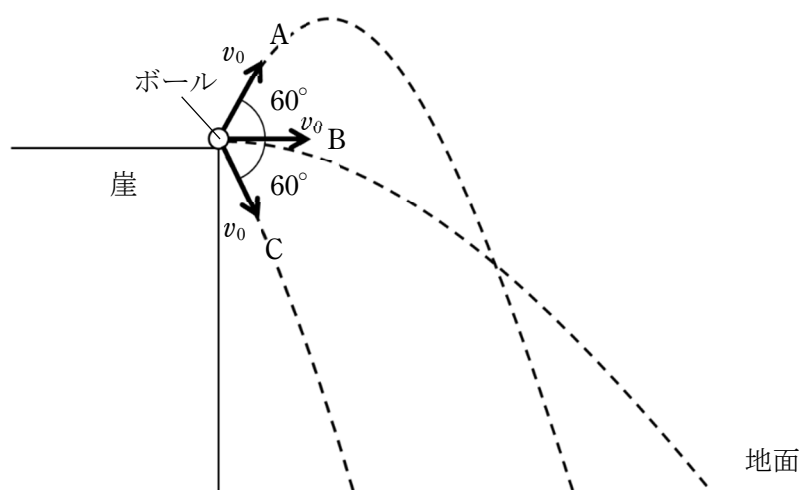
記号 (読み)	大きさ	記号 (読み)	大きさ
G (ギガ)	$10^9$	c (センチ)	$10^{-2}$
M (メガ)	$10^6$	m (ミリ)	$10^{-3}$
k (キロ)	$10^3$	$\mu$ (マイクロ)	$10^{-6}$
h (ヘクト)	$10^2$	n (ナノ)	$10^{-9}$

## 第1問

図のように、崖の上から、同じボールを速さ  $v_0$  でそれぞれ A、B、C の向きへ投げ出す。向きはそれぞれ、A：水平方向から  $60^\circ$  上方、B：水平方向、C：水平方向から  $60^\circ$  下方であり、それぞれのボールの軌跡は図の破線のようになった。

このとき、それぞれのボールが地面に初めて衝突するときの速さについて正しく述べたものを、次の①～⑦から1つ選べ。ただし、空気抵抗はないものとする。

なお、図のボールの軌跡は模式的に表したものであり、実際とは異なる。



図

- ① A が最も速い
- ② B が最も速い
- ③ C が最も速い
- ④ A と B が最も速い
- ⑤ A と C が最も速い
- ⑥ B と C が最も速い
- ⑦ どれも同じ速さ

## 第2問

一様な棒の重心は棒の中心にあるが、図1のようなT字型のほうきの重心はどこにあるだろうか。ほうきの重心を見つけるために次の操作を行った。

### 【 操作 】

図1のように、ほうきを両手で支え、水平になるようバランスをとり、ほうきを水平に保ったまま両手をゆっくりと近づけた。両手が合わさった位置がほうきの重心である。

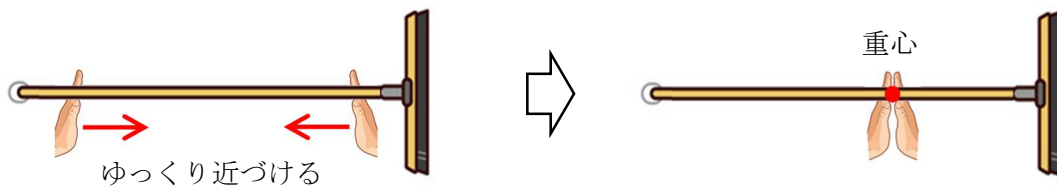


図 1

では、この操作によって重心の位置がわかる理由を説明した次の文の「ア」・「イ」の空欄に当てはまる語句の組み合わせを、次の①～④から1つ選べ。ただし、手にはたらく摩擦力には次の特徴があるものとする。

【 摩擦力の特徴 】

- ・ ほうきに対して手が動き出す直前の摩擦力の大きさは、ほうきの重さに比例する。
- ・ ほうきに対して手が動いているときの摩擦力の大きさは、ほうきの重さに比例する。
- ・ ほうきに対して手が動き出す直前の摩擦力の大きさは、ほうきに対して手が動いているときのそれよりも大きい。
- ・ ほうきに対して手が動いているときの摩擦力の大きさは、一定である。

図2のように、ほうきの重心と左右の手との距離が異なる場合、重心と手との距離が「ア」方の手により大きな重さがかかる。よって図2の場合、左手から動きだす。そして左手をゆっくり動かしていき、図3のように左右の手が重心から同じ距離になったときは左手への摩擦力の方が右手への摩擦力より「イ」ため、なお左手が動き続ける。その後、左手への摩擦力よりも右手への摩擦力が小さくなったところで、右手が動きだす。この繰り返りで両手は近づき、両手が合わさった位置が重心である。

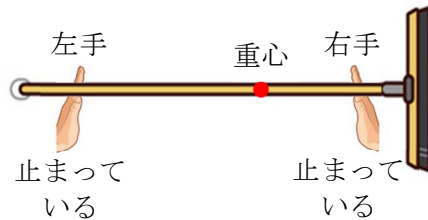


図2

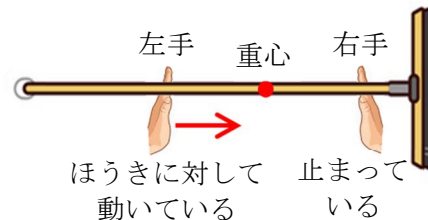


図3

	ア	イ
①	近い	大きい
②	近い	小さい
③	遠い	大きい
④	遠い	小さい

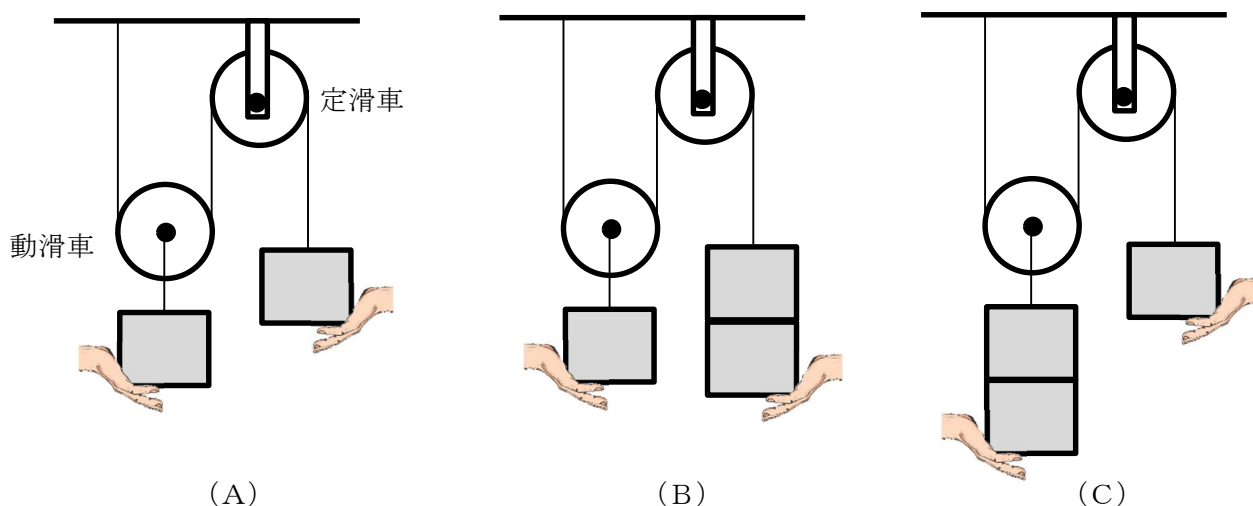
### 第3問

動滑車と定滑車を用いて力のつりあい状態を調べる。次の(1)、(2)の条件の場合を考えてみる。  
 (1)、(2)について最も適切なものはどれか。次の①～⑨から1つ選べ。ただし、糸の重さは無視でき、おもりはすべて同じ重さであるとし、はじめの状態は図のように手で支えて静止させているものとする。

- (1) おもりに対して滑車の重さが無視できる場合、下の(A)～(C)において手を離したときに力のつりあいがとれているものを選べ。

次に、

- (2) おもりに対して滑車の重さが無視できない場合、(1)のときに力のつりあいがとれていた状態から、手を離すと動滑車はどのように変化するか答えよ。



	(1)	(2)
①	A	動滑車は上へ動く
②	A	動滑車は動かない
③	A	動滑車は下へ動く
④	B	動滑車は上へ動く
⑤	B	動滑車は動かない
⑥	B	動滑車は下へ動く
⑦	C	動滑車は上へ動く
⑧	C	動滑車は動かない
⑨	C	動滑車は下へ動く

# 第4問

2025 年の大阪・関西万博では、会場内のスタッフが着用しているユニフォームの背面にペロブスカイト太陽電池が取り付けられている（図）。ペロブスカイト太陽電池で発電された電力は、ユニフォームに備え付けられたファンを回したり、スマホを充電したりすることができる。



図

太陽電池の半導体にはシリコンが使われることが多い。変換効率は 15～20%、技術の進歩により 20%を超える高発電効率の製品もある。ペロブスカイトは、シリコンに匹敵する変換効率を実現し、軽量でフレキシブルな特徴があるため、近年注目されている半導体素材である。

今、ユニフォームには合計で  $6.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2$  のペロブスカイト太陽電池が取り付けられており、地表に到達する太陽光のエネルギー ( $1.0 \times 10^3 \text{ W/m}^2$ ) を 1 時間受けて作動しているとする。この太陽電池の発電効率が 20%であるとき、ユニフォームに備え付けられた 0.80Wのファンを稼働できる時間はいくらか。次の①～⑥から 1 つ選べ。ただし、充電された電力はすべてファンの稼働に使用されるものとする。

①	1 時間
②	1.5 時間
③	7.5 時間
④	10 時間
⑤	15 時間
⑥	75 時間

第5問

図1のように、棒の中心に糸を結び、左右に同じ距離だけ離して高さが等しい円柱と円錐を取り付けたところ、棒は水平を保った。

棒をつるしている糸を持ち、それぞれの底面が水平になるようにゆっくりと手を下げ水に沈めた。このとき棒は図2のように、状態1のように円柱側に傾きながら沈んでいった。さらに沈めていくと、状態2のように一度水平を保ち、最後に状態3のように円錐側に傾いた。

なお、図の円柱と円錐の形は模式的に表したものであり、実際とは異なる。

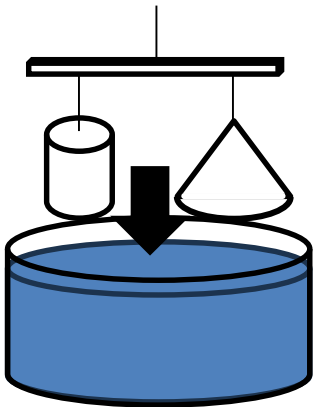


図1

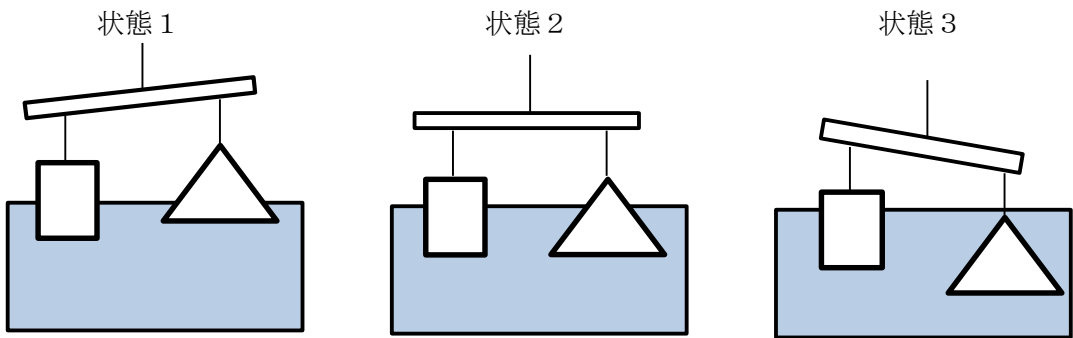


図2

ここで、「物体にはたらく浮力の大きさは、その物体の水中にある部分の体積と同じ体積の水にはたらく重力の大きさに等しい」という法則がある。この法則をアルキメデスの原理という。

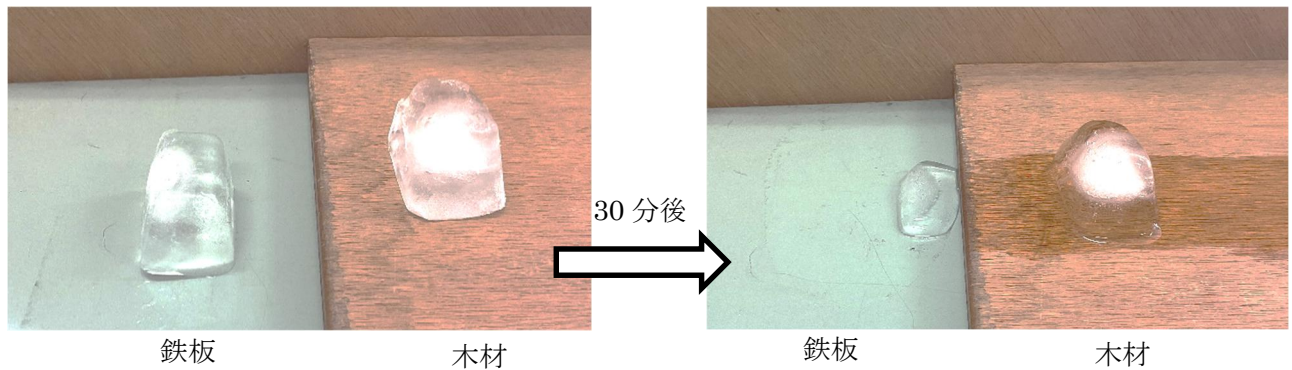
このとき、質量と密度について、円柱と円錐の関係の組み合わせとして正しいものはどれか。次の①～⑨から1つ選べ。

	質量	密度
①	円柱>円錐	円柱>円錐
②	円柱>円錐	円柱=円錐
③	円柱>円錐	円柱<円錐
④	円柱=円錐	円柱>円錐
⑤	円柱=円錐	円柱=円錐
⑥	円柱=円錐	円柱<円錐
⑦	円柱<円錐	円柱>円錐
⑧	円柱<円錐	円柱=円錐
⑨	円柱<円錐	円柱<円錐



## 第6問

図のように「木材の板よりも鉄板の上に氷を置くと、氷は鉄板の方が木材より早く溶ける。」これは熱伝導率の違いによる現象である。熱伝導現象を扱っていないものはどれか。次の①～⑤から1つ選べ。

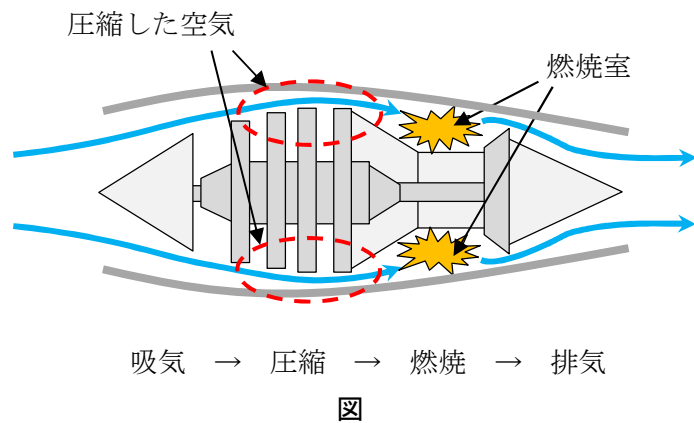


図

- ① 冬の金属のドアノブに素手で触ると冷たく感じる。
- ② ストーブの前に手をかざしたら温かく感じる。
- ③ 冷たくて硬いアイスクリームを食べるとき、アルミニウム製のスプーンはすくいやすい。
- ④ 熱したフライパンにバターをのせると、バターがすぐに溶ける。
- ⑤ 冷たい金属スプーンを熱いスープに入れると、スプーンの手がすぐに熱くなる。

第7問

図に、飛行機（ジェット機）のジェットエンジンの構造の概略を示した。ジェットエンジンは、外から吸気された空気を圧縮して燃焼室に送り、燃料と混合させた後に点火させ、爆発的に膨張した空気を後方に噴射する。この噴射された空気の反作用により、前へ進む推力を得ている。



飛行機は高度 10 km 程度を飛んでいるため、外の空気の密度は地上の  $\frac{1}{3}$  程度と小さく、温度は約  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  と低い。そのため、機内で人が快適に過ごせるようにするには密度を高めた常温（ $20\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  程度）の空気を循環させる必要がある。そこで、ジェットエンジンにおいて燃焼用に圧縮した空気の一部が、循環させる空気に利用されている。このことに関して説明する文章中の（ア）～（ウ）に入れる語句の組み合わせとして、正しいものはどれか。次の①～⑧から1つ選べ。

一般に、空気を圧縮するということは、外部から空気に力を加えることになる。つまり、空気は仕事を（ア）ことになる。このとき、熱の出入りがない状態で瞬間的に空気を圧縮するため、その温度は劇的に（イ）。その圧縮された空気を常温へと調整するため、空気は（ウ）てから機内に取り込む必要がある。

	ア	イ	ウ
①	する	上がる	温め
②	する	上がる	冷やし
③	する	下がる	温め
④	する	下がる	冷やし
⑤	される	上がる	温め
⑥	される	上がる	冷やし
⑦	される	下がる	温め
⑧	される	下がる	冷やし

## 第8問

体温を測る体温計は、かつて熱伝導率が高くて反応も敏感な水銀を用いて作られていた（水銀式体温計）。しかし、水銀は環境汚染や健康被害の原因となることが明らかになり、現在は製造が中止されている。そこで現在では、一般家庭や病院でも電子式体温計が広く用いられるようになった（図1）。

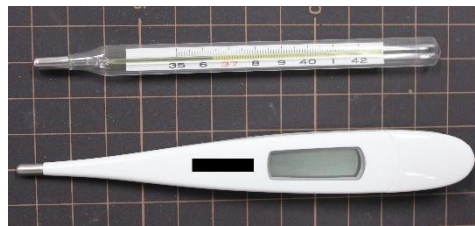


図1

体温計で体温を測るには、口内に含んだり、脇にさしたりすることで、人間の体温と同じ温度となる（これを熱平衡という）まで待つ必要がある。体温計が熱平衡となるまでには、図2のような温度変化の過程を経て、一般的には口内で約5分、脇では約10分かかると言われている。

しかし、電子式体温計の中には10秒ほどで体温を示すことができるものがある。このように、電子体温計によって体温が短時間で測定が可能となった主な理由として最も適切なものはどれか。次の①～⑥から1つ選べ。

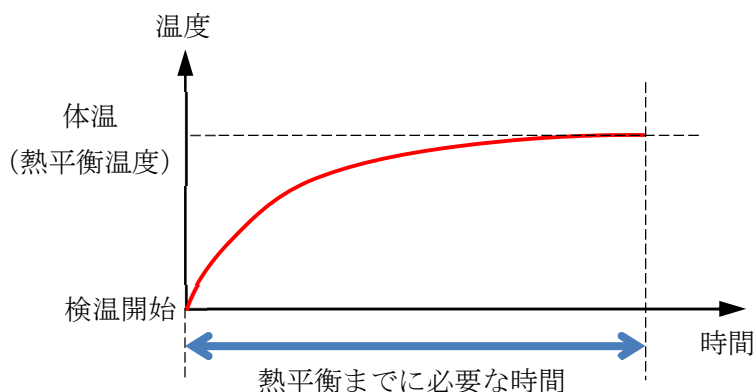


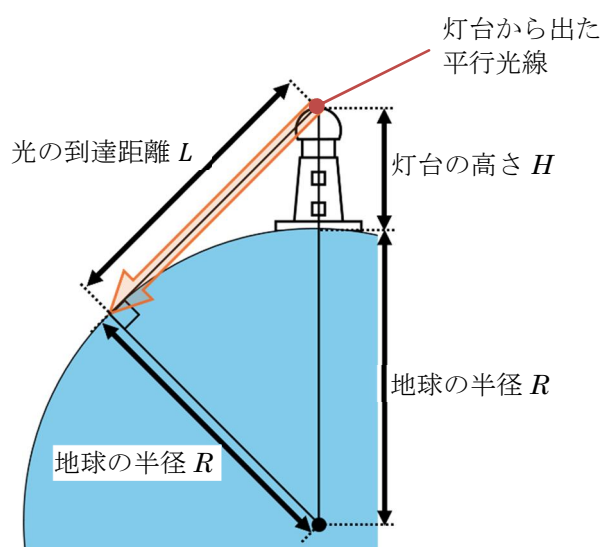
図2

- ① 人体の平均体温が上がったため、センサーがすぐに反応できるようになった。
- ② 測定部の面積を拡大し、熱の吸収面を増やすことで測定時間の短縮へとつながった。
- ③ 高性能電池が開発され、測定中に皮膚を少し温めることで短時間測定を実現した。
- ④ 測定開始直後の体温計の温度変化をもとに、最終的な体温を予測できる仕組みが使われている。
- ⑤ 測定中に微弱な電流を流し、血流をよくすることで体温を感知しやすくなった。
- ⑥ 測定中に微弱な振動を加え、体温をセンサーに効率的に伝える構造が採用されている。

## 第9問

灯台から出た平行光線が減衰することなく空気中を直進するとき、海面から高さ 60 [m] の灯台からの光はどこまで届くだろうか。地球の半径を  $6.4 \times 10^6$  [m] とし、光の到達距離  $L$  として、最も適当なものはどれか。次の①～⑥の中から 1 つ選べ。

ただし、光の到達距離  $L$  は、 $L = \sqrt{(R + H)^2 - R^2}$  の式で表される。また、地球の半径  $R$  の大きさに対して灯台の高さ  $H$  は非常に小さい値であるため、その値の 2 乗は無視することができる。



①	11 km
②	28 km
③	39 km
④	80 km
⑤	110 km
⑥	560 km

図

〔コラム〕 ※問題を解くためには必要ありません

カーナビやスマートフォンのマップには GPS を用いた位置特定システムが使われている。船の航行においても同様だが、電子機器のトラブルや GPS の届かない地域では、灯台が航行の安全を確保するための重要なバックアップシステムとして機能し続けている。灯台の光を遠くまで届かせるためにはレンズを使用しており、そのレンズの形や配置に工夫がされている。

写真は、宮崎県にある都井岬灯台の資料室に展示されている灯台のレンズである。屈折に必要な部分のみを残し軽量化することで大きなレンズを作ることができる。

このようなレンズはフレネルレンズと呼ばれており、フランスのオーギュスタン・ジャン・フレネルという物理学者が発明した。



## 第 10 問

録画した動画を再生したとき、自分の声が不自然に聞こえた。友人に聞いてもらおうと「いつもの声だよ」という。どうしてこのようなことが起きるのだろう。その理由として最も適切なものはどれか。次の①～④から 1 つ選べ。

- ① 友人は空気中を伝わった音だけを聞いているが、自分自身は空気中を伝わった音と、骨を伝わった音の両方を聞いているから。
- ② 録音機器は高音が記録しにくいという特徴があるため、忠実に録音できていないから。
- ③ スピーカーは機械的な動きをするので、音声のように繊細な音を再現できない。
- ④ 音声を発生する口と聞く耳の距離が、自分と友人とで異なるため。

## 第 11 問

蜃気楼とは、大気に生じた屈折率分布によって光が屈折することで遠くの物や風景が浮き上がったり逆さまになったりして見える現象である。

富山湾沿岸では、図 1 のように温度の低い海水によって海面近くの空気が冷やされ、上空の暖かい空気との間で連続的に温度が変化する。また、気体の屈折率は温度が低いほど大きくなる。

さらに、光は 2 点間を最小時間で通過できる経路をたどる（フェルマーの原理）ため、図 1 のように船の先端下方から出た光は遠回りでも暖かく屈折率の小さい大気を通る経路が最小時間になり光の経路は湾曲する。このような光を受け取った観測者は、その光は当然まっすぐ進んできたものとして捉えるため、実際にはもとの船の上方に上下反転した船（船の蜃気楼）を見ることになる。

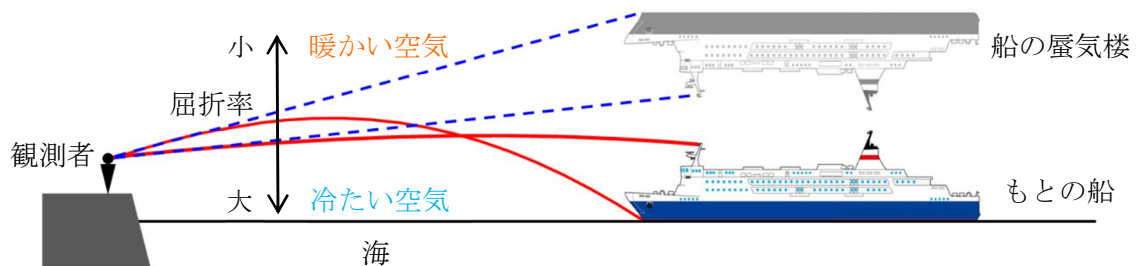


図 1

大気の温度分布が上の例とは逆の場合には物の見え方はどうなるだろうか。その具体例として、図 2 のような夏の炎天下の路面付近を考える。太陽光によって熱せられたアスファルトにより、路面付近の空気は暖かく、上空の冷たい空気との間で連続的に温度が変化している。このような状況において、観測者から遠くの車を観測した際の車の見え方として正しいものはどれか。次の①～④から 1 つ選べ。

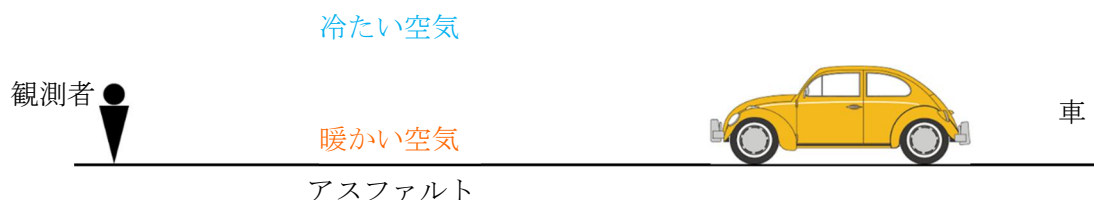
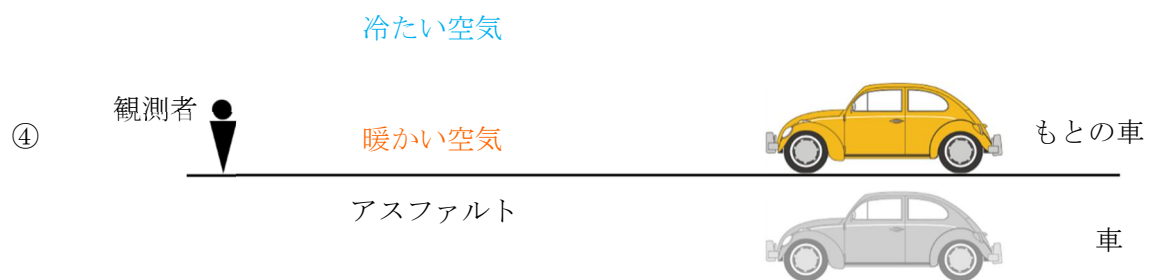
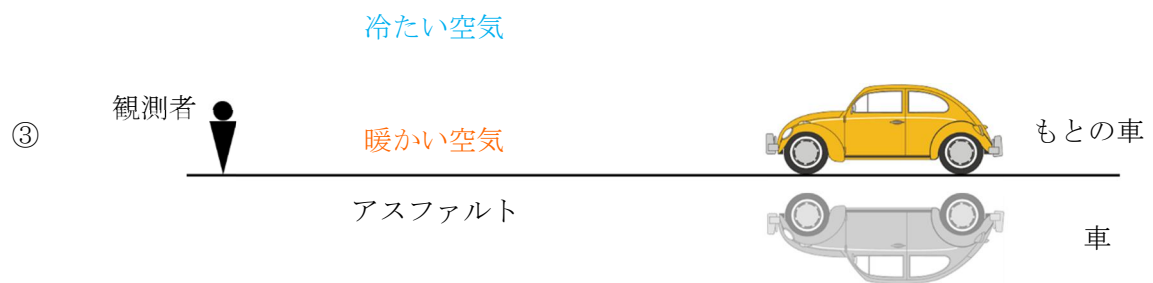
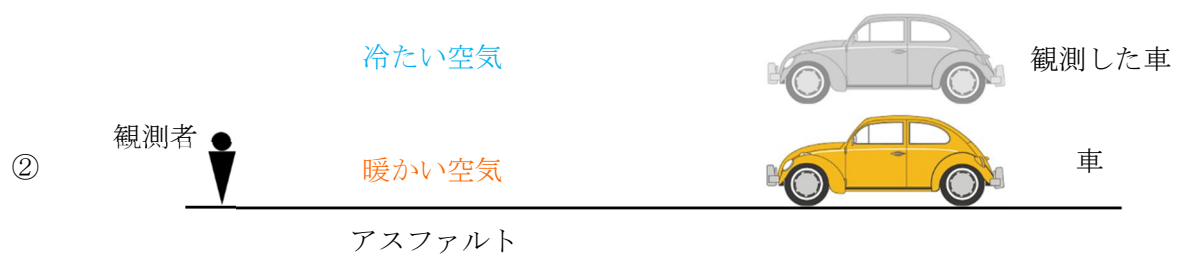
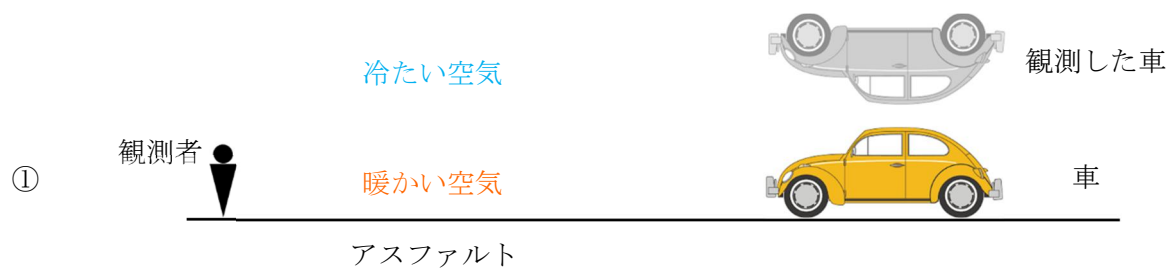


図 2





## 第 12 問

ものを「測る」ということについて物理は非常によく活用されている。

紙などのように定規やノギスでは測定できない非常に薄いものを測定する方法として、現在の  
ような精密な測定機器を用いることなく、図 1 のように平面ガラス 2 枚を使って、光の干渉による明暗の縞模様から求める方法がある。

ここで、紙の厚さ  $D$  [m]、平面ガラスの長さ  $L$  [m]、光の波長  $\lambda$  [m]、明暗の縞模様間隔  $\Delta x$  [m]とすると、 $D = \frac{L\lambda}{2\Delta x}$ と表すことができる。

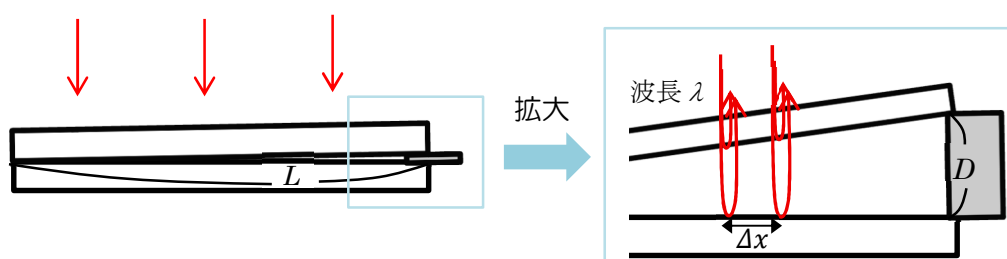


図 1

では、薬包紙などに使われるパラフィン紙の厚さを考えてみよう。

図 2 のように長さ 20cm の平面ガラス 2 枚を重ねて、その間にパラフィン紙をはさみ、ナトリウムランプに当てたところ、明暗の縞模様が見られ、1 cm 当たり 6 本の暗線が確認できた。

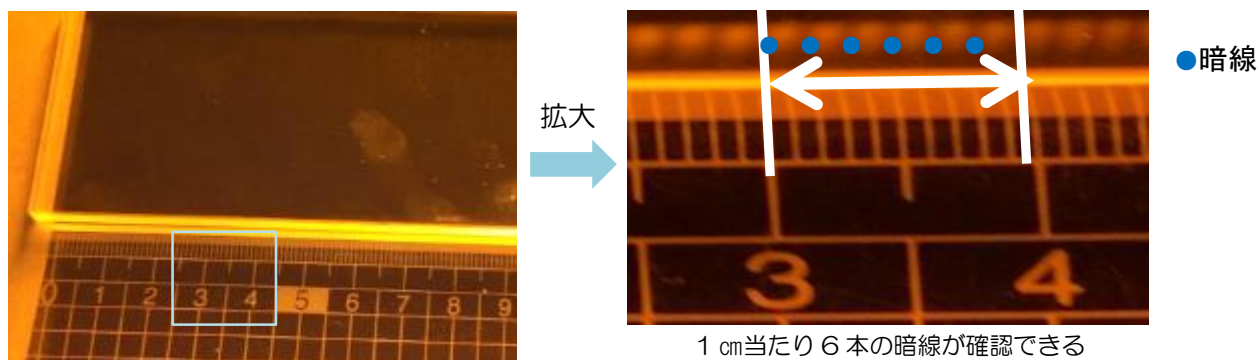


図 2

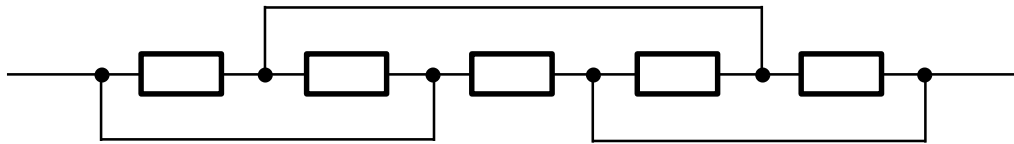
このとき、パラフィン紙の厚さはおおよそいくらか。次の①～⑥から 1 つ選べ。ただし、ナトリウムランプの波長は 589nm とする。

- ① 35mm      ② 35  $\mu$ m      ③ 35nm      ④ 70mm      ⑤ 70  $\mu$ m      ⑥ 70nm

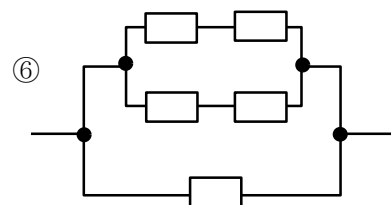
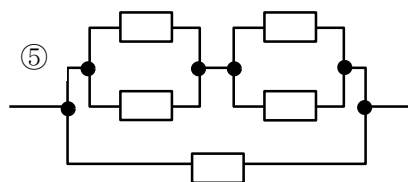
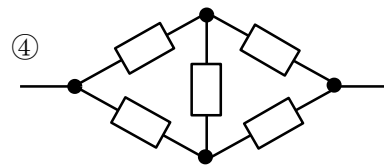
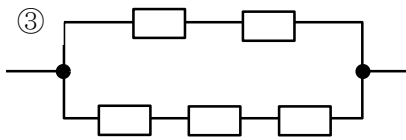
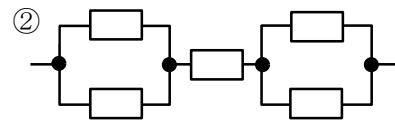
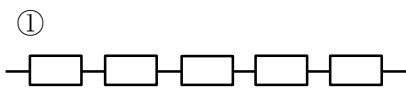


## 第 13 問

図のように同じ抵抗値  $R$  を持つ抵抗を図のように接続し、回路を作った。  
この回路と同じ回路（等価回路）はどれか。次の①～⑥から 1 つ選べ。



図



## 第 14 問

食品工場の製造ラインには、異物混入を防ぐために金属検出機が設置されている。金属検出機は、図 1 のように、1つの発信コイルと2つの受信コイルで構成されている。通常、2つの受信コイルが受け取る磁力線の密度は均等だが、金属が通過するとバランスが崩れて両コイル間に電圧差が生じる。この電圧差を検知することで、金属異物を検出することができる。

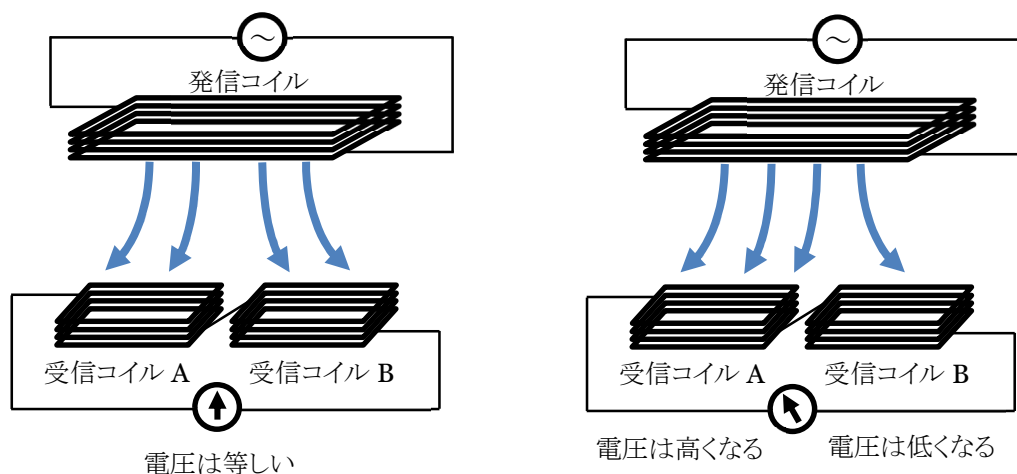


図 1

金属には磁化しやすいもの（強磁性体）と磁化しにくいもの（常磁性体）があり、強磁性体の方が磁力線を集めるはたらきが大きい。

また、金属、特に常磁性体を貫く磁力線の密度が変わると、電磁誘導により渦電流が発生し、外部の磁力線を打ち消す向き（反対向き）に磁力線を生じる。図 2 は、渦電流の発生を模式的に表したものである。磁石を導体に近づけることで発生する渦電流は、導体を貫く磁石による磁力線を妨げる。

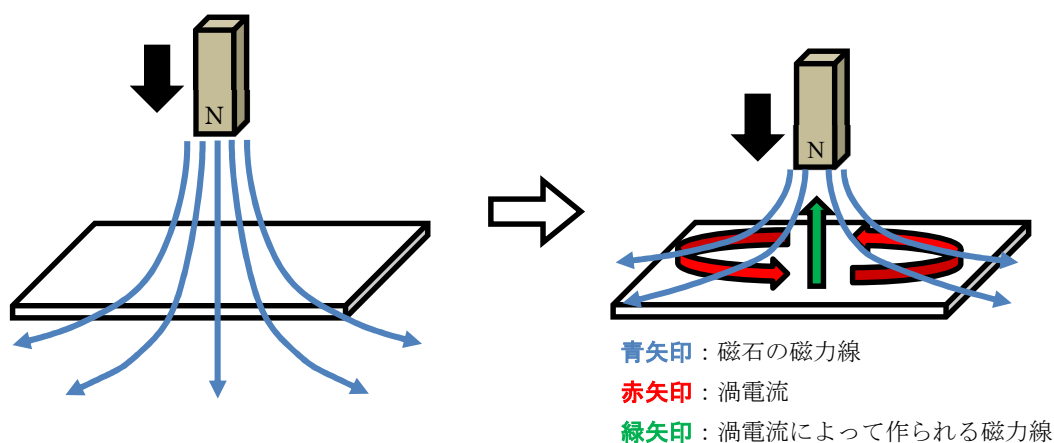


図 2

次の文は、金属を検出する際の様子を説明したものである。以上のことを踏まえて、ア、イ に入れる語句の組み合わせとして、正しいものはどれか。次の①～⑥から1つ選べ。

図3のような位置に鉄（強磁性体）がある場合は ア なり、図4のような位置にアルミニウム（常磁性体）がある場合は イ なる。よって、受信コイルが2つあることは、金属か非金属かを検出するために重要なことがわかる。

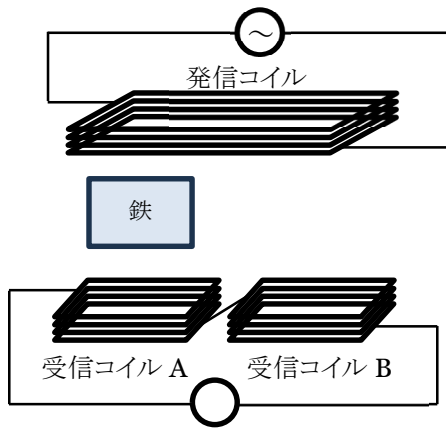


図3

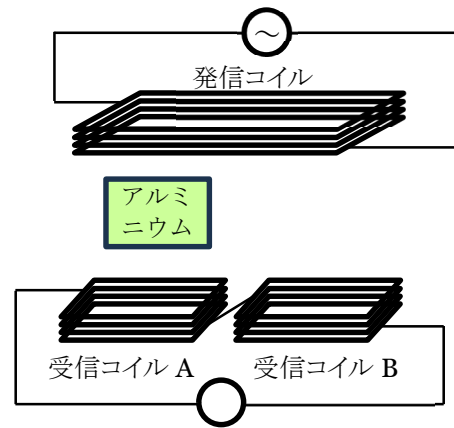


図4

	ア	イ
①	A 側の電圧が大きく	A 側の電圧が大きく
②	A 側の電圧が大きく	B 側の電圧が大きく
③	A 側の電圧が大きく	電圧が等しく
④	B 側の電圧が大きく	A 側の電圧が大きく
⑤	B 側の電圧が大きく	B 側の電圧が大きく
⑥	B 側の電圧が大きく	電圧が等しく

## 第 15 問

太陽光は白色光と呼ばれており、これは赤・橙・黄・緑・青・藍・紫の 7 色を含んでいる。光の色は、波長によって変わる。ここで波長とは、波が 1 回振動する間に進む距離のことである（図 1）。波長は、赤色の光では長く、紫色の光では短い。これらの色がすべて混ざると、光は白色になる。よって、白色の物体はすべての色を反射するため、白く見えている。また、物体固有の色は、色素や顔料などが特定の色を吸収し、消え残った色が反射または透過することで見えている（図 2）。

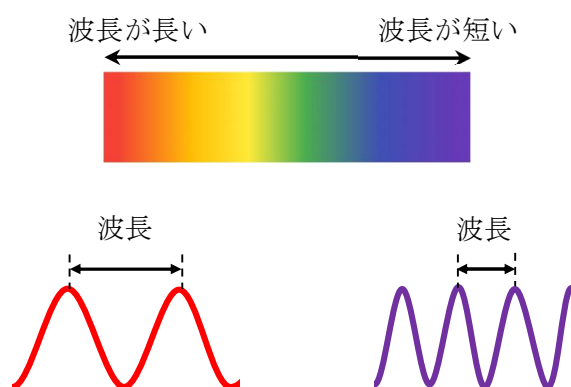


図 1

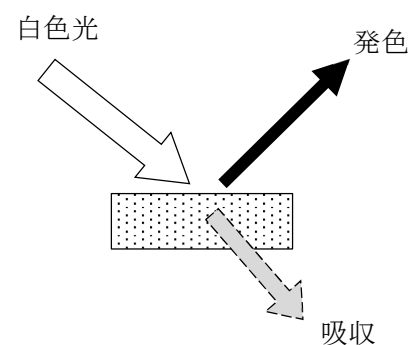


図 2

一方で、光は波（光波）の性質とともに、粒子（光子）の性質も持つ。光子は、光の波長に反比例したエネルギーを持ち、分割することはできない。また、光の明るさは光子の数による。

物質に光が当たると、光子の持つエネルギーによって、物質を構成する原子が持っている電子がたたき出されることがある。この現象を光電効果という。物質によって電子をたたき出すために必要なエネルギーは決まっているため、このエネルギーより大きなエネルギーを持った光子しか、光電効果を起こすことはできない。言い換えると、物質に応じた特定の波長より短い光の光子しか、光電効果を起こすことはできない。

身の周りで、図3のような標識や、看板・ポスターなどが色あせた状態（退色）で示されている光景は見たことがあるだろうか。これは、赤色の色素や顔料が、他の色に比べて退色しやすいために起こっている。その理由の記述として最も適切なものはどれか。次の①～⑦から1つ選べ。



図3 左側は本来の色の標識、右側は色あせた状態の標識

- ① 赤い光は青い光よりも光子を多く含むので、赤色の色素や顔料の分子を壊しやすい。
- ② 赤い光は青い光よりも光の反射率が高いため、光子の影響を受けやすい。
- ③ 赤色の色素や顔料は水に溶けやすく、雨などで色が流れ落ちやすい。
- ④ 赤色の色素や顔料は空気中の酸素と反応して酸化されやすく、分子が壊れやすい。
- ⑤ 赤色は青や紫の光を吸収しやすく、これらは赤色の色素や顔料が持つ電子をたたき出すエネルギーを持つ。
- ⑥ 赤色は光電効果により赤外線を吸収することで、赤色の色素や顔料の分子が壊れやすくなる。
- ⑦ 赤色は赤外線のエネルギーを吸収しやすく、熱によって分子が壊れやすい。

# 第 16 問

中間子論は、1935 年湯川秀樹によって提唱された理論である。原子核は陽子と中性子からなるが、それらを小さな領域に閉じ込めておく力を核力という。その起源を説明するものとして、核子が中間子をやりとりすることによって生じていると説明されている。

陽子、中性子、中間子（正確には $\pi^+$ 中間子）は、クォークの組み合わせで構成されることがわかっている。これらを構成するクォークを表に示す。なお、 $\bar{d}$ は $d$ の、 $\bar{u}$ は $u$ の反粒子であり、互いに電気量の大きさは等しいが符号は逆である。また、粒子と反粒子が一緒になると、クォークは消滅する（これを対消滅という）。

陽子（電気量  $e$ ）と中性子（電気量  $0$ ）はクォーク 3 個から構成され、陽子は  $uud$ 、中性子は  $udd$  と表される。中間子はクォークとクォークの反粒子の組み合わせから構成される。中間子（電気量  $e$ ）はどのような組み合わせで表すことができるか。また、 $u$  と  $d$  の電気量の組み合わせとして正しいものはどれか。次の①～④から 1 つ選べ。

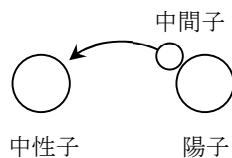
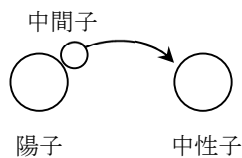


表 クォーク

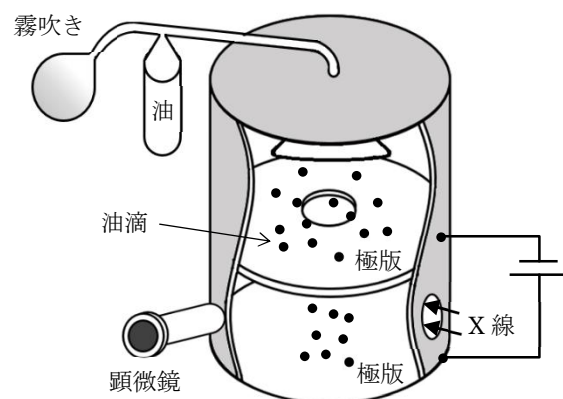
粒子	反粒子
$u$ (アップ)	$\bar{u}$ (アップの反粒子)
$d$ (ダウン)	$\bar{d}$ (ダウンの反粒子)

	中間子	$u$	$d$
①	$u\bar{d}$	$-\frac{1}{3}e$	$+\frac{2}{3}e$
②	$u\bar{d}$	$+\frac{2}{3}e$	$-\frac{1}{3}e$
③	$\bar{u}d$	$+\frac{1}{3}e$	$-\frac{2}{3}e$
④	$\bar{u}d$	$-\frac{2}{3}e$	$+\frac{1}{3}e$

## 第 17 問

アメリカの物理学者ロバート・ミリカンは、図のような装置を作り、電子 1 個が持つ電気量（電気素量）を高精度で求めた。

霧吹きを用いて小さな油滴を作り、X 線を当ててイオン化した空気分子を付着させて帯電させる。この個々の油滴について、電圧を加えた場合と加えない場合の速度を、顕微鏡でのぞいて測定した。その測定した速度から油滴の電気量が算出でき、これを多くの油滴の場合について実験を繰り返す。その結果、油滴が帯電する電気量が、いつも特定の値の整数倍になることを見出したのである。



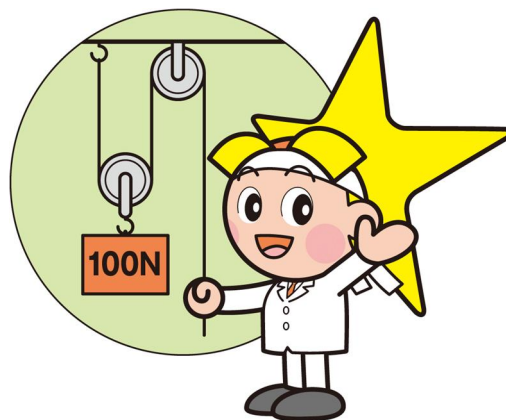
図

ここで、次の 7 つの油滴の電気量の値から、電気素量はいくらになるのが適切か。次の①～⑥から 1 つ選べ。

測定値 ( $\times 10^{-19} \text{ C}$ )	6.38	6.41	7.99	8.01	11.15	12.80	17.61
-------------------------------------	------	------	------	------	-------	-------	-------

$\times 10^{-19} \text{ C}$

- ① 0.40      ② 0.80      ③ 1.6      ④ 2.0      ⑤ 3.2      ⑥ 6.4



岡山県マスコット ももっち