

2015 年 11 月 8 日 (日)
10:20~11:10 (50 分)

[illegible]

第 1 問

図 1－1 のように、水平面とのなす角が 30° のなめらかな斜面上に質量 1.0kg の台車を置いて静かにはなしたところ、台車は斜面下向き（ $\Rightarrow$ の方向）に運動した。重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。

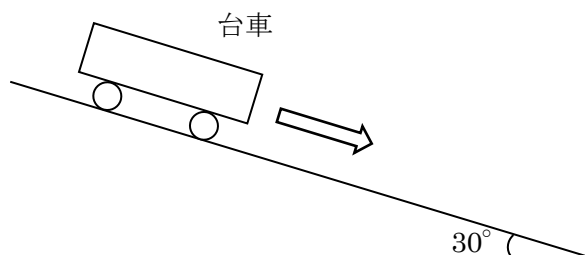


図 1－1

問 1 斜面を下る台車の加速度の大きさは何 m/s^2 か。最も適当なものを、次の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。

- ① 1.6m/s^2 ② 3.3m/s^2 ③ 4.9m/s^2 ④ 8.5m/s^2 ⑤ 9.8m/s^2

問 2 次に、台車におもりをのせ、台車とおもりをあわせた質量を台車の 2 倍、3 倍にして斜面下向きに運動させた。このとき、台車とおもりを一体と考えた物体にはたらく合力の大きさ、および加速度の大きさは、台車のみときと比べてどのように変化するか。最も適当な組合せを、次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。

	合力の大きさ	加速度の大きさ
①	2 倍、3 倍に増加する	$\frac{1}{2}$ 倍、 $\frac{1}{3}$ 倍に減少する
②	2 倍、3 倍に増加する	2 倍、3 倍に増加する
③	2 倍、3 倍に増加する	変わらない
④	変わらない	$\frac{1}{2}$ 倍、 $\frac{1}{3}$ 倍に減少する
⑤	変わらない	2 倍、3 倍に増加する
⑥	変わらない	変わらない

第2問

あるばねを図2-1のようにつなぎ、皿の中にビー玉を1個、2個、…と入れるとビー玉の個数と皿の移動距離 x [cm]の関係は図2-2のようになった。同じばねを図2-3のようにつなぐと、ビー玉の個数と皿の移動距離 x [cm]の関係を表す図はどのようなになるか。最も適当な図を、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。ただし、皿と動滑車の質量を無視できるものとする。

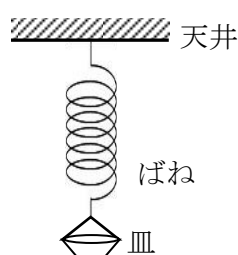


図2-1

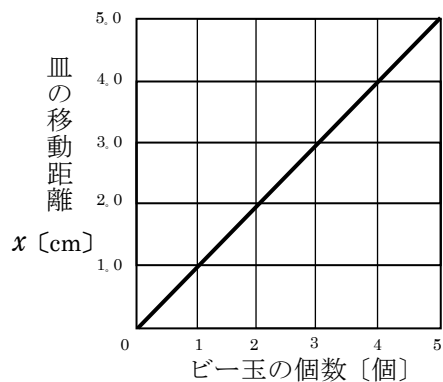


図2-2

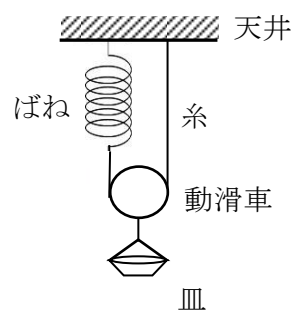
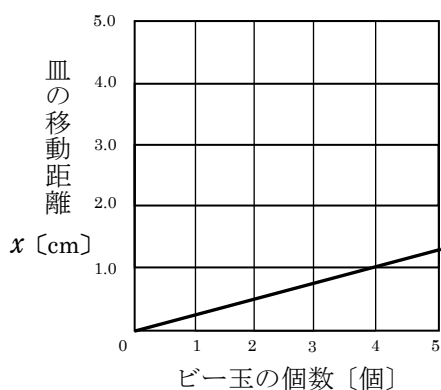
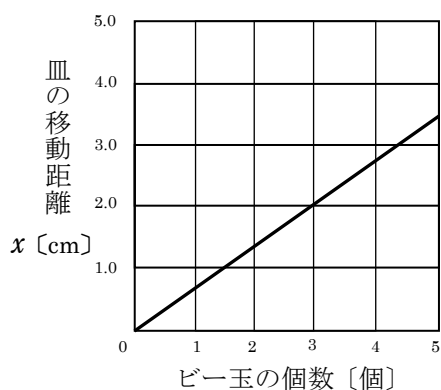


図2-3

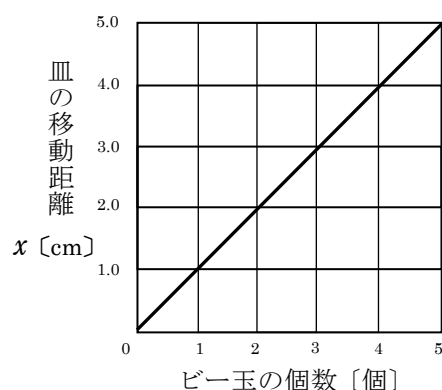
①



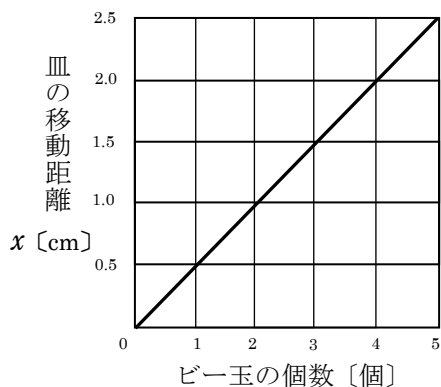
②



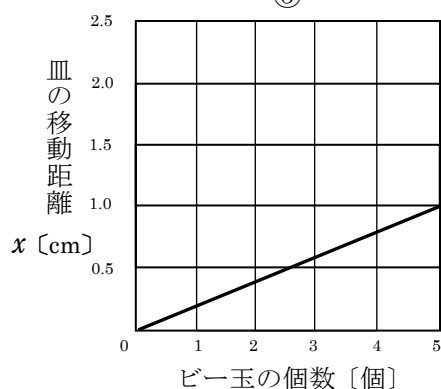
③



④



⑤



第3問

図3－1のように、小球が水平な床に垂直に衝突し、小球がはね返る運動を考える。図3－2は、床に衝突する直前の小球の速さと、床に衝突した直後の小球の速さの関係を表したものである。このとき、床に衝突する直前の小球の速さに対する、床に衝突した直後の小球の速さの比を反発係数（はね返り係数）といい、次式のように与えられる。

$$\text{反発係数（はね返り係数）} = \frac{\text{床に衝突した直後の小球の速さ}}{\text{床に衝突する直前の小球の速さ}}$$

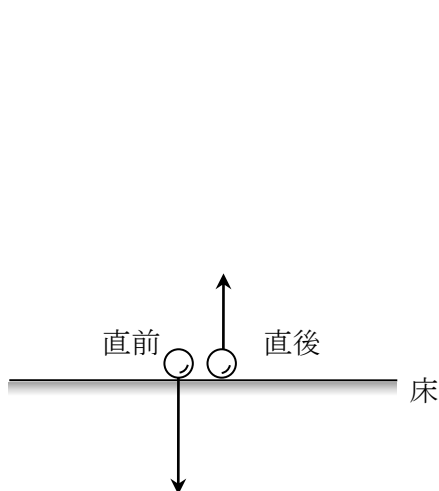


図3－1

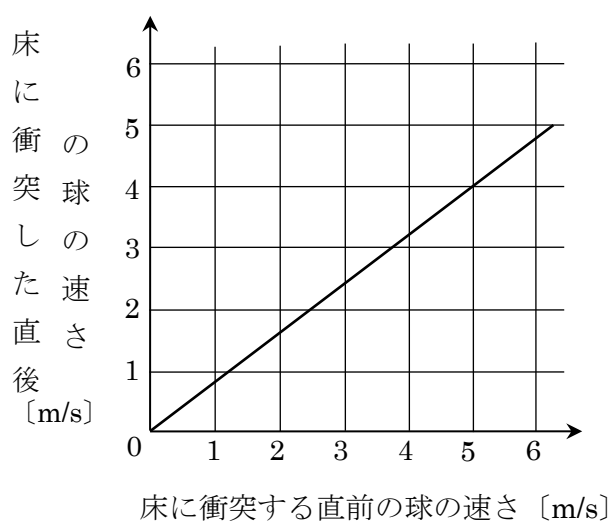


図3－2

問1 図3－2より、小球と床との間の反発係数はいくらか。最も適当な値を、次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

- ① 0.20 ② 0.50 ③ 0.64 ④ 0.80 ⑤ 0.89

いま、床からの高さ 1.0m の点 O からこの小球を静かにはなすと、小球は落下して床に衝突した後、図 3-3 (a) のように、点 O の高さに達することはなかった。次に、点 O から同じ床に向け、小球を下向きに速さ v_0 で投げ下ろすと、図 3-3 (b) のように、小球はちょうど点 O まではね返った。

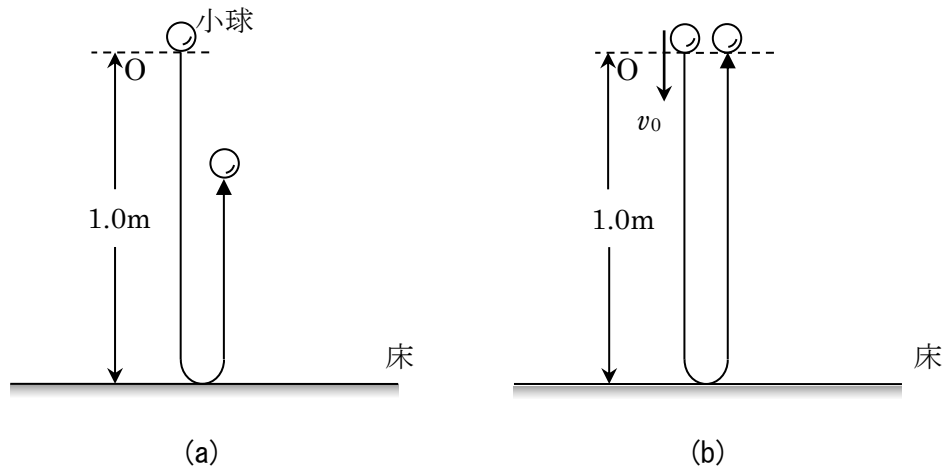


図 3-3

問 2 このとき、 v_0 は何 m/s か。最も適当な値を、次の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。ただし、重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とし、 $\sqrt{10}=3.2$ を使ってもよい。

- ① 1.1 ② 2.2 ③ 3.3 ④ 4.4 ⑤ 5.5

第4問

ガリレオ・ガリレイは、屈折望遠鏡を作って天体を観測し、木星の衛星、金星の満ち欠け、黒点などさまざまな発見・観測を行い、地動説を唱える根拠とした。その発見は1610年に「星界の報告」(図4-1)に著しているが、その中で月の山の高さも推定しているのです、同様に推定してみよう。

月には平坦な地形の中に突き出た山がある。月の北半球にある「ピトン」はその1つで、下弦の月の暗い部分と明るい部分の境界線(明暗界線)に近いところにある(図4-2)。図4-3は、図4-2中の□部分を拡大した写真である。

図は転載のため略

図4-1

図4-2

図4-3

(図4-2, 図4-3は「プロジェクト物理～天体の運動～」より転載)

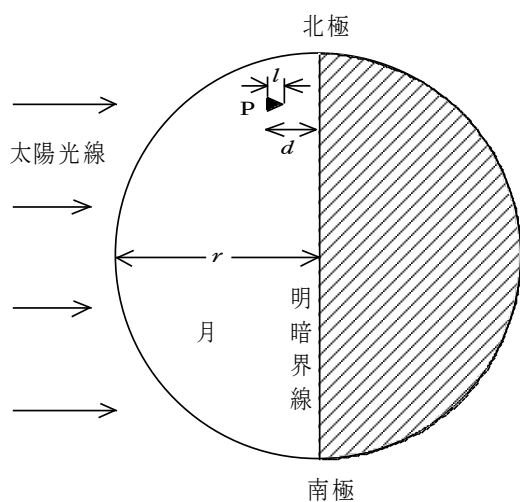


図4-4

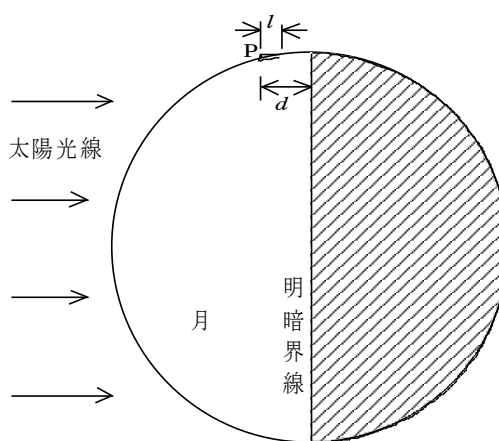


図4-5

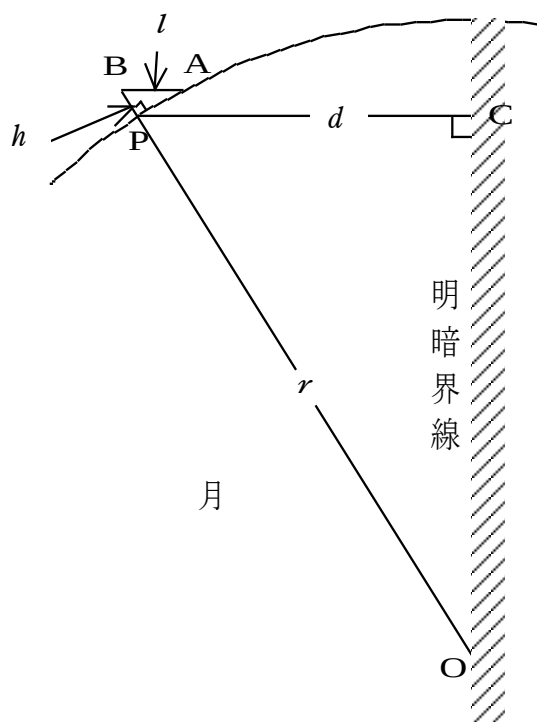


図 4 - 6

図 4 - 4 は、地球から見た下弦の月を模式的に表していて、P がピトンである。月の半径を r 、明暗界線からピトン P までの距離を d 、ピトン P の影の長さを l とする。太陽は月から非常に遠いので、太陽からの光線は平行と考えてよい。図 4 - 5 はピトン P を通る断面図で、図 4 - 6 はピトン P の高さを相似の三角形から求めるための模式図である。図 4 - 6 で、ピトン P の高さを h 、影の見かけの長さを l (線分 AB)、明暗界線からピトン P までの距離を d 、月の半径 (すなわち、ピトン P から月の中心 O まで引いた線の長さ) を r とする。ピトン P の高さや影が月の大きさと比べて非常に小さいとき、 $\triangle BPA$ と $\triangle PCO$ は相似の関係にあるとみなすことができる。

問 1 ピトン P の高さ h を、 d 、 l 、 r を用いるとどのように表せるか。最も適当なものを、次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。

- ① $\frac{dl}{r}$ ② $\frac{dr}{l}$ ③ $\frac{rl}{d}$ ④ $\frac{r}{dl}$ ⑤ $\frac{l}{dr}$ ⑥ $\frac{d}{rl}$

d 、 l 、 r はすべて写真から測定でき、図 4 - 2 を使った測定では、月の直径は $2r=8.1\text{cm}$ 、明暗界線からピトン P までの距離は $d=0.30\text{cm}$ となる。また、図 4 - 3 を使ってピトン P の影の長さを図 4 - 2 の縮尺で表すと、 $l=0.090\text{cm}$ となる。

問 2 月の直径は 3476km であることがわかっている。実際のピトン P の高さ h は何 km か。最も適当なものを、次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。

- ① 1.4km ② 2.9km ③ 5.8km ④ 14km ⑤ 29km ⑥ 58km

第5問

気体には、体積を急激に変化（断熱変化）させると温度が変わるという性質がある。次の①～④の中で、『気体の断熱変化による温度降下』と最も関係の深い現象はどれか。1つ選びなさい。

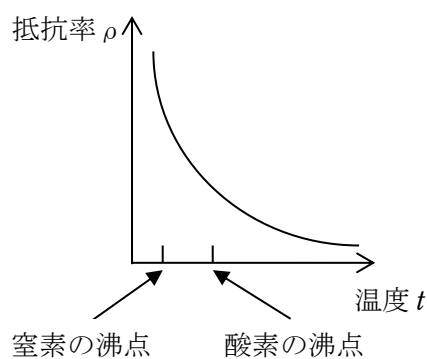
- ① 冷えたジュースが入ったコップを置いておくとコップの外面に水滴が付く。
- ② 夏の日射の強い日などに入道雲ができる。
- ③ 氷を手のひらに置くと冷たく感じる。
- ④ 庭先に水をまく（打ち水をする）と涼しくなる。

第6問

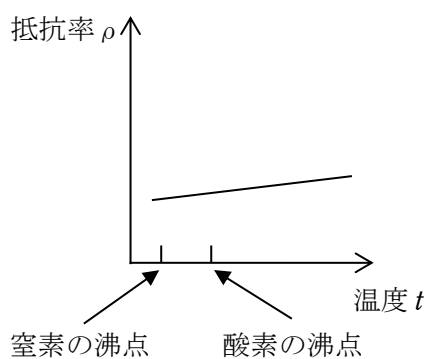
電子体温計や家電製品などには抵抗温度計が使われている。抵抗温度計は抵抗率 ρ が温度 t に対して変化する導体や半導体を利用している。

いま、窒素の沸点（ -196°C ）から酸素の沸点（ -183°C ）までの温度を正確に測定できるような抵抗温度計を作りたい。最も精密に温度が測定できる温度特性を示しているものは次の①～④の中ではどれか。最も適当なものを1つ選びなさい。ただし、縦軸の目盛りは、どれも同じとする。

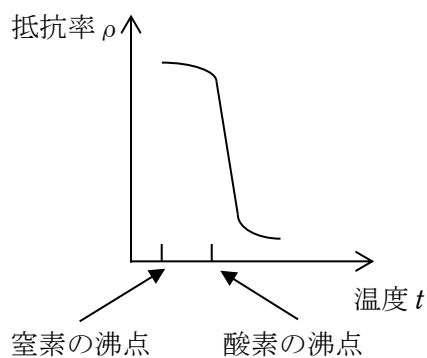
①



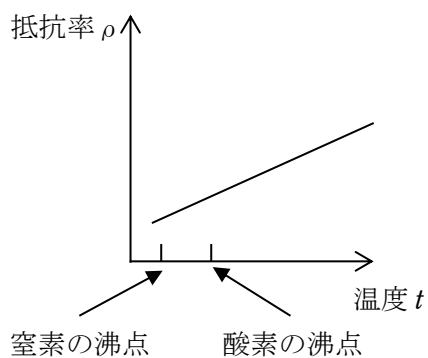
②



③



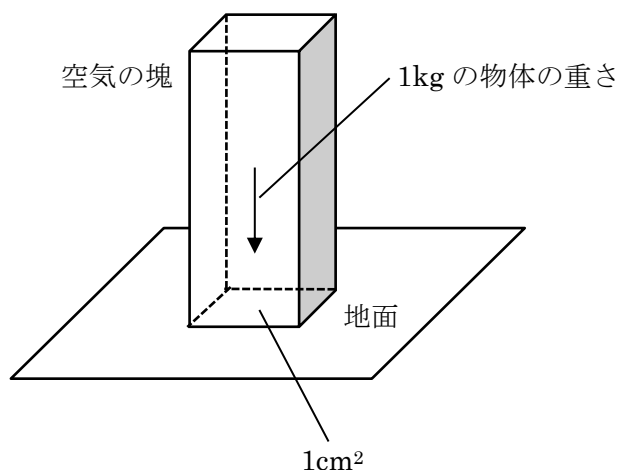
④



第7問

問1 1気圧は $1.0 \times 10^5 \text{Pa}$ である。これは 1cm^2 あたりに 1kg の物体をのせたときの重さと同じである。いま、空気の密度が地上からの高さによらず 1.3kg/m^3 で一定であるとする、空気の層は地上から何 m の高さまであることになるか。最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選びなさい。ただし、重力加速度の大きさを 9.8m/s^2 とする。

- ① 6000m ② 8000m ③ 10000m ④ 12000m



問2 マリアナ海溝は水深約 10000m あり、世界で最も深い海溝として知られている。平成 26 年には深さ 8145m の海底で深海魚などの生物が生息していることが発見された。この深さ 8145m に生息する深海魚が受ける圧力（水圧）は 1cm^2 あたり何 kg の物体をのせたときの重さと同じであるか。最も適当なものを、次の①～④の中から1つ選びなさい。ただし、海水の密度は、水の密度 $1.0 \times 10^3\text{kg/m}^3$ と等しく、深さによらず一定であるものとする。

- ① 8kg ② 80kg ③ 800kg ④ 8000kg

第8問

図8－1のように，材質，太さが一様な円柱形をした導線ADがある。AD間を3等分にする位置にB，Cを定める。いま，図8－2のように，BC間だけが引き伸ばされて2倍の長さになった。

導体の電気抵抗 R は，導体の長さを l ，断面積を S とすると， $R = \rho \frac{l}{S}$ と表される。ただし，抵抗率 ρ は一定であるとする。また，引き伸ばされた部分の体積は変わらないとする。

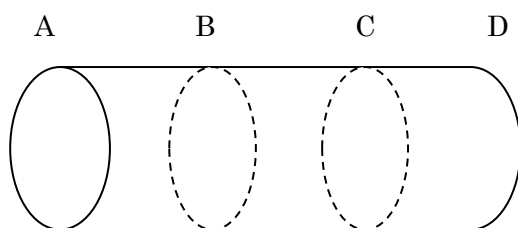


図8－1

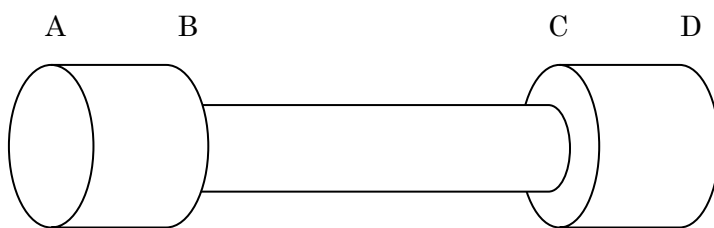


図8－2

このとき，AD間の合成抵抗はもとの何倍になるか。最も適当なものを，次の①～⑤の中から1つ選びなさい。

- ① $\frac{1}{4}$ 倍 ② $\frac{1}{2}$ 倍 ③ 1倍 ④ 2倍 ⑤ 4倍

第9問

電熱線に発生するジュール熱について調べるため、図9－1のような電気回路を組んで、電気と熱に関する実験を行った。回路中の計器A、Bは、電流計または電圧計である。

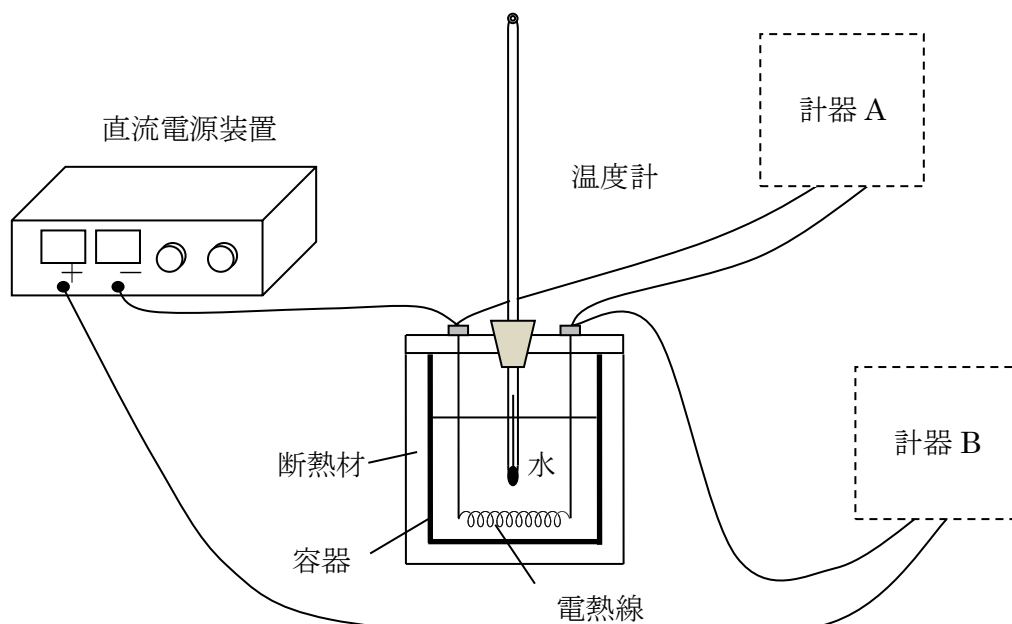


図9－1

いま、断熱材で囲まれた容器に入っている水の中に電熱線を入れ、かくはんしながらこの電熱線に一定の電流を時刻0から10分間流したところ、温度計の示す値は図9－2のように変化した。このとき、電熱線に流れる電流を電流計で、電熱線の両端にかかる電圧を電圧計で測定したところ、温度計の示す値が変化しているとき、計器の針はそれぞれ図9－3（次ページ）のような値を示していた。ただし、水1gを1℃だけ上昇させるのに必要な熱量を4.2Jとし、電熱線で発生した熱はすべて水の温度上昇に使われるものとする。

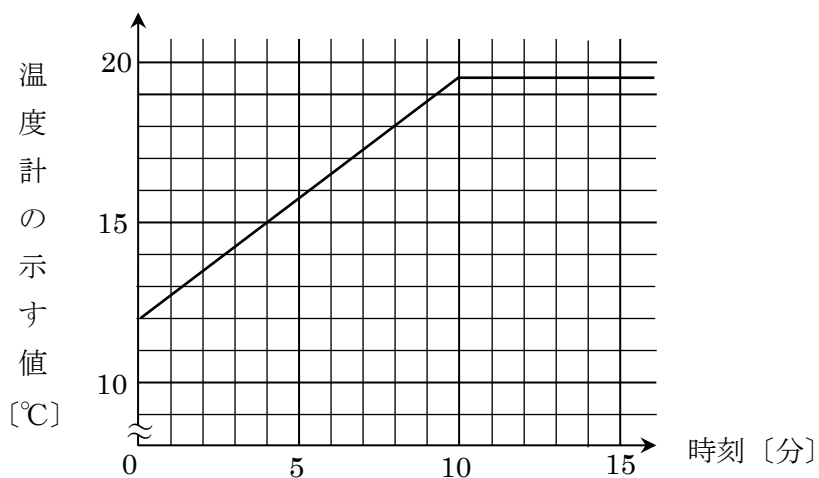


図9－2

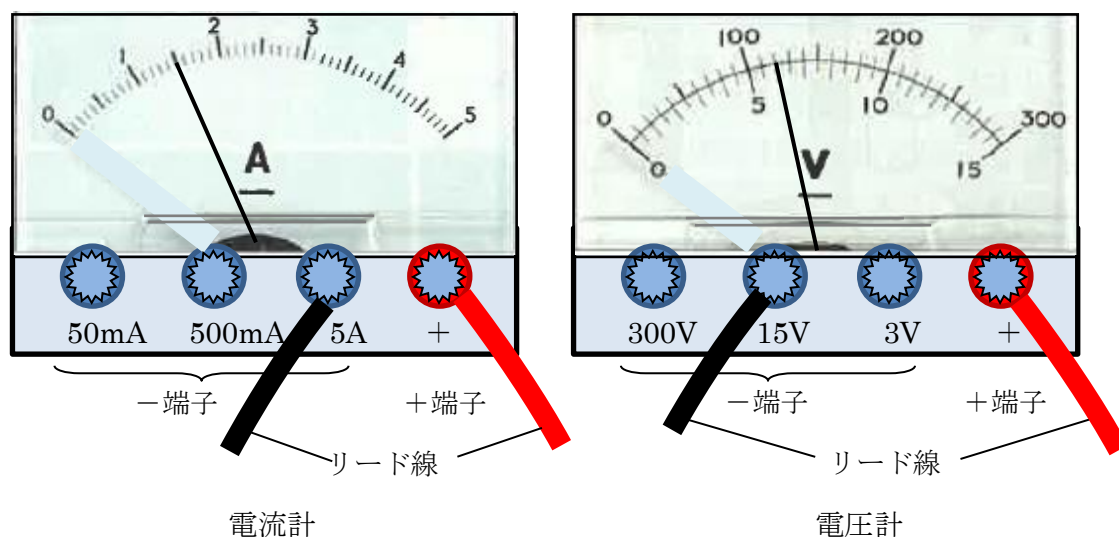


図 9 - 3

問 1 図 9 - 1 の回路中の計器 A, B はそれぞれ電流計, 電圧計のどちらであるか。また, 電熱線の電力は何 W か。最も適当な組合せを, 次の①～⑧の中から 1 つ選びなさい。

	計器 A	計器 B	電熱線の電力
①	電流計	電圧計	4.0W
②	電流計	電圧計	9.0W
③	電流計	電圧計	80W
④	電流計	電圧計	180W
⑤	電圧計	電流計	4.0W
⑥	電圧計	電流計	9.0W
⑦	電圧計	電流計	80W
⑧	電圧計	電流計	180W

問 2 容器に入っていた水の質量は何 g か。最も適当な値を, 次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。

- ① 65 g ② 76 g ③ 131 g ④ 171 g ⑤ 290 g ⑥ 342 g

第 10 問

エナメル線を巻いて作ったコイル，円盤の形をした磁石，クリップ，電池，発泡スチロール，スイッチを用いて，図 10-1 のようなクリップモーターを作製した。いま，コイルの面が鉛直に向いた状態でスイッチを閉じると，コイルが回転し続けた。このとき，コイルの回転は P 側から見て反時計回りであった。

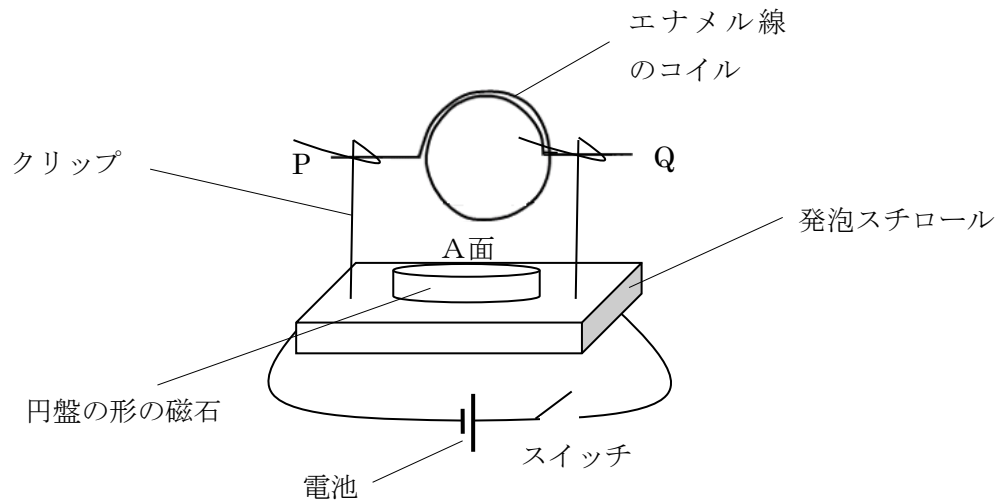
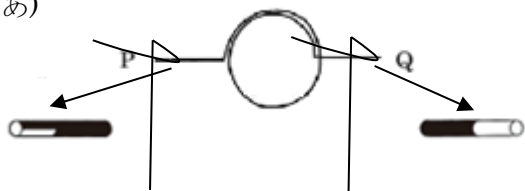


図 10-1

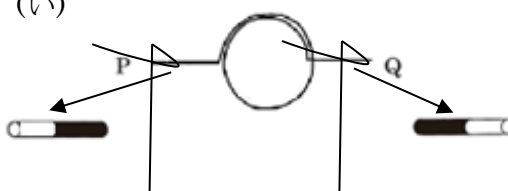
次の文章中の□ 1 □・□ 2 □に入る図や記号の組合せとして最も適当なものを、次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

コイルが回転し続けるためには、コイルの左右に出ているPとQのエナメル線の表面をはがす必要がある。次の図の(あ)～(う)のうち、エナメル線の表面のはがし方として適切なのは、□ 1 □である。また、発泡スチロール上に置かれている磁石の上面AはN極、S極のうち、□ 2 □極である。

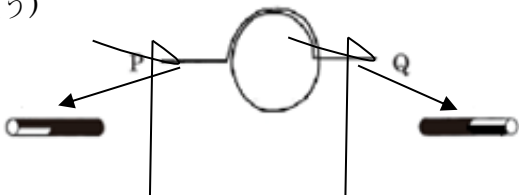
(あ)



(い)



(う)



	□ 1 □	□ 2 □
①	あ	N
②	あ	S
③	い	N
④	い	S
⑤	う	N
⑥	う	S

第 11 問

写真 11-1 は、^{はく}箔検電器といい、物体が帯電しているかどうかを調べる装置である。図 11-2 は、箔検電器を簡単な図として描いたものである。金属板と箔は金属棒でつながっている。



写真 11-1

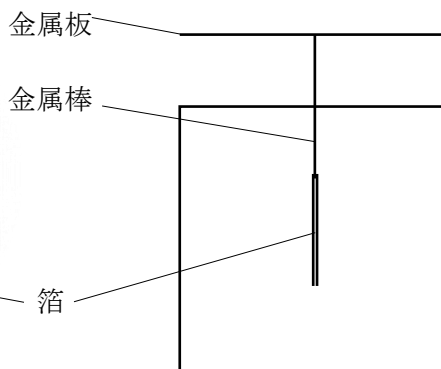
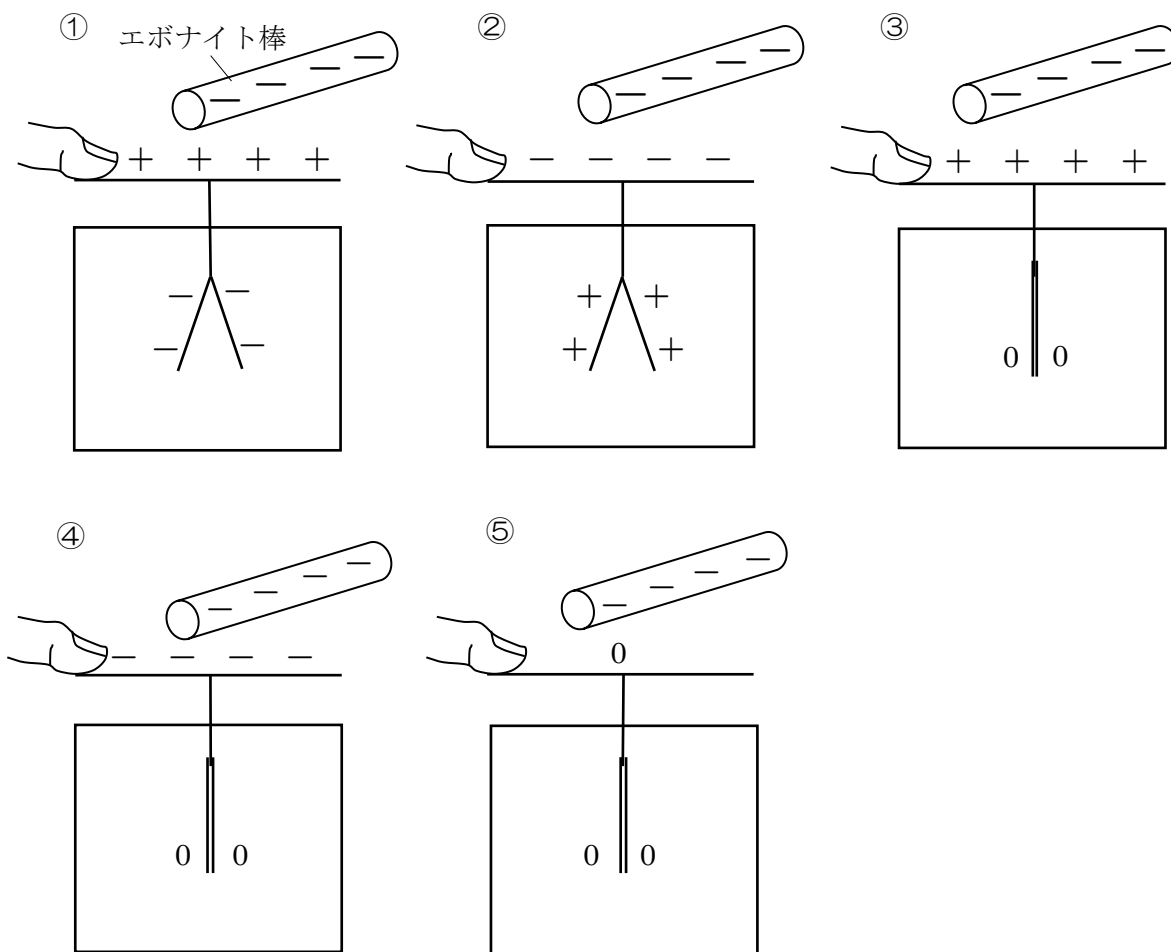


図 11-2

はじめ、帯電していない箔検電器の金属板に、－（負）に帯電したエボナイト棒を近づけた。その後、エボナイト棒を近づけたまま、金属板に指で触れる。このときの箔検電器の金属板、箔の電荷分布の様子を、＋（正）、－（負）を用いて表した図として最も適当なものを、次の①～⑤の中から 1 つ選びなさい。ただし、電荷が分布していないときは 0 と表示している。



第 12 問

赤色，緑色，青色は光の 3 原色といわれる。図 12-1 は，光の 3 原色を混ぜたときの様子を示している。赤色と緑色の光が混ざると黄色，緑色と青色が混ざると空色，青色と赤色が混ざると赤紫色，赤，緑，青色すべてが混ざると白色になる。図 12-1 を参考に，以下の問いに答えなさい。

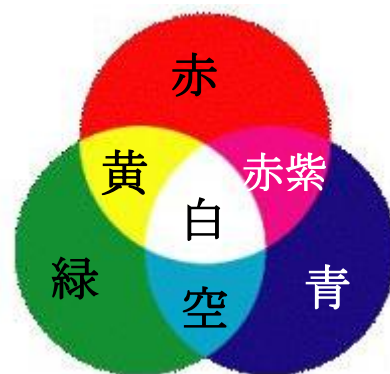


図 12-1 光の 3 原色

図 12-2 のように，赤色，緑色，青色の光を幅広く照らす小さなライトでスクリーンを一様に照らし，途中に太い棒を置き，太い棒の影をスクリーンに映す。次に，図 12-2 のように，影ができたスクリーンと太い棒の間に，細い棒を置いてその影をスクリーンに映すと，色のついた影 ①～⑤が見えた。

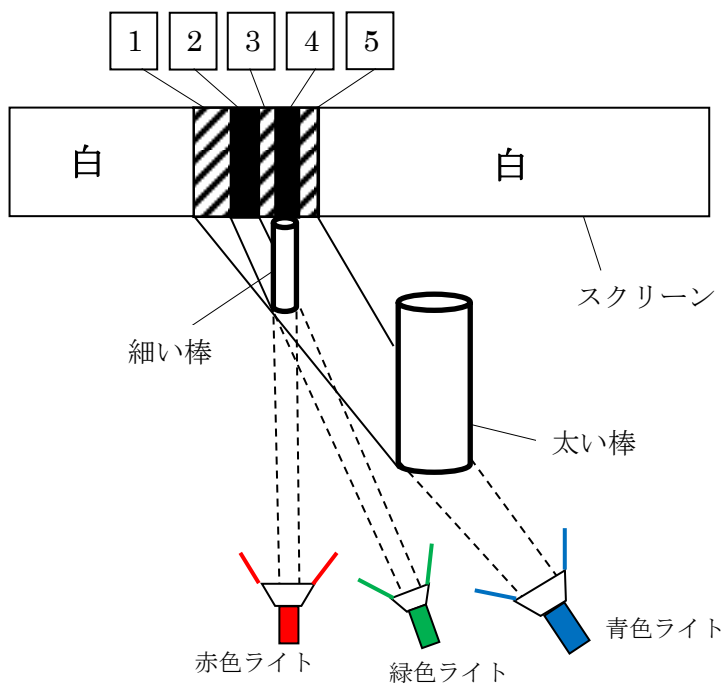


図 12-2

影□1～□5の色の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥の中から1つ選びなさい。

	□1	□2	□3	□4	□5
①	赤	黄	赤紫	空	赤
②	赤	空	緑	緑	緑
③	黄	赤	緑	赤	黄
④	黄	赤	黄	緑	黄
⑤	空	赤紫	空	赤紫	空
⑥	空	赤紫	黄	赤紫	緑

第 13 問

図 13-1 のように，試験管の中に水を入れ，試験管の口に息を吹きかけると，試験管内の気柱（柱状の空気の部分）に定常波（定在波）が生じて大きな音が聞こえる。このとき，試験管内の水の量を調節して水面の位置を変えると音の高さ（振動数）を変えることができる。なお，音階が上がる（たとえば，図 13-2 の $\text{ア} \rightarrow \text{イ} \rightarrow \text{ウ} \rightarrow \text{エ} \rightarrow \text{オ} \rightarrow \text{カ} \rightarrow \text{キ} \rightarrow \text{ク} \rightarrow \text{ケ} \rightarrow \text{コ} \rightarrow \text{サ} \rightarrow \text{シ} \rightarrow \text{ソ} \rightarrow \dots$ の順に）ごとに，音の振動数はおよそ 1.059 倍大きくなることが知られている。また，試験管内の気柱に生じる定常波は基本振動であるとし，開口端補正は考えないとする。必要であれば，下の表 13-3 の値（1.059 の^{累乗}）を用いよ。累乗は， a を n 回掛けるとき， $\underbrace{a \times a \times a \times \dots}_{n \text{ 回}} = a^n$ と表す。

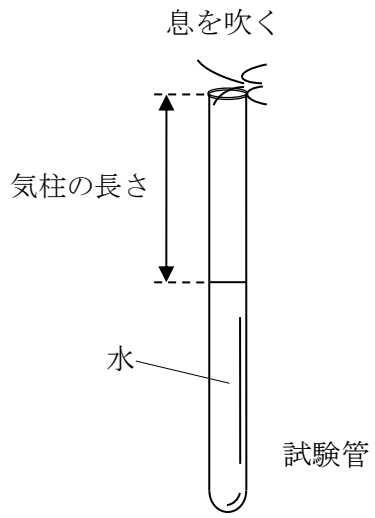


図 13-1

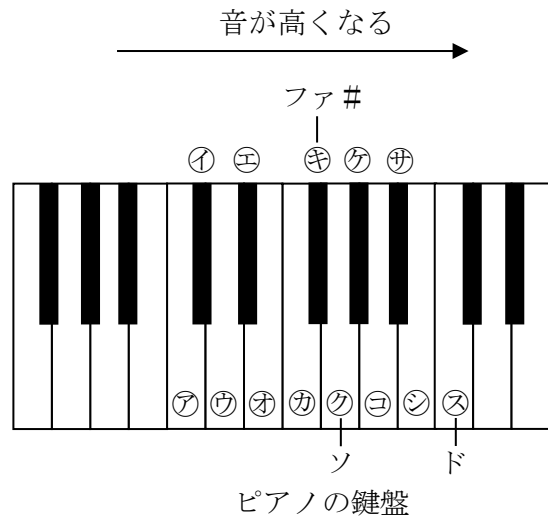


図 13-2

表 13-3 1.059 の累乗

n	1.059 ^{n} の値	n	1.059 ^{n} の値
1	1.06	7	1.49
2	1.12	8	1.58
3	1.19	9	1.68
4	1.26	10	1.77
5	1.33	11	1.88
6	1.41	12	2.00

(四捨五入して小数第 2 位まで表示)

問 1 図 13-1 のとき、図 13-2 の「ソ」の音 (㉔) が大きく聞こえた。この「ソ」の音から図 13-2 の「ド」の音 (㉘) に変えるためには、管口から水面までの気柱の長さを何倍にすればよいか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。

- ① 0.67 倍 ② 0.75 倍 ③ 0.84 倍 ④ 1.19 倍 ⑤ 1.33 倍 ⑥ 1.49 倍

問 2 問 1 の実験を行ったときの室温は 35°C であった。気柱の長さを図 13-1 の状態に戻し、再び試験管の口に息を吹きかけ、図 13-2 の「ソ」の音 (㉔) の左隣の「ファ#」の音 (㉙) に聞こえるようにするためには室温を何 $^{\circ}\text{C}$ にすればよいか。最も適当な値を、次の①～⑥の中から 1 つ選びなさい。ただし、気温が t [$^{\circ}\text{C}$] のとき、空気中を伝わる音の速さ V [m/s] は、 $V=331.5+0.6t$ と表せる。

- ① 2°C ② 6°C ③ 10°C ④ 14°C ⑤ 21°C ⑥ 42°C

第 14 問

岡山県では昔の人々が使用していた土器などが出土しているが、放射性炭素年代測定という方法によりその年代を知ることができる。この方法は土器があった地層中の炭化した木材や果皮などに含まれる放射性同位体炭素 ^{14}C の存在比率を調べることであり、その土器がいつ頃作製されたかを調べることができる。



放射性同位体は、放射線を出して別の同位体になる。そのため、生きた植物に含まれる放射性同位体 ^{14}C の割合は時代によらず一定と考えてよいが、その植物が死んだ後は放射性同位体の数がだんだん少なくなっていく。このとき、残っている放射性同位体の数がもとの半分になる時間 T を半減期という。この半減期は、放射性同位体の種類によって決まっている。

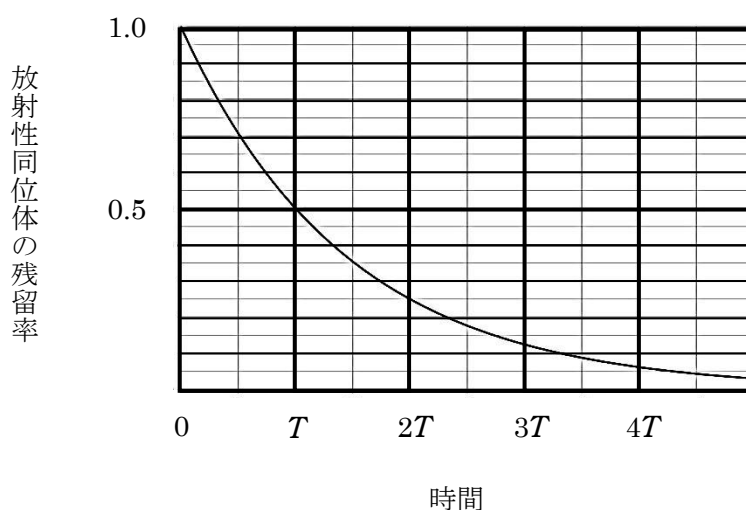
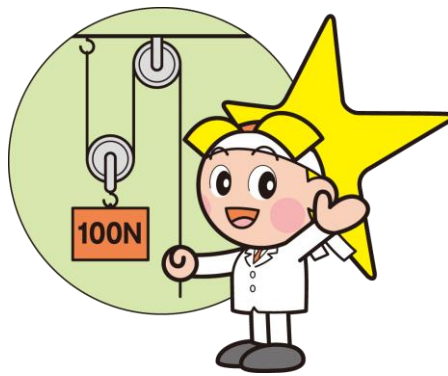


図 14-1 放射線を出さずに残っている放射性同位体の残留率の時間変化

いま、ある地層から土器が出土したとする。その土器があった地層中の炭化した木材や果皮に含まれる放射性同位体 ^{14}C の割合は、現在の放射性同位体 ^{14}C の 75%であった。この土器は、今から約何年前のものと推定できるか。図 14-1 に示す放射線を出さずに残っている放射性同位体の残留率の時間変化のグラフを利用して求め、最も適当なものを、次の①～④の中から 1 つ選びなさい。ただし、放射性同位体 ^{14}C の半減期は 5730 年であり、時代によらず常に一定であるとする。

- ① 約 1400 年前 ② 約 2400 年前 ③ 約 4300 年前 ④ 約 11500 年前

<以下余白>



岡山県マスコット ももっち