

物 理 基 礎

(解答番号 ~)

第 1 問 次の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 20)

問 1 力士と高校生が相撲を取る催しがあった。図 1 のように二人が向かい合って立ち、水平に押し合ったところ、二人とも動かなかった。図には、二人にはたらいた力のうち、水平方向の力のみを示した。ただし、図の矢印は力の向きのみを表している。

下の文章中の空欄 ・ に入れる語句として最も適当なものを、それぞれの直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。

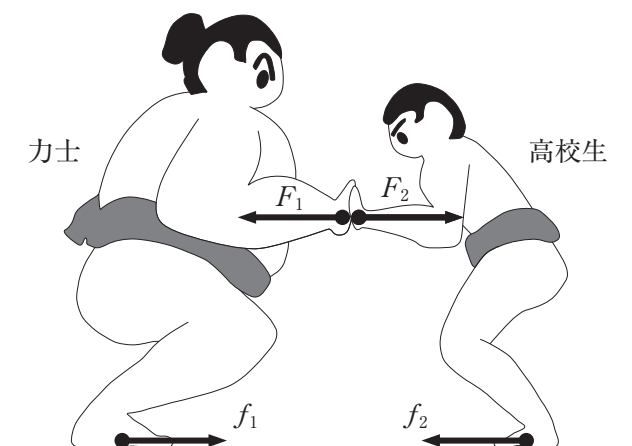


図 1

二人にはたらいた水平方向の力を考える。高校生から力士にはたらいた力の大きさを F_1 、力士から高校生にはたらいた力の大きさを F_2 、力士の足の裏にはたらいた摩擦力の大きさを f_1 、高校生の足の裏にはたらいた摩擦力の大きさを f_2 とする。 F_1 と F_2 について考えると、

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | } | <ul style="list-style-type: none"> ① 高校生が重い力士を押しているので, $F_1 > F_2$ ② 力士の方が強いので, $F_1 < F_2$ ③ 作用反作用の関係にあるので, $F_1 = F_2$ ④ つりあいの関係にあるので, $F_1 = F_2$ |
|---|---|--|

が成り立つ。

このとき、高校生が水平方向に動かなかったのは、

- | | | |
|---|---|--|
| 2 | } | <ul style="list-style-type: none"> ① $f_2 < F_2$ を満たす力で力士が押した ② $f_2 > F_2$ を満たす摩擦力がはたらいた ③ 作用反作用の関係により, $f_2 = F_2$ が成り立っていた ④ $f_2 = F_2$ が満たされ, 力がつりあっていた |
|---|---|--|

からである。

物理基礎

問 2 次の文章は、管楽器に関する生徒 A, B, C の会話である。生徒たちの説明が科学的に正しい考察となるように、文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、下の①~⑧のうちから一つ選べ。

3

- A：気温が変わると管楽器の音の高さが変化するって本当かな。
- B：管楽器は気柱の振動を利用する楽器だから、気柱の基本振動数で音の高さを考えてみようか。
- C：気温が下がると、音速が小さくなるから基本振動数は **ア** になって音の高さが変化するんじゃないかな。
- B：管の長さだって温度によって変化するだろう。気温が下がると管の長さが縮むから、基本振動数は **イ** なるだろう。
- A：どちらの影響もあるね。二つの影響の度合いを比べてみよう。
- B：調べてみると、気温が下がると管の長さは1Kあたり全長の数万分の1程度縮むようだ。
- C：音速は15℃では約340 m/sで、この温度付近では1K下がると約0.6 m/s小さくなる。この変化の割合は1Kあたり600分の1ぐらいになるね。
- A：ということは、**ウ** の変化の方が影響が大きそうだね。予想どおりになるか、実験してみよう。

	ア	イ	ウ
①	小さく	小さく	音速
②	小さく	小さく	管の長さ
③	小さく	大きく	音速
④	小さく	大きく	管の長さ
⑤	大きく	小さく	音速
⑥	大きく	小さく	管の長さ
⑦	大きく	大きく	音速
⑧	大きく	大きく	管の長さ

問 3 防災用品の一つに、手で振って発電する懐中電灯がある。その原理である電磁誘導を理解するため、図2のような棒磁石とコイルを用いた実験を考える。N極をコイル側に向けた棒磁石を、矢印のようにコイルの中心軸に沿ってコイルに近づけたり遠ざけたりすると、コイルの両端 a, b 間に誘導起電力が生じる。この起電力を、より大きくするための工夫として適当なものを、下の①～④のうちから二つ選べ。ただし、解答の順序は問わない。なお、それぞれの選択肢において、選択肢中に書かれた条件以外は変化させないものとする。

4 5

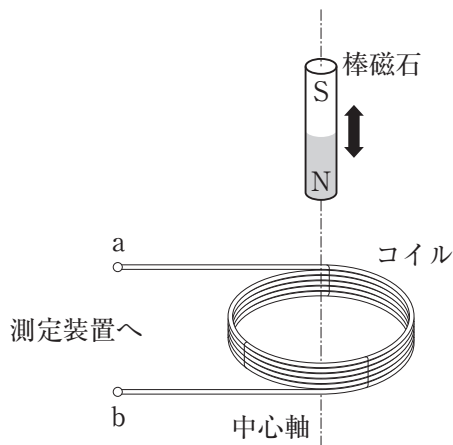


図 2

- ① コイルの巻数を増やす。
- ② 棒磁石を動かす速さを小さくする。
- ③ もう1本同じ棒磁石を加え、磁極の向きをそろえて重ねたものを用いる。
- ④ 棒磁石は静止させ、コイルの方を、棒磁石を動かす場合と同じ速さで近づけたり遠ざけたりする。

物理基礎

問 4 箔検電器は、箔の開き方から帯電の程度を知ることができる装置である。

図3のように、箔が閉じている箔検電器の金属板に、ストローの入った紙袋を貼り付けた。このとき箔は閉じていた。

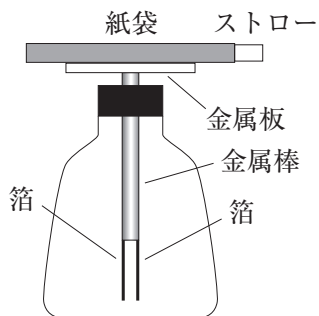


図 3

次に、指が紙袋に触れないようにストローを紙袋から引き抜き、図4のように、ストローを十分に遠ざけると箔は大きく開いた。図中の+は正に、-は負に帯電していることを模式的に表している。

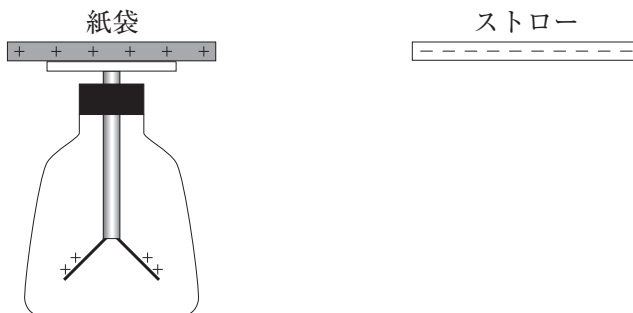


図 4

続いて、紙袋に指で少し触れた後、指を離した。この間に紙袋の電荷の一部が逃げ、大きく開いていた2枚の箔の角度が、図5のように小さくなって止まった。

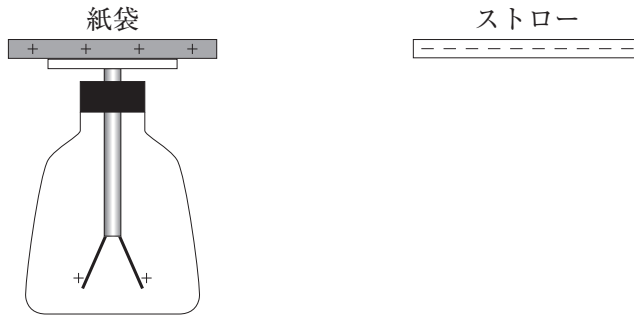


図 5

図5の状態から、先ほど引き抜いたストローをゆっくり紙袋の奥まで入れる。その間の箔の動きとして最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、ストローが紙袋から離れている間、ストローの電荷は逃げないものとする。

6

- ① 箔は動かない。
- ② 箔は徐々に閉じていく。
- ③ 箔は徐々に開いていく。
- ④ 箔は徐々に閉じていき、図3のように閉じた後、徐々に開いていく。
- ⑤ 箔は徐々に開いていき、図4と同じ角度になった後、徐々に閉じていく。

物理基礎

第2問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。(配点 18)

A 斜面上に置いた質量 0.500 kg の台車に記録テープの一端を付け、そのテープを1秒間に点を50回打つ記録タイマーに通す。記録タイマーのスイッチを入れ、台車を静かに放したところ、斜面に沿って動き出し、図1のような打点がテープに記録された。重なっていない最初の打点をPとし、その打たれた時刻を $t = 0$ とする。打点Pから5打点ごとに印をつけ、その間隔 d を測定した。

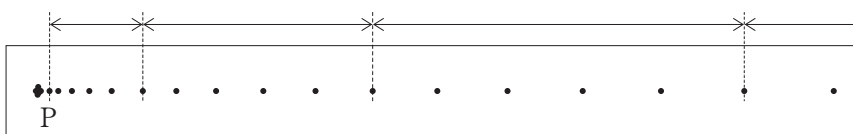


図 1

問 1 ある区間での測定値は $d = 0.1691 \text{ m}$ であった。この区間における平均の速さとして最も適当なものを、次の①～⑧のうちから一つ選べ。 m/s

- | | | | |
|---------|---------|---------|---------|
| ① 0.169 | ② 0.313 | ③ 0.714 | ④ 0.816 |
| ⑤ 1.69 | ⑥ 3.38 | ⑦ 4.08 | ⑧ 8.16 |

測定結果をもとに各区間の平均の速さ v を求め、時刻 t との関係を点で記すと、図2のようになり、直線を引くことができた。

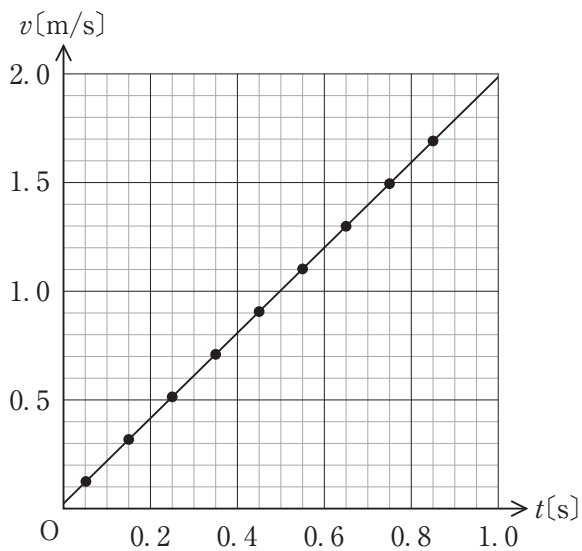


図 2

問 2 図2の直線から台車の加速度の大きさを求めるといくらになるか。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 m/s^2

- ① 0.196 ② 0.980 ③ 1.69 ④ 1.96 ⑤ 4.90 ⑥ 9.80

物理基礎

B 重力加速度の大きさが a の惑星で、惑星表面からの高さ h の位置から、物体を鉛直上向きに速さ v_0 で投げた。惑星の大気の影響は無視できるものとする。

問 3 図 3 は物体の位置と時刻の関係を示したものである。R で物体にはたらく力の向きと大きさを図 4 のオのように示すとき、P、Q、S で物体にはたらく力の向きと大きさを示す図は、それぞれ図 4 のア～カのどれか。その記号として最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

P : Q : S :

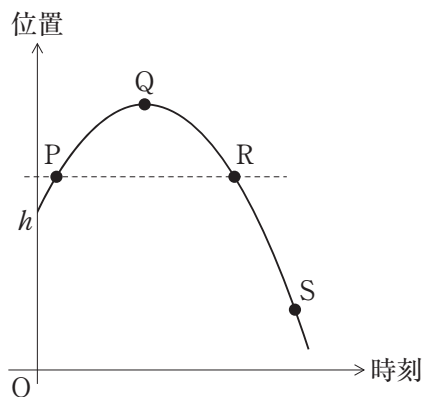


図 3

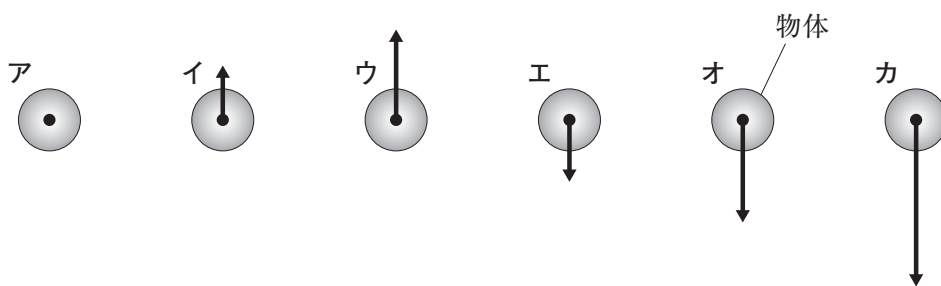


図 4

① ア ② イ ③ ウ ④ エ ⑤ オ ⑥ カ

問 4 投げ上げられた物体は惑星表面に落下した。惑星表面に達する直前の物体の速さ v を表す式として正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。

$$v = \boxed{12}$$

① $\sqrt{v_0^2 + 2ah}$

② $\sqrt{v_0^2 + ah}$

③ $\sqrt{v_0^2 + \frac{1}{2}ah}$

④ $\sqrt{v_0^2 - 2ah}$

⑤ $\sqrt{v_0^2 - ah}$

⑥ $\sqrt{v_0^2 - \frac{1}{2}ah}$

物理基礎

第3問 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。(配点 12)

ケーキ生地に電流を流し、発生するジュール熱でケーキを焼く実験をすることになった。図1のように、容器の内側に、2枚の鉄板を向かい合わせに立てて電極とし、ケーキ焼き器を作った。鉄板に、電流計、電圧計、電源装置を接続した。ケーキ生地を容器の半分程度まで入れ、温度計を差し込んだ。ケーキ生地には、小麦粉に少量の食塩と炭酸水素ナトリウムを加え、水でといたものを使用した。電源装置のスイッチを入れてケーキ生地に交流電流を流し、電流、電圧、温度を測定した。

図2に電流計の示した値を、図3に温度計の示した値を、いずれもスイッチを入れて測定を開始してからの経過時間を横軸にとって表した。なお、測定中、電圧計は常に100 Vを示していた。

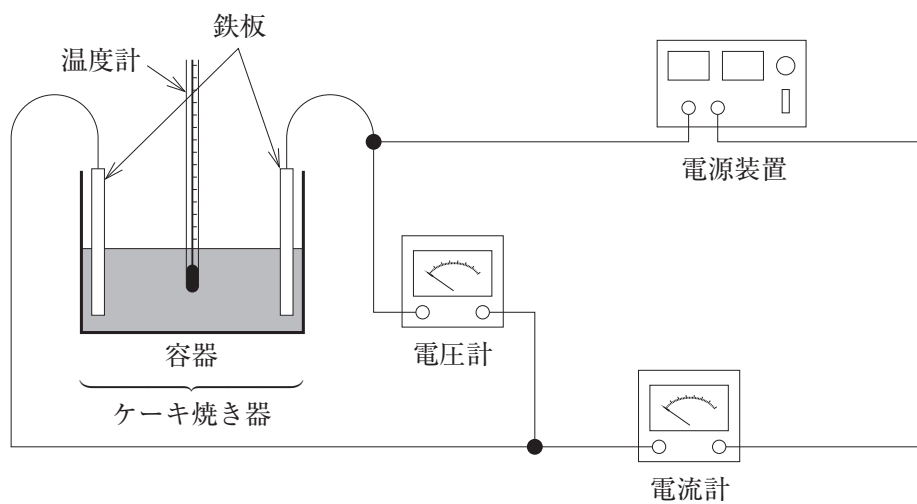


図 1

物理基礎

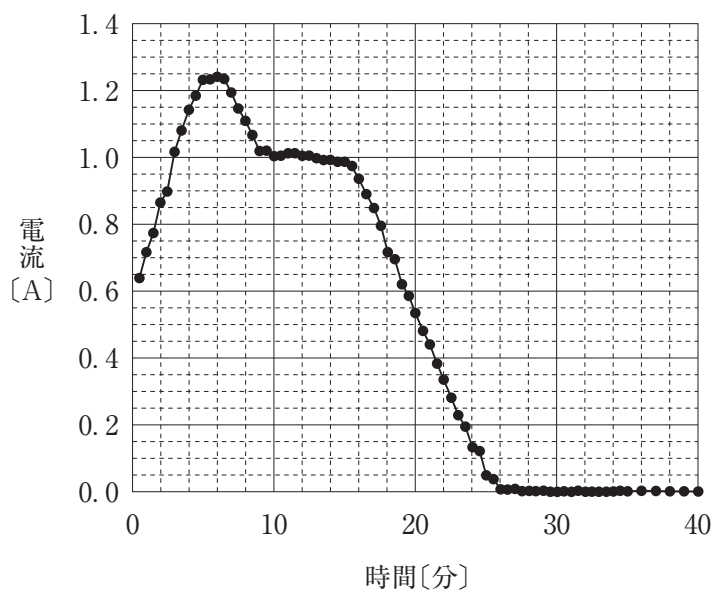


図 2

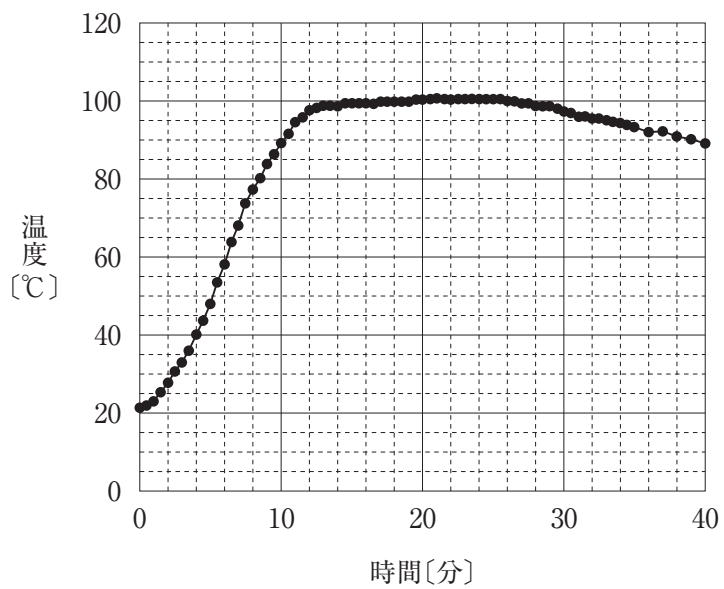


図 3

物理基礎

問 1 電流は時間の経過に伴い図 2 のように変化した。したがって、ケーキ生地を一つの抵抗器とみなすと、その抵抗値は時間の経過に伴い変化したと考えられる。測定開始後 6 分での抵抗値は何 Ω か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 Ω

- ① 0.0125 ② 1.25 ③ 80 ④ 100 ⑤ 125

問 2 測定開始後 10 分から 15 分までの間に、ケーキ生地で消費された電力量はおよそ何 J か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 J

- ① 5 ② 100 ③ 500 ④ 30000 ⑤ 50000

問 3 測定開始後 15 分から 25 分までの間では、図 2 および図 3 から、ケーキ生地に流れる電流はしだいに減少し、ケーキ生地の温度は 100°C を大きく超えずほぼ一定であったことがわかる。このとき、ケーキ生地は容器いっぱいにくらみ、ケーキ生地から出る湯気の量は時間の経過に伴い減少していった。ケーキ生地の温度が 100°C を大きく超えなかった理由として最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

- ① ケーキ生地にかかる電圧が変化せず、消費電力が一定であったため。
② ケーキ生地の中の水分が沸点に達し、発生するジュール熱が水の蒸発に使われたため。
③ ケーキ生地の中で単位時間あたりに発生するジュール熱が一定であったため。
④ ケーキ生地から単位時間あたりに放出される熱量が一定であったため。