

令和5年度 入学試験問題

理科（前期）

試験時間	120分
問題冊子	物理 1～6頁
	化学 7～16頁
	生物 17～33頁

注意事項

1. 指示があるまで問題冊子は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された2科目とし、変更は認めない。
3. 問題冊子および解答用紙に落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答が終わっても、または試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. スマートフォン等の電子機器類は電源を必ず切り、鞆の中にしまうこと。
6. 机には、受験票と筆記用具（鉛筆、シャープペンシル、消しゴム）および時計（計時機能のみ）以外は置かないこと。（耳栓、コンパス、定規等は使用できない。）
7. 問題冊子および解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題冊子の余白は自由に用いてよい。
10. 質問、トイレ、体調不良等で用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
11. 中途退室時は、問題冊子および解答用紙を裏返しにすること。
12. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
13. 試験終了後、解答用紙は裏返し、問題冊子は持ち帰ること。

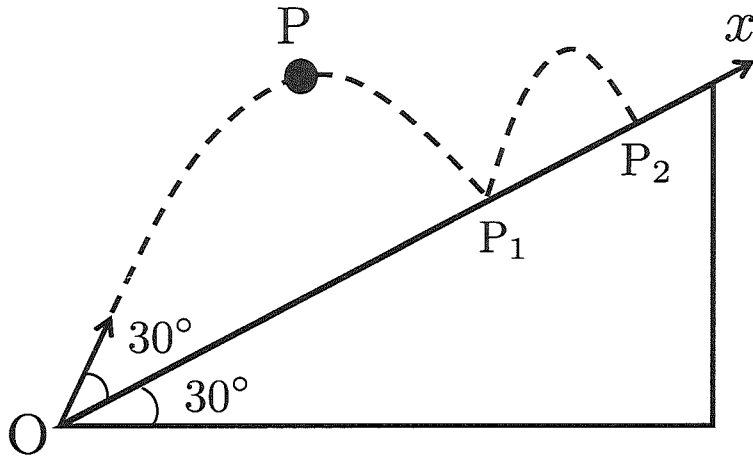
受験番号	
------	--

氏名	
----	--

物 理

[I] 図のように、水平面から 30° の傾きをもつ斜面の点 O から斜め 30° に質点 P を投げ上げると、質点は斜面と衝突しながら運動した。ただし、重力加速度の大きさを 10.0 m/s^2 、 P と斜面とのはねかえり係数を 0.50 、初速度の大きさを $2\sqrt{3} \text{ m/s}$ とする。運動はすべて図の紙面内で行われるものとし、斜面は固定されていて十分に長いものとする。また斜面に沿って O を原点として x 軸をとり、右向きを正の方向とする。下記の文章の に適した答えを書け。ただし、数値を記入するときは3桁目を四捨五入して有効数字2桁で書くこと。

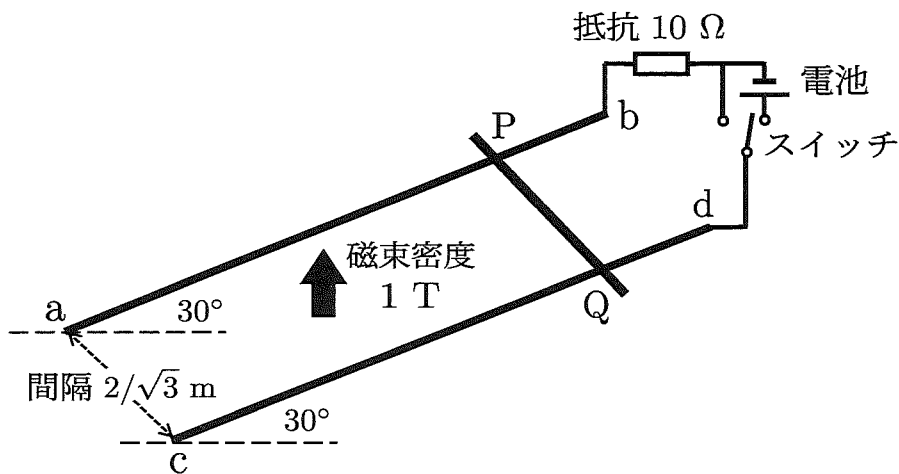
質点 P が O から離れて最初に斜面と衝突した点を P_1 とすると、 OP_1 の距離は m であり、 P_1 での x 成分の速さは m/s である。また、2回目に斜面と衝突したときの点を P_2 とすると、 P_1 から P_2 に移動する間に要する時間は s である。そのとき OP_2 の距離は m であり、 P_2 での x 成分の速さは m/s である。 P が O を離れてから斜面ではねかえりが起こらなくなるまでに要する時間は s であり、そのときの OP の距離は m である。



図

[II] 図のように、鉛直上向きで大きさが 1 T の一様な磁束密度が存在している中に、2本の導体レール ab , cd が間隔 $2/\sqrt{3} \text{ m}$ 、傾斜角 30° で固定されて置かれている (四角形 $abcd$ は長方形である)。導体レール ab および cd の長さは十分に長いものと考えて良い。 bd 間にはスイッチを介して 10Ω の抵抗と内部抵抗の無視できる電池が接続されている。スイッチは、電池側への接続と、図中の電池と並列に存在している導線部分への接続とに切り替えることができる。また、導体レールには太さが均一で密度が一樣な導体棒が置かれるが、導体棒と導体レールとの間に摩擦はなく、導体棒と導体レール ab および cd との接点をそれぞれ P 点および Q 点とする。なお、回路には抵抗 10Ω 以外の電気抵抗はないものとする。下記の文章の に適した答えを書け。ただし、 では「←」または「→」の適切な方を記入せよ。また、数値を記入するときには整数または既約分数にし、根号があれば特に開かないでそのまま記述してよい。

はじめスイッチは電池側に接続されていて、この状態で重力から受ける力が 1 N である導体棒を導体レールに垂直に置くと、導体棒は静止した。このとき、電池の起電力は V である。スイッチを電池側から電池と並列に存在している導線部分への接続に切り替えると、導体棒は導体レールを滑り始めた。導体棒の速さが 1 m/s となった瞬間、 PQ 間に生じる誘導起電力の大きさは V であり、 P 点 Q 点の方向に、 A の大きさの電流が流れる。また、導体棒が b から a 方向 (d から c 方向) に受けている力の大きさは N である。しばらくすると、導体棒は一定の速さ m/s となり、このとき 10Ω の抵抗で消費される電力は W である。



図

[III] 下記の(1)~(3)の文章の□に適した答えを書け。ただし、ア, イ, オ およびカ では3桁目を四捨五入して有効数字2桁で答え、ウ, エ では既約分数で答えよ。

(1) 質量 1.00 kg の氷をガスバーナーで熱していくと、氷や水は図1のような時間に対する温度変化を示した。ただし、ガスバーナーの単位時間あたりの発熱量は一定とし、その熱がすべて氷や水に伝わるものとする。水の比熱を $4.20 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とすると、ガスバーナーの単位時間あたりの発熱量は ア kJ/s である。また氷の比熱は イ $\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ である。

(2) 1本のぴんと張った長い弦があり、その途中の2点AとBをつまんで、周期 T の同じ振幅をもつ正弦波で振動させる。その際に、Aに比べて、Bは $T/4$ だけ遅れて振動させるものとする。弦を伝わる波の速度は v 、AB間の距離は L とし、以下の問では周期を変化させて、波の波長が $L/3$ になるように調整した。このときに、AとBの間には弦が振動しない点があいくつかが現れるが、そういった点とAの間の最短の距離は ウ $\times L$ である。次に、AとBの間でAから $L/4$ の距離において弦を固定する。そのときもAとBの間で弦が振動しない点があいくつかが現れるが、そういった点とAの間の最短の距離は エ $\times L$ である。

(3) ド・ブロイの考えによるとすべての物質は波動性を示す。ここではサッカーボール状の分子フラレン C_{60} の波動性について考えよう。ただし、プランク定数は $6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ であり、フラレンの質量は $1.20 \times 10^{-24} \text{ kg}$ とする。

高温に熱したフラレンの速さを 200 m/s とすると、このときフラレンのド・ブロイ波長は オ $\times 10^{-12} \text{ m}$ である。この状態のフラレンを図2のような複スリットに同位相で投入すると、光の場合と同様に遠方のスクリーン上に干渉縞が生じる。複スリットのスリット間の距離を 100 nm 、スリットからスクリーンまでの距離を 1.20 m とすると、最も明るい(フラレンが最も多く来る)ピークから2番目のピークまでの間のスクリーン上の距離(図2の細い矢印)は カ $\times 10^{-5} \text{ m}$ になる。

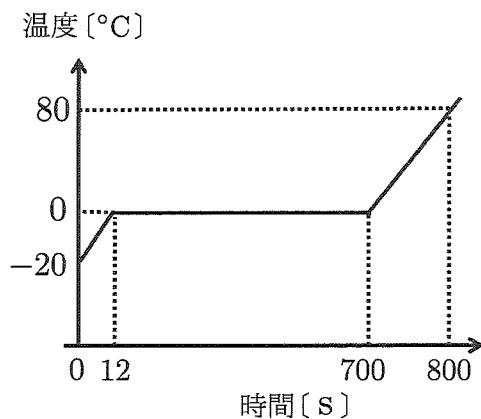


図1

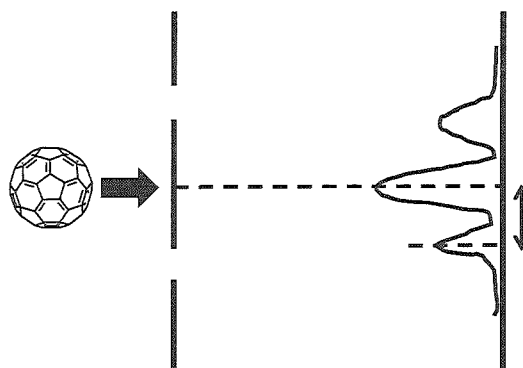


図2

