

令和 2 年 度

理 科

物	理	1 ページ～ 7 ページ
化	学	8 ページ～19 ページ
生	物	20 ページ～29 ページ

注意事項

1. 監督者の許可があるまでは、中を見てはいけない。
2. 問題冊子に欠けている部分や印刷が不鮮明な箇所などがあれば申し出ること。
3. 解答用紙は、物理(その 1, その 2), 化学(その 1～その 4), 生物(その 1～その 4)の 3 科目分を綴ってある。

解答を始める前に、自分の選択する 2 科目に関係なく全科目の解答用紙に必ず受験番号を記入すること。なお、受験票の理科受験科目届の○で囲んだ科目以外を解答した場合は採点されないので注意すること。

4. 解答は、必ず解答用紙の所定の解答欄に記入すること。
5. 問題用紙の余白は、計算用紙として利用してもよい。



物 理

1 図1のように、水平面上にあるばね定数 k のつる巻きばねにつながれた質量 m の物体の運動について、以下の問いに答えよ。ただし、ばねが自然長のときの物体の位置を原点 $O(x=0)$ 、重力加速度を g 、円周率を π とする。また、物体は水平方向にのみ運動し、ばねの質量および空気抵抗、物体の大きさは無視できるものとする。

運動1：このばねを自然長から長さ l だけ縮めて静かにはなしたところ、物体は単振動した。このとき、物体と水平面との摩擦はないものとする。

問1 物体が原点 O から x だけ変位したときの加速度を a 、右向きを正として、物体の運動方程式を記せ。

問2 この単振動の振幅および周期を m 、 g 、 k 、 l 、 π のうち必要なものを用いて表せ。

問3 原点 O を通るときの速さを表せ。

運動2：物体と水平面との間に摩擦力がはたらくとする。物体を右方向に x だけ引いて静かにはなしたところ、 x が原点から距離 d 以下のとき、物体はその位置で止まったまま動かなかった。

次に、物体を距離 d より離れた位置 $x_0(x_0 > d)$ まで引いて静かにはなしたところ、物体は動き出し、最大の速さ v_m に達した後、減速して位置 x_1 で速さが 0 となった。その後、物体は逆向きに動き出し、複数回折り返して位置 x_s で停止した。

問 4 物体と水平面との静止摩擦係数および動摩擦係数を m, g, k, d, x_0, x_1 のうち必要なものを用いて表せ。

問 5 最大の速さ v_m , およびそのときの位置 x_m を m, g, k, d, x_0, x_1 のうち必要なものを用いて表せ。

問 6 物体が位置 x_s で止まるまでの全行程の長さを $m, g, k, d, x_0, x_1, x_s$ のうち必要なものを用いて表せ。

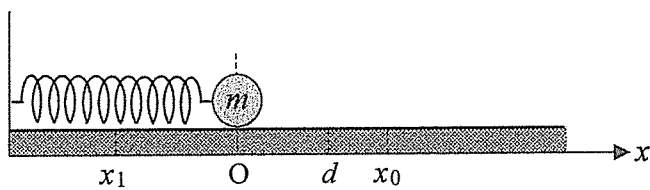


図 1

2

図 2-1 のように、抵抗 R_S および電池、電流計 A、電圧計 V、スイッチ SW で構成された回路がある。電流計 A の示す電流の値を I 、電圧計 V の示す電圧の値を V とすると、抵抗 R_S の値は、それらの比 $\frac{V}{I}$ から間接的に求められる。抵抗 R_S の真の抵抗値を R 、電流計 A および電圧計 V の内部抵抗をそれぞれ r_A 、 r_V とし、以下の問いに答えよ。ただし、電池の内部抵抗は無視できるものとする。

問 1 スイッチを端子 a 側につないだとき、 $\frac{V}{I}$ を R 、 r_A 、 r_V のうち必要なものを用いて表せ。

問 2 スイッチを端子 b 側につないだとき、 $\frac{V}{I}$ を R 、 r_A 、 r_V のうち必要なものを用いて表せ。

問 3 電圧計および電流計で測定された電圧 V と電流 I から、抵抗 R_S の値を間接的に求める場合、求められた抵抗値が真の抵抗値 R と近似的に等しいと見なしうるには、内部抵抗 r_A 、 r_V には一般的にどのような条件が必要か、以下の(ア)~(ウ)よりそれぞれ適するものを選べ。

(ア) R より十分に小さい (イ) R と等しい (ウ) R より十分に大きい

問 4 スイッチを端子 a 側につないだとき、電流計と電圧計はそれぞれ、100 mA、9.8 V を示した。一方、スイッチを端子 b 側につないだとき、電流計と電圧計はそれぞれ、99 mA、9.9 V を示した。真の抵抗値 R および内部抵抗 r_A 、 r_V の値は何 [Ω] か、有効数字 2 桁で求めよ。

次に、図 2-2 のように、図 2-1 の回路の抵抗 R_s を質量 m 、比熱 c の絶縁性の液体で満たされた断熱容器内に浸した後、スイッチを端子 a とつなぎ、断熱容器内の液体を温めた。電流計 A の示す電流の値を I 、電圧計 V の示す電圧の値を V として、以下の問いに答えよ。ただし、液体の温度は、場所によらず一様に上昇するものとし、電圧計を流れる電流および、電池・電流計の内部抵抗、抵抗 R_s の熱容量は無視できるものとする。また、温度変化による抵抗 R_s の抵抗値の変化はないものとする。

問 5 スイッチを端子 a とつないでから t 秒経過する間に、抵抗 R_s で発生するジュール熱および、この熱がすべて断熱容器内の液体に伝えられたとするときの液体の温度変化を、 m 、 c 、 t 、 I 、 V のうち必要なものを用いて表せ。

問 6 液体の質量は $m = 60 \text{ g}$ であった。スイッチを端子 a とつないでから 10 分経過する間、液体の温度は 20°C 上昇した。この間、電流計と電圧計は、それぞれ 0.85 A 、 8.6 V を示した。液体の比熱 c の値は何 $[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$ か、有効数字 2 桁で求めよ。

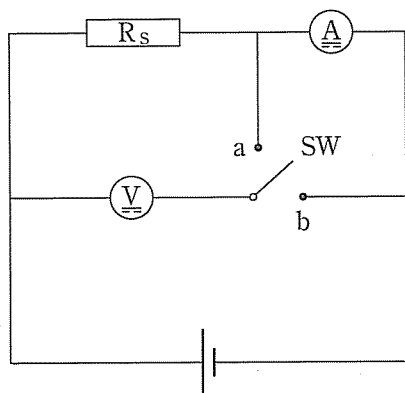


図 2-1

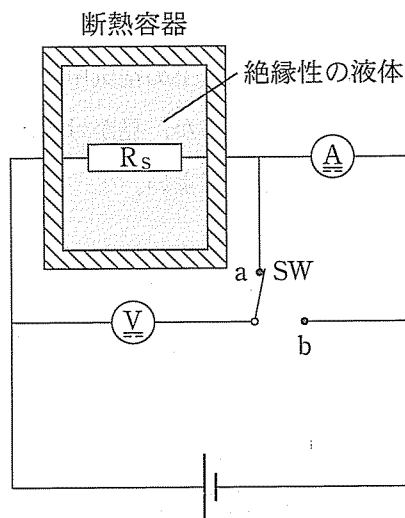


図 2-2

3 図 3-1 のように水平な台の上に容器を置く。容器の壁には長さ l の矢印状の物体 A が先端を右に向くように台に平行に取り付けられている。A から鉛直上方 a のところには、焦点距離 f の凸レンズ L が光軸を鉛直にして固定されている。空気の屈折率を 1 として、以下の問いに答えよ。

なお、必要ならば以下の公式を用いてもよい。

$$\sin \theta \doteq \tan \theta \quad (\text{ただし } \theta \text{ が十分に小さいとき})$$

問 1 A の像が L よりも上方にできていた。このとき、 a と f の間にはどのような条件が成立しているか、示せ。また、A の像は L の上方にどれだけ離れた位置にできるか、示せ。

問 2 問 1 において、A の像の矢印の先端は右、左のどちらを向くか、記せ。また、できた像の長さを求めよ。

次に、図 3-2 のように L を取り外し、屈折率 $n (n > 1)$ の液体を液面が A よりも高くなるまで容器の中に注入した場合を考える。A から液面までの距離を d とする。

問 3 ほぼ真上の空気中から見たとき、A は液面よりどれだけの深さにあるように見えるか、見かけの深さを求めよ。液面を通過する光の入射角および屈折角は十分に小さいものとしてよい。

図 3-3 のように、容器の中に液体が注入された状態で、L を再び設置する。A と L との距離は図 3-1 と同様、 a である。

問 4 A の像が L よりも上方にできた。このとき、像は L の上方にどれだけ離れた位置にできるか、 a 、 f 、 d 、 n を用いて表せ。

問 5 液体をさらに注入し、液面の高さを増すと、A の像は L よりも下方にできるようになる。そのためには d をいくらより大きくすればよいか、 a , f , n を用いて表せ。また、そのときの像の矢印の先端は右、左のどちらを向くか、記せ。

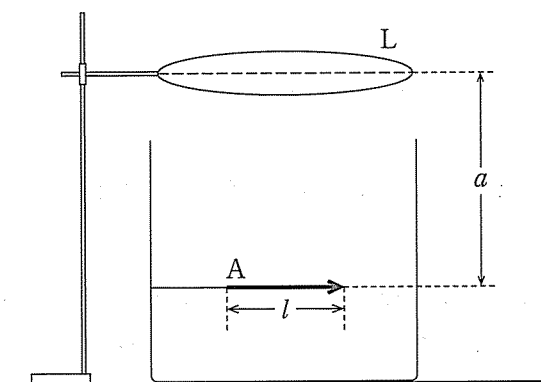


図 3-1

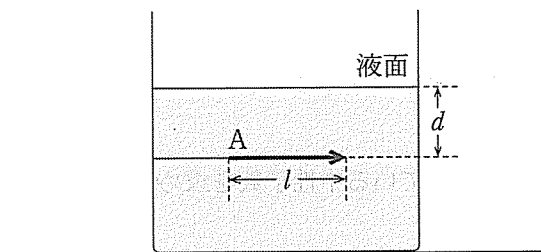


図 3-2

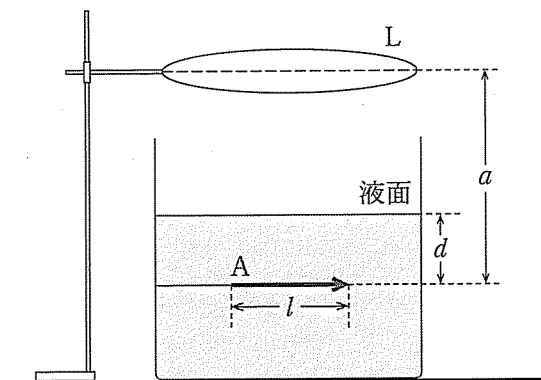


図 3-3

4

以下の問いに答えよ。

問 1 なめらかに動くピストンをもつシリンダーに理想気体が入っている。これに対して、以下の(1)~(3)のような操作を行ったとき、気体がされる仕事 W [J]、および、内部エネルギーの変化 ΔU [J] を有効数字 2 桁で求めよ。

- (1) 体積を一定に保った状態で、45 J の熱量を与えた。
- (2) 温度を一定のまま、45 J の熱量を与えた。
- (3) 圧力を一定の値 1.0×10^5 Pa に保ったまま、45 J の熱量を与えたところ、気体は $1.8 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ だけ膨張した。

問 2 重水素原子核 ${}^2_1\text{H}$ と三重水素原子核 ${}^3_1\text{H}$ について、以下の設問に答えよ。

- (1) ${}^2_1\text{H}$ を構成している中性子数を求めよ。
- (2) ${}^3_1\text{H}$ を構成している中性子数を求めよ。
- (3) 2 個の ${}^2_1\text{H}$ の核反応によって 1 個の中性子が放出され、原子核が 1 つ生成された。この生成された原子核を求め ${}^2_1\text{H}$ や ${}^3_1\text{H}$ にならって表せ。
- (4) ${}^2_1\text{H}$ 1 個と ${}^3_1\text{H}$ 1 個の核反応によっても、中性子 1 個が放出され、1 つの原子核が生成される。生成された原子核を求め ${}^2_1\text{H}$ や ${}^3_1\text{H}$ にならって表せ。

Introduction

The purpose of this document is to provide a comprehensive overview of the project's objectives, scope, and the methodology used to achieve them. This document is intended for all stakeholders involved in the project, including the project manager, team members, and external partners. It serves as a reference point for the project's progress and a guide for future actions.

The project's primary objective is to develop a robust and scalable system that meets the needs of our users. This involves a thorough understanding of the requirements and a careful selection of technologies and tools. The project is divided into several phases, each with its own set of tasks and deliverables. The methodology used is a combination of agile practices and traditional project management techniques, ensuring flexibility and control throughout the project lifecycle.

The project team consists of highly skilled professionals with extensive experience in software development and project management. We are committed to delivering high-quality results on time and within budget. Regular communication and collaboration are essential for the success of the project. This document will be updated as the project progresses, reflecting the current status and any changes to the plan.

The project's success is measured by the extent to which it meets the defined objectives and user requirements. Key performance indicators (KPIs) will be used to track progress and identify areas for improvement. The project manager will provide regular updates on the project's status and any risks that may arise. The team is encouraged to report any issues or concerns promptly to ensure they are addressed in a timely manner.

This document is a living document and will be updated as the project evolves. It is important to refer to this document regularly to stay informed about the project's progress and to ensure that all team members are working towards the same goals. The project manager will be responsible for maintaining the accuracy and relevance of this document throughout the project's duration.