

(2020 前)

理 科

	ページ
物 理	1～ 6
化 学	7～15
生 物	16～25
地 学	26～31

- ・ ページ番号のついていない白紙は下書き用紙である。

注意 解答はすべて答案用紙の指定のところに記入しなさい。

物 理	75 点
化 学	75 点
生 物	75 点
地 学	75 点

1. The first step in the process of identifying a problem is to recognize that a problem exists. This is often done by comparing current performance with a desired state or goal. For example, a manager might notice that sales are declining or that customer satisfaction is low. Once a problem is identified, the next step is to define it more precisely. This involves determining the scope of the problem, its causes, and its effects. For instance, a manager might define a problem as "a 10% decrease in sales over the last quarter due to increased competition and changing customer preferences." This definition helps to narrow down the focus of the problem and provides a clear starting point for further investigation.

2. The second step in the process is to gather information about the problem. This involves collecting data and facts that are relevant to the problem. For example, a manager might gather data on sales trends, customer feedback, and market conditions. This information is then analyzed to identify patterns and trends that can help to explain the problem. For instance, a manager might discover that sales are declining because of a new competitor entering the market or because customers are switching to a different product. This analysis helps to identify the root causes of the problem and provides a basis for developing a solution.

3. The third step in the process is to generate alternative solutions. This involves brainstorming and developing a range of possible solutions to the problem. For example, a manager might consider solutions such as increasing marketing efforts, improving customer service, or developing new products. Each solution is then evaluated based on its potential benefits and costs. For instance, a manager might evaluate a solution based on its potential to increase sales, its cost, and its feasibility. This evaluation helps to identify the most promising solutions and provides a basis for selecting a solution to implement.

4. The fourth step in the process is to implement the chosen solution. This involves putting the solution into action and monitoring its progress. For example, a manager might implement a solution by increasing marketing efforts, improving customer service, or developing new products. The manager then monitors the results of the solution and makes adjustments as needed. For instance, a manager might monitor sales trends and customer feedback to see if the solution is having the desired effect. This monitoring helps to ensure that the solution is being implemented correctly and that it is having the intended effect.

5. The final step in the process is to evaluate the results of the solution. This involves comparing the results of the solution with the original problem and determining whether the solution has been successful. For example, a manager might evaluate the results of a solution by comparing sales trends and customer feedback before and after the solution was implemented. This evaluation helps to determine whether the solution has been effective and provides a basis for making further improvements.

物 理

I なめらかな水平面に置かれたばね振り子の運動について考える。振幅 A で単振動するばね振り子のおもりの位置 x は、図 1 で示されているように半径 A の円周上を角速度 ω で等速円運動する点の x 方向の位置に等しく、ばねが自然長のときのおもりの位置を 0 とすると、時刻 t でのおもりの位置は $x = A \sin(\omega t)$ で表される。おもりの質量を m 、ばねのばね定数を k とし、おもりの運動量を p で表す。以下の問 1～5 に答えなさい。問題の解答に必要な物理量があれば、それらを表す記号はすべて各自が定義し、解答欄に明示しなさい。(配点 25 点)

問 1 時刻 t での p を表す式を導きなさい。

問 2 力学的エネルギーが保存されることを示しなさい。

問 3 おもりの振動運動により位置 x と運動量 p は周期的な変化を繰り返す。振動の 1 周期にわたる x と p の関係を、 x を横軸、 p を縦軸にとった曲線として、その概略を解答欄のグラフに描きなさい。また、グラフには運動の向きを表す矢印と、曲線と x 軸および p 軸の交点の座標を記しなさい。

問 4 問 3 で得られた曲線の囲む「面積」を、問題に与えられた物理量 (m , k , A) を用いて表しなさい。また、この「面積」が力学的エネルギーと周期の積に等しいことを示しなさい。必要であれば、 xy 平面上の曲線 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ の囲む面積は πab で表されることを用いなさい。

問 5 ばね定数が $k' = \frac{k}{2}$ のばねを用いて質量 m のおもりを振幅 A' で振動させたところ、力学的エネルギーと周期の積が、ばね定数が k のときと等しくなった。このときの力学的エネルギーを E' および周期を T' とする。振幅、力学的エネルギー、および周期について、ばね定数が k' のときと k のときのそれぞれの比、 $\frac{A'}{A}$, $\frac{E'}{E}$, および $\frac{T'}{T}$ を求めなさい。

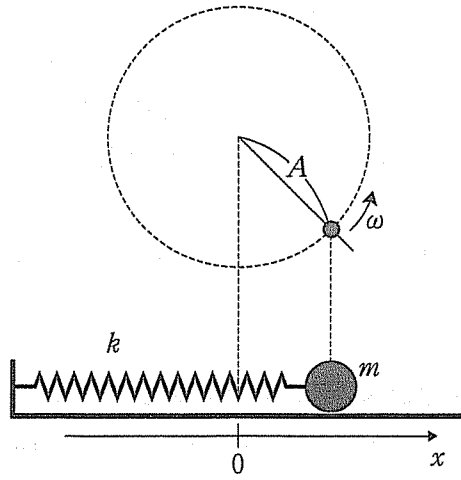


图 1

II 質量 m , 電荷 $q (> 0)$ の荷電粒子の運動について以下の問 1 ~ 5 に答えなさい。
解答欄には答えのみでなく導出過程も示しなさい。導出過程に必要な物理量があれば、それらを表す記号は全て各自が定義して使用してよいが、答えには与えられた物理量のみを用いなさい。なお、重力の影響は無視できるものとする。(配点 25 点)

問 1 この粒子を静止状態から電位差 $V_0 (< 0)$ で加速した。加速後の速さ v_0 を求めなさい。

問 2 この粒子が xy 平面内を速さ v_0 で運動しているとき、一様な磁束密度 B の磁場をかけて、 xy 平面内で z 軸正方向から見て時計回りの円運動をさせた。かけるべき磁場の向きを解答欄の図に矢印で示しなさい。また、この円運動の周期 T_0 を求めなさい。

次に、図 1 のような十分に大きな D 字型の中空電極 D_1, D_2 を使って荷電粒子を周期的に加速することを考える。電極間には十分狭い隙間がある。荷電粒子は時刻 $t = 0$ で図 1 に示すように D_1 と隙間の境界に静止しているとする。荷電粒子の運動する領域には問 2 で考えた磁場がかけられているとする。

問 3 $t = 0$ で電極 D_1 に対する電極 D_2 の電位 V を V_0 として粒子を加速した。粒子が D_2 内を運動し、再度隙間に到達したときに $V = -V_0$ として再度加速した。粒子が隙間を 3 回目に通過する直前までの軌跡の概略を解答欄の図に描きなさい。また、3 回目に隙間を通過する直前の粒子がもつ運動エネルギーを求めなさい。

問 4 問 3 のように、 D_1 から D_2 へ隙間を通過する際に $V = V_0$ 、 D_2 から D_1 へ隙間を通過する際に $V = -V_0$ として粒子の加速を行った。何回か加速を行った結果、運動半径が r になった。このときの運動エネルギー E を求めなさい。また、この運動エネルギー E に到達するまでに要する最短時間を求めなさい。

問 5 $q = 1.6 \times 10^{-19} [\text{C}]$, $B = 1.0 \times 10^{-1} [\text{T}]$, $m = 1.6 \times 10^{-27} [\text{kg}]$ の場合について、 $r = 1.0 \times 10^{-1} [\text{m}]$ となったときの $E [\text{J}]$ を有効数字 2 桁で求めなさい。

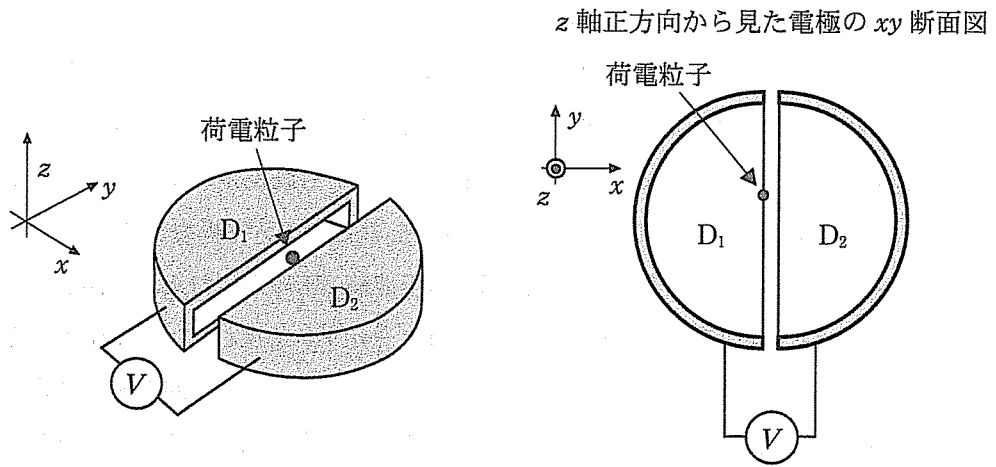


図 1

Ⅲ 2枚の長方形平板ガラス A, B を用意する。平板ガラス A には、図 1 のように表面に深さ d の溝が彫られており、溝の方向は平板ガラス A の一つの辺と平行である。溝の深さを測るため、平板ガラス B を、図 2 のように厚さ b の薄いフィルムを間に挟んで重ね、平板ガラス A に対して真上から波長 λ の光を当てた。平板ガラス A の端からフィルムの先端までの長さを L とする。平板ガラス A に対して真上から見たところ、図 3 のように間隔 a の干渉縞の暗線が現れた。干渉縞は、溝の部分では溝のない部分に対して斜面下方向に $\frac{3}{4}a$ ずれて現れた。真空中での光速を c 、空気の屈折率を 1.0、ガラスの屈折率を n とする。以下の問 1 ~ 5 に答えなさい。問題の解答に必要な物理量があれば、それらを表す記号はすべて各自が定義し、解答欄に明示しなさい。また、問 2 以降は導出過程も示しなさい。(配点 25 点)

問 1 ガラス中での光の速さと波長を求めなさい。

問 2 干渉縞の間隔 a を、 b , L , λ のなかから必要なものを用いて表しなさい。

問 3 溝の深さ d を、 b , L , λ , 整数 M ($M = 0, 1, 2, \dots$) のなかから必要なものを用いて表しなさい。

問 4 2枚の平板ガラスの間を媒質で満たしたとき、干渉縞の間隔が $\frac{3}{4}a$ になり、干渉縞のずれがなくなった。考え得る溝の深さ d を、 b , L , λ , 整数 N ($N = 0, 1, 2, \dots$) のなかから必要なものを用いて表しなさい。

問 5 問 4 で得られた結果から、 $L = 3.0 \times 10^{-1}[\text{m}]$, $b = 6.0 \times 10^{-5}[\text{m}]$, $a = 1.5 \times 10^{-3}[\text{m}]$ とした場合の考え得る溝の深さ d のうち、2 番目に浅い値を有効数字 2 桁で求めなさい。

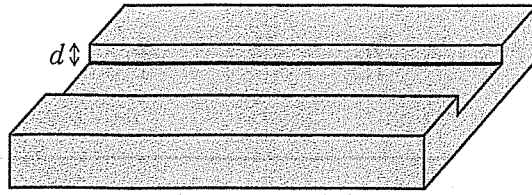


図 1

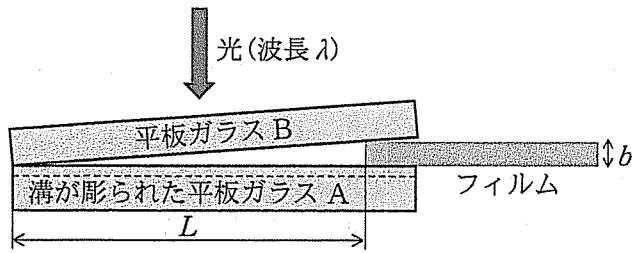


図 2

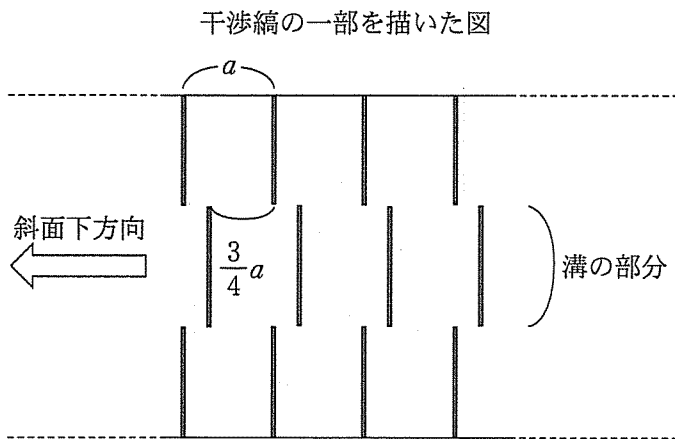


図 3