

理 科

試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	1 ~ 3	1 ~ 6
化学	1 ~ 4	7 ~ 14
生物	1 ~ 3	15 ~ 20
地学	1 ~ 4	21 ~ 28

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙に志望学部・受験番号を必ず記入しなさい。
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
4. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
5. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

物 理

- 1 図1のように、質量 m のおもりにばね定数が k と $2k$ のばねの一端を取り付け、それぞれのばねの他端を台の壁に固定した。台の面に平行な方向を x 方向とする。ばねの質量は無視でき、台と物体の間には摩擦はないものとし、重力加速度を g とする。

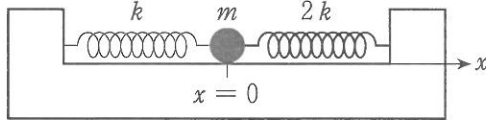


図 1

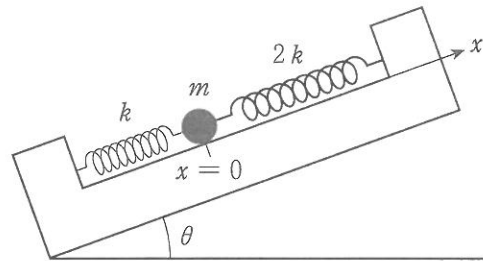


図 2

まず、台を水平に置いた。このとき、両方のばねは自然の長さになっており、静止しているおもりの位置を原点 $x = 0$ とする。そのおもりを $x = \ell_0$ の位置までずらして、時刻 $t = 0$ で静かに放すとおもりは単振動した。以下の問いに答えよ。

(問 1) 変位 x でのおもりにかかる復元力 F を求めよ。また、単振動の周期 T を m, k を用いて表せ。

(問 2) 手放されたおもりの変位が、最初に $x = \frac{\ell_0}{2}$ になる時刻 t_1 を m, k で表せ。

次に、台を水平から角度 θ だけ傾けると、図 2 のようにおもりは釣り合いの位置で静止した。この静止位置を新たに原点とし、斜面上向きを x 軸の正方向とする。

ばねが自然の長さになるようにおもりを手でもどし、静かに放すとおもりは単振動した。以下の問いに答えよ。

(問 3) 単振動の振幅 A と角振動数 ω を m, k, g, θ のうち、必要なものを用いて表せ。

(問 4) 変位 x でのおもりの速さを v とする。変位 x におけるおもりの力学的エネルギー E を m, k, g, θ, A, x, v を用いて表せ。ただし、位置エネルギーの基準点は $x = 0$ の高さとする。

(問 5) (問 4) の結果を用いて、おもりの位置が $x = \frac{A}{3}$ にあるときのおもりの速さ v_1 を m, k, g, θ, A で表せ。

(次頁に続く)

5

（以下、本文が非常に淡く、ほとんど不可読な状態です。内容は、技術的な説明や手順に関するものであると推測されます。）



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

（以下、本文が非常に淡く、ほとんど不可読な状態です。内容は、技術的な説明や手順に関するものであると推測されます。）

2

図1のように、等しい静電容量 C [F] をもつ2個のコンデンサー C_1 , C_2 , 電圧 E [V] の電池, およびスイッチ S_1 , S_2 からなる回路がある。2個のスイッチは連動しており、ともに上側, またはともに下側に閉じることができる。事前にスイッチをどちら側にも閉じていない状態で, 両方のコンデンサーを放電させておく。その後スイッチを上側に閉じ, 次に下側に閉じ, さらに上側に, 下側にと, 交互に切りかえる操作を繰り返す。

操作の回数を n で表し, 初めてスイッチを上側に閉じたときを $n = 1$, 次に下側に閉じたときを $n = 2$ とする。すなわち図2のように, n が奇数のときにはスイッチは上側に, n が偶数のときにはスイッチは下側に閉じている。 n 回目の操作にともなう電荷の移動が終わったとき, 上側のコンデンサー C_1 の極板の電荷を $\pm Q_n$ [C], 極板間の電位差を V_n [V] とし, また下側のコンデンサー C_2 の極板の電荷を $\pm Q'_n$, 極板間の電位差を V'_n とする。ただし, 両方のコンデンサーに対して, 電荷の符号は右側の極板を正とし, 電位の基準は左側にあるものとする。

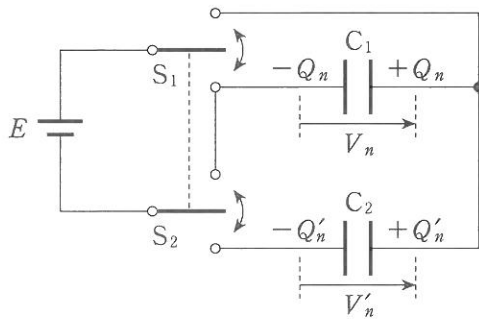


図1

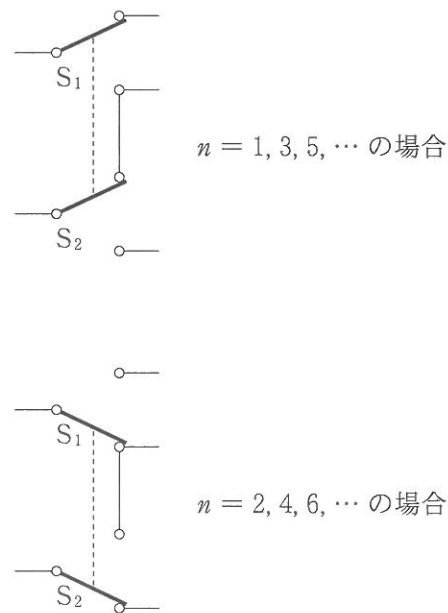


図2

以下の ~ を埋めて式を完成させよ。ただし, , , , , は C , E のうち必要なものを用いて, また , は極板間の電位差を表す記号を用いて書け。

(問1) 最初 $n = 1$ の場合, コンデンサー C_1 については,

$$V_1 = \text{} \quad (\text{a})$$

および,

$$Q_1 = \text{}$$

が成り立つ。また、コンデンサー C_2 は放電したままであるから $Q'_1 = 0$, $V'_1 = 0$ である。 $n = 1$ と $n = 2$ の場合との関係を考えれば、電荷(電気量)保存の法則より、電荷 Q_1 , Q_2 , Q'_2 の間に関係式

$$Q_1 = \boxed{3} \tag{b}$$

が成り立つ。また、電圧 E , 電位差 V_2 , V'_2 の関係は、

$$\boxed{4} = V'_2 \tag{c}$$

である。式(b)に $\frac{Q_1}{V_1} = \frac{Q_2}{V_2} = \frac{Q'_2}{V'_2} = C$ を適用すれば、

$$V_1 = \boxed{5} \tag{d}$$

が導かれる。式(a), (c), (d)から V_1 , V_2 を消去すれば、

$$V'_2 = \boxed{6}$$

が得られ、よって、

$$Q'_2 = \boxed{7}$$

となる。

(問2) 次に、 $n = 2k - 1$ と $n = 2k$ ($k = 1, 2, \dots$) の場合の関係を考える。電荷保存の法則より、電荷 Q_{2k-1} , Q_{2k} , Q'_{2k-1} , Q'_{2k} の間に関係式

$$Q_{2k-1} + Q'_{2k-1} = \boxed{8} \tag{e}$$

が成り立つ。また、電圧 E , 電位差 V_{2k} , V'_{2k} の関係は、

$$\boxed{9} = V'_{2k} \tag{f}$$

である。式(e)に $\frac{Q_{2k-1}}{V_{2k-1}} = \frac{Q_{2k}}{V_{2k}} = \frac{Q'_{2k-1}}{V'_{2k-1}} = \frac{Q'_{2k}}{V'_{2k}} = C$ を適用すれば、

$$V_{2k-1} + V'_{2k-1} = \boxed{10} \tag{g}$$

が導かれる。式(a), (f), (g), および $V_{2k-1} = V_1$ から V_1 と V_{2k} を消去すれば、電位差 V'_{2k} は V'_{2k-1} , E を用いて、

$$V'_{2k} = \boxed{11} \tag{h}$$

と書くことができる。

(問3) スイッチの切りかえ操作を限りなく繰り返せば、電圧 V_n は一定値に近づく。この一定値を V [V] とし、式(h)で V'_{2k} と V'_{2k-1} をともに V に置きかえれば、

$$V = \boxed{12}$$

となる。

- 3 長さ 2ℓ [m] の円筒を用いた特定の波長の光を透過させる装置(分光器)について考える。円筒の左底面の中央には小さな穴 H, 右底面にはスクリーンがある。この装置の円筒中心軸を通る断面を図 1 の中央に示す。

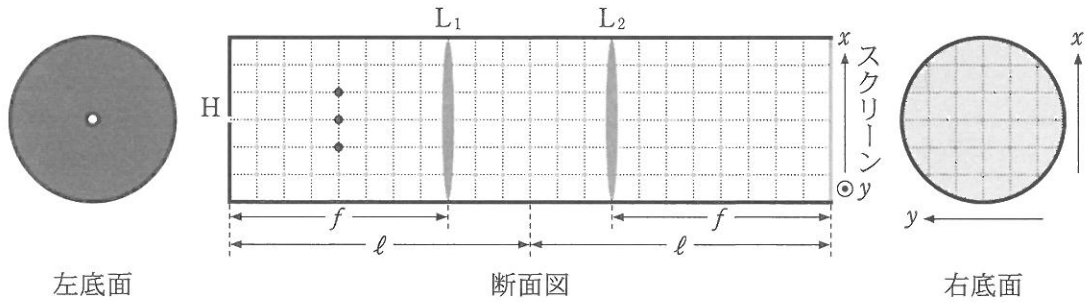


図 1

まず、焦点距離 f [m] の 2 枚の凸レンズ L_1, L_2 を、それぞれ H およびスクリーンから距離 f の位置に配置した。ただし $f < \ell$ である。以下の問いに答えよ。

- (問 1) H から円筒に入射した光線のうち、左底面から $\frac{f}{2}$ の距離にある図 1 の断面図上に示した 3 点を通る光線の光路を図示せよ。

次に、薄いガラス板の片面に等間隔 d [m] で平行に細い溝が刻まれた図 2 のような回折格子を用意した。次の問いに答えよ。

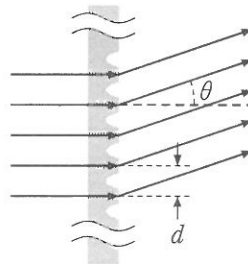
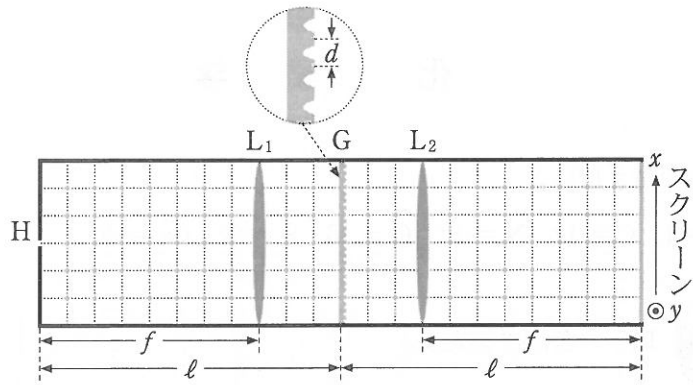


図 2

- (問 2) 回折格子へ垂直に波長 λ [m] の平行光線を入射させた。入射光の方向に対し角度 θ [rad] の方向に回折される光が強めあう条件を示せ。ただし、回折の次数を表す整数として m を用いよ。



断面図

図 3

回折格子を図 3 の G の位置に置き、細い溝がスクリーンの y 軸方向と平行になるように配置した。以下の問いに答えよ。

(問 3) H から赤色の単色光を入射させた場合、スクリーン上にはどのような像が映るか、その概要を図示せよ。また、入射光を青色の単色光に変えた場合、その像はどのように変化するか説明せよ。ただし、回折格子の格子間隔 d は、これらの光の波長に比べ十分に大きいものとする。

(問 4) スクリーン上で、中心から x 方向に a [m] だけ離れた位置に小さな穴をあけた。H から波長 λ の単色光を入射させたとすると、どのような波長の光がこの穴を通過するか。通過する光の波長の条件を d , a , f と回折次数を表す整数 m を用いて示せ。ただし、 a は f より十分に小さいとする。