

科目	物 理
----	-----

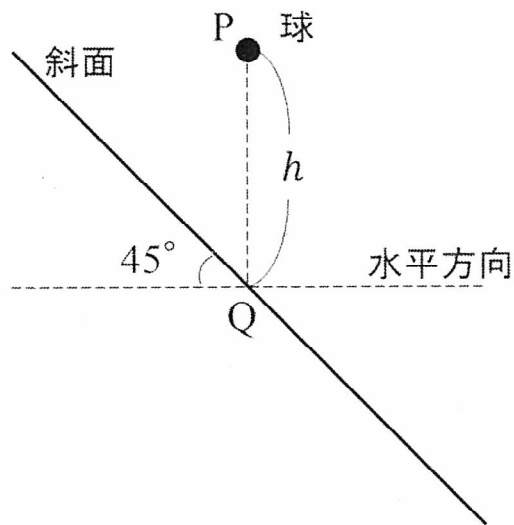
理学部・医学部・薬学部・工学部・都市デザイン学部

注 意

1. 開始の合図があるまで、この冊子を開いてはいけない。
2. 問題は1ページから6ページにわたっている。解答用紙は3枚、下書用紙は3枚で、問題冊子とは別になっている。これらが不備な場合は、直ちにその旨を監督者に申し出ること。
3. 解答は、すべて解答用紙の所定の欄に記入すること。
指定された解答用紙以外に記入した解答は、評価（採点）の対象としない。
4. すべての解答用紙の上部の欄に、志望学部と受験番号（2か所）を記入すること。
5. 試験終了後、問題冊子・下書用紙とも、持ち帰ること。

1 図のように、水平方向に対して 45° 傾いた、なめらかな斜面がある。質量 m で大きさの無視できる球を斜面より上方の空中の点 P から静かに落とすと、球は点 P より鉛直下方に h だけ下がった斜面上の点 Q で斜面と衝突し、はねかえった。球と斜面との反発係数は $\frac{1}{\sqrt{3}}$ であった。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるものとする。以下の問いに答えよ。

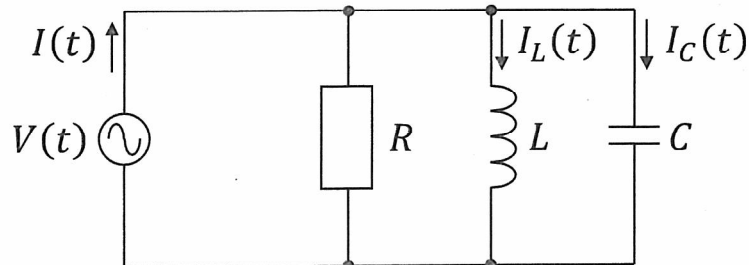
- (1) 球が斜面に衝突する直前の速さを求めよ。解答欄に解答のみを示せ。
- (2) 衝突直後の球の速度の斜面に対して平行な成分と垂直な成分のそれぞれの大きさを求めよ。解法記述欄に解答を得るまでの解き方を示し、解答欄に解答のみを示せ。
- (3) 衝突の直後に球が斜面からはねかえる角度は水平方向に対して何度になるかを求めよ。解法記述欄に解答を得るまでの解き方を示し、水平方向に対して上方か下方かの向きの区別と水平方向となす角度の大きさを解答欄に示せ。
- (4) 衝突直後の球の速さを求めよ。解答欄に解答のみを示せ。
- (5) 球が斜面に衝突してから離れるまでに斜面から受けた力積の大きさを求めよ。解答欄に解答のみを示せ。
- (6) 衝突によって球から失われた力学的エネルギーを求めよ。解答欄に解答のみを示せ。



2 は次のページから始まります。

2

図のように内部抵抗が無視できる交流電源に、抵抗値 $R[\Omega]$ の抵抗、自己インダクタンス $L[H]$ のコイル、電気容量 $C[F]$ のコンデンサーが並列に接続されている。時刻 $t[s]$ における交流電源の電圧は $V(t) = V_0 \sin \omega t$ であった。ここで、 $V_0[V]$ は電圧の最大値、 $\omega[\text{rad/s}]$ は角周波数である。以下の問いに答えよ。



- (1) コイルに流れる電流 $I_L(t)$ を V_0, ω, t, R, L, C のうち適切なものを用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。
- (2) $0 \leq t \leq \frac{2\pi}{\omega}$ の範囲において、コンデンサーに流れる電流 $I_C(t)$ の時間変化波形を解答欄に図示せよ。ただし、グラフには電流の最大値および最小値とその時刻を表す式とそれらを示す目盛りを記入すること。また、電流が横軸と交わる時刻を表す式とその時刻を示す目盛りも記入すること。なお、電流や時刻を表す式は V_0, ω, R, L, C のうち適切なものを用いて表せ。
- (3) 抵抗で消費される平均電力を V_0, ω, R, L, C のうち適切なものを用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。
- (4) 交流電源の電圧 $V(t)$ に対する交流電源からの電流 $I(t)$ の位相差を ϕ とするとき、 $I(t) = \frac{V_0}{Z} \sin(\omega t + \phi)$ と表せる。ここで、 Z は回路全体のインピーダンスである。 Z と $\tan \phi$ を ω, R, L, C を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。必要であれば、三角関数の合成公式 $a \sin \omega t + b \cos \omega t = \sqrt{a^2 + b^2} \sin(\omega t + \phi)$ を用いよ。
- (5) 交流電源の電圧の角周波数 ω を変化させると、特定の角周波数で回路全体のインピーダンスが最大となった。このときの角周波数を R, L, C のうち適切なものを用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。
- (6) 問(5)のとき、コイルとコンデンサーに蓄えられるエネルギーの和を V_0, R, L, C のうち適切なものを用いて表せ。解法記述欄に解答を得るまでの解き方を示し、解答欄に解答のみを示せ。

3 は次のページから始まります。

3 原子番号 Z の元素の電気量 Ze (電気素量を $e[\text{C}]$ とする) の原子核に電気量 $-e$ の電子 1 個が束縛されたイオン (水素様イオンと呼ぶ) の構造をボーアの理論を使って考える。プランク定数を $h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, 真空中の光の速さを $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$, 真空中のクーロンの法則の比例定数を $k_0[\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2]$, リュドベリ定数を $R = \frac{2\pi^2 k_0^2 m e^4}{ch^3} = 1.1 \times 10^7 \text{ /m}$, 電子の質量を $m[\text{kg}]$ とする。解答において, 数値解は有効数字 2 桁として答えよ。

(1) 静止した原子核を中心に, 速さ v , 半径 r で電子が等速円運動をしていると考える。この時の速さ v を m, r, k_0, Z, e を用いて表せ。解答欄に解答のみを示せ。

(2) 定常状態の電子の円軌道は以下のボーアの量子条件,

$$mvr = n \frac{h}{2\pi} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

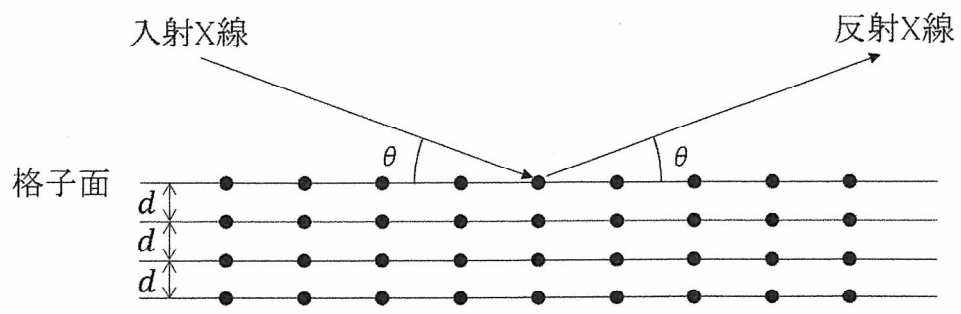
を満たす。ここで, 問 (1) の電子が量子数 n の定常状態にあるとき, その電子の軌道半径 r を h, m, n, k_0, Z, e を用いて求めよ。解答欄に解答のみを示せ。

(3) 位置エネルギーの基準点を無限遠にとり, 量子数 n の定常状態にある電子のエネルギーを R, c, h, Z, n を用いて求めよ。解法記述欄に解答を得るまでの解き方を示し, 解答欄に解答のみを示せ。

(4) 原子番号 Z が 29 である水素様イオン内の電子が, $n = 2$ のエネルギー状態から $n = 1$ のエネルギー状態へ遷移する時に放出する光子のエネルギー $[\text{J}]$ を数値で求めよ。解答欄に解答のみを示せ。

(5) 問 (4) で求めたエネルギーは X 線に相当する。この X 線の波長 $[\text{m}]$ を数値で求めよ。解答欄に解答のみを示せ。

(6) 図のように, 問 (5) で得られた波長を持つ X 線がある格子面 (結晶面) に平行に入射し, だいに傾けていくと, 角度 $\theta = 20^\circ$ の時に最初の強い反射が起こった。この反射を生じた格子面の間隔 $d[\text{m}]$ を数値で求めよ。 $\sin 20^\circ = 0.34$ とする。解答欄に解答のみを示せ。



受験番号

物 理	小 計
(3-1)	

科 目	物 理
--------	-----

志望学部	受験番号
学部	

解 答 用 紙

(3枚中の 第1枚)

1

問 (1)	解答欄		
問 (2)	解法記述欄		
	<table border="1"> <tr> <td>解答欄</td> </tr> <tr> <td>平行成分：</td> </tr> <tr> <td>垂直成分：</td> </tr> </table>	解答欄	平行成分：
解答欄			
平行成分：			
垂直成分：			
問 (3)	解法記述欄		
	<table border="1"> <tr> <td>解答欄</td> </tr> <tr> <td>向き：</td> </tr> <tr> <td>角度： [°]</td> </tr> </table>	解答欄	向き：
解答欄			
向き：			
角度： [°]			
問 (4)	解答欄		
問 (5)	解答欄		
問 (6)	解答欄		

採 点

受験番号					

物 理	小 計
(3-2)	

科 目	物 理
-----	-----

志望学部	受験番号
学部	

解 答 用 紙

(3枚中の 第2枚)

2

問(1)	解答欄	
問(2)		問(3) 解答欄
		問(4) 解答欄 $Z =$
		問(5) 解答欄 $\tan \phi =$
問(6)	解法記述欄	
	<div style="text-align: right;">解答欄</div>	

採 点

受験番号					

物 理	小 計
(3-3)	

科 目	物 理
--------	-----

志望学部	受験番号
学部	

解 答 用 紙

(3枚中の 第3枚)

3

問 (1)	解答欄	問 (2)	解答欄
問 (3)	解法記述欄		解答欄
問 (4)	解答欄 [J]	問 (5)	解答欄 [m]
		問 (6)	解答欄 [m]

採 点

見本

下書用紙

下書用紙

見本

見本

下書用紙