

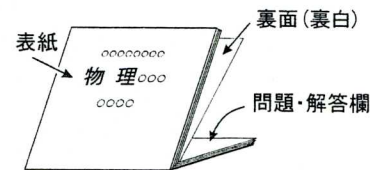
平成 23 年度入学試験問題

物 理 3 0 1

(前 期 日 程)

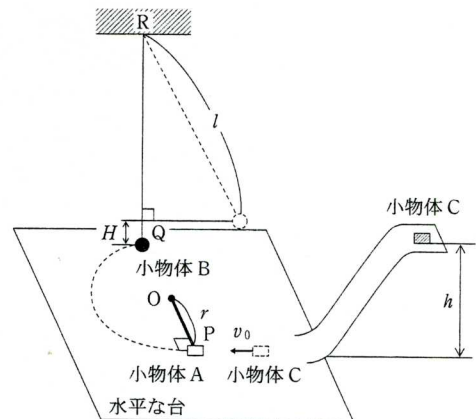
(注意事項)

- 1 問題・解答用紙は、係員の指示があるまで開かないこと。
- 2 この表紙を除いて、問題・解答用紙は 3 枚である。
用紙の折り方は図のようになっているので注意すること。
- 3 解答は、問題・解答用紙の指定された解答箇所に書くこと。指定された解答箇所以外に書いたものは採点しない。また、裏面に解答したものも採点しない。
- 4 〔式と計算〕と表示がある箇所には、答えを導く過程で必要な式と計算を書くこと。
- 5 解答開始後、各問題・解答用紙の「受験番号」欄に受験番号をはっきりと記入すること。
- 6 表紙の余白と裏面を計算のために用いてよい。
- 7 表紙を含め、配布した用紙はすべて回収する。



物 理 301 その 1

第1問 図のようになめらかで水平な台上の点 O を中心とする半径 r [m] の円周上の2点 P , Q にそれぞれ小物体 A (質量 $2m$ [kg]) と小物体 B (質量 m [kg]) が置かれている。 A は長さ r [m] の軽い糸で点 O につながれており、 B は点 Q の真上で距離 l [m] だけ離れた点 R から長さ l [m] の軽い糸でつり下げられている。ただし、いずれの糸も伸び縮みしないとし、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。



- [1] 小物体 C (質量 m [kg]) は初速 0 m/s で台からの高さ h [m] からなめらかな斜面をすべり落ち、速さ v_0 [m/s] で小物体 A と点 P で半径 OP に垂直に衝突した。衝突後、 C は点 P で静止し、 A は速さ v_1 [m/s] で半径 r の円周上を等速円運動し始めた。

問 1 衝突直前の C の速さ v_0 を、 m , g , h の中で必要なものを用いて表せ。

[式と計算]

答	
---	--

問 2 衝突後の A の速さ v_1 を、 v_0 を用いて表せ。

[式と計算]

答	
---	--

- [2] その後、小物体 A は速さ v_1 で小物体 B と円周上の点 Q で完全弾性衝突した。衝突後 B は糸がたるむことなく半径 OQ に垂直な面内を運動した。 B が初めて点 Q に戻ってくるまでを考える。

問 3 点 Q での衝突直後の A の速さ v_2 [m/s] と B の速さ v_3 [m/s] を、 v_1 を用いて表せ。

[式と計算]

答	v_2	
	v_3	

問 4 B が到達する最高点の台からの高さ H [m] を、 v_3 , m , g , r , l の中で必要なものを用いて表せ。

[式と計算]

答	
---	--

問 5 l に比べて H がじゅうぶん小さいとき、衝突後 B が最高点に達するまでに要する時間は何秒か。 v_3 , m , g , l , H の中で必要なものを用いて表せ。

[式と計算]

答	
---	--

問 6 B が到達する最高点の高さ H は、高さ h の何倍になるか。

[式と計算]

答	
---	--

問 7 B が再び点 Q に戻ってきた瞬間の糸の張力の大きさを、 v_3 , m , g , r , l の中で必要なものを用いて表せ。

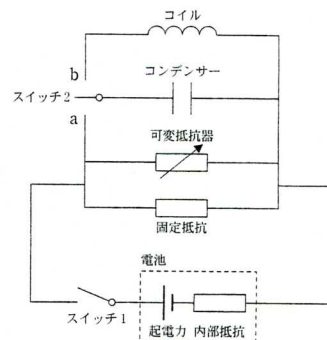
[式と計算]

答	
---	--

小 計		点
-----	--	---

物 理 301 その2

第2問 電池(起電力 E [V]、内部抵抗 r [Ω]、) 可変抵抗器、固定抵抗(抵抗値 R [Ω]、) コンデンサー(電気容量 C [F]、) コイル(自己インダクタンス L [H]、) が、2つのスイッチ1と2で右図のように接続されている。ただし、初め2つのスイッチは開いており、コンデンサーに電荷は与えられていない。また、 $R > r$ であり、導線とコイルの抵抗は無視できるものとする。



[1] スイッチ1を閉じて可変抵抗器の抵抗値を R [Ω] にした。

問1 スイッチ1を流れる電流を、 E 、 r 、 R を用いて表せ。

[式と計算]

答	
---	--

[2] その後、スイッチ2をa側に閉じ、じゅうぶんに時間が経過した。

問2 コンデンサーにたくわえられた電荷 Q_0 [C] と静電エネルギー U_0 [J] を、 E 、 r 、 R 、 C を用いて表せ。

[式と計算]

答	Q_0	
	U_0	

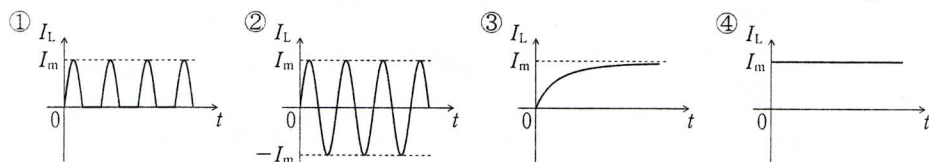
[3] 次に、スイッチ2を開けたのちスイッチ1を開けた。その後スイッチ2をb側に閉じた。

問3 コイルに流れる電流の最大値 I_m [A] を L と問2の U_0 を用いて表せ。

[式と計算]

答	
---	--

問4 コイルに流れる電流 I_L [A] の時間変化の様子について、次の①から④のグラフの中から最も適当なものを1つ選び番号で答えよ。ただし、グラフの横軸は時間 t [s] であり、スイッチ2をb側に閉じたときを0とする。



答	
---	--

[4] スイッチ2を開けスイッチ1を閉じ、可変抵抗器と固定抵抗の合成された抵抗での消費電力が最大になるように可変抵抗器の抵抗値を調整した。

問5 スイッチ1を流れる電流 I [A]、可変抵抗器の抵抗値 R_v [Ω]、および合成された抵抗での消費電力の最大値 P_m [W] を、 E 、 r 、 R の中で必要なものを用いて表せ。

[式と計算]

答	I	
	R_v	
	P_m	

小 計		点
-----	--	---

物 理 301 その3

第3問 光と電子に関する下の問い(問1～5)に答えよ。

[1] X線(エックス線)のような波長 λ (m)が極めて短い光を用いて物質の構造を調べることができる。図1のようにX線を結晶にあてると入射角度 θ がある条件を満たすときに強く反射する。この性質を利用して結晶の原子面間隔 d (m)を求めることができる。

問1 結晶の原子面間隔が d であるとき、図1のX線aとbの経路差 $\Delta x = PO' + O'Q$ を λ , d , θ の中で必要なものを用いて表せ。ただし、点Oからbの経路におろした垂線とbの経路との交点をP, Qとする。

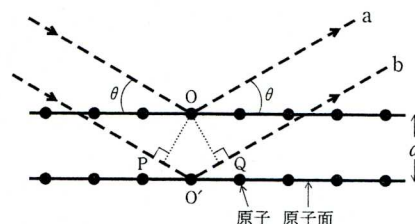


図1

〔式と計算〕

答	
---	--

問2 n を任意の自然数として、反射したX線が強めあう条件式を Δx , λ , n を用いて表せ。

〔式と計算〕

答	
---	--

問3 波長 7.1×10^{-11} mのX線を入射させると $n = 2$, $\theta = 30^\circ$ のときに強く反射した。原子面間隔 d (m)を求めよ。

〔式と計算〕

答	
---	--

[2] 図2のように真空中の金属にいろいろな振動数 f (Hz)の光をあてると電子(光電子)が飛び出す。光の振動数 f と電極で集められた光電子の最大運動エネルギー E (J)の関係は表のようになった。

f (Hz)	4.50×10^{14}	5.00×10^{14}	5.50×10^{14}	6.00×10^{14}	6.50×10^{14}
E (J)	1.60×10^{-20}	4.80×10^{-20}	8.00×10^{-20}	11.2×10^{-20}	14.4×10^{-20}

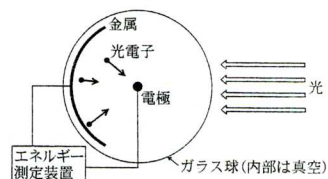


図2

問4 表の数値を図3のグラフに描き、光をあてても電子が飛び出さない光の振動数の最大値 f_0 (Hz)を求めよ。

〔式と計算〕

答	
---	--

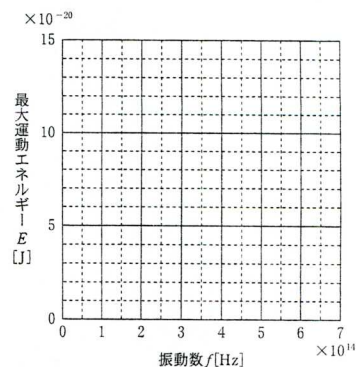


図3

問5 f (Hz)と E (J)の関係は h , E_0 を定数として $E = hf + E_0$ で表されることがわかっている。この実験から得られる傾きの値 h はいくらか。 h は光のエネルギーを記述するのに用いられる重要な定数である。

〔式と計算〕

答	
---	--

小 計	
合 計	