前期日程試験

平成 26 年度医学科入学試験問題

物　　　理

〔注意事項〕

1　監督者の指示があるまで，この冊子を開いてはいけない。
2　**解答用紙に受験番号と氏名を必ず記入すること。**
3　この問題冊子の本文は，7ページからなっている。落丁，乱丁及び印刷不鮮明な箇所などがあれば，手をあげて監督者に知らせなさい。
4　この問題冊子の白紙と余白は，適宜下書きに使用してもよい。
5　解答は，すべて別紙「解答用紙」の指定された場所に記入すること。
6　特に指示がなければ，解答欄に解答の導出過程も簡潔に記すこと。
7　この問題冊子は持ち帰ること。

平成２６年度京都府立医科大学医学部医学科入学者選抜試験（前期日程）

問題訂正 ~~補足説明~~

試験科目　物理

5 ページ　上　から 3 行目

（誤）

$I_c = \underline{I_c} \cos \omega t$

（正）

$I_c = \underline{I_0} \cos \omega t$

（訂正箇所：＿の１文字）

1 図1のように，長さ l の伸び縮みしない軽い糸の一端に，質量 m の小球Pをとりつけ，他端を床から高さ h $(> l)$ の車両の天井の点Oで固定した。図2は，水平面上に敷設されたレール上を，この車両が移動するようすを真上から示したものである。車両は，A，B，C，D点を順に通過し，AB区間はレールの中心までの半径が R の円弧状のカーブ区間，BD区間は直線区間である。車両の速さは，図3のように変化した。t_A，t_B，t_C，t_D は，それぞれ図2のA，B，C，D点を車両が通過した時刻を表す。このとき，移動する車両の中で小球Pの動きを観察した。以下の問いに答えよ。ただし，レールの幅，車両の長さ，幅および高さは半径 R に比べ十分小さいとし，点Oは常にレールの中心と同じ鉛直線上にあり，移動する車両は水平に保たれているものとする。また，重力加速度を g とする。

問 1　車両がAB区間を通過するとき，小球Pは，図4のように糸と鉛直方向のなす角が θ_1 になる点 Q_0 で静止していた。このとき，小球Pはどの向きに傾いていたか，図1の①～④で答えよ。また，$\tan\theta_1$ を，m，v_0，R，l，g の中から必要なものを用いて表せ。

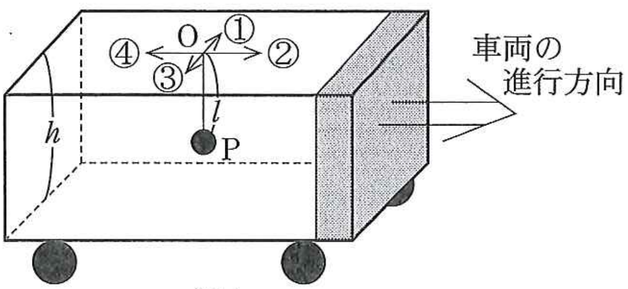

図1

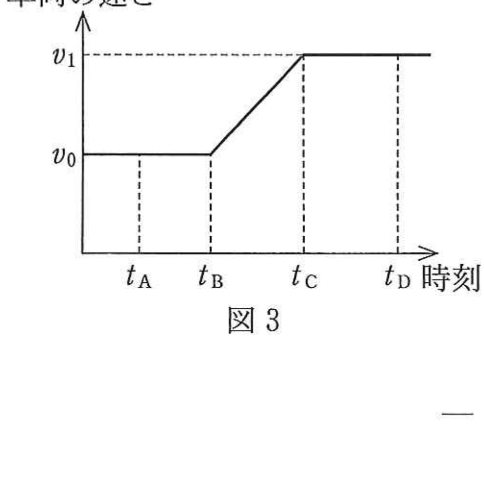

図3

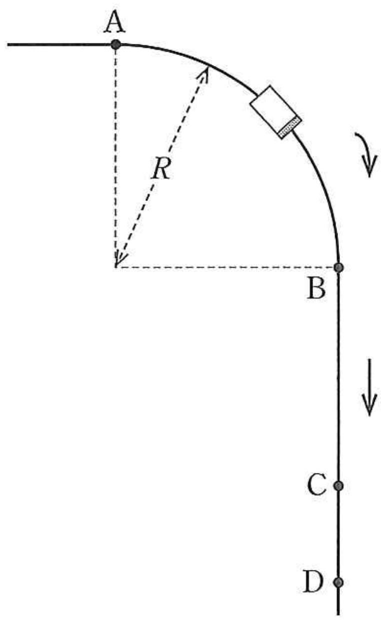

図2

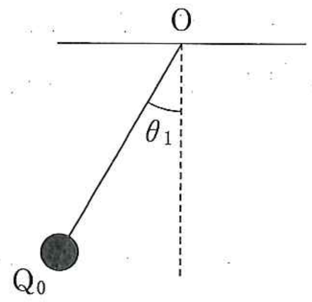

図4

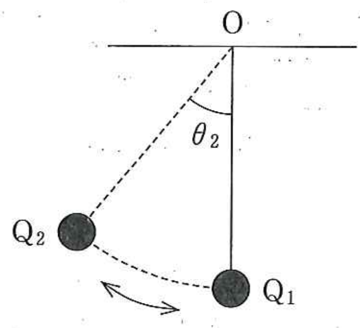

図5

問 2　車両がB点にきたとき，図1のように，鉛直方向に小球Pを静止させ，静かに手を離したところ，BC区間では，図5のように，鉛直方向の点 Q_1 と鉛直方向となす角が θ_2 の点 Q_2 の間で，小球Pは振動した。

(1)　点 Q_2 はどの向きにあるか，図1の①～④で答えよ。

(2)　BC区間での車両の加速度の大きさを，m，l，θ_2，g の中から必要なものを用いて表せ。

(3)　BC区間の小球Pの速さの最大値と，そのときの糸の張力を，それぞれ m，l，θ_2，g の中から必要なものを用いて表せ。

問 3　車両がBC区間を通過中，振動している小球Pが点 Q_2 にきたとき，もし糸を切ったとすれば，糸を切ったときから小球Pが車両の床に達するまでの時間と，小球Pが床に達するときの速さを，それぞれ m，h，l，θ_2，g の中から必要なものを用いて表せ。

問 4　車両がC点にきたとき，小球Pが次のそれぞれの状態の場合，CD区間の小球Pの運動について，各問いに答えよ。

(1)　C点で小球Pが点 Q_1 にあった場合，小球Pの運動のようすを15文字以内で答えよ。

(2)　C点で小球Pの速さが最大であった場合，小球Pは，糸と鉛直方向のなす角度の最大値が θ_m で振動した。$\cos\theta_m$ を求めよ。

2 次の文中の $\boxed{\text{(1)}}$ から $\boxed{\text{(13)}}$ に入る適切な数式を答え，$\boxed{\text{(a)}}$ から $\boxed{\text{(c)}}$ は，それぞれ{　}内の選択肢から適切なものを選んで記号で答えよ。なお，解答欄には解答のみ記せ。

問1　図1のように，電気容量 C のコンデンサー，自己インダクタンス L のコイル，起電力 E の電池，それぞれの抵抗値が R_1，R_2 の抵抗 $\mathrm{R_1}$，$\mathrm{R_2}$，およびスイッチ $\mathrm{S_1}$，$\mathrm{S_2}$，$\mathrm{S_3}$ からなる回路がある。ただし，電池の内部抵抗，コイル，スイッチおよび導線の抵抗は無視できるとする。

初め，すべてのスイッチは開いていて，コンデンサーに電荷は蓄えられていないとする。スイッチ $\mathrm{S_2}$ を入れ，続いてスイッチ $\mathrm{S_1}$ をAに入れると，その直後に抵抗 $\mathrm{R_1}$ を流れる電流は $\boxed{\text{(1)}}$ であり，コンデンサーは充電され始める。コンデンサーに電気量 Q が蓄えられた瞬間から微小時間 Δt の間に，コンデンサーの極板間の電位差が ΔV 増加したとする。微小時間 Δt の間は抵抗 $\mathrm{R_1}$ を流れる電流が一定とみなすと，変化率 $\dfrac{\Delta V}{\Delta t}$ は $\boxed{\text{(2)}}$ となる。十分時間が経ったのち，コンデンサーに蓄えられる電気量は $\boxed{\text{(3)}}$，静電エネルギーは $\boxed{\text{(4)}}$ である。この状態から，スイッチ $\mathrm{S_1}$ をAからBへ切り替え，蓄えられている電荷がゼロになるまでコンデンサーを放電させる。このとき，抵抗 $\mathrm{R_1}$ で生じるジュール熱は $\boxed{\text{(5)}}$ となる。

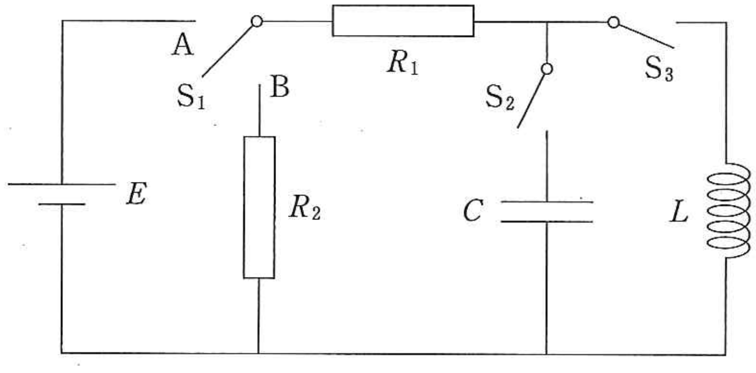

図1

つぎに，スイッチS_1，S_2を開き，スイッチS_3を入れる。再びスイッチS_1をAに入れた直後に抵抗R_1を流れる電流は $\boxed{\quad(6)\quad}$ であり，その後，電流は一定値 $\boxed{\quad(7)\quad}$ まで $\boxed{\text{(a)\{ (ア) 増加　(イ) 減少 \}}}$ する。その電流の時間変化の割合は，スイッチS_1を入れてからの時間が経つにつれて $\boxed{\text{(b)\{ (ア) 増加　(イ) 減少 \}}}$ する。

問 2　図2のように，それぞれの電気容量がC_1，C_2のコンデンサーC_1，C_2，それぞれの自己インダクタンスL_1，L_2，相互インダクタンスMのコイルL_1，L_2，スイッチS_1，S_2，および交流電源からなる回路がある。初めの状態は，すべてのスイッチは開いていて，コンデンサーに電荷は蓄えられていないとする。コイル，スイッチおよび導線の抵抗は無視できるとし，インダクタンスは$M^2 < L_1L_2$を満たすとする。また，電位は点Gを基準にし，電流は矢印の向きを正とする。

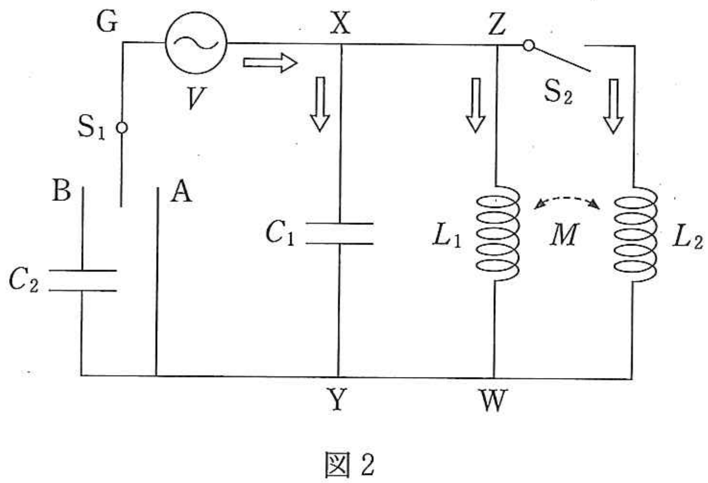

図2

◇M3(616—28)

初めの状態からスイッチS_1をAに入れた回路を考える。電源から，角周波数ω，最大値V_0の正弦波交流電圧Vを加えると，コンデンサーC_1に交流電流$I_C = I_C \cos \omega t$が流れるとすると，電流I_Cの最大値I_0は次のように求まる。すなわち，I_Cの式より，交流電圧Vは，

$V =$ (C){ (ア) $V_0 \sin \omega t$　(イ) $-V_0 \sin \omega t$　(ウ) $V_0 \cos \omega t$　(エ) $-V_0 \cos \omega t$}

であるとわかるので，最大値I_0は，V_0，C_1，ωを用いて，$I_0 =$ (8) となる。さらに，コイルL_1を流れる交流電流I_Lも，$I_L =$ (9) と求まる。これらから，角周波数ωが (10) $(=\omega_0$とする$)$の場合は，電源を流れる電流はゼロとなることがわかる。

こんどは，初めの状態からスイッチS_1をBに入れた回路を考える。電源から，角周波数$\omega(>\omega_0)$，最大値V_0の正弦波交流電圧Vを加えると，コンデンサーC_1に最大値I_0'の交流電流$I_C = I_0' \cos \omega t$が流れ，コンデンサーC_1の極板間の電位差の最大値がV_0'であるとする。先と同様に考えると，I_CおよびコイルL_1を流れる電流はV_0'を用いて表せるので，コンデンサーC_2を流れる交流電流IもV_0'を用いた式で求まる。したがって，コンデンサーC_2の極板間の電位差もV_0'を用いて表せる。これらから，V_0'とV_0の関係が求まるので，交流電流Iの実効値I_eは，V_0，C_1，C_2，L_1，ωを用いて，$I_e =$ (11) となる。

問 3　図 2 の初めの状態からスイッチ S_2 を入れ，続いてスイッチ S_1 を A または B に入れた回路では，2 つのコイル L_1，L_2 の並列接続部分を 1 つのコイル L_3 とみなすことができ，そのコイル L_3 の自己インダクタンス L_3 と L_1，L_2，M の関係は次のように求まる。図 3 において，コイル L_1，L_2 をそれぞれ流れている電流 I_1，I_2 が，微小時間 Δt に，それぞれ ΔI_1，ΔI_2 だけ変化したとする。このとき，コイル L_1 に生じる誘導起電力 V_1 は $V_1 = -L_1\dfrac{\Delta I_1}{\Delta t} - M\dfrac{\Delta I_2}{\Delta t}$，コイル L_2 に生じる誘導起電力 V_2 は $V_2 = \boxed{\ (12)\ }$ と表せる。ただし，コイル L_1 と L_2 は，自己誘導と相互誘導による誘導起電力が同じ向きになるように並列接続されているとする。これらを，図 3 のように，1 つのコイル L_3 で表すと，コイル L_3 に生じる誘導起電力 V_3 は，$V_3 = -L_3\dfrac{\Delta I}{\Delta t}$ となるので，L_3 は，L_1，L_2，M を用いて，$L_3 = \boxed{\ (13)\ }$ となる。

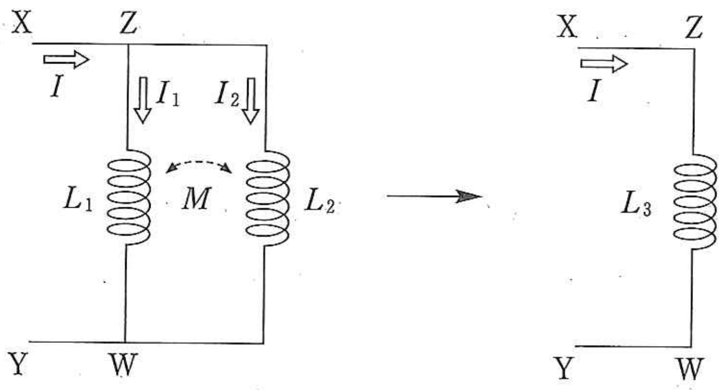

図 3

3 図のように，厚さが d の透明な薄膜が空気中にある。その表面に入射角 θ で，速さ c，波長 λ の光が入射している。この光に対する薄膜の屈折率は1.5である。薄膜のAから入射して裏面のBで反射する光と表面のCで反射する光が，観測を行うD方向で干渉している。空気の屈折率を1として，以下の問いに答えよ。

問 1　薄膜中での光の速さ，波長および振動数を求めよ。

問 2　表面のCでの反射光と裏面のBでの反射光の経路差を求めよ。

問 3　薄膜の厚さ d が $d = \dfrac{\lambda}{5}$ の場合に，入射角 θ を 0° から 90° まで変化させた。ある入射角 θ_1 のとき，干渉して強めあった明るい光が観測された。$\sin\theta_1$ を求めよ。

問 4　入射角 θ を 0° から 90° まで変化させると明るい光が観測される最小の薄膜の厚さを求めよ。

問 5　薄膜の厚さ d が $d = 2\lambda$ の場合に，入射角 θ が $\theta = \theta_1$ と $\theta = \theta_2$ のとき，明るい光が観測された。$\sin\theta_1$ と $\sin\theta_2$ を求めよ。

問 6　前問と同じ厚さ 2λ の薄膜で，こんどはBの下側には空気でなく屈折率1.7の透明な物体をみたし，同様に速さ c，波長 λ の光をAから入射させた。入射角 θ を 0° から 90° まで変化させると，明るい光がいくつかの入射角 θ のとき観測された。そのときのそれぞれの入射角 θ の $\sin\theta$ を求めよ。