

# 大阪医科大学

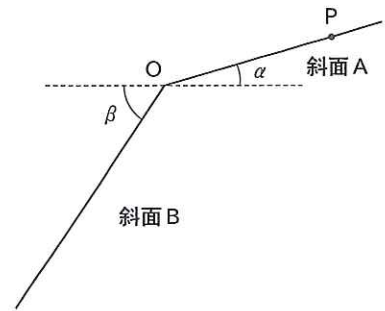
平成 24 年度 入学 試験 問題 (後期)

## 理 科

### 注 意

1. 合図があるまで表紙をあけないこと。
2. 物理, 化学, 生物のうちから 2 科目を選択し, 別紙解答用紙に受験番号, 氏名を記入すること。  
(ただし受験票, 入学願書に記入した 2 科目に限る。)
3. 選択した科目以外の科目(例えば物理, 化学を選択した場合は生物)の解答用紙にも受験番号, 氏名を記入し, 全体に大きく×印をすること。
4. 解答は解答用紙の枠内に記入すること。
5. 選択した科目以外の解答用紙に解答を記入した場合, 及び解答用紙に解答以外のことを書いた場合, その答案は無効とする。
6. 出題数は物理, 化学, 生物おのおの 4 題, 別紙解答用紙は各科目それぞれ 1 枚である。
7. 受験票は机上に出しておくこと。

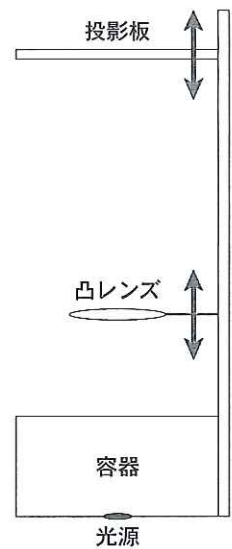
I 右図のように、水平面からの角度がそれぞれ $\alpha$ [rad]と $\beta$ [rad]の斜面AとBがつながっている( $0 < \alpha < \beta < \frac{\pi}{2}$ )。斜面A上の点Pに、質量 $m$ [kg]の小球を静かに置くと、斜面上をすべりだした。小球の速度は徐々に増加し、斜面AとBの境界線上の点Oで斜面Aから離れた。重力加速度を $g$ [m/s<sup>2</sup>]として、以下の問に答えよ。



- (1) 斜面Aと小球との間の摩擦係数を $\mu$ として、斜面Aをすべる小球の斜面方向の加速度の大きさを求めよ。
- (2) 距離OPが $d$ [m]であるとき、小球がその距離をすべるのに必要な時間 $T$ [s]を求めよ。
- (3) 点Oでの小球の速さ $v_0$ [m/s]を求めよ。
- (4) 小球が、点Pから点Oに至るまでに、斜面Aとの摩擦によって失うエネルギーを求めよ。
- (5) 小球は、点Oを時刻 $t_0 = 0$  [s]に通過し、斜面Aから離れた後、斜面Bと時刻 $t_1$ [s]に衝突した。小球の運動が、斜面に平行な方向と垂直な方向に分けられることに注意して、時刻 $t_1$ を求めよ。 $(v_0$ を使ってよい)
- (6) その後も、小球は斜面Bと衝突をくり返し、衝突のたびに小球の斜面に垂直な向きへの速さは減少していった。小球と斜面Bとの間の反発(はね返り)係数を $e$  ( $0 < e < 1$ )、斜面Bと $n$ 回目に衝突する時刻を $t_n$ [s] ( $n$ は自然数)とすると、 $\frac{t_{n+1} - t_n}{t_n - t_{n-1}}$ を求めよ。
- (7) 小球は、斜面Bと無限回の衝突をくり返した後、斜面B上をすべりだした。その時刻 $t_\infty$ [s]を求めよ。 $(t_1$ を使ってよい)
- (8) 小球が、点Oを通過してから斜面B上をすべりだすまでに、斜面Bとの衝突で失うエネルギーを求めよ。 $(v_0$ を使ってよい)

II 以下の文章の空欄①～③と⑦は数値、④～⑥、⑧は式を埋めよ。

図のように、フタのない容器の底に小さな光源を置き、光源の真上には薄い凸レンズと投影板が取り付けられている。凸レンズと投影板は可動式で、光源からのそれぞれの高さが測定できるようになっている。この装置を用いて液体の屈折率を測定する。



容器に液体が入っていない状態で、投影板を光源から100.0 cmの距離に設定して下方から上方へレンズを移動すると、光源から20.0 cmの高さで投影板に光源の像ができた。このことから、このレンズの焦点距離が( ① )cmであることが分かる。さらに上方へレンズを移動すると、再び100.0 cmの高さの投影板に光源の( ② )倍の大きさ(長さ)の像ができた。

次に、容器に深さ6.0 cmになるように液体を入れ、液面が静かになってからレンズを光源から20.0 cmの高さにすると、投影板が光源から164.0 cmの位置で像ができた。したがって、レンズから見かけの光源の位置までの距離は( ③ )cmである。

いま、光源から出た光が液体から空気中に入射するとき、その入射角と屈折角をそれぞれ $i$ [rad]、 $r$ [rad]とし、空気の屈折率を1.0とすると、液体の屈折率 $n$ は $i$ と $r$ を用いて( ④ )と表される。また、液面から光源までの距離を $d$ [cm]、液面から見かけの光源までの距離を $d'$ [cm]とすると、 $d'$ は $d$ と $i$ と $r$ を用いて( ⑤ )と表される。角 $\theta$ [rad]が十分に小さいときには $\tan \theta \approx \sin \theta \approx \theta$ が成り立つので、 $i$ と $r$ が十分に小さいとすれば、屈折率 $n$ は $d$ と $d'$ を用いて( ⑥ )と表される。以上の結果より、この液体の屈折率は( ⑦ )である。

このような焦点距離 $f$ [cm]のレンズを取り付けた装置を用いると、液体の深さ $L$ [cm]、投影板に像が出来たときのレンズの光源からの距離 $x$ [cm]、投影板の光源からの距離 $y$ [cm]を測定すれば、これらを式( ⑧ )に代入することで液体の屈折率を求めることができる。

Ⅲ 次の( )に適当な式を入れて問に答えよ。ただし、②、③、④、⑤は $\mu_0$ 、 $a$ 、 $N_1$ 、 $N_2$ 、 $\ell_1$ 、 $\ell_2$ の中の適当な記号を用いて表せ。

(1) 細い針金を半径 $a$ (m)で $N_1$ 回巻いて長さ $\ell_1$ (m)のソレノイド $K_1$ を作成し、真空中に置いた。このソレノイドに電流 $I_1$ (A)を流したとき、ソレノイドの内部に一様な磁場が発生した。真空の透磁率を $\mu_0$ (H/m)とすると、磁束密度 $B$ は $\mu_0 \frac{N_1}{\ell_1} I_1$ (T)と表され、ソレノイドを貫く磁束 $\Phi_1$ (Wb)は $a$ と $B$ を用いて( ① ) (Wb)となる。時刻 $t$ から $t + \Delta t$ の間にソレノイドを流れる電流が $\Delta I_1$ (A)だけ変化したとき、磁束変化を $\Delta \Phi_1$ (Wb)とすると、 $\Delta \Phi_1 =$ ( ② )  $\times \Delta I_1$ (Wb)となる。この磁束変化はソレノイドに自己誘導を引き起こし、この誘導起電力を $V_1$ とすると、 $V_1 =$ ( ③ )  $\times \frac{\Delta \Phi_1}{\Delta t}$ (V)となる。一方、ソレノイドの自己インダクタンス $L$ (H)を用いると $V_1 = -L \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ (V)となるので、 $L$ は( ④ ) (H)と表される。

ソレノイド $K_1$ の外側に、細い針金を $K_1$ と同径・同心で同じ向きに $N_2$ 回巻いて、長さ $\ell_2$ (m)の図1のようなソレノイド $K_2$ を作成した( $\ell_1 > \ell_2$ )。ソレノイド $K_1$ に流れる電流の時間変化 $\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ (A/s)はソレノイド $K_2$ に誘導起電力 $V_2$ を引き起こす。このとき相互インダクタンスを $M$ (H)とすると、誘導起電力は $V_2 = -M \frac{\Delta I_1}{\Delta t}$ (V)となるので、この相互インダクタンスは( ⑤ ) (H)と表される。

(2) ソレノイド $K_1$ に図2に示すような電流 $I_1$ を流した。このときソレノイド $K_2$ に発生する誘導起電力 $V_2$ の時間変化を解答欄に描け。ただし、相互インダクタンスは0.5(H)とする。

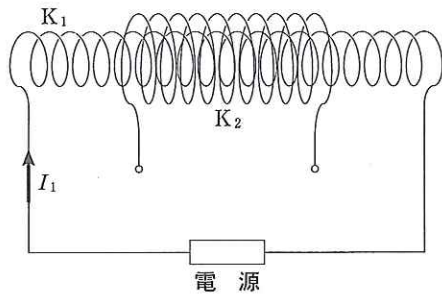


図 1

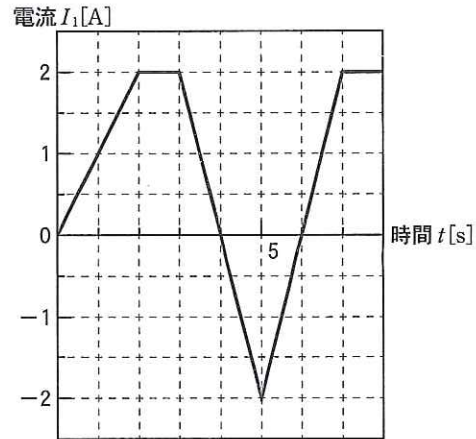


図 2

Ⅳ 以下の問に答えよ。

- (1) 2.0 kg の水を容器に入れ、その中に 0.60 kW のヒーターを入れて加熱した。はじめの水温は 30 °C であった。100 分間加熱すると、残っている水の質量は何 kg になっているか。なお、水の比熱は 4.18 J/(g·K)、蒸発熱は 2256 J/g である。
- (2) 水面下 300.0 m まで潜ると、水面との圧力差は何気圧になるか。ただし、水の密度は 1.00 g/cm<sup>3</sup>、重力加速度は 9.80 m/s<sup>2</sup>、1 気圧は 1.013 × 10<sup>5</sup> Pa とする。
- (3) 一辺  $a$ (m) の正三角形の頂点を A、B、C とする。頂点 A に + $Q$ (C)、頂点 B に - $Q$ (C) の電荷を置くと、点 C で電場の強さは  $E$ (V/m) であった。辺 AB の中点 M での電場の強さは  $E$  の何倍か。
- (4) 次の文章の下線部が正しければ○を、誤っていれば正しい語句を解答欄に記入せよ。
  - ① 白色光をプリズムに入射させると、屈折してでてくる光は虹色に分解される。これを光の回折<sup>(a)</sup>という。ガラスや水では波長が短い青い光のほうが、波長が長い赤い光より、屈折率が小さく、光の速度が遅い。<sup>(b)</sup> <sup>(c)</sup>
  - ② 夏、地上で湿った空気が熱せられると膨張して密度が小さくなり、上昇気流となり上空に移動する。上空ほど気圧が低いので、空気は上昇しながら等温膨張<sup>(d)</sup>をして温度が低下<sup>(e)</sup>する。そのため、水蒸気が凝結して雲ができる。<sup>(f)</sup>

物 理 (後 期)

受験 番号		氏 名	
----------	--	--------	--

受 験 番 号

物 理  
(後 期)

I	
II	
III	
IV	
計	

I	(1)	[m/s <sup>2</sup> ]	(2)	[s]
	(3)	[m/s]	(4)	[J]
	(5)	[s]	(6)	
	(7)	[s]	(8)	[J]
II	①		②	
	③		④	
	⑤		⑥	
	⑦		⑧	
III	(1)	①	(2)	
		②		
		③		
		④		
		⑤		
IV	(1)	[kg]	(2)	気圧
	(3)	倍		
	(4)	(a)	(b)	(c)
		(d)	(e)	(f)