

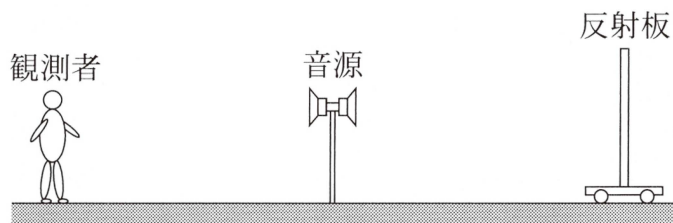
〔Ⅰ〕 空気中を伝わる音について考える。以下の文中の 内に入れるのに適当なものを対応する解答群の中から1つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。ただし、音源が出す音波の振動数を f 、無風状態での音の速さを V とし、風に関する記述がないときは無風状態であるとする。

- (i) 静止している観測者に音源が速さ v_s で近づく場合について考える。ただし、 $v_s < V$ である。音源を出した音波は時間 t の間に Vt だけ進む。一方、音源は時間 t の間に ft 個の音波を出しながら (1) だけ進むので、音源の進む前方の音波の波長は (2) となる。したがって、観測者が聞く音波の振動数は (3) となる。このように、音源が観測者に近づく場合、音源が静止しているときに比べて、観測者が観測する音の高さは (4) ことがわかる。

ここで、音源が観測者に近づくだけでなく、音源から観測者に向かって速さ w ($w < V$)の風が吹いている場合について考える。このとき、音源から観測者に向かう音の速さは (5) となり、この音波の波長は (6) となるので、観測者が聞く音波の振動数は (7) となる。

- (ii) 下図のように、観測者、音源、音を反射する板(反射板)が一直線上に並んでおり、反射板はこの直線に対して垂直な状態を保っている。観測者と音源が静止していて、反射板が速さ v_R ($v_R < V$)で音源に近づく場合を考える。

反射板が受け取る音波の振動数は (8) である。反射板はこの振動数の音波を出しながら観測者に近づく音源のように考えることができる。したがって、観測者が聞く反射板からの音(反射音)の振動数は (9) であることがわかる。観測者には、音源から直接観測者に伝わる音と反射音によってうなりが聞こえる。このとき、観測者が聞くうなりの周期は (10) である。



解答群

- (1) [1] $(V - v_s)t$ [2] $(V + v_s)t$
 [3] Vt [4] v_st
- (2) [1] $\frac{f}{V - v_s}$ [2] $\frac{f}{V + v_s}$ [3] $\frac{V - v_s}{f}$ [4] $\frac{V + v_s}{f}$
- (3) [1] $\frac{v_s}{V - v_s}f$ [2] $\frac{v_s}{V + v_s}f$ [3] $\frac{V}{V - v_s}f$ [4] $\frac{V}{V + v_s}f$
- (4) [1] 低くなる [2] 高くなる [3] 変化しない
- (5) [1] $V - w$ [2] $V + w$
 [3] $V - w + v_s$ [4] $V + w + v_s$
- (6) [1] $\frac{V + w - v_s}{f}$ [2] $\frac{V - w - v_s}{f}$
 [3] $\frac{V + w + v_s}{f}$ [4] $\frac{V - w + v_s}{f}$
- (7) [1] $\frac{V - w}{V - w - v_s}f$ [2] $\frac{V + w}{V + w - v_s}f$
 [3] $\frac{V + w}{V + w + v_s}f$ [4] $\frac{V - w}{V - w + v_s}f$
- (8) [1] $\frac{V}{V - v_R}f$ [2] $\frac{V - v_R}{V}f$ [3] $\frac{V}{V + v_R}f$ [4] $\frac{V + v_R}{V}f$
- (9) [1] $\frac{V - v_R}{V + v_R}f$ [2] $\frac{V + v_R}{V - v_R}f$ [3] $\frac{V - v_R}{v_R}f$ [4] $\frac{V + v_R}{v_R}f$
- (10) [1] $\frac{v_R}{(V - v_R)f}$ [2] $\frac{2v_R}{(V - v_R)f}$
 [3] $\frac{V - v_R}{2v_Rf}$ [4] $\frac{V + v_R}{2v_Rf}$

〔Ⅱ〕 図のように、鉛

直上向きで磁束密

度の大きさが B

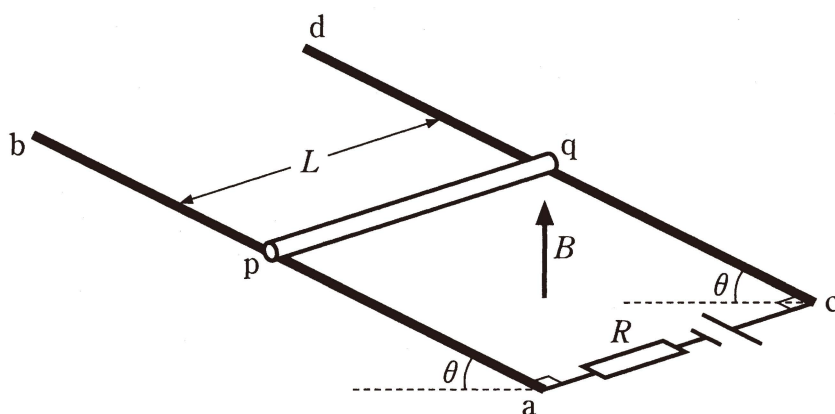
の一様な磁場中

に、十分に長い2

本の導体でできた

レール ab , cd を

間隔 L で水平面



に対して角度 θ ($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$) で固定した。そのレールに抵抗値 R の抵抗と電池

を接続し、質量 m の導体棒 pq をレールと直角に置いて静かにはなした。重力加

速度の大きさを g として、以下の文中の 内に入れるのに適当なもの

を対応する解答群の中から1つ選び、その番号を解答欄に記入せよ。ただし、導

体棒はレールと常に直角で水平を保ちながら、なめらかに動くものとし、抵抗以

外の電気抵抗および回路を流れる電流が作る磁場は無視できるものとする。

(i) 電池の起電力を E としたとき、 pq がレール上で静止していた。このとき pq

を流れる電流の強さは E と R を用いると (1) であり、 pq が磁場から受

ける力の大きさは (2) である。導体棒にはたらく力のつり合いを考えると、 E は g , B , L , R を含む式で (3) とあらわすことができる。

(ii) 電池の起電力を E_1 ($E_1 > E$) としたとき、 pq はレールにそって上向きに動

き始めた。 pq の速さが v になったとき、十分に短い時間 Δt の間に閉回路

$acqpa$ を貫く磁束は (4) だけ増加し、 pq には大きさ (5) の誘導

起電力が生じる。このとき閉回路に流れる電流の強さは (6), pq が磁

場から受ける力の大きさは (7) である。

十分に時間がたつと、 pq は一定の速さで運動するようになった。このとき

力のつり合いを考えると、閉回路を流れる電流の強さは (8) であり、

pq の速さは (9) である。ここで電池により供給されている電力は

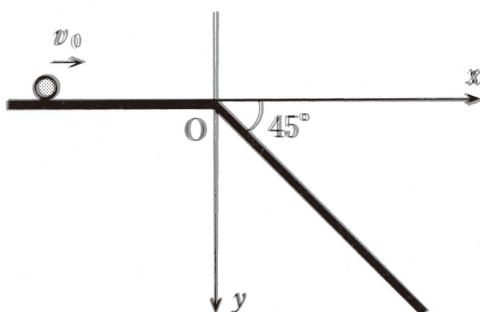
(10), 抵抗で消費されている電力は (11) となり、その差が pq の

単位時間あたりに増加する位置エネルギーに等しい。

解答群

- (1) [1] $\frac{E}{R}$ [2] $\frac{R}{E}$ [3] RE [4] RE^2
- (2) [1] $\frac{EBL}{R}$ [2] $\frac{RBL}{E}$ [3] $\frac{ERB}{L}$ [4] $ERBL$
- (3) [1] $\frac{R\cos\theta}{mgBL}$ [2] $\frac{mg\cos\theta}{RBL}$ [3] $\frac{mg\tan\theta}{RBL}$ [4] $\frac{mgR\tan\theta}{BL}$
- (4) [1] $\frac{BLv\Delta t}{\cos\theta}$ [2] $\frac{BLv\Delta t}{\sin\theta}$
- [3] $BLv\Delta t\cos\theta$ [4] $BLv\Delta t\sin\theta$
- (5) [1] $\frac{BLv}{\cos\theta}$ [2] $\frac{BLv}{\sin\theta}$ [3] $BLv\cos\theta$ [4] $BLv\sin\theta$
- (6) [1] $\frac{BLv\cos\theta}{R}$ [2] $\frac{BLv\sin\theta}{R}$
- [3] $E_1 - \frac{BLv\cos\theta}{R}$ [4] $\frac{E_1 - BLv\cos\theta}{R}$
- (7) [1] $\frac{B^2L^2v\cos\theta}{R}$ [2] $\frac{B^2L^2v\sin\theta}{R}$
- [3] $\left(E_1 - \frac{BLv\cos\theta}{R}\right)BL$ [4] $\frac{E_1 - BLv\cos\theta}{R}BL$
- (8) [1] $\frac{mg\cos\theta}{BL}$ [2] $\frac{mg\tan\theta}{BL}$
- [3] $\frac{mgR\tan\theta}{BL}$ [4] $\frac{mg\cos\theta}{RBL}$
- (9) [1] $\frac{mgR\tan\theta}{B^2L^2\cos\theta}$ [2] $\frac{E_1BL - mg\tan\theta}{B^2L^2\cos\theta}$
- [3] $\frac{E_1B^2L^2 - mg\tan\theta}{R\cos\theta}$ [4] $\frac{E_1BL - mgR\tan\theta}{B^2L^2\cos\theta}$
- (10) [1] $\frac{E_1mg\tan\theta}{BL}$ [2] $\frac{E_1mgR\tan\theta}{BL}$
- [3] $\frac{E_1mg}{RBL}$ [4] $\frac{E_1mg\cos\theta}{RBL}$
- (11) [1] $R\left(\frac{E_1\tan\theta}{BL}\right)^2$ [2] $R\left(\frac{mg\tan\theta}{BL}\right)^2$
- [3] $\left(\frac{E_1mg\tan\theta}{BL}\right)^2$ [4] $\left(\frac{E_1mgR}{BL}\right)^2$

- 〔Ⅲ〕 図のように，水平な床に水平面からの傾斜が 45° の十分に長い斜面をつないだ。水平な床の右端に原点 O ，水平方向右向きに x 軸，鉛直方向下向きに y 軸をとる。小球を水平な床の上で x 軸方向正の向きに大きさ v_0 の初速度で打ち出した。その後，小球は O から水平方向に空中に飛び出し，斜面への衝突をくりかえした。小球が O を通過する時刻を $t = 0$ ，重力加速度の大きさを g ，小球と斜面との間の反発係数(はねかえり係数)を e ($e > 0$)，小球と床または斜面との間の摩擦および空気抵抗は無視できるものとして，以下の問いに答えよ。



- (1) 小球が斜面に 1 回目に衝突する時刻はいくらか。
- (2) 小球が斜面に 1 回目に衝突する場所の x 座標はいくらか。
- (3) 小球が斜面に 1 回目に衝突する直前の，小球の速度の x 成分の大きさと y 成分の大きさはそれぞれいくらか。
- (4) 小球が斜面に 1 回目に衝突する直前の，小球の速度の斜面に平行な成分の大きさと斜面に垂直な成分の大きさはそれぞれいくらか。
- (5) 小球が斜面に 1 回目に衝突した直後の，小球の速度の斜面に平行な成分の大きさと斜面に垂直な成分の大きさはそれぞれいくらか。
- (6) 小球が斜面に 1 回目に衝突した直後の，小球の速度の x 成分の大きさと y 成分の大きさはそれぞれいくらか。
- (7) 小球が斜面に 1 回目に衝突してから，斜面に 2 回目に衝突するまでの時間はいくらか。
- (8) 小球が斜面に 2 回目に衝突する場所の x 座標はいくらか。