

# 選 択 科 目

(医 学 部)

— 2 月 2 日 —

物 理 }  
化 学 } この中から 1 科目を選択して解答しなさい。  
生 物 }

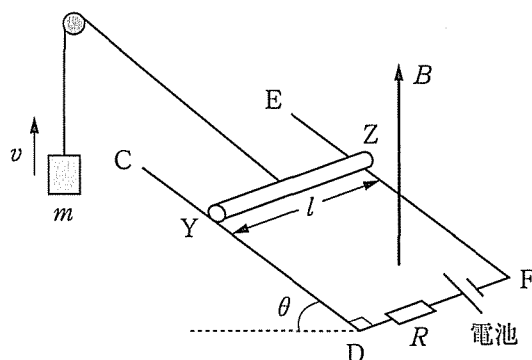
科 目	問 題 の ペ ー ジ
物 理	1 ~ 5
化 学	6 ~ 11
生 物	12 ~ 20

選択した科目の解答用紙をビニール袋から取り出し、解答はすべて選択した科目の解答用紙に記入して提出しなさい。

1

図のように、鉛直上向きの一様な磁束密度  $B$  [T] の磁場内に、十分に長い2本のまっすぐな導線  $CD$ ,  $EF$  を間隔  $l$  [m] で平行に保って水平面から傾き角  $\theta$  [°] ( $0 < \theta < 90^\circ$ ) で固定し、その上に軽い導体棒  $YZ$  を置く。 $DF$  は導線  $CD$ ,  $EF$  に垂直であり、導体棒  $YZ$  は  $CD$ ,  $EF$  上を離れることなく、常に  $DF$  に平行に保たれてなめらかに動くものとする。伸び縮みしない軽い糸の一端を導体棒  $YZ$  の中央に固定し、もう一端に質量  $m$  [kg] のおもりを固定して軽い滑車にかけてつり下げる。このとき、導体棒  $YZ$  から滑車の間の糸は  $CD$ ,  $EF$  に平行であり、おもりは一定の速さ  $v$  [m/s] で上昇している。 $DF$  間には内部抵抗が無視できる電池と抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗がつないである。ただし空気抵抗や電流の作る磁場の影響は無視できるものとする。

重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを選び、解答欄の記号にマークしなさい。



- (1) 導体棒  $YZ$  に生じる誘導起電力の大きさを求めなさい。
- (2) 導体棒  $YZ$  に流れる電流の大きさを求めなさい。
- (3) 回路  $DFZY$  を貫く磁束の変化と誘導電流について、正しく述べているものを選びなさい。
- (4) 電池の起電力を求めなさい。
- (5) 単位時間あたりに抵抗で発生するジュール熱を求めなさい。

[解答群]

(1) ア.  $vBl$     イ.  $vBl \cos \theta$     ウ.  $vBl \sin \theta$     エ.  $mg \cos \theta$     オ.  $\frac{mg}{Bl \sin \theta}$

(2) ア.  $Bl \sin \theta$     イ.  $mgl \cos \theta$     ウ.  $\frac{mg}{Bl \cos \theta}$     エ.  $\frac{Bl}{mg \cos \theta}$     オ.  $\frac{mg}{vBl \sin \theta}$

(3) ア. 導体棒 YZ が動くとき、磁束の変化を打ち消すよう誘導起電力が生じ、上向きに磁束を作る。その時、導体棒 YZ を流れる誘導起電力の向きは Z → Y の向きである。

イ. 導体棒 YZ が動くとき、磁束の変化を強めるよう誘導起電力が生じ、下向きに磁束を作る。その時、導体棒 YZ を流れる誘導起電力の向きは Y → Z の向きである。

ウ. 導体棒 YZ が動くとき、磁束の変化を打ち消すよう誘導起電力が生じ、下向きに磁束を作る。その時、導体棒 YZ を流れる誘導起電力の向きは Y → Z の向きである。

エ. 導体棒 YZ が動くとき、磁束の変化を強めるよう誘導起電力が生じ、上向きに磁束を作る。その時、導体棒 YZ を流れる誘導起電力の向きは Z → Y の向きである。

オ. 導体棒 YZ が動いても、磁束は変化せず導体棒 YZ に誘導起電力は流れない。

(4) ア.  $\frac{1}{Bl}(v(\sin \theta)^2 + mgR)$     イ.  $\frac{1}{Bl \cos \theta}(v(Bl \cos \theta)^2 + mgR)$     ウ.  $Bl(v \cos \theta + R \sin \theta)$

エ.  $\frac{mg}{(Bl \cos \theta)^2}(v + R)$     オ.  $Blv\left(v \cos \theta + \frac{BlR}{mg \cos \theta}\right)$

(5) ア.  $\frac{R}{(vBl \sin \theta)^2}$     イ.  $\frac{mgR^2}{Bl \sin \theta}$     ウ.  $\left(\frac{mg}{Bl \cos \theta}\right)^2 R$     エ.  $(mgl \cos \theta)^2 R$

オ.  $\left(\frac{Bl}{mg \cos \theta}\right)^2 \frac{1}{R}$

**2** 音を反射する板 R と、振動数  $f$  [Hz] の音を発する音源 S、観測者 O が直線上に並んでいる。音源から観測者に直接伝わる音（直接音）と板で反射されてきた音（反射音）を観測者が観測する。無風状態での音の速さを  $V$  [m/s] とする。次の各問いについて、それぞれの解答群の中から最も適切なものを選び、解答欄の記号にマークしなさい。

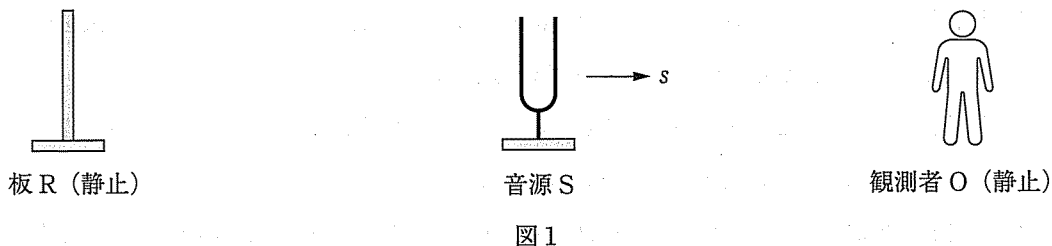


図 1

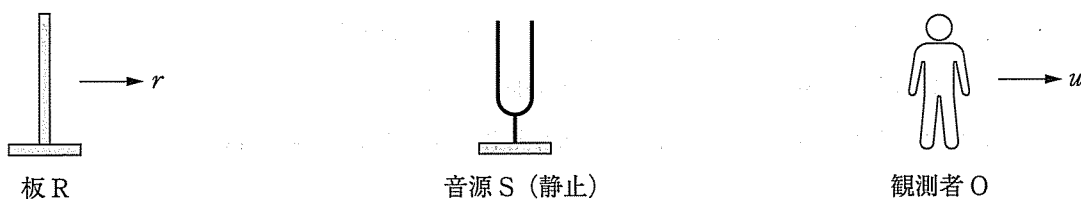


図 2

はじめに、無風状態の中で図 1 のように板と観測者は共に静止しており、音源が右向きに速さ  $s$  [m/s] (ただし、 $s < V$ ) で動いているとする。

- (1) 観測者が観測した反射音の振動数を求めなさい。
- (2) 観測者が 1 秒間に聞くうなりの回数を求めなさい。

次に、同じく無風状態の中で図 2 のように板が右向きに速さ  $r$  [m/s] (ただし、 $r < V$ )、観測者が右向きに速さ  $u$  [m/s] (ただし、 $u < V$ ) で動いており、音源は静止しているとする。

- (3) 観測者が観測した直接音の振動数を求めなさい。
- (4) 観測者が観測した反射音の振動数を求めなさい。

最後に、図 2 の状態に加えて、右向きに速さ  $w$  [m/s] (ただし、 $w < V$ ) の一様な風が吹いているとする。

- (5) 観測者が観測した反射音の振動数を求めなさい。

[解答群]

(1) ア.  $\frac{V}{V-s}f$     イ.  $\frac{V}{V+s}f$     ウ.  $\frac{V}{s}f$     エ.  $\frac{V+s}{V}f$     オ.  $\frac{V-s}{V}f$

(2) ア.  $\frac{V^2-s^2}{2Vs}f$     イ.  $\frac{V^2+s^2}{2Vs}f$     ウ.  $\frac{V}{s}f$     エ.  $\frac{2Vs}{V^2+s^2}f$     オ.  $\frac{2Vs}{V^2-s^2}f$

(3) ア.  $\frac{V}{V-u}f$     イ.  $\frac{V}{V+u}f$     ウ.  $\frac{u}{V}f$     エ.  $\frac{V+u}{V}f$     オ.  $\frac{V-u}{V}f$

(4) ア.  $\frac{V-u}{V-r} \frac{V+r}{V}f$     イ.  $\frac{V+u}{V-r}f$     ウ.  $\frac{V+u}{V}f$     エ.  $\frac{(V+u)V}{(V-r)^2}f$     オ.  $\frac{(V+u)V}{(V+r)^2}f$

(5) ア.  $\frac{V+w+u}{V+w-r} \frac{V-w+r}{V-w}f$     イ.  $\frac{V+w-u}{V+w-r} \frac{V-w+r}{V-w}f$     ウ.  $\frac{V-w-u}{V+w-r} \frac{V+w+r}{V-w}f$

エ.  $\frac{V-w-u}{V-w-r} \frac{V+w+r}{V+w}f$     オ.  $\frac{V-w+u}{V-w-r} \frac{V+w+r}{V+w}f$

3 図1は質量密度が $\rho$ で半径が $R$ および長さが $L$ の円柱A(中心軸をOとする)から半径 $\frac{4R}{5}$ で長さが $L$ の円柱B(中心軸をO'とする)をくりぬいた物体Cの、中心軸OとO'に垂直な断面図である。この物体Cは、水平な粗い板の上に置かれている。円柱AとBは、それぞれの円柱の中心軸OとO'が互いに平行で、この断面図上の点Pで内接している。このときP、OおよびO'は物体Cと板との接点Qから伸びた垂線上にある。

次に、図2のように、円柱の中心軸O及びO'と板の傾斜方向を垂直に保ったまま板をゆっくりと水平から $\theta$ だけ傾けたところ、この円柱は板の上で滑ることなくゆっくりと傾き、図に示す点Q'で板と接して静止した。このとき、物体Cの重心Gに働く重力の作用線が物体Cと板との接点Q'を通り、接点Q'の回りの力のモーメントの和がゼロとなって、つり合いが維持されている。この状況について、重力加速度の大きさを $g$ 、円周率を $\pi$ として次の各問に答えなさい。

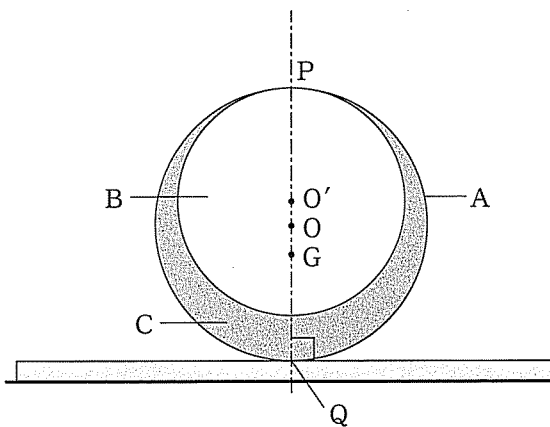


図1

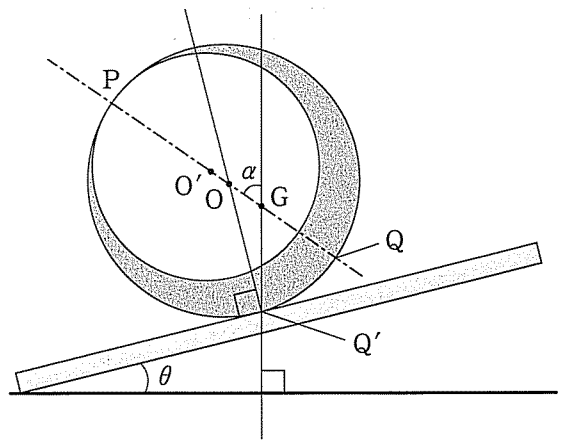


図2

- (1) 板が水平のときは、物体Cの重心Gは図1のように接点Qからの垂線上にある。重心Gと円柱Aの中心軸Oとの距離を求めなさい。
- (2) 板を角度 $\theta$ だけ傾けたとき、物体Cが板から受ける垂直抗力の大きさを求めなさい。
- (3) 板を角度 $\theta$ だけ傾けたとき、物体Cと板の間の摩擦力の大きさを求めなさい。
- (4) 板を角度 $\theta$ だけ傾けたとき、OとO'を結ぶ線は鉛直から角度 $\alpha$ だけ傾いている。 $\sin \alpha$ を求めなさい。
- (5) さらに板の水平からの傾き角 $\theta$ をゆっくり増大させると、ある角度 $\theta'$ で重心Gに働く重力の作用線が接点Q'を通らなくなる。このとき、接点Q'の回りの力のモーメントの和はゼロにならなくなり、円柱は静止せずに転がり始める。 $\sin \theta'$ を求めなさい。