

平成24年度一般入学試験問題

前期入学試験

理 科

注 意 事 項

1. 試験時間は100分である。
2. 物理・化学・生物の3科目のうち、2科目を選択すること。選択しない科目のマークシートは30分後に回収する。  
すべてのマークシートに受験番号、氏名を記入すること。
3. 解答は  に指示された解答番号に従ってマークシートにマークせよ。
4. 下書きや計算は問題用紙の余白を利用すること。
5. すべての配付物は終了時に回収する。
6. 質問がある場合は手を挙げて監督者に知らせること。

マークシート記入要領

例：受験番号が「0123」番の「磯野波男」さんの場合

受 験 番 号				
MB	0	1	2	3
	●	○	○	○
	①	①	①	①
	②	②	●	②
	③	③	③	●
	④	④	④	④
	⑤	⑤	⑤	⑤
	⑥	⑥	⑥	⑥
	⑦	⑦	⑦	⑦
	⑧	⑧	⑧	⑧
	⑨	⑨	⑨	⑨

フリガナ	イソノナミオ
氏名	磯野波男

注意：マークの良い例と悪い例

良い例	●	
悪い例	①	薄い。 はみ出している。 不完全である。 マークが悪い場合は、解答欄の該当箇所を採点できない場合がある。
	●	
	①	

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し、受験番号の各桁の数字を下の①～⑨から選んでマークする。  
次に、氏名を書き、フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では、①と①の位置が異なる。
3. マークはHBの鉛筆を使い、はみ出さないように○の中を●のように完全に塗りつぶす。  
上の「注意：マークの良い例と悪い例」を参照のこと。
4. マークを消す場合は、消しゴムで跡が残らないように完全に消すこと。砂消しゴムは使用しないこと。
5. マークシートは折り曲げたり、汚したりしないように気を付けること。
6. 所定の欄以外には何も記入しないこと。
7. 解答する箇所は  
物理では、解答番号の  から  までである。  
化学では、解答番号の  から  までである。  
生物では、解答番号の  から  までである。

# 物 理

1 次の文章を読み、下の問い(問1～8)に答えよ。

図1のように、高さ  $h$  の点Aから曲線に沿って点Bを通り、点Cから半径  $r$  の鉛直な円形のループを経て、水平部分の点F, G, Hと続くレールがある。なお、点Cはループの最下点であり、点B, C, F, G, Hは同一水平面内にある。点Gには、質量  $m_2$  の小物体2が置かれ、点Hには、ばね定数  $k$ 、自然長  $l$  のつまきばねが固定されている。レール上、質量  $m_1$  の小物体1が点Aから静かに運動をはじめ、点Cを通過しループへと進んだ。重力加速度の大きさを  $g$  とし、小物体がレール上を運動するときの摩擦や空気の抵抗、小物体の大きさは無視できるものとする。

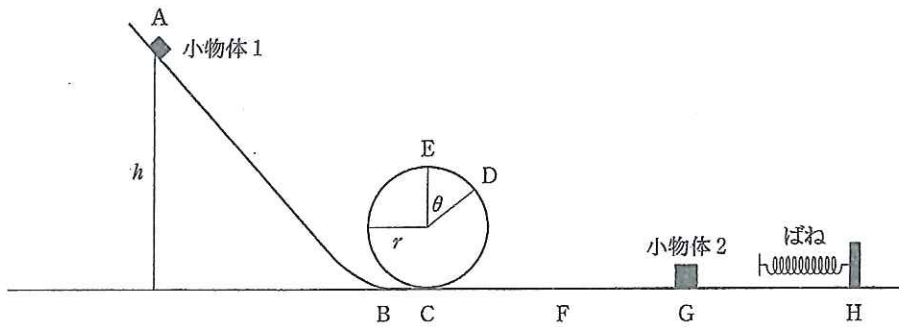


図1

問1 高さ  $h$  で小物体1が運動をはじめ前の運動エネルギーは  であり、重力による位置エネルギーは  である。ただし、重力による位置エネルギーの基準は点B, C, F, G, Hを含む水平面とする。

,  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- ① 0                      ②  $m_1gr$                       ③  $2m_1gr$                       ④  $m_1gh$                       ⑤  $m_1g(h-r)$   
 ⑥  $m_1g(h-2r)$               ⑦  $m_1g(h+r)$               ⑧  $\frac{1}{2}m_1h^2$               ⑨  $\frac{1}{2}m_1r^2$

問2 点Cでの小物体1の速さは  $v_c =$   となる。 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① 0                      ②  $\sqrt{2gr}$                       ③  $2\sqrt{gr}$                       ④  $\sqrt{2g(h-r)}$                       ⑤  $\sqrt{2g(h-2r)}$   
 ⑥  $\sqrt{2gh}$                       ⑦  $2\sqrt{gh}$                       ⑧  $\sqrt{2g(h+r)}$                       ⑨  $\sqrt{2g(h+2r)}$

問3 小物体1が点Cを通過する直前のレールから受ける垂直抗力は、 $N_c =$   である。また小物体1が点Cを通過する直後のレールから受ける垂直抗力は  $N'_c =$   である。,  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- ① 0                      ②  $m_1g$                       ③  $m_1g\left(1 + \frac{h}{r}\right)$                       ④  $m_1g\left(1 + \frac{h}{2r}\right)$                       ⑤  $m_1g\left(1 + \frac{2h}{r}\right)$   
 ⑥  $m_1g\left(1 - \frac{h}{r}\right)$               ⑦  $m_1g\left(1 - \frac{h}{2r}\right)$               ⑧  $m_1g\left(1 - \frac{2h}{r}\right)$               ⑨  $m_1g(h+r)$

問4 点Dで小物体1がレールから受ける垂直抗力  $N_D$  を考える。ただし、ループの点Cの真上の点E(ループの最高点)と点Dの中心角を  $\theta$  とする。次の(1)～(3)に答えよ。

(1) 点Dにおいて、小物体1は鉛直下方への重力  , レールからの垂直抗力  $N_D$  , 遠心力  $F_D =$   を受けて運動する。ただし、点Dにおける小物体1の速さを  $v_D$  とする。

,  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- ①  $m_1g$                       ②  $m_1g \sin \theta$                       ③  $m_1g \cos \theta$                       ④  $\frac{1}{2}m_1v_D^2$                       ⑤  $m_1v_D^2$   
 ⑥  $m_1\frac{v_D}{r}$                       ⑦  $m_1\frac{v_D^2}{r}$                       ⑧  $\frac{1}{2}m_1v_D$                       ⑨  $\frac{1}{2}m_1\frac{v_D^2}{r}$

(2) 小物体1のレールと垂直方向の力のつりあいの式は  $0 = \boxed{8}$  となる。 $\boxed{8}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $N_D + m_1 g \sin \theta + F_D$                       ②  $N_D + m_1 g \sin \theta - F_D$                       ③  $N_D + m_1 g \cos \theta + F_D$   
 ④  $N_D + m_1 g \cos \theta - F_D$                       ⑤  $N_D - m_1 g \sin \theta + F_D$                       ⑥  $N_D - m_1 g \sin \theta - F_D$   
 ⑦  $N_D - m_1 g \cos \theta + F_D$                       ⑧  $N_D - m_1 g \cos \theta - F_D$                       ⑨  $N_D - m_1 g \sin \theta \cos \theta - F_D$

(3) 力学的エネルギー保存の式から  $v_D = \boxed{9}$  となり、これから、 $N_D = m_1 g \times (\boxed{10})$  となる。

$\boxed{9}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $\sqrt{2gr(1 + \sin \theta)}$                       ②  $\sqrt{2gr(1 + \cos \theta)}$                       ③  $\sqrt{2ghr(1 + \sin \theta)}$   
 ④  $\sqrt{2ghr(1 + \cos \theta)}$                       ⑤  $\sqrt{2g\{h + r(1 + \sin \theta)\}}$                       ⑥  $\sqrt{2g\{h + r(1 + \cos \theta)\}}$   
 ⑦  $\sqrt{2g\{h - r(1 + \sin \theta)\}}$                       ⑧  $\sqrt{2g\{h - r(1 + \cos \theta)\}}$                       ⑨  $\sqrt{2g\{h - r(1 - \sin \theta)\}}$

また、 $\boxed{10}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $\frac{2h}{r} - \sin \theta - \cos \theta$                       ②  $\frac{2h}{r} - 1 - \sin \theta$                       ③  $\frac{2h}{r} - 1 - \cos \theta$   
 ④  $\frac{2h}{r} - 1 - 2 \sin \theta$                       ⑤  $\frac{2h}{r} - 1 - 2 \cos \theta$                       ⑥  $\frac{2h}{r} - 1 - 3 \sin \theta$   
 ⑦  $\frac{2h}{r} - 1 - 3 \cos \theta$                       ⑧  $\frac{2h}{r} - 2 - 3 \sin \theta$                       ⑨  $\frac{2h}{r} - 2 - 3 \cos \theta$

問5 小物体1が点Eでレールから離れないで通過するためには、はじめの高さは  $h \geq h_1 = \boxed{11}$  でなければならない。

$\boxed{11}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $r$                       ②  $\frac{3}{2}r$                       ③  $2r$                       ④  $\frac{5}{2}r$                       ⑤  $3r$   
 ⑥  $\frac{7}{2}r$                       ⑦  $4r$                       ⑧  $\frac{9}{2}r$                       ⑨  $5r$

問6 つぎに、小物体1を  $h_1$  より高い位置  $h$  から静かに手を離した。小物体1はループを通過し、点Gで質量  $m_2$  の小物体2に完全非弾性衝突し、衝突後は小物体1と小物体2は一体(以下「小物体12」と呼ぶ)となって運動した。衝突後の小物体12の速さは  $V = \boxed{12}$  である。 $\boxed{12}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $(m_1 + m_2)\sqrt{2gh}$                       ②  $\frac{1}{m_1 + m_2}\sqrt{2gh}$                       ③  $\frac{m_1}{m_1 + m_2}\sqrt{2gh}$   
 ④  $\frac{m_1 + m_2}{m_1}\sqrt{2gh}$                       ⑤  $\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}\sqrt{2gh}$                       ⑥  $\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2}\sqrt{2gh}$   
 ⑦  $\frac{m_1 + m_2}{m_2}\sqrt{2gh}$                       ⑧  $\frac{m_2}{m_1 + m_2}\sqrt{2gh}$                       ⑨  $\frac{m_1}{m_2}\sqrt{2gh}$

問7 この小物体1と小物体2の衝突で、失われた力学的エネルギーは  $\Delta E = \boxed{13}$  である。 $\boxed{13}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $(m_1 + m_2)gh$                       ②  $\frac{m_1^2}{m_1 + m_2}gh$                       ③  $\frac{m_2^2}{m_1 + m_2}gh$   
 ④  $\frac{2m_1^2}{m_1 + m_2}gh$                       ⑤  $\frac{2m_2^2}{m_1 + m_2}gh$                       ⑥  $\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}gh$   
 ⑦  $\frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2}gh$                       ⑧  $\frac{m_1^2}{2(m_1 + m_2)}gh$                       ⑨  $\frac{m_2^2}{2(m_1 + m_2)}gh$

問8 衝突後一体となった小物体12は、前方のばねを押し縮め、その後逆方向に運動した。このとき、力学的エネルギーは保存されるものとする、このときのばねの縮みの最大値は  $x_0 = \boxed{14}$  となる。 $\boxed{14}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ①  $\sqrt{\frac{2m_1 gh}{k}}$                       ②  $\sqrt{\frac{m_1^2 gh}{km_2}}$                       ③  $\sqrt{\frac{2m_2^2 gh}{km_1}}$   
 ④  $\sqrt{\frac{m_1 m_2 gh}{k(m_1 + m_2)}}$                       ⑤  $\sqrt{\frac{m_1^2 gh}{k(m_1 + m_2)}}$                       ⑥  $\sqrt{\frac{m_2^2 gh}{k(m_1 + m_2)}}$   
 ⑦  $\sqrt{\frac{2m_1 m_2 gh}{k(m_1 + m_2)}}$                       ⑧  $\sqrt{\frac{2m_1^2 gh}{k(m_1 + m_2)}}$                       ⑨  $\sqrt{\frac{2m_2^2 gh}{k(m_1 + m_2)}}$

2 次の文章を読み、下の問い(問1～5)に答えよ。

断熱性のピストンと断熱性の側面を持つシリンダーに理想気体が1 [mol] 入っており、底面から熱を授受できようになっている(図2)。この装置に次の4つの過程を順次おこなう。初めの温度を  $T_1$  [K] とする。

I : 体積を一定に保ちながら、熱を与えて温度を  $T_2$  [K] まで上げる。

II : 圧力を一定に保ちながら、熱を与えて温度を  $T_3$  [K] まで上げる。

III : 体積を一定に保ちながら、熱を奪って圧力を初めの値まで下げる。このときの温度を  $T_4$  [K] とする。

IV : 圧力を一定に保ちながら、熱を奪って体積を初めの値まで下げる。

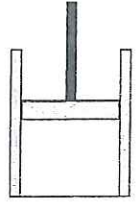


図2

すべての過程は平衡を保ちながら十分ゆっくり行われるものとする。気体定数を  $R$  [J/(mol·K)] とし、この気体の定積モル比熱を  $C_V$  [J/(mol·K)] とする。

問1 Iの過程で装置が受け取る熱は  [J]、理想気体の内部エネルギーの増加は  [J]、ピストンを通して装置が外部にする仕事は  [J] である。 ～  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ①  $C_V(T_1 - T_2)$       ②  $R(T_1 - T_2)$       ③  $(C_V + R)(T_1 - T_2)$       ④  $(C_V - R)(T_1 - T_2)$   
 ⑤  $C_V(T_2 - T_1)$       ⑥  $R(T_2 - T_1)$       ⑦  $(C_V + R)(T_2 - T_1)$       ⑧  $(C_V - R)(T_2 - T_1)$       ⑨ 0

問2 IIの過程で装置が受け取る熱は  [J]、理想気体の内部エネルギーの増加は  [J]、ピストンを通して装置が外部にする仕事は  [J] である。 ～  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ①  $C_V(T_2 - T_3)$       ②  $R(T_2 - T_3)$       ③  $(C_V + R)(T_2 - T_3)$       ④  $(C_V - R)(T_2 - T_3)$   
 ⑤  $C_V(T_3 - T_2)$       ⑥  $R(T_3 - T_2)$       ⑦  $(C_V + R)(T_3 - T_2)$       ⑧  $(C_V - R)(T_3 - T_2)$       ⑨ 0

問3 I～IVの過程を終了後、装置の状態はもとにもどるが、この全過程で装置が受け取る熱は  [J]、理想気体の内部エネルギーの増加は  [J]、ピストンを通して装置が外部にする仕事は  [J] である。 ～  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ①  $C_V(T_1 - T_2 + T_3 - T_4)$       ②  $R(T_1 - T_2 + T_3 - T_4)$   
 ③  $(C_V + R)(T_1 - T_2 + T_3 - T_4)$       ④  $(C_V - R)(T_1 - T_2 + T_3 - T_4)$   
 ⑤  $C_V(T_3 + T_4 - T_1 - T_2)$       ⑥  $R(T_3 + T_4 - T_1 - T_2)$   
 ⑦  $(C_V + R)(T_3 + T_4 - T_1 - T_2)$       ⑧  $(C_V - R)(T_3 + T_4 - T_1 - T_2)$   
 ⑨ 0

問 4 次の各量の時間経過を表したグラフの形として最も適切なものを、図 3 の①～⑤のうちからそれぞれ 1 つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。ただし、図 3 の折れ線は時間を横軸とし、各量を縦軸とするグラフであり、熱量と仕事は初めからの合計を表すものとする。

- 理想気体の体積
- 理想気体の圧力
- 理想気体の温度
- 装置が受け取る熱量
- 理想気体の内部エネルギー
- 装置が外部に対してする仕事

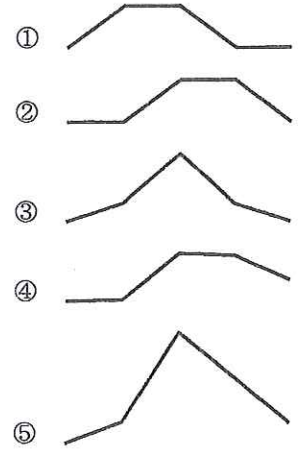


図 3

問 5 I～IVの過程を終了後、装置の状態はもとに戻るが、外界(装置の外部)は熱と仕事を授受しただけでなく、外界の中で熱の移動があったと考えられるので、外界は元の状態に戻ったとは言えない。問 1 からここまでの考察の結論として最も適切なものを、次の①～⑦のうちから 1 つ選べ。

- ① I～IVの過程の結果として、無からエネルギーを生み出して仕事をした。
- ② I～IVの過程の結果として、熱エネルギーが仕事に変換された。
- ③ I～IVの過程の結果として、内部エネルギーが仕事に変換された。
- ④ I～IVの過程の結果として、仕事が熱エネルギーに変換された。
- ⑤ I～IVの過程の結果として、仕事が内部エネルギーに変換された。
- ⑥ I～IVの過程の結果として、熱エネルギーが内部エネルギーと仕事に変換された。
- ⑦ I～IVの過程の結果として、内部エネルギーが熱エネルギーと仕事に変換された。

3 次の文章を読み、下の問い(問1～8)に答えよ。

図4のように、点線の右側に磁束密度  $B$  [T] の一様な磁場があり、この領域に1辺の長さが  $L$  [m] の正方形の導線棒が速さ  $v$  [m/s] で進入したとする。導線棒の速度は点線と磁場に垂直で、前側の1辺  $AA'$  は点線に平行であるとする。このとき、導線棒を貫く磁束が増加するため辺  $AA'$  内に  $\boxed{31}$  [V] の起電力が生じ、電流  $I$  [A] が発生したとすると、辺  $AA'$  は磁場から大きさ  $\boxed{32}$  [N] の力を受ける。この力の方向は  $\boxed{33}$  である。次に、図5のように水平面となす角度  $\theta$  [rad] の粗い斜面があり、斜面上の水平線  $G_1G_1'$  と  $G_2G_2'$  の間には磁束密度  $B$  [T] の一様な磁場が斜面に垂直で上向きに存在するとする。この斜面に1辺の長さが  $L$  [m] の導線で作った質量  $m$  [kg] の正方形棒  $CDEF$  を、辺  $CD$ ,  $EF$  が水平になるように置いてある。この導線棒を向きが変わらないようにして斜面を滑らせた。図6は導線棒  $CDEF$  が磁場の領域に入る前の静止の状態から、磁場の領域を完全に脱出して、少し時間がたった後までの時間  $t$  [s] と速度  $v$  [m/s] との関係を表したグラフである。ただし、導線棒の自己インダクタンスは無視する。また、 $\sin \theta = \frac{3}{5}$ ,  $\cos \theta = \frac{4}{5}$ , 重力加速度の大きさを  $g = 9.8$  [m/s<sup>2</sup>],  $mg = 1.0$  [N], 導線の長さ1 mあたりの電気抵抗を  $0.20$  [ $\Omega$ /m] とする。

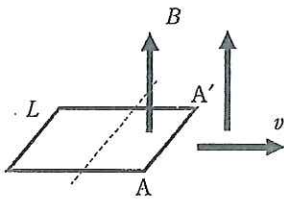


図4

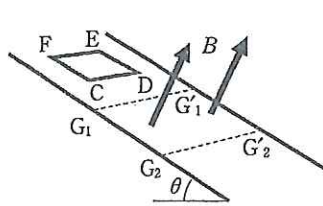


図5

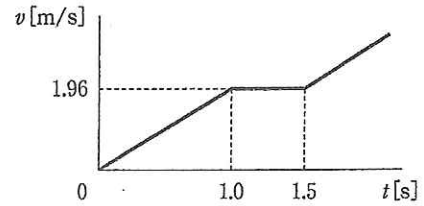


図6

問1  $\boxed{31}$ ,  $\boxed{32}$  に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちからそれぞれ1つずつ選べ。

- ①  $vB$     ②  $vI$     ③  $vL$     ④  $IB$     ⑤  $IL$     ⑥  $BL$     ⑦  $vBL$     ⑧  $vIB$     ⑨  $IBL$

問2  $\boxed{33}$  に入る言葉として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

- ① 磁場の方向                                      ② 電流の方向                                      ③ 速度の方向  
④ 磁場と反対の方向                              ⑤ 電流と反対の方向                              ⑥ 速度と反対の方向

問3 導線棒と斜面の間の動摩擦係数の値はいくらか。最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。  $\boxed{34}$

- ① 0.10                                      ② 0.20                                      ③ 0.30                                      ④ 0.40                                      ⑤ 0.50

問4 図5において導線棒の1辺の長さ  $L$  は何[m]か。最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。  $\boxed{35}$  [m]

- ① 0.11                                      ② 0.25                                      ③ 0.49                                      ④ 0.74                                      ⑤ 0.98

問5 図5において磁場に突入することにより、新たに加わった力の大きさは何[N]か。最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。  $\boxed{36}$  [N]

- ① 0.10                                      ② 0.15                                      ③ 0.20                                      ④ 0.25                                      ⑤ 0.30

問6 図5において磁束密度  $B$  の大きさは何[T]か。最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。  $\boxed{37}$  [T]

- ① 0.18                                      ② 0.20                                      ③ 0.32                                      ④ 0.41                                      ⑤ 0.52

問7 図5の全過程で消費された電気エネルギーは何[J]か。最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。

- $\boxed{38}$  [J]  
① 0.049                                      ② 0.098                                      ③ 0.20                                      ④ 0.39                                      ⑤ 0.49

問8  $t = 1.0$  s～ $1.5$  s の間のエネルギーの形の変化として最も適切なものを、次の①～⑤のうちから1つ選べ。  $\boxed{39}$

- ① 運動エネルギーが電気エネルギーに変わり、その電気エネルギーは熱エネルギーに変わる。  
② 運動エネルギーが電気エネルギーと熱エネルギーに変わり、その電気エネルギーも熱エネルギーに変わる。  
③ 位置エネルギーが電気エネルギーと運動エネルギーに変わり、その電気エネルギーは熱エネルギーに変わる。  
④ 位置エネルギーが電気エネルギーに変わり、その電気エネルギーが熱エネルギーに変わる。  
⑤ 位置エネルギーが電気エネルギーと熱エネルギーに変わり、その電気エネルギーも熱エネルギーに変わる。