

# 物 理 B

(全 問 必 答)

**第1問** 次の各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号  ~  ] (配点 20)

次に述べられているグラフとして正しいものはどれか。後の解答群の ~ のうちから一つ選べ。ただし、同じ番号を二度以上用いてもよいものとする。

**問1** 図1のように、なめらかな水平面に片方を固定したばねの他方に力  $F$  を加えていったとき、加えた力(横軸)とバネが蓄えたエネルギー(縦軸)の関係。

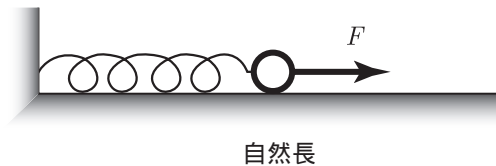


図 1

**問2** 図2のように、水平面から一定の初速度で角度を変えて小球を投げたときに到達する水平到達距離(縦軸)と角度(横軸)との関係。



図 2

問3 図3のように、シリンダー内にピストンで閉じこめた気体がある。このピストンを温度が一定になるようにゆっくり右へ動かした。このとき、気体の圧力(縦軸)とピストンを動かした距離(横軸)の関係。 3

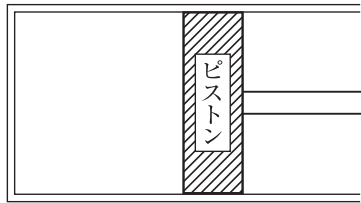


図 3

問4 図4のように、電荷を蓄えたコンデンサーの極板間距離を増加させたとき、極板を動かした距離(横軸)とコンデンサーに蓄えられたエネルギー(縦軸)の関係。 4

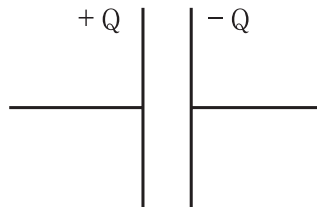
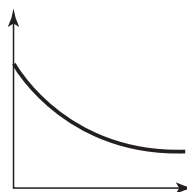
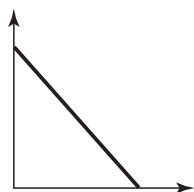
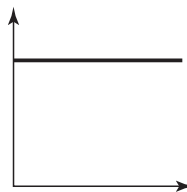
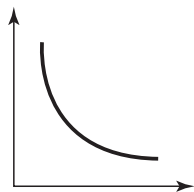
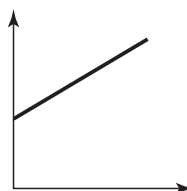
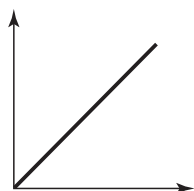
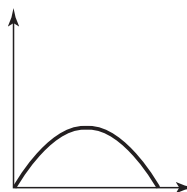
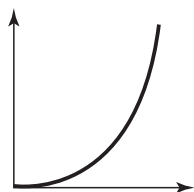


図 4

問5 気温を 0 から 30 まで増加させたときの音波の速さ(縦軸)と気温 [ ](横軸)との関係。 5

物理 B

1 ~ 5 の解答群



**第2問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 20)

質量がそれぞれ  $m$ ,  $2m$  の小物体 A, B を滑車を用いて伸び縮みしない軽い糸でつなぐ。はじめ図1のように、2物体がともに床からの高さが  $h$  となるように小物体 B を支えて静止させておく。時刻  $t = 0$  に支えを取り外すと2物体は運動しはじめた。ただし、糸と滑車の質量は無視でき、滑車はなめらかに回転できるものとし、重力加速度の大きさを  $g$  とする。また、糸は十分に長く、物体が滑車に衝突することはないものとする。

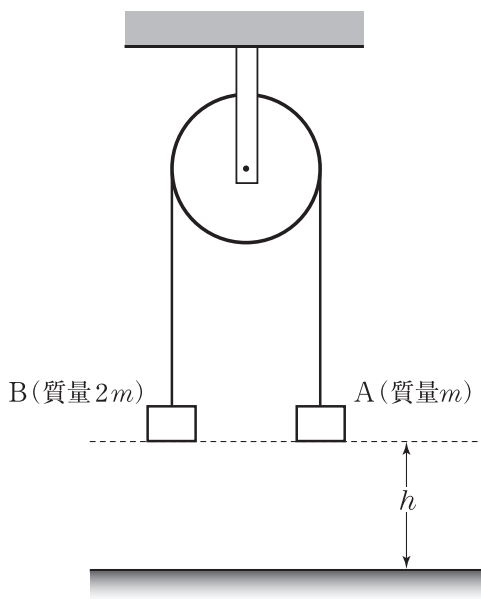


図 1

**問1** 運動しはじめたときの、物体の加速度の大きさはいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

- $g$                        $\frac{1}{2}g$                        $\frac{1}{3}g$                        $\frac{2}{3}g$                        $\frac{4}{3}g$                        $\frac{5}{3}g$

問2 問1のとき，糸にはたらく張力の大きさはいくらか。正しいものを，次の～のうちから一つ選べ。 2

$mg$	$\frac{1}{2}mg$	$\frac{1}{3}mg$	$\frac{2}{3}mg$
$\frac{4}{3}mg$	$\frac{5}{3}mg$		

問3 Bが床に衝突する直前の速さを  $v_0$  とすると，小物体A，Bの力学的エネルギーの関係はどうなるか。正しいものを，次の～のうちから一つ選べ。 3

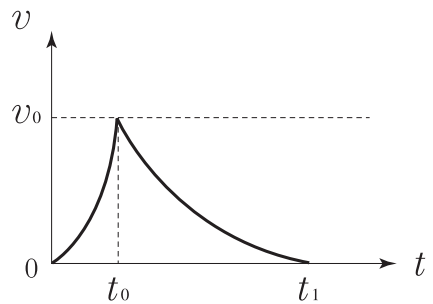
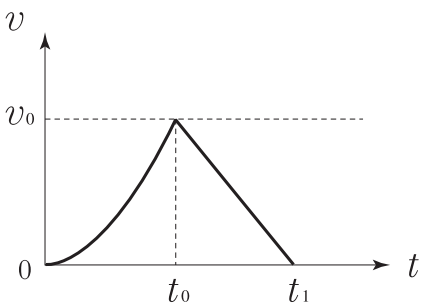
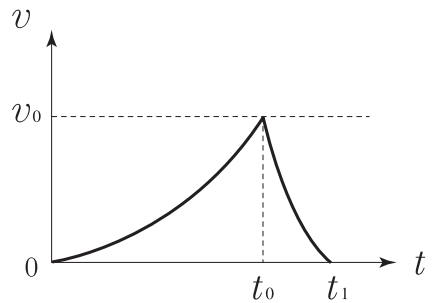
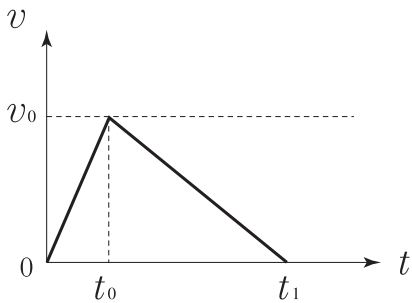
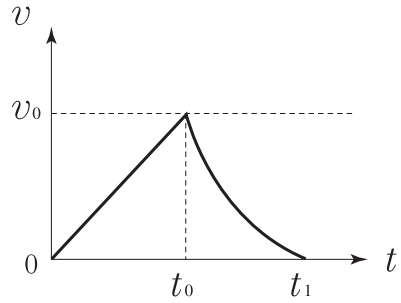
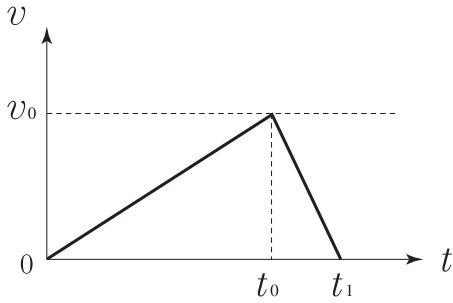
$0 = 2mv_0^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 - 2mgh + mgh$	$0 = mv_0^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 - 2mgh + mgh$
$0 = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 + 2mgh + mgh$	$0 = mv_0^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 + 2mgh + mgh$
$0 = -mv_0^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 - 2mgh + mgh$	$0 = mv_0^2 + \frac{1}{2}mv_0^2 + 2mgh - mgh$

問4 Aが達する最高点の床からの高さはいくらか。正しいものを，次の～のうちから一つ選べ。 4

$h + \frac{v_0^2}{g}$	$\frac{v_0^2}{2g}$	$\frac{2v_0^2}{g}$	$2h$
$2h + \frac{v_0^2}{2g}$	$2h + \frac{2v_0^2}{g}$		

物理 B

問5 Bが床に衝突する時刻を  $t = t_0$ 、Aが最高点に達する時刻を  $t = t_1$  とすると、Aの速さ  $v$  と時刻  $t$  との関係のグラフはどうか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 5



**第3問** 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。

[解答番号  ~  ] (配点 20)

図1のようになめらかに動くことのできるピストンを備えたシリンダーに一定量の理想気体を封入した。

このシリンダーとピストンは断熱材でできていて、内部には温度調節器がある。また、大気圧の大きさを  $P_0$  とすると、中の気体の圧力は  $P_0$  であり、このときの気体の体積は  $V_0$ 、温度は  $T_0$  である。この状態を状態 A とする。状態 A から気体を冷却すると体積が  $\frac{1}{3}V_0$  になった。この状態を状態 B とする。



図 1

**問1** 状態 B での気体の温度はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

- $\frac{1}{2}T_0$        $\frac{1}{3}T_0$        $T_0$        $2T_0$        $3T_0$        $6T_0$

次に、状態 B のままピストンを固定し、気体をゆっくり加熱して気体の圧力を  $2P_0$  にした。この状態を状態 C とする。

問2 状態 C での気体の温度はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 2

$\frac{1}{6}T_0$        $\frac{1}{3}T_0$        $\frac{1}{2}T_0$        $\frac{2}{3}T_0$        $T_0$        $2T_0$

問3 状態 B から状態 C にする過程について、中の気体に関して述べた次の記述のうち、正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 3

- 気体の内部エネルギーは増加し、気体は仕事をしない。
- 気体の内部エネルギーは増加し、気体は仕事をする。
- 気体の内部エネルギーは変化せず、気体は仕事をする。
- 気体の内部エネルギーは変化せず、気体は仕事をされる。
- 気体の内部エネルギーは減少し、気体は仕事をしない。
- 気体の内部エネルギーは減少し、気体は仕事をする。

さらに、状態 C からピストンの固定を外し、ピストンに外力を加え、外力を調節しながらゆっくりと、気体の状態を図2のような直線 CA 上を C から A まで変化させた。

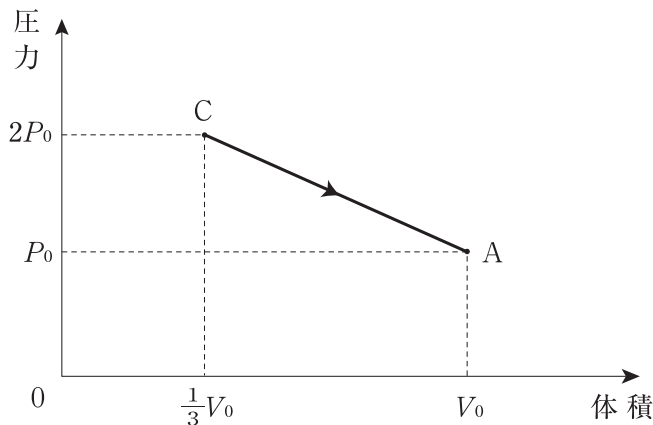


図 2

物理 B

問4 このとき，気体がした仕事はいくらか。正しいものを，次の ~ のうちから一つ選べ。 4

$P_0V_0$

$2P_0V_0$

$3P_0V_0$

$\frac{1}{2}P_0V_0$

$\frac{1}{3}P_0V_0$

$\frac{2}{3}P_0V_0$

問5 気体が状態 C から状態 A に変化する過程において，気体の温度が最も高くなるときの気体の体積はいくらか。正しいものを，次の ~ のうちから一つ選べ。

5

$\frac{1}{3}V_0$

$\frac{2}{5}V_0$

$\frac{1}{2}V_0$

$\frac{2}{3}V_0$

$\frac{5}{6}V_0$

$V_0$

**第4問** 次の各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号  ~  ] (配点 20)

図1のようなピストンを入れた十分に長い管がある。この管口の近くで、音源から音を管に向かって鳴らした。はじめピストンは管口から30cmのところにあった。ピストンを管口に向けて動かすと最初に大きく管が共鳴したのは8cm動かしたときであった。このピストンの位置をAとする。また、はじめの位置からピストンを管口と逆の左向きに動かしたとき最初に大きく共鳴したのは7cm動かしたときであった。この位置をBとする。

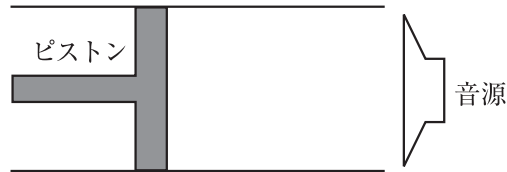


図 1

問1 音波の波長はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

5 cm      10 cm      15 cm      20 cm      24 cm      30 cm

問2 開口端補正はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

0.1 cm      0.5 cm      1 cm      2 cm      5 cm      10 cm

問3 位置Bよりさらに左へ引いていくと、位置Cでも共鳴した。位置Cの管口からの距離はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

42 cm      44 cm      52 cm      54 cm      60 cm      62 cm

問4 位置 C にピストンがあるとき，次に示した点のうち空気の密度変化が最大の所はどこか。正しいものを，次の ~ のうちから一つ選べ。 4

ピストンから 7.5 cm の所

ピストンから 10 cm の所

ピストンから 15 cm の所

ピストンから 20 cm の所

ピストンから 50 cm の所

ピストンから 52 cm の所

問5 位置 A にピストンを固定して，スピーカーからの振動数を大きくしていった。共鳴音はいったん聞こえなくなったが再びある振動数のときに聞こえるようになった。このとき，管の中に生じている音波は何倍振動の形を示しているか。正しいものを，次の ~ のうちから一つ選べ。 5

基本振動

2 倍振動

3 倍振動

4 倍振動

5 倍振動

7 倍振動

第5問 次の各問い(問1～5)に答えよ。[解答番号  ～  ] (配点 20)

図1のように、座標軸  $x$ ,  $y$  をとり、この軸と  $45^\circ$  の角度をなすように置かれた半透明鏡がある。光源  $S$  から波長  $\lambda$  の単色光を  $y$  軸方向に出すと、半透明鏡によって反射される光と、透過する光に半分ずつの強さに分けられる。さらにそれぞれ鏡  $A$ ,  $B$  で反射され、半透明鏡で反射または透過して測定器に入る。この2つの光の干渉を測定器で観測する。またそれぞれの光の経路には液体を入れることが出来る長さ  $L$  の管があり、はじめは何も入っていない。鏡と半透明鏡の距離は両方同じになっている。この実験は空気中で行われ、空気の屈折率を1とする。

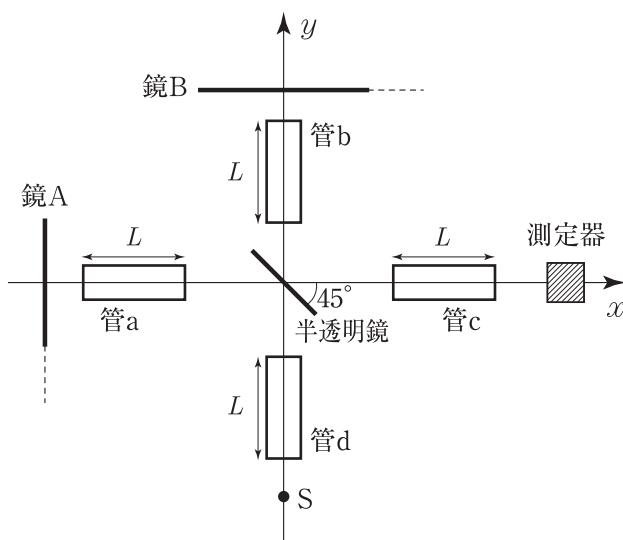


図 1

問1 管に屈折率  $n$  の液体を満たすと、光の波長はいくらになるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。

- $\lambda$                        $n\lambda$                        $\frac{\lambda}{n}$

問2 管 a だけに屈折率  $n$  の液体を満たすと測定器に入ってくる 2 つの光の光路差はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 2

$$nL \qquad \frac{L}{n} \qquad 2nL \qquad \frac{2L}{n}$$

$$2(n-1)L \qquad \frac{2L}{n-1}$$

問3 それぞれの管を屈折率  $n$  の液体で満たすと、光路差が様々に変化する。次のように管に液体を満たしたとき、測定器までの光路差が同じになる組み合わせはどのようなになるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 3

- ア：管 a と管 b だけに、屈折率  $n$  の液体を満たす。  
 イ：管 a と管 c だけに、屈折率  $n$  の液体を満たす。  
 ウ：管 a と管 d だけに、屈折率  $n$  の液体を満たす。  
 エ：管 b と管 c だけに、屈折率  $n$  の液体を満たす。  
 オ：管 b と管 d だけに、屈折率  $n$  の液体を満たす。  
 カ：管 c と管 d だけに、屈折率  $n$  の液体を満たす。

- {ア, カ} : {イ, ウ, エ, オ}  
 {ア, イ, ウ} : {エ, オ, カ}  
 {ア} : {イ, ウ, エ, オ, カ}  
 {ア, ウ, カ} : {イ, エ, オ}  
 {ア, オ, カ} : {イ, ウ, エ}  
 {ア, イ} : {ウ, エ} : {オ, カ}

物理 B

問4 管 b と管 c に屈折率  $n$  の液体を満たしたとき、測定器に入ってくる 2 つの光の強めあう条件はどうなるか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。ただし、 $m = 0, 1, 2 \dots$  とする。 4

$$\begin{array}{lll}
 nL = m\lambda & \frac{L}{n} = m\lambda & 2nL = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda \\
 \frac{2L}{n} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda & 2(n-1)L = m\lambda & \frac{2L}{n-1} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda
 \end{array}$$

問5 管 a だけに屈折率  $n$  の液体を満たす。このとき、測定器に来た光は強めあっていた。次に、鏡 A を左に動かしていくと、測定器に入ってくる 2 つの光は強めあったり弱めあったりを繰り返す。強めあった状態から次の強めあいの状態になるまでに、鏡 A を動かす距離はいくらか。正しいものを、次の ~ のうちから一つ選べ。 5

$$\begin{array}{llll}
 \frac{\lambda}{2} & \lambda & 2\lambda & \frac{\lambda}{2n} \\
 \frac{\lambda}{n} & \frac{2\lambda}{n} & & 
 \end{array}$$