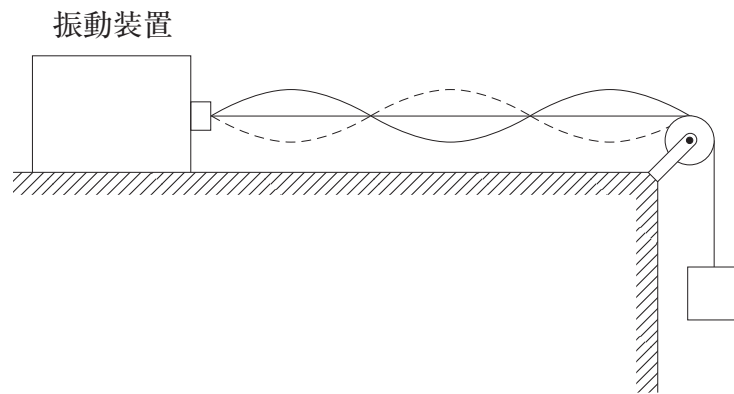


# 物 理

【問題 1】 次の問 1 から問 5 について、それぞれ指定されたように答えなさい。

(解答番号  - )

問 1 図のように、弦にできる定常波（定在波）を調べる装置で実験を行った。振動装置の振動数を 30 Hz にすると、3 倍振動の定常波が現れた。次に、振動装置の振動数だけを変化させて、基本振動の定常波を発生させるためには、振動装置の振動数を何 Hz にすれば良いか。最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

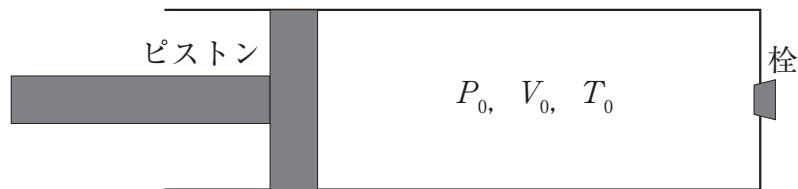


図

- ① 10      ② 15      ③ 30      ④ 60      ⑤ 90

問2 図のように、なめらかに動くピストンが取り付けられた円筒容器に小さな穴をあけ、穴に栓を差し込んで内部に理想気体を閉じ込めた。このとき、気体の圧力、体積、温度はそれぞれ  $P_0$ 、 $V_0$ 、 $T_0$  であった。栓は、容器内部の気体の圧力が  $P_A$  ( $P_A > P_0$ ) 以下のときは差し込まれたままだが、 $P_A$  より大きくなると、容器からはずれるようになっていく。容器は熱をよく通し、外部の温度を変化させることにより、内部の気体の温度を変化させることができる。図の状態から、気体の温度を  $T_0$  に保ったまま、栓がはずれるまでピストンをゆっくり押し込む。栓がはずれる直前の容器内部の気体の体積を表す式として正しいものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

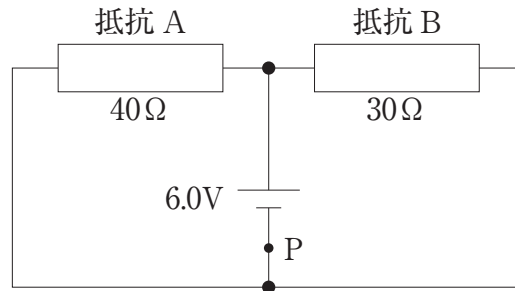
2



- ①  $\frac{P_0}{P_A} V_0$       ②  $\frac{P_A}{P_0} V_0$       ③  $V_0$   
 ④  $\frac{P_A - P_0}{P_0} V_0$       ⑤  $\frac{P_0}{P_A - P_0} V_0$       ⑥  $\frac{P_0}{P_A + P_0} V_0$

問3 図のように、 $40\ \Omega$ の抵抗Aと $30\ \Omega$ の抵抗Bを、 $6.0\ \text{V}$ の直流電源につないだ。図中の点Pを流れる電流は何Aか。最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

3



図

- ① 0.25    ② 0.35    ③ 0.45    ④ 0.55    ⑤ 0.65

問4 次の文章中の空欄〔ア〕～〔ウ〕に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

4

原子力発電ではウランや〔ア〕などを連鎖的に〔イ〕させて生じる熱エネルギーを用いる。この核反応では、二酸化炭素は発生しないが、長期にわたって厳重に管理する必要がある〔ウ〕が作りだされる。

	〔ア〕	〔イ〕	〔ウ〕
①	プルトニウム	核融合	放射性廃棄物
②	プルトニウム	核融合	窒素酸化物
③	プルトニウム	核分裂	放射性廃棄物
④	プルトニウム	核分裂	窒素酸化物
⑤	マグネシウム	核融合	放射性廃棄物
⑥	マグネシウム	核融合	窒素酸化物
⑦	マグネシウム	核分裂	放射性廃棄物
⑧	マグネシウム	核分裂	窒素酸化物

問5 次の文章中の空欄〔ア〕～〔ウ〕に入れる語句の組合せとして最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

5

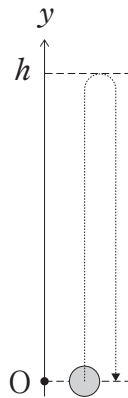
光が媒質の境界面を透過するとき、位相は〔ア〕。光は、屈折率のより大きい媒質との境界面で反射するとき、反射光の位相は〔イ〕。一方、屈折率のより小さい媒質との境界面で反射するとき、反射光の位相は〔ウ〕。

	〔ア〕	〔イ〕	〔ウ〕
①	ずれない	ずれない	ずれない
②	ずれない	ずれない	$\pi$ ずれる
③	ずれない	$\pi$ ずれる	ずれない
④	ずれない	$\pi$ ずれる	$\pi$ ずれる
⑤	$\pi$ ずれる	ずれない	ずれない
⑥	$\pi$ ずれる	ずれない	$\pi$ ずれる
⑦	$\pi$ ずれる	$\pi$ ずれる	ずれない
⑧	$\pi$ ずれる	$\pi$ ずれる	$\pi$ ずれる

【問題2】 次の文章を読み，問1と問2に答えなさい。

(解答番号  - )

図のように，鉛直上向きに  $y$  軸をとる．小球を  $y=0$  の位置から鉛直上向きに投げ上げた．この小球は  $y=h$  の位置まで上がったのち， $y=0$  の位置まで戻ってきた．重力加速度の大きさを  $g$  とし，重力による位置エネルギーの基準を  $y=0$  とする．また，空気抵抗は無視できるものとする．



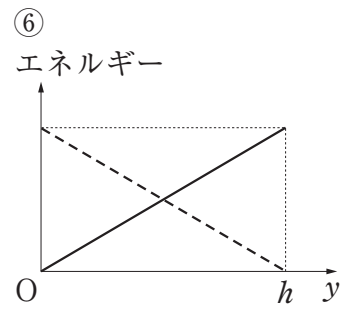
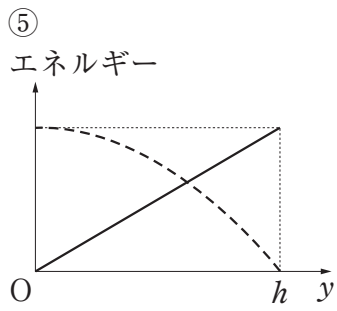
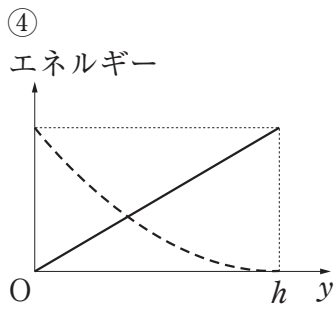
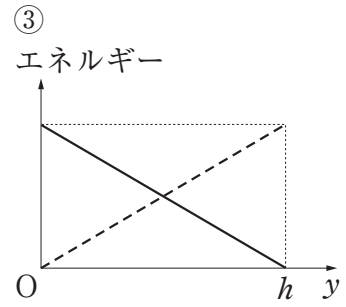
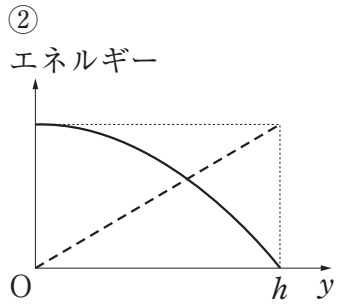
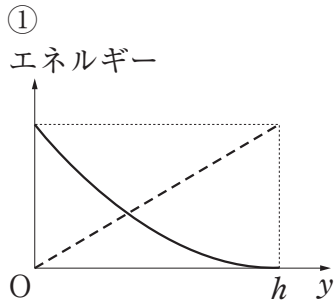
図

問1 小球が  $y=0$  の位置に戻ってきたときの小球の速さとして正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

- ①  $\sqrt{2g}$     ②  $\sqrt{2gh}$     ③  $2g$     ④  $2gh$     ⑤  $\frac{1}{2}g$     ⑥  $\frac{\sqrt{gh}}{2}$

問2 小球が上昇しているときの小球の  $y$  座標と運動エネルギーおよび位置エネルギーの関係を示すグラフとして最も適当なものを、下のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

7

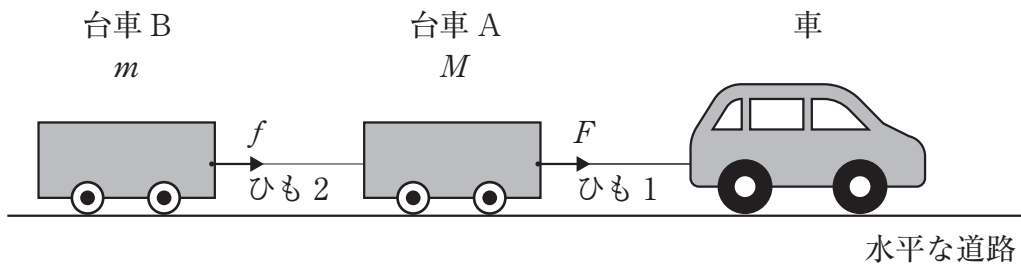


— 運動エネルギー  
- - - 位置エネルギー

【問題3】 次の文章を読み、問1から問3に答えなさい。

(解答番号  - )

図のように、一定の加速度で走行できる車を先頭に用意し、質量  $M$  の台車 A と質量  $m$  の台車 B を軽くて伸びないひもで水平につないだ。車と台車 A、B は水平でまっすぐな道路を一定の加速度の大きさ  $a$  で右向きに走り出した。ひも 1 が台車 A を引く力の大きさを  $F$  とし、ひも 2 が台車 B を引く力の大きさを  $f$  とする。ただし、台車 A、B は道路上をなめらかに動き、台車の車輪の質量および空気抵抗は無視できるものとする。



図

問1 右向きを正としたとき、台車 A と台車 B についての運動方程式の組合せとして最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

	台車 A	台車 B
①	$Ma = F + f$	$ma = f$
②	$Ma = F - f$	$ma = f$
③	$Ma = F - f$	$2ma = -f$
④	$2Ma = F + f$	$ma = -f$
⑤	$2Ma = F - f$	$ma = -f$
⑥	$Ma = F - f$	$2ma = f$

問2 ひも2が台車Bを引く力の大きさ $f$ を表す式として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

9

- ① 0    ②  $\frac{F}{2}$     ③  $\frac{mF}{M}$     ④  $\frac{MF}{m}$     ⑤  $\frac{mF}{M+m}$     ⑥  $\frac{MF}{M+m}$

問3 一定の加速度で距離 $L$ だけ走らせたとき、台車Aの運動エネルギーの増加量を表す式として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

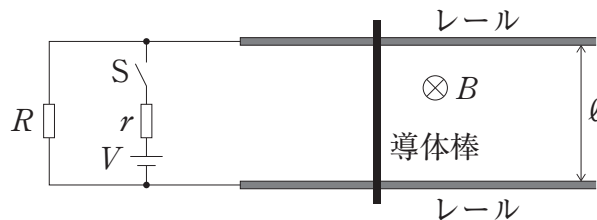
10

- ①  $fL$     ②  $FL$     ③  $(F-f)L$   
④  $(F+f)L$     ⑤  $\frac{(F-f)L}{2}$     ⑥  $\frac{(F+f)L}{2}$

【問題 4】 次の文章を読み、問 1 と問 2 に答えなさい。

(解答番号  - )

図のように、鉛直下向きに一様な磁束密度  $B$  の磁場中に、十分に長い 2 本の細い金属レールが、水平面内に間隔  $\ell$  で平行に置かれている。レールには電圧  $V$  の直流電源、抵抗値  $r$ 、 $R$  の 2 つの抵抗、およびスイッチ  $S$  が接続されている。レール上には導体棒がレールに対して垂直に置かれている。はじめ、導体棒は静止しており、 $S$  は開いている。ただし、レールと導体棒および、それらの間の電気抵抗は無視できるものとし、導体棒はレールと垂直を保ちながら、なめらかに動くことができるものとする。また、回路を流れる電流がつくる磁場は  $B$  に比べて十分小さいものとする。



図

問 1 スイッチ  $S$  を閉じると、導体棒に電流が流れた。導体棒を流れる電流の大きさ  $I$  はいくらか。正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

- ① 0    ②  $\frac{V}{R+r}$     ③  $\frac{V}{R}$     ④  $\frac{V}{r}$     ⑤  $\frac{RV}{r}$     ⑥  $\frac{rV}{R}$

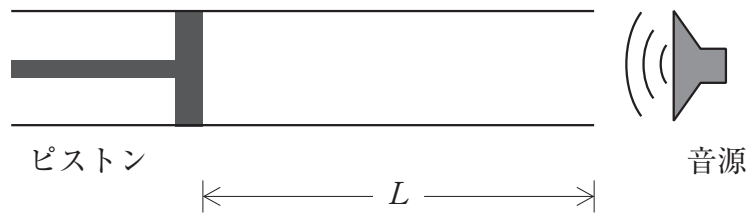
問 2 スイッチ  $S$  を閉じると、導体棒は右向き of 力を受ける。このとき、導体棒が動かないように左向きに力を加えた。加えた力の大きさとして正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

- ① 0    ②  $\frac{VB\ell}{R+r}$     ③  $\frac{VB\ell}{r}$     ④  $\frac{VB\ell}{R}$     ⑤  $\frac{VB\ell}{Rr}$     ⑥  $\frac{VB\ell r}{R}$

【問題5】 次の文章を読み，問1と問2に答えなさい。

(解答番号  - )

図のように，ピストンの付いたガラス管の管口付近に音源が置かれている．管口からピストンまでの距離  $L$  と，音源の振動数  $f$  は連続的に変えられる．音速を  $340 \text{ m/s}$  とし，ガラス管内に定常波（定在波）が発生しているときは，ちょうど管口の位置に腹があるとする．



図

問1 ピストンを  $L = 60 \text{ cm}$  の位置で固定し，音源の振動数を  $f_1$  としたとき，ガラス管内で共鳴が起こり，定常波が生じた．次に，振動数を固定したままピストンをゆっくりと引いて共鳴が起こるかどうか調べたところ， $60 \text{ cm} < L < 100 \text{ cm}$  では共鳴せず， $L = 100 \text{ cm}$  の位置で再び共鳴した． $f_1$  の値として最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい．

- ① 280 Hz    ② 340 Hz    ③ 430 Hz  
 ④ 570 Hz    ⑤ 850 Hz    ⑥ 1700 Hz

問2 次に，ピストンを  $L = 60 \text{ cm}$  の位置からゆっくりと引きながら，常に共鳴が起きるように音源の振動数を少しずつ変化させた． $L = 60 \text{ cm}$  の位置での振動数が  $f_1$ ， $L = 100 \text{ cm}$  の位置での振動数が  $f_2$  であったとき， $\frac{f_2}{f_1}$  の値として最も適当なものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい．

- ①  $\frac{4}{3}$     ②  $\frac{3}{4}$     ③  $\frac{5}{3}$     ④  $\frac{3}{5}$     ⑤  $\frac{5}{4}$     ⑥  $\frac{4}{5}$

【問題6】 次の文章を読み，問1から問3に答えなさい。

(解答番号  - )

図1のように，斜面  $S_0$ ， $S_1$  と水平な床がなめらかにつながっている．斜面  $S_0$  および床は摩擦のない面であり，斜面  $S_1$  は粗い面である．床から高さ  $h$  の斜面  $S_0$  上の点  $P$  より，質量  $m$  の小物体  $A$  を斜面に沿って下方に速さ  $v_0$  で打ち出したところ，床に置かれた質量  $M$  の小物体  $B$  に衝突した．ただし，斜面  $S_1$  の水平面からの角度を  $\theta$  とし，重力加速度の大きさは  $g$  とする．また，斜面  $S_1$  と小物体  $B$  の間の動摩擦係数を  $\mu'$  とする．

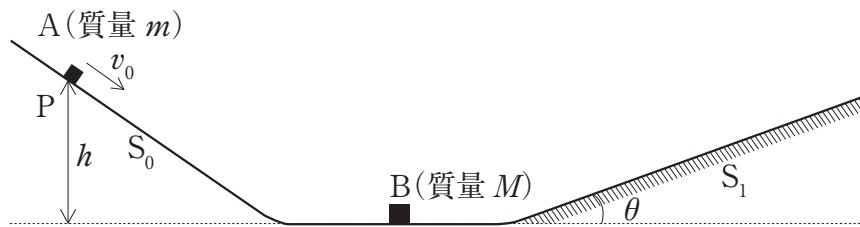


図1

問1 小物体  $B$  に衝突する直前の小物体  $A$  の速さ  $v_1$  を示す式として正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

- ①  $v_0 + \sqrt{gh}$                       ②  $\sqrt{v_0^2 + gh}$                       ③  $\sqrt{v_0^2 + 2gh}$   
 ④  $v_0 + 2\sqrt{gh}$                       ⑤  $\sqrt{v_0^2 - gh}$                       ⑥  $\sqrt{v_0^2 - 2gh}$

問2 小物体  $A$  は小物体  $B$  に衝突した直後に静止した．衝突直後の小物体  $B$  の速さ  $v_2$  を示す式として正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

- ①  $\frac{m}{M}v_1$                       ②  $\sqrt{\frac{m}{M}}v_1$                       ③  $v_1$                       ④  $\frac{M}{m}v_1$                       ⑤  $\sqrt{\frac{M}{m}}v_1$

問3 図2のように、小物体Bは斜面  $S_1$  をのぼり、床からの高さ  $h_1$  の点Qにおいて速さ0になった。小物体Bが斜面  $S_1$  をのぼり始めてから点Qに到達するまでに動摩擦力からなされた仕事の大きさを表す式として正しいものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

17

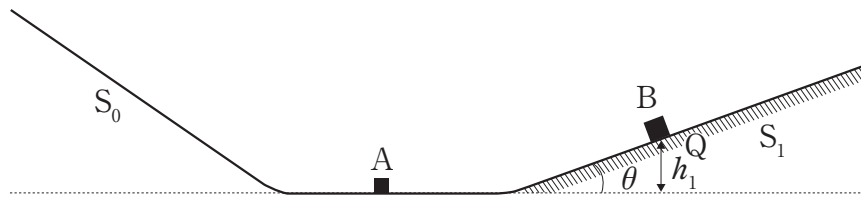


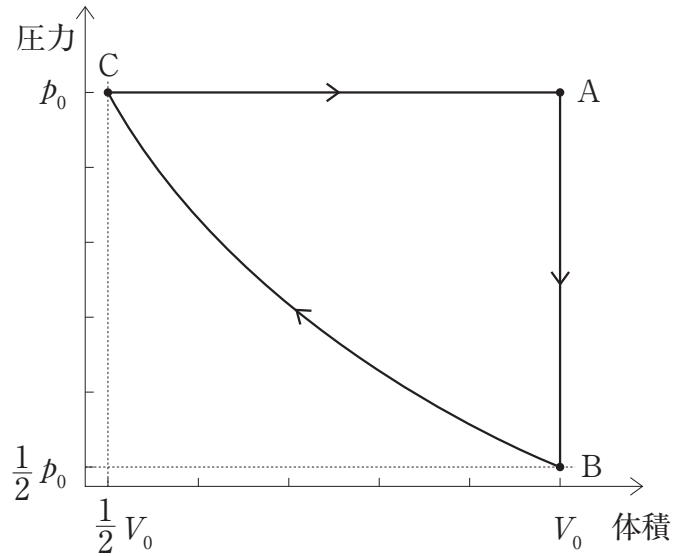
図2

- ①  $\mu'Mgh_1$       ②  $\mu'Mgh_1\cos\theta$       ③  $\mu'Mgh_1\sin\theta$       ④  $\frac{\mu'Mgh_1}{\sin\theta}$
- ⑤  $\frac{\mu'Mgh_1}{\cos\theta}$       ⑥  $\frac{\mu'Mgh_1\cos\theta}{\sin\theta}$       ⑦  $\frac{\mu'Mgh_1\sin\theta}{\cos\theta}$

【問題7】 次の文章を読み，問1 から問3 に答えなさい。

(解答番号  - )

物質質量  $n$  の単原子分子の理想気体の状態を図のように変化させる。過程  $A \rightarrow B$  は定積変化，過程  $B \rightarrow C$  は等温変化，過程  $C \rightarrow A$  は定圧変化である。状態  $A$  の温度を  $T_0$ ，気体定数を  $R$  とする。



図

問1 状態  $A$  における気体の内部エネルギーとして正しいものを，次のうちから一つ選び，番号で答えなさい。

- ①  $nRT_0$     ②  $\frac{1}{2}nRT_0$     ③  $\frac{3}{2}nRT_0$     ④  $\frac{5}{2}nRT_0$   
⑤  $RT_0$     ⑥  $\frac{1}{2}RT_0$     ⑦  $\frac{3}{2}RT_0$     ⑧  $\frac{5}{2}RT_0$

問2 状態 B の温度は  $T_0$  の何倍か。最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

19

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

問3 過程 C → A において気体が吸収する熱量は状態 A の内部エネルギーの何倍か。最も適当なものを、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

20

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