

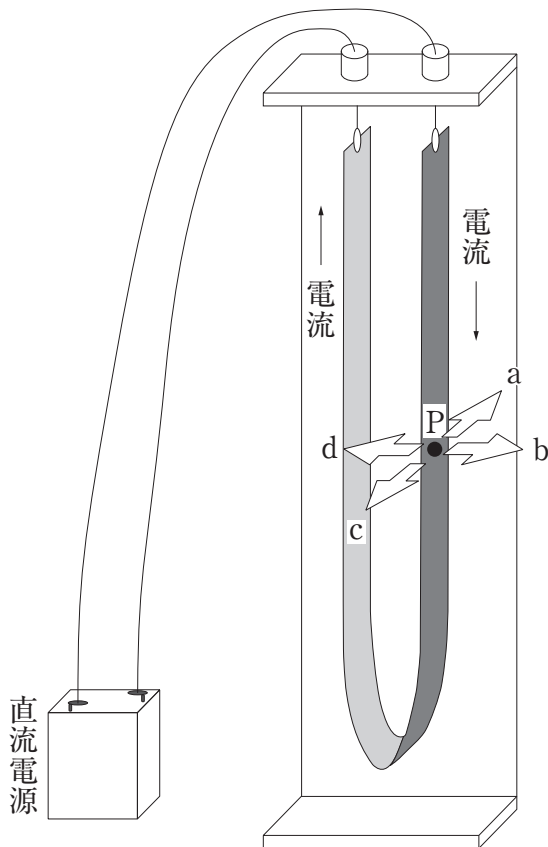
# 物 理

【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 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に入れる記号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。

図のように、幅の狭いアルミ箔を U 字型に曲げてつるし、直流電源に接続して電流を流した。図に示した右側のアルミ箔上の点 P には、左側のアルミ箔に流れる電流によって磁場が生じている。この磁場は図の〔ア〕の矢印の向きである。この磁場により点 P でアルミ箔は図の〔イ〕の矢印の向きに力を受ける。

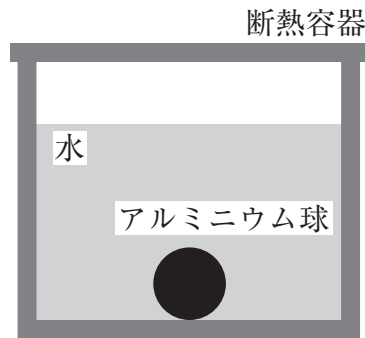


図

	〔ア〕	〔イ〕
①	a	a
②	a	b
③	c	c
④	c	d
⑤	b	a
⑥	b	c
⑦	d	a
⑧	d	c

問2 図のように、断熱容器に温度  $20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  の水  $100\text{ g}$  を入れ、温度  $80.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  のアルミニウム球  $50.0\text{ g}$  を沈めた。十分時間が経過すると、水とアルミニウム球は同じ温度になった。十分時間が経過したときの水とアルミニウム球の温度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。ただし、水の比熱を  $4.18\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 、アルミニウムの比熱を  $0.900\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$  とし、水の蒸発の影響や断熱容器の熱容量は無視できるものとする。

2

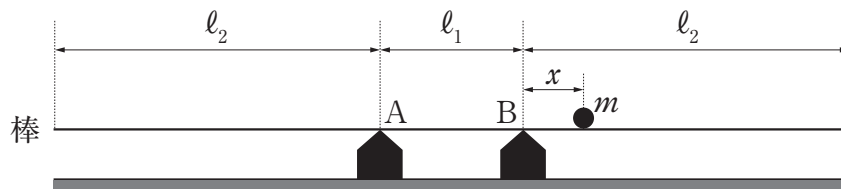


図

- ①  $20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$     ②  $23.0\text{ }^{\circ}\text{C}$     ③  $25.8\text{ }^{\circ}\text{C}$     ④  $27.1\text{ }^{\circ}\text{C}$   
 ⑤  $28.0\text{ }^{\circ}\text{C}$     ⑥  $40.0\text{ }^{\circ}\text{C}$     ⑦  $50.0\text{ }^{\circ}\text{C}$     ⑧  $62.0\text{ }^{\circ}\text{C}$

問3 1本のまっすぐで長さ  $L=1.2\text{ m}$  の一様な棒 (質量  $M=6.0\text{ kg}$ ) を、両端から同じ距離  $l_2=0.50\text{ m}$  内側の2点 A, B で水平に支える (したがって支点間距離  $l_1=0.20\text{ m}$ )。支点 B の上に質量  $m=2.0\text{ kg}$  の小球を置き、B から右向きにゆっくり移動させたところ、B からの距離が  $x$  を超えると棒は B を支点として傾き始めた。B からの距離  $x$  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。

3



図

- ①  $0.033\text{ m}$     ②  $0.067\text{ m}$     ③  $0.10\text{ m}$     ④  $0.30\text{ m}$     ⑤  $0.40\text{ m}$

問4 次の文章中の空欄〔ア〕～〔ウ〕に当てはま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。

原子は、その中心にあってその質量の大部分を占める正の電荷をもった重い原子核と、そのまわりをまわる軽い電子から構成されている。原子核と電子は〔ア〕で結合しており、原子は全体として電氣的に中性である。さらに、原子核は正の電荷をもった〔イ〕と電荷をもたない〔ウ〕から構成されている。

4

	〔ア〕	〔イ〕	〔ウ〕
①	核力	陽子	中性子
②	静電気力	陽子	中性子
③	万有引力	陽子	中性子
④	静電気力	中性子	陽子
⑤	核力	中性子	陽子
⑥	静電気力	陽子	原子
⑦	静電気力	陽子	電子

問5 帯電している3本の棒A, B, Cがある。AとBを近づけるとたがいに引き合い、AとCを近づけるとたがいに引き合い、BとCを近づけると反発した。BとCの電荷の状態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。

5

- ① BとCは同符号に帯電している。
- ② BとCの少なくとも一方は帯電していない。
- ③ 情報からは判定できない。
- ④ BとCは異符号に帯電している。

【問題2】 次の文章を読み，問1から問4に答えなさい。

(解答番号  - )

図1のように，質量  $m$  の小物体が，水平な上面を持つ静止した台車（質量  $M$ ）の右端 B にのっている。台車と小物体の間には摩擦力が働くが，台車と床との間には摩擦力は働かないものとする。また，重力加速度の大きさを  $g$  とする。

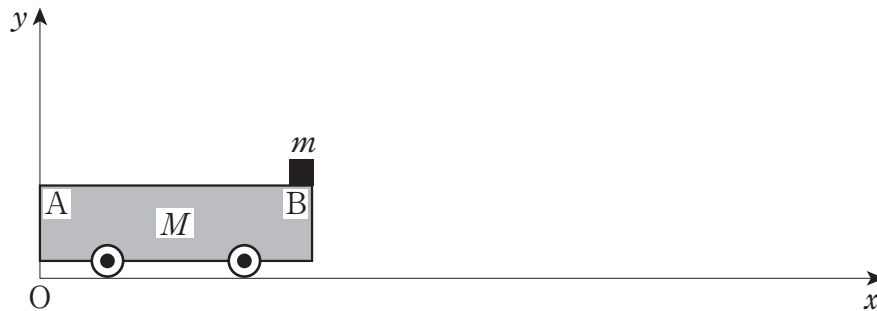


図1

図2のように，台車にロープをつけ，水平右向き（ $x$  軸の正の向き）に一定の力  $f_0$  で引きつづけると，台車と小物体は同じ加速度で動き始めた。

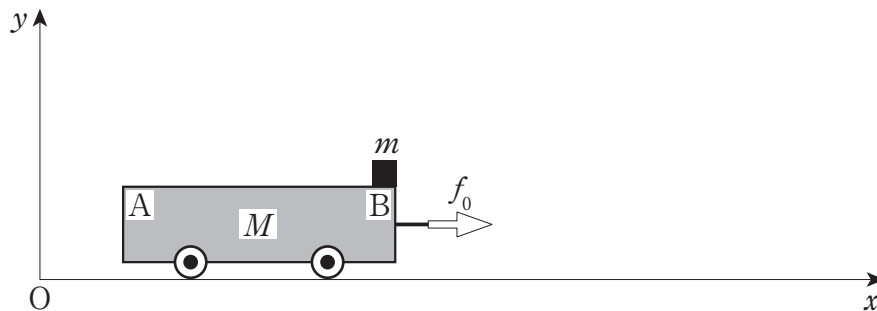


図2

問1 台車と小物体の加速度の大きさはいくらか。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  $\frac{f_0}{M+m}$     ②  $\frac{f_0}{M}$     ③  $\frac{f_0}{m}$     ④  $\frac{f_0+mg}{M+m}$     ⑤  $\frac{f_0+mg}{M}$     ⑥  $\frac{f_0+mg}{m}$

次に、台車を最初の位置に戻し、図3のようにロープを水平右向き（ $x$ 軸の正の向き）に、 $f_0$ よりも強い一定の力  $F_0$  で引きつづけた。すると、小物体と台車は異なる加速度で動き始めた。このとき、小物体の速度と台車の速度は異なるため、その間には動摩擦力が働いている。台車と小物体の間の動摩擦係数を  $\mu'$  とする。

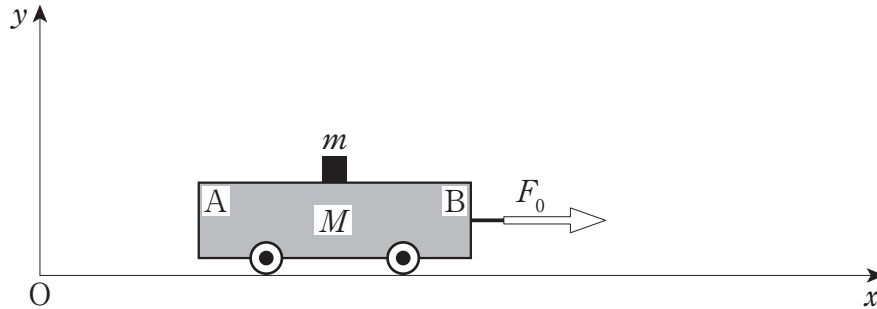


図 3

問 2 図 3 の状態で、台車が受ける力の  $x$  成分と小物体が受ける力の  $x$  成分を表す式として正しいものを、次のうちから一つずつ選び、それぞれ番号で答えなさい。

台車が受ける力の  $x$  成分

小物体が受ける力の  $x$  成分

- ①  $F_0$             ②  $\mu'mg$             ③  $-\mu'mg$             ④  $F_0 - \mu'mg$   
 ⑤  $F_0 + \mu'mg$     ⑥  $F_0 - \mu'Mg$     ⑦  $F_0 + \mu'Mg$

問 3 図 3 の状態で、台車の加速度の  $x$  成分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。

- ①  $\mu'g$             ②  $\frac{F_0 - \mu'mg}{M}$             ③  $\frac{F_0 + \mu'mg}{M}$             ④  $\frac{F_0 - \mu'mg}{m}$   
 ⑤  $\frac{F_0 + \mu'mg}{m}$     ⑥  $\frac{F_0}{M+m}$             ⑦  $\frac{F_0}{M}$             ⑧  $\frac{F_0}{m}$

問4 時刻  $t_1$  で小物体は図4(a)のように台車の左端 A に達し、その後落下し始め、時刻  $t_2$  で図4(b)のように床に着地した。動き始めてから小物体が着地するまでの間の台車の速度の  $x$  成分  $u$ 、および小物体の速度の  $x$  成分  $v$  と時間  $t$  との関係を表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。ただし、台車に力を加え始めた時刻を  $t=0$  とし、台車の速度の  $x$  成分  $u$  を実線で小物体の速度の  $x$  成分  $v$  を破線で表すものとする。

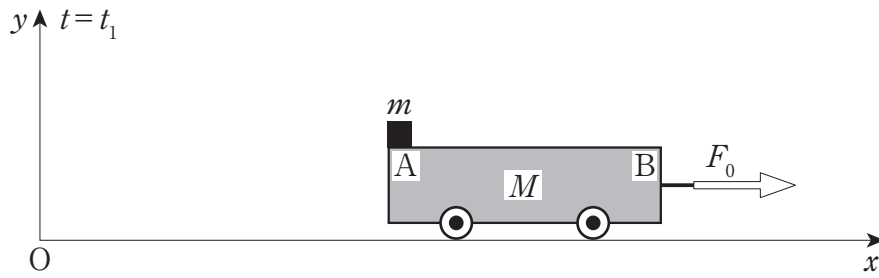


図4(a)

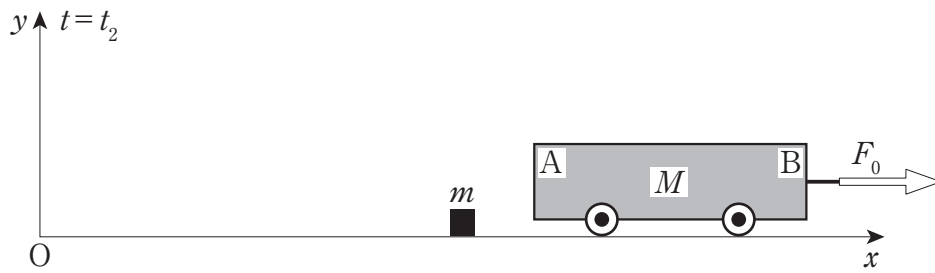
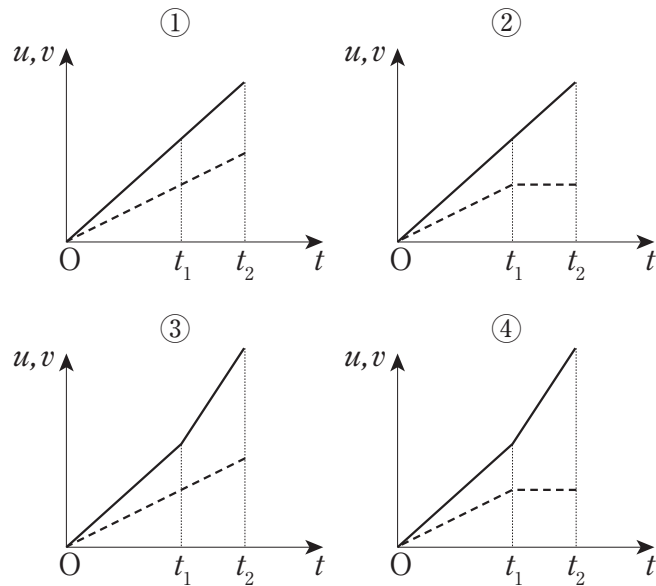


図4(b)



実線 (—) は台車の速度の  $x$  成分  $u$   
 破線 (-----) は小物体の速度の  $x$  成分  $v$

【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  - )

断面積  $S$  の円筒容器内に質量  $M$  のなめらかに動くピストンで、気体が閉じ込められている。外気圧を  $p_0$ 、重力加速度を  $g$  とする。

まず、図1のように、円筒容器を水平に置いたとき、気体部分の長さは  $L$  であった。次に、図2のように、この円筒容器を鉛直上向きにすると（気体の上にピストン）、気体部分の長さは  $l$  となった。このとき、円筒容器内の気体の温度は常に一定温度  $T$  に保たれていた。

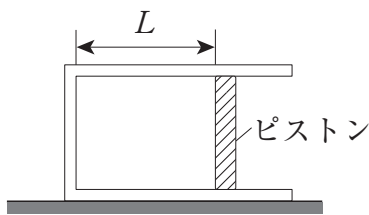


図1

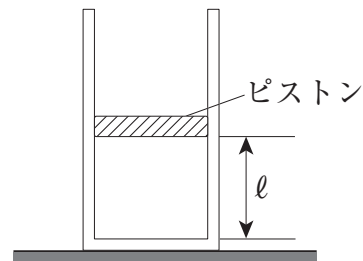


図2

問1 鉛直配置（図2）での閉じ込められている気体の圧力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。

- ①  $p_0$     ②  $p_0 + \frac{Mg}{S}$     ③  $p_0 - \frac{Mg}{S}$     ④  $p_0 + Mg$     ⑤  $p_0 - Mg$

問2 鉛直配置（図2）でのピストンの質量  $M$  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。

- ①  $\frac{p_0 S(L-l)}{gl}$     ②  $\frac{p_0 S(L+l)}{gl}$     ③  $\frac{p_0(L-l)}{gS}$   
 ④  $\frac{p_0(L+l)}{gS}$     ⑤  $\frac{p_0 S l}{g(L-l)}$     ⑥  $\frac{p_0 S l}{g(L+l)}$

問3 次に、鉛直配置（図2）のまま温度を  $T'$  に変えると閉じ込められている気体部分の長さが  $\ell'$  になった。温度比  $\frac{T'}{T}$  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。

13

①  $\frac{\ell'}{\ell}$       ②  $\frac{\ell}{\ell'}$       ③  $\frac{p_0}{p_0 + \frac{Mg}{S}}$       ④  $\frac{p_0}{p_0 - \frac{Mg}{S}}$

【問題 4】 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，導体紙に円板状の電極 X，Y をつけた。X，Y の中心 a，b は，導体紙の中心 C を通って辺に平行な直線 FG 上で C から等距離の位置にある。両電極間に電圧 6.0 V の電池を接続して，電位の等しい点の軌跡を 0.5 V 間隔で測定したところ，図 2 のような一群の等電位線を得た。

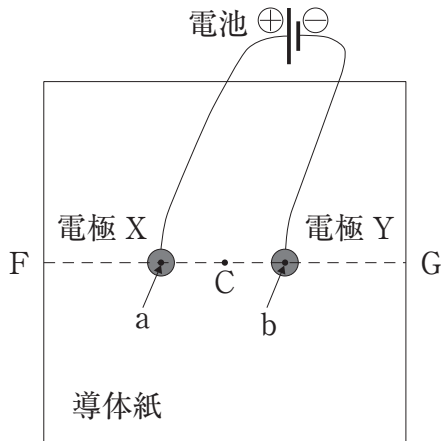


図 1

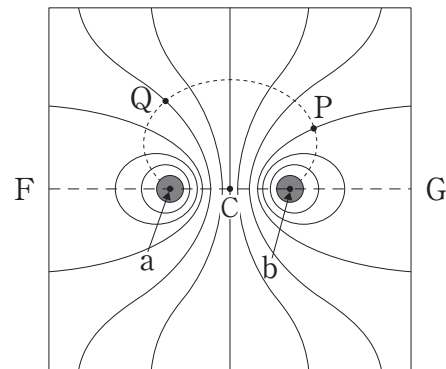
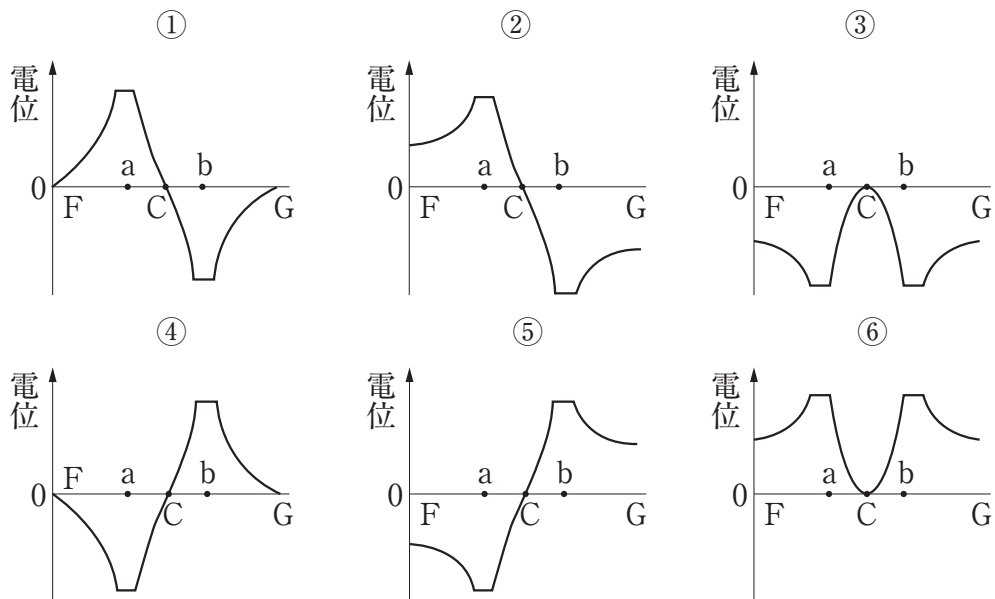


図 2

問 1 電極の中心 a，b を通る直線（図 2 の FG）上での電位の分布を表すグラフ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。ただし，C の電位をゼロとする。



問2 図2の破線は、電極 X, Y 間の電気力線の一例である。この電気力線に沿った電流として、負の電荷  $-8.0 \times 10^{-15} \text{ C}$  が図に示した点 P から点 Q まで移動したとき、電界がこの電荷にした仕事  $W$  はいくらか。最も適当な値を、次のうちから一つ選び、番号で答えなさい。

15

- ①  $4.0 \times 10^{-15} \text{ J}$     ②  $8.0 \times 10^{-15} \text{ J}$     ③  $1.2 \times 10^{-14} \text{ J}$     ④  $1.6 \times 10^{-14} \text{ J}$   
⑤  $2.0 \times 10^{-14} \text{ J}$     ⑥  $2.4 \times 10^{-14} \text{ J}$     ⑦  $2.8 \times 10^{-14} \text{ J}$     ⑧  $3.2 \times 10^{-14} \text{ J}$

問3 図2の電位と電界および電気力線に関する次の記述①～⑤のうちから誤っているものを一つ選び、番号で答えなさい。

16

- ① 電位の異なる二つの等電位線は決して交わらない。  
② 最も電界の強い場所は C である。  
③ 等電位線の間隔の広いところの電界は、狭いところより弱い。  
④ 等電位線と電気力線は直交する。  
⑤ 円板状の電極 X の中心 a での電界はゼロである。

【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  - )

Pさんの家と消防署は，図1のように一直線の道路に沿って建っている．救急車がサイレンを鳴らしながら消防署を出発し，一定の速度で走行した後に停車する．サイレンは一定の振動数 $f_0$ の音を出すとして，Pさんが家で聞く救急車のサイレンの音の振動数について考える．ただし，消防署とPさんの家で区切られる道路の三つの領域を，それぞれ図1のようにA，B，Cとする．

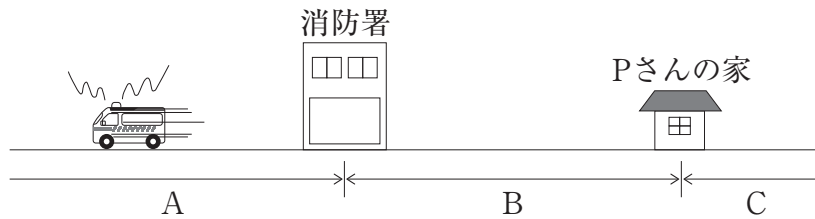
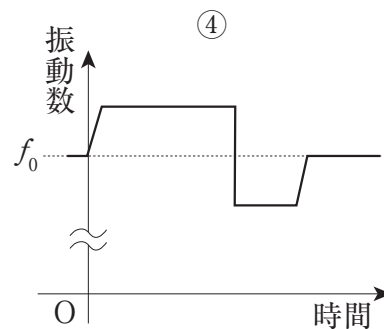
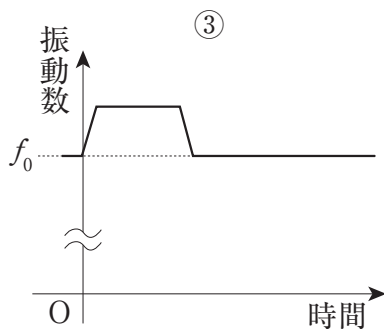
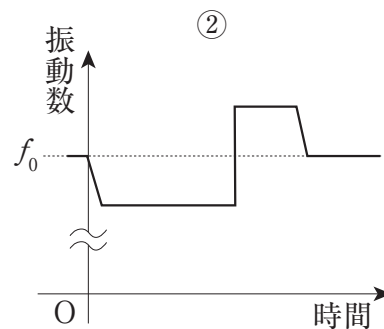
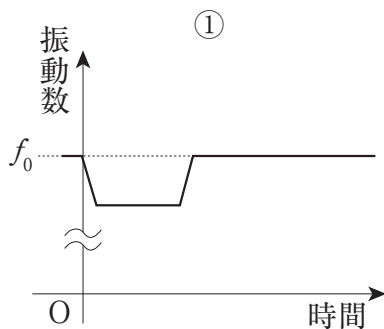


図1

問1 救急車が消防署を出発して，領域Aに停車した．このとき，Pさんの聞く音の振動数は時間とともにどのように変化するか．また領域Cに停車した場合はどうか．それぞれ最も適当なグラフを一つ選び，番号で答えなさい．

領域A

領域C



問2 救急車は消防署を出発し、一定の速度で時間  $T_0$  の間走行した後停車した。このときPさんが聞いたサイレンの音の振動数は図2のように時間変化した。図2において、振動数  $f_1$  の音が聞こえていた時間  $T_1$  と時間  $T_0$  の比  $\frac{T_1}{T_0}$  として最も適当なものを、下の選択肢のうちから一つ選び番号で答えなさい。

19

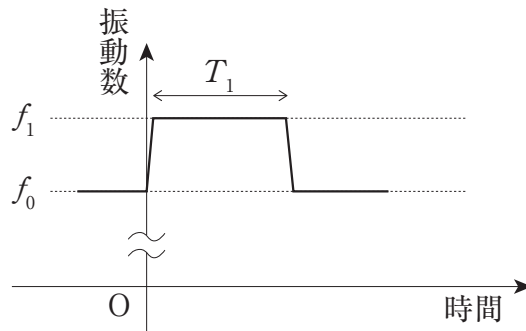


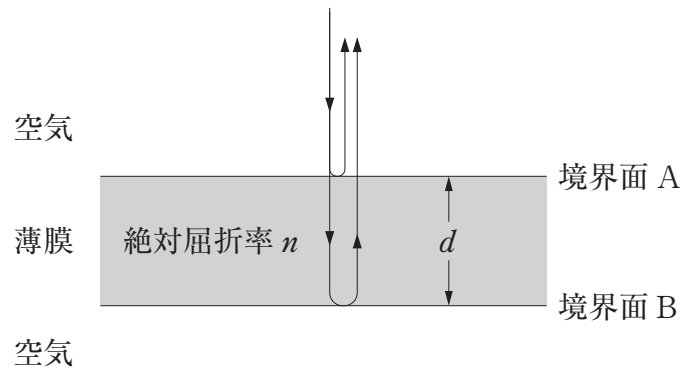
図2

- ①  $\frac{f_0}{f_1}$     ②  $\frac{f_1 - f_0}{f_1}$     ③ 1    ④  $\frac{f_1}{f_1 - f_0}$     ⑤  $\frac{f_1}{f_0}$

【問題 6】 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，振動数  $f$  の単色光が，空気中から一様な厚さ  $d$  の薄膜に垂直に入射している．境界面 A で反射した光と，境界面 B で反射した光は，空気中で干渉する．空気の絶対屈折率を 1，薄膜の絶対屈折率を  $n$  とする．光の位相は，境界面 A で反射するときには  $\pi$  だけ変化するが，境界面 B で反射するときには変化しない．



図

問1 次の文章中の空欄〔ア〕,〔イ〕に当てはまる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.

20

境界面 A から薄膜に入り境界面 B で反射した光は, 再び境界面 A に到達する. この光が薄膜内を往復するのに要する時間  $t$  は, 真空中における光の速さを  $c$  として, 〔ア〕と表される. また, 境界面 A と境界面 B で反射した二つの光が強めあう条件は,  $m$  を正の整数として,  $t =$  〔イ〕と表される.

	〔ア〕	〔イ〕
①	$\frac{2d}{nc}$	$\frac{m}{f}$
②	$\frac{2d}{nc}$	$\frac{\left(m - \frac{1}{2}\right)}{f}$
③	$\frac{2d}{nc}$	$\frac{\left(m - \frac{1}{2}\right)}{2f}$
④	$\frac{2d}{c}$	$\frac{m}{f}$
⑤	$\frac{2d}{c}$	$\frac{\left(m - \frac{1}{2}\right)}{f}$
⑥	$\frac{2d}{c}$	$\frac{\left(m - \frac{1}{2}\right)}{2f}$
⑦	$\frac{2nd}{c}$	$\frac{m}{f}$
⑧	$\frac{2nd}{c}$	$\frac{\left(m - \frac{1}{2}\right)}{f}$
⑨	$\frac{2nd}{c}$	$\frac{\left(m - \frac{1}{2}\right)}{2f}$

問2 次の文章中の空欄〔ウ〕～〔オ〕に当てはま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。

21

厚さを調節できる薄膜に対して垂直に単色光を入射させた。薄膜が光の波長より十分に薄いとき、単色光の色によらず二つの反射光は〔ウ〕あった。その状態から薄膜を徐々に厚くしていくと、二つの反射光は一度〔エ〕あった後、厚さ $d_1$ のとき再び〔ウ〕あった。単色光が赤色、緑色、青色の場合で比較すると、 $d_1$ が最も小さいのは〔オ〕色の場合であった。

	〔ウ〕	〔エ〕	〔オ〕
①	強め	弱め	赤
②	強め	弱め	緑
③	強め	弱め	青
④	弱め	強め	赤
⑤	弱め	強め	緑
⑥	弱め	強め	青