

物 理 基 礎

(解答番号 ~)

第 1 問 次の問い(問 1 ~ 5)に答えよ。(配点 20)

問 1 図 1 のように、水平な床の上に置かれた質量 m の物体に、ばね定数 k の軽いばねが取り付けられている。手でばねの一端を鉛直上向きに、ゆっくりと引き上げる。ばねが自然の長さから x だけ伸びたとき、物体は床から離れた。伸び x を表す式として正しいものを、下の①~④のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。 $x =$

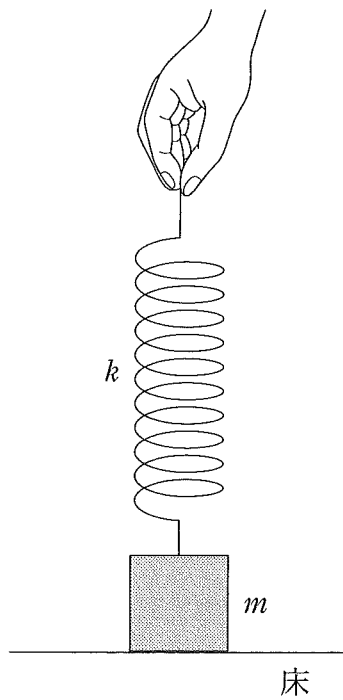


図 1

- ① $\sqrt{\frac{2mg}{k}}$ ② $\frac{mg}{k}$ ③ $\frac{2mg}{k}$ ④ $\frac{k}{mg}$

問 2 図 2 のように水平な床があり、点 A と点 B の間はあらい面に、それ以外はなめらかな面になっている。左側のなめらかな面の上を等速度ですべってきた小物体が、時刻 $t = 0$ s で点 A を通過し、その後、時刻 t_B (s) で点 B を通過した。小物体の速度 v (m/s) と時刻 t (s) の関係を表すグラフとして最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、図 2 の右向きを速度の正の向きとし、あらい面と小物体との間の動摩擦係数は一定であるとする。

2

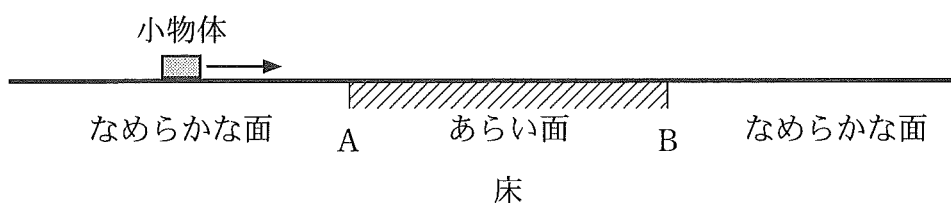
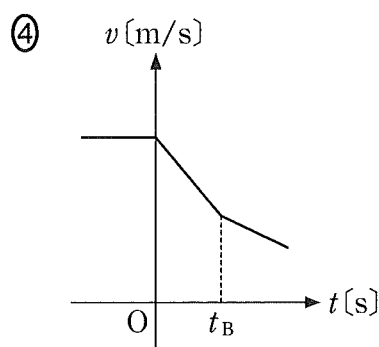
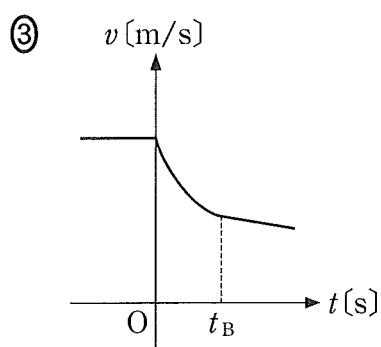
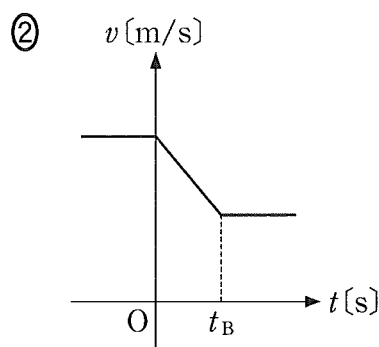
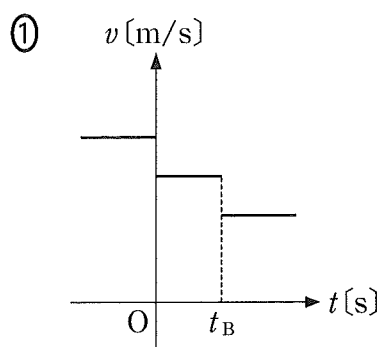


図 2



物理基礎

問 3 次の文中の空欄 ~ に入れる語の組合せとして最も適当なものを、下の①~④のうちから一つ選べ。

電磁波は、周波数(振動数)の 方から順に、電波、, 可視光線、, X線, γ 線に大きく分類される。

	ア	イ	ウ
①	高い(大きい)	赤外線	紫外線
②	高い(大きい)	紫外線	赤外線
③	低い(小さい)	赤外線	紫外線
④	低い(小さい)	紫外線	赤外線

問 4 原子と放射線に関する記述として最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。

4

- ① 原子の種類(元素)は、原子核内に存在する中性子の数によって決まり、その数を原子番号という。
- ② 放射線には α 線、 β 線、 γ 線などがあるが、その透過力や電離作用は放射線の種類によらずほぼ等しい。
- ③ 私たちは日常生活の中で、食物や空気および大地や宇宙からの自然放射線を浴びている。
- ④ X線は電場(電界)と磁場(磁界)が進行方向に対して垂直に振動する縦波であり、胸のX線検診では、X線が縦波である性質を利用して、人体組織の疎密を調べている。
- ⑤ 原子力発電では、核分裂の連鎖反応が継続しないように原子炉を制御しながら、核エネルギーを取り出している。

物理基礎

問 5 消費電力が $1.4 \times 10^3 \text{ W}$ のヒーターをもつ湯沸器で、 15°C の水 500 g を 95°C まで加熱するのに要する時間は何秒か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし、水の比熱を $4.2 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とする。また、ヒーターによって発生する熱量はすべて水の温度上昇に使われるものとする。

秒

① 1.2×10

② 2.4×10

③ 7.0×10

④ 1.2×10^2

⑤ 2.4×10^2

⑥ 7.0×10^2

物理基礎

第2問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～4)に答えよ。(配点 15)

A 気柱の共鳴について考える。ただし、空気中の音速を 340 m/s とし、ガラス管の開口端補正は無視できるものとする。

問1 次の文章中の空欄 ・ に入れる数値と記号の組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑧のうちから一つ選べ。

太さが一様で長さが 50 cm のガラス管が 2 本ある。一方は両端が開いた開管 A、他方は一端が閉じた閉管 B である。図 1 のように、空気中で 2 本のガラス管の開口端の近くに発振器につながれたスピーカーを置き、同じ周波数の音波を二つのスピーカーから発生させる。この音波の周波数を、0 Hz からゆっくり増加させていく。

最初の共鳴は閉管 B で生じた。このとき、音波の周波数は $f_1 =$ Hz である。次に 2 度目の共鳴が片方のガラス管で生じ、そのあと 3 度目の共鳴が のガラス管で生じた。

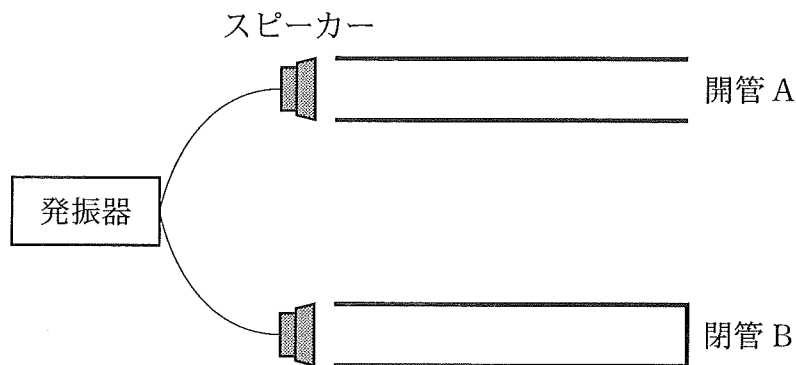


図 1

	ア	イ
①	170	A
②	170	B
③	340	A
④	340	B
⑤	510	A
⑥	510	B
⑦	680	A
⑧	680	B

物理基礎

問 2 次の文章中の空欄 ・ に入れる数値の組合せとして最も適当なものを、次ページの①～⑨のうちから一つ選べ。

次に、図 2 のようにヘリウムガスを満たした箱の中における気柱の共鳴を考える。ヘリウムガス中の音速は、空気中の音速の 3 倍であるとする。問 1 で用いた閉管 B を箱の中に入れ、発振器につないだスピーカーを開口端付近に置いて音波を発生させる。この音波の周波数を、0 Hz からゆっくり増加させていく。

最初の共鳴が生じたときの音波の周波数 f_2 は、問 1 における f_1 を用いて、 $f_2 =$ f_1 となる。この共鳴が生じているとき、定常波の節の数は 個である。

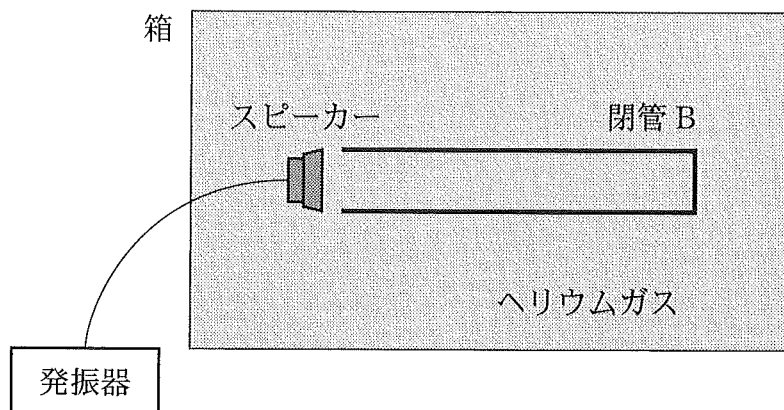


図 2

	ウ	エ
①	$\frac{1}{3}$	1
②	$\frac{1}{3}$	2
③	$\frac{1}{3}$	3
④	2	1
⑤	2	2
⑥	2	3
⑦	3	1
⑧	3	2
⑨	3	3

物理基礎

B 二つの抵抗と直流電源からなる回路について考える。

問 3 図 3 のように、 $20\ \Omega$ 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①～⑤のうちから一つ選べ。 A

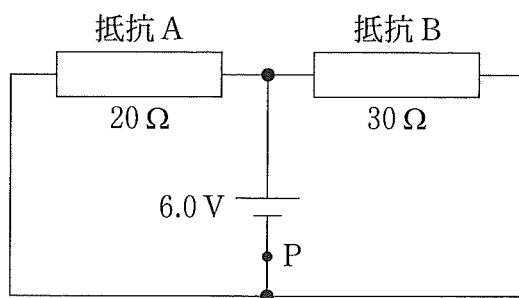


図 3

- ① 0.12 ② 0.20 ③ 0.30 ④ 0.50 ⑤ 0.60

問 4 次の文章中の空欄 **オ** ・ **カ** に入れる数値の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑦のうちから一つ選べ。 **9**

同じ材質でできた円柱状の抵抗 C, D があり、D の直径と長さは C の直径と長さのそれぞれ 2 倍である。このとき、D の抵抗値は C の抵抗値の **オ** 倍である。図 4 のように回路をつくったとき、D の消費電力は C の消費電力の **カ** 倍となる。

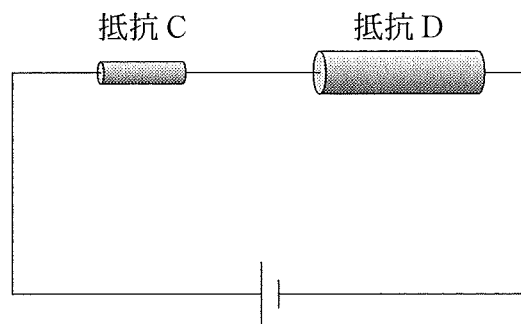


図 4

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

物理基礎

第3問 次の文章(A・B)を読み, 下の問い(問1～4)に答えよ。(配点 15)

A 乾電池により一定の加速度で走行できる機関車の模型がある。図1のように, この機関車に質量 M の客車 A と質量 m の客車 B を軽くて伸びないひも 1, 2 で水平につないだ。機関車と客車 A, B は, 水平でまっすぐな線路上を, 一定の加速度で右向きに走り出した。ひも 1 が客車 A を引く力の大きさを F とし, ひも 2 が客車 B を引く力の大きさを f とする。ただし, 客車 A, B は線路上をなめらかに動き, 車輪の質量および空気抵抗は無視できるものとする。

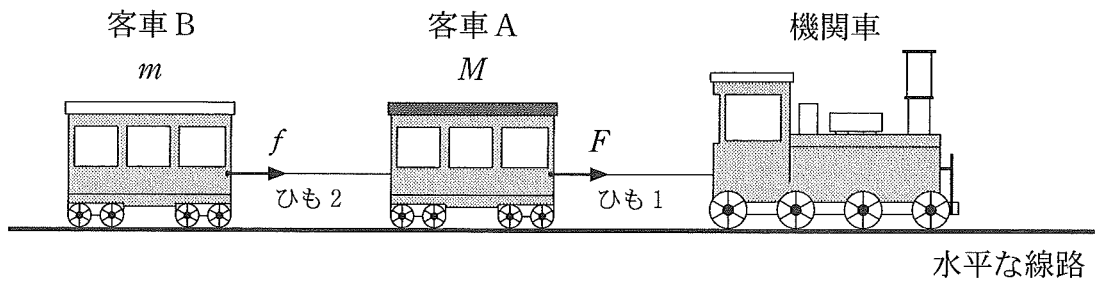


図 1

問 1 ひも 2 が客車 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

①～⑥のうちから一つ選べ。 $f =$

① $\frac{F}{2}$

② F

③ $\frac{mF}{M}$

④ $\frac{MF}{m}$

⑤ $\frac{mF}{M+m}$

⑥ $\frac{MF}{M+m}$

問 2 次の文章中の空欄 ・ に入れる式および語句として最も適当なものを，下のそれぞれの解答群から一つずつ選べ。

一定の加速度で距離 L だけ走らせたとき，客車 A の運動エネルギーの増加量は である。客車 A，B の運動エネルギーの増加量は，機関車で使用されている乾電池の の一部が変換されたものである。

の解答群

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

の解答群

- | | |
|-----------|------------|
| ① 光エネルギー | ② 熱エネルギー |
| ③ 化学エネルギー | ④ 力学的エネルギー |

物理基礎

B 図2のように、なめらかな斜面をもつすべり台 A, B が水平な床に固定されている。すべり台 A の傾きは、すべり台 B の傾きより小さい。すべり台 A, B の同じ高さの位置から、それぞれ小物体 1, 2 を静かに放すと、二つの小物体は斜面をすべり落ちた。ただし、二つの小物体の質量は等しいものとする。

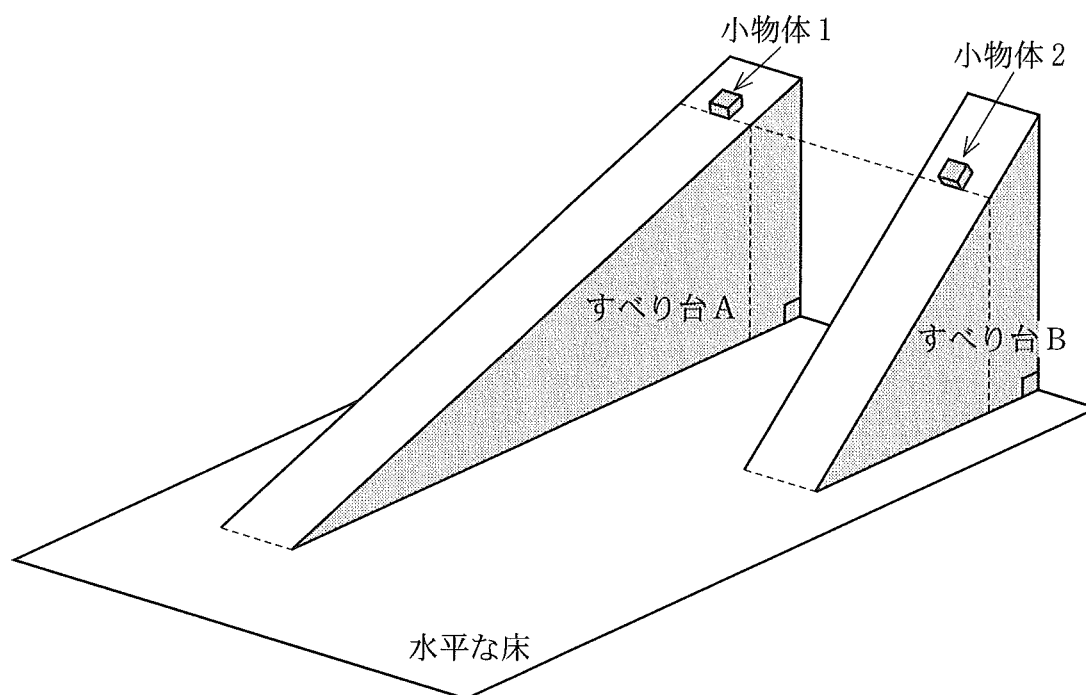


図 2

問 3 二つの小物体が斜面上をすべり落ちている間、小物体 1, 2 が斜面から受ける垂直抗力の大きさを、それぞれ N_1, N_2 とする。また、小物体 1, 2 が斜面上をすべり始めてから水平な床に達するまでの時間を、それぞれ t_1, t_2 とする。それらの大小関係の組合せとして正しいものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 13

	N_1, N_2 の大小関係	t_1, t_2 の大小関係
①	$N_1 > N_2$	$t_1 > t_2$
②	$N_1 > N_2$	$t_1 = t_2$
③	$N_1 > N_2$	$t_1 < t_2$
④	$N_1 < N_2$	$t_1 > t_2$
⑤	$N_1 < N_2$	$t_1 = t_2$
⑥	$N_1 < N_2$	$t_1 < t_2$

問 4 次の文章中の空欄 ア ・ イ に入れる語句と式の組合せとして最も適当なものを、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 14

小物体がすべり始めてから水平な床に達するまでの間、斜面から受ける垂直抗力は小物体に ア。この間に、重力が小物体 1, 2 にする仕事をそれぞれ W_1, W_2 とすると、その大小関係は イ となる。

	ア	イ
①	仕事をする	$W_1 > W_2$
②	仕事をする	$W_1 = W_2$
③	仕事をする	$W_1 < W_2$
④	仕事をしない	$W_1 > W_2$
⑤	仕事をしない	$W_1 = W_2$
⑥	仕事をしない	$W_1 < W_2$