

第1問 次の問いに答えよ。

問1 図1のように、小物体を自由落下させる。落下させてから時間 t が経過したときの小物体の速度を v としたとき、速度 v の大きさを縦軸に、時間 t を横軸にとって表したグラフの形はどれか。

最も適当なものを下のうちから一つ選べ。 1

また、小物体の運動エネルギーを縦軸に、時間 t を横軸にとって表したグラフの形はどれか。

最も適当なものを下のうちから一つ選べ。 2

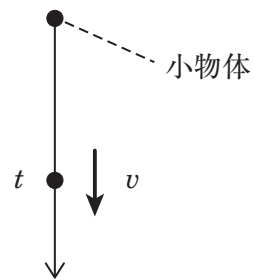
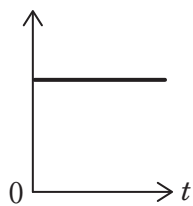
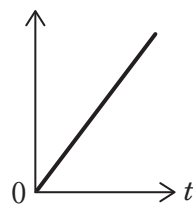


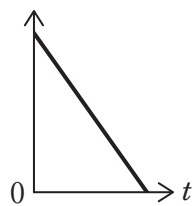
図1



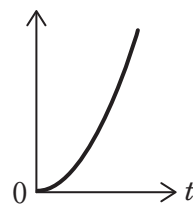
1



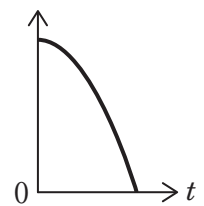
2



3



4



5

問2 図2のように、シリンダー内になめらかに動くピストンで気体を封入し、その圧力を一定に保ちながら熱量 Q を与えたところ、気体は膨張し、内部エネルギーは Q' だけ増加した。このとき、気体が外部にした仕事はいくらか。最も適当なものを下のうちから一つ選べ。ただし、シリンダーとピストンの熱容量は無視でき、気体の外部に熱が伝わることはないものとする。

3

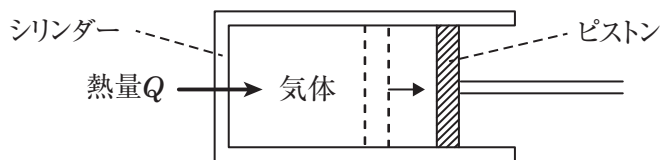


図2

- | | | | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| 1 $\frac{Q'}{Q}$ | 2 $\frac{Q' - Q}{Q}$ | 3 $\frac{Q - Q'}{Q}$ | 4 $\frac{Q}{Q'}$ |
| 5 $\frac{Q' - Q}{Q'}$ | 6 $\frac{Q - Q'}{Q'}$ | 7 $Q' - Q$ | 8 $Q - Q'$ |

問3 図3の回路を用いて、次のⅠ、Ⅱの二つの設定で、1 kW の電力を送電する。

設定Ⅰ : $I_e = 1 \text{ A}$, $V_e = 1000 \text{ V}$ 設定Ⅱ : $I_e = 10 \text{ A}$, $V_e = 100 \text{ V}$

設定Ⅰ、Ⅱでの送電線の全抵抗による電力損失を、それぞれ P_I , P_{II} とすると、 P_I の大きさは P_{II} の大きさの何倍になるか。 $\frac{P_I}{P_{II}}$ の値として、最も適当なものを下のうちから一つ選べ。

4

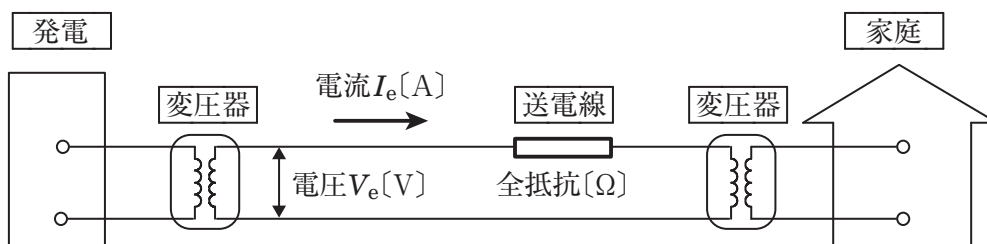


図3

- | | | | | |
|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----|
| 1 10000 | 2 1000 | 3 100 | 4 10 | 5 1 |
| 6 $\frac{1}{10}$ | 7 $\frac{1}{100}$ | 8 $\frac{1}{1000}$ | 9 $\frac{1}{10000}$ | |

問 4 次の文中の空欄（ア）・（イ）に入る語句と数値の組み合わせはどれか。最も適当なものを下のうちから一つ選べ。 5

元素記号で ${}^{238}_{92}\text{U}$, ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ と表記される二つの原子核がある。

原子核 ${}^{238}_{92}\text{U}$ の 92 で表されているものは（ア）であり，原子核 ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ の中性子数は（イ）である。

	1	2	3	4	5	6
（ア）	質量数	質量数	質量数	原子番号	原子番号	原子番号
（イ）	88	138	226	88	138	226

第2問 次の文章（A・B）を読み、下の問いに答えよ。

A 図1のグラフは、 1 m/s の速さで x 軸の正方向に進む、正弦波の波形を表している。正弦波は $x = 0$ の波源から次々と送り出されており、時刻 $t = 0\text{ s}$ では、 $x = 4\text{ m}$ の点Pにその先端がある。また、 $x = 5\text{ m}$ の位置には反射壁があり、正弦波はここで折り返されて入射波と合成される。

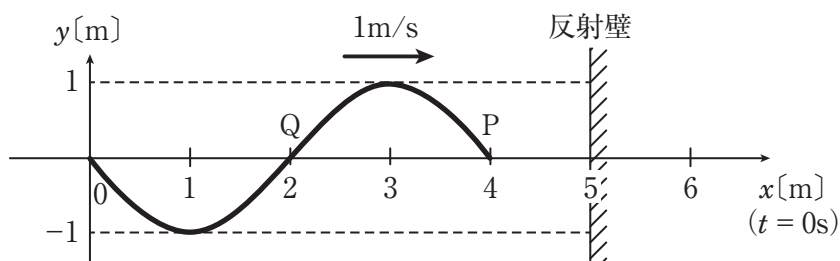
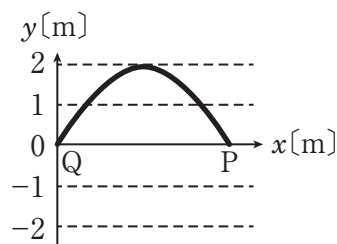


図1

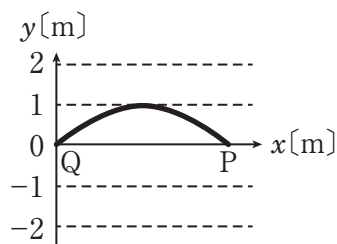
問1 この正弦波の振動の周期は何秒か。また、 $t = 0\text{ s}$ における、 $x = 2\text{ m}$ の点Qの媒質の速度の向きは、 y 軸の正負いずれの向きか。周期と正負の組み合わせとして最も適当なものを下のうちから一つ選べ。 6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
周期	0.25 s	0.25 s	0.5 s	0.5 s	1 s	1 s	2 s	2 s	4 s	4 s
正負	正	負	正	負	正	負	正	負	正	負

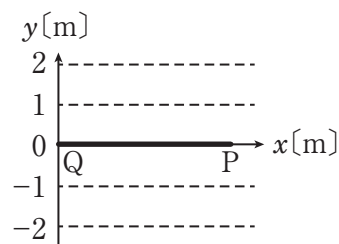
問2 反射壁が固定端であるとき、 $t = 4\text{ s}$ における、点Qと点Pの間に観察される波形(合成波の波形)はどれか。最も適当なものを下のうちから一つ選べ。 7



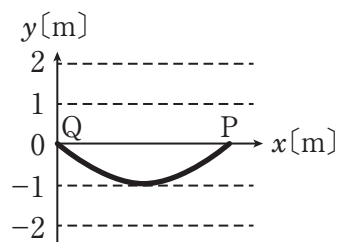
1



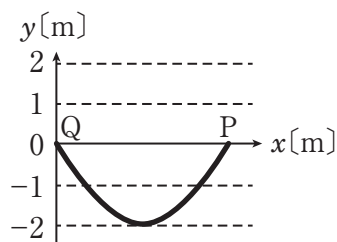
2



3



4



5

B 抵抗線 A, B に加える電圧を変化させ、電流を測定したら、図 2 のグラフのようになった。次に、この二つの抵抗線を、図 3、図 4 のように接続した。

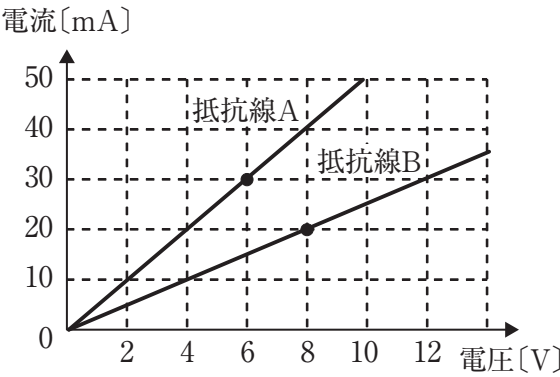


図 2

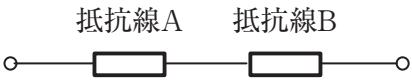


図 3

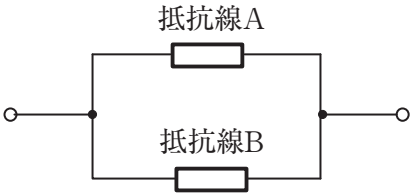


図 4

問 3 次の文中の空欄 (ア)・(イ) に入る数値の組み合わせはどれか。最も適当なものを下のうちから一つ選べ。

8

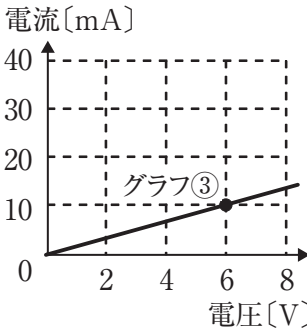
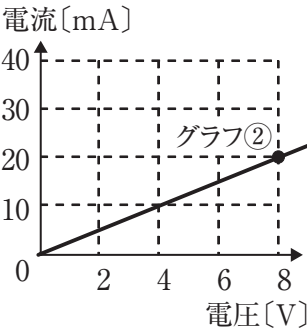
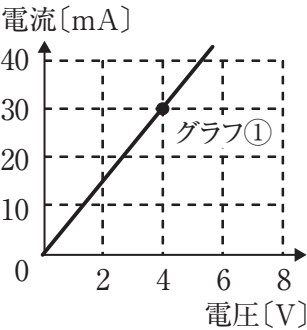
抵抗線 A の抵抗値は、抵抗線 B の抵抗値の (ア) 倍であり、同一電圧を加えたときの抵抗線 A の消費電力は、抵抗線 B の消費電力の (イ) 倍である。

	1	2	3	4	5	6	7	8
(ア)	2	2	0.5	0.5	2	2	0.5	0.5
(イ)	2	0.5	2	0.5	4	0.25	4	0.25

問 4 次の文中の空欄 (ウ)・(エ) に入るグラフ (①, ②, ③) の組み合わせはどれか。最も適当なものを下のうちから一つ選べ。

9

図 3 の合成抵抗を R_3 、図 4 の合成抵抗を R_4 とする。合成抵抗 R_3 の電流と電圧の関係を示すグラフは (ウ) であり、合成抵抗 R_4 の電流と電圧の関係を示すグラフは (エ) である。



	1	2	3	4	5	6	7	8	9
(ウ)	①	①	①	②	②	②	③	③	③
(エ)	①	②	③	①	②	③	①	②	③

第3問 次の文章（A・B）を読み、下の問いに答えよ。

A 軽くて伸び縮みのしない長さ L の糸 A の一端に質量 m のおもりをつけ、糸 A の他端を天井に固定して振り子をつくる。図 1 のように、おもりに取り付けた糸 B を、手で水平に支え、糸がたるまないようにして、糸 A が鉛直方向と角 30° をなす位置 P に静止させる。このときの糸 A の張力の大きさを T_1 とする。

次に、おもりに取り付けた糸 B を、おもりのすぐ左横で切断すると、おもりは運動を始め、図 2 のように、最下点である位置 Q を速さ v で通過した。糸 B を切断した直後の糸 A の張力の大きさを T_2 とする。また、重力加速度の大きさを g とする。

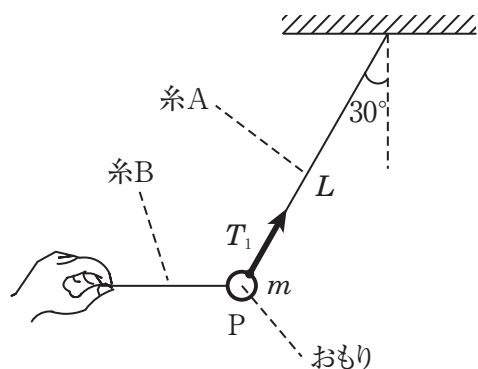


図 1

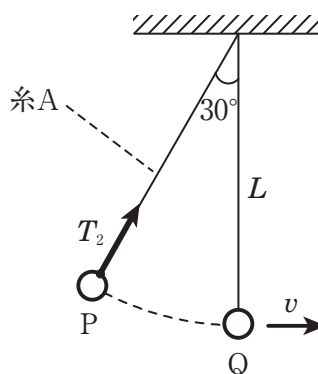


図 2

問 1 図 2 の位置 P における、糸 B を切断した直後の糸 A の張力の大きさ T_2 は、図 1 で、おもりが静止しているときの糸 A の張力の大きさ T_1 の何倍か。 $\frac{T_2}{T_1}$ の値として、最も適当なものを下のうちから一つ選べ。 10

- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---------------|---|-----------------------|---|-----------------------|---|-----------------------|
| 1 | 2 | 2 | $\sqrt{3}$ | 3 | $\sqrt{2}$ | 4 | $\frac{3}{2}$ | 5 | $\frac{4}{3}$ |
| 6 | 1 | 7 | $\frac{3}{4}$ | 8 | $\frac{2\sqrt{3}}{3}$ | 9 | $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ | 0 | $\frac{4\sqrt{3}}{3}$ |

問 2 図 2 で、最下点 Q を通過する、おもりの速さ v を表す数式として、最も適当なものを下のうちから一つ選べ。 11

- | | | | | | |
|---|---------------------------------|---|---------------------------------|---|---------------------------------|
| 1 | $\sqrt{gL(1 - \sin 30^\circ)}$ | 2 | $\sqrt{gL(1 - \cos 30^\circ)}$ | 3 | $\sqrt{gL(1 - \tan 30^\circ)}$ |
| 4 | $\sqrt{2gL(1 - \sin 30^\circ)}$ | 5 | $\sqrt{2gL(1 - \cos 30^\circ)}$ | 6 | $\sqrt{2gL(1 - \tan 30^\circ)}$ |

B 図3のように、水平面との傾き 30° のなめらかな斜面上にばねの下端を壁面に固定し、上端に質量 m の小物体を静かに乗せたところ、ばねは自然長から長さ a だけ縮んだ。

次に、図4のように、なめらかな水平面上でこのばねの左端を壁面に固定し、右端に質量 m の小物体を置き、自然長から長さ a だけ縮めた位置 P で固定した手を離したところ、小物体はなめらかな水平面上を右方向に飛び出した。そして、図5のように、小物体は位置 Q から右方の摩擦のある水平面上を長さ L だけ滑って停止した。小物体が進んだコースは同一鉛直面上にあり、重力加速度の大きさを g とする。

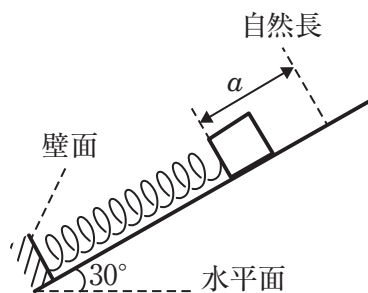


図3

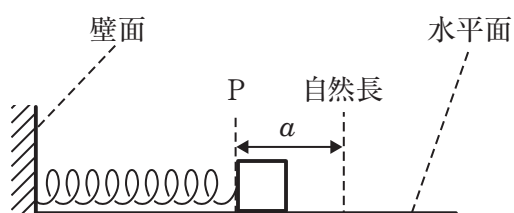


図4

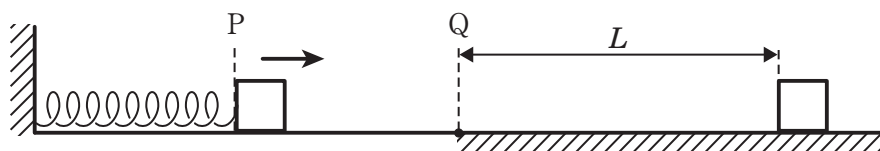


図5

問3 図4の位置 P でばねを固定したとき、ばねが蓄えている弾性力による位置エネルギーの大きさはいくらか。最も適当なものを下のうちから一つ選べ。 12

1 $4mga$ 2 $2\sqrt{2}mga$ 3 $2mga$ 4 $\sqrt{3}mga$ 5 mga

6 $\frac{\sqrt{3}mga}{4}$ 7 $\frac{mga}{2}$ 8 $\frac{\sqrt{2}mga}{4}$ 9 $\frac{mga}{4}$

問4 図5の位置 Q から右方の、摩擦のある水平面の動摩擦係数の値はいくらか。最も適当なものを下のうちから一つ選べ。 13

1 $\frac{4a}{L}$ 2 $\frac{2\sqrt{2}a}{L}$ 3 $\frac{2a}{L}$ 4 $\frac{\sqrt{3}a}{L}$ 5 $\frac{a}{L}$

6 $\frac{\sqrt{3}a}{4L}$ 7 $\frac{a}{2L}$ 8 $\frac{\sqrt{2}a}{4L}$ 9 $\frac{a}{4L}$