

物 理 基 礎

(解答番号 ~)

第 1 問 次の問い(問 1 ~ 4)に答えよ。(配点 16)

問 1 図 1 のように、なめらかな水平面上に箱 A, B, C が接触して置かれている。箱 A を水平右向きの力で押し続けたところ、箱 A, B, C は離れることなく、右向きに一定の加速度で運動を続けた。このとき、箱 A から箱 B にはたらく力を f_1 、箱 C から箱 B にはたらく力を f_2 とする。力 f_1 と f_2 の大きさの関係についての説明として最も適当なものを、後の①~④のうちから一つ選べ。ただし、図中の矢印は力の向きのみを表している。

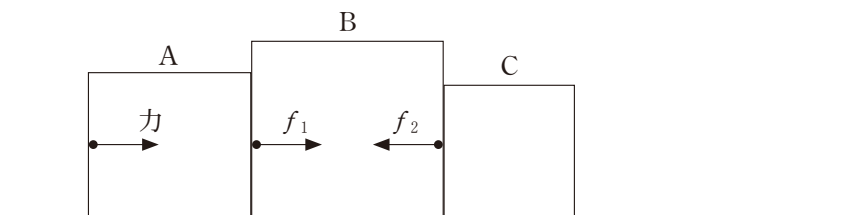


図 1

- ① f_1 の大きさは、 f_2 の大きさよりも小さい。
- ② f_1 の大きさは、 f_2 の大きさよりも大きい。
- ③ f_1 と f_2 の大きさは等しい。
- ④ f_1 の大きさは、最初は f_2 の大きさよりも小さいが、しだいに大きくなり f_2 の大きさと等しくなる。

問 2 ばね定数の異なる軽いばね A と B がある。図 2 のように、それぞれのばねの一端を天井に取り付け、もう一方の端に質量 m のおもりを取り付けた。すると、ばね A は自然の長さから a だけ伸びたところで、ばね B は自然の長さから $2a$ だけ伸びたところで、それぞれつりあいの状態になっておもりが静止した。

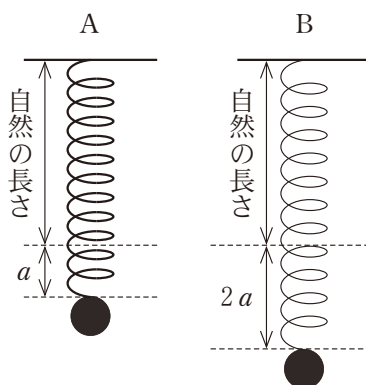


図 2

このとき、ばね B の弾性力による位置エネルギーは、ばね A の弾性力による位置エネルギーの何倍か。その値として最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選べ。 倍

① $\frac{1}{2}$

② $\frac{\sqrt{2}}{2}$

③ 1

④ $\sqrt{2}$

⑤ 2

⑥ 4

物理基礎

問 3 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる式と語の組合せとして最も適当なものを、後の①～④のうちから一つ選べ。 **3**

図3のように、なめらかに動くピストンのついた容器に気体が閉じこめられている。最初、容器内の気体と大気との温度は等しい。気圧が一定の部屋の中でこの容器の底をお湯につけると、容器内の気体が膨張し、ピストンが押し上げられた。この間に、容器内の気体が受け取った熱量 Q と容器内の気体がピストンにした仕事 W の間には **ア** という関係がある。 $Q = W$ とならないのは、容器内の気体の内部エネルギーが **イ** するためである。



図 3

	ア	イ
①	$Q < W$	増加
②	$Q < W$	減少
③	$Q > W$	増加
④	$Q > W$	減少

問 4 次の文章中の空欄 ・ に入れる数値と語の組合せとして最も適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。

ギターのある弦の基本振動数を 110 Hz に調律したい。ここでは、図 4 のような 4 倍振動を生じさせ、4 倍音を利用して調律を行う。

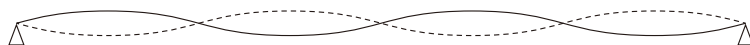


図 4

この弦の 4 倍音(以下、この音をギターの音とよぶ)を鳴らし、おんさの発生する 440 Hz の音と比べると、ギターの音の高さの方が少し低かった。また、ギターの音とおんさの音を同時に鳴らすと、1 秒あたり 2 回のうなりが聞こえた。このとき、ギターの音の振動数は Hz である。

次に、1 秒あたりのうなりの回数が減っていくように弦の張力を調節する。弦の張力の大きさが大きいほど、弦を伝わる波の速さは大きくなるので、弦の張力の大きさを少しずつ していけばよい。うなりが聞こえなくなったとき、ギターの音とおんさの音の振動数が一致し、この弦の基本振動数は 110 Hz になる。

	ウ	エ
①	432	小さく
②	432	大きく
③	438	小さく
④	438	大きく
⑤	442	小さく
⑥	442	大きく
⑦	448	小さく
⑧	448	大きく

物理基礎

第2問 小球の運動についての後の問い(問1～5)に答えよ。ただし、空気抵抗は無視できるものとする。(配点 18)

図1は、ある初速度で水平右向きに投射された小球を、0.1 s の時間間隔で撮影した写真である。壁には目盛り間隔 0.1 m のものさしが水平な向きと鉛直な向きに固定されている。

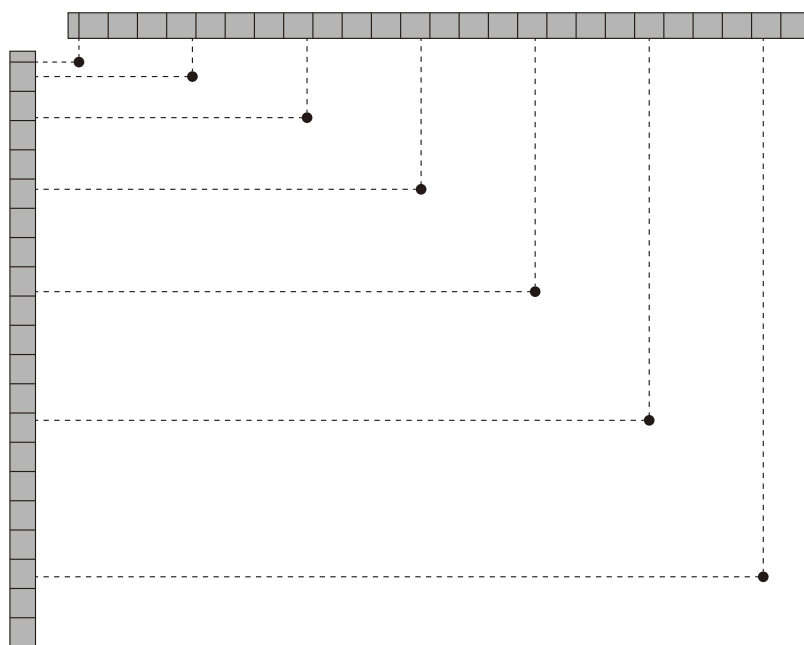


図 1

問1 水平に投射されてからの小球の水平方向の位置の測定値を、右向きを正として 0.1 s ごとに表1に記録した。表1の空欄に入れる、時刻 0.3 s における測定値として最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。 5

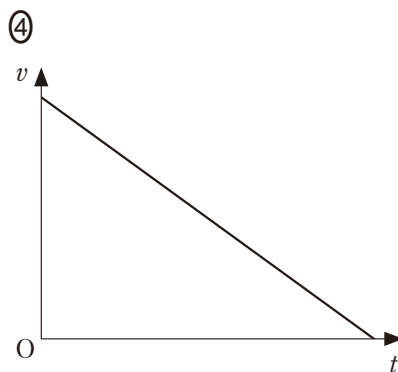
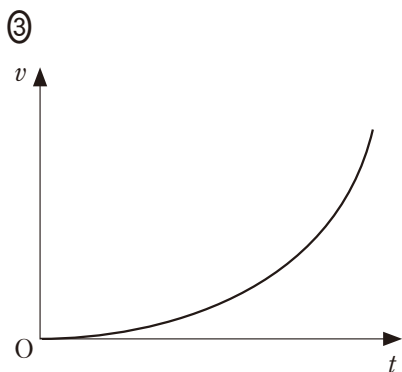
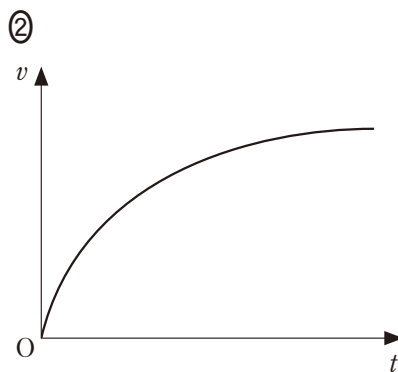
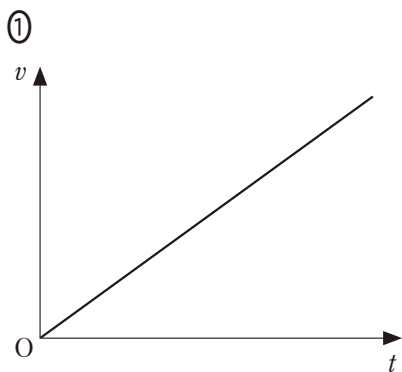
表 1

時刻 [s]	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
位置 [m]	0	0.39	0.78		1.56	1.95

- ① 0.39 ② 0.78 ③ 0.97 ④ 1.17 ⑤ 1.37

問 2 鉛直方向の運動だけを考えよう。このとき、小球の鉛直下向きの速さ v と時刻 t の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6



物理基礎

問 3 次の文章中の空欄 7 ・ 8 に入れる記述として最も適当なものを、それぞれの直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。

図1の水平投射の実験を実験ア、初速度の大きさを実験アより大きくして水平投射させた実験を実験イ、初速度の大きさを実験アより小さくして水平投射させた実験を実験ウとよぶ。同じ質量の三つの小球を使って実験ア、実験イ、実験ウを同じ高さから同時に行い、三つの小球を水平な床に到達させた。このとき、

- | | | | | |
|---|---|--|---|---------|
| 7 | { | <p>① 実験アの小球が最も早く</p> <p>② 実験イの小球が最も早く</p> <p>③ 実験ウの小球が最も早く</p> <p>④ 実験ア、実験イ、実験ウの小球が同時に</p> | } | 床に到達した。 |
|---|---|--|---|---------|

また、床に到達したときの速さを比べると、力学的エネルギー保存の法則より、

- | | | | |
|---|---|--|---|
| 8 | { | <p>① 実験アの小球の速さが最も大きい。</p> <p>② 実験イの小球の速さが最も大きい。</p> <p>③ 実験ウの小球の速さが最も大きい。</p> <p>④ 実験ア、実験イ、実験ウの小球の速さはすべて等しい。</p> | } |
|---|---|--|---|

物理基礎

次に、同じ質量の二つの小球 A, B を用意した。図 2 のように、水平な床を高さの基準面として、小球 A を高さ h の位置から初速度 0 で自由落下させると同時に、小球 B を床から初速度 V_0 で鉛直に投げ上げたところ、小球 A, B は同時に床に到達した。

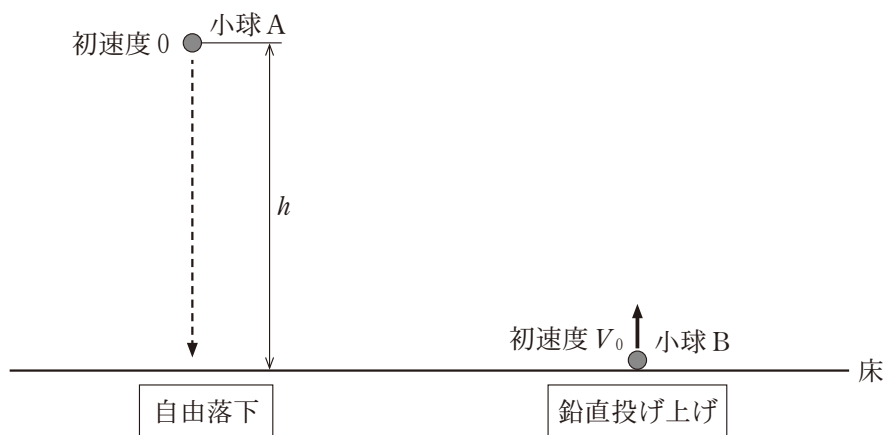


図 2

問 4 V_0 を、 h と重力加速度の大きさ g を用いて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。 $V_0 =$

① $\sqrt{\frac{h}{g}}$

② $\sqrt{\frac{g}{h}}$

③ \sqrt{gh}

④ $\sqrt{\frac{h}{2g}}$

⑤ $\sqrt{\frac{g}{2h}}$

⑥ $\sqrt{\frac{gh}{2}}$

物理基礎

問 5 次の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる式の組合せとして正しいものを、後の①～⑨のうちから一つ選べ。 **10**

床に到達する時点での小球 A, B の運動エネルギー K_A , K_B の大小関係は、計算をせずとも以下のように調べられる。

小球 B の最高点の高さを h_B とする。運動を開始してから床に到達するまでの時間は小球 A, B で等しいことから、 h と h_B の大小関係は **ア** であることがわかる。小球が最高点から床に達する間に失った重力による位置エネルギーは、床に到達する時点で運動エネルギーにすべて変換されるので、 K_A と K_B の大小関係は **イ** であることがわかる。

	ア	イ
①	$h = h_B$	$K_A > K_B$
②	$h = h_B$	$K_A < K_B$
③	$h = h_B$	$K_A = K_B$
④	$h < h_B$	$K_A > K_B$
⑤	$h < h_B$	$K_A < K_B$
⑥	$h < h_B$	$K_A = K_B$
⑦	$h > h_B$	$K_A > K_B$
⑧	$h > h_B$	$K_A < K_B$
⑨	$h > h_B$	$K_A = K_B$

物理基礎

第3問 発電および送電についての後の問い(問1～4)に答えよ。(配点 16)

授業で再生可能エネルギーについて学んだ。家の近くに風力発電所(図1)があるので見学に行き、風力発電について探究活動を行った。

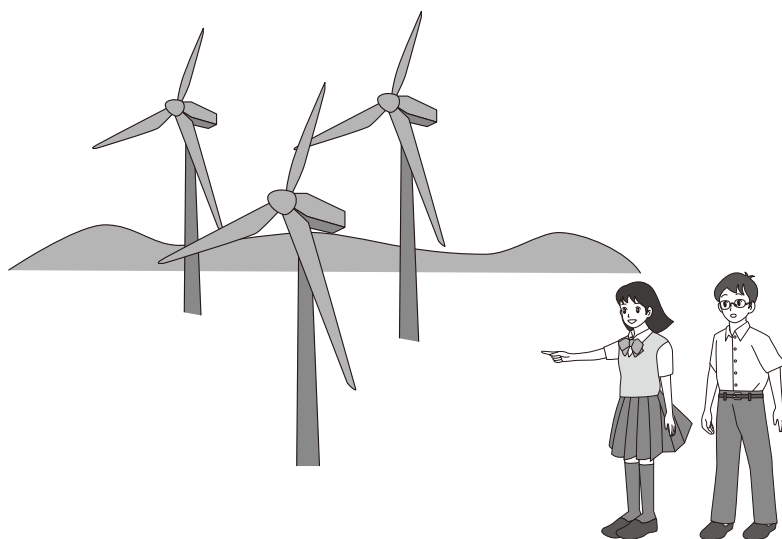


図 1

問1 次の文章中の空欄 ・ に入れる語として最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つずつ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

風力発電は、空気の エネルギーを利用して風車を回し、それに接続された発電機で電気エネルギーを得る発電である。再生可能エネルギーによる発電には、風力発電以外に、水力発電や太陽光発電などもある。太陽光発電は、太陽電池を用いて エネルギーを直接、電気エネルギーに変換する発電である。

- | | | |
|-------|------|----------|
| ① 力学的 | ② 熱 | ③ 電気 |
| ④ 光 | ⑤ 化学 | ⑥ 核(原子力) |

図 2 は、見学した風力発電機 1 機の出力(電力)と風速の関係を表したグラフである。

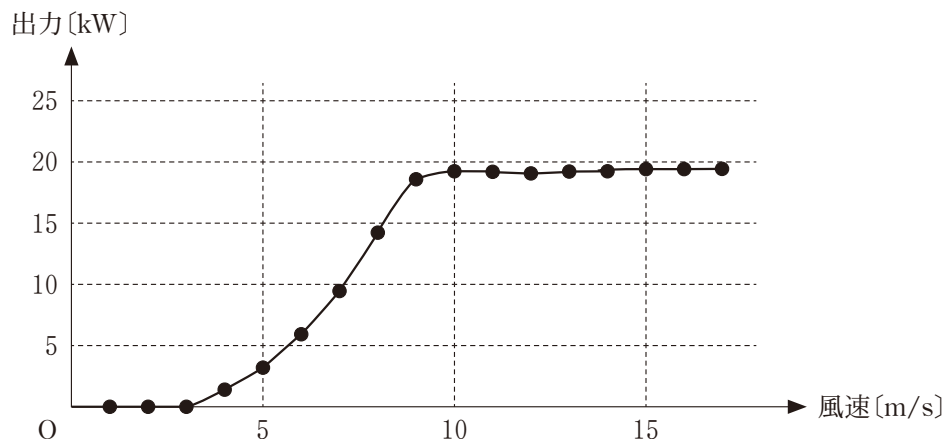


図 2

問 2 次の文章中の空欄 13 に入れる値として最も適当なものを、直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つ選べ。

日本の一般家庭の 1 日の消費電力量はおよそ 18 kWh である。常に 10 m/s ~ 15 m/s の風が吹き続けていると仮定すると、図 2 の風力発電機 1 機が 1 日に発電する電力量は、日本の一般家庭の 1 日の消費電力量のおよそ

- | | | | |
|----|---|----------|--------------|
| 13 | } | ① 0.10 倍 | に相当する電力量である。 |
| | | ② 0.24 倍 | |
| | | ③ 1.0 倍 | |
| | | ④ 2.4 倍 | |
| | | ⑤ 10 倍 | |
| | | ⑥ 24 倍 | |

物理基礎

さらに電力やエネルギーに関心をもったため、発電所から家庭までの送電について調べたところ、図3に示すようなしくみで送電されていることがわかった。発電所から送電線に電力を送り出す際の交流電圧を V 、送電線を通る交流電流を I 、送電線の抵抗を r とする。ただし、 V や I は交流の電圧計や電流計が表示する電圧、電流であり、これらを使うと交流でも直流と同様に消費電力が計算できるものとする。

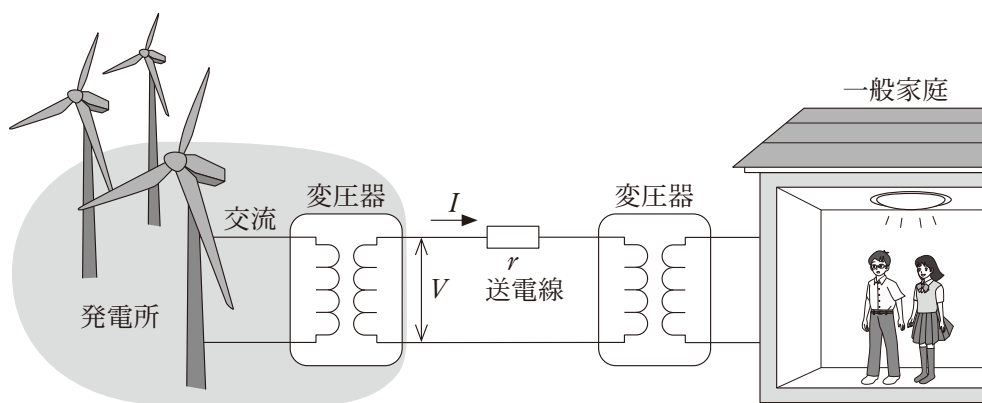


図 3

問 3 次の文章中の空欄 ・ に入れる値として最も適当なものを、
それぞれの直後の { } で囲んだ選択肢のうちから一つずつ選べ。

発電所から電力を送り出すとき、送電線の抵抗 r によって生じる電力損失 (発熱による損失) を小さく抑えたい。たとえば、この電力損失を 10^{-6} 倍にす

るためには、 I を {
 ① 10^{-6} 倍
 ② 10^{-3} 倍
 ③ 10^3 倍
 ④ 10^6 倍 } にすればよい。このとき、発電所か

ら同じ電力を送り出すためには、 V を {
 ① 10^{-6} 倍
 ② 10^{-3} 倍
 ③ 10^3 倍
 ④ 10^6 倍 } にしなければ

ならない。

物理基礎

発電所で発電された交流の電圧は、変圧器によって異なる電圧に変換される。その電力は送電線によって遠方に送電される。図4は変圧器の基本構造の模式図である。

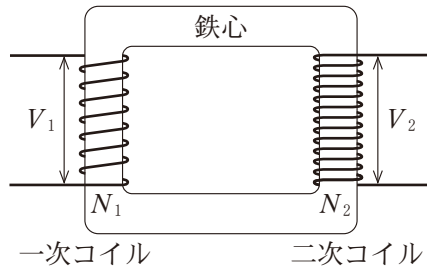


図 4

問 4 次の文章中の空欄 ・ に入れる語句と式の組合せとして最も
適当なものを、後の①～⑧のうちから一つ選べ。

変圧器の一次コイルに交流電流を流すと、鉄心の中に変動する磁場(磁界)が発生し、 によって二次コイルに変動する電圧が発生する。

理想的な変圧器では、変圧器への入力電圧が V_1 であるとき、変圧器からの出力電圧 V_2 は、一次コイルの巻き数を N_1 、二次コイルの巻き数を N_2 とすると、 $V_2 =$ で表される。

	ア	イ
①	右ねじの法則	$\sqrt{\frac{N_2}{N_1}} V_1$
②	右ねじの法則	$\frac{N_2}{N_1} V_1$
③	右ねじの法則	$\sqrt{\frac{N_1}{N_2}} V_1$
④	右ねじの法則	$\frac{N_1}{N_2} V_1$
⑤	電磁誘導	$\sqrt{\frac{N_2}{N_1}} V_1$
⑥	電磁誘導	$\frac{N_2}{N_1} V_1$
⑦	電磁誘導	$\sqrt{\frac{N_1}{N_2}} V_1$
⑧	電磁誘導	$\frac{N_1}{N_2} V_1$