

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 次の文章中の空欄 ・ に入れる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。

容器に入れた水を冷却し続けながら、その温度を測定した。温度は下がり続けた後、一定時間だけ変化せず、その後、再び低下した。温度が変化しなかった間は、液体から固体への状態変化に伴って、水が熱を していたと考えられる。物質のこのような状態変化に伴って出入りする熱を と呼ぶ。

	ア	イ
①	放 出	潜 熱
②	放 出	比 熱
③	吸 収	潜 熱
④	吸 収	比 熱

問 2 図 1 は、時刻 $t = 0$ における、ある波の波形を表している。この波は、 x 軸の正の向きに速さ 0.1 m/s で進み、 $x = 1.0 \text{ m}$ の自由端で反射する。 $t = 6.0 \text{ s}$ での波形として最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 2

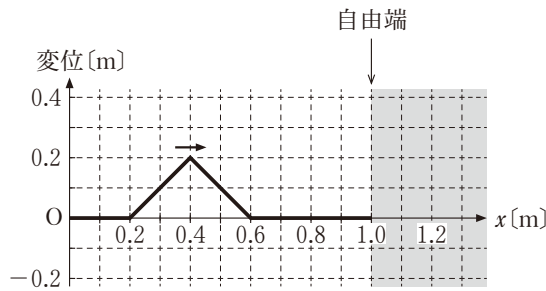


図 1

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥

物理基礎

問 3 図 2 のような、太さが同じで、長さが 6 cm, 8 cm, 12 cm の開管と閉管がある。これらの管に対し、開口部にスピーカーを置き、スピーカーから出る音の振動数を 0 からゆっくりと増していく。それぞれの管で、はじめて共鳴が起きたときの振動数を記録した。このとき、長さ 12 cm の開管の振動数と同じ振動数が記録された管として最も適当なものを、後の①～⑤のうちから一つ選べ。

3

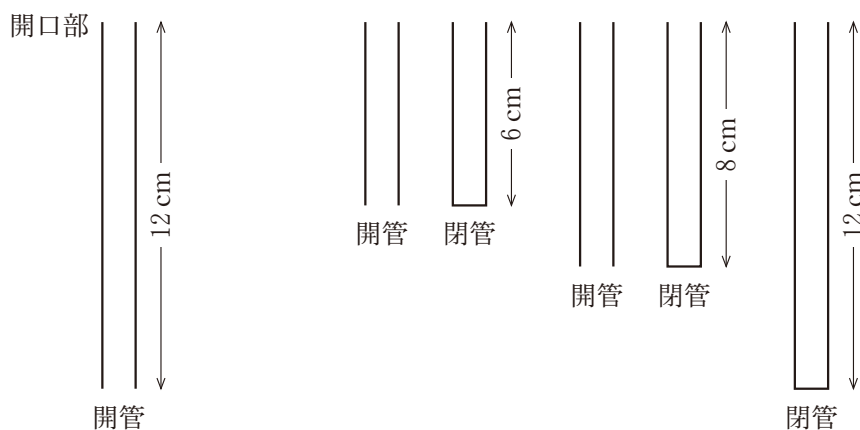


図 2

- | | |
|-------------|------------|
| ① 6 cm の開管 | ② 6 cm の閉管 |
| ③ 8 cm の開管 | ④ 8 cm の閉管 |
| ⑤ 12 cm の閉管 | |

問 4 四つの同じ豆電球ア～エと電池を図3のように接続したところ、すべての豆電球が点灯した。豆電球ア～エの明るさについて述べた後の文(a)～(c)から、正しいものをすべて選んだ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。 4

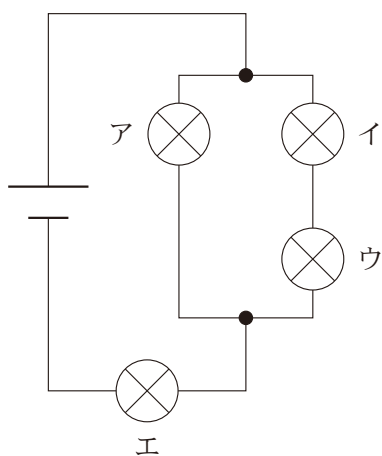


図 3

- (a) アとイは同じ明るさである。
- (b) イはウよりも明るい。
- (c) エが最も明るい。

- | | | |
|---------------|------------|-----------|
| ① (a) | ② (b) | ③ (c) |
| ④ (a)と(b) | ⑤ (a)と(c) | ⑥ (b)と(c) |
| ⑦ (a)と(b)と(c) | ⑧ 正しいものはない | |

物理基礎

第2問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。ただし、空気の抵抗は無視できるものとする。(配点 18)

A 授業の探究活動で、小球の落下運動について実験をした。

図1のように、校舎の外にある階段から小球を投げ下ろす。屋上の高さを原点にとり、鉛直下向きを正の向きとして y 軸をとる。小球Aを時刻 $t=0$ に速さ v_0 で3階から鉛直下向きに投げた。

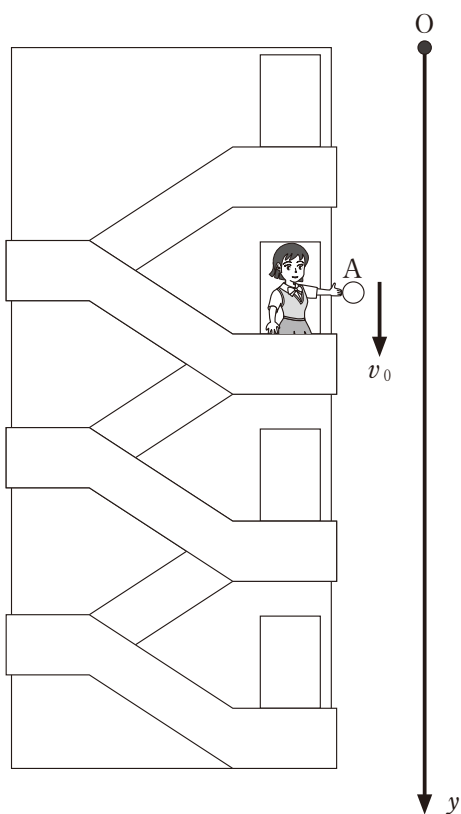


図 1

問 1 時刻 $t = 0$ から小球 A が地面に到達するまでの、時刻 t における小球 A の位置 y_A 、速度 v_A 、加速度 a_A を、図 2 のようにグラフに表す。このとき、図 2 の座標軸 (ア)、座標軸 (イ)、座標軸 (ウ) は、それぞれ y_A 、 v_A 、 a_A のどれに対応するか。最も適当なものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。

5

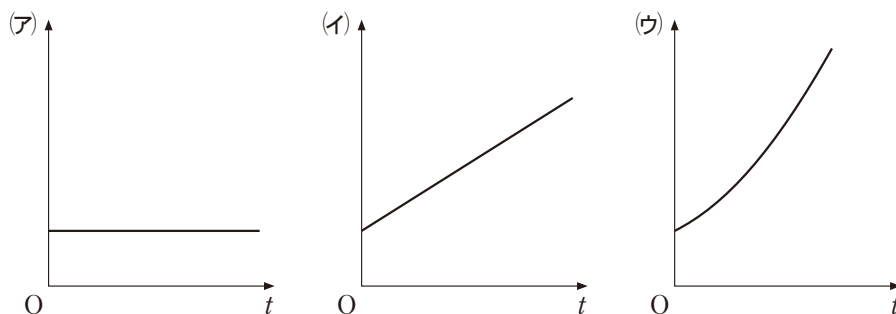


図 2

	①	②	③	④	⑤	⑥
座標軸 (ア)	y_A	y_A	v_A	v_A	a_A	a_A
座標軸 (イ)	v_A	a_A	y_A	a_A	y_A	v_A
座標軸 (ウ)	a_A	v_A	a_A	y_A	v_A	y_A

物理基礎

次に、図3のように、時刻 $t = 0$ に、3階から小球Aを鉛直下向きに速さ v_0 で投げると同時に、4階から小球Bを初速度0で自由落下させた。

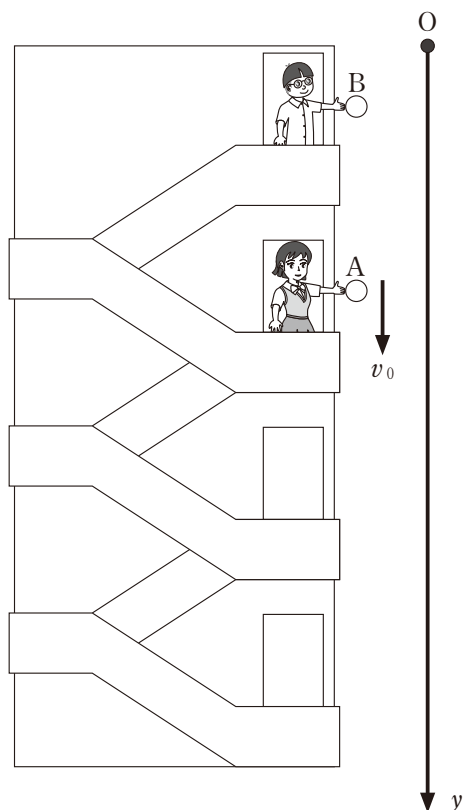
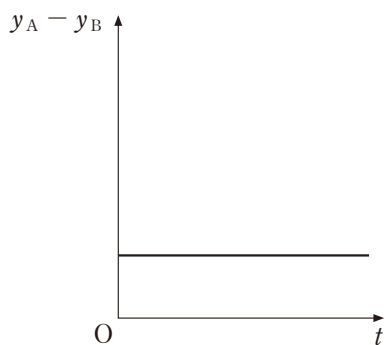


図 3

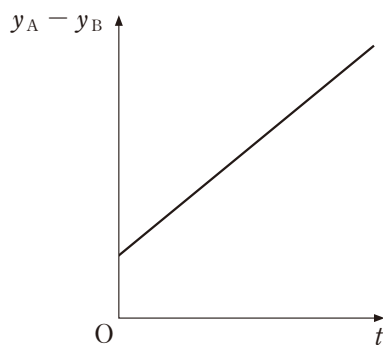
問 2 時刻 t での小球 A の位置 y_A と小球 B の位置 y_B の差 $y_A - y_B$ と、時刻 t の関係を表すグラフとして最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

6

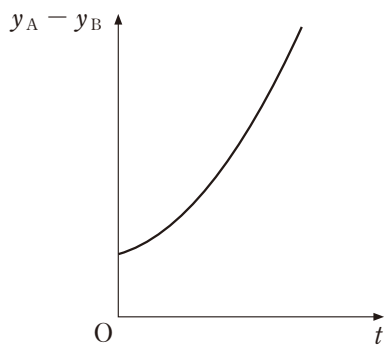
①



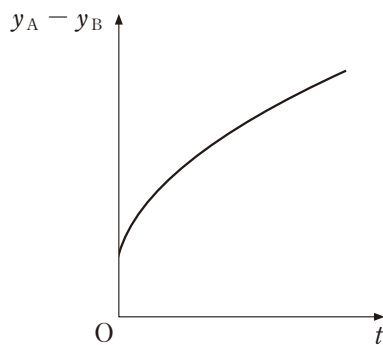
②



③



④



物理基礎

B 平らな板と物体の間にはたらく摩擦力について考える。

問 3 図4に示すように、板の上に物体を置き、板をゆっくりと傾けていった。板と水平面のなす角度 θ が θ_c を超えたとき、物体は板の上をすべり始めた。物体と板の間の静止摩擦係数を表す式として正しいものを、後の①～⑥のうちから一つ選べ。 7

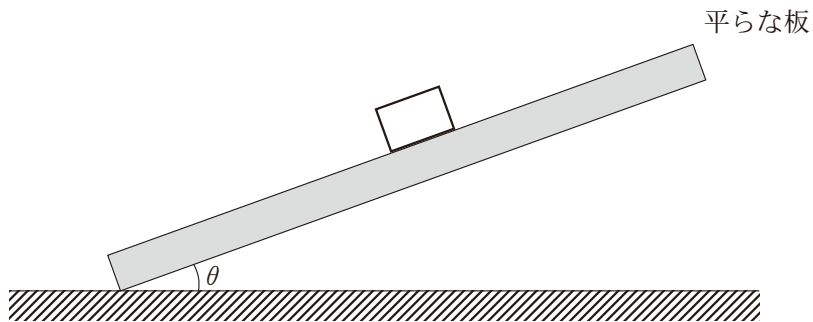


図 4

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ① $\sin \theta_c$ | ② $\cos \theta_c$ | ③ $\tan \theta_c$ |
| ④ $\sin \theta_c + \cos \theta_c$ | ⑤ $\sin \theta_c - \cos \theta_c$ | ⑥ $\cos \theta_c - \sin \theta_c$ |

問 4 次の文章は、図 4 で、 θ を 0 から徐々に大きくしていったときに、物体にはたらく摩擦力の大きさが変化する様子を述べたものである。文章中の空欄 ・ に入れる語句として最も適当なものを、後の①～⑦のうちから一つ選べ。ただし、同じものを繰り返し選んでもよい。

θ が θ_c より小さい間は物体は静止しており、静止摩擦力の大きさは 。 θ が θ_c より大きくなると、物体は板の上をすべり下りるようになる。物体がすべり下りているときの動摩擦力の大きさは 。

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| ① θ に比例する | ② $\sin \theta$ に比例する |
| ③ $\cos \theta$ に比例する | ④ $\tan \theta$ に比例する |
| ⑤ $(\sin \theta - \cos \theta)$ に比例する | ⑥ $\frac{1}{\tan \theta}$ に比例する |
| ⑦ θ によらず一定である | |

物理基礎

- 問 5 図5のように、板が水平面となす角 θ を θ_0 より大きくした状態で板を固定し、物体を静かに置くと、物体は板の上をすべり下りた。このとき、後の文章中の空欄 **ア** ・ **イ** に入れる語句の組合せとして最も適切なものを、後の①～⑨のうちから一つ選べ。 **10**

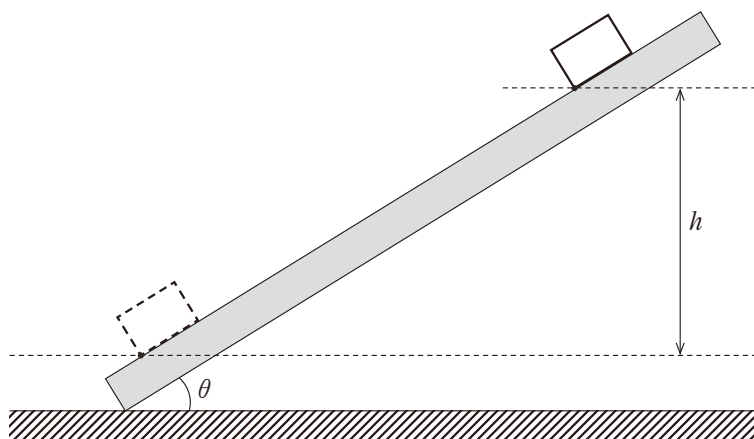


図 5

高さ h だけ板の上をすべり下りる間に重力が物体にした仕事の大きさは θ によらず等しく、動摩擦力が物体にした仕事の大きさは **ア**。高さ h だけすべり下りたときの物体の速さは **イ**。

	ア	イ
①	θ によらず, 等しい	θ によらず, 等しい
②	θ によらず, 等しい	θ が大きいほど, 大きい
③	θ によらず, 等しい	θ が大きいほど, 小さい
④	θ が大きいほど, 大きい	θ によらず, 等しい
⑤	θ が大きいほど, 大きい	θ が大きいほど, 大きい
⑥	θ が大きいほど, 大きい	θ が大きいほど, 小さい
⑦	θ が大きいほど, 小さい	θ によらず, 等しい
⑧	θ が大きいほど, 小さい	θ が大きいほど, 大きい
⑨	θ が大きいほど, 小さい	θ が大きいほど, 小さい

物理基礎

第3問 次の文章(A・B)を読み、後の問い(問1～5)に答えよ。(配点 16)

A 図1のような、化石燃料を使った火力発電のしくみを考える。

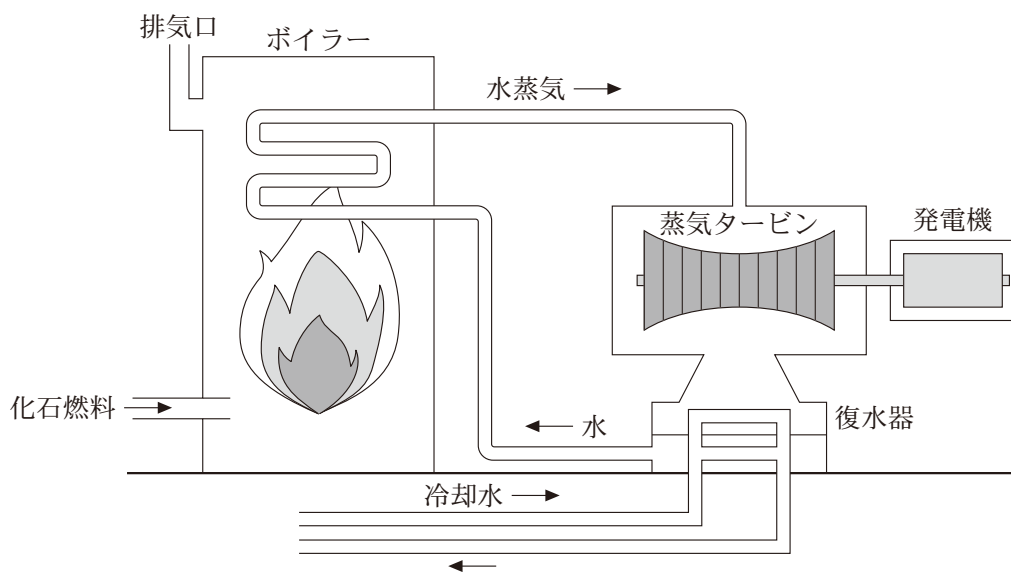


図 1

問 1 図 1 のような火力発電に関する次の文(a)~(c)から、正しいものをすべて選んだ組合せとして最も適当なものを、後の①~⑦のうちから一つ選べ。

11

- (a) 化石燃料がもつ化学エネルギーを利用している。
- (b) CO_2 は排出されない。
- (c) 化石燃料を燃焼させて得られる熱エネルギーよりも大きな電気エネルギーをつくり出すことができる。

- ① (a)
- ② (b)
- ③ (c)
- ④ (a) と (b)
- ⑤ (a) と (c)
- ⑥ (b) と (c)
- ⑦ (a) と (b) と (c)

物理基礎

問 2 次の文章中の空欄 **ア** ~ **ウ** に入れる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。 **12**

図1のボイラーを原子炉に置き換えると原子力発電のしくみになる。原子炉内では、ウランやプルトニウムの原子核が **ア** し、そのとき放出された **イ** が次の **ア** を引き起こすことで、 **ア** が連続的に起こる。これを **ウ** という。原子力発電では、このとき得られるエネルギーを利用して発電している。

	ア	イ	ウ
①	電 離	中性子	化学反応
②	電 離	中性子	連鎖反応
③	電 離	電 子	化学反応
④	電 離	電 子	連鎖反応
⑤	核分裂	中性子	化学反応
⑥	核分裂	中性子	連鎖反応
⑦	核分裂	電 子	化学反応
⑧	核分裂	電 子	連鎖反応

B 電気自動車はバッテリーからの電力でモーターを駆動して走行する。バッテリーに蓄えられるエネルギーの最大値をバッテリーの容量と呼ぶことにする。また、蓄えられたエネルギーとバッテリーの容量の比を充電率と呼ぶ。充電において供給された電力量はすべてバッテリーにエネルギーとして蓄えられるものとする。エネルギーは kWh を単位として表すことができる。電力 1 kW で 1 時間充電したときに供給される電力量は 1 kWh である。

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。

電圧 200 V、電力 3.0 kW で電気自動車を充電するとき、電気自動車に流れ込む電流は $\left\{ \begin{array}{lll} \textcircled{1} & 0.67 \text{ A} & \textcircled{2} & 6.7 \text{ A} & \textcircled{3} & 67 \text{ A} \\ \textcircled{4} & 0.015 \text{ A} & \textcircled{5} & 1.5 \text{ A} & \textcircled{6} & 15 \text{ A} \\ \textcircled{7} & 0.60 \text{ A} & \textcircled{8} & 6.0 \text{ A} & \textcircled{9} & 600 \text{ A} \end{array} \right\}$ となる。

また、一定の電力 3.0 kW で充電するとき、バッテリーの容量が 60 kWh の電気自動車を充電率 0 % から 100 % まで充電するのに要する時間は、

$\left\{ \begin{array}{lll} \textcircled{1} & 20 \text{ 分} & \textcircled{2} & 40 \text{ 分} & \textcircled{3} & 60 \text{ 分} \\ \textcircled{4} & 2 \text{ 時間} & \textcircled{5} & 4 \text{ 時間} & \textcircled{6} & 10 \text{ 時間} \\ \textcircled{7} & 15 \text{ 時間} & \textcircled{8} & 20 \text{ 時間} & \textcircled{9} & 60 \text{ 時間} \end{array} \right\}$ となる。

物理基礎

高速道路のサービスエリアや公共施設には、短時間で充電できる急速充電器が設置されている。バッテリーの容量が 60 kWh の電気自動車の充電率が 35% のとき、急速充電器を使用して充電した。図 2 は、急速充電器から供給された電力の時間変化を示すグラフである。ただし、充電開始の時間を 0 分としている。

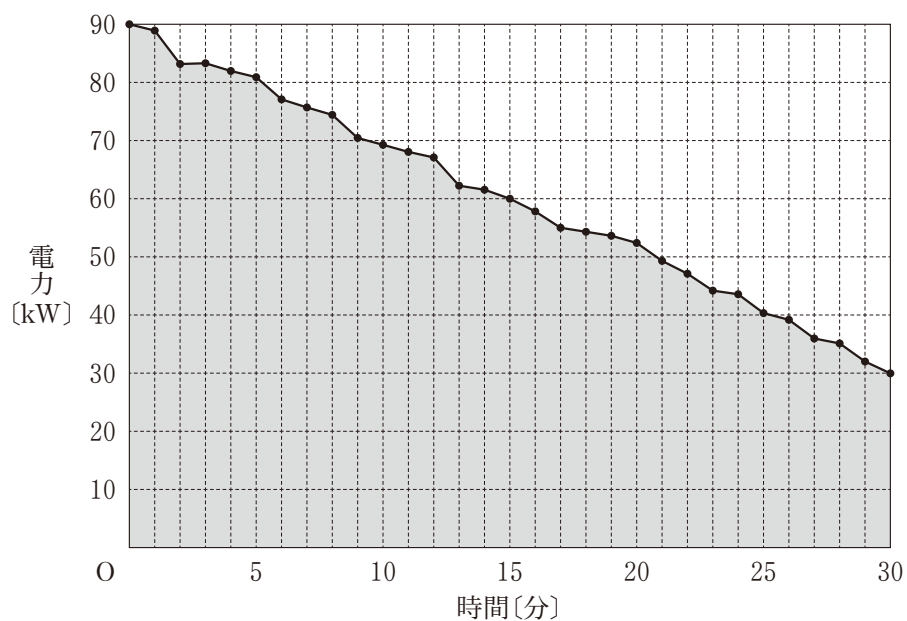


図 2

問 4 次の文章中の空欄 **工** ・ **才** に入れるものの組合せとして最も
 適当なものを、後の①～⑨のうちから一つ選べ。 **15**

図 2 において、灰色部分の面積が電力量を表すので、30 分間で充電した
 電力量は、約 **工** kWh とわかる。また、この間の充電率と時間の関係
 をグラフにすると、図 3 の **才** のようになる。

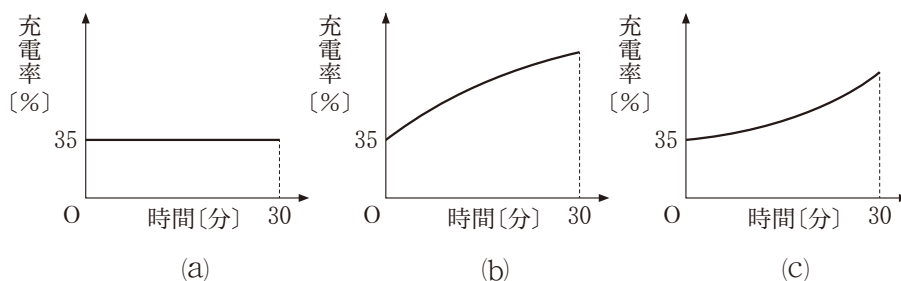


図 3

	工	才
①	30	(a)
②	30	(b)
③	30	(c)
④	60	(a)
⑤	60	(b)
⑥	60	(c)
⑦	90	(a)
⑧	90	(b)
⑨	90	(c)

物理基礎

問 5 電気自動車の回生ブレーキは、モーターを発電機として利用することで、力学的エネルギーの一部を電気エネルギーに変換できるブレーキである。

質量が $2.0 \times 10^3 \text{ kg}$ の自動車は、回生ブレーキをかけながら、高低差 $1.0 \times 10^2 \text{ m}$ の坂道を一定の速さで下った。力学的エネルギーの減少分の 20% が、回生ブレーキにより電気エネルギーに変換されたとする。変換されたエネルギー E は何 J か。その値を有効数字 2 桁で表すとき、次の式中の空欄 ・ に入れる数字として最も適当なものを、後の①～⑩のうちから一つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

$$E = \text{} . \text{} \times 10^5 \text{ J}$$

- | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ① | 1 | ② | 2 | ③ | 3 | ④ | 4 | ⑤ | 5 |
| ⑥ | 6 | ⑦ | 7 | ⑧ | 8 | ⑨ | 9 | ⑩ | 0 |