

デジタルハリウッド大学

2023 年度 一般選抜 A 方式

物理 [60 分]

【 注 意 事 項 】

1. 試験監督の指示があるまでは、問題冊子は開かないこと。
2. 試験監督から指示があったら、解答用紙に氏名・受験番号を正確に記入し、受験番号マーク欄にも受験番号を正確にマークすること。
3. 試験開始の合図後、この問題冊子を開き、16 ページ(白紙ページ含む)揃っているか確認すること。
4. 乱丁、落丁、印刷不鮮明などがある場合は、手を挙げて試験監督に知らせること。
5. 解答は、すべて別紙の解答用紙の解答欄にマークすること。
6. 試験開始から終了までの間は、試験教室から退出できません。
7. 不正行為を行った場合は、その時点で受験の中止と退室を指示され、同日受験したすべての科目の成績が原則無効となる。
8. 解答用紙は試験終了後、回収される。問題冊子は持ち帰っても良い。

第1問 次の文章を読み、下の問い（問1～問5）に答えよ。 [1] ~ [5]

音波の音の高さは振動数によって決まり、振動数が2倍の音を1オクターブ高い音と表現する。表1のように、ドの音から1オクターブ高いドの音の間を12の音に分けたものを平均律音階という。表1には音の振動数を示す。

図1はクラシックギターの模式図である。ナットとブリッジを両端として第1弦から第6弦まで太さや材質の異なる6本の弦を張り、弦をはじいて弦に横波の定常波を発生させて音を鳴らす。ネックと呼ばれる部分には第1フレットから第12フレットまで12本の金属の棒が固定してある。ギターは、6本の弦のうち、どの弦のどのフレットを指でおさえて弦をはじくかによって発生する音の振動数が異なる仕組みを用いた弦楽器である。指でおさえていない弦を開放弦という。開放弦の長さはナットとブリッジの距離64.8 cmに等しく、開放弦をはじいたときに発生する音の振動数および音階は弦ごとに異なり、表2に示す値となる。弦をはじくと腹が1つの定常波が発生するものとし、ギターは調律されており開放弦をはじいた場合には表2に示した振動数の音波が発生するものとする。また、指で弦をおさえる位置は第1フレットから第12フレットの間であるとす、室温は変化しないものとする。

表1

	ド	ド#	レ	レ#	ミ	ファ
振動数	131 Hz	139 Hz	147 Hz	156 Hz	165 Hz	175 Hz
	ファ#	ソ	ソ#	ラ	ラ#	シ
振動数	185 Hz	196 Hz	208 Hz	220 Hz	233 Hz	247 Hz

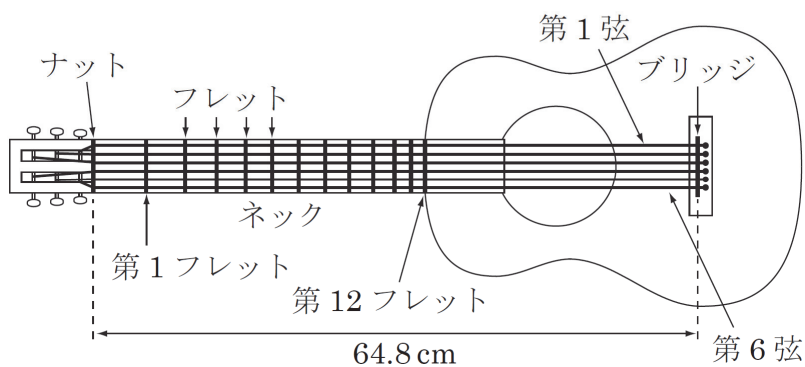


図1

表 2

	第 6 弦	第 5 弦	第 4 弦	第 3 弦	第 2 弦	第 1 弦
開放弦の振動数	82.4 Hz	110 Hz	147 Hz	196 Hz	247 Hz	330 Hz
音階	ミ	ラ	レ	ソ	シ	ミ

問 1 第 3 弦の開放弦により振動数 196 Hz の音波が発生してソの音が鳴ることを用いると、第 3 弦を伝わる横波の速さはおおよそ m/s である。

に入る最も適当なものを以下の①～⑥から 1 つ選べ。

- ① 63.5 ② 127 ③ 191
 ④ 254 ⑤ 318 ⑥ 382

問 2 第 4 弦のどこかを指でおさえてラの音を出すことを考える。第 4 弦の開放弦により振動数 147 Hz の音波が発生するので、第 4 弦のどこかを指でおさえてラの音を出すとき、ラの音波の振動数は 147 Hz より大きい。また、第 4 弦の第 12 フレットをおさえて弦をはじいたときに発生する音波の振動数は 294 Hz である。したがって、第 4 弦によって出るラの音の振動数は 220 Hz である。第 4 弦によってラの音が出ているとき、第 4 弦において定常波が発生している部分の弦の長さはおおよそ cm となる。

に入る最も適当なものを以下の①～⑥から 1 つ選べ。

- ① 21.6 ② 32.5 ③ 43.3
 ④ 52.4 ⑤ 58.3 ⑥ 61.6

問 3 弦を伝わる横波の速さを v [m/s] とすると、弦の張力の大きさ S [N] と弦の線密度

ρ [kg/m] を用いて、 $v = \sqrt{\frac{S}{\rho}}$ と表せる。第 2 弦と第 3 弦の張力の大きさが同じである

とすると、第 3 弦の線密度は第 2 弦の線密度のおおよそ 倍である。

に入る最も適当なものを以下の①～⑥から 1 つ選べ。

- ① 0.634 ② 0.786 ③ 0.912
 ④ 1.21 ⑤ 1.59 ⑥ 2.21

次に、図2のように、ピストンによって長さを調節できる閉管をギターの上に置き、ギターの音を鳴らしながら閉管を共鳴させる実験を行う。振動数が 220 Hz の音波をギターから発生させ続け、ピストンを閉管の開口端からゆっくりと下げていったところ、開口端からピストンまでの距離が 38.0 cm のときに1回目の共鳴が生じ、開口端からピストンまでの距離が 117 cm のときに2回目の共鳴が生じた。ただし、ギターが発する音波の振動数と気柱で発生する共鳴音の振動数は等しいものとする。

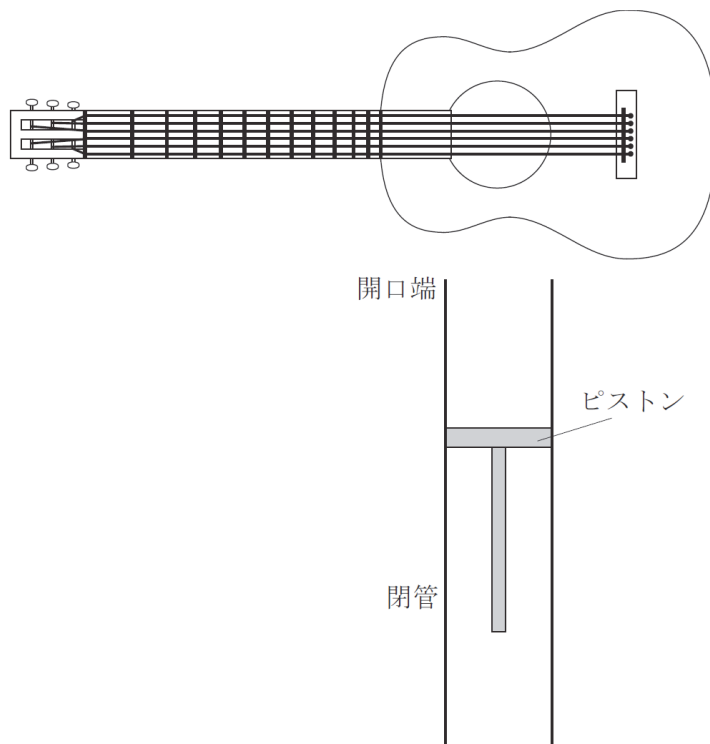


図2

問4 閉管の開口端補正はおよそ cm である。

に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 1.24 | ② 1.50 | ③ 1.68 |
| ④ 1.92 | ⑤ 2.34 | ⑥ 2.56 |

問5 空気中を伝わる音波の速さはおよそ m/s である。

に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 337 | ② 340 | ③ 344 |
| ④ 348 | ⑤ 351 | ⑥ 354 |

第2問 次の文章(A・B)を読み、下の問い(問1～問5)に答えよ。〔6〕～〔10〕

A 温度が $-20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ の 100 g の氷を断熱容器の中に入れ、一定の割合で熱を加え続けた。熱を加えてから 14.0 秒後に氷が $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ に達し、 124 秒後に温度が $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ から上昇をはじめ、 180 秒後に水の温度が $40.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ に達した。図1は、氷または水の温度と熱を加えた時間の関係を表すグラフである。水の比熱を $4.20\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、加えた熱はすべて氷または水に与えられたものとする。

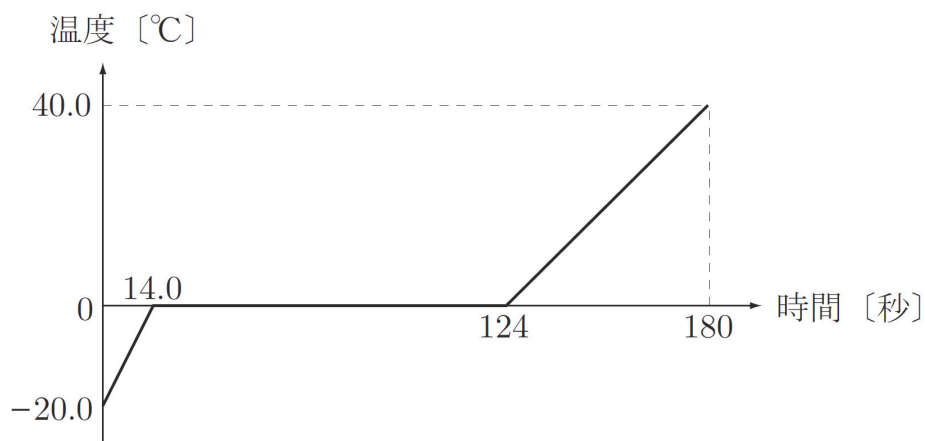


図1

問1 氷または水に1秒間に加える熱量は〔6〕Jである。

〔6〕に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 300 | ② 350 | ③ 400 |
| ④ 475 | ⑤ 550 | ⑥ 600 |

問2 氷の融解熱は〔7〕J/gである。

〔7〕に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 162 | ② 330 | ③ 395 |
| ④ 462 | ⑤ 598 | ⑥ 612 |

問3 氷の比熱は 8 J/(g·K)である。

8 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 1.40 | ② 1.82 | ③ 2.10 |
| ④ 2.45 | ⑤ 2.87 | ⑥ 3.34 |

B 図2のように、圧力 p_0 [Pa] の大気中において、断面積 S [m²] の水平なシリンダーを床に固定し、ばね定数 k [N/m] のばねの一端を取り付けたピストンを用いて単原子分子理想気体を封入した。ばねの他端は鉛直な壁に取り付けてあり、ばねはつねに水平である。シリンダーとピストンはともに断熱材でできており、シリンダーとピストンの間はなめらかで摩擦はない。シリンダーにはヒーターが内蔵されており、気体を加熱することができる。はじめ、ばねは自然長で、気体の圧力は p_0 [Pa]、体積は SL [m³] であった。この状態を状態 A とする。状態 A においてヒーターを作動させて気体をゆっくり加熱し、ばねが自然長から L [m] だけ縮んだ直後に加熱をやめた。加熱をやめた直後の気体の状態を状態 B とする。ただし、ばねの自然長は L [m] より長く、ピストンはシリンダーからはずれることはないものとする。また、ヒーターの熱容量は無視できるものとする。

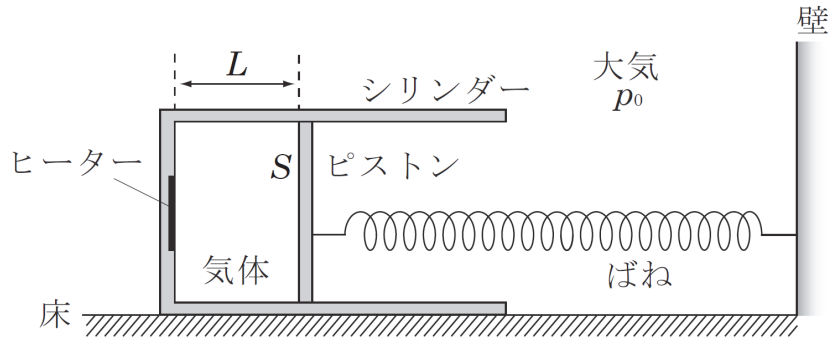


図2

問4 状態 A から状態 B までの間に気体が外部にした仕事は 9 [J] である。

9 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|--|-----------------------------|--|
| ① $\frac{1}{2}kL^2 - \frac{3}{2}p_0SL$ | ② $\frac{1}{2}kL^2 - p_0SL$ | ③ $\frac{1}{2}kL^2 - \frac{1}{2}p_0SL$ |
| ④ $\frac{1}{2}kL^2 + \frac{1}{2}p_0SL$ | ⑤ $\frac{1}{2}kL^2 + p_0SL$ | ⑥ $\frac{1}{2}kL^2 + \frac{3}{2}p_0SL$ |

問5 状態 A から状態 B までの間に気体が吸収した熱量は $\boxed{10}$ [J] である。

$\boxed{10}$ に入る最も適当なものを以下の①～⑥から 1 つ選べ。

① $\frac{1}{2}kL^2 + \frac{1}{2}p_0SL$ ② $\frac{1}{2}kL^2 + \frac{3}{2}p_0SL$ ③ $\frac{7}{2}kL^2 + \frac{3}{2}p_0SL$

④ $\frac{1}{2}kL^2 + \frac{5}{2}p_0SL$ ⑤ $\frac{5}{2}kL^2 + \frac{5}{2}p_0SL$ ⑥ $\frac{7}{2}kL^2 + \frac{5}{2}p_0SL$

第3問 次の文章 (A・B) を読み、下の問い (問1～問5) に答えよ。 11 ～ 15

A 図1のように、起電力の大きさが 6.0 V の電池、長さが 25 cm の一様な抵抗線 ab 、抵抗値が $1.5\ \Omega$ の抵抗 R 、抵抗値が未知の抵抗 R_x 、スイッチ S_1 、 S_2 、検流計および電流計を用いて回路を作った。検流計は抵抗線 ab と接点 c で接しており、接点 c は a と b の間を移動させることができる。また、検流計の内部抵抗の抵抗値は $1.0\ \Omega$ である。はじめ、スイッチ S_1 、 S_2 はともに開いている。電池の内部抵抗、電流計の内部抵抗および導線の抵抗は無視できるものとする。

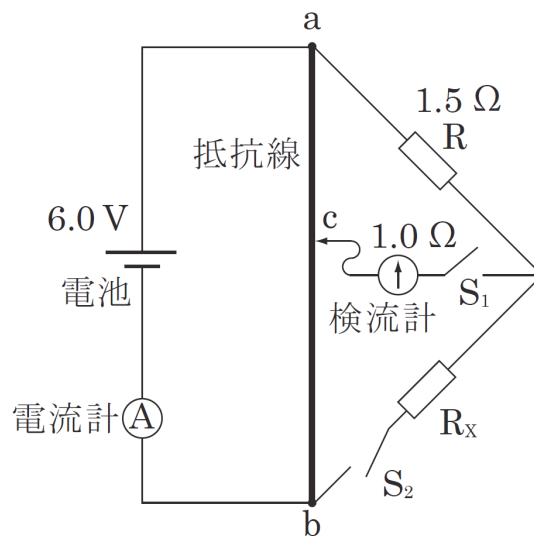


図1

問1 スイッチ S_1 、 S_2 がともに開いているとき、電流計は 0.30 A を示した。抵抗線 ab の全体の抵抗値は 11 Ω である。

11 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|-------|------|------|
| ① 5.0 | ② 18 | ③ 20 |
| ④ 30 | ⑤ 36 | ⑥ 50 |

問2 スイッチ S_1 を閉じて接点 c を抵抗線 ab の中点に接触させたとき、電流計が示す値は 12 A である。

12 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ① 0.27 | ② 0.30 | ③ 0.40 |
| ④ 0.48 | ⑤ 0.50 | ⑥ 0.60 |

問3 続いて、スイッチ S_2 を閉じ、接点 c を動かしたところ、 ac 間の長さが 5.0 cm となったときに検流計の電流が 0 A となった。未知の抵抗 R_x の抵抗値は 13 Ω である。

13 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|--------|--------|-------|
| ① 0.38 | ② 0.75 | ③ 3.0 |
| ④ 6.0 | ⑤ 7.5 | ⑥ 10 |

B 図2のように、起電力 V [V]の電池、抵抗値がそれぞれ R [Ω]、 R [Ω]、 $2R$ [Ω]、 $2R$ [Ω]の抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 、電気容量がそれぞれ C [F]、 $2C$ [F]のコンデンサー C_1 、 C_2 、およびスイッチ S_1 、 S_2 を用いて回路を作った。はじめ、コンデンサーはいずれも電荷をたくわえておらず、スイッチはいずれも開いている。電池の内部抵抗および導線の抵抗は無視できるものとする。

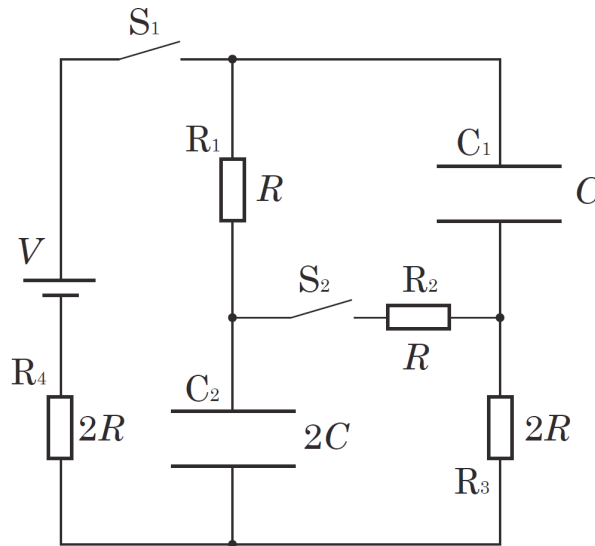


図2

問4 スイッチ S_2 を閉じたあと、スイッチ S_1 を閉じて十分に時間が経過したとき、コンデンサー C_1 がたくわえている電気量は 14 [C] である。

14 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|
| ① $\frac{1}{6}CV$ | ② $\frac{1}{3}CV$ | ③ $\frac{1}{2}CV$ |
| ④ $\frac{2}{3}CV$ | ⑤ $\frac{3}{4}CV$ | ⑥ $\frac{5}{6}CV$ |

問5 続いて、スイッチ S_1 と S_2 を同時に開いた。そのあと十分に時間が経過したとき、コンデンサー C_1 の電位差は [V] である。

に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

① $\frac{2}{9}V$

② $\frac{1}{3}V$

③ $\frac{4}{9}V$

④ $\frac{1}{2}V$

⑤ $\frac{5}{6}V$

⑥ $\frac{3}{2}V$

第4問 次の文章を読み、下の問い（問1～問5）に答えよ。 16 ～ 20

重力による位置エネルギーを用いた発電に、水力発電がある。標高の高い場所にあるダムに貯められた水は莫大な重力による位置エネルギーをたくわえており、水がもつ重力による位置エネルギーは落差を利用して運動エネルギーに変換されたあと、発電機のタービンをまわして電気エネルギーに変換される。ここでは、富山県にある黒部ダムから水を引いて発電を行っている黒部川第四発電所について考える。この発電所と黒部ダムの取水口との有効落差はおよそ 5.4×10^2 m であり、水は地下水路によって最大で毎秒 72 m^3 の割合で送られる。なお、水は 1 m^3 の質量は $1.0 \times 10^3 \text{ kg}$ であり、水が地下水路を通る際に失うエネルギーは無視できるものとする。重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

問1 72 m^3 の水が $5.4 \times 10^2 \text{ m}$ の高さを落下するとき、この水が失う重力による位置エネルギー U [J] はおよそ 16 J である。

16 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 1.6×10^8 | ② 2.1×10^8 | ③ 2.6×10^8 |
| ④ 3.8×10^8 | ⑤ 5.5×10^8 | ⑥ 7.1×10^8 |

問2 問1で求めた重力による位置エネルギー U [J] がすべて物体の運動エネルギーとして変換される場合を考える。 U [J] がすべて静止していた質量 $4.5 \times 10^5 \text{ kg}$ の新幹線の加速に使われ、運動エネルギーに変換されたとすると、新幹線が得る速さはおおよそ 17 km/h である。ただし、必要ならば $\sqrt{2} \simeq 1.41$ 、 $\sqrt{3} \simeq 1.73$ を用いてよい。

17 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 1.5×10^2 | ② 1.7×10^2 | ③ 1.9×10^2 |
| ④ 2.3×10^2 | ⑤ 2.8×10^2 | ⑥ 3.4×10^2 |

問3 水力発電は他の発電に比べて電気エネルギーへの変換効率が高く、80%前後である。この発電所が80%の変換効率をもっており、毎秒 72 m^3 の水を用いて一定の割合で発電を続けたとすると、1日に発生する電力量は 18 kWh である。

18 に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 6.2×10^6 | ② 7.3×10^6 | ③ 8.5×10^6 |
| ④ 1.3×10^7 | ⑤ 2.5×10^7 | ⑥ 4.2×10^7 |

問4 黒部ダムの総貯水量はおよそ2億 m^3 である。ダムへの水の流入がなく、2億 m^3 の水を用いてこの発電所が毎秒72 m^3 の一定の割合で発電を続けた場合、ダムの水が空になるまでの日数はおよそ32日である。黒部ダムの2億 m^3 の水を用いて得られる総電力量はおよそ kWh である。

に入る最も適当なものを以下の①～⑥から1つ選べ。

- | | | |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| ① 2.3×10^8 | ② 4.6×10^8 | ③ 5.8×10^8 |
| ④ 3.7×10^9 | ⑤ 6.3×10^9 | ⑥ 8.7×10^8 |

問5 現在用いられている様々な発電の方法や特徴について述べた文章のうち、**誤りを含むもの**を次の①～⑥から1つ選べ。

- ① 水力発電では夜間に余った電力を使ってタービンを逆回転させて水を汲み上げ、再び発電に利用する場合がある。
- ② 水力発電や風力発電はいずれも太陽エネルギーによって引き起こされた気象現象を利用したものであり、太陽エネルギーを間接的に利用しているといえる。
- ③ 地熱発電は地下深くのマグマにより加熱された熱水から水蒸気を取り出してタービンを回し、発電を行っている。
- ④ 原子力発電では原子核が核分裂を起こす際に放出される放射線を電気エネルギーに変換している。
- ⑤ 潮汐発電は、潮の満ち引きによって貯水池側と海洋側の間で海水を出入りさせてタービンを回し、発電する方法である。
- ⑥ 栽培した植物などに由来するバイオマス燃料を用いたバイオマス発電では、燃料となる植物を生育する過程で大気中の二酸化炭素を吸収するため、燃料を燃焼させても全体としてみれば大気中の二酸化炭素はほとんど増加しない。

