

平成 29 年度 一般入学試験(後期)問題
理 科

試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはならない。

科目選択について

1. 物理・化学・生物の 3 科目のうち、2 科目を選択すること。
2. 3 科目すべての解答用紙に受験番号、氏名を記入すること。
3. 選択しない科目の解答用紙の中央に大きく×印を描くこと。
4. 選択しない科目の解答用紙は試験開始から 30 分後に回収される。

注 意 事 項

1. 試験時間は 100 分である。
2. 試験開始の合図があるまで、筆記用具を手に持ってはならない。
3. 試験開始後に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁等の不備、解答用紙の汚れ等を確認しなさい。これらがある場合には手を挙げて監督者に知らせること。
4. 物理では、解答番号は

1

 から

29

 までである。
化学では、解答番号は

1

 から

45

 までである。
生物では、解答番号は

1

 から

43

 までである。
5. 解答は指示された解答番号に従って解答用紙の解答欄にマークすること。
6. 解答用紙に正しく記入・マークしていない場合には、正しく採点されないことがある。
7. 指定された以外の個数をマークした場合には誤りとなる。
8. 下書きや計算は問題冊子の余白を利用すること。
9. 質問等がある場合には手を挙げて監督者に知らせること。
10. 試験終了の合図があったら直ちに筆記用具を机の上に置くこと。
11. 試験終了の合図の後に受験番号、氏名の記入漏れに気づいた場合には、手を挙げて許可を得てから記入すること。許可なく筆記用具を持つと不正行為とみなされる。
12. 試験終了後にすべての配布物は回収される。

解答用紙記入要領

例：受験番号が「0123」番の「日本花子」さんの場合

受 験 番 号				
MC	0	1	2	3
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○
	○	○	○	○

フリガナ	ニッポン	ハナコ
氏 名	日 本 花 子	

注 意 事 項
 1. 黒鉛筆(H, F, HBに限る)を使用すること。
 2. マークは、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶすこと。
 3. 所定の記入欄以外には何も記入しないこと。
 ※ マークの塗り方が正しくない場合には、採点できないことがある。

●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
●	悪い例								

1. 受験番号の空欄に受験番号を記入し、さらにその下のマーク欄にマークする。次に、氏名を書き、フリガナをカタカナで記入する。
2. 受験番号欄と解答欄では、○の位置が異なるので注意する。
3. マークは黒鉛筆(H, F, HBに限る)を使い、はみ出さないように○の内側を●のように丁寧に塗りつぶす。
4. マークを消す場合は、消しゴムで跡が残らないように完全に消す。
5. 解答用紙は折り曲げたり、汚したりしない。
6. 所定の欄以外には何も記入しない。

物 理

解答上の注意

1. 解答は、解答用紙の解答欄にマークしなさい。
2. 分数形で解答する場合は既約分数(それ以上約分できない分数)で答えること。

1 次の文章を読み、下の問い(問1～7)に答えよ。

図1に示すように、なめらかで水平な床の上ではね定数 k のばねの一端を壁に固定し、他端に質量 m の小物体 B をとりつける。初めばねは自然の長さであり、B は静止しているものとする。左から質量 M の小物体 A が速さ v_0 で運動してきて、B と衝突するものとする。初めの B の位置を原点 ($x = 0$) とし、右向きに x 軸をとり、最初に衝突した瞬間の時刻を $t = 0$ とする。運動はすべて同一直線上 (x 軸上) で行われ、A と B の大きさおよびばねの質量は無視できるものとする。また、 $M > m$ であり、円周率は π とする。

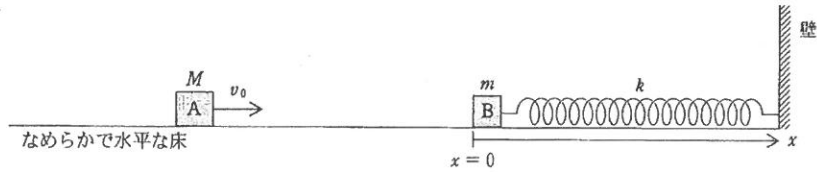


図1

[1] 衝突後に A と B が結合し一体となって運動する場合を考える。ただし、衝突後はばねの復元力のみを受けて運動するものとする。

問1 衝突直後の B の速さは である。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① v_0 ② $\frac{mv_0}{M}$ ③ $\frac{Mv_0}{m}$ ④ $\frac{mv_0}{M-m}$ ⑤ $\frac{Mv_0}{M-m}$
 ⑥ $\frac{mv_0}{M+m}$ ⑦ $\frac{Mv_0}{M+m}$ ⑧ $\frac{(M+m)v_0}{m}$ ⑨ $\frac{(M+m)v_0}{M}$

問2 衝突してから B が最初に原点に戻るまでの時間は である。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{k}{M+m}}$ ② $\sqrt{\frac{k}{M+m}}$ ③ $\frac{1}{2} \sqrt{\frac{M+m}{k}}$ ④ $\sqrt{\frac{M+m}{k}}$ ⑤ $2 \sqrt{\frac{M+m}{k}}$
 ⑥ $\frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{k}{M+m}}$ ⑦ $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{M+m}}$ ⑧ $\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}}$ ⑨ $2\pi \sqrt{\frac{M+m}{k}}$

問3 衝突後、時刻 t での B の位置 x は である。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{mv_0}{\sqrt{k(M+m)}} \sin \sqrt{\frac{M+m}{k}} t$ ② $\frac{mv_0}{k(M+m)} \sin \sqrt{\frac{M+m}{k}} t$
 ③ $\frac{Mv_0}{\sqrt{k(M+m)}} \sin \sqrt{\frac{k}{M+m}} t$ ④ $\frac{Mv_0}{k(M+m)} \sin \sqrt{\frac{k}{M+m}} t$
 ⑤ $\frac{Mv_0}{\sqrt{k(M+m)}} \cos \sqrt{\frac{M+m}{k}} t$ ⑥ $\frac{mv_0}{\sqrt{k(M+m)}} \cos \sqrt{\frac{M+m}{k}} t$
 ⑦ $\frac{mv_0}{k(M+m)} \cos \sqrt{\frac{M+m}{k}} t$ ⑧ $\frac{Mv_0}{\sqrt{k(M+m)}} \cos \sqrt{\frac{k}{M+m}} t$
 ⑨ $\frac{Mv_0}{k(M+m)} \cos \sqrt{\frac{k}{M+m}} t$

問 4 衝突による力学的エネルギーの損失は 4 である。

4 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{mv_0^2}{2(M+m)}$ ② $\frac{Mv_0^2}{2(M+m)}$ ③ $\frac{mv_0^2}{M+m}$ ④ $\frac{Mv_0^2}{M+m}$ ⑤ $\frac{Mmv_0^2}{M+m}$
 ⑥ $\frac{Mmv_0^2}{2(M+m)}$ ⑦ $\frac{2Mmv_0^2}{M+m}$ ⑧ $\frac{(M+m)v_0^2}{2m}$ ⑨ $\frac{(M+m)v_0^2}{2M}$

[2] 次に、AとBがばねかえり係数 e ($0 < e < 1$) の衝突をする場合を考える。ただし、衝突後Bはばねの復元力のみを受けて運動するものとする。

問 5 衝突直後のAの速さは 5 であり、Bの速さは 6 である。

(1) 5 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{emv_0}{M+m}$ ② $\frac{emv_0}{M-m}$ ③ $\frac{(M+em)v_0}{M+m}$ ④ $\frac{(M-em)v_0}{M+m}$ ⑤ $\frac{(M+em)v_0}{M-m}$
 ⑥ $\frac{(M-em)v_0}{M-m}$ ⑦ $\frac{(eM+m)v_0}{M+m}$ ⑧ $\frac{(m-eM)v_0}{M+m}$ ⑨ $\frac{(eM+m)v_0}{M-m}$

(2) 6 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{Mv_0}{M+m}$ ② $\frac{eMv_0}{M+m}$ ③ $\frac{Mv_0}{M-m}$ ④ $\frac{eMv_0}{M-m}$ ⑤ $\frac{(1+e)Mv_0}{2m}$
 ⑥ $\frac{(1+e)Mv_0}{M+m}$ ⑦ $\frac{(1-e)Mv_0}{M+m}$ ⑧ $\frac{(1+e)Mv_0}{M-m}$ ⑨ $\frac{(1-e)Mv_0}{M-m}$

問 6 衝突後、再び衝突が起こるまでの時刻 t におけるAの位置 x_A は 7 であり、Bの位置 x_B は 8 である。

(1) 7 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{emv_0}{M-m} t$ ② $\frac{(M-em)v_0}{M+m} t$
 ③ $\frac{(M-em)v_0}{M-m} t$ ④ $\frac{(m-eM)v_0}{M+m} t$
 ⑤ $\frac{emv_0}{M+m} \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t$ ⑥ $\frac{(M+em)v_0}{M+m} \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t$
 ⑦ $\frac{(m+eM)v_0}{M+m} \sqrt{\frac{k}{m}} \sin \sqrt{\frac{m}{k}} t$ ⑧ $\frac{(M-em)v_0}{M+m} \sqrt{\frac{m}{k}} \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$
 ⑨ $\frac{(m-eM)v_0}{M+m} \sqrt{\frac{k}{m}} \cos \sqrt{\frac{m}{k}} t$

(2) 8 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{eMv_0}{M+m} t$ ② $\frac{eMv_0}{M-m} t$
 ③ $\frac{(1+e)Mv_0}{M+m} t$ ④ $\frac{(1+e)Mv_0}{M-m} t$
 ⑤ $\frac{Mv_0}{M+m} \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t$ ⑥ $\frac{(1-e)Mv_0}{M-m} \sqrt{\frac{k}{m}} \sin \sqrt{\frac{m}{k}} t$
 ⑦ $\frac{(1+e)Mv_0}{M+m} \sqrt{\frac{m}{k}} \sin \sqrt{\frac{k}{m}} t$ ⑧ $\frac{(1-e)Mv_0}{M+m} \sqrt{\frac{k}{m}} \cos \sqrt{\frac{m}{k}} t$
 ⑨ $\frac{(1+e)Mv_0}{M+m} \sqrt{\frac{m}{k}} \cos \sqrt{\frac{k}{m}} t$

問 7 $M = 2m$ のとき、 x_B が最大値となる位置で A と B の 2 回目の衝突が起こるとする。このとき、最初の衝突から 2 回目の衝突が起こるまでの時間は 9 であり、はねかえり係数 e は 10 である。

(1) 9 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ① $\sqrt{\frac{m}{k}}$ ② $\frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{k}{m}}$ ③ $\frac{\pi}{6} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ④ $\frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑤ $\frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{m}{k}}$
 ⑥ $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑦ $\frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{k}}$ ⑧ $\pi \sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑨ $\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

(2) 10 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから 1 つ選べ。

- ① $\frac{\pi - 2}{\pi + 6}$ ② $\frac{\pi - 2}{\pi + 4}$ ③ $\frac{\pi - 2}{\pi + 3}$ ④ $\frac{2(\pi - 2)}{\pi + 6}$ ⑤ $\frac{2(\pi - 2)}{\pi + 5}$
 ⑥ $\frac{2(\pi - 2)}{\pi + 4}$ ⑦ $\frac{2(\pi - 2)}{\pi + 3}$ ⑧ $\frac{2(\pi - 1)}{\pi + 6}$ ⑨ $\frac{2(\pi - 1)}{\pi + 4}$

2 次の文章を読み、下の問い(問1～3)に答えよ。

図1のように断面積 S 、透磁率 μ の長い鉄芯に、コイル A とコイル B が同じ向きに巻かれている。A は総巻き数が N_A 、単位長さあたりの巻き数が n_A で、電源につながれている。B は総巻き数が N_B 、単位長さあたりの巻き数が n_B で、B の両端には R の抵抗が接続されている。b、c は接地されており、その電位を基準とする。A、B を流れる電流 I_A 、 I_B は図1に示した矢印の方向を正の向きとする。A を貫く磁束 ϕ は全て B を貫き、B を流れる電流による ϕ の変化は無視できるほど小さいものとする。

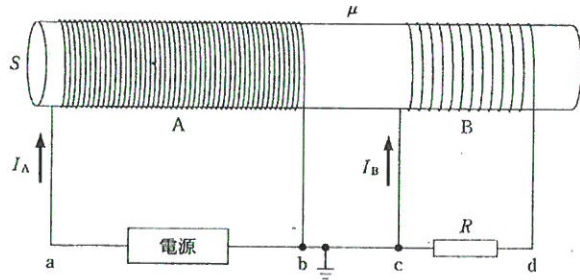


図1

問1 A に電流 I_A が流れているとき、鉄芯の中には大きさ $\mu n_A S I_A$ の磁束が存在する。ここで微小時間 Δt の間に A に流れる電流が ΔI_A だけ増えたとすると、鉄芯の中の磁束が変化し A、B には誘導起電力が生じる。この誘導起電力により、a の電位は 11、d の電位は 12 となる。また、A の自己インダクタンス L は 13、A と B の相互インダクタンス M は 14 である。

(1) 11 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- | | | |
|--|---|--|
| ① $\mu n_A S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ② $\mu n_A N_A S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ③ $\mu N_A^2 \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ |
| ④ $\mu N_A^2 S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ⑤ $\mu n_A^2 \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ⑥ $-\mu n_A S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ |
| ⑦ $-\mu n_A N_A S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ⑧ $-\mu N_A^2 \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ⑨ $-\mu N_A^2 S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ |

(2) 12 に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- | | | |
|--|---|--|
| ① $\mu n_A S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ② $\mu n_A N_B S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ③ $\mu n_B S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ |
| ④ $\mu N_A n_B S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ⑤ $\mu n_A^2 N_B \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ⑥ $-\mu n_A S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ |
| ⑦ $-\mu n_A N_B S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ⑧ $-\mu n_B S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ | ⑨ $-\mu N_A n_B S \frac{\Delta I_A}{\Delta t}$ |

(3) , に入る式として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① $\mu n_A S$ ② $\mu n_A N_A S$ ③ μN_A^2 ④ $\mu N_A^2 S$ ⑤ $\mu n_A^2 S$
 ⑥ $\mu n_B S$ ⑦ $\mu n_A N_B S$ ⑧ $\mu N_A N_B$ ⑨ $\mu n_A n_B S$

問2 時間を t 、周波数を f として、電源から交流電流 $I_A(t) = I_0 \sin 2\pi ft$ が流れると、Bには誘導起電力によって電流 $I_{B1}(t)$ が流れる。交流電流の周期を T とすると、時刻 $t = \frac{T}{4}$ 、 $\frac{T}{2}$ における I_{B1} はそれぞれ $I_{B1}(\frac{T}{4}) = \text{15}$ 、 $I_{B1}(\frac{T}{2}) = \text{16}$ となる。ただし、 θ が小さいとき、 $\sin \theta \approx \theta$ 、 $\cos \theta \approx 1$ と近似してよい。

, に入る式または数値として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つずつ選べ。同じものを繰り返し選んでもよい。

- ① $\frac{2\pi f \mu n_A N_B I_0}{R}$ ② $\frac{2\pi f \mu n_A N_B S I_0}{R}$ ③ $\frac{2\pi f \mu N_A N_B I_0}{R}$
 ④ $\frac{2\pi f \mu N_A N_B S I_0}{R}$ ⑤ 0 ⑥ $-\frac{2\pi f \mu n_A N_B I_0}{R}$
 ⑦ $-\frac{2\pi f \mu n_A N_B S I_0}{R}$ ⑧ $-\frac{2\pi f \mu N_A N_B I_0}{R}$ ⑨ $-\frac{2\pi f \mu N_A N_B S I_0}{R}$

問3 I_A が図2のように変化するとき、 $M = 1.4 \text{ H}$ 、 $R = 3500 \Omega$ とすると、 $t = 0.05 \text{ s}$ 、 0.5 s においてBを流れる電流 $I_{B2}(t)$ はそれぞれ $I_{B2}(0.05 \text{ s}) = \text{17}$ mA、 $I_{B2}(0.5 \text{ s}) = \text{18}$ mA である。また、 $t = 0 \text{ s}$ から 1 s の間にBにつながれた抵抗によって消費される電気エネルギーは $\times 10^{-3} \text{ J}$ となる。

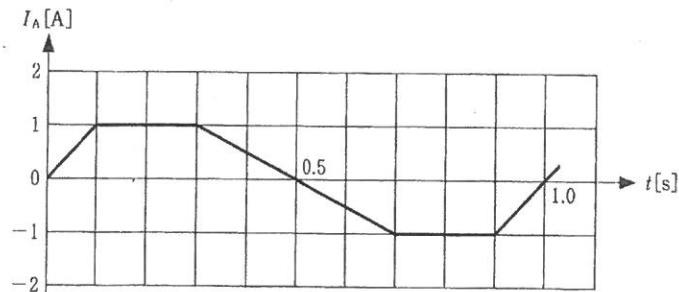


図2

(1) に入る数値として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

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

(2) に入る数値として最も適切なものを、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

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

(3) に入る数値として最も近い値を、次の①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① 0 ② 4 ③ 8 ④ 13 ⑤ 17
 ⑥ 21 ⑦ 25 ⑧ 29 ⑨ 34

問 4 原点において、 y_L の位相は y_R の位相より ϕ ($0 \leq \phi < 2\pi$)だけ進んでいるとする。このとき、時刻 t 、位置 x における y_L は である。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

- ① $A \sin \left\{ 2\pi f \left(t + \frac{x}{v} \right) + \phi \right\}$ ② $-A \sin \left\{ 2\pi f \left(t - \frac{x}{v} \right) + \phi \right\}$ ③ $A \sin \left\{ 2\pi f \left(t - \frac{x}{v} \right) + \phi \right\}$
 ④ $-A \sin \left\{ 2\pi f \left(t + \frac{x}{v} \right) + \phi \right\}$ ⑤ $A \sin \left\{ 2\pi f \left(t + \frac{L+x}{v} \right) + \phi \right\}$ ⑥ $-A \sin \left\{ 2\pi f \left(t - \frac{L+x}{v} \right) + \phi \right\}$
 ⑦ $A \sin \left\{ 2\pi f \left(t - \frac{L+x}{v} \right) + \phi \right\}$ ⑧ $-A \sin \left\{ 2\pi f \left(t + \frac{L+x}{v} \right) + \phi \right\}$

問 5 ここで媒質の両端は固定されているとする。このとき、左端において成り立つ式は である。この式から $\phi =$ π であることがわかる。 ϕ の値を用いれば時刻 t 、位置 x の合成波の式として が得られる。

(1) に入る式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

- ① $A \sin 2\pi ft = 0$ ② $A \sin(2\pi ft + \phi) = 0$
 ③ $A \sin 2\pi ft + A \sin(2\pi ft + \phi) = 0$ ④ $A \sin 2\pi ft - A \sin(2\pi ft + \phi) = 0$
 ⑤ $A \sin 2\pi ft + A \sin \left\{ 2\pi f \left(t + \frac{L}{v} \right) + \phi \right\} = 0$ ⑥ $A \sin 2\pi ft - A \sin \left\{ 2\pi f \left(t + \frac{L}{v} \right) + \phi \right\} = 0$
 ⑦ $A \sin 2\pi f \left(t + \frac{L}{v} \right) + A \sin \left\{ 2\pi f \left(t + \frac{L}{v} \right) + \phi \right\} = 0$
 ⑧ $A \sin 2\pi f \left(t + \frac{L}{v} \right) - A \sin \left\{ 2\pi f \left(t + \frac{L}{v} \right) + \phi \right\} = 0$

(2) に入る数値として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

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

(3) に入る式として最も適切なものを、次の①～⑧のうちから1つ選べ。

- ① $A \sin \frac{2\pi fx}{v} \sin 2\pi ft$ ② $A \sin \frac{2\pi fx}{v} \cos 2\pi ft$ ③ $-A \sin \frac{2\pi fx}{v} \sin 2\pi ft$
 ④ $-A \sin \frac{2\pi fx}{v} \cos 2\pi ft$ ⑤ $2A \sin \frac{2\pi fx}{v} \sin 2\pi ft$ ⑥ $2A \sin \frac{2\pi fx}{v} \cos 2\pi ft$
 ⑦ $-2A \sin \frac{2\pi fx}{v} \sin 2\pi ft$ ⑧ $-2A \sin \frac{2\pi fx}{v} \cos 2\pi ft$

問 6 右端における条件から、許される振動数は、自然数 n を用いて と表される。

に入る式として最も適切なものを、次の①～⑥のうちから1つ選べ。

- ① $\frac{nv}{L}$ ② $\frac{(2n-1)v}{L}$ ③ $\frac{nv}{2L}$
 ④ $\frac{(2n-1)v}{2L}$ ⑤ $\frac{nv}{4L}$ ⑥ $\frac{(2n-1)v}{4L}$

問 7 $L = 4\text{ m}$ 、 $v = 0.5\text{ m/s}$ とする。 $t = 0.5\text{ s}$ で初めて媒質の変位がどの場所も0mになった。この合成波の節の数は両端を除いて 個ある。

に入る数値として最も適切なものを、①～⑨のうちから1つ選べ。

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8 ⑨ 9