

理科

「物理基礎, 物理」

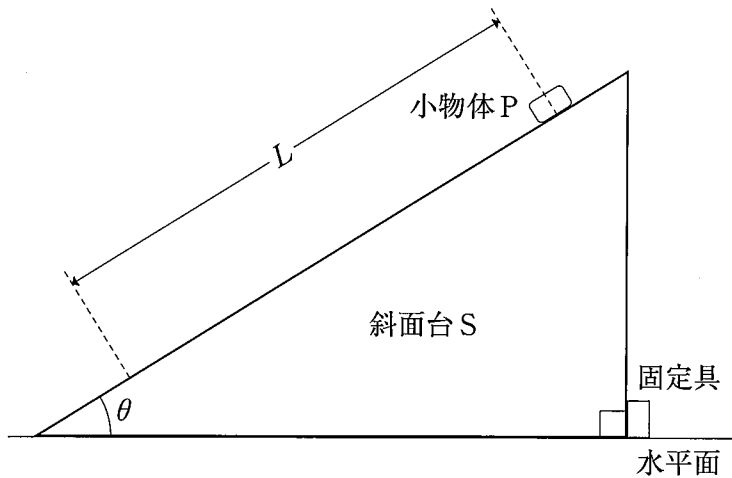
物理基礎，物理

[1] 次の [1] ~ [7] にあてはまる最も適当な答をそれぞれの解答群から一つずつ選び、その番号を解答記入欄にマークしなさい。

(1) 図のような、滑らかな水平面上に粗い斜面を持つ斜面台 S がある。斜面の水平面に対する角度は θ である。重力加速度の大きさを g とする。また、斜面は十分長いとする。

はじめ、S は図のように固定具によって動かないように固定されていた。S の斜面上に質量 m の小物体 P を静かに置いたところ、P は斜面上をすべり落ち始めた。斜面と P との間の動摩擦係数を μ とすると、P に生じた加速度の大きさは [1] である。この加速度の大きさを a とすると、P が斜面上を距離 L だけ進むのに要する時間は、 a と L を用いて [2] である。ただし、 μ について、 $\mu < \tan \theta$ を満たしているものとする。

次に、固定具をはずし、小物体 P を S の斜面上に静かに置いたところ、P が斜面上をすべり落ち始めると同時に、S は水平面に対して大きさ A の一定の加速度で動き出した。以下では、S 上の観測者から見た P の運動について考える。P が斜面から受ける垂直抗力の大きさを N とすると、斜面に平行な方向の P の加速度の大きさは、 A と N などを用いて [3] で表される。また、斜面に垂直な方向の力のつりあいの式は [4] と表される。これらのことから、P が斜面上を距離 L だけ進むのに要する時間は、 A と L などを用いて [5] と表される。



問題訂正

[1] (1) 問題文 6 行目 および 13 行目

誤：『P が斜面上を…』

正：『P がすべり落ち始めてから斜面上を…』

物理基礎, 物理

1 の解答群

① $g(\sin\theta - \mu)$

② $g\sin\theta(1 - \mu)$

③ $g(\cos\theta - \mu\sin\theta)$

④ $g\sqrt{\sin^2\theta + \mu^2\cos^2\theta}$

⑤ $g(\sin\theta + \mu\cos\theta)$

⑥ $g(\sin\theta - \mu\cos\theta)$

2 の解答群

① $\sqrt{\frac{L}{2a}}$

② $\sqrt{\frac{2L}{3a}}$

③ $\sqrt{\frac{L}{a}}$

④ $\sqrt{\frac{3L}{2a}}$

⑤ $\sqrt{\frac{2L}{a}}$

⑥ $\sqrt{\frac{4L}{a}}$

物理基礎, 物理

3 の解答群

① $A + g \sin \theta - \frac{\mu N}{m}$

② $A + g \cos \theta - \frac{\mu N}{m}$

③ $A \sin \theta + \frac{\mu N}{m}$

④ $A \cos \theta + \frac{\mu N}{m}$

⑤ $g \sin \theta + A \cos \theta - \frac{\mu N}{m}$

⑥ $g \cos \theta - A \cos \theta + \frac{\mu N}{m}$

4 の解答群

① $N = mg \cos \theta$

② $N - mA \sin \theta = mg \cos \theta$

③ $N + mA \sin \theta = mg \cos \theta$

④ $N - mA \sin \theta = mg \sin \theta$

⑤ $N + mA \sin \theta = mg \sin \theta$

⑥ $N + mA \cos \theta = mg \sin \theta$

5 の解答群

① $\sqrt{\frac{L}{A(\cos \theta - \mu \sin \theta) + g(\sin \theta - \mu \cos \theta)}}$

② $\sqrt{\frac{2L}{A(\cos \theta + \mu \sin \theta) + g(\sin \theta - \mu \cos \theta)}}$

③ $\sqrt{\frac{3L}{A(\cos \theta + \mu \sin \theta) + g(\sin \theta + \mu \cos \theta)}}$

④ $\sqrt{\frac{L}{A(\cos \theta - \mu \sin \theta) + g(\sin \theta + \mu \cos \theta)}}$

⑤ $\sqrt{\frac{2L}{A(\sin \theta + \mu \cos \theta) + g(\cos \theta - \mu \sin \theta)}}$

⑥ $\sqrt{\frac{3L}{A(\sin \theta - \mu \cos \theta) + g(\cos \theta + \mu \sin \theta)}}$

物理基礎, 物理

(2) 水平な直線道路を走行する自動車を考える。最初, この自動車は停止した状態から一定の加速度で走行を始め, 時間 t が経過したとき, その速さは v になった。その後しばらくの間, v で等速直線運動を続けた後, 一定の加速度で減速を始め, やがて停止した。自動車が減速を始めてから停止するまでの時間が $\frac{t}{2}$ であったとすると, この $\frac{t}{2}$ の間に走行した距離は である。また, 自動車が走行を始めてから停止するまでの時間を T とすると, この T の間の平均の速さは である。

の解答群

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

の解答群

- ① $v\left(1 - \frac{t}{2T}\right)$ ② $v\left(1 - \frac{2t}{3T}\right)$ ③ $v\left(1 - \frac{3t}{4T}\right)$
④ $v\left(1 - \frac{T}{4t}\right)$ ⑤ $v\left(1 - \frac{2T}{3t}\right)$ ⑥ $v\left(1 - \frac{3T}{2t}\right)$

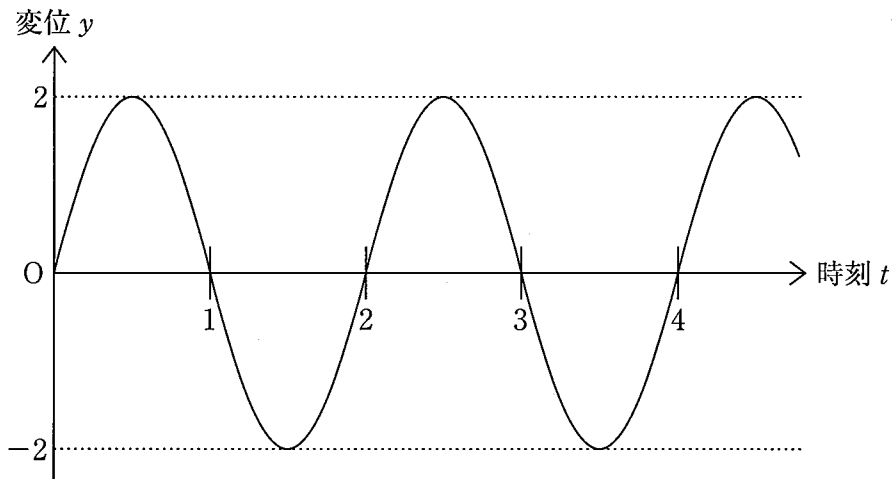
物理基礎，物理

[2] 次の ～ にあてはまる最も適当な答をそれぞれの解答群から一つずつ選び、その番号を解答記入欄にマークしなさい。

- (1) 媒質中に設定した x 軸の正の向きに、速さ $v = 2 \text{ m/s}$ で進む連続的な正弦波がある。この波を入射波と呼ぶ。 $x = 12 \text{ m}$ の位置には固定端としてはたらく反射板があり、ここから入射波に対しての反射波が生じている。以下では、 x 軸の原点から反射板までの間 ($0 \text{ m} \leq x \leq 12 \text{ m}$) に存在する入射波と反射波について考える。

図は、 x 軸上の原点での入射波による媒質の変位の時間変化を表したものである。ただし、変位 (y) の単位はメートル、時刻 (t) の単位は秒とする。この図から、原点での時刻 t における入射波による媒質の変位を表す式は、 $y = \text{ }$ と表され、位置 x での時刻 t における入射波による媒質の変位の式は、 $y = \text{ }$ と表される。

一方、位置 x での時刻 t における反射波による媒質の変位の式は、 $y = \text{ }$ と表される。入射波と反射波とが重ね合わさってできる定常波（定在波）において、 x 軸上の原点と反射板との間に存在する腹の数は 個である。



物理基礎, 物理

8 の解答群

① $2\sin(2\pi t)$

② $2\sin(\pi t)$

③ $-2\sin(0.5\pi t)$

④ $4\sin(2\pi t)$

⑤ $4\sin(\pi t)$

⑥ $-4\sin(0.5\pi t)$

9 の解答群

① $2\sin\{2\pi(t-0.5x)\}$

② $2\sin\{\pi(t-0.5x)\}$

③ $-2\sin\left\{\frac{\pi}{2}(t+0.5x)\right\}$

④ $4\sin\{2\pi(t+0.5x)\}$

⑤ $4\sin\{\pi(t+0.5x)\}$

⑥ $-4\sin\left\{\frac{\pi}{2}(t-0.5x)\right\}$

10 の解答群

① $\sin\{2\pi(t-0.5x)\}$

② $2\sin\{\pi(t-0.5x)\}$

③ $4\sin\left\{\frac{\pi}{2}(t-0.5x)\right\}$

④ $-\sin\{2\pi(t+0.5x)\}$

⑤ $-2\sin\{\pi(t+0.5x)\}$

⑥ $-4\sin\left\{\frac{\pi}{2}(t+0.5x)\right\}$

11 の解答群

① 1

② 4

③ 6

④ 8

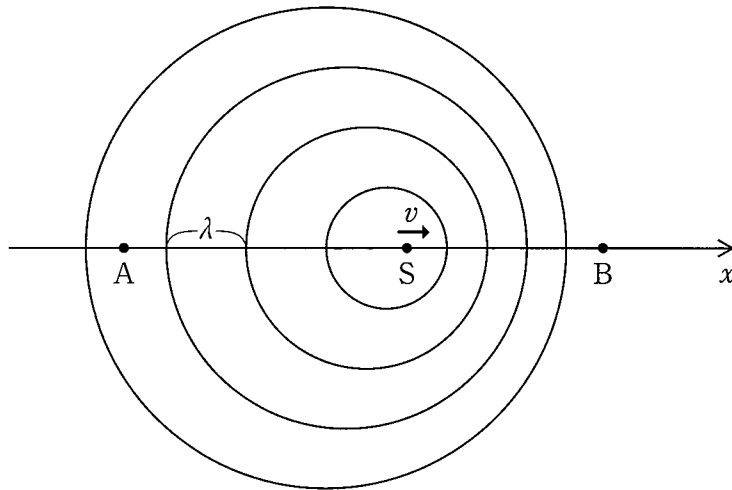
⑤ 10

⑥ 12

物理基礎，物理

(2) 図のように、振動数 f の水面波を出す波源 S が、水面上に設定した x 軸上を右向きに一定の速さ v で動いている。図中の各円は同位相の波面を表しており、水面波の減衰は無視できるものとする。また、波の速さを V とし、 v は V に比べて小さいものとする。

S の左側にある点 A (波源の後方) で観測される水面波の波長 (図中の λ) は、 f 、 v 、 V を用いて表すと である。また、点 A で観測される水面波の振動数を f_A 、点 B では f_B とすると、 $\frac{f_B}{f_A}$ は である。ただし、観測している間は、 S が点 B に到達しないものとする。



物理基礎, 物理

12 の解答群

① $\frac{V-2v}{f}$

② $\frac{V+2v}{f}$

③ $\frac{V-v}{f}$

④ $\frac{V+v}{f}$

⑤ $\frac{V-v}{2f}$

⑥ $\frac{V+v}{2f}$

13 の解答群

① 1

② $\frac{V+v}{V}$

③ $\frac{V}{V-v}$

④ $\frac{V+v}{V-v}$

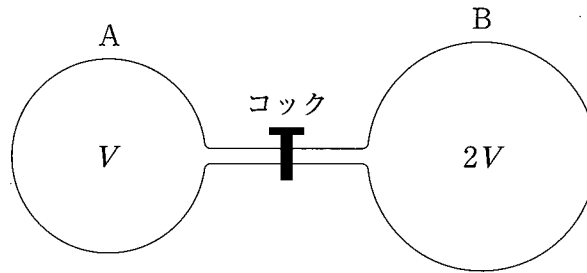
⑤ $\frac{V-v}{V+v}$

⑥ $\frac{V}{V+v}$

物理基礎，物理

- [3] 次の ～ にあてはまる最も適当な答をそれぞれの解答群から一つずつ選び、その番号を解答記入欄にマークしなさい。

図のように、体積 V の容器 A と体積 $2V$ の容器 B が、体積の無視できる細管でつながれている。最初、両容器は細管に取り付けられたコックによって仕切られており、A には物質質量 n の単原子分子理想気体が封入され、その温度は絶対温度 T に保たれていた。一方、B は真空であった。気体定数を R とする。



物理基礎，物理

- (1) 容器Aと容器Bとともに温度 T の熱源に接触させ、コックを開いて十分な時間放置した。このときのA内の気体の圧力は である。

の解答群

- ① $\frac{nRT}{3V}$ ② $\frac{nRT}{2V}$ ③ $\frac{2nRT}{3V}$
④ $\frac{nRT}{V}$ ⑤ $\frac{3nRT}{2V}$ ⑥ $\frac{2nRT}{V}$

- (2) 次に、コックを開いたまま、(1)の状態から、容器Aと容器Bをそれぞれ別の熱源に接触させ、Aの温度を $2T$ 、Bの温度を $3T$ に保った。十分に時間が経過した後のA内の気体の物質量は n の 倍であり、B内の気体の圧力は である。

の解答群

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

の解答群

- ① $\frac{nRT}{7V}$ ② $\frac{2nRT}{7V}$ ③ $\frac{4nRT}{7V}$
④ $\frac{6nRT}{7V}$ ⑤ $\frac{nRT}{V}$ ⑥ $\frac{3nRT}{2V}$

- (3) 最後に、コックを開いたまま、(2)の状態から、容器Aと容器Bを熱源から離し、両容器と細管を含む全体を断熱材でおおって十分な時間放置した。このときのA内の気体の温度は、 T の 倍である。ただし、全体を断熱材でおおう過程において、外部との熱のやりとりはなかったとする。

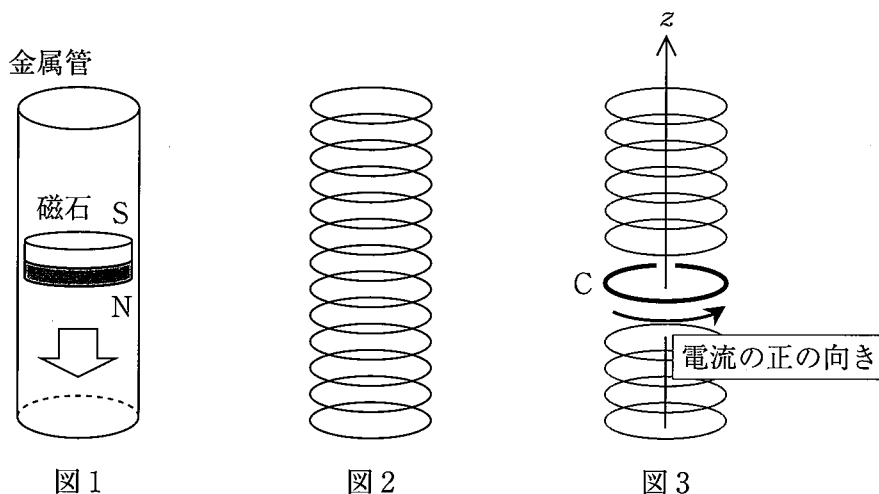
の解答群

- ① $\frac{2}{9}$ ② $\frac{7}{9}$ ③ $\frac{9}{7}$
④ $\frac{16}{7}$ ⑤ $\frac{18}{7}$ ⑥ $\frac{27}{7}$

物理基礎，物理

- [4] 次の ～ にあてはまる最も適当な答をそれぞれの解答群から一つずつ選び、その番号を解答記入欄にマークしなさい。

図1のように、鉛直に立てた円筒形の金属管の内部に、円柱型の磁石をN極が下向きになるよう静かに放して落下させたところ、しばらくして一定の速度で落下する現象が観測された。これは、磁石が管内を運動することで管に誘導電流が生じ、その電流がつくる磁場が磁石の運動を妨げたためである。この落下の間、磁石の底面は常に水平を保ち、磁石は管の内側と接触することはなかった。以下では、図2のように、金属管を多数の水平な円形コイルが等間隔に積み重なったものとみなし、この現象について考える。ただし、空気抵抗はないものとする。



- (1) 図3は、図2に描かれた多数の円形コイルのうちの1つを強調したものであり、それをコイルCと呼ぶことにする。ここで、コイルCの中心を通り、鉛直上向きを正とする z 軸をとる。また、コイルCに流れる誘導電流の正の向きは、図3の矢印で示した向き（右ネジが z 軸の正の向きに進むときの回転方向）とする。

磁石がコイルCに、上方から近づくときと下方に遠ざかるときについて、コイルCに流れる誘導電流の向きの組み合わせとして正しいものは であり、さらにその誘導電流が磁石におよぼす力の向きの組み合わせとして正しいものは である。

物理基礎, 物理

18 の解答群

	近づくとき	遠ざかるとき
①	正の向き	負の向き
②	正の向き	正の向き
③	負の向き	正の向き
④	負の向き	負の向き
⑤	負の向き	電流は流れない
⑥	電流は流れない	正の向き

19 の解答群

	近づくとき	遠ざかるとき
①	z 軸の正の向き	z 軸の負の向き
②	z 軸の正の向き	z 軸の正の向き
③	z 軸の負の向き	z 軸の正の向き
④	z 軸の負の向き	z 軸の負の向き
⑤	z 軸の負の向き	力は働かない
⑥	力は働かない	z 軸の正の向き

(2) 磁石が一定の速さ v で落下しているとき, 金属管を構成する全てのコイルに流れる誘導電流が磁石におよぼす力の大きさは, 磁石の質量を m , 重力加速度の大きさを g とすると 20 であり, 金属管全体で発生する単位時間あたりのジュール熱は 21 である。

20 の解答群

- | | | |
|---------|------------------|---------------------|
| ① mg | ② $2mg$ | ③ mv |
| ④ mgv | ⑤ $\frac{mg}{v}$ | ⑥ $\frac{1}{2}mv^2$ |

21 の解答群

- | | | |
|---------------------|--------------------|---------------------|
| ① mgv | ② $\frac{3}{2}mgv$ | ③ $2mgv$ |
| ④ $\frac{1}{2}mv^2$ | ⑤ mv^2 | ⑥ $\frac{3}{2}mv^2$ |