

理科

「物理基礎, 物理」

物理基礎, 物理

[1] 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) ばね定数 k の軽いばねと大きさの無視できる質量 m の物体がある。重力加速度の大きさを g として、以下の (A) と (B) の問いに答えなさい。

(A) ばねの一端を天井に固定し、他端に物体を取り付け、ばねによる弾性力と重力がつりあう位置で静止させた。図1のように、つりあいの位置から物体をゆっくり引き下ろし、ばねが自然長から A だけ伸びた位置で静かにはなしたところ、物体は単振動を始めた。鉛直下向きを正の向きとする x 軸をとり、ばねが自然長のときの物体の位置を原点 ($x = 0$) とする。

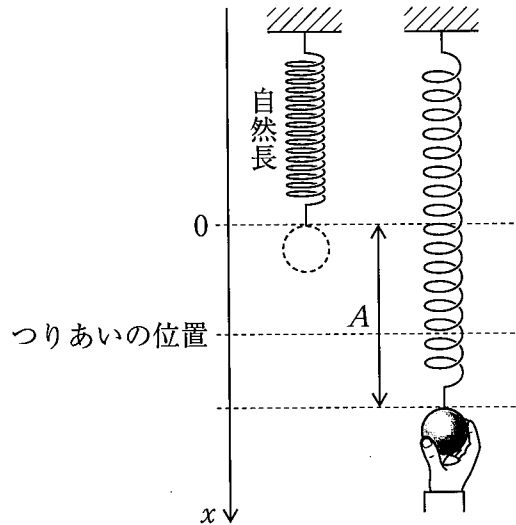


図1

1) 単振動の振動の中心の位置は $x =$ であり、振幅は である。

の解答群

- ① 0 ② $\frac{mg}{4k}$ ③ $\frac{mg}{2k}$ ④ $\frac{mg}{k}$ ⑤ $\frac{2mg}{k}$ ⑥ $\frac{4mg}{k}$

の解答群

- ① A ② $2A$ ③ $A - \frac{mg}{4k}$
 ④ $A - \frac{mg}{2k}$ ⑤ $A - \frac{mg}{k}$ ⑥ $A - \frac{2mg}{k}$

物理基礎，物理

2) 振動中における物体の最大の速さは である。

の解答群

- ① $A\sqrt{\frac{k}{m}}$ ② $2A\sqrt{\frac{k}{m}}$ ③ $\frac{mg}{k}\sqrt{\frac{k}{m}}$
 ④ $\frac{2mg}{k}\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑤ $\left(A - \frac{mg}{2k}\right)\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑥ $\left(A - \frac{mg}{k}\right)\sqrt{\frac{k}{m}}$

3) 物体の振動の周期は である。

の解答群

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

(B) 粗い水平面上で、ばねの一端を壁に固定し、他端に物体を取り付けた。図2のように、物体をばねが自然長から A だけ伸びた位置まで引いて静かにはなしたところ、物体ははじめ加速し速さが最大となった後、減速していきやがて停止した。その後、物体が再び動き出すことはなかった。ばねが自然長から伸びる向きを正の向きとする x 軸をとり、ばねが自然長のときの物体の位置を原点 ($x = 0$) とする。また、物体と水平面との間の動摩擦係数を μ とする。

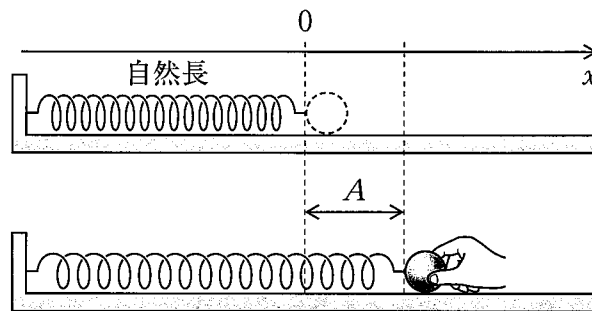


図 2

1) 物体は、動き始めてから停止するまでの間に、動摩擦力和弾性力が釣りあう位置を通る。その位置は $x =$ である。

の解答群

- ① 0 ② $\frac{\mu mg}{4k}$ ③ $\frac{\mu mg}{2k}$ ④ $\frac{\mu mg}{k}$ ⑤ $\frac{2\mu mg}{k}$ ⑥ $\frac{4\mu mg}{k}$

物理基礎, 物理

2) 運動中における物体の最大の速さは である。

の解答群

- ① $A\sqrt{\frac{k}{\mu m}}$ ② $2A\sqrt{\frac{k}{\mu m}}$ ③ $\frac{\mu mg}{k}\sqrt{\frac{k}{m}}$
④ $\frac{2\mu mg}{k}\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑤ $\left(A - \frac{\mu mg}{2k}\right)\sqrt{\frac{k}{m}}$ ⑥ $\left(A - \frac{\mu mg}{k}\right)\sqrt{\frac{k}{m}}$

3) 物体が動き始めてから停止するまでの時間は である。

の解答群

- ① $\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ② $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ ③ $4\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
④ $2\pi\sqrt{\frac{g}{\mu m}}$ ⑤ $2\pi\sqrt{\frac{\mu k}{g}}$ ⑥ $2\pi\sqrt{\frac{\mu g}{k}}$

4) 物体が停止したときの位置は $x =$ である。

の解答群

- ① $\frac{\mu mg}{k} - A$ ② $\frac{2\mu mg}{k} - A$ ③ $\frac{4\mu mg}{k} - A$
④ $\frac{\mu mg}{k} - 2A$ ⑤ $\frac{2\mu mg}{k} - 2A$ ⑥ $\frac{4\mu mg}{k} - 2A$

物理基礎，物理

(2) 長さ l の軽くて伸びない糸の端を天井に固定し，もう一方の端に小球を取り付け，図1のように， O を中心に反時計回りの等速円運動をさせた。このとき，糸が鉛直線となす角度を θ ，重力加速度の大きさを g とすると，小球の速さは 9 である。

図2は，この円運動を真上から見たときの小球の様子を表したものである。図中の点Aに小球が来た瞬間に糸を切ったとすると，その直後の小球の運動の向きは 10 である。ただし，解答群の図中の破線は，点Aにおける円の接線を示している。

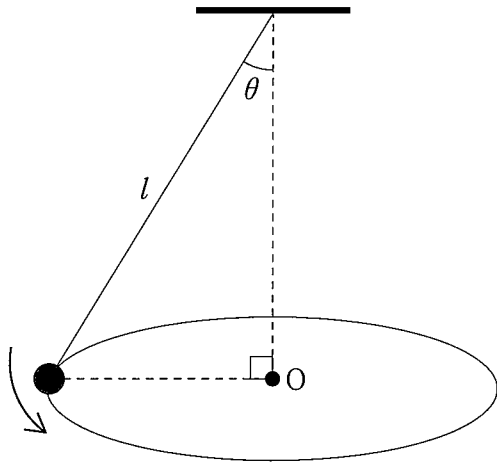


図1

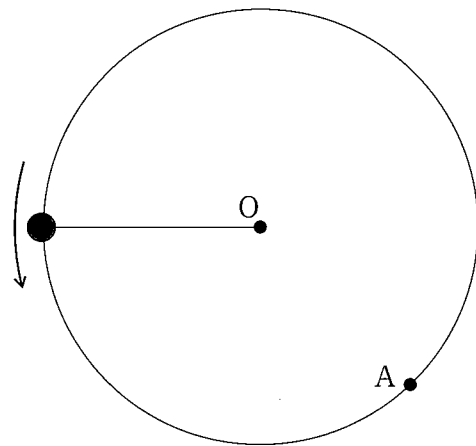
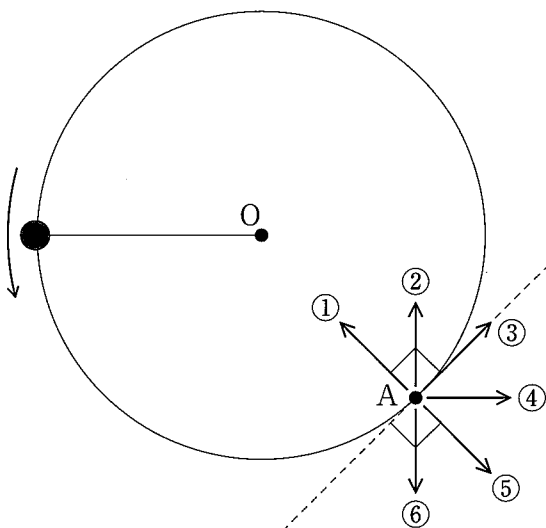


図2

9 の解答群

- | | | |
|-----------------------------------|---|---|
| ① $\sqrt{gl \sin \theta}$ | ② $\sqrt{gl \tan \theta \sin \theta}$ | ③ $\sqrt{gl \cos \theta \sin \theta}$ |
| ④ $\sqrt{\frac{gl}{\cos \theta}}$ | ⑤ $\sqrt{\frac{gl \tan \theta}{\cos \theta}}$ | ⑥ $\sqrt{\frac{gl \cos \theta}{\tan \theta}}$ |

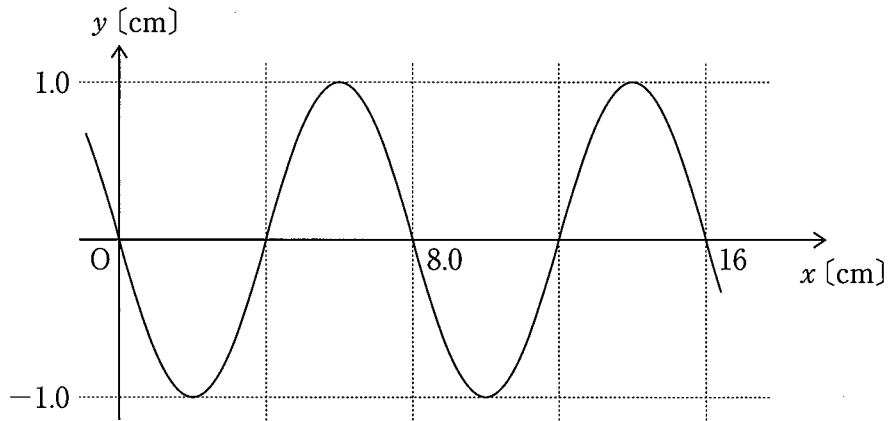
10 の解答群



物理基礎, 物理

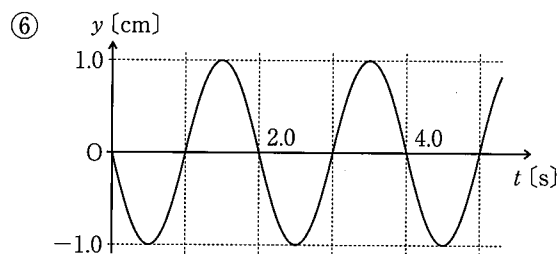
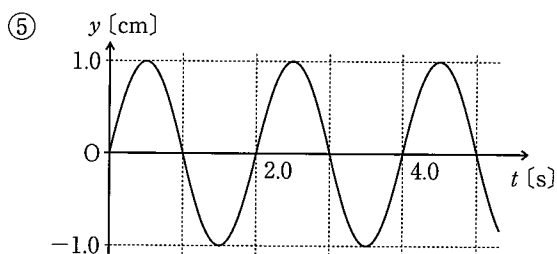
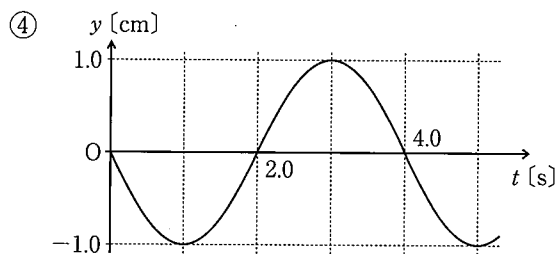
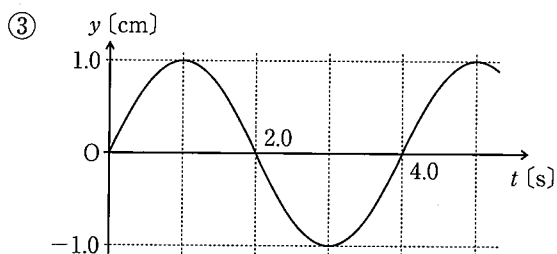
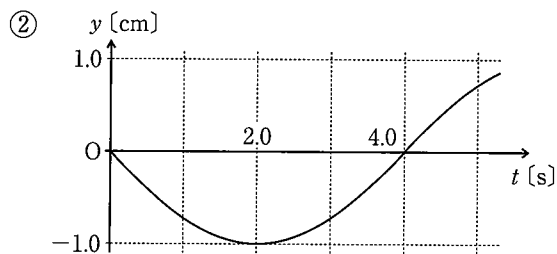
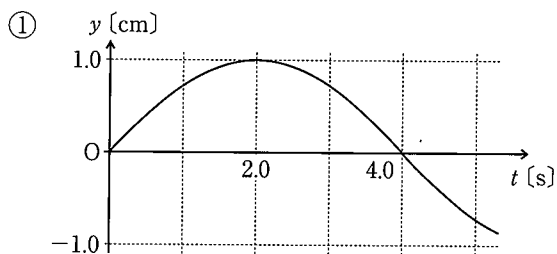
[2] 次の ~ にあてはまる最も適当な答をそれぞれの解答群から一つずつ選び、その番号を解答記入欄にマークしなさい。

- (1) x 軸の正の向きに進む正弦波を考える。図の $y-x$ グラフは、媒質の変位を y 軸にとったときの、時刻 $t = 0$ s における波形を表している。その後、この波が図と同じ波形を初めて示した時刻は $t = 4.0$ s であった。よって、この波の x 軸の原点における媒質の変位の時間変化を表す $y-t$ グラフは である。また、この波の振動数と速さの正しい組み合わせは である。



物理基礎, 物理

11 の解答群



12 の解答群

① (0.12 Hz, 1.0×10^{-2} m/s)

② (0.12 Hz, 2.0×10^{-2} m/s)

③ (0.25 Hz, 2.0×10^{-2} m/s)

④ (0.25 Hz, 3.2×10^{-2} m/s)

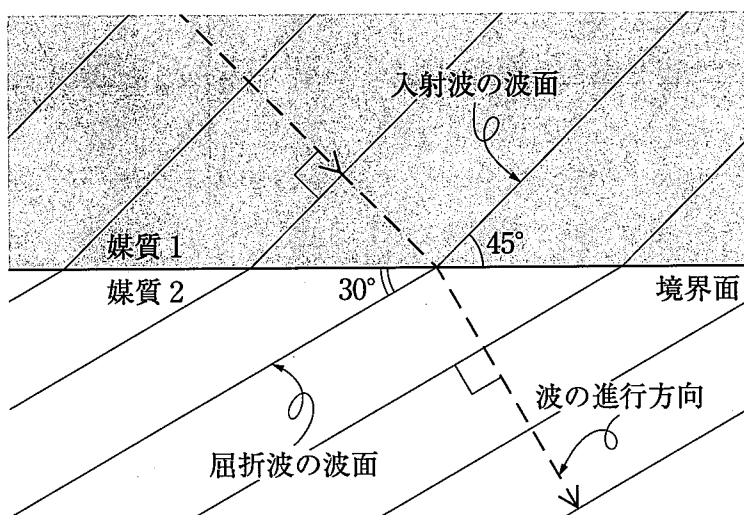
⑤ (4.0 Hz, 1.0×10^{-2} m/s)

⑥ (4.0 Hz, 2.0×10^{-2} m/s)

物理基礎, 物理

(2) 浅く水をはった容器の底の一部に直方体の板を沈め、容器内に水深の異なる2つの領域を作った。深い領域の水を媒質1、浅い領域の水を媒質2とする。図は、容器を上から見たもので、波の波面が媒質1を進み、境界面から媒質2へ進む様子を示している。ここで、水深 h の領域を伝わる波の速さは、重力加速度の大きさを g とすると、 \sqrt{gh} で表されるとする。また水深は、水面静止時の深さとする。

図のように、波面が境界面となす角度が 45° から 30° に変化していることから、媒質1に対する媒質2の相対屈折率は 13 である。また、媒質2を進む波の速さが 0.70 m/s であったとすると、媒質1の水深は 14 m である。ただし、 $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ とする。



13 の解答群

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

14 の解答群

- ① 0.10 ② 0.20 ③ 0.35 ④ 0.49 ⑤ 0.70 ⑥ 1.4

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。

(1) なめらかに動くピストンがついたシリンダー内に、一定量の単原子分子理想気体を封入した。このとき、この気体の圧力は 1.50×10^5 Pa、体積は 2.00×10^{-3} m³、温度は 300 K であった。この気体の温度を一定に保ったまま体積を 3.00×10^{-3} m³ にすると、圧力は Pa である。次に、この状態から圧力を一定に保ったまま温度を 450 K に上げると、体積は m³ である。続いて、この体積を一定に保ったまま温度を 300 K まで下げたとき、気体が外部に放出する熱量は J である。

の解答群

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① 5.00×10^4 | ② 7.50×10^4 | ③ 9.00×10^4 |
| ④ 1.00×10^5 | ⑤ 2.50×10^5 | ⑥ 4.50×10^5 |

の解答群

- | | | |
|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| ① 2.00×10^{-4} | ② 4.65×10^{-4} | ③ 2.67×10^{-3} |
| ④ 3.00×10^{-3} | ⑤ 3.75×10^{-3} | ⑥ 4.50×10^{-3} |

の解答群

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① 2.25×10^2 | ② 3.55×10^2 | ③ 5.00×10^2 |
| ④ 1.50×10^3 | ⑤ 2.55×10^3 | ⑥ 1.00×10^4 |

物理基礎, 物理

(2) 断熱容器に質量 500 g の水が入っており, その温度は 22℃であった。この容器に 0℃の水 200 g を入れて十分な時間が経過したところ, 熱平衡に達し, 全体の温度は 0℃になり, 氷はいくらか溶けて一部残った。氷を水に入れてから熱平衡に達するまでに, はじめに容器に入っていた水が失った熱量は J であり, 残った氷の質量は g である。ただし, 熱は水と氷の間だけで移動するものとし, 水の比熱を $4.20 \text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$, 氷の融解熱を $330 \text{ J}/\text{g}$ とする。

の解答群

- | | | |
|----------------------|----------------------|----------------------|
| ① 4.42×10^2 | ② 4.56×10^3 | ③ 1.05×10^4 |
| ④ 2.62×10^4 | ⑤ 4.62×10^4 | ⑥ 2.62×10^5 |

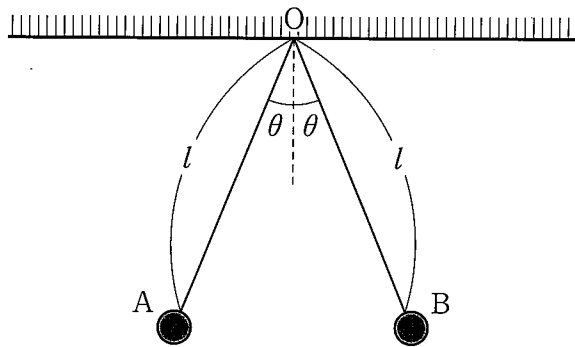
の解答群

- | | | |
|------|-------|-------|
| ① 15 | ② 32 | ③ 60 |
| ④ 80 | ⑤ 105 | ⑥ 135 |

物理基礎，物理

[4] 次の 20 ～ 23 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) 質量が等しい小球 A, B が、それぞれ長さ l の電気を通さない軽くて伸びない糸で、天井の点 O からつり下げられている。A と B に同種の電気を帯電させたところ、図のように、鉛直線をはさんで左右対称に角度 θ の位置に静止させることができた。クーロンの法則の比例定数を k 、重力加速度の大きさを g とする。



- 1) A に働く糸の張力の大きさを T とすると、A が受けている静電気力の大きさは、 T と θ を用いて 20 と表される。

20 の解答群

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| ① $T \sin \theta$ | ② $\frac{T}{\sin \theta}$ | ③ $T \cos \theta$ |
| ④ $\frac{T}{\cos \theta}$ | ⑤ $T \tan \theta$ | ⑥ $\frac{T}{\tan \theta}$ |

- 2) A の電気量を q 、B の電気量を Q とすると、A の質量は、 l 、 g 、 k 、 q 、 Q 、 θ を用いて 21 と表される。

21 の解答群

- | | | |
|--|--|--|
| ① $\frac{kqQ}{4gl^2 \sin^2 \theta}$ | ② $\frac{kqQ}{4gl^2 \cos^2 \theta}$ | ③ $\frac{kqQ \cos \theta}{4gl^2 \sin^3 \theta}$ |
| ④ $\frac{kqQ \sin \theta}{gl^2 \cos^3 \theta}$ | ⑤ $\frac{kqQ \sin^2 \theta}{gl^2 \cos^3 \theta}$ | ⑥ $\frac{kqQ \cos^2 \theta}{gl^2 \sin^3 \theta}$ |

物理基礎，物理

(2) 図1のように、極板間が空気で満たされた二つの平行板コンデンサー C_1 と C_2 、およびスイッチと電圧 V の電池からなる回路がある。 C_2 の極板の面積は C_1 の面積の2倍で、極板間の距離はどちらも同じである。どちらのコンデンサーも電荷の無い状態であったとし、電池には内部抵抗はないものとする。また、空気の比誘電率は1とする。

まず、スイッチを a に接続し、十分な時間が経過したときの C_1 に蓄えられた電気量を Q とする。その状態からスイッチを b に切り替えた。十分な時間が経過したときの C_1 について、蓄えられた電気量と、極板間の電圧の正しい組み合わせは である。続いて、図2のように、スイッチは b に接続したまま、 C_2 の極板間の半分を比誘電率が2の誘電体で満たした。十分な時間が経過したときの C_2 について、蓄えられた電気量と、極板間の電圧の正しい組み合わせは である。

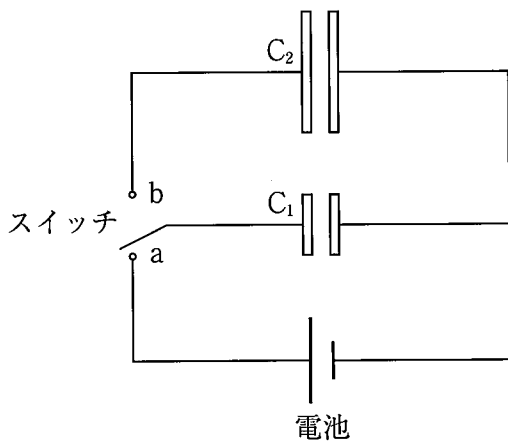


図1

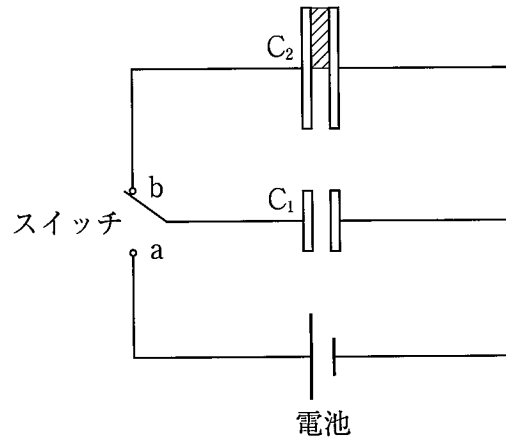


図2

物理基礎, 物理

22 の解答群

	電気量	電圧
①	$\frac{Q}{2}$	V
②	$\frac{Q}{2}$	$\frac{V}{2}$
③	$\frac{Q}{3}$	$\frac{V}{2}$
④	$\frac{Q}{3}$	$\frac{V}{3}$
⑤	$\frac{Q}{3}$	$\frac{2V}{3}$
⑥	$\frac{2Q}{3}$	$\frac{V}{3}$

23 の解答群

	電気量	電圧
①	$\frac{Q}{3}$	V
②	$\frac{Q}{3}$	$\frac{V}{4}$
③	$\frac{2Q}{3}$	$\frac{V}{2}$
④	$\frac{Q}{4}$	$\frac{V}{4}$
⑤	$\frac{3Q}{4}$	$\frac{V}{4}$
⑥	$\frac{3Q}{4}$	$\frac{2V}{3}$