

物理

I 次の問い(問1~6)に答えなさい

問1 海水(seawater)中での音の速さ(speed of sound)はおよそいくらか。次の①~⑤のうちから適当なものを一つ選びなさい。 m/s

- ① 30 ② 150 ③ 300 ④ 1500 ⑤ 15000

問2 ある物体が半径 r の円周上を一定の速さ v で運動している。速さは一定だが、速度の向きが時間とともに変わるので、この物体は加速度(acceleration)をもちその大きさは a である。 a を r と v で表わすとどうなるか。次の①~④のうちから適当なものを一つ選びなさい。

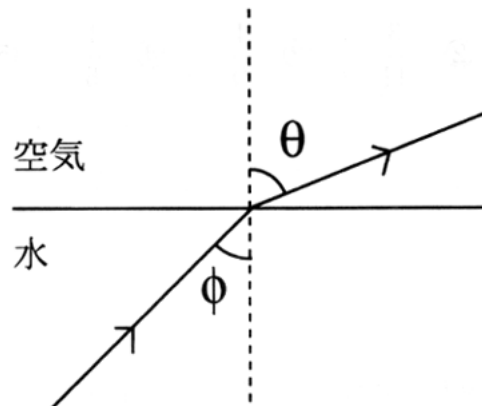
- ① $a = rv^2$ ② $a = rv$ ③ $a = \frac{v^2}{r}$ ④ $a = \frac{v}{r}$

問3 下の図のように、水中から空气中に光が出ていく。角度 θ が に達したとき、水面で全反射(total reflection)が起き始める。空気と水の屈折率をそれぞれ n_a, n_w とすると全反射が起きる条件は、入射角(incident angle) ϕ が $\sin \phi \geq$ を満たす式となる。

解答群

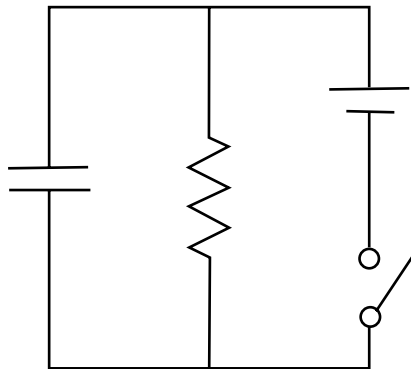
- ① 0° ② 45° ③ 90° ④ 180°

- ① $\frac{n_w}{n_a}$ ② $\frac{n_a}{n_w}$ ③ n_a ④ n_w



問4 下の図のように、コンデンサー (condenser) と抵抗 (resistor) をつなぎ、その両端はスイッチ (switch) を通して電池 (battery) に接続できるようにしてある。この状態では、スイッチは切れていて電流は流れていない。次に、スイッチを入れて両端を直接接続する。このときどのような現象が起こるか。次の①～④のうちから正しいものを一つ選びなさい。

- ① コンデンサーと抵抗に電流が流れて、抵抗に流れる電流は瞬間的に有限の一定値となる。
- ② コンデンサーと抵抗に電流が流れて、抵抗に流れる電流は瞬間的に0となる。
- ③ 電池を接続すると、コンデンサーを充電するために時間がかかるが、やがて電流は流れなくなる。
- ④ コンデンサーの電極は交互にプラスとなったりマイナスとなったりするので、電流は流れ続ける。



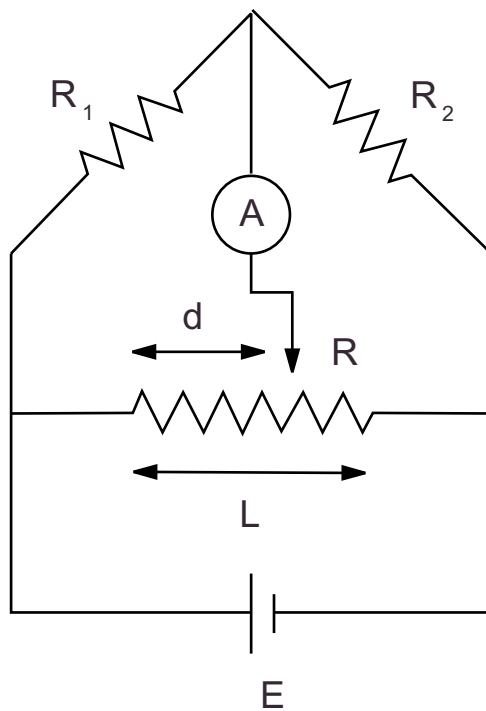
問5 90°Cの水100gを40°Cにするには、0°Cの氷が何g必要か。最も適当なものを、次の①～⑥のうちから一つ選びなさい。ただし、水の比熱 (specific heat) は4.2 J/g·K、氷の融解熱 (heat of fusion) は 3.3×10^2 J/g、そして熱は容器に伝わらないものとする。 g

- ① 30 ② 34 ③ 38 ④ 42 ⑤ 46 ⑥ 50

問6 抵抗 (resistance) が R_1 , R_2 の二つの抵抗 (resistor) と, 長さ L の一様な棒状の導体でできている抵抗 R からの図のような回路を考える。抵抗 R には, 任意の場所に電流計 (ammeter) A をつなぐことができる。下の図のように左端から距離 (distance) d のところをつないだとき電流計 A には電流が流れなかった。このとき $\frac{R_2}{R_1}$ はいくらか。次の①~⑥のうちから正しいものを一つ選びなさい。

$$\frac{R_2}{R_1} = \boxed{7}$$

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



II 光の波動 (wave) 性と粒子 (particle) 性に関する次の文章を読んで、空欄 ~ に入れるのに適切なものをそれぞれの解答群から一つずつ選びなさい。

光は としての波動性と としての粒子性の二重性 (duality) をもつ。波長 (wave length) λ , 振動数 (frequency) ν の が真空 (vacuum) 中を伝わる時の速さは で与えられる。また, この を と見なすとき, それをもつエネルギー (energy) は , 運動量 (momentum) は で与えられる。ただし, プランク定数 (Planck constant) を h とする。

解答群

- ① 物質波 (matter wave) ② 電磁波 (electromagnetic wave)
③ 電子波 (electron wave) ④ 音波 (sound wave)
⑤ ド・ブロイ波 (de Broglie wave)

- ① 電子 (electron) ② 陽子 (proton) ③ 中性子 (neutron)
④ 光子 (photon) ⑤ 核子 (nucleon) ⑥ 原子 (atom)

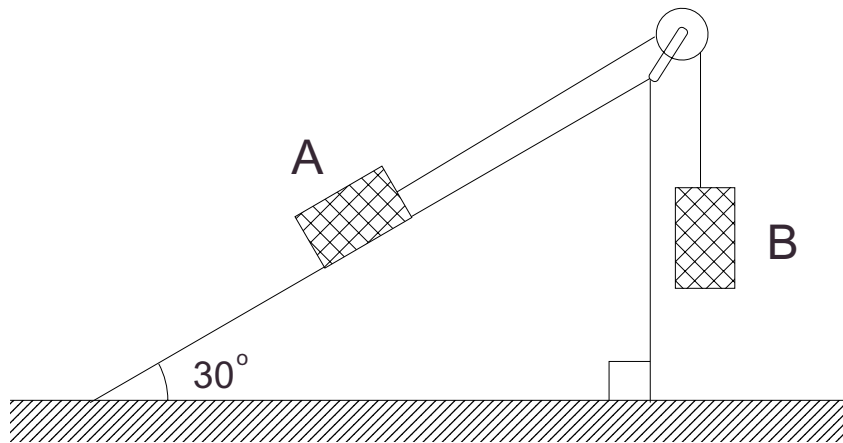
- ① $\lambda\nu$ ② $\frac{\lambda}{\nu}$ ③ $\frac{\nu}{\lambda}$ ④ $\frac{1}{\lambda\nu}$ ⑤ $\lambda^2\nu^2$ ⑥ $\frac{\lambda^2}{\nu^2}$ ⑦ $\frac{\nu^2}{\lambda^2}$ ⑧ $\frac{1}{\lambda^2\nu^2}$

- ① $h\nu$ ② $\frac{h}{\nu}$ ③ $\frac{\nu}{h}$ ④ $\frac{1}{h\nu}$ ⑤ $h\lambda$ ⑥ $\frac{h}{\lambda}$ ⑦ $\frac{\lambda}{h}$ ⑧ $\frac{1}{h\lambda}$

- ① $h\nu$ ② $\frac{h}{\nu}$ ③ $\frac{\nu}{h}$ ④ $\frac{1}{h\nu}$ ⑤ $h\lambda$ ⑥ $\frac{h}{\lambda}$ ⑦ $\frac{\lambda}{h}$ ⑧ $\frac{1}{h\lambda}$

III 次の文章を読んで、下の問い(問1~8)に答えなさい。

次の図に示すように、質量 m_A の物体 A を水平面からの傾斜角が 30° の斜面上に置き、その物体に軽く伸び縮みしない糸をつけ、斜面の上部の滑車 (pulley) を通して質量 m_B の物体 B をつるした。物体 A と斜面との間の静止摩擦係数 (coefficient of static friction) を μ 、動摩擦係数 (coefficient of kinetic friction) を μ' とする。また、重力加速度 (gravitational acceleration) の大きさを g とする。



A まず、物体 A、B が図の状態です静止しているときを考えよう。下の問い(問1~6)における力の向きと大きさとして最も適当なものを、下の解答群から一つずつ選びなさい。

- 問1 物体 B に働く重力 (gravitational force) の向きは であり、その大きさは である。
- 問2 物体 B に働く糸の張力 (tension) の向きは であり、その大きさは である。
- 問3 物体 A に働く重力の向きは であり、その大きさは である。
- 問4 物体 A が斜面から受ける垂直抗力 (normal counter-force) の向きは であり、その大きさは である。
- 問5 物体 A に働く糸の張力の向きは であり、その大きさは である。
- 問6 物体 A が斜面から受ける摩擦力の向きは であり、その大きさは である。

解答群

力の向き

- ① 水平 (horizontal) 右向き
- ② 水平左向き
- ③ 鉛直 (vertical) 上向き
- ④ 鉛直下向き
- ⑤ 斜面に沿って斜め (oblique) 右上向き
- ⑥ 斜面に沿って斜め左下向き
- ⑦ 斜面に垂直 (perpendicular) に斜め左上向き
- ⑧ 斜面に垂直に斜め右下向き
- ⑨ m_A, m_B の大きさに依存して, 斜面に沿って斜め右上向き, または, 斜め左下向き
- ⑩ m_A, m_B の大きさに依存して, 斜面に垂直に斜め左上向き, または, 斜め右下向き

力の大きさ

- ① $m_A g$
- ② $\frac{1}{2} m_A g$
- ③ $\frac{\sqrt{3}}{2} m_A g$
- ④ $m_B g$
- ⑤ $(m_B g - \frac{1}{2} m_A g)$
- ⑥ $(m_B g - \frac{\sqrt{3}}{2} m_A g)$
- ⑦ $|m_B g - \frac{1}{2} m_A g|$ ⑧ $|m_B g - \frac{\sqrt{3}}{2} m_A g|$

B 次に, m_B の値が m_A の値に比べて十分大きくて, 物体 B が鉛直下向きに等加速度運動 (uniformly accelerated motion) をしているときを考える。

問 7 物体 B の加速度の大きさは である。

① $\frac{1}{m_A + m_B} \left\{ m_B - \frac{1}{2} (1 + \sqrt{3}\mu') m_A \right\} g$

② $\frac{1}{m_A + m_B} \left\{ m_B - \frac{1}{2} (1 - \sqrt{3}\mu') m_A \right\} g$

③ $\frac{1}{m_A + m_B} \left\{ m_B - \frac{1}{2} (\sqrt{3} + \mu') m_A \right\} g$

④ $\frac{1}{m_A + m_B} \left\{ m_B - \frac{1}{2} (\sqrt{3} - \mu') m_A \right\} g$

問 8 糸の張力の大きさは である。

① $\frac{\sqrt{3}m_A m_B}{2(m_A + m_B)} (\sqrt{3} + \mu') g$

② $\frac{\sqrt{3}m_A m_B}{2(m_A + m_B)} (\sqrt{3} - \mu') g$

③ $\frac{m_A m_B}{2(m_A + m_B)} (\sqrt{3} + \mu') g$

④ $\frac{m_A m_B}{2(m_A + m_B)} (\sqrt{3} - \mu') g$