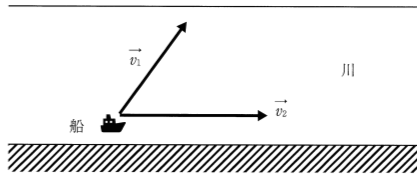


物 理

解答はすべて解答用紙の指定された場所に記入すること。

- I. 次の各設問の に該当する最も適切な答えの番号を、解答群から選
 び、解答欄の指定の位置をマークせよ。

図1-1のように、船が川を斜めに進む場合を考える。静水時（川の流れがない場合）の船の速度を \vec{v}_1 とし、川の流れの速度を \vec{v}_2 とすると、川の上空から見た船の速度 \vec{v} は で表される。



川岸

図1-1

(ア)の解答群

- ① $\vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ ② $\vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$ ③ $\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$
 ④ $\vec{v} = \frac{1}{2}(\vec{v}_1 + \vec{v}_2)$ ⑤ $\vec{v} = 2\vec{v}_1 + \vec{v}_2$ ⑥ $\vec{v} = \vec{v}_1 - 2\vec{v}_2$

次に、川の流れの速さが1.6 m/sのまっすぐな川を、船が川岸に垂直な方向へ船首を向けて出発する。静水時の船の速さを1.2 m/sとすると、川の上空から見た船の速さは (イ) である。

(イ)の解答群

- ① 1.6 m/s ② 1.5 m/s ③ 1.8 m/s
 ④ 1.0 m/s ⑤ 2.0 m/s ⑥ 1.2 m/s

さらに、図1-2のように、船の速度 \vec{v} を互いに垂直な x 軸と y 軸の方向に分解することを考える。

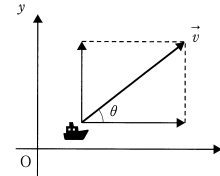


図1-2

\vec{v} が x 軸の正の向きとなす角を θ とすると、 \vec{v} の大きさ v と、 \vec{v} の x 成分 v_x 、 \vec{v} の y 成分 v_y の間には (ウ) の関係が成り立つ。

(ウ)の解答群

- ① $v_x = v \cos \theta$, $v_y = v \sin \theta$ ② $v_x = v \sin \theta$, $v_y = v \cos \theta$
 ③ $v_x = v \cos \theta$, $v_y = v \tan \theta$ ④ $v_x = v \tan \theta$, $v_y = v \cos \theta$
 ⑤ $v_x = v \sin \theta$, $v_y = v \tan \theta$ ⑥ $v_x = v \tan \theta$, $v_y = v \sin \theta$

図1-2で速度 \vec{v} の大きさ v が4.0 m/s, θ が 30° であるときの, x 成分 v_x の大きさは m/sであり, y 成分 v_y の大きさは m/sである.
必要ならば $\sqrt{3}=1.7$ を使うこと.

㍁, ㍂の解答群

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 2.0 | ② 3.0 | ③ 2.8 |
| ④ 4.2 | ⑤ 3.4 | ⑥ 5.1 |

II. 次の各設問の に該当する最も適切な答えの番号を, 解答群から選び, 解答欄の指定の位置をマークせよ.

図2-1のように, 鉛直でなめらかな壁に, 質量 m の一樣な細い棒ABを水平であらい床と角度 θ をなすように立てかけたところ, 棒は静止した. 棒にはたらく重力は, すべてABの中点Oに作用するものとし, 重力加速度の大きさを g , 棒と床の間の静止摩擦係数を μ とする.

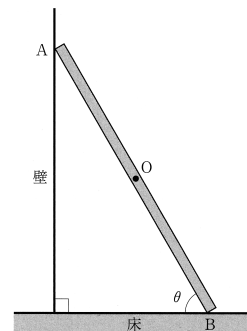


図2-1

問1 棒の下端Bにおける垂直抗力の大きさは である.

㍃の解答群

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

問2 棒の上端 A における垂直抗力の大きさは である。

(キ)の解答群

- ① $\frac{1}{2}mg$ ② $\frac{mg}{2\tan\theta}$ ③ $\frac{1}{2}mg\tan\theta$
 ④ mg ⑤ $\frac{mg}{\tan\theta}$ ⑥ $mg\tan\theta$

問3 棒の下端 B における静止摩擦力の大きさは である。

(ク)の解答群

- ① $\frac{1}{2}mg$ ② $\frac{mg}{2\tan\theta}$ ③ $\frac{1}{2}mg\tan\theta$
 ④ mg ⑤ $\frac{mg}{\tan\theta}$ ⑥ $mg\tan\theta$

問4 棒の下端 B における垂直抗力と静止摩擦力の合力（抗力）の向きとして適切なものは図 2-2 において である。

(ケ)の解答群

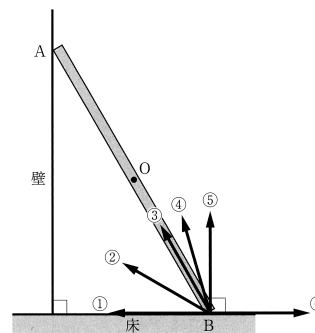


図 2-2

問5 棒がすべらない条件は である。

(コ)の解答群

- ① $\tan\theta \geq \frac{1}{2\mu}$ ② $\tan\theta \geq \frac{\mu}{2}$ ③ $\tan\theta \geq \frac{1}{\mu}$
 ④ $\tan\theta \leq \frac{1}{2\mu}$ ⑤ $\tan\theta \leq \frac{\mu}{2}$ ⑥ $\tan\theta \leq \frac{1}{\mu}$

Ⅲ. 次の各設問の に該当する最も適切な答えの番号を、解答群から選び、解答欄の指定の位置をマークせよ。

図3-1のように電池、抵抗4個、コンデンサー（キャパシター）と電流計からなる回路がある。電池の起電力は12.0 Vで内部抵抗は無視でき、電流計の内部抵抗も無視できる。抵抗の抵抗値はそれぞれ1.0 Ω, 2.0 Ω, 4.0 Ω, 5.0 Ωである。コンデンサーの電気容量は100 μFである。

回路を組んでから十分な時間が経過してコンデンサーの充電が終わると、回路上の点 a および点 b からそれぞれコンデンサーにつながる導線に電流が流れなくなった。問1から問3ではこの状態について考える。

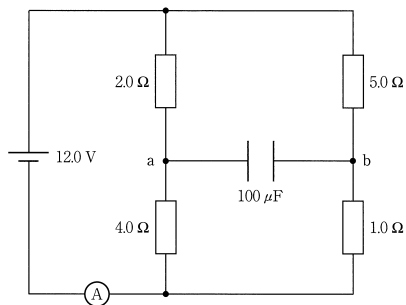


図3-1

問1 電流計に流れている電流の大きさは A である。

問の解答群

- ① 1.0 ② 3.0 ③ 4.0
④ 6.0 ⑤ 11 ⑥ 12

問2 4.0 Ωの抵抗で消費される電力は W である。

問の解答群

- ① 1.5 ② 4.0 ③ 11
④ 16 ⑤ 36 ⑥ 64

問3 コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーは J である。

問の解答群

- ① 1.0×10^{-4} ② 3.0×10^{-4} ③ 6.0×10^{-4}
④ 1.2×10^{-3} ⑤ 1.8×10^{-3} ⑥ 7.2×10^{-3}

次に、図3-2のように電池2個、抵抗3個、コンデンサーと電流計からなる回路を組んだ。電池の起電力はそれぞれ12.0 Vと E [V]で、どちらも内部抵抗は無視できる。また、電流計の内部抵抗も無視できる。抵抗の抵抗値はそれぞれ1.0 Ω 、4.0 Ω 、5.0 Ω である。コンデンサーの電気容量は100 μ Fである。

問4および問5ではこの回路を組んでから十分な時間が経過した状態について考える。

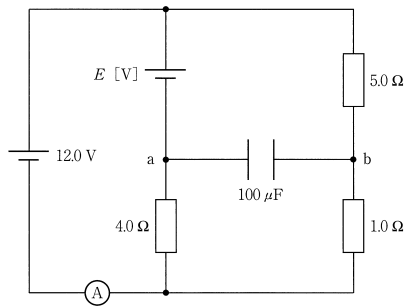


図3-2

問4 コンデンサーを調べてみると電荷は蓄えられていなかった。したがって、図3-2の点aと点bの間には電位差がないことがわかる。すなわち $E =$ Vである。

(a)の解答群

- ① 12 ② 10 ③ 8.0
④ 7.0 ⑤ 5.0 ⑥ 1.2

問5 電流計に流れている電流の大きさは Aである。

(b)の解答群

- ① 0.5 ② 1.5 ③ 1.8
④ 2.5 ⑤ 3.2 ⑥ 4.0

IV. 次の各設問の に該当する最も適切な答えの番号を、解答群から選び、解答欄の指定の位置をマークせよ。

図4-1のように、振動数510 HzのおんさA、観測者、振動数 f_B [Hz]のおんさBが一直線上に並んで静止している。おんさA、Bを同時に鳴らすと、観測者には毎秒3回のうなりが聞こえた。音の速さを340 m/sとし、おんさAとBでは、Bの音の方が低いものとする。



図4-1

問1 おんさBの振動数 f_B は Hzとなる。

(イ)の解答群

- ① 501 ② 504 ③ 506
④ 507 ⑤ 513 ⑥ 519

問2 おんさBを観測者に近づくように図4-1の左向きへ一定の速さ v_B [m/s]で動かすと、観測者にうなりが聞こえなくなった。このとき、 $v_B =$ m/sとなる。

(イ)の解答群

- ① 2 ② 3 ③ 4
④ 5 ⑤ 6 ⑥ 7

次に、図4-2のように、観測者、音源（おんさ）、板が一直線上に並んでいる状態を考える。音源は v_S の速さで、板は v_R の速さで、ともに観測者から遠ざかっている。音源の振動数を f 、音の速さを V とし、 v_S および v_R は V に対して十分に小さいとする。

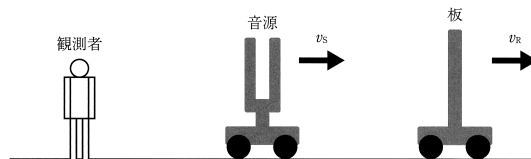


図4-2

問3 音源から直接観測者に伝わる音波の振動数を f_1 とすると、 $f_1 =$ となる。

(イ)の解答群

- ① $\frac{v_S}{V}f$ ② $\frac{V}{v_S}f$ ③ $\frac{V}{V-v_S}f$
④ $\frac{V-v_S}{V}f$ ⑤ $\frac{V}{V+v_S}f$ ⑥ $\frac{V+v_S}{V}f$

問4 板で反射して観測者に伝わる音波の振動数を f_2 とする。この反射した音波は遠ざかる板から発せられていると考えると、 $f_2 = \boxed{\text{㉞}}$ となる。

(㉞)の解答群

① $\frac{v_R}{v_S} f$

② $\frac{V+v_R}{V+v_S} f$

③ $\frac{V-v_R}{V-v_S} f$

④ $\frac{V^2}{(V+v_R)(V+v_S)} f$

⑤ $\frac{(V-v_R)V}{(V+v_R)(V+v_S)} f$

⑥ $\frac{(V-v_R)V}{(V+v_R)(V-v_S)} f$

問5 観測者にはうなりが聞こえなかったとき、問3の f_1 と問4の f_2 は一致する。このときの v_R を v_S を用いて表すと $v_R = \boxed{\text{㉟}}$ となる。

(㉟)の解答群

① $\frac{1}{3} v_S$

② $\frac{1}{2} v_S$

③ v_S

④ $\frac{3}{2} v_S$

⑤ $2v_S$

⑥ $3v_S$