

※物理・化学・生物
から1科目選択

【注 意 事 項】

試験時間 60分

1. 試験時間は60分である。
2. 問題は11ページまでである。別に解答用紙(マークシート)が配付される。
3. 解答は解答用紙(マークシート)に記入すること。
4. 解答用紙(マークシート)に氏名(フリガナ)および受験番号を必ず記入し、受験番号および志望学科をマークすること。

5. 各問題の解答として適したものを選んで、HBの黒鉛筆で濃くマークすること。



6. 解答用紙(マークシート)を折り曲げたり、メモやチェック等で汚したりしないこと。
7. 問題用紙にも受験番号および氏名を記入すること。
8. 終了後、問題用紙は解答用紙(マークシート)とともに机上に置いておくこと。持ち帰ってはいけない。

I 次の空所 に入る適語を解答群から選択せよ。(問1~問5) (解答番号 1 ~ 20)

問1 図1のように、質量と長さの等しい一様な棒 A と B の端点が接して、互いに支えあうようにあらい水平面に置いたところ、静止した。A と B のなす角を θ [rad] とすると、 $\tan\left(\frac{\theta}{2}\right)$ の最大値は 1 である。ただし、水平面と棒との間の静止摩擦係数を μ とし、 $0 < \theta < \pi$ とする。

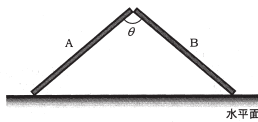


図1

解答群

- ① $\frac{\mu}{4}$ ② $\frac{2\mu}{3}$ ③ $\frac{\mu}{2}$ ④ μ ⑤ $\frac{3\mu}{2}$ ⑥ 2μ ⑦ $\frac{1}{2(1-2\mu)}$ ⑧ $\frac{4}{3(1-2\mu)}$
⑨ $\frac{2}{1-2\mu}$ ⑩ $\frac{3}{1-2\mu}$ ⑪ $\frac{4}{1-2\mu}$

問2 図2のように、ばね定数 k [N/m] の軽いばねの一端を壁に固定し、他端に質量 M [kg] の物体 A をつけ、なめらかな水平面に置いた。さらに、A の上に質量 m [kg] の小物体 B を静かに載せたあと、A に力を加えてばねをゆっくりに伸ばし、A を静かに放して単振動させた。このとき、B が A の上ですべることなく、A と B が一体となって単振動することのできる振幅の最大値は 2 [m] である。ただし、A の上面はあくまで水平で、A と B との間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g [m/s²] とする。

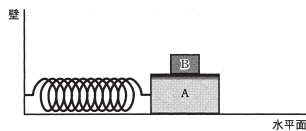


図2

解答群

- ① $\frac{\mu mg}{2k}$ ② $\frac{\mu mg}{k}$ ③ $\frac{2\mu mg}{k}$ ④ $\frac{\mu Mg}{2k}$ ⑤ $\frac{\mu Mg}{k}$ ⑥ $\frac{2\mu Mg}{k}$ ⑦ $\frac{\mu(m+M)g}{2k}$
⑧ $\frac{\mu(m+M)g}{k}$ ⑨ $\frac{2\mu(m+M)g}{k}$

問3 図3のように、巻き数が100回の1次コイルと1200回の2次コイルをもつ変圧器があり、1次コイル側に実効値100Vの交流電源、2次コイル側に1.0kΩの電気抵抗 R がつながれている。このとき、R に加わる電圧(実効値)は 3 4 × 10³ 5 6 [V] であり、R で消費される電力は 7 8 × 10³ 9 10 [W] である。ただし、有効数字は2桁とする。

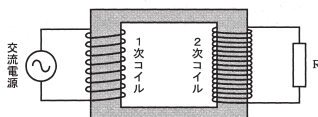


図3

5 と 9 の解答群

- ① + ② -

その他の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8
⑨ 9 ⑩ 0

問4 図4のように、ピストンがついたガラス管の管口付近にスピーカーを置き、音波を発生させた。ピストンを管口から遠ざけていったところ、管口から L_0 [m] の位置になったところで1回目の共鳴が起こり、さらにピストンを遠ざけていったところ、管口から $5L_0$ [m] となったところで3回目の共鳴が起こった。このとき、スピーカーから出ている音波の振動数は 11 [Hz] である。つぎに、2回目の共鳴が起きている状態でピストンを固定し、音波の振動数を少しずつ高くしていくと、振動数が 11 の 12 倍になったところでふたたび共鳴が起こる。ただし、音の速さを V [m/s] とする。

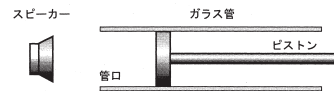


図4

11 の解答群

- ① $\frac{V}{5L_0}$ ② $\frac{V}{4L_0}$ ③ $\frac{V}{3L_0}$ ④ $\frac{2V}{5L_0}$ ⑤ $\frac{3V}{5L_0}$ ⑥ $\frac{V}{2L_0}$ ⑦ $\frac{5V}{4L_0}$ ⑧ $\frac{4V}{3L_0}$
⑨ $\frac{3V}{2L_0}$ ⑩ $\frac{5V}{3L_0}$

12 の解答群

- ① $\frac{5}{4}$ ② $\frac{4}{3}$ ③ $\frac{7}{5}$ ④ $\frac{3}{2}$ ⑤ $\frac{5}{3}$ ⑥ 2 ⑦ $\frac{7}{3}$ ⑧ $\frac{5}{2}$ ⑨ $\frac{8}{3}$ ⑩ 3

問5 断熱容器に入れられた温度 25°C で質量 50 g の水の中に、温度 100 °C で質量 20 g の物体を入れてじゅうぶんに時間が経過したあと、水の温度は 30 °C となった。このとき、物体の比熱は

13 14 × 10³ 15 16 [J/(g·K)] である。つぎに、10 °C の水 100 g をさらにこの容器に加えてじゅうぶんに時間が経過すると、水の温度は 17 18 × 10³ 19 20 [°C] となる。ただし、水の比熱を 4.2 J/(g·K) とし、有効数字は2桁とする。また、熱は容器内のみでやりとりされるものとする。

15 と 19 の解答群

- ① + ② -

その他の解答群

- ① 1 ② 2 ③ 3 ④ 4 ⑤ 5 ⑥ 6 ⑦ 7 ⑧ 8
⑨ 9 ⑩ 0

II 次の空所 に入る適語を解答群から選択せよ。(問1~問5) (解答番号 ~)

図5のように、速さ v_0 (m/s) で一様に流れる川幅 W (m) のまっすぐな川がある。この川を横切るため、静水中を加速度の大きさ a (m/s²) で船首の方向に進むことができる小さい船 A が、船首を川岸に対して直角に向けて川岸の点 p を出発したところ、A は点 p の真向かいの対岸の点 q より下流の点 r に到着した。ただし、A の初速度は 0 とし、船首の向きは変わらないものとする。

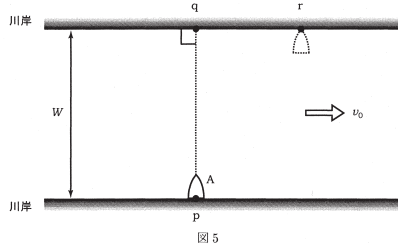


図5

問1 A が点 p を出発してから点 r に着くまでの時間は (s) であり、点 q から点 r までの距離は (m) である。

の解答群

- ① $\frac{v_0}{2a}$ ② $\frac{v_0}{a}$ ③ $\frac{2v_0}{a}$ ④ $\frac{W}{2v_0}$ ⑤ $\frac{W}{v_0}$ ⑥ $\frac{2W}{v_0}$
 ⑦ $\sqrt{\frac{W}{2a}}$ ⑧ $\sqrt{\frac{W}{a}}$ ⑨ $\sqrt{\frac{2W}{a}}$

の解答群

- ① $\frac{v_0^2}{2a}$ ② $\frac{v_0^2}{a}$ ③ $\frac{2v_0^2}{a}$ ④ $\frac{W}{2}$ ⑤ W ⑥ $2W$
 ⑦ $\sqrt{\frac{Wv_0^2}{2a}}$ ⑧ $\sqrt{\frac{Wv_0^2}{a}}$ ⑨ $\sqrt{\frac{2Wv_0^2}{a}}$

問2 A が点 r に着く直前の A の点 r に対する速さは (m/s) である。

解答群

- ① $\frac{v_0}{2}$ ② v_0 ③ $2v_0$ ④ $\frac{aW}{2v_0}$ ⑤ $\frac{aW}{v_0}$ ⑥ $\frac{2aW}{v_0}$
 ⑦ $\sqrt{\frac{aW}{2}}$ ⑧ \sqrt{aW} ⑨ $\sqrt{2aW}$ ⑩ $\sqrt{\frac{aW}{2} + v_0^2}$ ⑪ $\sqrt{aW + v_0^2}$ ⑫ $\sqrt{2aW + v_0^2}$
 ⑬ $\sqrt{\frac{aW}{2} - v_0^2}$ ⑭ $\sqrt{aW - v_0^2}$ ⑮ $\sqrt{2aW - v_0^2}$

つぎに、図6のように、A が船首を川岸にそった上流の向きに対して角度 θ (rad) の方向に向けて点 p を出発した。ただし、A の初速度は 0 とし、船首の向きは変わらないものとする。

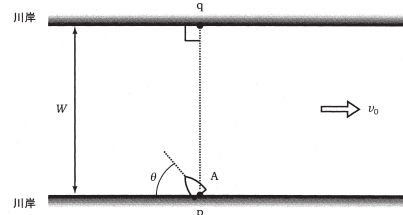


図6

問3 A が点 p を出発してから対岸に着くまでの時間は (s) であり、A が対岸に着く直前の A の川岸に垂直な方向の速さは (m/s) である。

の解答群

- ① $\frac{v_0}{2a \sin \theta}$ ② $\frac{v_0}{a \sin \theta}$ ③ $\frac{2v_0}{a \sin \theta}$ ④ $\frac{v_0}{2a \cos \theta}$ ⑤ $\frac{v_0}{a \cos \theta}$ ⑥ $\frac{2v_0}{a \cos \theta}$
 ⑦ $\sqrt{\frac{W}{2a \sin \theta}}$ ⑧ $\sqrt{\frac{W}{a \sin \theta}}$ ⑨ $\sqrt{\frac{2W}{a \sin \theta}}$ ⑩ $\sqrt{\frac{W}{2a \cos \theta}}$ ⑪ $\sqrt{\frac{W}{a \cos \theta}}$ ⑫ $\sqrt{\frac{2W}{a \cos \theta}}$

の解答群

- ① $\sqrt{\frac{aW \sin \theta}{2}}$ ② $\sqrt{aW \sin \theta}$ ③ $\sqrt{2aW \sin \theta}$
 ④ $\sqrt{\frac{aW \cos \theta}{2}}$ ⑤ $\sqrt{aW \cos \theta}$ ⑥ $\sqrt{2aW \cos \theta}$
 ⑦ $\sqrt{\frac{aW \sin^2 \theta}{2 \cos \theta}}$ ⑧ $\sqrt{\frac{aW \sin^2 \theta}{\cos \theta}}$ ⑨ $\sqrt{\frac{2aW \sin^2 \theta}{\cos \theta}}$
 ⑩ $\sqrt{\frac{aW \cos^2 \theta}{2 \sin \theta}}$ ⑪ $\sqrt{\frac{aW \cos^2 \theta}{\sin \theta}}$ ⑫ $\sqrt{\frac{2aW \cos^2 \theta}{\sin \theta}}$

問4 A が川を横切る途中で、点 p と点 q を結んだ直線から下流側に最も離れた位置にきたとき、この直線から A までの距離は (m) であり、点 p から A までの距離は (m) である。ただし、対岸に着く直前に、A は川岸から見て上流側へ向かって運動していたものとする。

解答群

- ① $\frac{v_0^2}{2a \sin \theta}$ ② $\frac{v_0^2}{a \sin \theta}$ ③ $\frac{2v_0^2}{a \sin \theta}$ ④ $\frac{v_0^2}{2a \cos \theta}$ ⑤ $\frac{v_0^2}{a \cos \theta}$ ⑥ $\frac{2v_0^2}{a \cos \theta}$
 ⑦ $\frac{v_0^2}{2a \cos \theta}$ ⑧ $\frac{v_0^2}{a \cos \theta}$ ⑨ $\frac{2v_0^2}{a \cos \theta}$ ⑩ $\frac{v_0^2}{2a \cos^2 \theta}$ ⑪ $\frac{v_0^2}{a \cos^2 \theta}$ ⑫ $\frac{2v_0^2}{a \cos^2 \theta}$

問5 A が点 p を出発して対岸の点 q に到達したとすると、a の大きさは W 、 v_0 、 θ を用いて と表される。

解答群

- ① $\frac{v_0^2 \sin \theta}{2W \cos^2 \theta}$ ② $\frac{v_0^2 \sin \theta}{W \cos^2 \theta}$ ③ $\frac{2v_0^2 \sin \theta}{W \cos^2 \theta}$ ④ $\frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{2W \cos \theta}$ ⑤ $\frac{v_0^2 \sin^2 \theta}{W \cos \theta}$ ⑥ $\frac{2v_0^2 \sin^2 \theta}{W \cos \theta}$
 ⑦ $\frac{v_0^2 \cos \theta}{2W \sin^2 \theta}$ ⑧ $\frac{v_0^2 \cos \theta}{W \sin^2 \theta}$ ⑨ $\frac{2v_0^2 \cos \theta}{W \sin^2 \theta}$ ⑩ $\frac{v_0^2 \cos^2 \theta}{2W \sin \theta}$ ⑪ $\frac{v_0^2 \cos^2 \theta}{W \sin \theta}$ ⑫ $\frac{2v_0^2 \cos^2 \theta}{W \sin \theta}$

III 次の空所 に入る通語を解答群から選択せよ。(問1~問5) (解答番号 1 ~ 9)

図7のように、鉛直上向きで大きさ B [T] の磁束密度をもつ一様な磁場の中に、表面がなめらかな導体でできている2本の平行な細いレールを、 L [m] だけ離して水平に置いた。つぎに、水平面に固定された質量 M [kg] のおもりと導体棒 A をつないだ軽くじゅうぶんに長いひもを、レールの先にある軽い定滑車にたるまないように通し、 A をレールと直角になるように静かにレール上に置いたところ、 A と定滑車との間のひもは水平であり、定滑車とおもりの間のひもは鉛直となった。また、定滑車のある位置とは反対側のレールの端には、抵抗値が R [Ω] の電気抵抗 R 、内部抵抗の無視できる起電力 V [V] の電池 E 、およびスイッチ S が接続されている。この状態で、開いていた S を閉じて A に電流を流した。ただし、重力加速度の大きさを g [m/s^2] とし、レールおよび A の電気抵抗は無視できるものとする。また、電流が流れることで生じる磁場も無視できるものとする。

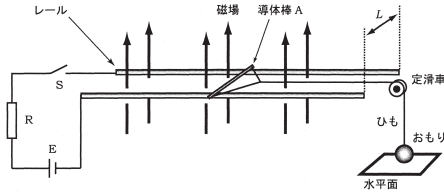


図7

問1 A に流れる電流は 1 (A) である。

解答群

- ① VR ② VB ③ VL ④ VBL ⑤ $\frac{V}{R}$ ⑥ $\frac{R}{V}$ ⑦ $\frac{VL}{R}$ ⑧ $\frac{R}{VL}$
 ⑨ $\frac{VBL}{R}$ ⑩ $\frac{R}{VBL}$

問2 つぎに、おもりの固定を静かにはずしたところ、おもりは上昇を始めた。おもりの速さが v [m/s] になった瞬間に、 A とレールとのふたつの接点の間に生じている誘導起電力の大きさは 2 [V] であり、 A を流れる電流は 3 (A) である。

2 の解答群

- ① V ② v ③ VL ④ vL ⑤ Vv ⑥ VBL ⑦ vBL ⑧ $\frac{V}{BL}$
 ⑨ $\frac{v}{BL}$ ⑩ $\frac{Vv}{BL}$

3 の解答群

- ① $\frac{V}{R}$ ② $\frac{v}{R}$ ③ $\frac{Vv}{R}$ ④ $\frac{RBL}{Mg}$ ⑤ $\frac{Mg}{BL}$ ⑥ $\frac{VBL}{R}$ ⑦ $\frac{vBL}{R}$ ⑧ $\frac{V+vBL}{R}$
 ⑨ $\frac{V-vBL}{R}$ ⑩ $\frac{v+VBL}{R}$ ⑪ $\frac{v-VBL}{R}$

問3 問2の状態、おもりの速さが v になった瞬間に、 A を流れる電流が磁場から受ける力の大きさは 4 (N) であり、このとき A がおもりを引き上げる仕事率は 5 (W) である。

4 の解答群

- ① $\frac{VBL}{R}$ ② $\frac{vBL}{R}$ ③ $\frac{VvBL}{R}$ ④ $\frac{RB^2L^2}{Mg}$ ⑤ $\frac{RMgB}{L}$ ⑥ $\frac{VB^2L^2}{R}$ ⑦ $\frac{vB^2L^2}{R}$
 ⑧ $\frac{BL(V+vBL)}{R}$ ⑨ $\frac{BL(V-vBL)}{R}$ ⑩ $\frac{BL(v+VBL)}{R}$ ⑪ $\frac{BL(v-VBL)}{R}$

5 の解答群

- ① $\frac{V^2}{R}$ ② $\frac{(vBL)^2}{R}$ ③ $\frac{(V-vBL)^2}{R}$ ④ $\frac{(V+vBL)^2}{R}$ ⑤ $\frac{VvBL}{R}$ ⑥ $\frac{V(V-vBL)}{R}$
 ⑦ $\frac{V(V+vBL)}{R}$ ⑧ $\frac{vBL(V-vBL)}{R}$ ⑨ $\frac{vBL(V+vBL)}{R}$ ⑩ $\frac{V^2-(vBL)^2}{R}$

問4 問2の状態、おもりの速さが v になった瞬間に、単位時間当たりに R で発生するジュール熱は 6 (W) であり、このとき E が供給する電力は 7 (W) である。

解答群

- ① $\frac{V^2}{R}$ ② $\frac{(vBL)^2}{R}$ ③ $\frac{(V-vBL)^2}{R}$ ④ $\frac{(V+vBL)^2}{R}$ ⑤ $\frac{VvBL}{R}$ ⑥ $\frac{V(V-vBL)}{R}$
 ⑦ $\frac{V(V+vBL)}{R}$ ⑧ $\frac{vBL(V-vBL)}{R}$ ⑨ $\frac{vBL(V+vBL)}{R}$ ⑩ $\frac{V^2-(vBL)^2}{R}$

問5 S を閉じてからじゅうぶんに時間が経過したとき、 A の速さは 8 [m/s] となり、 A を流れる電流は 9 (A) となる。

8 の解答群

- ① 0 ② $\frac{RMg}{BL}$ ③ $\frac{RMg}{BLV}$ ④ $\frac{RMg}{BLR}$ ⑤ $\frac{RMg}{B^2L^2}$ ⑥ $MgR+VB^2L^2$
 ⑦ $MgR-VB^2L^2$ ⑧ $\frac{VBL+MgR}{B^2L^2}$ ⑨ $\frac{VBL-MgR}{B^2L^2}$

9 の解答群

- ① $\frac{V}{R}$ ② $\frac{v}{R}$ ③ $\frac{Vv}{R}$ ④ $\frac{RBL}{Mg}$ ⑤ $\frac{Mg}{BL}$ ⑥ $\frac{VBL}{R}$ ⑦ $\frac{vBL}{R}$ ⑧ $\frac{V+vBL}{R}$
 ⑨ $\frac{V-vBL}{R}$ ⑩ $\frac{v+VBL}{R}$ ⑪ $\frac{v-VBL}{R}$