

物理基礎・物理

(全 問 必 答)

第1問 次の各問い(問1～5)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 図1のように、質量 m の小物体を自然長が L のバネの下端に取り付けて床に置き、バネの他端を天井に固定した。このとき、バネの長さがちょうど L になった (A)。その後すばやく床が開き (B)、小物体は静かに単振動し始めた。この単振動の振幅が A であったとき、バネのバネ定数はいくらか。最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視する。

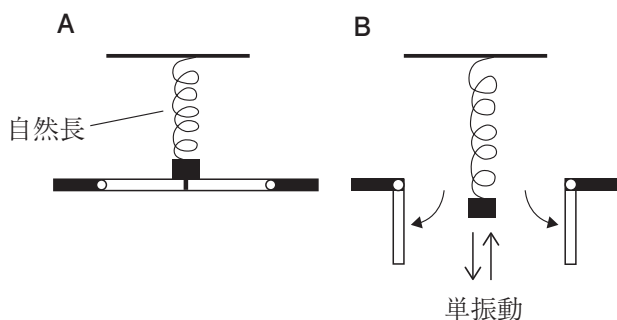


図 1

① $\frac{mg}{L}$

② $\frac{2mg}{L}$

③ $\frac{mg}{A}$

④ $\frac{2mg}{A}$

問2 次の文章中の **ア** と **イ** に入る語句の組合せとして最も適当なものを、
下の①～⑨のうちから一つ選べ。 **2**

図2のように、縦長の直方体(一辺の長さ a の正方形の底面、高さ b 、 $a < b$ とする)の形をした物体を2種類の向き(I, IIと名付ける)で水中に入れる。向きIでは正方形の面を水面と平行にし、向きIIでは長方形(辺の長さ a と b)の面を水面と平行にして水中に入れ、どちらも水面から物体の上面までの距離を h とした。このとき、物体の下面での静水圧を比べると **ア**，下面がその静水圧から受ける力の大きさを比べると **イ**。

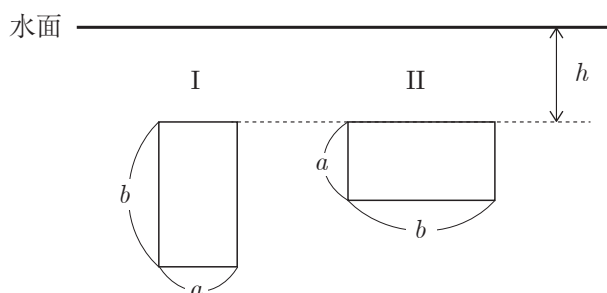


図 2

	ア	イ
①	Iの方がIIより大きく	Iの方がIIより大きい
②	Iの方がIIより大きく	IIの方がIより大きい
③	Iの方がIIより大きく	IとIIで等しい
④	IIの方がIより大きく	Iの方がIIより大きい
⑤	IIの方がIより大きく	IIの方がIより大きい
⑥	IIの方がIより大きく	IとIIで等しい
⑦	IとIIで等しく	Iの方がIIより大きい
⑧	IとIIで等しく	IIの方がIより大きい
⑨	IとIIで等しく	IとIIで等しい

物理基礎・物理

問3 次の文章中の 3 に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

無風状態で、十分な力で張られた弦をはじいたところ、波長が50cmの音波が観測された。空気中の音速を340m/sとしたとき、この弦の振動数は 3 Hz である。

- ① 170 ② 340 ③ 510 ④ 680 ⑤ 850

問4 理想気体を体積が一定の容器に閉じ込め27℃から57℃まで加熱した。この過程で容器内の気体の圧力は何倍になったか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4 倍

- ① 2.1 ② 1.1 ③ 0.91 ④ 0.48

問5 次の文章中の 5 に入るものとして最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

太陽内部では、4個の水素原子核が融合しヘリウム原子核が作られている。1kgの水素の核融合から0.0070kgに相当するエネルギーが放出されることが分かっている。太陽は、生まれたとき、水素のみから成り、その質量が 2.0×10^{30} kgであったとする。また、生まれてから現在までに、毎秒 5.64×10^{11} kgの水素を消費しているとする。

太陽の全質量が核融合に用いられることはないので、仮に、全質量の10%が寿命までに核融合に用いられるとすると、太陽の寿命は 5 億年と考えられる。

必要なら、光速を 3.0×10^8 m/s、1年を 3.15×10^7 sとして計算せよ。

- ① 10 ② 30 ③ 100 ④ 300 ⑤ 1000

(下書き用紙)

物理基礎・物理の試験問題は次に続く。

第2問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 5〕 (配点 25)

図1のように、水平面との間のなす角が θ の長い斜面に沿って質量 m の小物体を滑らせる($0 < \theta < \frac{\pi}{2}$)。静かに滑り始めた地点を点Aとする。斜面は、点Aから斜面に沿って距離 d だけ下った地点(点O)までは滑らかであり、それより下では摩擦(動摩擦係数を μ とする)がある。点Oから斜面に沿ってさらに距離 d だけ下った地点を点Bとする。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視する。

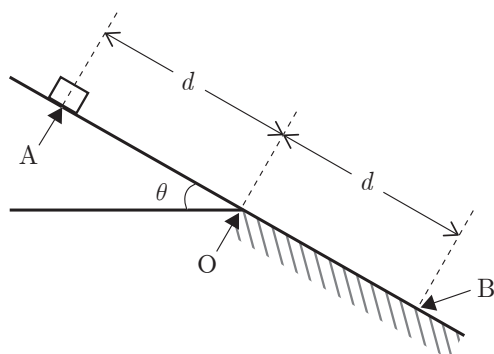


図 1

問1 小物体が点Aで滑り始めてから点Oを通過するまでに要する時間はいくらか。

最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

1

- ① $\sqrt{\frac{2d}{g \sin \theta}}$ ② $\sqrt{\frac{2d}{g \sin^2 \theta}}$ ③ $\sqrt{\frac{2d}{g \cos \theta}}$ ④ $\sqrt{\frac{2d}{g \cos^2 \theta}}$

問2 点Oを通過した瞬間の小物体の速さはいくらか。最も適当なものを、次の①～

④のうちから一つ選べ。

2

- ① $\sqrt{2dg \sin \theta}$ ② $\sqrt{2dg \sin^2 \theta}$ ③ $\sqrt{2dg \cos \theta}$ ④ $\sqrt{2dg \cos^2 \theta}$

問3 点Oを通過した後に小物体が等速運動をするのはどのような条件が満たされている場合か。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 3

- ① $\mu = 1$ ② $\mu = \tan \theta$ ③ $\frac{1}{\mu} = \tan \theta$
- ④ $\mu = 2 \tan \theta$ ⑤ $\frac{1}{\mu} = 2 \tan \theta$

問4 問3の条件が満たされている場合、小物体が点Oを通過した瞬間と比べて、点Bを通過した瞬間の力学的エネルギーはどうなっているか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 4

- ① 大きい ② 小さい ③ 等しい

問5 点Oを通過した後、小物体が点Bでちょうど静止するのはどのような条件が満たされている場合か。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。
5

- ① $\mu = \tan \theta$ ② $\frac{1}{\mu} = \tan \theta$ ③ $\mu = 2 \tan \theta$ ④ $\frac{1}{\mu} = 2 \tan \theta$

第3問 次の文章を読み、各問い(問1～5)に答えよ。〔解答番号 1 ～ 5〕 (配点 25)

起電力 V が一定の直流電源、電気容量が C のコンデンサー、抵抗 R_0 、 R_1 、 R_2 とスイッチ S_0 、 S_1 を用いて図1のような回路を作った。最初、コンデンサーは放電済みであり、抵抗 R_0 、 R_1 、 R_2 以外の箇所の電気抵抗は全て無視する。また、 $R_1 > R_2$ とする。

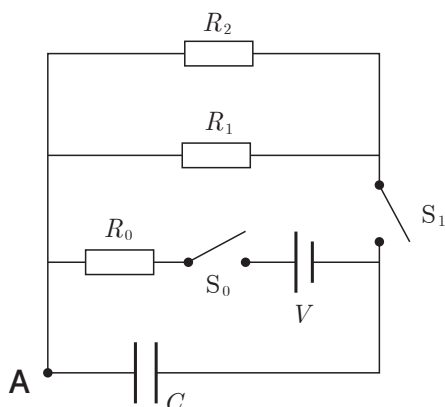


図 1

問1 スイッチ S_1 を開いたまま、スイッチ S_0 を閉じた直後に図中の点 **A** を流れる電流の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。

1

- ① 0 ② $R_0 V$ ③ $\frac{V}{R_0}$ ④ $\frac{V(R_1 + R_2)}{R_0 R_1 + R_1 R_2 + R_2 R_0}$

問2 問1の後、十分に時間が経過した時点でコンデンサーに充電されている電気量はいくらか。最も適当なものを、次の①～⑤のうちから一つ選べ。 2

- ① 0 ② CV ③ $C(V - R_0)$ ④ $\frac{V}{C}$ ⑤ $\frac{V}{C + R_0}$

問3 問2のとき、コンデンサーに蓄えられている静電エネルギーはいくらか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 3

- ① C^2V ② CV^2 ③ $\frac{1}{2}C^2V$ ④ $\frac{1}{2}CV^2$

問4 問2の後、スイッチ S_1 を閉じた。その直後に点Aを流れる電流の大きさはいくらか。最も適当なものを、次の①～④のうちから一つ選べ。 4

- ① 0 ② R_0V ③ $\frac{V}{R_0}$ ④ $\frac{V(R_1+R_2)}{R_1R_2}$

問5 問4でスイッチ S_1 を閉じた後、抵抗 R_1 で生じるジュール熱 W_1 と抵抗 R_2 で生じるジュール熱 W_2 の大小関係はどうなるか。最も適当なものを、次の①～③のうちから一つ選べ。 5

- ① $W_1 = W_2$ ② $W_1 > W_2$ ③ $W_1 < W_2$

第4問 次の文章を読み、各問い(問1～4)に答えよ。

〔解答番号 ～ 〕 (配点 25)

問1 次の文章中の に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

1.00cm³の金属Mに270Jの熱を与えたところ、金属Mの温度が6.00K上昇した。
与えた熱は金属Mの加熱以外には使われていないとすると、金属Mの密度は
 g/cm³となる。金属Mの比熱は30.0J/(g・K)であることが分かっている。

- ① 1.00 ② 1.50 ③ 2.00 ④ 2.50 ⑤ 3.00

問2 次の文章中の 2 と 3 に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

図1のような金属Mで作られた容器(蓋は除く)がある。容器の厚さは、どの場所でも1.00mmであるとする。この容器に入れることが出来る液体の体積は 2 cm^3 であり、容器に使われている金属Mの体積は 3 cm^3 である。ただし、円周率は3.14とせよ。

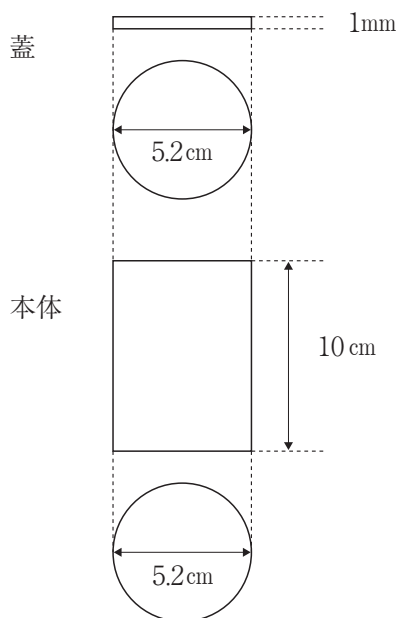


図 1

- ① 18.0 ② 20.1 ③ 100 ④ 194 ⑤ 210

物理基礎・物理

問3 次の文章中の 4 に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

この容器を密度 2.00g/cm^3 の液体Aで満たし金属Mで作られた蓋(厚さは 1.00mm)をして断熱ボックスに入れた、このとき容器と蓋、および液体Aの温度は等しく 20.0°C であった。続いて、容器と蓋、および液体Aを加熱したところ、容器と蓋、および液体Aの温度が 40.0°C に上昇した。加熱の際に 50.0kJ の熱が加えられたとすると、液体の比熱は 4 $\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ となる。

- ① 1.03 ② 2.05 ③ 4.11 ④ 5.11 ⑤ 8.22

問4 次の文章中の 5 に入る数値として最も適当なものを、下の①～⑤のうちから一つ選べ。

容器内の液体を比熱 $5.00\text{J}/(\text{g} \cdot \text{K})$ の液体Bとして、 50.0kJ の熱を加えたとき、容器と蓋、および液体Bの温度が 15.0°C 上昇した。液体Bの密度は 5 g/cm^3 である。

- ① 0.250 ② 0.500 ③ 1.00 ④ 1.50 ⑤ 2.50