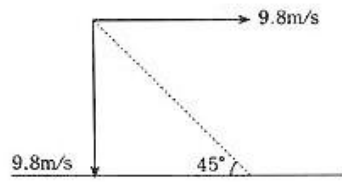


第1問

形式は例年通り。凹レンズが初めて出題された。いずれも基本的な知識で解くことができる。ただし、問4は問題文をていねいに読まないと、正答に到らない。

問1 45°に注目する。



鉛直方向： $v=gt$ より

$$9.8=9.8 \cdot t$$

∴ $t=1$ [s] 正答は③である。

$h=\frac{1}{2}gt^2$ に $g=9.8$, $t=1$ を代入すると

$$h=\frac{1}{2} \times 9.8 \times 1 = 4.9 \approx 5$$
 [m] 正答は④である。

問2 ボイル・シャルルの公式を利用する。

$$\frac{PV}{T}=k \text{ とおく。}$$

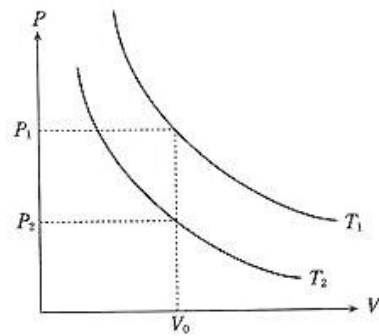
$PV=kT$ (反比例のグラフ)

$$T_1 \text{ のときの圧力は } P_1 = \frac{kT_1}{V_1}$$

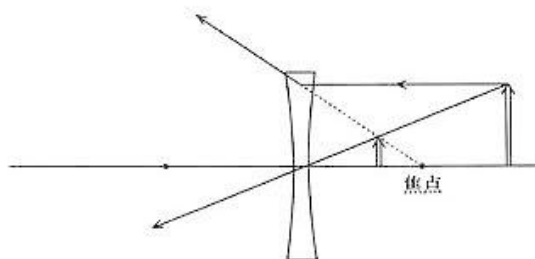
$$T_2 \text{ のときの圧力は } P_2 = \frac{kT_2}{V_2}$$

$V_1=V_2=V_0$ とすると

$T_1 > T_2$ だから $P_1 > P_2$ 正答は①である。



問3



作図より、正答は③である。

問4 外力のする仕事を W とする。

電荷 Q を運ぶとき、 $W=Q \cdot \Delta V > 0$ となる区間で、最大の区間は、 $V_C=0$, $V_D > 0$ より $C \rightarrow D$ である。正答は③である。

注意 『外力のする仕事』が、正である』の文を読み取ること。

問5 β 線は電子 ($-e$)、 α 線はヘリウム原子核 ($+2e$) である。放射線の正体を見破ること。正答は③である。

第2問

A

問1 人が一定の力 F で時間 Δt の間だけ石を水平に押したのだから、石の速度は v' だけ速くなったとすると、

$$mv' = F \cdot \Delta t$$

$$v' = \frac{F \cdot \Delta t}{m}$$

したがって、石の速度は $v = V_0 + v' = V_0 + \frac{F}{m} \Delta t \dots \textcircled{1}$ 正答は②である。

また、運動量保存則より $MV_0 + mV_0 = MV + mv \dots \textcircled{2}$

②に①を代入して、 $V = V_0 - \frac{F}{M} \Delta t$ 正答は⑤である。

問2 石の速度を v_1 とする。

運動量保存則より、 $MV_0 + mV_0 = M \times 0 + mv_1$

$$v_1 = \frac{M+m}{m} V_0 \dots \textcircled{1}$$

①より

$$\frac{\frac{1}{2}mv_1^2}{\frac{1}{2}(M+m)V_0^2} = \frac{M+m}{m} \quad \text{正答は①である。}$$

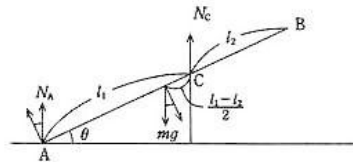
問3 運動エネルギーの減少=動摩擦力のした仕事を利用する。求める距離を l とすると、

$$-\frac{1}{2}mv^2 = -\mu' mg \cdot l$$

$$\therefore l = \frac{v^2}{2\mu'g} \quad \text{正答は②である。}$$

B

問4



端Aで受ける力の大きさを N_A 、支点Cで受ける力の大きさを N_C とすると、C点のまわりのモーメントのつり合いを考えて、

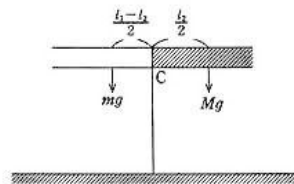
$$N_A \cos \theta \cdot l_1 = mg \cos \theta \cdot \frac{l_1 - l_2}{2} \text{ より、}$$

$$\therefore N_A = \frac{1}{2} mg \left(1 - \frac{l_2}{l_1}\right) \quad \text{正答は⑤である。}$$

力のつり合いを考えて $N_A + N_C = mg$ より

$$\therefore N_C = \frac{1}{2} mg \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right) \quad \text{正答は④である。}$$

問5



水の質量は $M = l_2 S \rho$ であるから、C点のまわりのモーメントのつり合いを考えると、

$$mg \left(\frac{l_1 - l_2}{2}\right) = l_2 S \rho g \cdot \frac{l_2}{2}$$

$$\therefore l_1 = l_2 + \frac{1}{m} \rho S l_2^2 \quad \text{正答は①である。}$$

第3問

A

問1 失った熱量は $Q_A = mc_A \Delta T = mc_A(t_0 - t_1)$ 正答は④である。

問2 水と熱量計の熱容量を c とする。

水と熱量計の得たエネルギー = 金属球の失ったエネルギー より

$$c(t_1 - t) = mc_A(t_0 - t_1) \quad \dots\dots①$$

$$c(t_2 - t) = mc_B(t_0 - t_2) \quad \dots\dots②$$

$$\frac{①}{②} \text{ より } \frac{t_1 - t}{t_2 - t} = \frac{c_A(t_0 - t_1)}{c_B(t_0 - t_2)} \text{ となり}$$

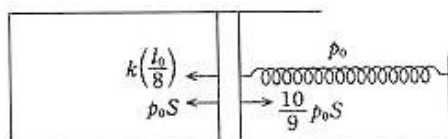
$$c_B = c_A \frac{(t_0 - t_1)(t_2 - t)}{(t_0 - t_2)(t_1 - t)} \quad \text{正答は①である。}$$

問3 水の減少分だけ全体の温度は高くなる。

すなわち、本来の実験の時よりも金属Bの持っていた熱量が大きくなってしまったことになる。熱量と比熱は比例するから、正しい値よりも大きくなる。正答は③である。

B

問4 バネ定数を k とする。



ピストンの力のつり合いを考えて、

$$k\left(\frac{l_0}{8}\right) + p_0 S = \frac{10}{9} p_0 S$$

$$\therefore k = \frac{8}{9} \cdot \frac{p_0 S}{l_0} \quad \text{正答は⑥である。}$$

問5 ボイル・シャルルの公式より

$$\frac{p_0 l_0 S}{T_0} = \frac{\frac{10}{9} p_0 \left(l_0 + \frac{1}{8} l_0\right) S}{T}$$

$$\therefore T = \frac{5}{4} T_0 \quad \text{正答は④である。}$$

問6 大気にした仕事 = $p_0 \Delta V = p_0 \cdot \frac{1}{8} l_0 S$ ……①

バネにした仕事 = $\frac{1}{2} k \left(\frac{1}{8} l_0\right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{8}{9} \cdot \frac{p_0 S}{l_0} \left(\frac{1}{8} l_0\right)^2$ ……②

求める仕事は①+②から、 $\frac{19}{144} p_0 S l_0$ となる。正答は②である。

第4問

問1 位相のずれがないから、

経路差 $\Delta = 2l = \frac{\lambda}{2}(2m-1)$ ($m=1, 2, \dots$) のとき弱め合う。

$m=1$ を代入して、 $\lambda=4l$

$$\therefore f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4l} \quad \text{正答は②である。}$$

問2 l だけ引き出すと、問1の結果より移動数 f が最小となるから、振動数 f' の音だけが聞こえることになる。正答は①である。

問3 30°C のときの音速 349.5 [m/s]

5°C のときの音速 334.5 [m/s] より

$$349.5 = 500 \cdot 4l \quad \text{より} \quad l \doteq 0.175$$

$$334.5 = 500 \cdot 4l' \quad \text{より} \quad l' \doteq 0.167$$

$$\therefore l - l' = 0.008 \text{ [m]} = 0.8 \times 10^{-2} \text{ [m]} \quad \text{正答は②である。}$$

第5問

問1 公式より $Q=CV$ 正答は②である。

問2 電池のした仕事 $W=QV=CV^2$

コンデンサーに蓄えられたエネルギー $U=\frac{1}{2}CV^2$ より

抵抗で発生した熱は $W_0=W-U=\frac{1}{2}CV^2$ 正答は①である。

問3 R が大きくなることから電流 I は小さくなる。

$Q=It$ より, t は大きくなる。正答は③である。

問4 間隔を2倍にしたコンデンサーの電気容量を C' とする。

$C'=\frac{1}{2}C$, またスイッチを開いているから電気量 Q は保存される。

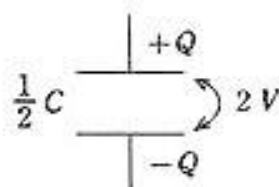
$$\text{最初のエネルギー} \quad U=\frac{Q^2}{2C} \quad \dots\dots\text{①}$$

$$2\text{倍にしたときのエネルギー} \quad U'=\frac{Q^2}{2C'}=2\cdot\frac{Q^2}{2C} \quad \dots\dots\text{②}$$

①②よりコンデンサーにした仕事を ΔU とすると,

$$\Delta U=U'-U=\frac{Q^2}{2C}=\frac{1}{2}CV^2 \quad \text{正答は①である。}$$

問5



2倍にすると, $Q=CV=\frac{1}{2}C\cdot V'$ より, 電圧は $2V$ となる。スイッチを閉じると,

電池よりコンデンサーの両端の電圧が大きいいため, コンデンサーから電池へ電流は流れる。その後電圧が等しくなり, 電流は流れなくなる。正答は③である。