

第1問

問1 力のモーメント = (力の大きさ) × (うでの長さ) より考える。

力のモーメントをイメージして理解していることが必要である。

大人の体重は幼児の体重より重い。支点のまわりの力のモーメントの和は0だから、大人のうでの長さは幼児のうでの長さより短くなる。

正答は④である。

問2 温度とは、分子または原子の熱運動の激しさをあらわす指標である。

①: $Q = mc \Delta t$ より考える。温度上昇が大きい方が比熱は小さい。

③: 水の比熱1, 比重1から考える。高校の物理の範囲では他の物質の比熱は1より小さい。

また、比重が1より大きい物質は多く存在する。

④: 熱平衡の考え。熱は高温の物体から低温の物体に移る。

正答は②である。

問3 ①: α 崩壊では質量数は4, 原子番号は2減少する。

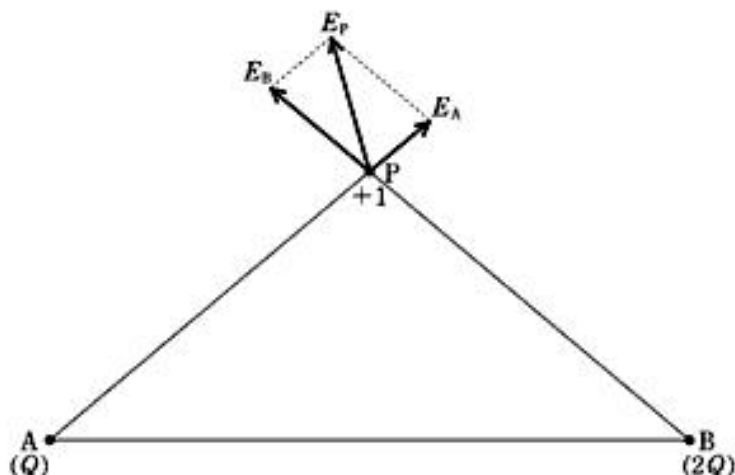
②: β 崩壊では原子番号が1増加する。

③: α 線はHe原子核(+2e), β 線は電子(-e)である。電界により互いに反対向きに曲げられる。

④: 中性子は陽子と同程度の質量をもつ。

正答は③である。

問4 電界の向きを調べるときは、点Pに+1の点電荷を置いて考える。



正答は①である。

問5 衝突前の小物体Aの速さを v 、衝突して合体後の速さを V 、また、A、Bの質量を m とする。



運動量保存の法則より、

$$mv = 2mV$$

$$V = \frac{1}{2}v$$

5 の正答は②である。

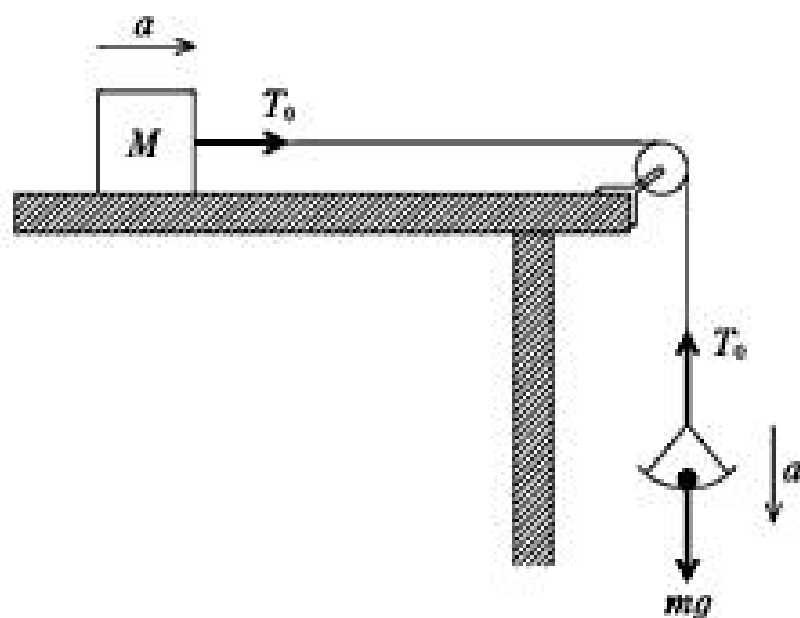
$$\begin{aligned} \text{運動エネルギーの比} &= \frac{\frac{1}{2} \cdot 2mV^2}{\frac{1}{2}mv^2} \\ &= \frac{\frac{1}{2} \cdot 2m\left(\frac{v}{2}\right)^2}{\frac{1}{2}mv^2} \\ &= \frac{1}{2} \end{aligned}$$

6 の正答は③である。

第2問

A

問1



加速度 a 、張力 T_0 とする。

木片とおもりに運動方程式をたてる。

$$Ma = T_0 \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$ma = mg - T_0 \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} + \textcircled{2} \quad (M+m)a = mg$$

$$a = \frac{m}{M+m}g \quad \dots\dots\textcircled{3}$$

正答は②である。

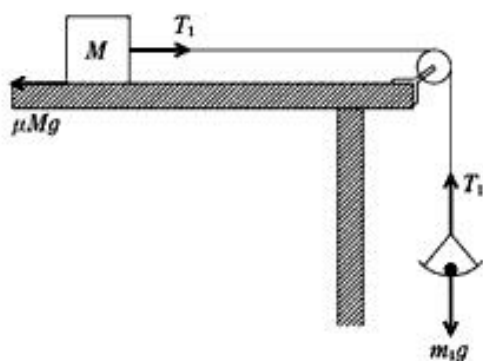
問2 問1の①, ③より

$$T_0 = \frac{Mm}{M+m}g$$

正答は⑤である。

B

問3



静止しているから、力のつり合いを考える。

$$T_1 - \mu Mg = 0 \quad \dots\dots\textcircled{1}$$

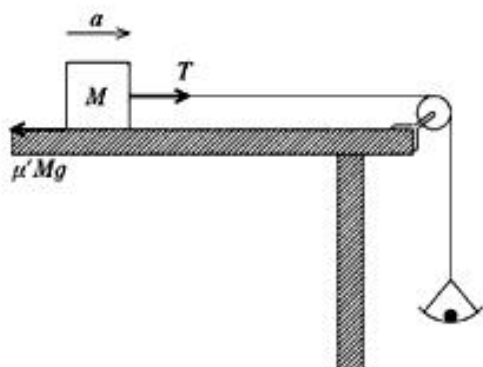
$$m_1g - T_1 = 0 \quad \dots\dots\textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} + \textcircled{2} \quad m_1g - \mu Mg = 0$$

$$\mu = \frac{m_1}{M}$$

正答は④である。

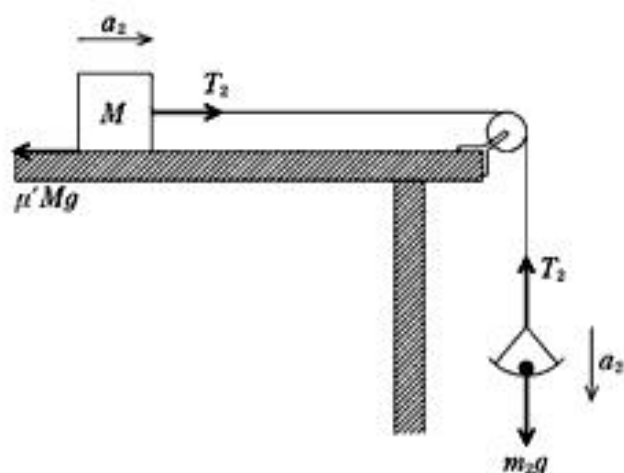
問4



$$Ma = T - \mu' Mg$$

正答は⑥である。

問 5



$$Ma_2 = T_2 - \mu' Mg \quad \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$m_2 a_2 = m_2 g - T_2 \quad \cdots \cdots \textcircled{2}$$

$$\textcircled{1} + \textcircled{2} \quad (M + m_2) a_2 = m_2 g - \mu' Mg \quad \cdots \cdots \textcircled{3}$$

$$\mu' = \frac{m_2 g - (M + m_2) a_2}{Mg}$$

正答は②である。

問 6 問 5 の③より、

$$a_2 = \frac{m_2}{M + m_2} g - \frac{\mu' M}{M + m_2} g$$

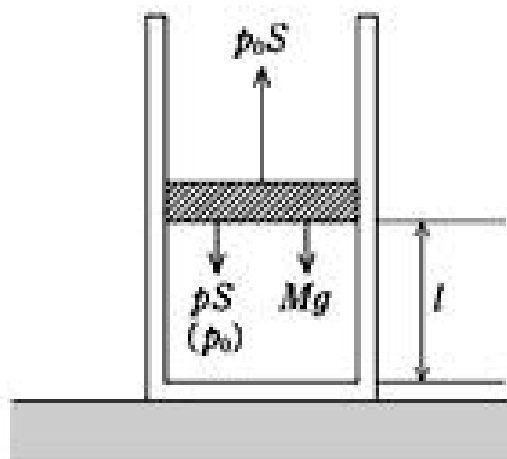
ここで、 $m_2 \gg M$ より、 $M=0$ として考える。(数Ⅲを学習している受験生は極限で考える。)

従って、 $a_2 \doteq g$

正答は、①である。

第3問

問1



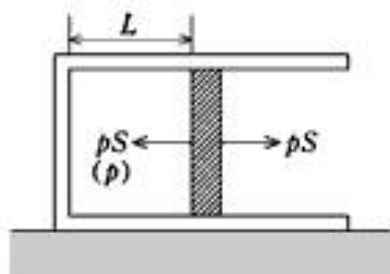
求める圧力を p_0 とする。

$$p_0 S = p S + Mg$$

$$p_0 = p + \frac{Mg}{S} \quad \dots\dots \textcircled{1}$$

正答は③である。

問2



シリンダーを水平にすると、シリンダー内の圧力は大気圧と等しくなる。

ボイルの法則より、

$$p_0 l S = p L S$$

問1の①より

$$\left(p + \frac{Mg}{S}\right) l = p L$$

$$p = \frac{Mg}{S} \cdot \frac{l}{L-l}$$

正答は④である。

問3 ボイル・シャルルの法則より、

$$\frac{p L S}{T} = \frac{p' L' S}{T'}$$

$$\frac{T'}{T} = \frac{p' L'}{p L}$$

正答は③である。

第4問

A

問1 波の速さを V とする。

$$\text{公式より, } V = f\lambda \quad \text{……①}$$

正答は②である。

問2 音源が速さ v で観測者に近づくときのドップラー効果と同じ考え方。

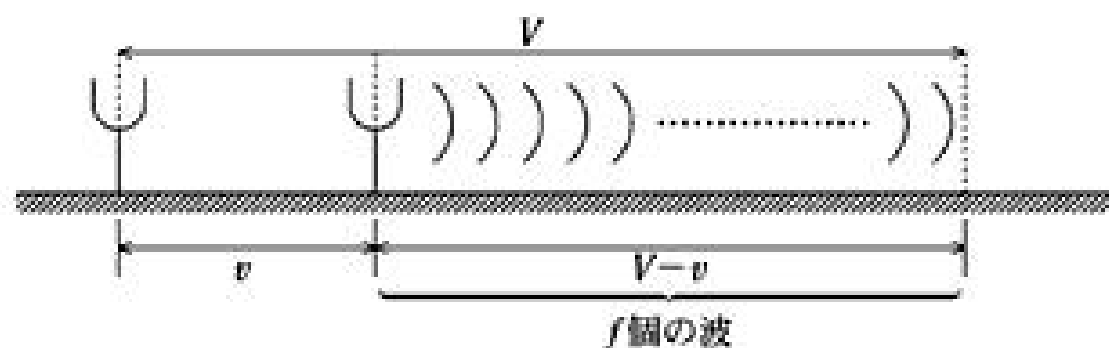
時刻0に波源を出た波は単位時間には V だけ前方に達し、波源も v だけ進む。この間に波源からは f 個の波が出ている。

従って1波長 $\lambda' = \frac{V-v}{f}$ となる。(下図を参照)

$$\text{問1の①より } f\lambda' = f\lambda - v$$

$$v = f(\lambda - \lambda')$$

正答は⑤である。



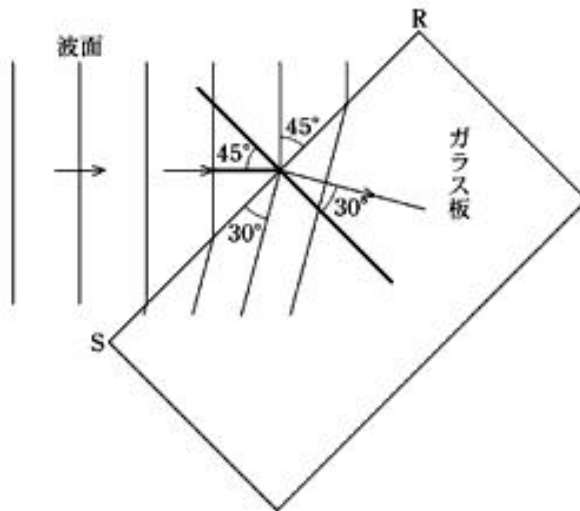
B

問3 PQの中点は強め合うことに注目すると、簡単に節線の図は見つけれられる。

正答は②である。

C

問4



深い側での波の速さを v_1 、浅い側での波の速さを v_2 とする。

屈折の法則より、

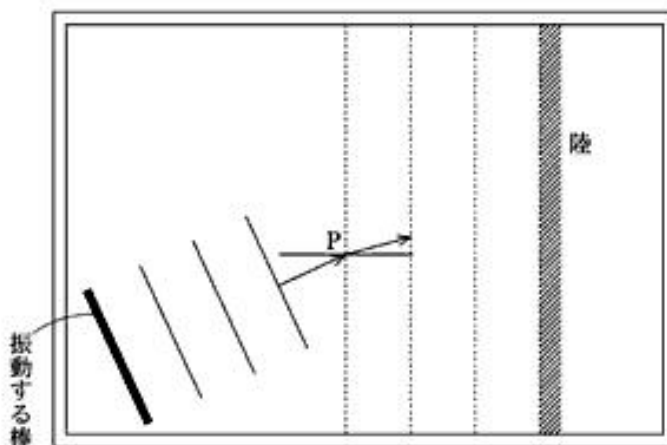
$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \frac{v_1}{v_2}$$

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{2}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

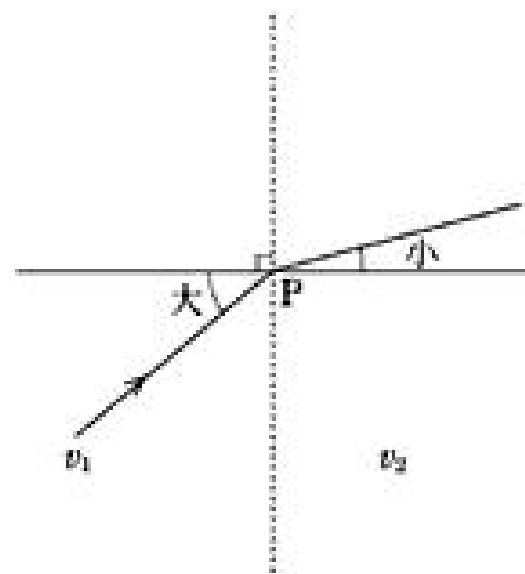
正答は①である。

問5 水深が浅くなると水面波の速さは小さくなる。



(真上から見た図)

(イメージとして陸に打ちよせる波を考えてみる。)



$v_1 > v_2$ より

屈折角は入射角より小となるから、次第に時計回りに曲がるのが推定できる。

正答は④である。

第5問

A

問1 極板の面積 S 、真空の誘電率 ϵ_0 とする。

また、コンデンサー C_1 、 C_2 、 C_3 の電気容量をそれぞれ C_1 、 C_2 、 C_3 とする。

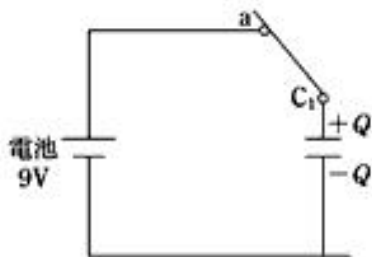
$$C_1 = \epsilon_0 \frac{S}{d}$$

$$C_2 = 3\epsilon_0 \frac{S}{d} = 3C_1$$

$$C_3 = \epsilon_0 \frac{S}{\frac{d}{2}} = 2C_1$$

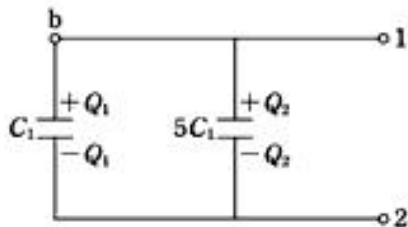
正答は②である。

問2



$$Q = 9C_1$$

C_2 と C_3 は合成して $5C_1$ とする。



求める電位差を V とする。

$$Q_1 = C_1 V$$

$$Q_2 = 5C_1 V$$

b 点のまわりに電気量保存の法則を利用する。

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$9C_1 = 6C_1 V$$

$$V = 1.5$$

正答は①である。

B

問3 キルヒホッフの第2法則より、

$$V + RI = E \quad \dots\dots ①$$

$$V = E - RI$$

正答は③である。

問4 問3の①より

$$I = -\frac{V}{R} + \frac{E}{R}$$

$$I = -\frac{1}{30}V + \frac{1}{5}$$

このグラフを図4にかき、交点を読む。

$$V = 2.8(\text{V})$$

正答は④である。

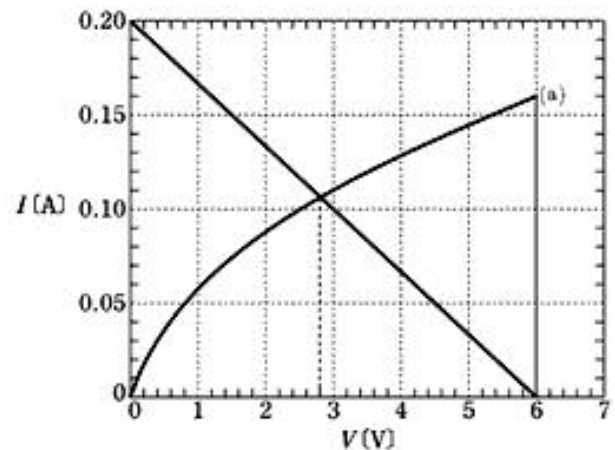


図4

問5 直列のときには電流は共通であるが、1個の電球にかかる電圧は半分になる。従って、図4から $\frac{V}{2}$ に対する電流を読みとってプロットする。例えば、6(V)→3(V)として、0.11(A)を読みプロットする。

並列のときには電流が2倍になるので V に対する電流 I の2倍をプロットする。例えば3(V)で0.11(A)を読み、0.22(A)としてプロットする。

正答は②である。