防衛医科大学校

2024 年度　学生採用試験　物理

（2 科目　120 分）

1. 問題Ⅰ～Ⅲの解答はマークシートにマークし，Ⅳ～Ⅴの解答は記述式用の解答用紙に記入すること。
2. マークシートの解答欄について次の注意事項に従い，マークすること。

① 解答は，マークシートの解答番号に対応した解答欄にマークすること。

② 問題の文中の［1］，［2］［3］などには，符号（−，+）又は数字（0～9）が入ります。［1］，［2］，［3］，…の 1 つ 1 つは，符号又は数字のいずれか 1 つに対応します。それらを解答用紙の 1，2，3，…で示された解答欄にマークすること。

（例）［1］［2］［3］に −83 と解答する。

解答番号	解答欄											
	−	+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	●	⊕	⓪	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
2	⊖	⊕	⓪	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	●	⑨
3	⊖	⊕	⓪	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

③ 分数の形で解答する場合，分数の符号は分子につけ，分母につけてはいけません。

例えば，$\dfrac{\boxed{4}\boxed{5}}{\boxed{6}}$ に $-\dfrac{4}{5}$ と解答したいときは，$\dfrac{-4}{5}$ として解答すること。

また，それ以上約分できない形で解答すること。

例えば，$\dfrac{3}{4}$ と解答するところを，$\dfrac{6}{8}$ のように解答しないこと。

④ 小数の形で解答する場合，指定された桁数の一つ下の桁を四捨五入して解答すること。また，必要に応じて，指定された桁まで⓪にマークすること。

例えば，［7］.［8］［9］に 2.5 と解答したいときは，2.50 として解答すること。

⑤ 根号を含む形で解答する場合，根号の中に現れる自然数が最小となる形で解答すること。

例えば，［10］$\sqrt{\boxed{11}}$ に $4\sqrt{2}$ と解答するところを，$2\sqrt{8}$ のように解答しないこと。

⑥ 根号を含む分数の形で解答する場合，例えば，

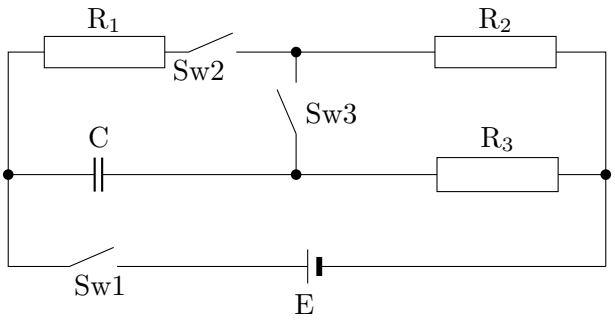
$\dfrac{\boxed{12}+\boxed{13}\sqrt{\boxed{14}}}{\boxed{15}}$ に $\dfrac{3+2\sqrt{2}}{2}$ と解答するところを，$\dfrac{6+4\sqrt{2}}{4}$ や $\dfrac{6+2\sqrt{8}}{4}$ のように解答しないこと。

⑦ 選択肢から選ぶ問題については，適切な解答を 1 つ選択し，マークすること。

（例）［16］と表示のある問いに対して (3) と解答する。

解答番号	解答欄											
	−	+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
16	⊖	⊕	⓪	①	②	●	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨

I 次の問い（問 1〜5）に答えよ。



上の図のような回路がある。初期状態ではコンデンサー C には電荷が蓄えられていない。スイッチ Sw1, Sw2, Sw3 は開いた状態である。また電源 E の内部抵抗は無視できるものとする。E の電圧は 10 V，抵抗 R_1，R_2，R_3 はそれぞれ 40 Ω，50 Ω，20 Ω，C の電気容量は 20 μF とする。次の問いに答えよ。なお計算の結果は有効数字 2 桁を確保すること。

解答方法：例えば真空の透磁率 $\mu = 1.26 \times 10^{-6}\,\mathrm{N/A^2}$ を解答対象とするなら，有効数字を 2 桁とするので，$+1.3 \times 10^{-6}\,\mathrm{N/A^2}$ を各解答欄に当てはめる。実数部先頭の欄（下の例だと 1 の欄）と指数部先頭の欄（下の例だと 4 の欄）は必ず + または − を選択し，その他の欄は数字を選択すること。全体をまとめると欄 1：+，欄 2：1，欄 3：3，欄 4：−，欄 5：6 をそれぞれ選択することになる。

（解答欄例）

1	2	.	3	×10	4	5	N/A²

解答番号	解答欄											
	−	+	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	●											
2				●								
3						●						
4	●											
5									●			

問 1　Sw1 を閉じた。その瞬間に Sw1 に流れる電流の大きさを求めよ。

1	2	.	3	×10	4	5	A

問 2　Sw1 を閉じて十分に時間が経過したのち，C に蓄えられた電荷の電気量を求めよ。

6	7	.	8	×10	9	10	C

問 3　問 2 に続いて Sw2 を閉じた。Sw1 に流れる電流の大きさを求めよ。

11	12	.	13	×10	14	15	A

問 4　問 3 に続き Sw3 を閉じた。十分な時間の経過後，Sw1 に流れる電流の大きさを求めよ。

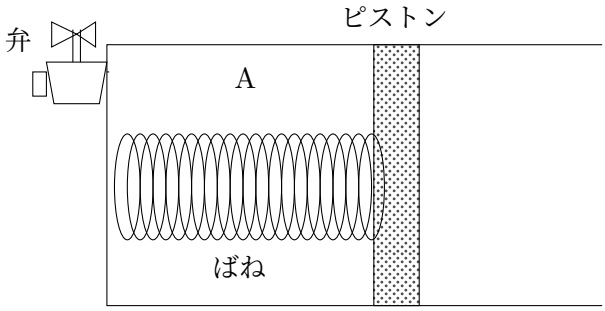
16	17	.	18	$\times 10^{\boxed{19}\boxed{20}}$ A

問 5　問 4 のとき R_3 で消費される電力を求めよ。

21	22	.	23	$\times 10^{\boxed{24}\boxed{25}}$ W

II 次の文章を読んで，問い（問 1〜5）に答えよ。

次図のように，熱をよく通す材質で作られた断面積 S の容器が水平に置かれている。この容器の内部は滑らかに左右に動くことができるピストンで区切られている。ピストンの左側の空間 A は，体積を無視できる弁を通して外とつながっている。ピストンの右側は常に外につながっている。弁のある容器壁面とピストンにそれぞれに垂直に自然長のばねが図のように固定されている。このばねは，自然長が L，ばね定数が k で簡単のために体積と重力を無視でき変形は水平方向のみとする。なお，容器の内外に，気圧 P_0 の理想気体が存在する。



問 1　弁が開いた状態でピストンを図の左側に移動させ，ばねの長さが $L - \Delta L_1$（$L > \Delta L_1 > 0$）となった。この時の A の体積 V_1 はいくらか。最も適当なものを，次の (1)〜(5) から一つ選べ。 26

(1)　$SL\dfrac{SP_0}{SP_0 - k\Delta L_1}$　　(2)　$SL\dfrac{SP_0 + k\Delta L_1}{SP_0}$

(3)　$SL\dfrac{SP_0 - k\Delta L_1}{SP_0}$　　(4)　$S(L - \Delta L_1)$

(5)　$S(\Delta L_1 - L)$

問 2　問 1 の状態で弁を閉じ，ピストンに作用する力の総和が 0 になる位置までゆっくりとピストンを移動させた。この時，ばねの長さは $L - \Delta L_2$（$\Delta L_1 > \Delta L_2 > 0$）となった。この変化で，A の気体の内部エネルギーは変化しなかった。A 内の圧力 P_2 はいくらか。最も適当なものを，次の (1)〜(5) か

ら一つ選べ。 27

(1) $P_0\dfrac{L-\Delta L_1}{L-\Delta L_2}$　(2) $P_0\dfrac{L-\Delta L_2}{L-\Delta L_1}$　(3) $P_0\dfrac{L-\Delta L_2}{\Delta L_1-L}$

(4) $P_0\dfrac{\Delta L_1-L}{L-\Delta L_2}$　(5) $P_0\dfrac{\Delta L_1-\Delta L_2}{L-\Delta L_2}$

問 3　問 2 の状態で，ばねがピストンに作用する力の大きさはいくらか。最も適当なものを次の (1)〜(5) から一つ選べ。 28

(1) $SP_0\dfrac{\Delta L_1-\Delta L_2}{L-\Delta L_2}$　(2) $SP_0\dfrac{\Delta L_2-\Delta L_1}{L-\Delta L_2}$

(3) $SP_0\dfrac{\Delta L_1-\Delta L_2}{L-\Delta L_1}$　(4) $SP_0\dfrac{\Delta L_1-\Delta L_2}{\Delta L_1+\Delta L_2}$

(5) $SP_0\dfrac{L-\Delta L_2}{\Delta L_1-\Delta L_2}$

以後は，$P_0 = 1.00\times10^5\,\mathrm{Pa}$，$S = 1.00\times10^{-4}\,\mathrm{m^2}$，$L = 9.00\times10^{-2}\,\mathrm{m}$，$\Delta L_1 = 5.00\times10^{-2}\,\mathrm{m}$，$\Delta L_2 = 3.00\times10^{-2}\,\mathrm{m}$ として，引き続き以下の問いに答えよ。なお，計算の結果は有効数字 2 桁を確保すること。実数部先頭の欄と指数部先頭の欄は必ず + または − を選択し，その他の欄は数字を選択すること。

問 4　問 2 の状態の A 内の圧力 P_2 を求めよ。

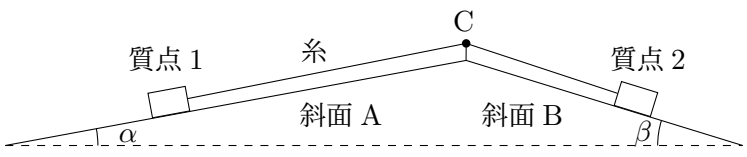
29 | 30 . 31 $\times10^{\boxed{32}\boxed{33}}$ Pa

問 5　このときのばね定数 k を求めよ。

34 | 35 . 36 $\times10^{\boxed{37}\boxed{38}}$ N/m

III 次の文章を読んで，問い（問 1〜5）に答えよ。

次図のように，水平に対して角度 α の斜面 A と角度 β（$\geqq\alpha$）の斜面 B に質量が M_1 である質点 1 と質量が M_2（$> M_1$）である質点 2 を伸縮しない糸で結び，その糸がたるまないように設置したところ，質点 1 は斜面を上り始め，質点 2 は下り始めた。なお，糸の屈曲点 C や斜面での摩擦，空気抵抗は無視できるとし，重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。



問 1　糸の質量が質点 1，2 の質量に比べて十分軽く無視できる場合，質点 1，2 に生じる加速度はどのようになるか。最も適当なものを，次の (1)〜(5) のうちから一つ選べ。ただし，質点 1 は斜面を上る向きを質点 2 は斜面を下る向きを正の向きとすること。 39

(1)　$\dfrac{M_1 \sin\alpha - M_2 \sin\beta}{M_1} g$

(2)　$\dfrac{M_2 \sin\beta - M_1 \sin\alpha}{M_1} g$

(3)　$\dfrac{M_2 \sin\beta - M_1 \sin\alpha}{M_2} g$

(4)　$\dfrac{M_2 \sin\beta - M_1 \sin\alpha}{M_1 + M_2} g$

(5)　$\dfrac{M_1 \sin\alpha - M_2 \sin\beta}{M_1 + M_2} g$

次に糸を変えて，同じように質点 1 と 2 を斜面上で運動させた。ある時刻 t で糸の質量を測定したところ，斜面 A 上にある糸の質量 m_{A} と斜面 B 上にある糸の質量 m_{B} は質点 1，2 の質量に比べて無視できない大きさであった。糸が質点 1 に作用する力の大きさを T_{A}，質点 1 が糸に作用する力の大きさを T_1，糸が質点 2 に作用する力の大きさを T_{B}，質点 2 が糸に作用する力の大きさを T_2 とする。点 C で斜面両側にある糸に作用する張力はそれぞれの糸の方向で，互いを引く向きに作用し大きさは T' とする。時刻 t での質点 1，2 と 2 つの斜面上の糸の加速度を a とし，質点 1 と斜面 A 上の糸が斜面を上る向き及び質点 2 と斜面 B 上の糸が斜面を下る向きを正の向きとする。なお，糸の屈曲点 C や斜面での摩擦，空気抵抗は無視できるとし，重力加速度の大きさを g として以下の問いに答えよ。

問 2　時刻 t での質点 1，2 及び斜面 A，B 上の糸の運動方程式はどのように表されるか。最も適当なものを，次の (1)〜(5) のうちから一つ選べ。

40

(1)　質点 1：$M_1 a = T_1 - M_1 g \sin\alpha$，質点 2：$M_2 a = M_2 g \sin\beta - T_{\mathrm{B}}$，
斜面 A 上の糸：$m_{\mathrm{A}} a = T' - T_{\mathrm{A}} - m_{\mathrm{A}} g \sin\alpha$，
斜面 B 上の糸：$m_{\mathrm{B}} a = T_2 - T' + m_{\mathrm{B}} g \sin\beta$

(2)　質点 1：$M_1 a = T_{\mathrm{A}} - M_1 g \sin\alpha$，質点 2：$M_2 a = M_2 g \sin\beta - T_{\mathrm{B}}$，
斜面 A 上の糸：$m_{\mathrm{A}} a = T' - T_1 - m_{\mathrm{A}} g \sin\alpha$，
斜面 B 上の糸：$m_{\mathrm{B}} a = T_2 - T' + m_{\mathrm{B}} g \sin\beta$

(3)　質点 1：$M_1 a = T_1 - M_1 g \sin\alpha$，質点 2：$M_2 a = M_2 g \sin\beta - T_2$，
斜面 A 上の糸：$m_{\mathrm{A}} a = T' - T_{\mathrm{A}} - m_{\mathrm{A}} g \sin\alpha$，
斜面 B 上の糸：$m_{\mathrm{B}} a = T_{\mathrm{B}} - T' + m_{\mathrm{B}} g \sin\beta$

(4) 質点 1：$M_1a = T_\mathrm{A} - M_1g\sin\alpha$，質点 2：$M_2a = M_2g\sin\beta - T_\mathrm{B}$，

斜面 A 上の糸：$m_\mathrm{A}a = T' - m_\mathrm{A}g\sin\alpha$，

斜面 B 上の糸：$m_\mathrm{B}a = T_2 + m_\mathrm{B}g\sin\beta$

(5) 質点 1：$M_1a = T_\mathrm{A} - M_1g\sin\alpha$，質点 2：$M_2a = M_2g\sin\beta - T_\mathrm{B}$，

斜面 A 上の糸：$m_\mathrm{A}a = T' - T_\mathrm{A} - m_\mathrm{A}g\sin\alpha$，

斜面 B 上の糸：$m_\mathrm{B}a = T_\mathrm{B} - T' + m_\mathrm{B}g\sin\beta$

問 3　問題文で説明された力について運動の第 3 法則（作用・反作用の法則）が成立することを表す関係式の組合せはどのように表されるか。最も適当なものを，次の (1)〜(5) のうちから一つ選べ。 41

(1) $T_\mathrm{A} = T'$ と $T_\mathrm{B} = T_2$

(2) $T_\mathrm{A} = T_1$ と $T_\mathrm{B} = T'$

(3) $T_\mathrm{A} = T_1$ と $T_\mathrm{B} = T_2$

(4) $T_\mathrm{A} = T_\mathrm{B}$ と $T_1 = T_2$

(5) $T_\mathrm{A} = T_2$ と $T_\mathrm{B} = T_1$

問 4　時刻 t での斜面 B 上の糸に生じる加速度 a はどのように表されるか。最も適当なものを，次の (1)〜(5) のうちから一つ選べ。 42

(1) $g\sin\beta$

(2) $\dfrac{(M_1 + m_\mathrm{A})\sin\alpha}{M_2 + m_\mathrm{B}}g$

(3) $\dfrac{(M_2 + m_\mathrm{B})\sin\beta}{M_1 + m_\mathrm{A}}g$

(4) $\dfrac{M_2\sin\beta - M_1\sin\alpha}{M_1 + M_2}g$

(5) $\dfrac{(M_2 + m_\mathrm{B})\sin\beta - (M_1 + m_\mathrm{A})\sin\alpha}{M_1 + M_2 + m_\mathrm{A} + m_\mathrm{B}}g$

問 5　時刻 t での斜面 A 上の糸が質点 1 に作用する力の大きさ T_A はどのように表されるか。最も適当なものを，次の (1)〜(5) のうちから一つ選べ。

43

(1) $M_1g\sin\beta$

(2) $M_2g\dfrac{(M_1 + m_\mathrm{A})\sin\alpha}{M_1 + M_2}$

(3) $M_1g(\sin\alpha + \sin\beta)$

(4) $M_1 g\dfrac{(M_2+m_{\mathrm{B}})(\sin\alpha+\sin\beta)}{M_1+M_2+m_{\mathrm{A}}+m_{\mathrm{B}}}$

(5) $M_2 g\dfrac{(M_1+m_{\mathrm{A}})(\sin\alpha+\sin\beta)}{M_1+M_2+m_{\mathrm{A}}+m_{\mathrm{B}}}$

IV 図のような，電圧 E の内部抵抗のない電源，電気容量が C_1 と C_2 の 2 つのコンデンサー 1 とコンデンサー 2，抵抗値が R_1，R_2，R_3，R_4 の 4 つの抵抗 1，抵抗 2，抵抗 3，抵抗 4，2 つのスイッチ S_1，S_2 と，2 つの切替えスイッチ S_3，S_4 からなる回路を考える。ここで，切り替えスイッチ S_3，S_4 が，それぞれ P_3，P_4 に接続されるとき，コンデンサー 1 と抵抗 2，コンデンサー 2 と抵抗 3 は並列接続に，また，それぞれ D_3，D_4 に接続されているときは直列接続となる。これら以外の切り替えスイッチ S_3，S_4 の状態は考えない。

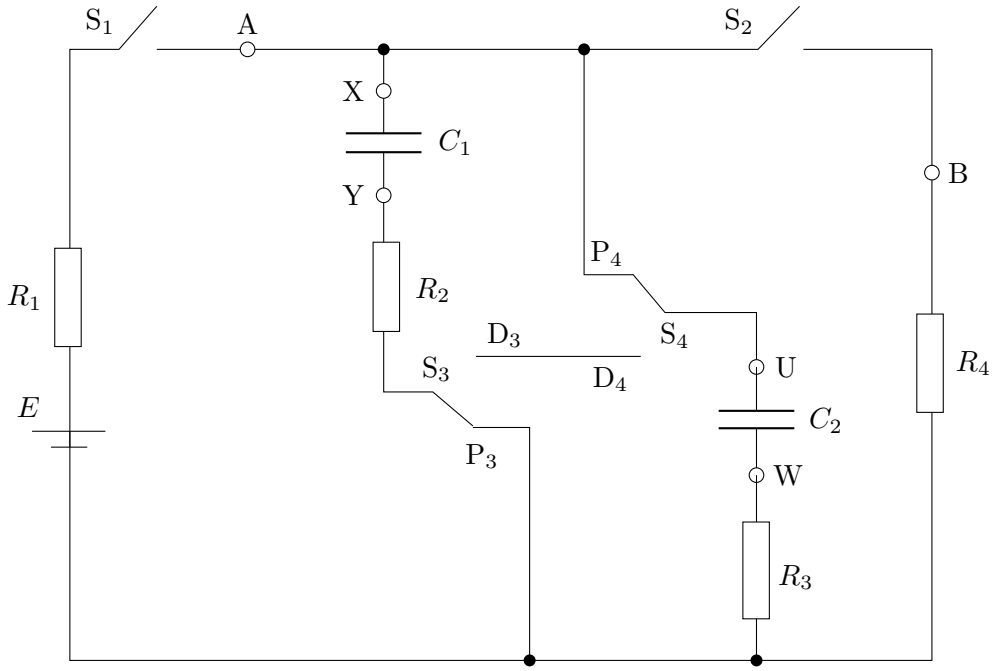
（**IV**は解答を導く過程を明示せよ）

問 1　はじめに 2 つのコンデンサーに電荷が蓄えられていない状態で，S_1，S_2 が開いている。コンデンサー 1 と抵抗 2，コンデンサー 2 と抵抗 3 を S_3，S_4 により並列接続にして S_1 を閉じ，コンデンサー 1 とコンデンサー 2 の充電を開始した。この充電を開始したときに A に流れる電流 I_{A} の大きさを示せ。

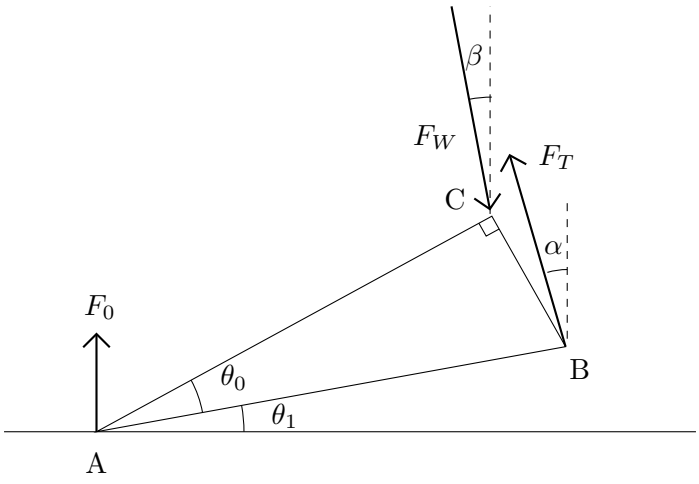
問 2　問 1 の状態で十分時間が経過した後のコンデンサー 1，コンデンサー 2 にそれぞれ蓄えられた電荷の電気量 Q_1，Q_2 を示せ。

問 3　問 2 の状態の後，S_1 を開き S_3，S_4 を切り替えてコンデンサー 1 と抵抗 2，コンデンサー 2 と抵抗 3 を直列接続にした。さらに S_2 を閉じてコンデンサー 1，コンデンサー 2 の放電を始めた。放電中に点 B を流れる電流を測定したところ I_{B} であった。このとき，2 つのコンデンサーに蓄えられている電荷の電気量 Q_1'，Q_2' を I_{B} と E を用いて表した場合，それぞれの係数を C_1，C_2，R_2，R_3，R_4 を使って示せ。

問 4　問 3 の状態で I_{B} が 0 になるまで放電した。このとき，コンデンサー 1 の両端である X − Y 間の電位差 V_1 とコンデンサー 2 の両端である U − W 間の電位差 V_2 を示せ。



V 図のような $\angle$CAB が $\theta_0 \left(< \dfrac{\pi}{2}\right)$，辺 AC の長さが L，辺 BC の長さが l である直角三角形 ABC の剛体（以下剛体 ABC という）を用意して，A を水平な床に接触させたまま，図のように B と C に力を作用させて，辺 AB が水平な床に対して角度 $\theta_1 \left(< \dfrac{\pi}{2}\right)$ の状態で静止させた。床から A に作用する鉛直方向上向きの力の大きさは F_0，B に作用する力は鉛直方向に対して角度 α $\left(< \dfrac{\pi}{2}\right)$ の方向で上向きに大きさ F_T であり，C に作用する力は鉛直方向に対して角度 β $\left(< \dfrac{\pi}{2}\right)$ の方向で下向きに大きさ F_W である。剛体 ABC の質量に作用する重力の大きさは他の力の大きさに比べて無視できるとして，次の文章中の空欄に入る記号を，問題文中の記号を用いて答えよ。



剛体 ABC に作用する力の総和の水平方向成分 F_{H} は，図の水平方向右向きを正として問題文の記号を用いて表すと，

$F_{\mathrm{H}} =$ 1)

であり，力の総和の鉛直方向成分 F_{V} は，図の鉛直方向上向きを正として問題文中の記号を用いて表すと，

$F_{\mathrm{V}} =$ 2)

である。

BC と鉛直方向のなす角度 θ $\left(< \dfrac{\pi}{2}\right)$ は，

$\theta =$ 3)

であるから，剛体 ABC に作用する力の点 C のまわりの力のモーメントの総和は，図で反時計回りを正として，θ，α，F_0，F_T，L，l を用いて表すと，

4)

となる。

以上の結果より，B に作用して剛体 ABC の A を水平な床に接触させたまま静止させる力の大きさ F_T は，$L = 10\,\mathrm{cm}$，$\theta = 45°$，$\theta_0 = 30°$，$\alpha = 15°$ の場合，A に作用する力の大きさ F_0 を用いて

$F_T =$ 5) F_0

と求められる。なお，5）の空欄は有効数字 2 桁で答えること。必要なら $\sqrt{2} \fallingdotseq 1.41$，$\sqrt{3} \fallingdotseq 1.73$ とすること。