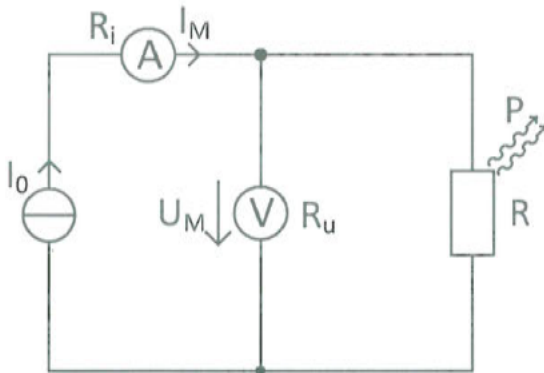


Name, Vorname					Matrikelnummer	
Aufgabe	1	2	3	4	Σ	Note
erreichte Punktzahl	10	6	7	7	30	1,7

Aufgabe 1: Fehlerrechnung

(10 Punkte)

Gegeben sei folgende Messschaltung:

Messwerte: $U_M = 700\text{mV}$, $I_M = 0,4\text{mA}$ Datenblattangaben:Strommessgerät:

Messbereich: 1mA

 $R_i = 2\Omega$ $\Delta I = 1\%$ vom Messbereich + 5 Digit

Anzeigeumfang: 10.000

Spannungsmessgerät:

Messbereich: 1V

 $R_u = 300\text{k}\Omega$ $\Delta U = 2\%$ vom Messbereich + 3 Digit

Anzeigeumfang: 5.000

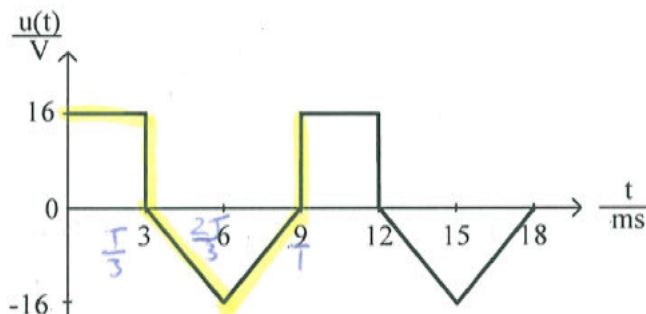
Berechnen Sie

- den Widerstand R_M ohne Berücksichtigung der Messgeräteinnenwiderstände
- den Widerstand R mit Berücksichtigung der Messgeräteinnenwiderstände
- den systematischen Fehler $\Delta R_S/R$ in Prozent
- die garantierten Fehlergrenzen $\Delta R_Z/R$ in Prozent infolge der Datenblattangaben zum Strom- und Spannungsmessgerät

Aufgabe 2: Kennwerte

(10 Punkte)

Gegeben sei folgender Signalverlauf:



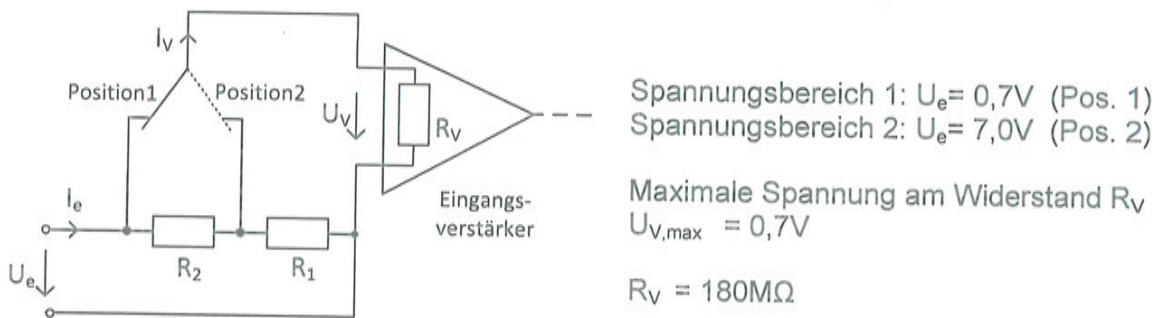
Berechnen Sie

- den arithmetischen (linearen) Mittelwert,
- den Gleichrichtmittelwert,
- den Effektivwert.
- den Formfaktor.

Aufgabe 3: Digitalmultimeter

(10 Punkte)

Die Eingangsstufe eines Digitalmultimeters soll nach folgenden Schaltplan realisiert werden:



Der Eingangswiderstand soll für alle Schalterpositionen $R_e = 25M\Omega$ betragen.

Berechnen Sie:

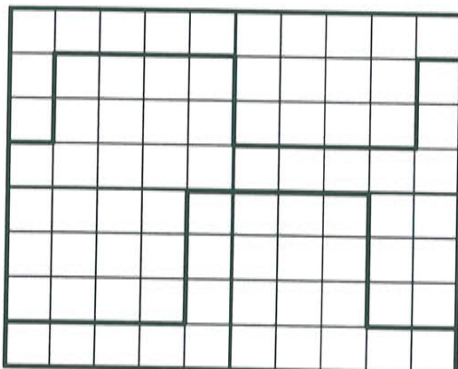
- die Widerstände R_1 und R_2 für die jeweils maximale Eingangsspannung U_e von $0,7V$ (Pos. 1) bzw. $7V$ (Pos. 2) unter Vernachlässigung des Strom durch den Verstärkereingang I_v
- den Eingangsstrom I_e und den Strom I_v für Schalterstellung Pos. 1 bei $U_e = 0,7V$ sowie für Schalterstellung Pos. 2 bei $U_e = 7V$

Aufgabe 4: Oszilloskop

10 Punkte

Ein Oszilloskop habe die Eingangsimpedanz ($R_e = 700k\Omega \parallel (C_e = 35pF)$) (Parallelschaltung!)

- Berechnen Sie die Bauelemente (R_T und C_T) eines Tastkopfes mit dem Teilverhältnis 10:1.
- Der Bildschirm habe in y-Richtung (Vertikaleinheit) acht Einheiten. Die Eingangsempfindlichkeit sei auf $100mV$ pro Einheit eingestellt. Welche maximalen Spannungswerte können ohne Tastkopf und mit Tastkopf (10:1) dargestellt werden?
- Sie wollen 5 Perioden eines sinusförmigen Signals mit der Periodendauer von $500 \mu s$ auf dem Bildschirm darstellen ("stehendes Bild"). Zeichnen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung an den x-Platten (Horizontaleinheit) des Oszilloskops (Beschriftung mit Einheiten nicht vergessen)!
- Berechnen Sie den Phasenwinkel zwischen den beiden Signalen, wenn folgende Abbildung und Einstellungen am Oszilloskop vorliegen:



Einstellungen:

Kanal 1: $5V / \text{Einheit}$

Kanal 2: $0,5V / \text{Einheit}$

Zeitbasis: $1\mu s / \text{Einheit}$

← Hinweis: Diese Abbildung gilt nur für Aufgabe 4d!

1)

$$a) R_M = \frac{U_M}{I_M} = \frac{700 \text{ mV}}{0,4 \text{ mA}} = \underline{\underline{1750 \text{ } \Omega}} \quad \checkmark$$

$$b) R_{\text{Mitt}} = \frac{U_M}{I_M - (U_M \cdot R_u)} = \frac{700 \text{ mV}}{0,4 \text{ mA} - (0,7 \text{ V} \cdot 300 \cdot 10^{-3} \Omega)}$$

$$= \frac{700 \text{ mV}}{0,4 \cdot 10^{-3} \text{ A} - \left(\frac{0,7 \text{ V}}{300 \cdot 10^3 \Omega} \right)}$$

$$= \underline{\underline{1760,26 \text{ } \Omega}} \quad \checkmark$$

$$c) \frac{\Delta R_s}{R} = \frac{R_M - R}{R} = \frac{1750 - 1760,26}{1760,26} = -0,6\% \quad \checkmark$$

$$d) \Delta I = 0,01 \cdot \frac{1 \text{ mA}}{1 \text{ V}} + 3 \cdot \frac{10 \text{ } \mu\text{A}}{10.000} \quad \checkmark$$

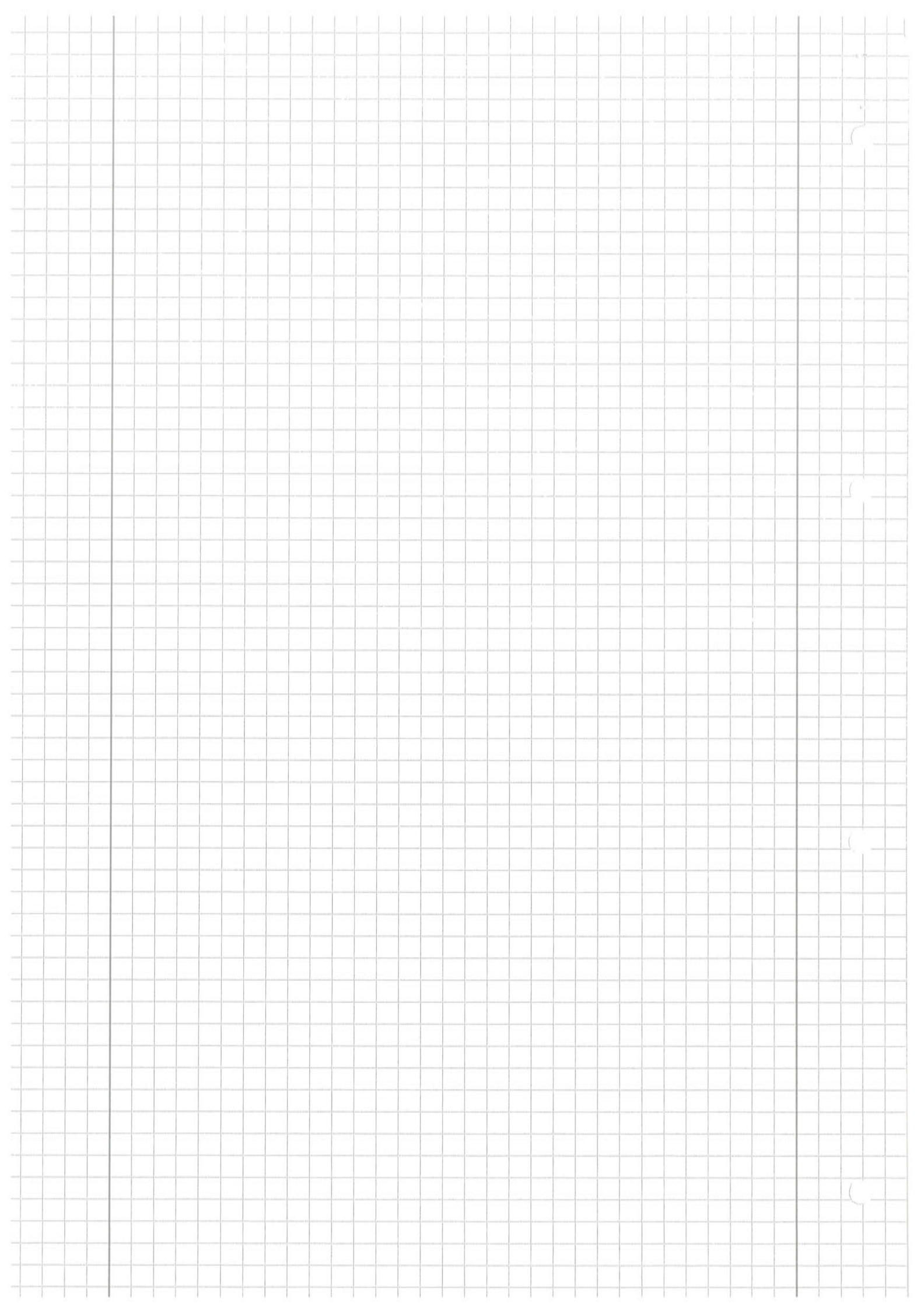
$$= 0,01 \text{ mA} + 0,3 \text{ } \mu\text{A} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ A} = \underline{\underline{0,01 \text{ mA}}} \quad (\checkmark)$$

$$\Delta U = 0,02 \cdot 1 + 3 \cdot \frac{1 \text{ V}}{5000}$$

$$= \underline{\underline{0,02 \text{ V}}} \quad (\checkmark)$$

$$\frac{\Delta R_z}{R_z} = \pm \left[\left| \frac{\Delta I}{I} \right| + \left| \frac{\Delta U}{U} \right| \right] = \left[\left| \frac{0,01 \cdot 10^{-3} \text{ A}}{0,4 \cdot 10^{-3} \text{ A}} \right| + \left| \frac{0,02 \text{ V}}{0,7 \text{ V}} \right| \right]$$

$$= \pm 5,35\% \quad (\checkmark)$$



2) a) $\bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T (u(t)) dt$

$$\begin{cases} 0 \leq t < \frac{T}{3} \\ u(t) = a \\ \frac{T}{3} \leq t < \frac{2T}{3} \\ u(t) = -\frac{3a}{T}t + a \\ \frac{2T}{3} \leq t \leq T \\ u(t) = \frac{3a}{T}t - 3a \end{cases}$$

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \left[\int_0^{\frac{T}{3}} (a) dt + \int_{\frac{T}{3}}^{\frac{2T}{3}} \left(-\frac{3a}{T}t + a\right) dt + \int_{\frac{2T}{3}}^T \left(\frac{3a}{T}t - 3a\right) dt \right] \checkmark$$

$$= \frac{1}{T} \left[\left[a t \right]_0^{\frac{T}{3}} + \left[-\frac{3a}{2T} t^2 + a t \right]_{\frac{T}{3}}^{\frac{2T}{3}} + \left[\frac{3a}{2T} t^2 - 3a t \right]_{\frac{2T}{3}}^T \right] \checkmark$$

$$= \frac{1}{T} \left[\left(\frac{aT}{3} \right) + \left(\left(-\frac{3a}{2T} \cdot \frac{4T^2}{9} + a \cdot \frac{2T}{3} \right) - \left(-\frac{3a}{2T} \cdot \frac{T^2}{9} + a \cdot \frac{T}{3} \right) \right) + \left(\left(\frac{3a}{2T} T^2 - 3aT \right) - \left(\frac{3a}{2T} \cdot \frac{4T^2}{9} - 3a \cdot \frac{2T}{3} \right) \right) \right]$$

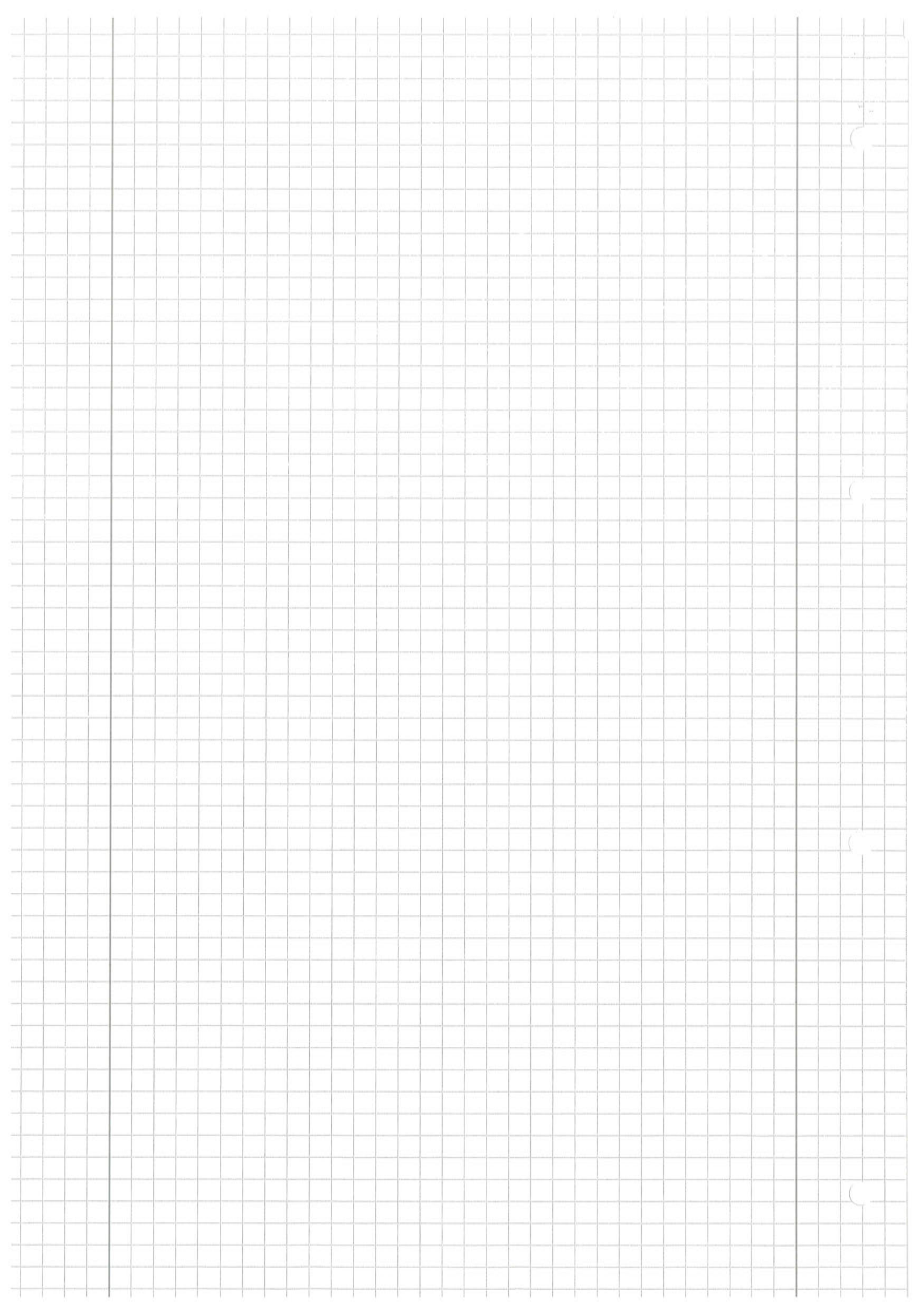
$$= \frac{1}{T} \left[\left(\frac{aT}{3} \right) + \left(\left(-\frac{a}{3} + \frac{2a}{3} \right) - \left(-\frac{a}{6} + \frac{a}{3} \right) \right) + \left(\left(\frac{3a}{2} - 3a \right) - \left(\frac{2a}{3} - 2a \right) \right) \right]$$

$$= \frac{a}{3} + \left(\frac{a}{3} - \frac{a}{6} \right) + \left(-\frac{3a}{2} + 2a \right)$$

$$= \frac{6a}{12} + \frac{2a}{12} - \frac{7a}{12} = \frac{a}{12} \quad \checkmark$$

b) $|\bar{u}| = 1 - \frac{6}{12} a$

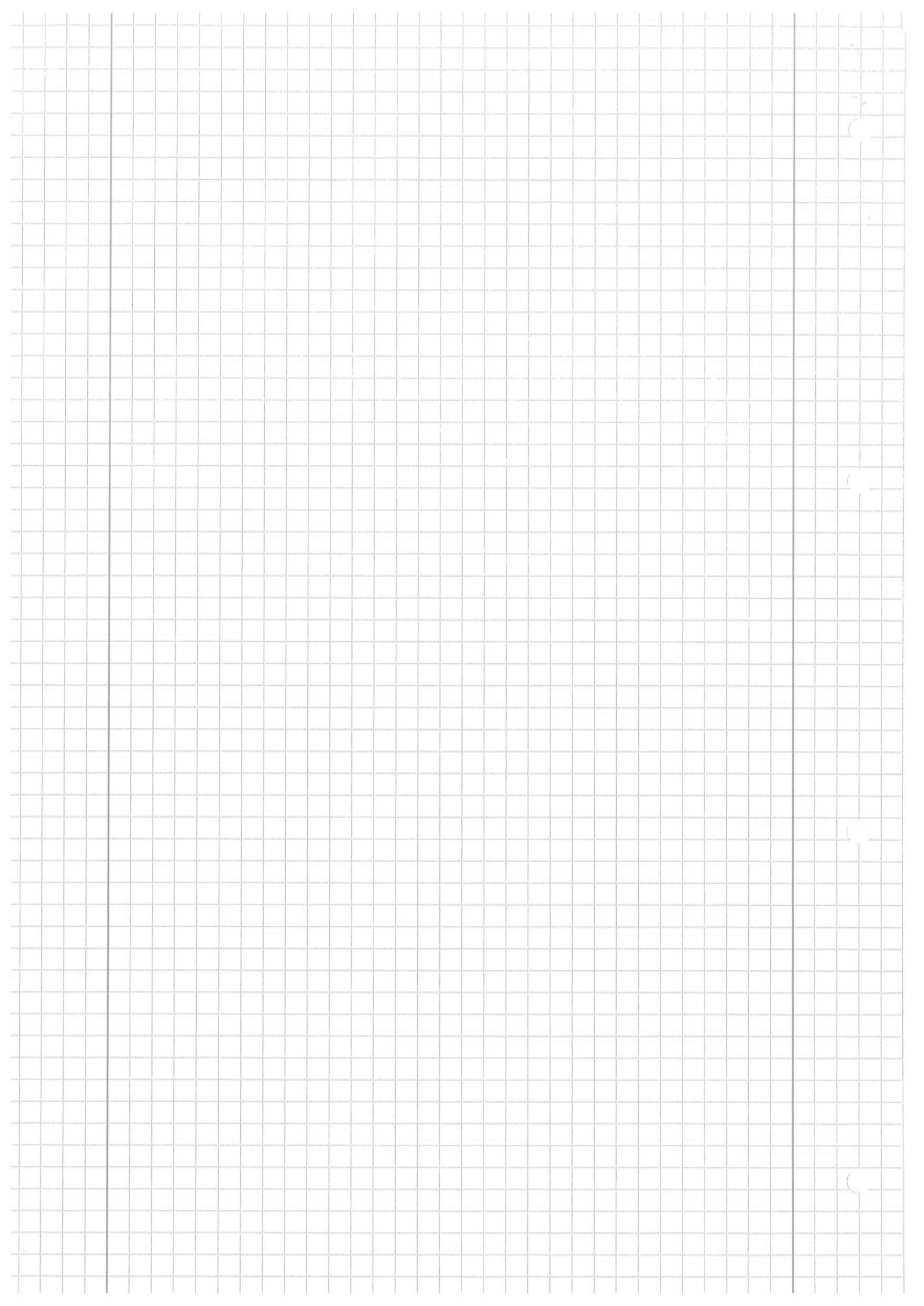
$$= \frac{6}{12} a \quad (\checkmark)$$



$$2) \quad c) \quad u^2 = \frac{1}{T} \left[\int_0^{\frac{T}{3}} (a)^2 dt + \int_{\frac{T}{3}}^{\frac{2T}{3}} \left(-\frac{3a}{T}t + a\right)^2 dt + \int_{\frac{2T}{3}}^T \left(\frac{3a}{T}t - \frac{3a}{T}\right)^2 dt \right] \quad \checkmark$$

$$= \frac{1}{T} \left[\int_0^{\frac{T}{3}} (a^2) dt + \int_{\frac{T}{3}}^{\frac{2T}{3}} \left(\frac{9a^2}{T^2}t^2 - \frac{6a^2}{T}t + a^2\right) dt + \int_{\frac{2T}{3}}^T \left(\frac{9a^2}{T^2}t^2 - \frac{18a^2}{T}t + 9a^2\right) dt \right] \quad \checkmark$$

$$= \frac{1}{T} \left[\left[a^2 t \right]_0^{\frac{T}{3}} + \left[\frac{3a^2}{T^2} t^3 - \frac{3a^2}{T} t^2 + a^2 t \right]_{\frac{T}{3}}^{\frac{2T}{3}} + \left[\frac{3a^2}{T^2} t^3 - \frac{9a^2}{T} t^2 + 9a^2 t \right]_{\frac{2T}{3}}^T \right] \quad \checkmark$$



$$3) a) \text{ Pos 2: } \frac{U_{V, \max}}{U_c} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot R_c \quad R_1 = \frac{U_{V, \max}}{U_c} \cdot R_c \quad \checkmark$$

$$= \frac{0,7V}{7V} \cdot 25M\Omega$$

$$= \underline{\underline{2,5M\Omega}} \quad \checkmark$$

$$R_2 = R_c - R_1$$

$$= 25M\Omega - 2,5M\Omega$$

$$R_2 = \underline{\underline{22,5M\Omega}} \quad \checkmark$$

$$b) R_{ges} = \frac{180 + 25M\Omega}{205M\Omega} = 21,95M\Omega \quad (\text{Pos 1}) \quad \checkmark$$

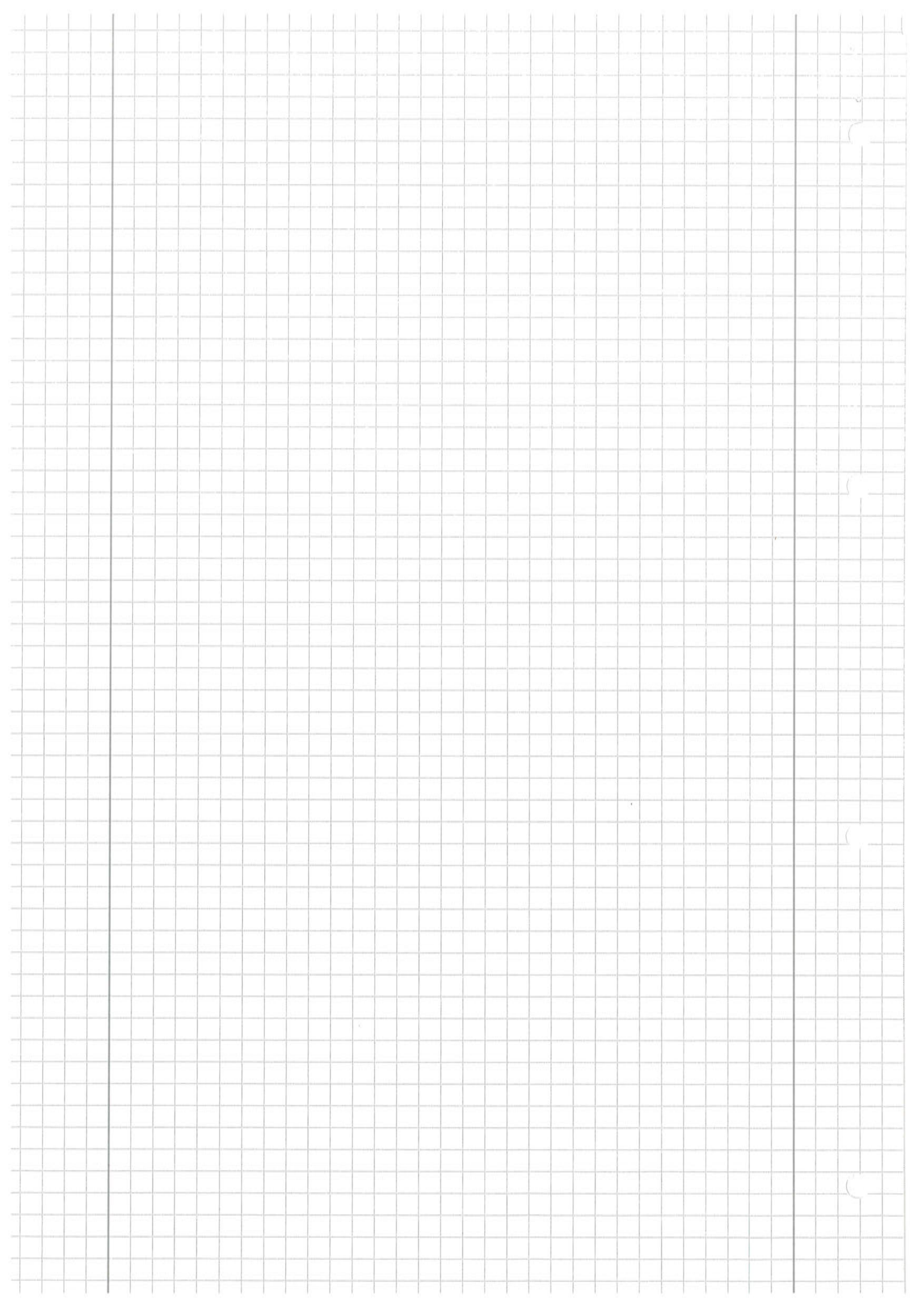
$$R_{ges} = \frac{180 \cdot 2,5}{182,5} + 22,5M\Omega$$

$$= 24,9M\Omega \quad \checkmark$$

$$I_{e, \text{Pos 1}} = \frac{0,7V}{21,95M\Omega} = 0,0000319 \mu A \quad \checkmark$$

$$I_{e, \text{Pos 2}} = \frac{7V}{24,9M\Omega} = 0,28 \mu A \quad \checkmark$$

$I_V ?$



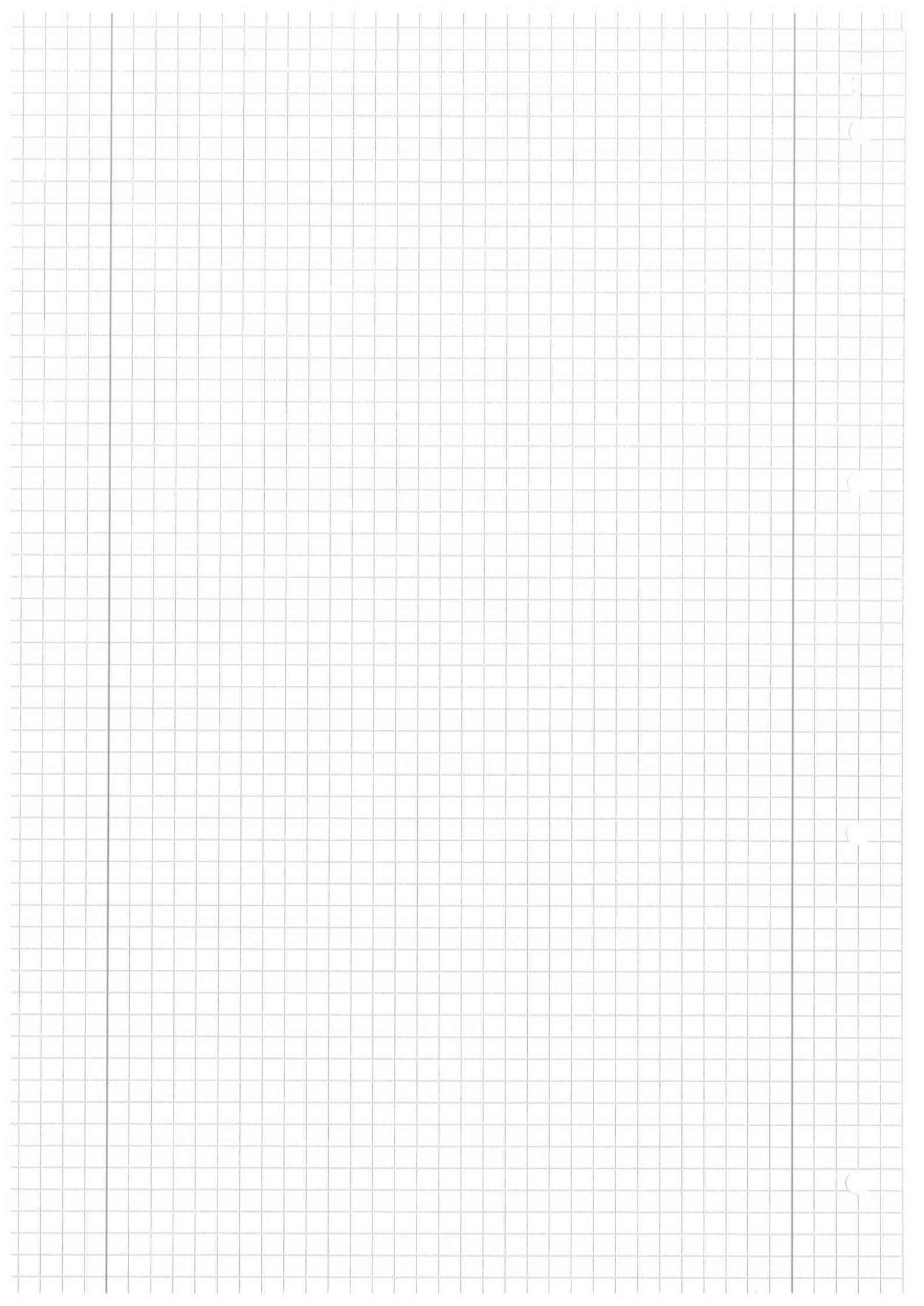
4)

$$a) R_T = g \cdot R_e \overset{\checkmark}{} = g \cdot 700k\Omega = \underline{6,3 \mu\Omega} \checkmark$$

$$C_T = \frac{C_e \overset{\checkmark}{} }{g} = \frac{35pF}{g} = \underline{3,8pF} \checkmark$$

$$b) \pm \underline{400mV} \checkmark$$

$$d) \varphi = \frac{3 \cdot 1\mu S}{8 \cdot 1\mu S} \cdot 360^\circ = \underline{135^\circ} \checkmark$$



Notizen

2)

$$y = \frac{-3\vec{a}}{2T}t + u \quad \begin{cases} y = -a \\ t = \frac{2T}{3} \end{cases}$$

$$-a = \frac{-3\vec{a}}{2T} \cdot \frac{2T}{3} + u$$

$$-a = -\vec{a} + u \quad | +\vec{a}$$

$$\vec{a} = u$$

$$-a = \frac{-3\vec{a}}{T} \cdot \frac{2T}{3} + u$$

$$-a = -2\vec{a} + u \quad | +2\vec{a}$$

$$\vec{a} = u$$

$$-\frac{3\vec{a}}{T}t + \vec{a}$$

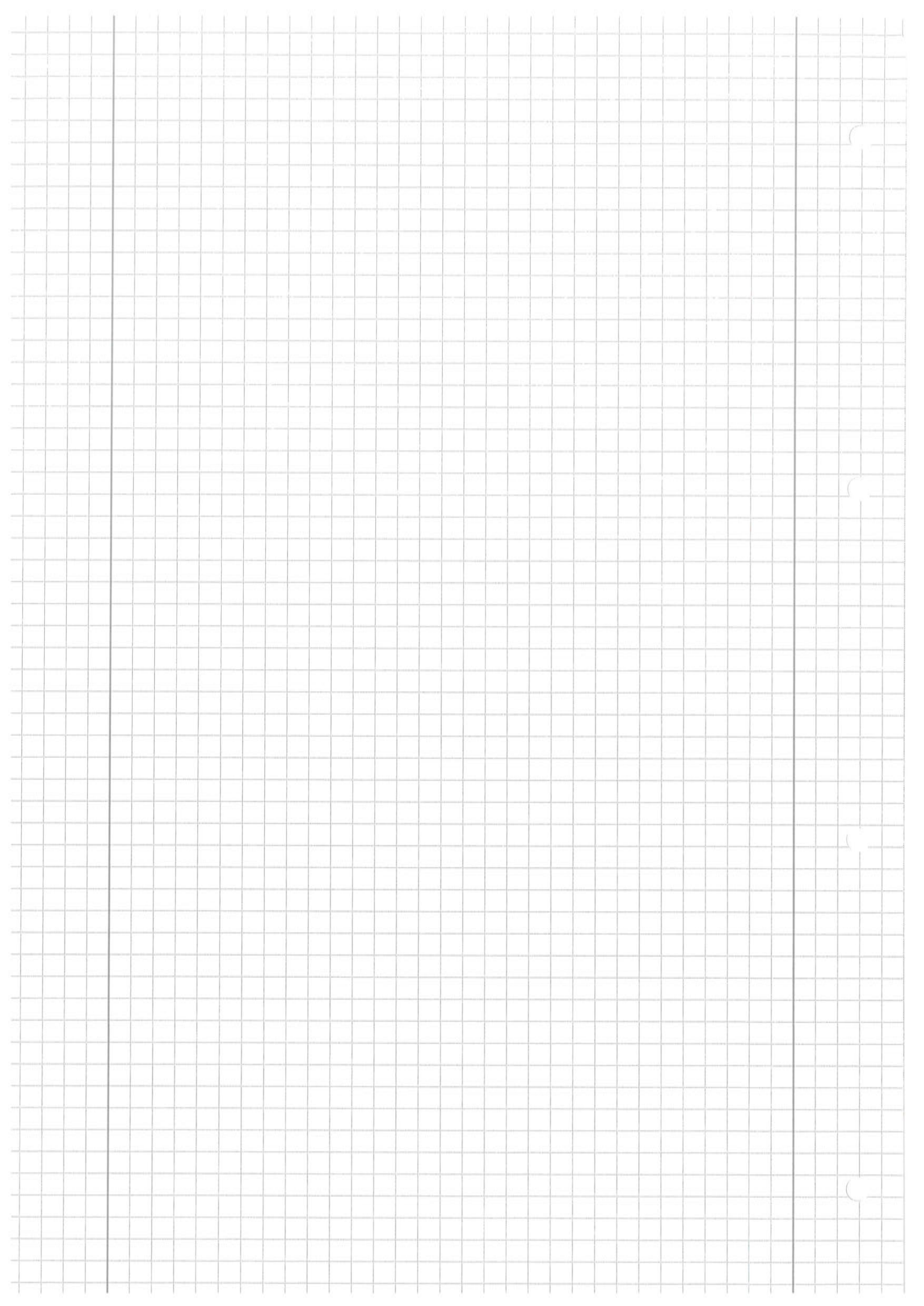
$$\frac{3\vec{a}}{T}t - 3\vec{a}$$

$$0 = \frac{3\vec{a}}{T}t + u \quad | -3\vec{a}$$

$$-3\vec{a} = u$$

$$\vec{a} + \left(-\frac{3\vec{a}}{T}t + \vec{a}\right) + \frac{3\vec{a}}{T}t - 3\vec{a}$$

$$\vec{u} = \frac{1}{T} \left[\int_0^{\frac{T}{3}} u_1(t) + \int_{\frac{T}{3}}^{\frac{2T}{3}} u_2(t) + \int_{\frac{2T}{3}}^T u_3(t) \right]$$



2)

$$a) \quad \bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt$$

$$u(t) = \bar{u} + \left(-\frac{3\bar{u}}{2T}(t-3\bar{u})\right) + \frac{3\bar{u}}{2T}t - \bar{u}$$

=

$$0 < t < \frac{T}{3}$$

$$u(t) = 16V \hat{=} \bar{u}$$

$$\frac{T}{3} < t < \frac{2T}{3}$$

$$u(t) = \cancel{16V} - \frac{3\bar{u}}{2T} - 3\bar{u}$$

$$\frac{2T}{3} < t < T$$

$$u(t) = \frac{3\bar{u}}{2T} - \bar{u}$$

