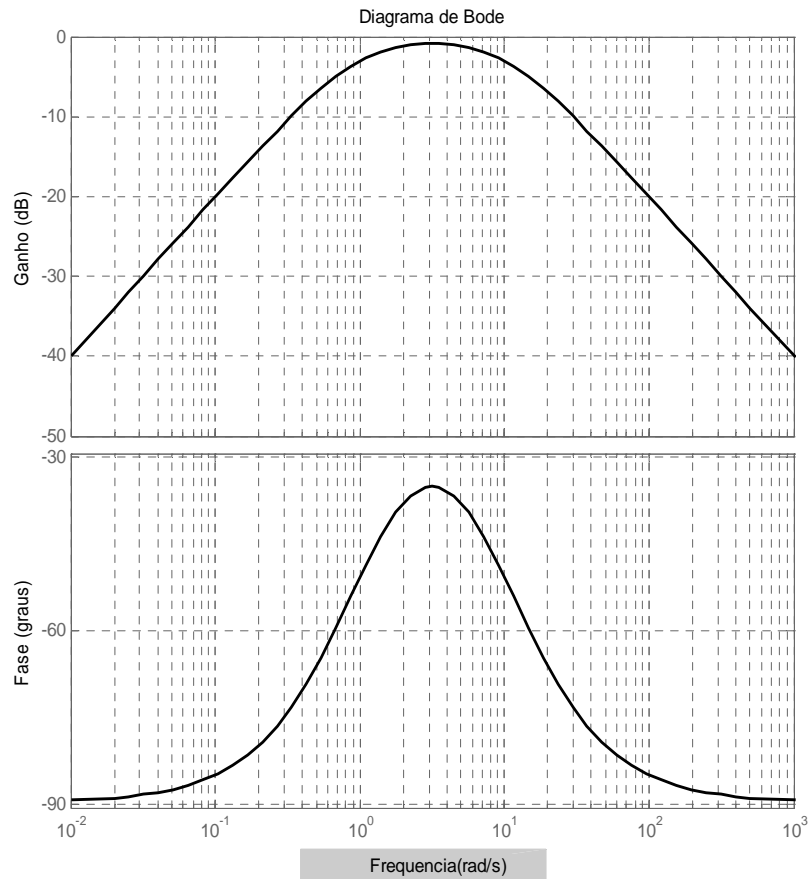


# 318 - ENGENHARIA ELÉTRICA - CONTROLE DE PROCESSOS ELETRÔNICOS

**01.** Encontre a função de transferência correspondente ao diagrama de Bode abaixo.



**02.** Dado o sistema dinâmico

$$\frac{d^3x(t)}{dt^3} + a_2 \frac{d^2x(t)}{dt^2} + a_1 \frac{dx(t)}{dt} + a_0x(t) = b_0u(t)$$

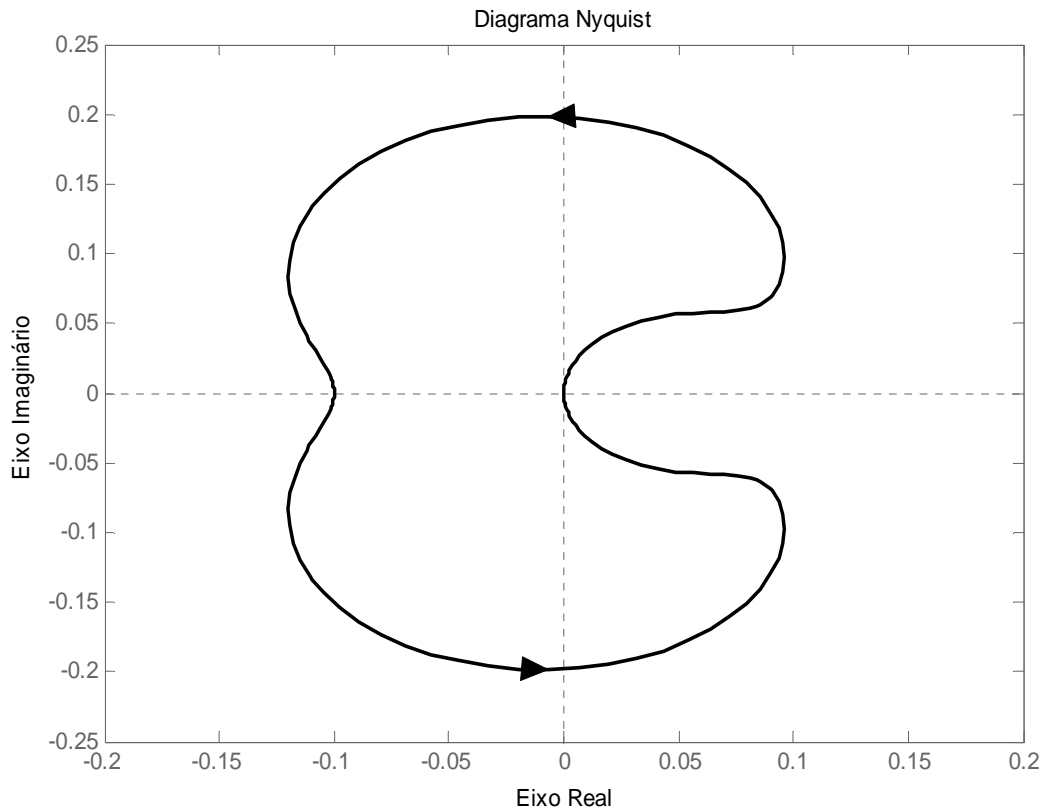
Onde:  $x(t)$  é a saída do sistema e  $u(t)$  é a entrada.

- Considerando que todos os estados são mensuráveis, projete uma realimentação de estado que aloque todos os polos na posição  $-\rho$ .
- Projete um observador de estado de ordem completa para o sistema.

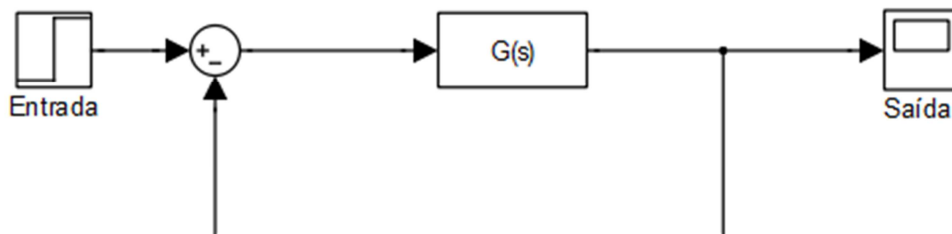
$$C(s) = \frac{2(s+1)}{(s+10)}$$

**03.** Dada a função de transferência de um compensador  $C(s) = \frac{2(s+1)}{(s+10)}$ , obtenha a equação de diferença correspondente. Utilize o mapeamento de polos e zeros considerando o tempo de amostragem de 0,1 segundos. A entrada do controlador é  $e(t)$  e a saída é  $u(t)$ .

**04.** A função de transferência  $G(s)$  que originou o diagrama de *Nyquist* abaixo possui um zero e dois polos no semiplano direito do plano  $S$ , respectivamente.

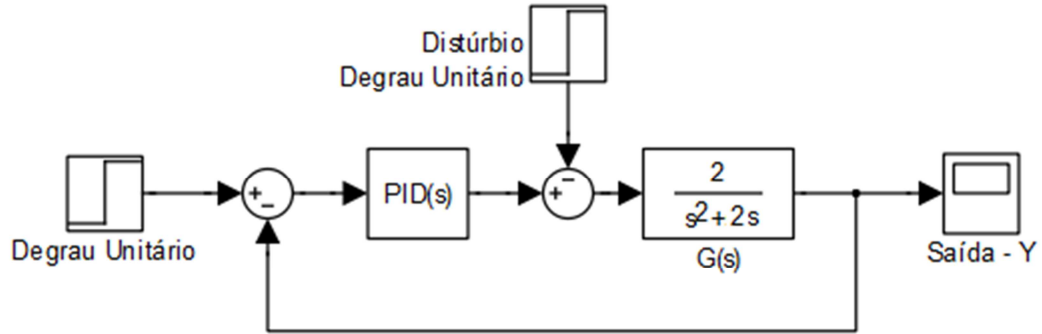


$G(s)$  opera na configuração em malha fechada abaixo. Se a malha fechada for instável, é possível adicionar um ganho em  $G(s)$ ,  $kG(s)$ , para estabilizar a malha, e qual seria a faixa de valores de  $k$  que estabilizaria o sistema?



$$G(s) = \frac{2}{s(s+2)}$$

**05.** Considerando um processo . Usando lugar das raízes, obtenha um controlador do tipo PID que gere uma resposta de malha fechada (realimentação unitária) com polos dominantes na posição correspondente ao amortecimento  $\zeta=0,7$ , frequência natural  $\omega_n=0,7$  rad/s e erro estacionário nulo para entrada e distúrbio do tipo degrau unitário.





**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
REITORIA**

Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-255 – Vitória – ES  
27 27 33577500

# **CONCURSO PÚBLICO**

**EDITAL Nº 03/2014**

**Professor do Magistério do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**

**ÁREA/SUBÁREA/ESPECIALIDADE: 318**

**ENGENHARIA ELÉTRICA / CONTROLE DE PROCESSOS  
ELETRÔNICOS**

## **Caderno de Prova**

**INSTRUÇÕES:**

- 1- Aguarde autorização para abrir o caderno de provas.
- 2- Após a autorização para o início da prova, confira-a, com a máxima atenção, observando se há algum defeito (de encadernação ou de impressão) que possa dificultar a sua compreensão.
- 3- A prova terá duração máxima de 4h (quatro horas).
- 4- A prova é composta de 5 (cinco) questões discursivas.
- 5- As respostas às questões deverão ser assinaladas no Caderno de Provas a ser entregue ao candidato.
- 6- A prova deverá ser feita, obrigatoriamente, com caneta esferográfica (tinta azul escuro ou preta).
- 7- A interpretação dos enunciados faz parte da aferição de conhecimentos. Não cabem, portanto, esclarecimentos.
- 8- O Candidato deverá devolver ao Fiscal o Caderno de Provas, ao término de sua prova.

**Reservado**

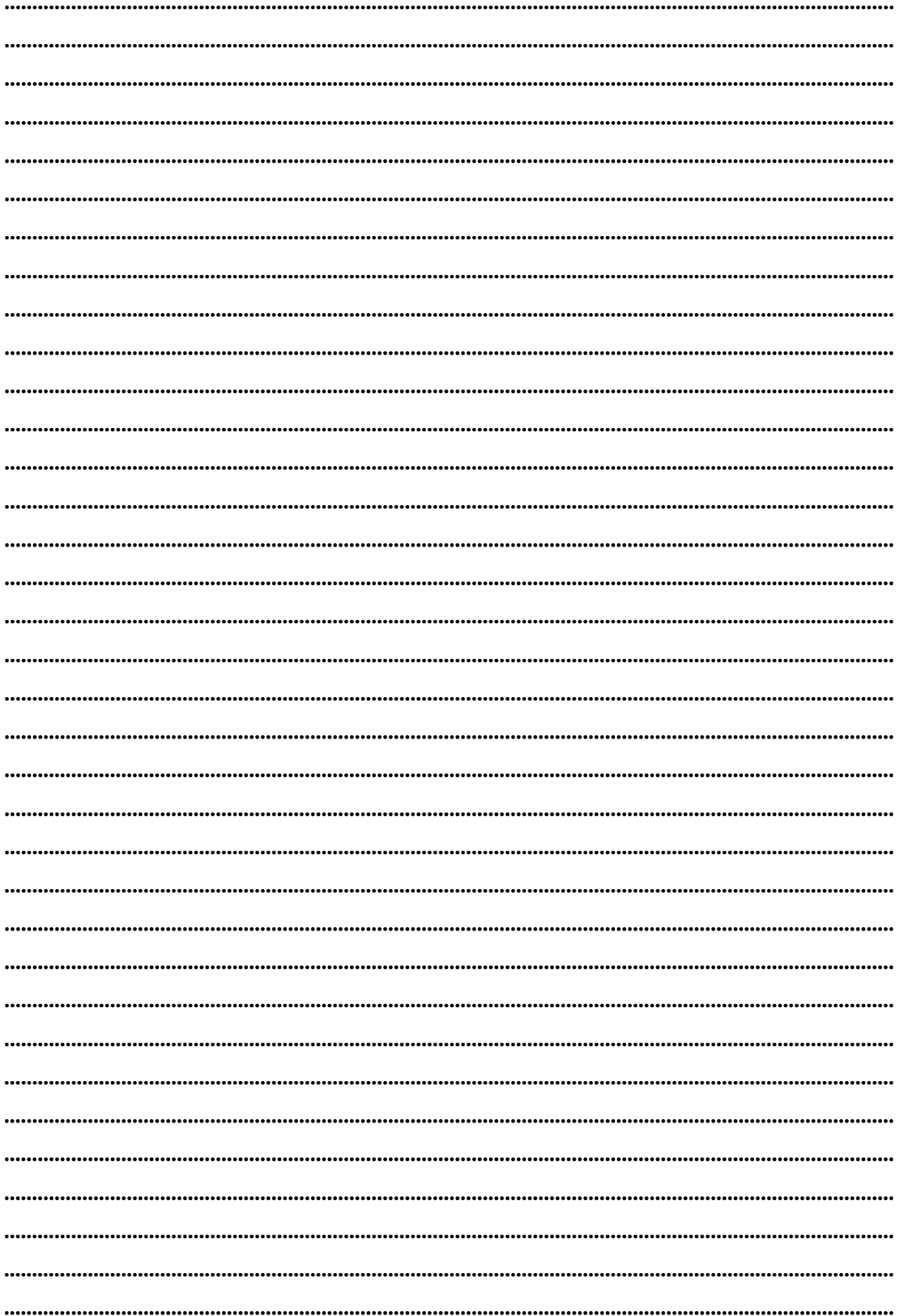
**Não escreva neste campo**

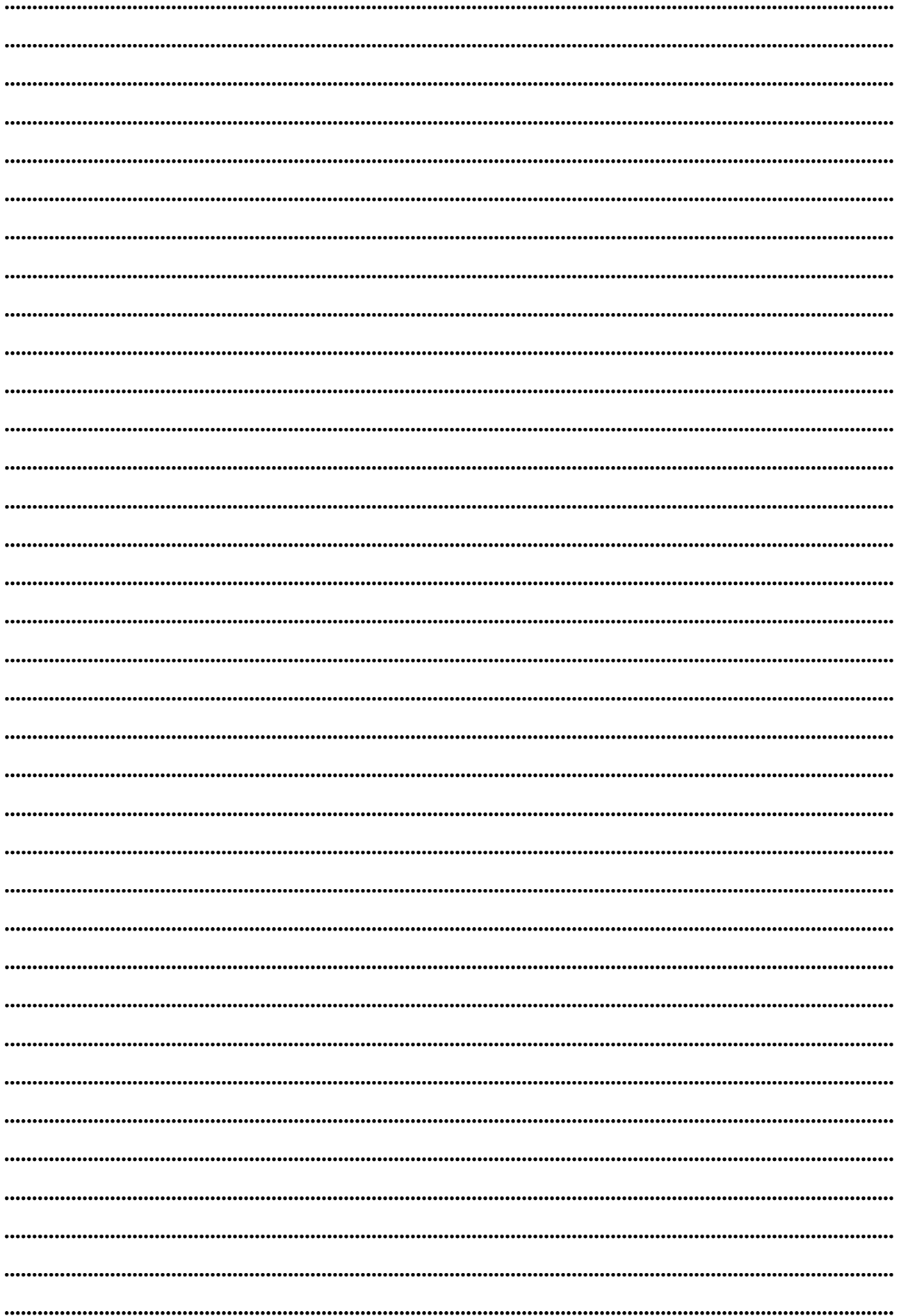
Nome:	
Inscrição:	Assinatura:

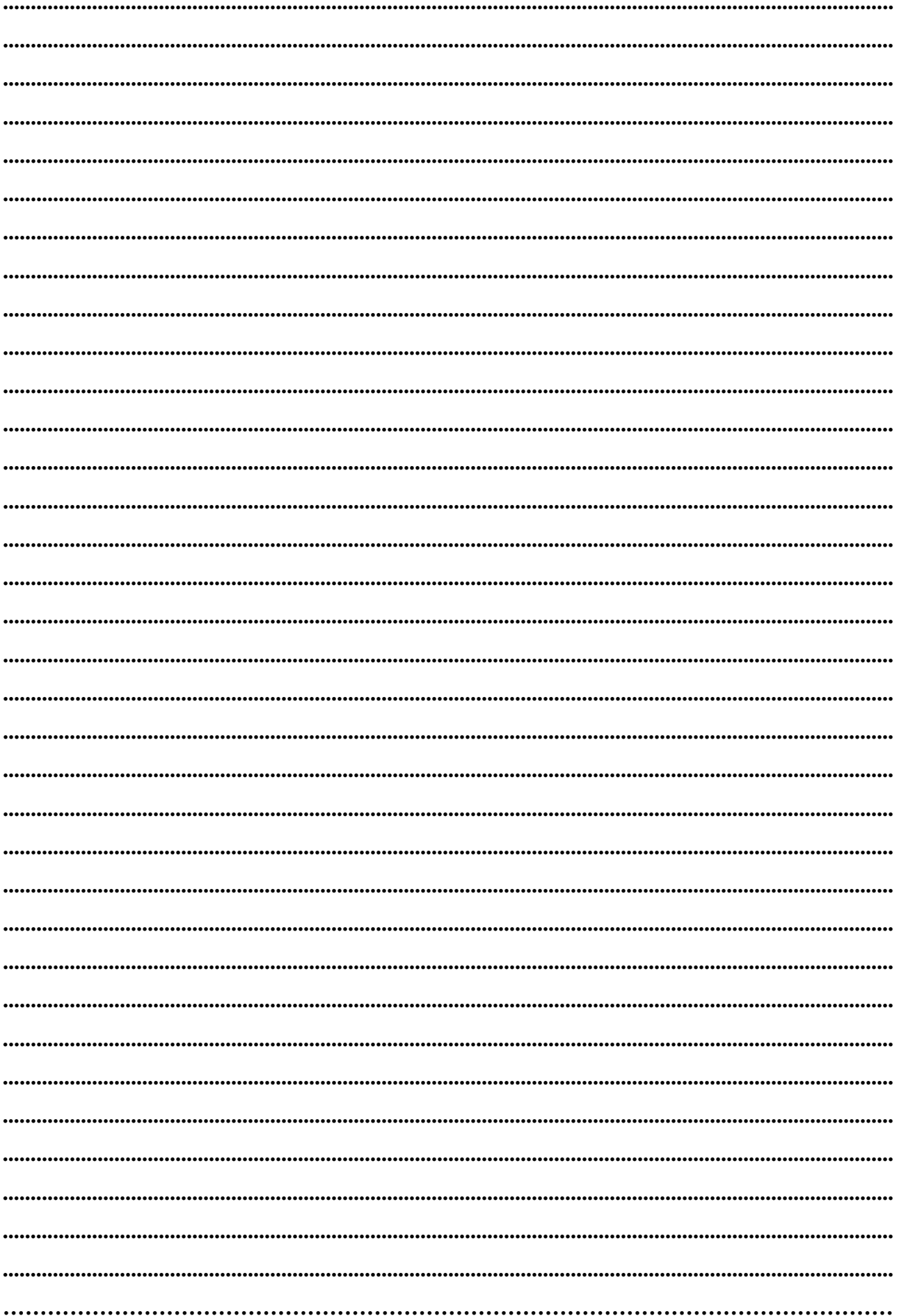
**Reservado**

**Não escreva neste campo**

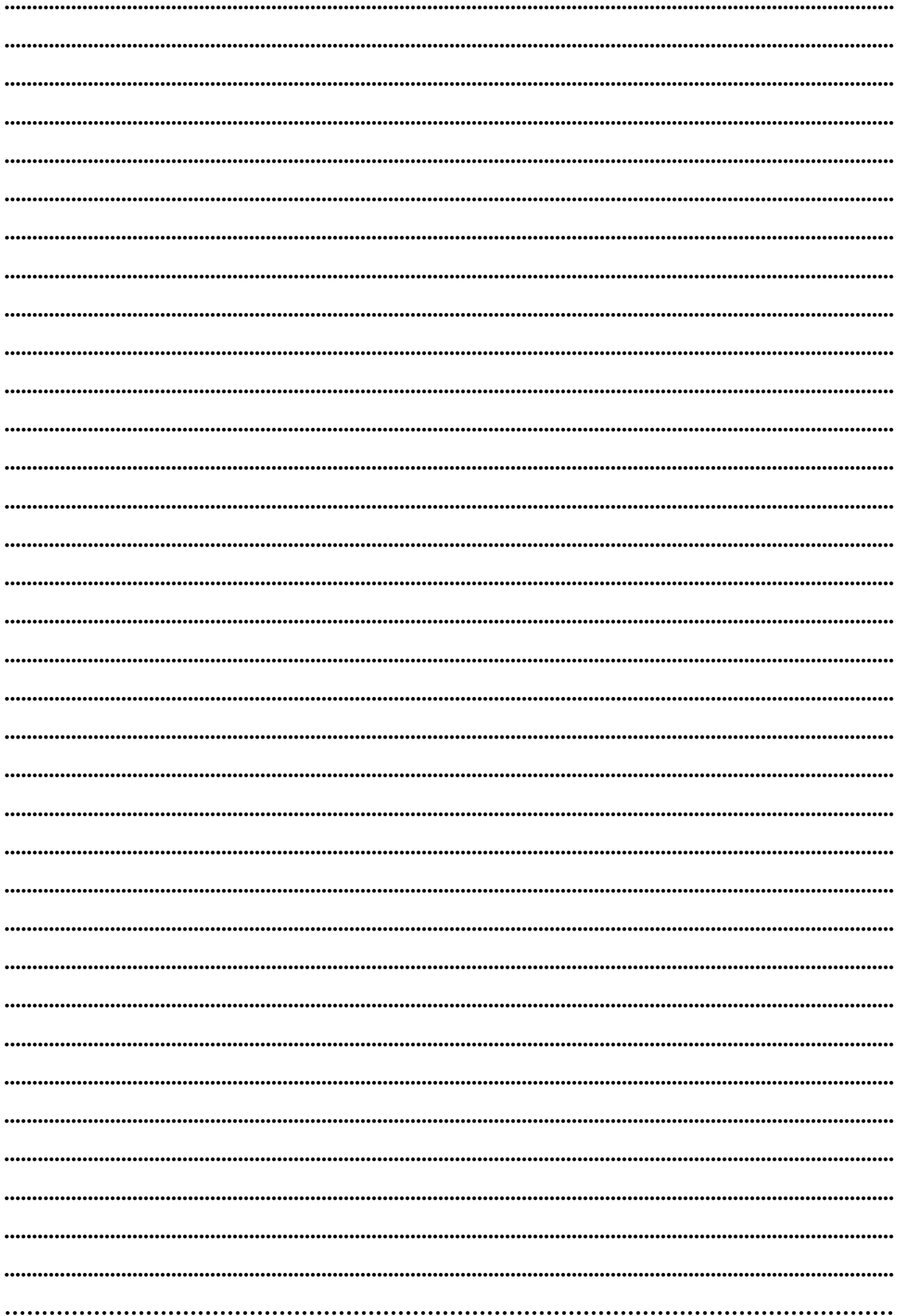


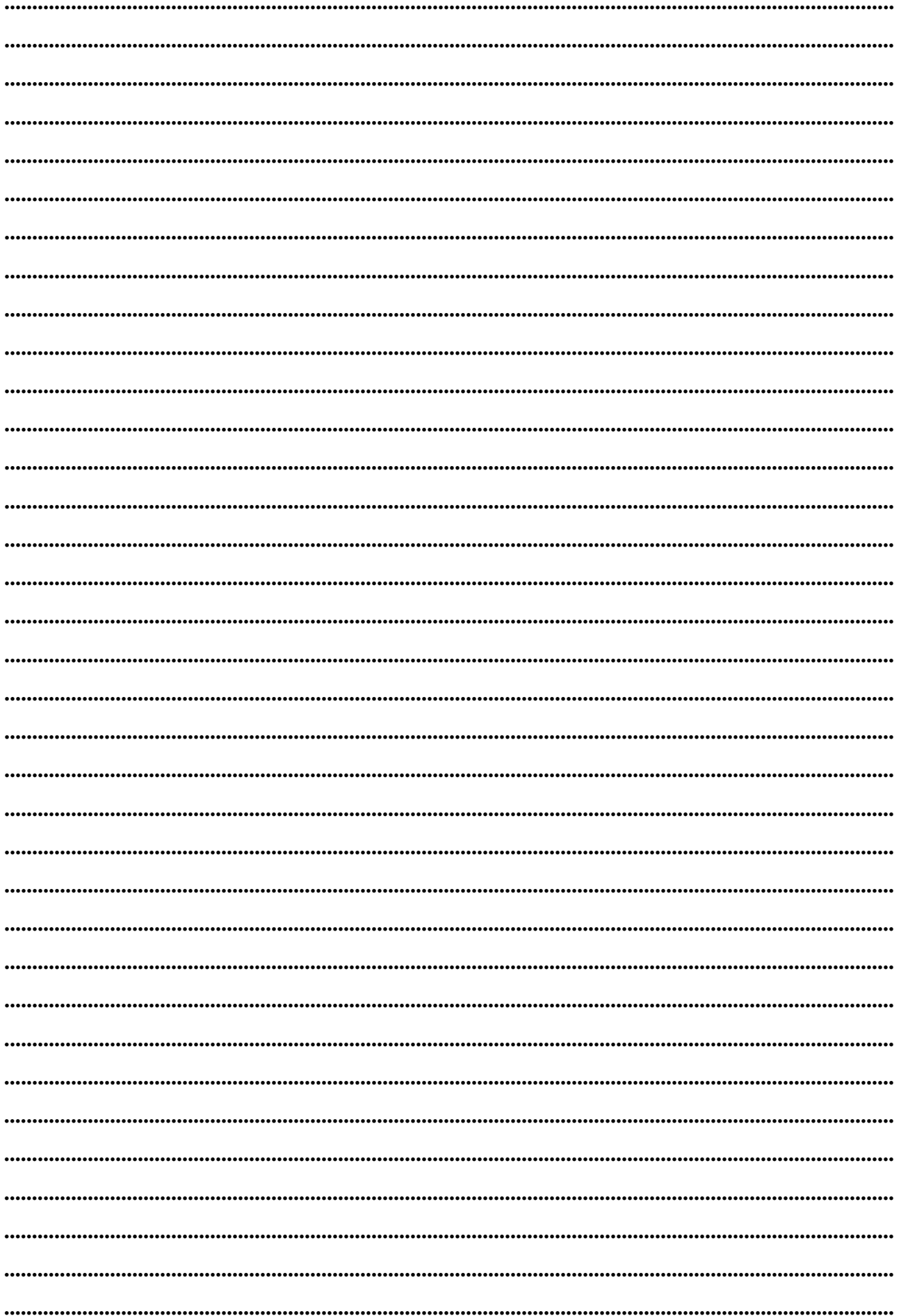


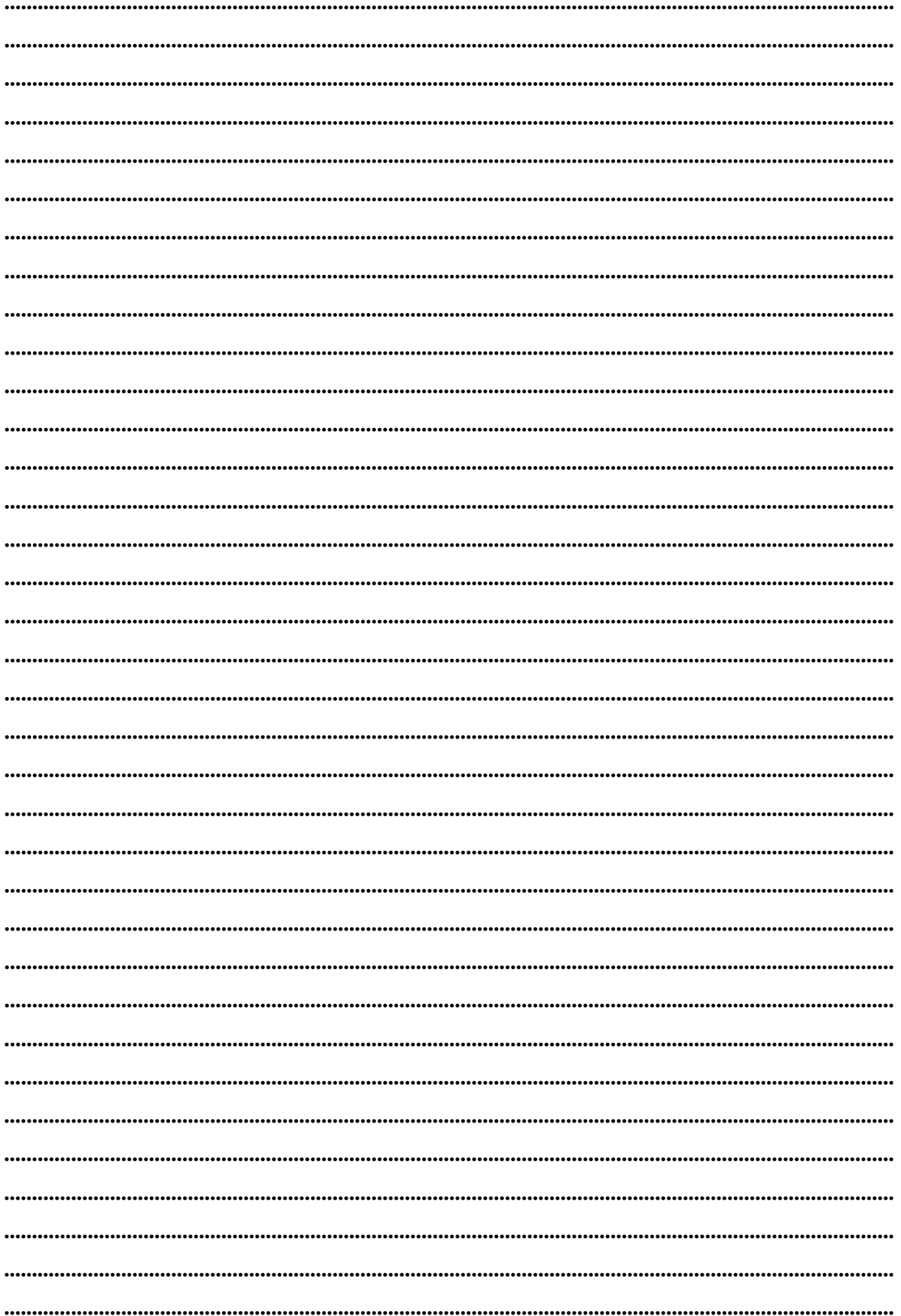


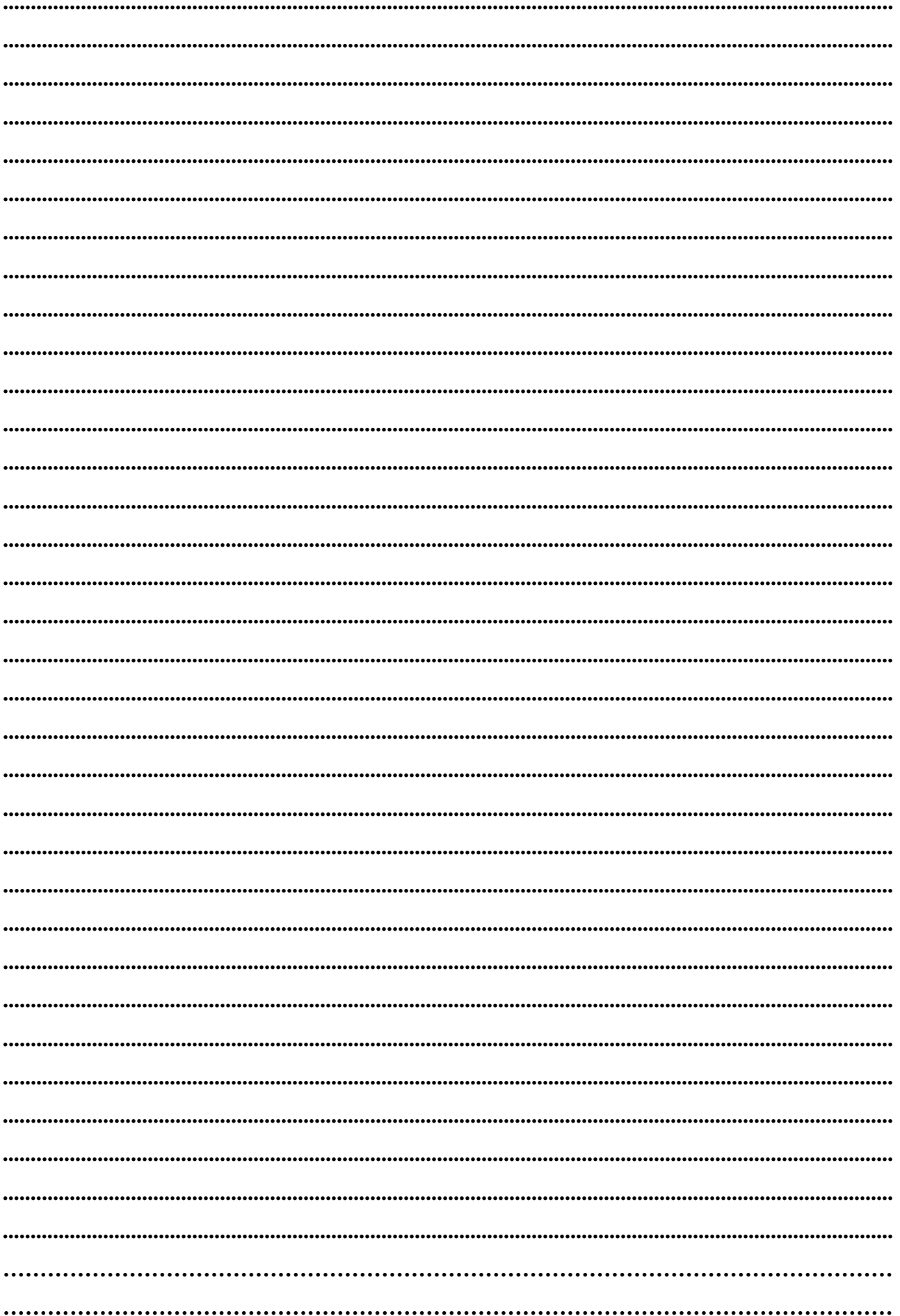


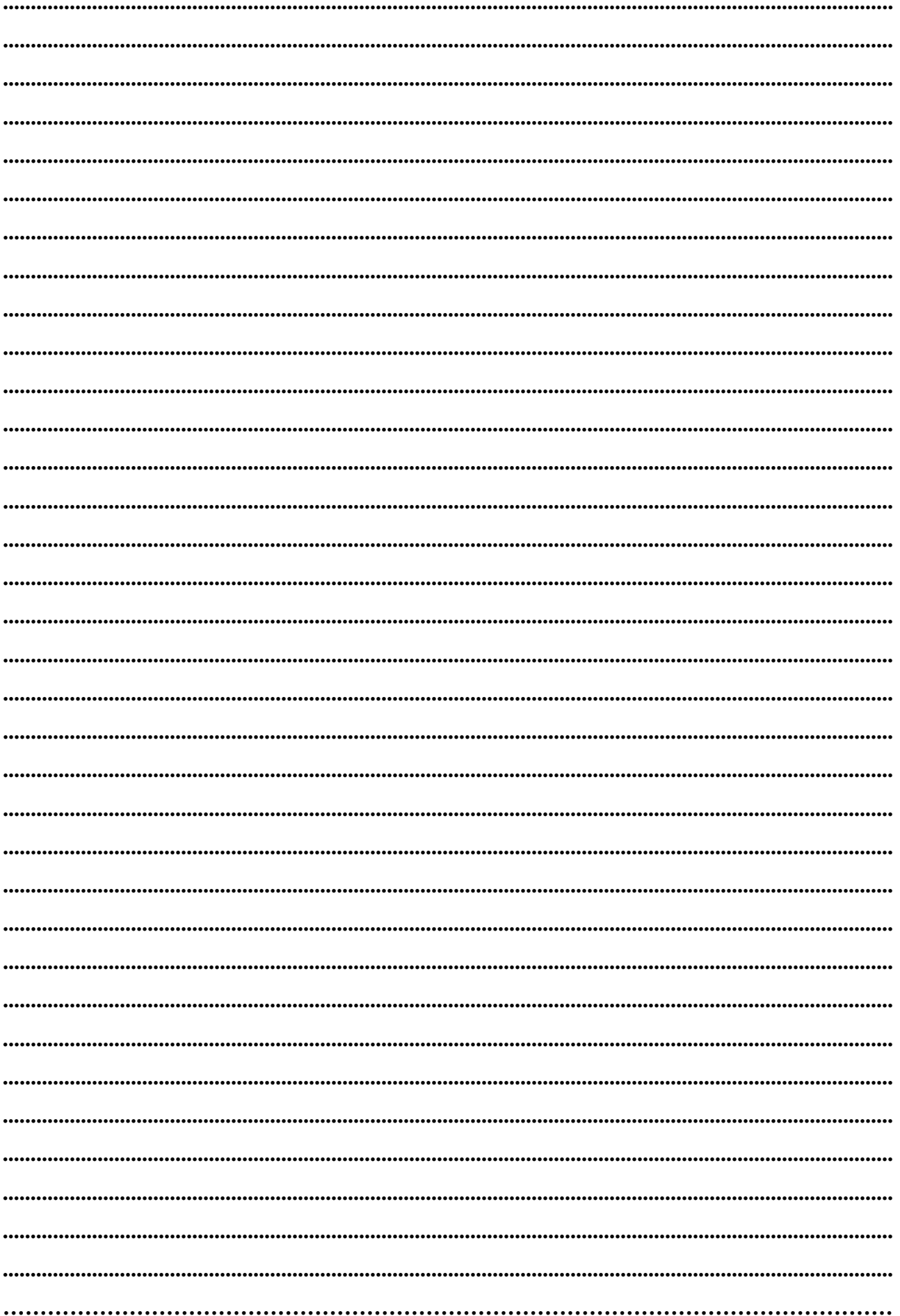


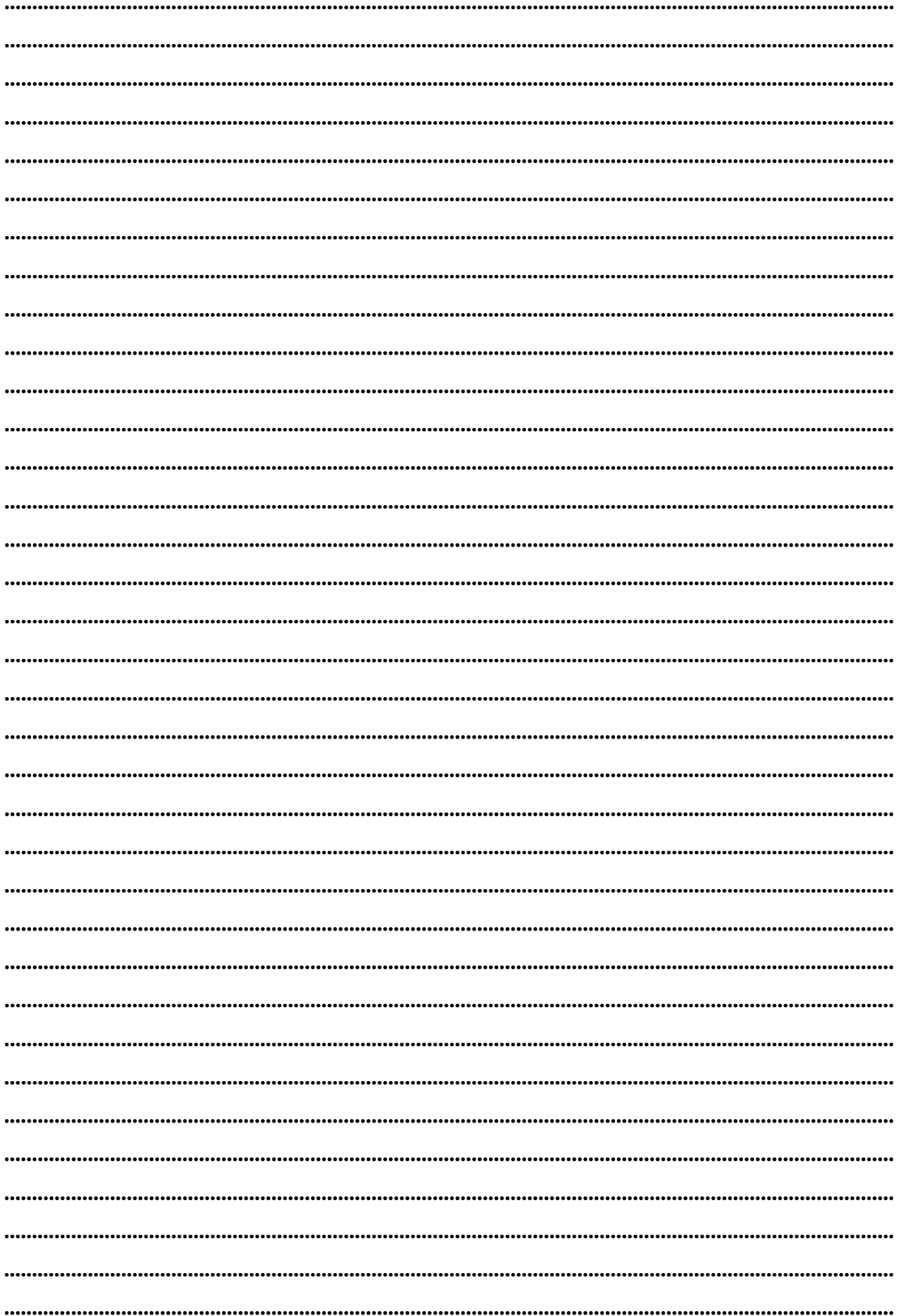


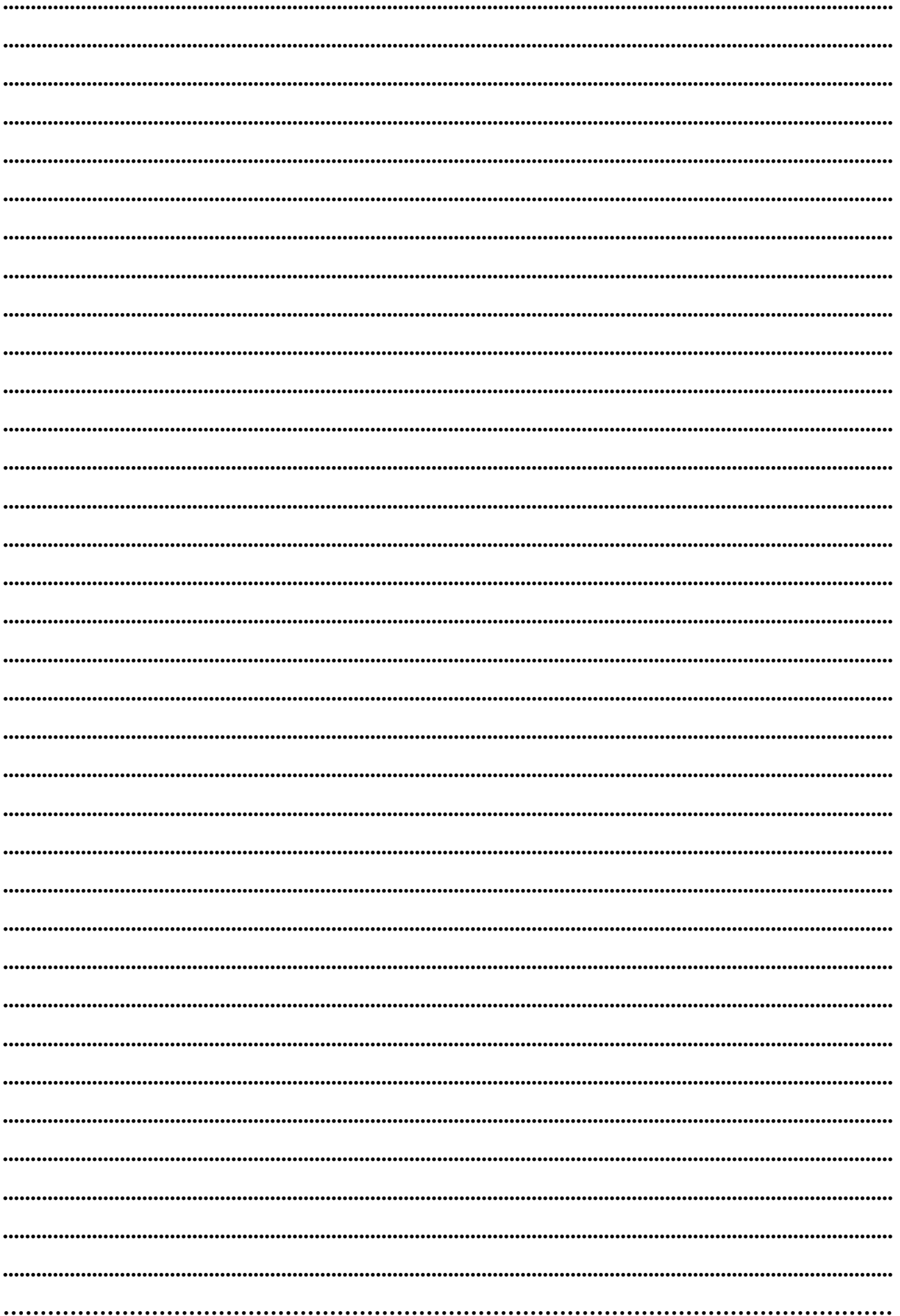


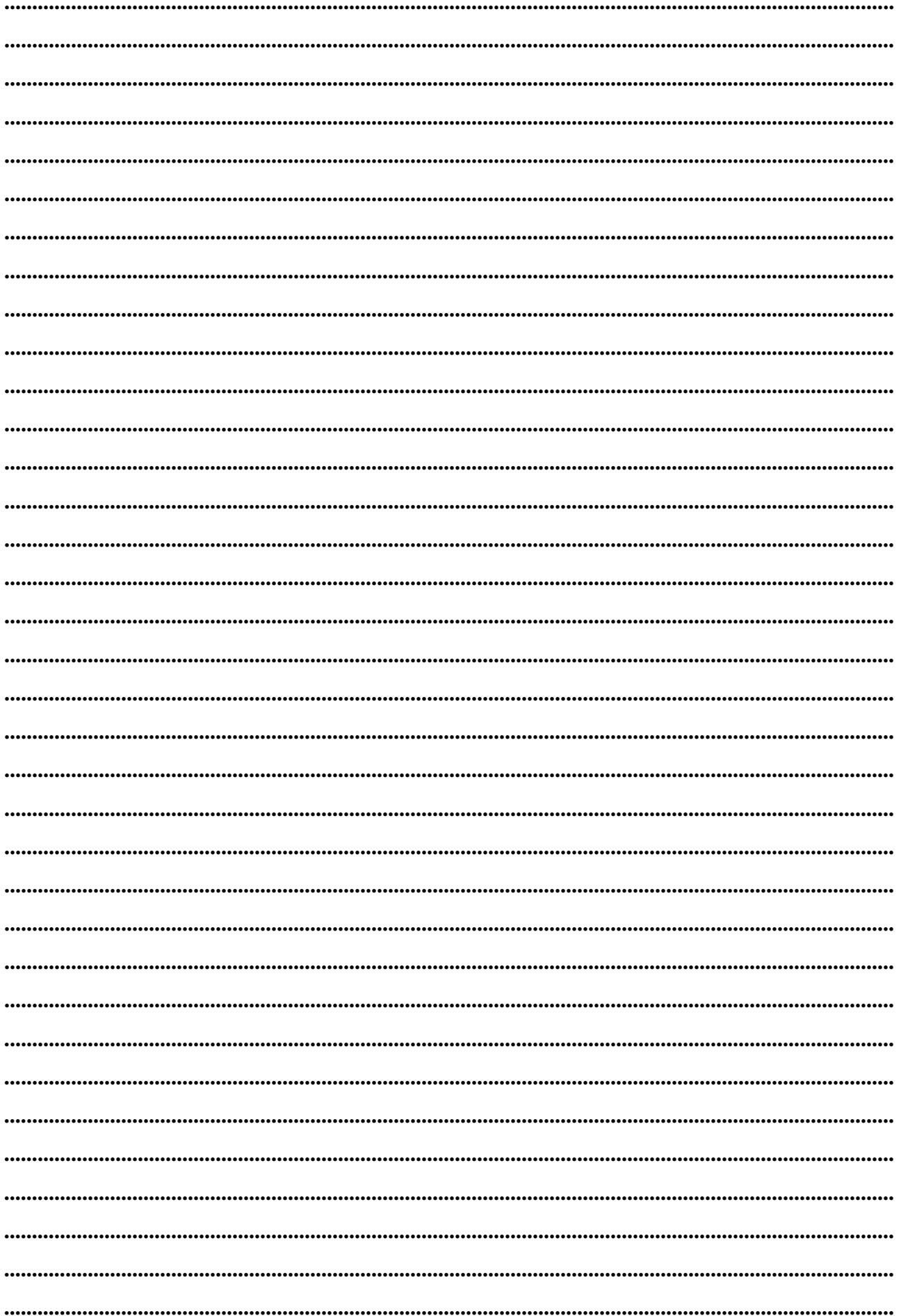




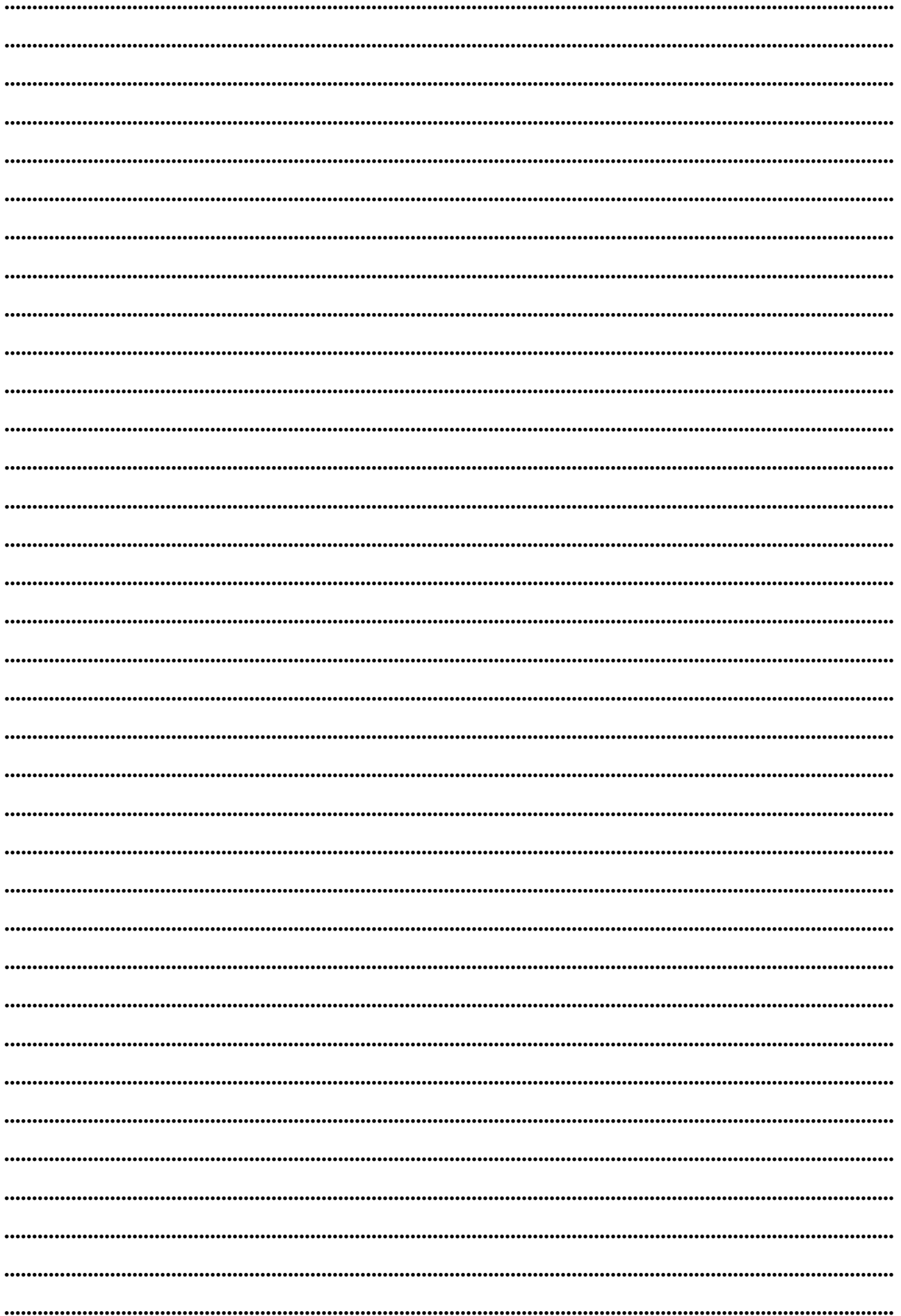


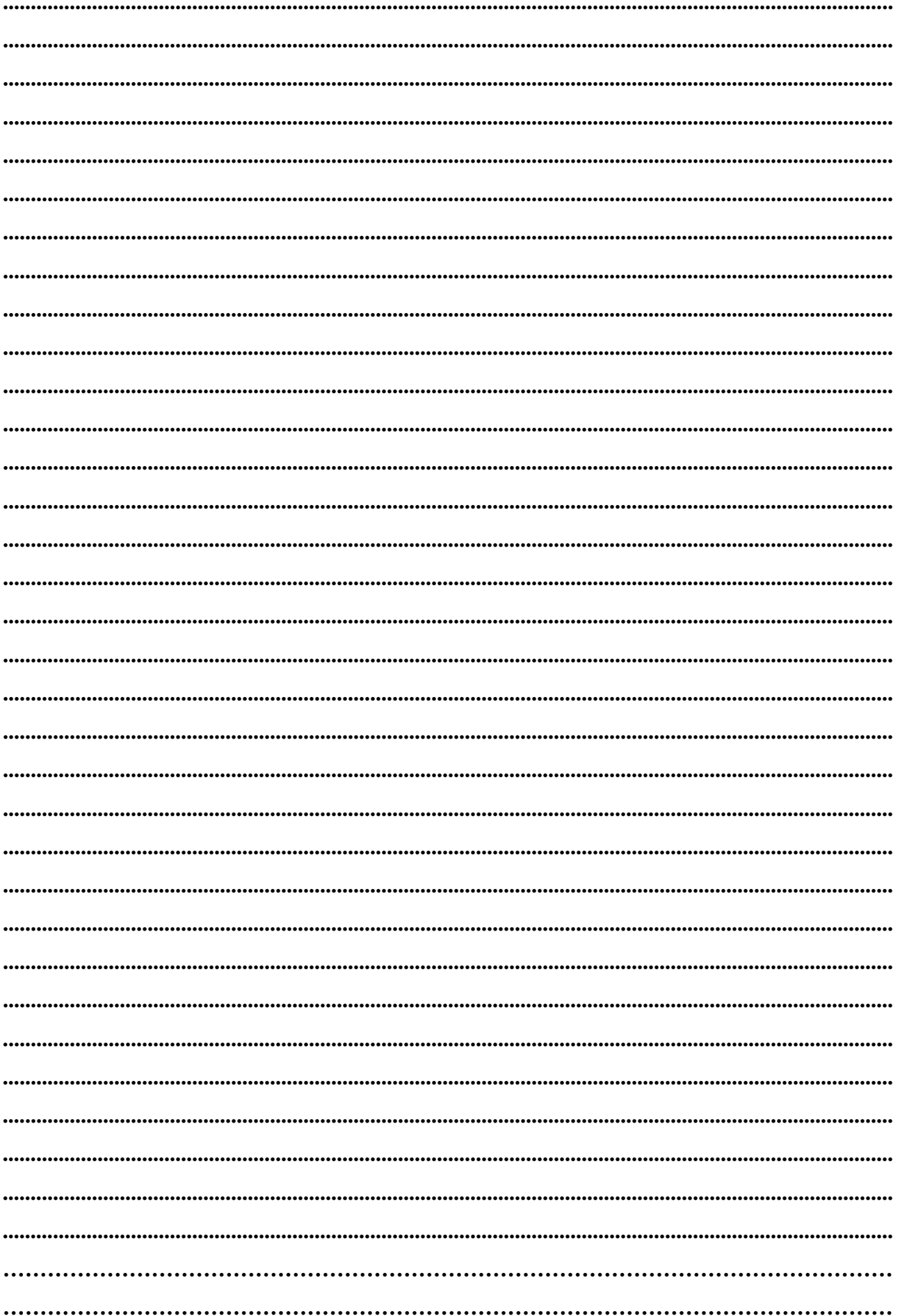


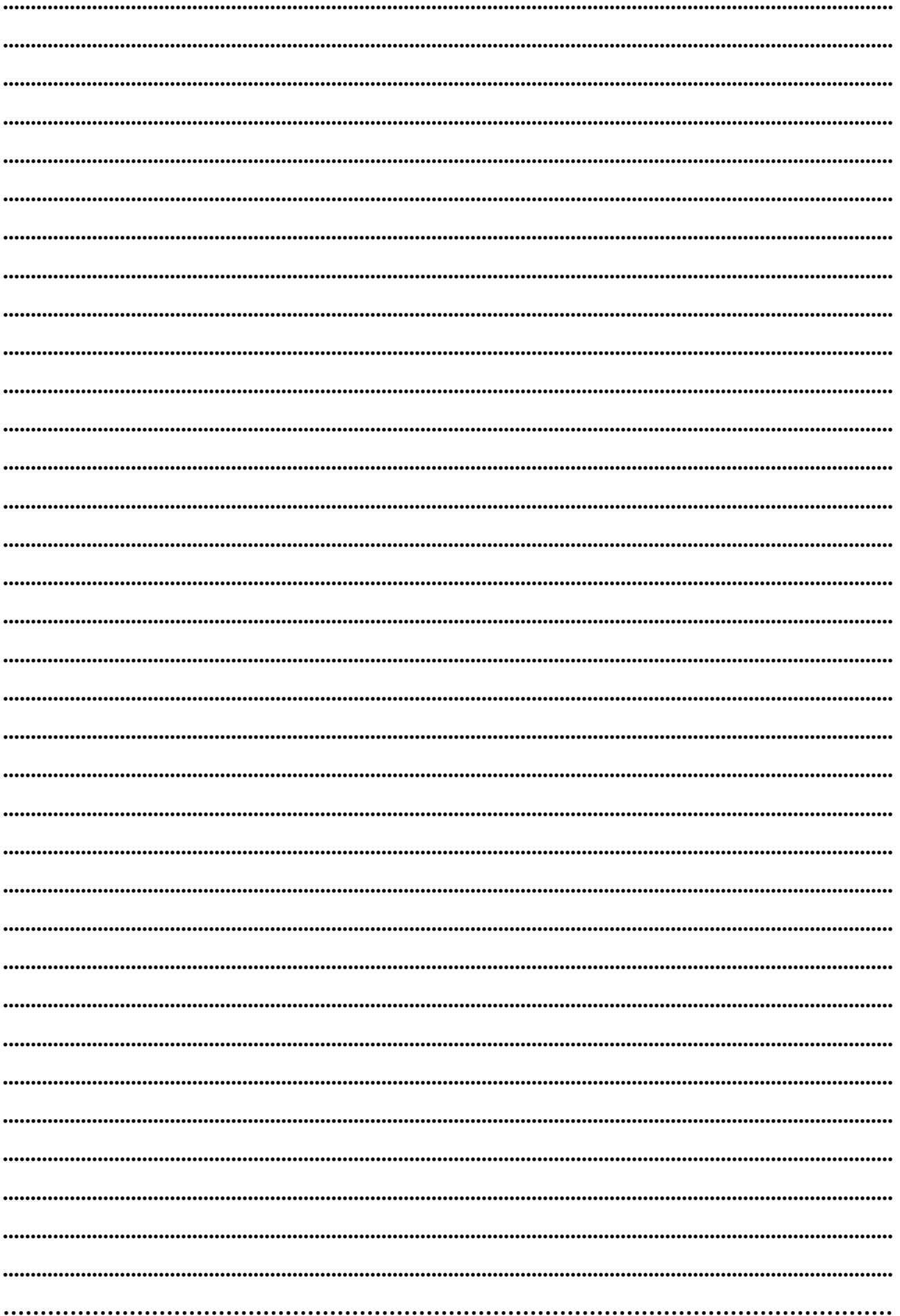


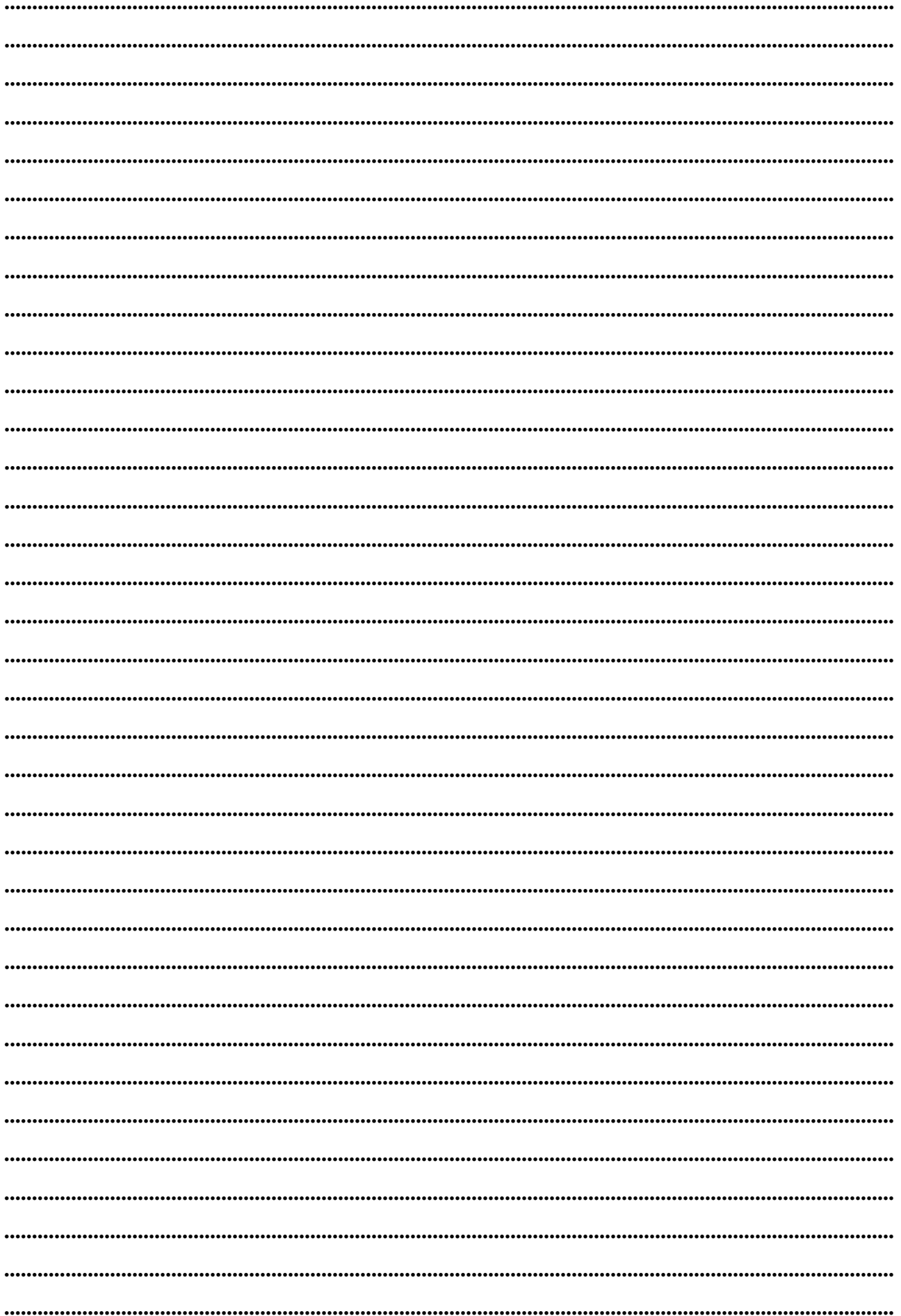


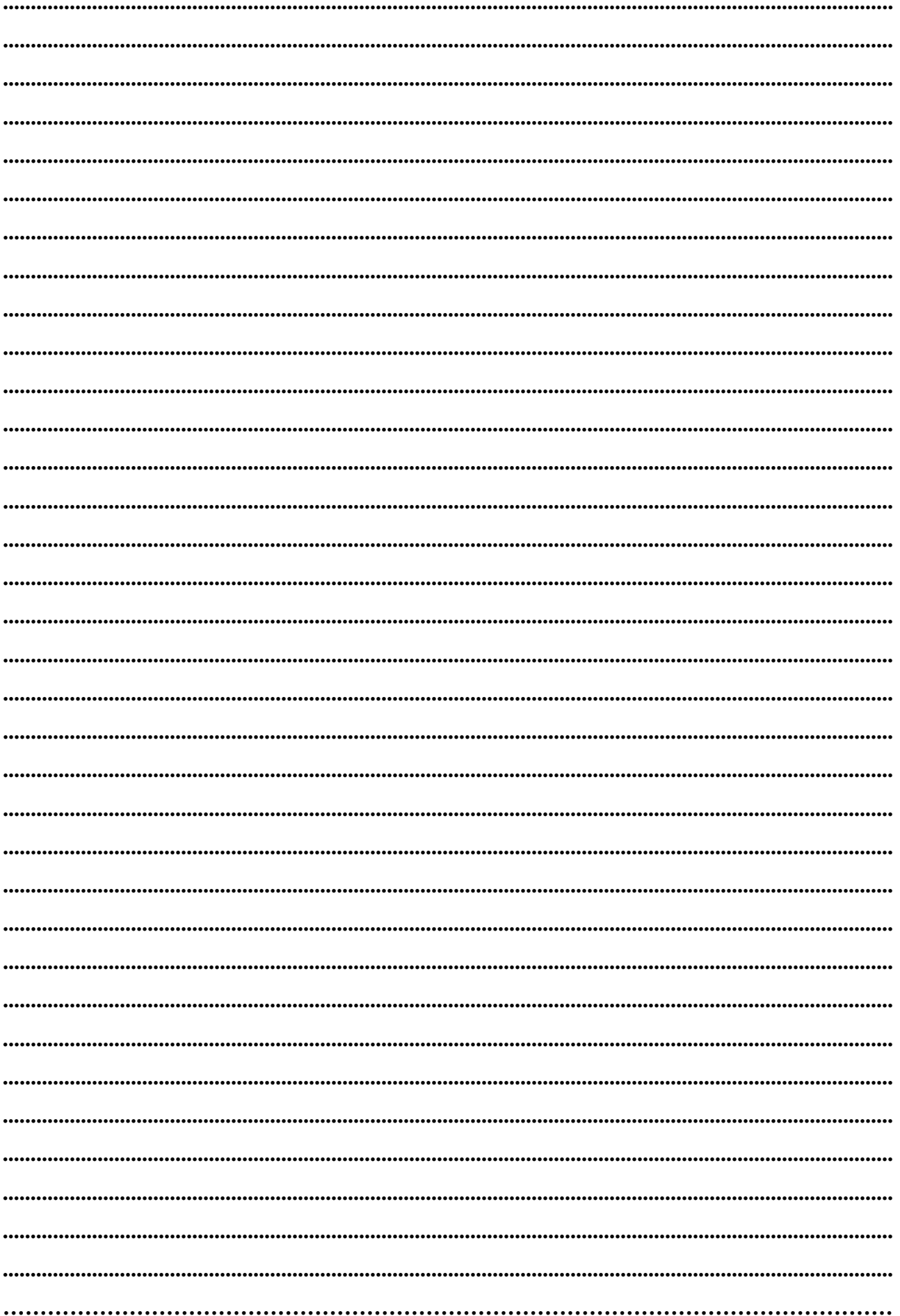


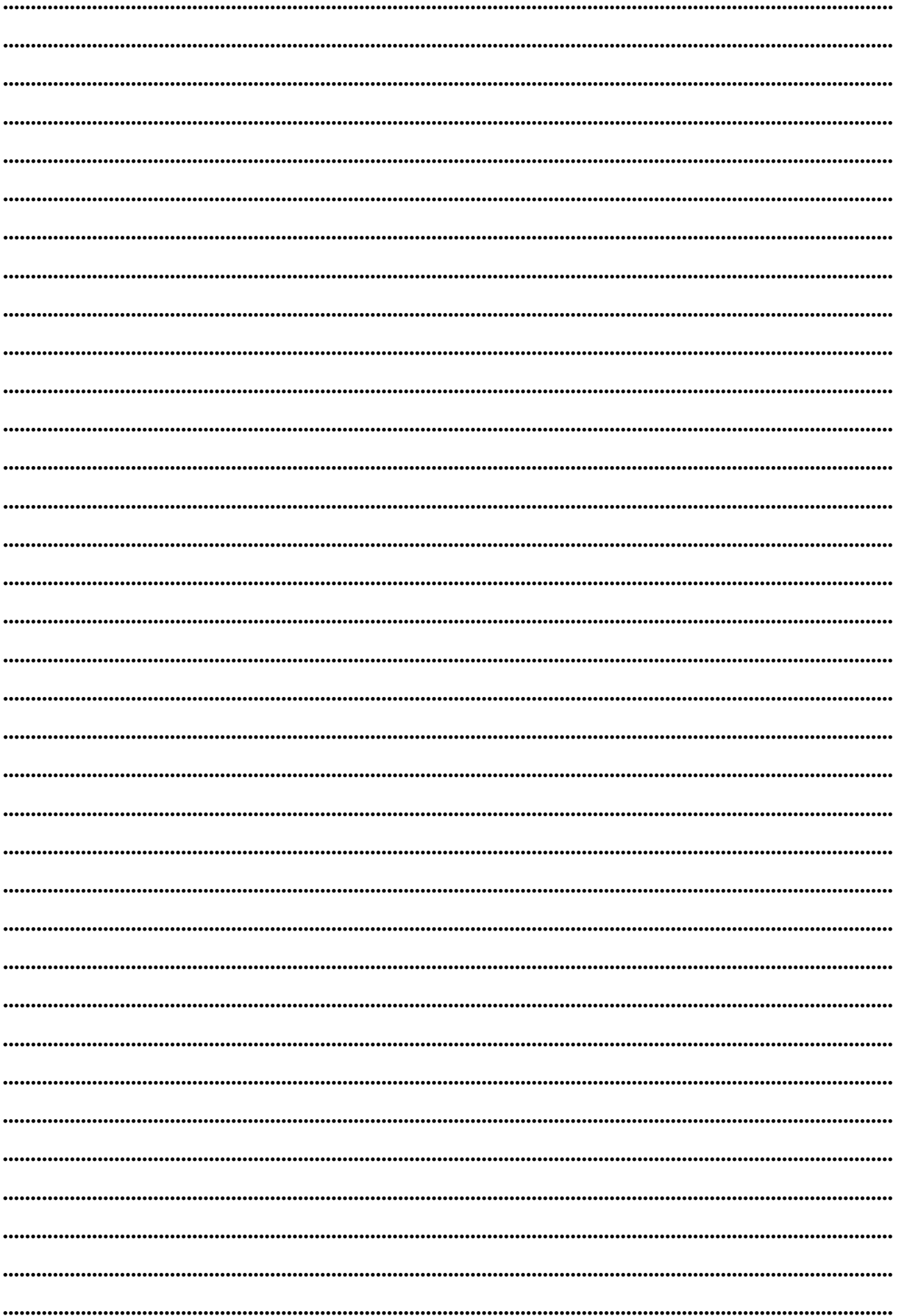


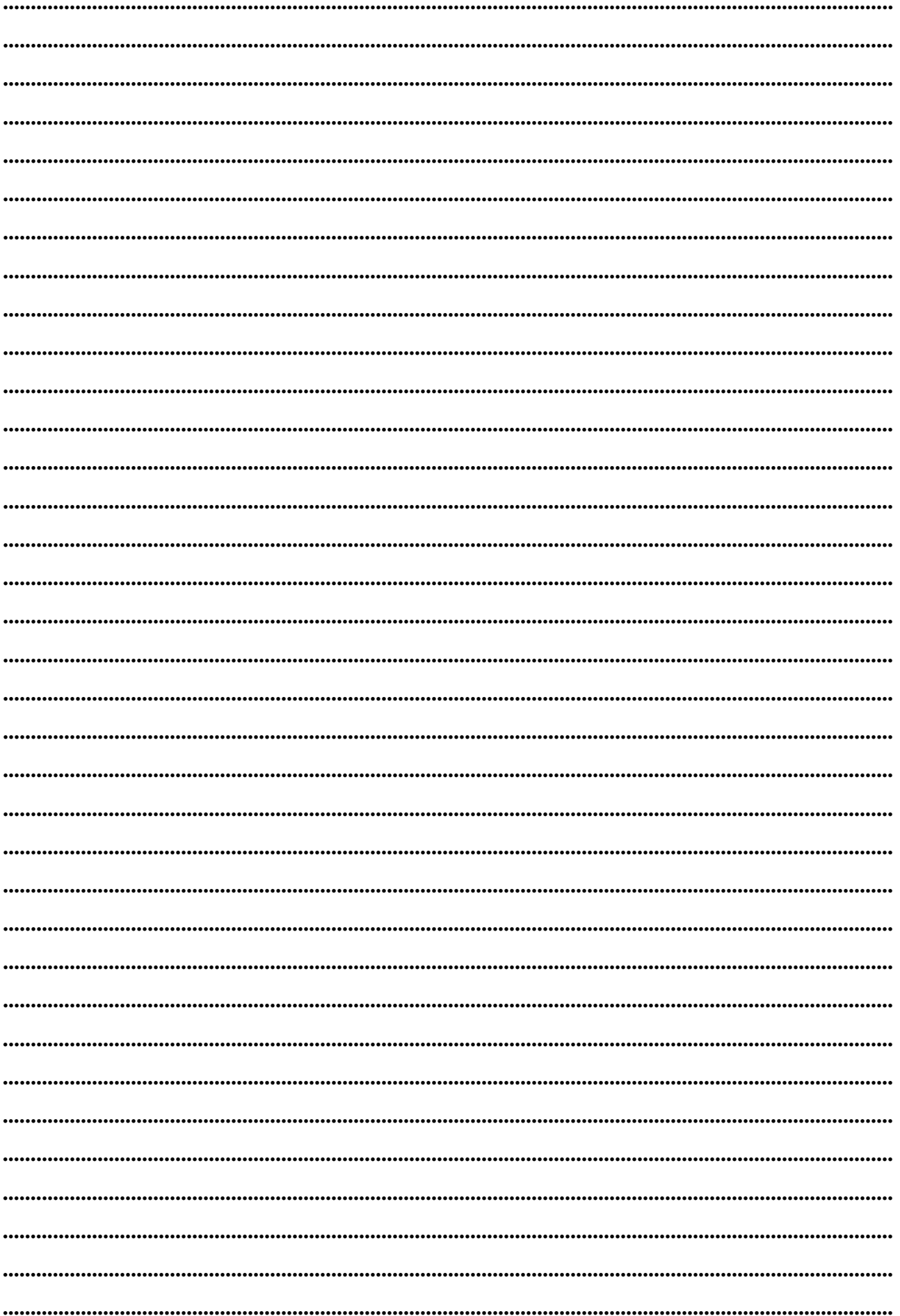


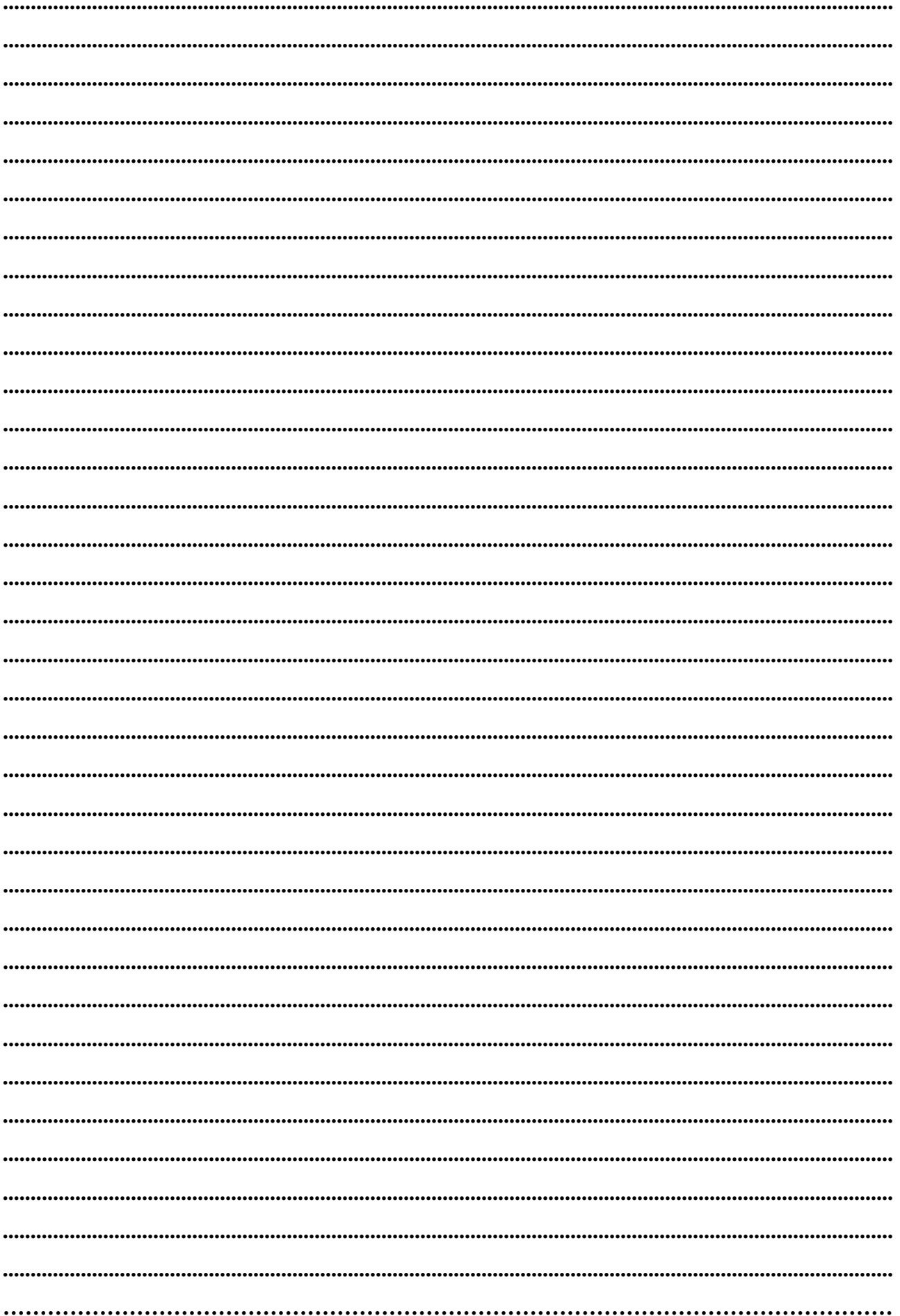
















**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**REITORIA**

Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-255 – Vitória – ES  
27 3357-7500

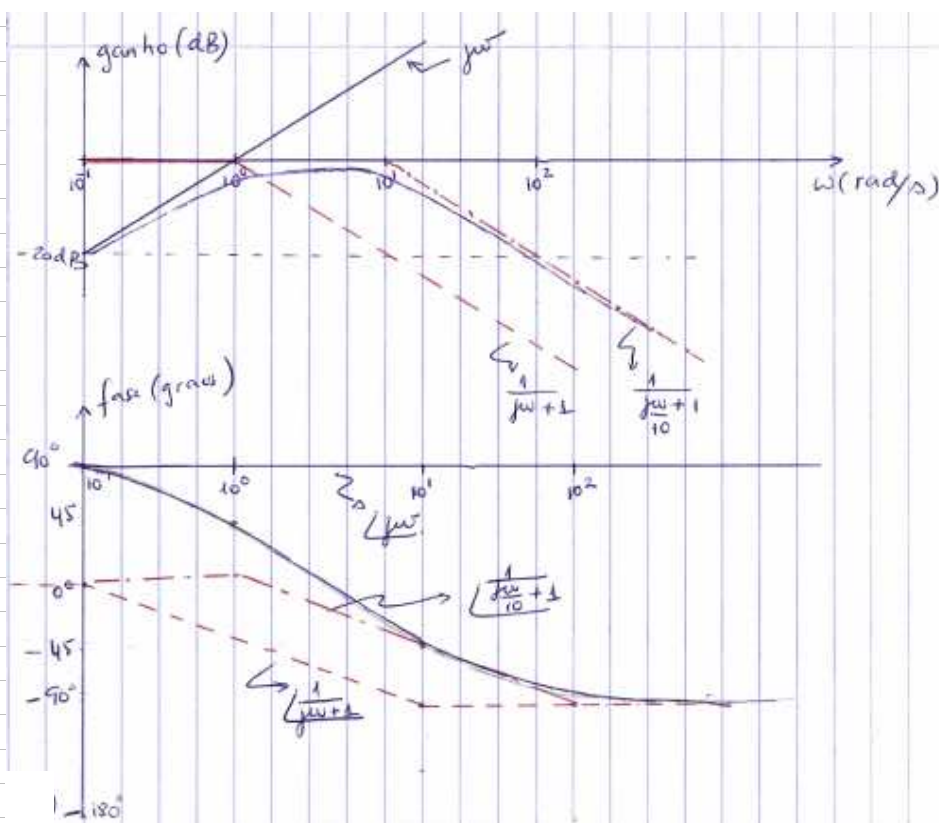
**CONCURSO PÚBLICO**  
**EDITAL Nº 03 / 2014**

**Professor do Magistério do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**

<b>ÍNDICE DE INSCRIÇÃO</b>	318
<b>CAMPUS</b>	SERRA
<b>ÁREA/SUBÁREA/ESPECIALIDADE</b>	ENGENHARIA ELÉTRICA / CONTROLE DE PROCESSOS ELETRÔNICOS

**PROVA DE CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS | DISCURSIVA**  
**MATRIZ DE CORREÇÃO**

**QUESTÃO 01**



Ao traçar as assíntotas na curva de ganho tem-se:

$$G(j\omega) = \frac{j\omega}{(j\omega + 1)(j\frac{\omega}{10} + 1)}$$

Entretanto ao traçar a curva de fase para  $G(j\omega)$  esta se mostra diferente da apresentada no problema.

Em vez da curva de fase do problema iniciar em  $+90^\circ$ , devido ao zero na origem, a mesma origina-se em  $-90^\circ$ , O que indica a presença de um pólo no semi-plano direito. Logo, conclui-se que o pólo instável está em  $s = 1$  e O pólo estável está em  $s = -10$ . Corrigindo,

$$G(j\omega) = \frac{j\omega}{(j\omega - 1)(j\frac{\omega}{10} + 1)}$$

Logo

$$G(s) = \frac{10s}{(s - 1)(s + 10)}$$

## QUESTÃO 02

Da equação diferencial do sistema tem-se:

$$\frac{X(s)}{u(s)} = \frac{b_0}{s^3 + a_2s^2 + a_1s + a_0}$$

Qualquer realização mínima em espaço de estado da função de transferência acima, será controlável e observável.

**a)** Representando o sistema na forma canônica controlável

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -a_0 & -a_1 & -a_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = [b_0 \quad 0 \quad 0] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + [0]u$$

Onde:

$$x_1 = x; \quad x_2 = \dot{x}; \quad x_3 = \ddot{x}$$

$$u = -[k_0 \quad k_1 \quad k_2] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + R$$

Substituindo  $u$  na equação de estado

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ -(a_0 + k_0) & -(a_1 + k_1) & -(a_2 + k_2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} R$$

O projeto da realimentação deve alocar os pólos da equação característica do sistema realimentado na

localização desejada, no caso todos os pólos em  $-p$ .

Assim  $s^3 + (a_2+k_2)s^2 + (a_1+k_1)s + (a_0+k_0) = 0$  deve ser igual a equação característica desejada

$$s^3 + 3ps^2 + 3p^2s + p^3 = 0,$$

tem-se as equações:

$$a_2 + k_2 = 3p \quad \therefore \quad k_2 = 3p - a_2$$

$$a_1 + k_1 = 3p^2 \quad \therefore \quad k_1 = 3p^2 - a_1$$

$$a_0 + k_0 = p^3 \quad \therefore \quad k_0 = \underbrace{p^3 - a_0}$$

São os ganhos da  
Realimentação

**b)** Para o projeto do observador de estado de ordem completa, assume-se todos os pólos do observador em  $-\xi$ , onde  $\xi = 4p$ .

Representando o sistema na forma canônica observável

$$\begin{bmatrix} \dot{z}_1 \\ \dot{z}_2 \\ \dot{z}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -a_0 \\ 1 & 0 & -a_1 \\ 0 & 1 & -a_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \end{bmatrix}$$

A equação do observador é dada por:

$$\begin{bmatrix} \dot{\hat{z}}_1 \\ \dot{\hat{z}}_2 \\ \dot{\hat{z}}_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -a_0 \\ 1 & 0 & -a_1 \\ 0 & 1 & -a_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{z}_1 \\ \hat{z}_2 \\ \hat{z}_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} u + \begin{bmatrix} L_0 \\ L_1 \\ L_2 \end{bmatrix} (y - \hat{y})$$

$$\hat{y} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{z}_1 \\ \hat{z}_2 \\ \hat{z}_3 \end{bmatrix}$$

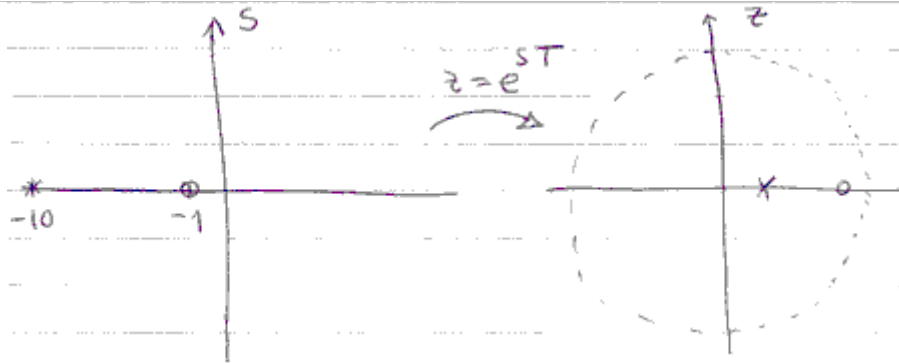
Aproveita-se a dualidade para concluir que os ganhos do observador são:

$$\begin{cases} L_0 = \xi^3 - a_0 \\ L_1 = 3\xi^2 - a_1 \\ L_2 = 3\xi - a_2 \end{cases}$$

Sabendo-se que existe uma matriz que transforma a forma canônica controlável em forma canônica observável, chamada T. Então:

$$\begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \\ \hat{x}_3 \end{bmatrix} = T^{-1} \times \begin{bmatrix} \hat{z}_1 \\ \hat{z}_2 \\ \hat{z}_3 \end{bmatrix}$$

### QUESTÃO 03



O mapeamento se dá pela relação:  $z = e^{sT}$

Assim,

$$C(z) = K \frac{(z - e^{-1 \times 0,1})}{(z - e^{-10 \times 0,1})} = K \frac{(z - 0,9048)}{(z - 0,3679)}$$

K é calculado para que C(z) tenha o mesmo ganho estático de C(s),

$$K \frac{(z - 0,9048)}{(z - 0,3679)} = 0,2$$

$$K = 1,3279$$

Assim,

$$u(k) = 0,3679u(k-1) + 1,3279e(k) - 1,2015e(k-1)$$

### QUESTÃO 04

Dados  $P_{OL} = 2$  e  $Z_{OL} = 1$ .

Do diagrama de Nyquist:

Os circundamentos do ponto -1,  $N = 0$ .

Do critério:  $Z_{MF} = N + P_{OL}$

$$Z_{MF} = 0 + 2 = 2$$

Logo o sistema em malha fechada é instável.

Desta forma nenhum ajuste de ganho levará este sistema a estabilidade. Para que o sistema em malha fechada fosse estável, o ponto -1 deveria ser circundado duas (2) vezes no sentido anti-horário.

### QUESTÃO 05

Especificação de desempenho:  $\xi = 0,7$ ,  $\omega_n = 0,7$ .

$$\text{Ponto de teste: } s_0 = -\xi\omega_n + j\omega_n\sqrt{1-\xi^2}$$

$$s_0 \cong -0,5 + j0,5$$

Se o controlador for proporcional,  $s_0$  não será lugar de raízes e a condição de erro estacionário não será cumprida:

$$e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} s \left[ \frac{1}{1 + CG(s)} \cdot \frac{1}{s} + \frac{G(s)}{1 + CG(s)} \cdot \frac{1}{s} \right] = \frac{1}{2K}$$

O que impede a utilização dessa ação de controle.

Se for utilizado um controle PI:

$$C(s) = \frac{kp \left( s + \frac{1}{Tikp} \right)}{s}$$

$$e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} s \left[ \frac{1}{1 + CG(s)} \cdot \frac{1}{s} + \frac{G(s)}{1 + CG(s)} \cdot \frac{1}{s} \right]$$

$$e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} s \left[ \frac{1}{1 + \frac{kp \left( s + \frac{1}{Tikp} \right)}{s} \cdot \frac{2}{s(s+2)}} + \frac{\frac{2}{s(s+2)}}{1 + \frac{kp \left( s + \frac{1}{Tikp} \right)}{s} \cdot \frac{2}{s(s+2)}} \right]$$

$$e(\infty) = \lim_{s \rightarrow 0} s \left[ \frac{s^2}{s^2 + \frac{2kp \left( s + \frac{1}{Tikp} \right)}{(s+2)}} + \frac{\frac{2s}{(s+2)}}{s^2 + \frac{2kp \left( s + \frac{1}{Tikp} \right)}{(s+2)}} \right]$$

$e(\infty) = 0$ , o que cumpre a condição de erro estacionário.

Para que  $s_0$  se lugar de raízes, deve-se ter cumprida a condição de ângulo:

$$(\varphi_{ZC} - \varphi_{PC}) - \varphi_{P1} - \varphi_{P2} = 180^\circ \pm l360^\circ, \quad l = 0, 1, 2, \dots (*)$$

Onde:  $\varphi_{ZC}$  é a contribuição de ângulo de zero do controlador.  $\varphi_{PC}$  é a contribuição do pólo do controlador resultando para (\*)

$$\varphi_{ZC} - 2 \times (135^\circ) - 18,43^\circ = 180^\circ \pm l360^\circ, \quad l = -1$$

$$\varphi_{ZC} - 288,43^\circ = -180^\circ$$

$$\varphi_{ZC} = 108,43^\circ$$

$$Z_c = -0,33$$

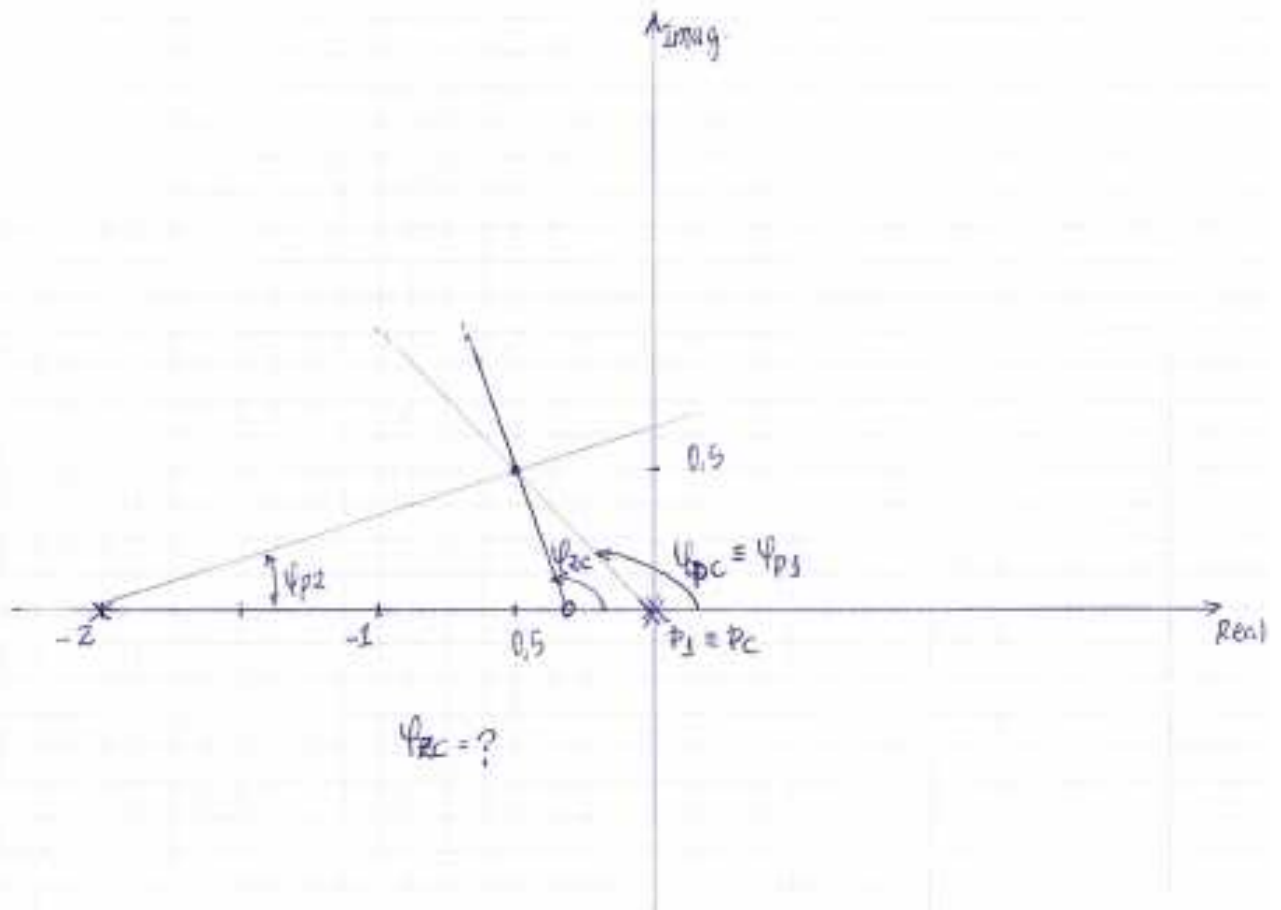
O ganho do controlador é ajustado para cumprir a condição de módulo para que só seja lugar de raízes:

$$K = \left| \frac{s^2(s+2)}{2(s+0,33)} \right|_{s=-0,5+j0,5} \cong 0,75$$

$$C = \frac{0,75(s+0,33)}{s}$$

$$kp = 0,75 \text{ e}$$

$$Ti = 4,04$$





**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
REITORIA**

Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-255 – Vitória – ES

27 33577500

## **CONCURSO PÚBLICO**

**EDITAL Nº 03/2014**

**Professor do Magistério do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**

**ÁREA/SUBÁREA/ESPECIALIDADE**

**LEGISLAÇÃO**

# **Caderno de Provas**

## **Questões Objetivas**

**INSTRUÇÕES:**

- 1- Aguarde autorização para abrir o caderno de provas.
- 2- Após a autorização para o início da prova, confira-a, com a máxima atenção, observando se há algum defeito (de encadernação ou de impressão) que possa dificultar a sua compreensão.
- 3- A prova terá duração máxima de 04 (quatro) horas, não podendo o candidato retirar-se com a prova antes que transcorram 2 (duas) horas do seu início.
- 4- A prova é composta de 05 (cinco) questões objetivas.
- 5- As respostas às questões objetivas deverão ser assinaladas no Cartão Resposta a ser entregue ao candidato. Lembre-se de que para cada questão objetiva há **APENAS UMA** resposta.
- 6- O cartão-resposta deverá ser marcado, obrigatoriamente, com caneta esferográfica (tinta azul ou preta).
- 7- A interpretação dos enunciados faz parte da aferição de conhecimentos. Não cabem, portanto, esclarecimentos.
- 8- O Candidato deverá devolver ao Fiscal o Cartão Resposta, ao término de sua prova.

# LEGISLAÇÃO

**01.** A vacância do cargo público está prevista no artigo 33 da Lei 8.112/90 e decorre de:

- a) exoneração, promoção e ascensão.
- b) promoção, aposentadoria e transferência.
- c) remoção, ascensão e aproveitamento.
- d) falecimento, posse em outro cargo inacumulável e aposentadoria.
- e) readaptação, transferência e aposentadoria.

**02.** Considerando ser o Provimento o ato administrativo por meio do qual é preenchido cargo público, com a designação de seu titular, analise as afirmativas:

I. O aproveitamento é forma de provimento originário e é configurado como o retorno à atividade de servidor em disponibilidade, em cargo de atribuições e vencimentos compatíveis com o anteriormente ocupado.

II. A nomeação é forma de provimento originário, dependendo de aprovação em concurso público de títulos.

III. A reversão, configurada pelo retorno do servidor ao mesmo cargo que ocupava e do qual foi demitido, quando a demissão foi anulada administrativamente ou judicialmente, é forma de provimento derivado.

IV. A readaptação é o reaproveitamento de servidor em outro cargo, em razão de uma limitação física que ele venha a apresentar.

V. Trata-se de provimento derivado a promoção de um servidor de uma classe para outra, dentro de uma mesma carreira, assim ocorre a vacância de um cargo inferior e o provimento em um cargo superior.

Sobre as afirmativas, é correto afirmar que

- a) apenas I, II e III estão corretas.
- b) apenas IV e V estão corretas.
- c) apenas II e III estão corretas.
- d) apenas III está correta.
- e) apenas I e III estão corretas.

**03.** A Lei 8.112/90 é o Regime Jurídico dos Servidores Públicos e prevê

- a) que apenas os servidores civis da União estão vinculados às regras previstas.
- b) que é requisito básico para investidura em cargo público a aptidão física e mental.
- c) que apenas brasileiros natos podem acessar os cargos públicos no país.
- d) que a investidura em cargo público ocorrerá com o efetivo exercício.
- e) que os cargos público são providos apenas em caráter efetivo.

**04.** É vedado ao servidor público, de acordo com o Código de Ética, Decreto 1.171/94:

- a) Exercer atividade profissional ética ou ligar o seu nome a empreendimentos.
- b) Ser reto, leal e justo, demonstrando toda a integridade do seu caráter, escolhendo sempre, quando estiver diante de duas opções, a melhor e a mais vantajosa para o bem comum.
- c) Usar do cargo ou função para obter favorecimento para o bem comum.
- d) Usar de artifícios para procrastinar ou dificultar o exercício regular de direito por qualquer pessoa, causando-lhe dano moral ou material.
- e) Utilizar os avanços técnicos e científicos ao seu alcance ou do seu conhecimento para atendimento do seu mister.



**05.** É uma regra deontológica prevista no Código de Ética - Decreto 1.171/94, exceto:

- a) A remuneração do servidor público é custeada pelos tributos pagos por todos, à exceção dele próprio, e por isso se exige dele, como contrapartida, que a moralidade administrativa se integre no Direito, como elemento indissociável de sua aplicação e de sua finalidade, erigindo-se, como consequência, em fator de legalidade.
- b) Os atos, comportamentos e atitudes dos servidores públicos serão direcionados para a preservação da honra e da tradição dos serviços públicos.
- c) O trabalho desenvolvido pelo servidor público perante a comunidade deve ser entendido como acréscimo ao seu próprio bem-estar, já que, como cidadão, integrante da sociedade, o êxito desse trabalho pode ser considerado como seu maior patrimônio.
- d) Deixar o servidor público qualquer pessoa à espera de solução que compete ao setor em que exerça suas funções, permitindo a formação de longas filas, ou qualquer outra espécie de atraso na prestação do serviço, não caracteriza apenas atitude contra a ética ou ato de desumanidade, mas, principalmente, grave dano moral aos usuários dos serviços públicos.
- e) Toda ausência injustificada do servidor de seu local de trabalho é fator de desmoralização do serviço público, o que quase sempre conduz à desordem nas relações humanas.



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
REITORIA**

Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-255 – Vitória – ES

27 33577500

# **CONCURSO PÚBLICO**

**EDITAL Nº 03/2014**

**Professor do Magistério do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**

**ÁREA/SUBÁREA/ESPECIALIDADE**

**LEGISLAÇÃO**

## **FOLHA DE RESPOSTA (RASCUNHO)**

<b>Questão</b>	<b>Resposta</b>
<b>01</b>	
<b>02</b>	
<b>03</b>	
<b>04</b>	
<b>05</b>	



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**  
**REITORIA**

Avenida Rio Branco, 50 – Santa Lúcia – 29056-255 – Vitória – ES  
27 3357-7500

**CONCURSO PÚBLICO - EDITAIS Nº 02 e 03/2014**  
**Professor do Magistério do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**

**GABARITO**

**PROVA DE LEGISLAÇÃO**

<b>Questão</b>	<b>Resposta</b>
<b>01</b>	D
<b>02</b>	B
<b>03</b>	B
<b>04</b>	D
<b>05</b>	A