



## Aufgabe 1

15 Punkte

Gegeben sind die Matrizen

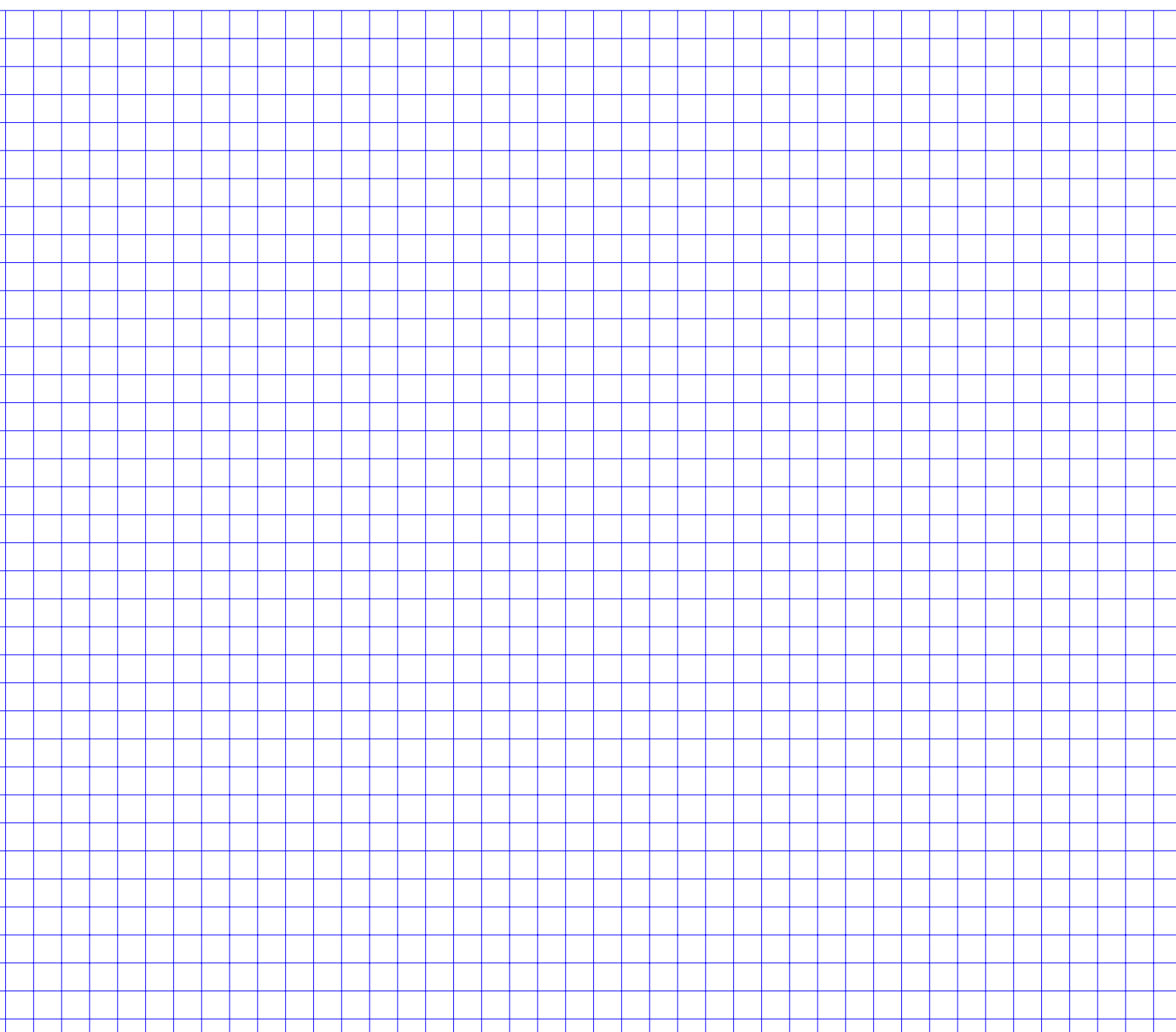
$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \alpha \\ 0 & 1 & \beta \\ 0 & 0 & \gamma \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} -1 & 0 & -1 \\ -1 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

Für die Teilaufgaben a) bis e) gelte zunächst  $\alpha = \beta = \gamma = 2$ . Berechnen Sie damit, falls möglich:

- a)  $A \cdot B$ ,
- b)  $B \cdot A$ ,
- c)  $B^T \cdot A^T$ ,
- d)  $B^{-1} \cdot A^T$ .
- e)  $(B \cdot B^T)^{-1}$

Jetzt bezeichnen  $\alpha, \beta, \gamma$  reelle Konstanten mit  $\gamma \neq 0$ .

- f) Berechnen Sie in Abhängigkeit von  $\alpha, \beta, \gamma$  die inverse Matrix von  $A$ .





## Aufgabe 2

15 Punkte

Untersuchen Sie folgende Reihen auf Konvergenz und geben Sie, falls möglich, jeweils den Grenzwert an:

a)  $u_n = \sum_{i=0}^n \frac{1 - i^2}{2(i + 4)^2}$

b)  $v_n = \sum_{i=0}^n \frac{2^{2i+1}}{5^i}$

c)  $w_n = \sum_{i=0}^n \frac{2^{2i}}{i!}$





### Aufgabe 3

15 Punkte

Gegeben ist das folgende lineare Optimierungsproblem mit den Strukturvariablen  $x_1, x_2, x_3 \in \mathbb{R}_+$ , der Zielfunktion  $Z$  und den Nebenbedingungen  $N_1, N_2$  und  $N_3$  mit

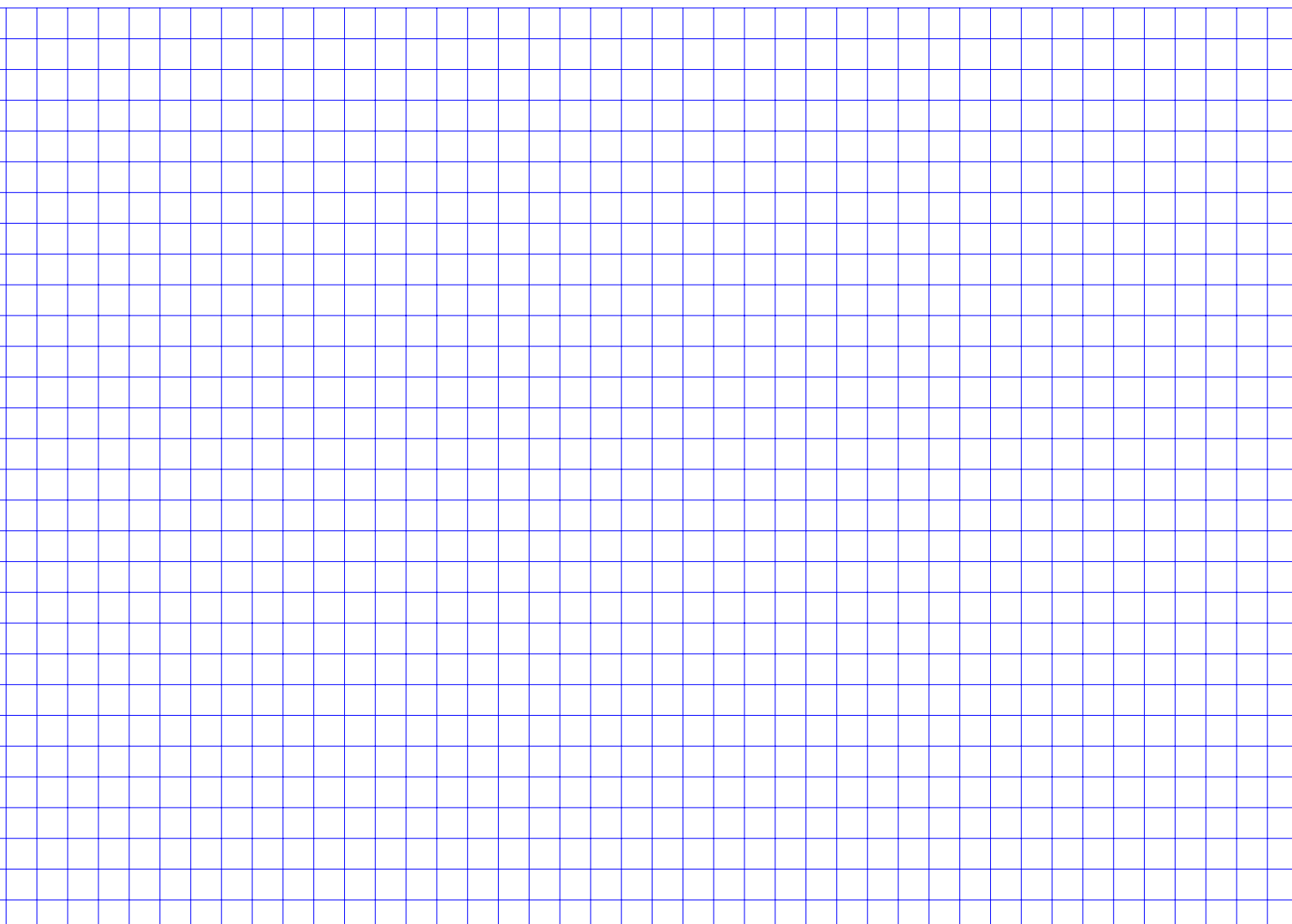
$Z$	$6x_1 + 5x_2 + 4x_3$	$\rightarrow$	$\max$
$N_1$	$2x_1 + x_2 + x_3$	$\leq$	180
$N_2$	$x_1 + 3x_2 + 2x_3$	$\leq$	300
$N_3$	$2x_1 + x_2 + 2x_3$	$\leq$	240

- a) Stellen Sie das Start-Tableau des Simplex-Algorithmus auf.
- b) Nach einer Iteration des Simplex-Algorithmus ergibt sich folgendes Tableau (mit der Zielfunktion in Zeile ⑤):

	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$		Operation
⑤	0	-2	-1	3	0	0	540	① + 3 · ②
⑥	1	1/2	1/2	1/2	0	0	90	+1/2 · ②
⑦	0	5/2	3/2	-1/2	1	0	210	③ - 1/2 · ②
⑧	0	0	1	-1	0	1	60	④ - 1 · ②

Vervollständigen Sie den Simplexalgorithmus bis zum Erreichen einer optimalen Lösung.

- c) Geben Sie im Optimum jeweils den Wert der Struktur- und der Schlupfvariablen sowie den Wert der Zielfunktion an.





## Aufgabe 4

15 Punkte

Der Ökonomiestudent Karl hat es verpasst, eine Rechnung für sein neues Notebook (welches 1000 € gekostet hat) zu bezahlen. Nun flattert ihm 6 Monate nach dem Kauf eine Mahnung ins Haus, welche Verzugszinsen in Höhe von 50 € fordert.

a) Wie hoch ist der Zinsfuß der Verzugszinsen?

Der geschäftstüchtige Karl hat die 1000 € während der 6 Monate in eine Anlage investiert, die ihm jährlich eine nominale Verzinsung von 15 % bei monatlicher Zinsausschüttung garantiert.

b) Welchen Betrag hat Karl nach den 6 Monaten durch die Anlage (nach Abzug der Verzugszinsen) hinzuverdient?

Nachdem Karl seine Verzugszinsen bezahlt hat, beschäftigt er sich mit seinen Zukunftsplänen. Er ist zur Zeit dabei, ein vielversprechendes Buch an der Schnittstelle von Ökonomie und Philosophie zu verfassen, welches in exakt 3 Jahren erscheinen wird. Ein Verlag bietet ihm zwei Vertragsoptionen an:

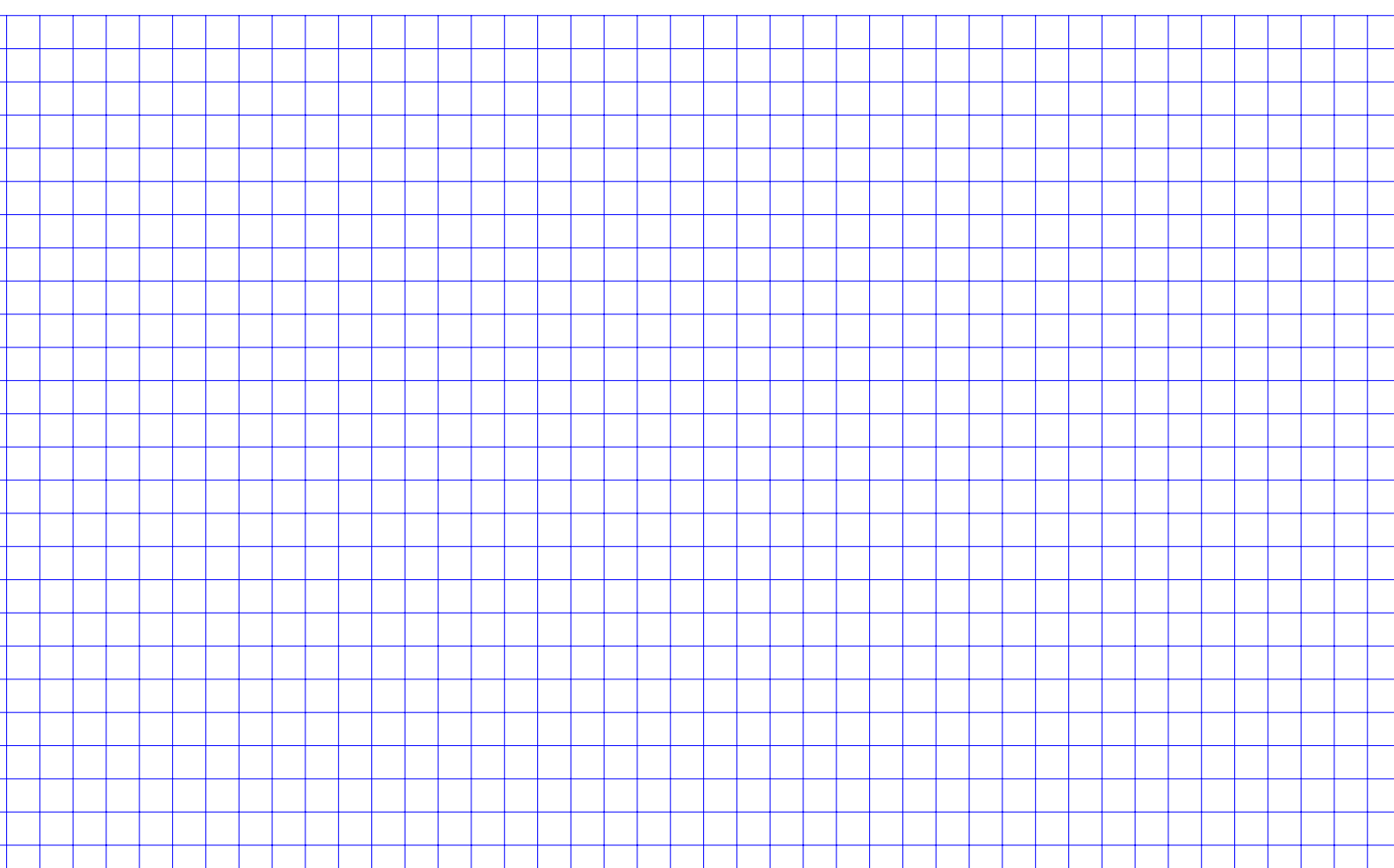
(i) Eine monatlich (vorschüssige) Zahlung von 3000 €, welche Karl ab Erscheinen des Buches für die Dauer von 15 Jahren gezahlt wird. Anschließend fallen die Buchrechte an den Verlag und Karl erhält keine weiteren Zahlungen mehr.

(ii) Eine einmalige Zahlung von 450 000 €, welche Karl zum Zeitpunkt des Erscheinens des Buches erhält.

c) Treffen Sie anhand des Rentenbarwerts eine Entscheidung zwischen den Alternativen (i) und (ii). Gehen Sie hierbei von einem jährlichen Zinssatz von 3 % aus.

Karl entscheidet sich für die Einmalzahlung von 450 000 €.

d) Wie lange kann er ab dem Auszahlungszeitpunkt (gehen Sie davon aus, dass er keine weiteren Einnahmen besitzt) von den 450 000 € leben, falls er jährlich vorschüssig 30 000 € benötigt und hierbei von einem jährlichen Zinssatz von 3 % ausgegangen werden kann?







## Aufgabe 5

15 Punkte

Gegeben sei die folgende Funktion:

$$f(x) = 5x^5 - 4x^4 - \frac{9}{2}x^2$$

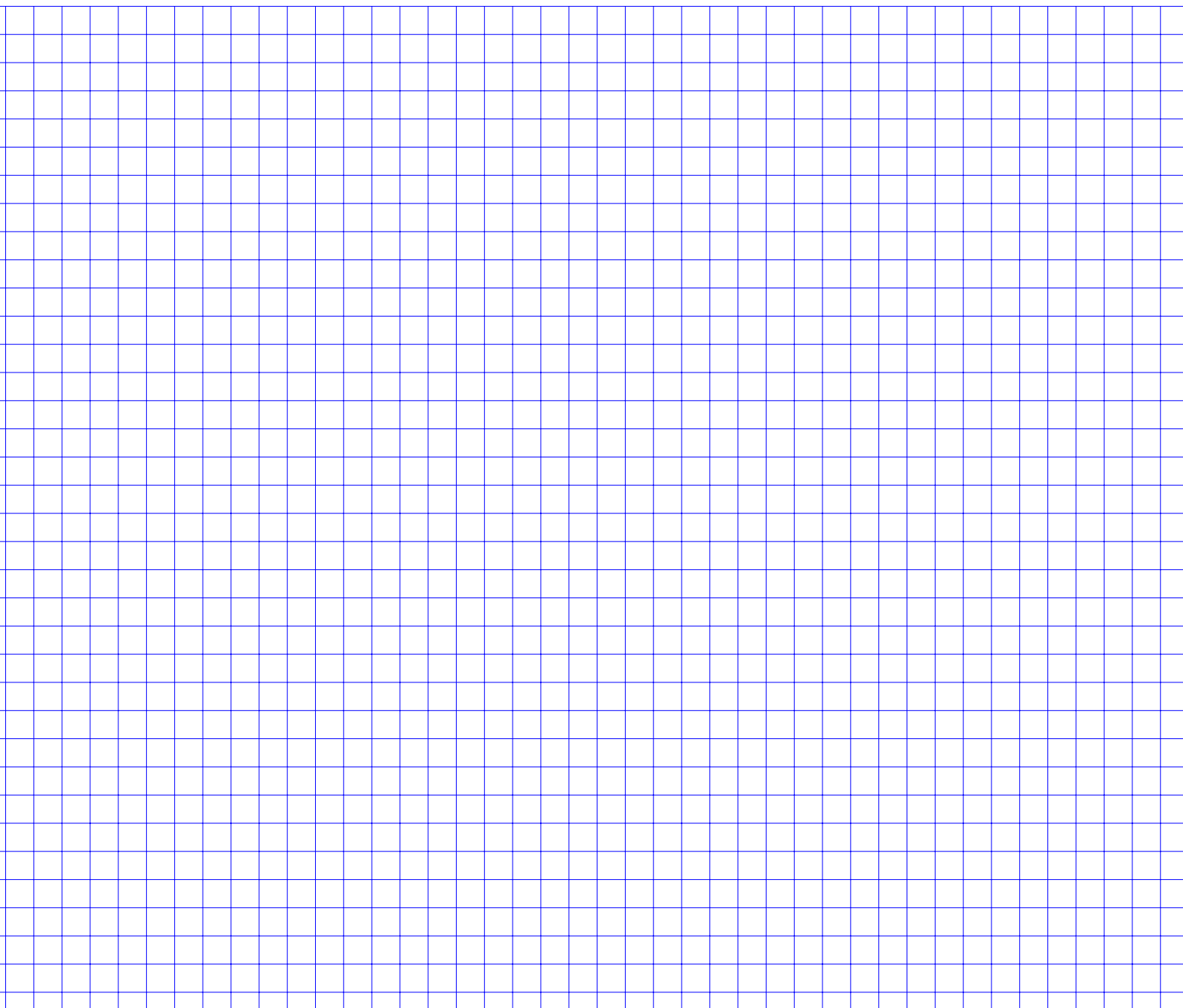
- Berechnen Sie bitte die erste, zweite und dritte Ableitung von  $f(x)$  und geben Sie diese an.
- Zeigen Sie, dass  $x = 1$  eine Minimalstelle der Funktion  $f(x)$  darstellt. Berechnen Sie auch  $f(1)$ .
- An der Stelle  $x = 0$  ist die zweite Ableitung  $f''(0) = -9$ . Bekannt sei zudem  $f'(0) = 0$ . Ist  $x = 0$  ein Extremum der Funktion  $f(x)$  und wenn ja, was für eines? Begründen Sie Ihre Antwort!

Gegeben seien im Folgenden die Funktion  $g(y)$ , sowie die erste und zweite Ableitung von  $g$ :

$$g(y) = \frac{2-y}{y^2}, \quad g'(y) = \frac{y-4}{y^3}, \quad g''(y) = \frac{12-2y}{y^4}$$

Bitte beantworten Sie rechnerisch folgende Fragen und begründen Sie Ihre Ausführungen jeweils:

- Für welche Werte von  $y$  ist die Funktion  $g(y)$  monoton wachsend bzw. fallend?
- Für welche Werte von  $y$  ist die Funktion  $g(y)$  konvex bzw. konkav?





**Aufgabe 6****15 Punkte**

Gegeben sei eine Funktion  $f : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$ ,

$$f(x,y) = y^4 - 2y^2 + (2y^2 - 1)x^2.$$

- a) Bestimmen Sie den Gradienten und damit die sieben kritischen Stellen der Funktion  $f$ .  
b) Von einer Funktion  $g : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$  kennen Sie bereits die folgenden fünf kritischen Punkte

$$k_1 = (0,0), k_2 = (0, -1), k_3 = (0,1), k_4 = -\frac{1}{\sqrt{2}}(1,1), k_5 = \frac{1}{\sqrt{2}}(1,1),$$

sowie die Hesse-Matrix

$$H_g(x,y) = \begin{pmatrix} 4y^2 - 2 & 8xy \\ 8xy & 4(3y^2 + x^2 - 1) \end{pmatrix}$$

Untersuchen Sie die fünf Stellen und geben Sie an, ob es sich um ein Maximum, ein Minimum oder einen Sattelpunkt handelt.

