1. Folgende Daten gelten für den Sättigungsdampfdruck über Wasser: $\boldsymbol{p_1(\vartheta_1 = 0\ °C) = 610{,}38\ Pa}$; $\boldsymbol{p_2(\vartheta_1 = 1\ °C) = 656{,}64\ Pa}$. Bei 0 °C und $p_0 = 1$ bar seien die spezifischen Volumina von Eis $\boldsymbol{v_1 = 1{,}091 \cdot 10^{-3}\ m^3kg^{-1}}$ und von Wasser $\boldsymbol{v_2 = 1{,}0 \cdot 10^{-3}\ m^3kg^{-1}}$. Die spezifische Schmelzwärme von Eis beträgt $\boldsymbol{l_{12} = 333{,}2 \cdot 10^3\ Jkg^{-1}}$.

➔ Man bestimme daraus näherungsweise Druck und Temperatur beim Tripelpunkt des Wassers. *(Lösung: p_t = 610,77 Pa)*

Hinweis: In der Nähe des Tripelpunktes können Schmelz- und Dampfdruckkurve durch eine Gerade angenähert werden; weiters ist bekannt dass Wasser bei einem Druck von $1{,}013 \cdot 10^5$ Pa bei einer Temperatur von 273,15 K schmilzt.

2. **Kräftevergleich:** Bestimmen Sie

a) Den Betrag der **Schwerkraft**, welche ein **Elektron und ein Proton** in einem **Abstand von $r = 10^{-10}$ m** aufeinander ausüben. *(Lösung: $F_g = 1{,}104 \cdot 10^{-47}$ N)*
b) Den Betrag der **elektrostatischen Kraft**, welche ein **Elektron und ein Proton** in einem **Abstand von $r = 10^{-10}$ m** aufeinander ausüben. *(Lösung: $F_e = 2{,}307 \cdot 10^{-8}$ N)*
c) Die **Umlaufgeschwindigkeit**, welches das Elektron haben müßte, um bei **$r = 10^{-10}$ m** Umlaufradius die Schwerkraft bzw. die elektrostatische Kraft zu kompensieren. Aufgrund der **hohen Masse des Protons** im Vergleich zum Elektron kann dieses als **ruhend** angenommen werden.
d) Die **Frequenz** des Elektronenumlaufs für die beiden Fälle.
(Lösung: Schwerkraft: $f_g = 5{,}3 \cdot 10^{-5}$ Hz, elektrostatische Kraft: $f_e = 2{,}5 \cdot 10^{15}$ Hz)

Hinweis: Massen und Ladungen für Elektron und Proton entnehmen Sie der Literatur.

3. Die **elektrostatische Kraft** auf ein geladenes Teilchen der **Ladung q** ist gegeben durch $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$, $\vec{E}$ ist die elektrische Feldstärke. Für $\vec{E} = E \cdot \vec{e}_x$ bestimme man die **Bahnkurve** eines Teilchens der Ladung q mit

a) Anfangsgeschwindigkeit $v_x = v_y = 0$
b) Anfangsgeschwindigkeit $v_x = v_{0x}, \quad v_y = 0$
c) Anfangsgeschwindigkeit $v_x = v_{0x}, \quad v_y = v_{0y}$

Die Anfangsposition des Teilchens befinde sich jeweils im Ursprung.

d) Berechnen und zeichnen Sie die Bahnkurve für q = **-** 1 C, E = 1 V/m, $v_x = 1$ m/s, $v_y = 1$ m/s

(Lösung: $x(t) = -\frac{1}{2} \cdot t^2 + t$, $y(t) = t$)

4. **Driftgeschwindigkeit**: auf ein **anfangs ruhendes** Teilchen der **Ladung q** wirke eine **konstante elektrostatische Kraft** $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$. Unter Einwirkung dieser Kraft beginnt sich das Teilchen zu bewegen, bis es **nach einer Zeit τ vollständig abgebremst** wird. Dieser Vorgang wiederholt sich **periodisch**. Berechnen Sie die **mittlere Driftgeschwindigkeit** des Teilchens, $\bar{v}$. *(Lösung: $\bar{v} = \frac{q \cdot \tau}{2 \cdot m} \cdot E$)*

5. Gegeben ist das **elektrostatische Feld** $\vec{E} = \left(6xy, 3x^2 - 3y^2, 0\right)$.

a) Zeigen Sie durch Berechnung von rot $\vec{E} = \vec{\nabla} \times \vec{E}$, daß $\vec{E}$ ein mögliches elektrostatisches Feld ist.
b) Berechnen Sie die Divergenz div$\vec{E} = \vec{\nabla} \cdot \vec{E}$ dieses elektrostatischen Feldes $\vec{E}$.
c) Finden Sie ein skalares Potential $\varphi(x, y, z)$, sodaß $\vec{E} = -\vec{\nabla}\varphi$ ist.

6. Gegeben sei das Vektorfeld $\vec{A} = \left(-y, x, 0\right)$. Berechnen Sie $\vec{\nabla} \times \vec{A}$ und das Linienintergral $\oint \vec{A} \cdot d\vec{s}$ entlang der Kurve $x^2 + y^2 = 1, z = 0$.