

Übungen
zur Vorlesung
Physik für Biochemiker und Biologen

Elmar Wolfgang Lang
Institut für Biophysik und Physikalische Biochemie
Universität Regensburg

January 15, 2016

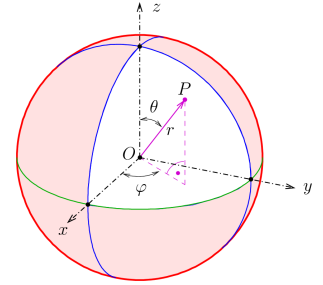
1 Mathematik

In kartesischer Darstellung gilt für einen 3-dim Vektor der Länge a:

- $$\dots \vec{a} = (a \cdot \cos(\theta) \sin \varphi) \cdot \hat{x} + (a \cdot \sin(\theta) \sin \varphi) \cdot \hat{y} + a \cdot \sin \theta$$

$$\dots \vec{a} = (a \cdot \sin(\theta) \cos \varphi) \cdot \hat{x} + (a \cdot \sin(\theta) \sin \varphi) \cdot \hat{y} + a \cdot \cos \theta$$

$$\dots \vec{a} = (a \cdot \sin(\theta)) \cdot \hat{x} + (a \cdot \sin(\theta) \sin \varphi) \cdot \hat{y} + a \cdot \cos \theta$$



2. Für das Skalarprodukt zweier 2-dim Vektoren gilt:

- $$\dots \vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \sin(\alpha)$$
- $$\dots \vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \cos(\alpha)$$
- $$\dots \vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cdot \tan(\alpha)$$

3. Für das Vektorprodukt zweier 2-dim Vektoren gilt:

- $$\dots \vec{a} \times \vec{b} = 0 \quad \text{falls} \quad \vec{a} \perp \vec{b}$$
- $$\dots \vec{a} \times \vec{b} = a \cdot b \cdot \sin(\angle(\vec{a}, \vec{b}))$$
- $$\dots \vec{a} \times \vec{b} = a \cdot b \quad \text{falls} \quad \vec{a} \parallel \vec{b}$$

2 Mechanik

1. Vergleicht man das Gravitationsgesetz mit dem 2. Newtonschen Axiom so folgt

- $$\dots \vec{g}(\vec{r}) = \gamma \frac{M_{Erde}}{r^2} \hat{r} \quad \text{wobei} \quad |\hat{r}| = 1$$
- $$\dots \vec{g}(\vec{r}) = \gamma \frac{M_{Koeerper}}{r^2} \hat{r} \quad \text{wobei} \quad |\hat{r}| = 1$$
- $$\dots \vec{g}(\vec{r}) = \gamma M_{Erde} r^2 \hat{r} \quad \text{wobei} \quad |\hat{r}| = 1$$

Hierbei ist γ die Gravitationskonstante und \hat{r} der Einheitsvektor in Richtung der Verbindungsachse der Schwerpunkte von M_{Erde} und $M_{Koeerper}$

2. Bei einer Kreisbewegung gilt für die Radialbeschleunigung

- $$\dots |a_r| = r \cdot \omega$$
- $$\dots |a_r| = r \cdot \omega^2$$
- $$\dots |a_r| = \sqrt{r \cdot \omega}$$

3. Eine Zentrifuge rotiert mit einer Winkelgeschwindigkeit von $\omega = 6 \cdot 10^6 [rad/s]$. Für die Radialbeschleunigung $|a_r|$ gilt dann

$$|a_r| = \dots [m/s^2]$$

4. Bei einer Zentrifuge wird die Drehzahl von $\omega = 1000 [rad/s]$ auf $\omega = 250 [rad/s]$ erniedrigt.

- (...) Dies entspricht einer Abnahme der Zentrifugalkraft um die Hälfte
- (...) Dies entspricht einer Verringerung der Zentrifugalkraft auf ein Viertel
- (...) Die Zentrifugalkraft ändert sich dadurch nicht

5. Eine Schlittschuhläuferin dreht eine Pirouette mit über den Kopf gestreckten Armen. Ihr Trägheitsmoment beträgt $I_0 [kg/m^2]$. Wenn Sie ihr Arme senkt und senkrecht vom Körper wegstreckt, erhöht sich der Abstand des Massenschwerpunkts von der Drehachse um 20%. Damit gilt für ihr Trägheitsmoment

- $$\dots I = I_0$$
- $$\dots I = 1,2 \cdot I_0$$
- $$\dots I = 1,44 \cdot I_0$$

6. Bei der Balkenwaage vergleicht man Drehmomente $\vec{M} = \vec{r} \times m \cdot \vec{g}$. Ist ein Balkenarm \vec{r}_1 um 40% länger als sein Pendant, so befindet sich die Waage im Gleichgewicht wenn gilt
- (...) $m_1 = m_2$
 - (...) $m_1 = 1,4 \cdot m_2$
 - (...) $m_1 = 0,714 \cdot m_2$
7. Ein Körper mit der Masse $M_E [kg]$ erzeugt ein Gravitationsfeld der Stärke
- (...) $\vec{g}(\vec{r}) = \gamma \frac{M_E}{r^2} \hat{r}$ wobei $|\hat{r}| = 1$
 - (...) $\vec{g}(\vec{r}) = \gamma \frac{M_K}{r^2} \hat{r}$ wobei $|\hat{r}| = 1$
 - (...) $\vec{g}(\vec{r}) = \gamma M_E r^2 \hat{r}^2$ wobei $|\hat{r}| = 1$
- wobei γ die Gravitationskonstante ist, \hat{r} der Einheitsvektor in Richtung der Verbindungsachse der Schwerpunkte von M_E und M_K
8. Zwei deformierbare Körper mit Schermodul $G_1 = 5 \cdot 10^{11} [N/m^2]$, G_2 , für die das Hooke'schen Gesetz gilt, werden Scherbelastungen τ_1 bzw $\tau_2 = 2 \cdot \sigma_1$ ausgesetzt. Falls G_2 um 50% größer ist als G_1 , dann gilt für die resultierenden Scherungen:
- (...) Der Scherwinkel $\gamma_2 \simeq 2 \cdot \gamma_1$
 - (...) Der Scherwinkel $\gamma_2 \simeq \frac{3}{2} \cdot \gamma_1$
 - (...) Der Scherwinkel $\gamma_2 \simeq \frac{2}{3} \cdot \gamma_1$
9. Bei einer Zentrifuge mit ν Umdrehungen pro Minute gilt für die Radialbeschleunigung
- (...) $|a_r| = r \cdot \omega$
 - (...) $|a_r| = r \cdot \omega^2$
 - (...) $|a_r| = \sqrt{r \cdot \omega}$
- wobei ($\omega = 2\pi\nu$) gilt.
10. Ein Gas mit Kompressibilität $\kappa \approx 1 \text{ bar}^{-1}$ ist unter hohem Druck $p = 20 [MPa]$ in einem Volumen $V_0 = 0,2 [m^3]$ eingeschlossen. Wird ein Ausgleichsbehälter angeschlossen, so beträgt sinkt der Druck auf $p = 10 [MPa]$. Das Endvolumen V des Ausgleichsbehälters beträgt dann
- (...) $V = 0,2 [m^3]$
 - (...) $V = 4,0 [m^3]$
 - (...) $V = 0,4 [m^3]$
11. Zwei globuläre Teilchen sedimentieren parallel in einer Flüssigkeit mit Viskosität $\eta = 1,3 [mPas]$ über eine Strecke $s = 150 [mm]$. Die Radien der beiden Teichen betragen $r_1, r_2 = 1,6 \cdot r_1$. Dann gilt für ihre Sedimentationskoeffizienten $s [Svedberg]$
- (...) $s_1 = 1,6 \cdot s_2$
 - (...) $s_1 = 2,56 \cdot s_2$
 - (...) $s_1 = 0,39 \cdot s_2$
12. Beim Hagen - Poiseuille'schen Gesetz gilt:
- (...) der Strömungsleitwert nimmt mit dem Quadrat des Querschnitts zu
 - (...) der Strömungsleitwert nimmt mit dem Quadrat des Querschnitts ab
 - (...) der Strömungsleitwert nimmt mit dem Querschnitt zu
13. Ein zylindrisches Teflonröhrchen mit Durchmesser $d = 1 [mm]$ wird in Wasser getaucht. Dabei beobachtet man
- (...) eine *Kapillarsension*, wobei die Steighöhe $h [m]$ der Flüssigkeit proportional zur Oberflächenspannung $\gamma [N/m]$ ist, d.h. $h \propto \gamma$
 - (...) eine *Kapillardepression*, wobei die negative Steighöhe $h [m]$ der Flüssigkeit proportional zur Oberflächenspannung $\gamma [N/m]$ ist, d.h. $-h \propto \gamma$
 - (...) eine *Kapillarsension*, wobei die Steighöhe $h [m]$ der Flüssigkeit proportional zur Dichte $\rho [kg \cdot m^{-3}]$ der Flüssigkeit ist, d.h. $h \propto \rho$

14. Beim Hooke'schen Gesetz für deformierbare Körper gilt:

- (...) Die Dehnung ist der Zugspannung umgekehrt proportional
- (...) Die Dehnung wächst bei konstanter Zugspannung mit abnehmendem E - Modul
- (...) Bei gleicher Dehnung wächst die Spannung mit abnehmendem E - Modul

3 Thermodynamik

1. Bei Wärmeleitung mit stationärer Temperaturverteilung gilt:

- (...) die Energiestromdichte ist proportional zum Temperaturgradient
- (...) die Energiestromdichte ist unabhängig vom Temperaturgradient
- (...) die Energiestromdichte ist bei konstantem Temperaturgradient umgekehrt proportional zur Wärmeleitfähigkeit

2. Zwei Körper K_1 und K_2 befinden sich auf den Temperaturen T_1 und $T_2 = 4 \cdot T_1$. Die Körper sind mit zwei Wärmebrücken B_1 und B_2 mit gleichem Querschnitt und gleicher Länge verbunden. Die Wärmeleitfähigkeit der Wärmebrücke B_1 betrage λ_1 und die von B_2 sei $\lambda_2 = 10 \cdot \lambda_1$. Dann gilt für die Wärmeströme \dot{Q}_1 und \dot{Q}_2

- (...) $\dot{Q}_2 = 10 \cdot \dot{Q}_1$
- (...) $\dot{Q}_2 = 0,4 \cdot \dot{Q}_1$
- (...) $\dot{Q}_2 = 40 \cdot \dot{Q}_1$

3. Die Zustandgleichung eines idealen Gases lautet

- (...) $p = nk_B T$, $n = N/V$
- (...) $pT = Nk_B V$
- (...) $pV = \frac{N}{T} k_B$

wobei mit k_B die Boltzmann Konstante bezeichnet ist.

4. Der Volumenausdehnungskoeffizient von schwerem Wasser D_2O besitzt bei $T = 11[\text{deg } C]$, $p = 0.1[\text{MPa}]$ eine Nullstelle. Dies ist gleichbedeutend mit der Aussage:

- (...) Das spezifische Volumen $V_{spez} = \rho^{-1}$ hat ein Maximum an dieser Stelle
- (...) Die Dichte ρ_{D_2O} hat ein Maximum an dieser Stelle
- (...) $\rho(T, p = \text{const.})$ besitzt einen Sattelpunkt an dieser Stelle

4 Elektrodynamik

1. Welche Aussage ist richtig?

- (...) Das elektrische Feld einer Punktladung ist unabhängig vom Abstand von der Quelle
- (...) Das elektrische Feld einer Linienladung nimmt mit $1/r$ mit dem Abstand von der Quelle ab
- (...) Das elektrische Feld einer Flächenladung nimmt quadratisch mit dem Abstand von der Quelle ab

2. Elektrische Felder erzeugen in Dielektrika elektrische Polarisierungen. Welche Aussage ist richtig?

- (...) Ein Dielektrikum verstärkt das angelegte Feld um den Faktor ϵ_r .
- (...) Ein Dielektrikum schwächt das angelegte Feld um den Faktor ϵ_r .
- (...) Ein Dielektrikum beeinflusst das angelegte Feld nicht

3. Elektrische Felder erzeugen in Dielektrika elektrische Polarisierungen. Ein Natrium - Kation Na^+ besitzt im Vakuum in einem Abstand von $r = 5[\text{\AA}]$ ein elektrisches Feld der Stärke $E = 2,9(\text{V/m})$. Ein Wassermolekül mit Dipolmoment $p = 6,16 \cdot 10^{-30}[\text{Cm}]$ und Dielektrizitätszahl $\epsilon_r = 88$

- (...) schwächt das elektrische Feld des Natrium - Kations dann um den Faktor 88
- (...) erhöht das elektrische Feld des Natrium - Kations dann um den Faktor 88
- (...) das Dipolmoment des Wassermoleküls verringert sich um den Faktor 88

4. Welche Aussage ist falsch?

- (...) Das elektrische Feld eines Ca^{2+} -Ions nimmt mit $1/r^2$ mit dem Abstand vom Kation ab.
- (...) Das elektrische Feld einer DNA mit geladenem Phosphat - Rückrat nimmt mit $1/r$ mit dem Abstand von der DNA ab.
- (...) Das elektrische Feld einer Biomembran nimmt quadratisch mit dem Abstand von der Quelle ab.

5. Das elektrische Feld eines Ca^{+2} erzeugt im Hydratwasser ($\epsilon_r \simeq 80$) elektrische Polarisationen. Welche Aussage ist richtig?

- (...) Wasser verstärkt das E - Feld des Ions um den Faktor ϵ_r
- (...) Wasser schwächt das E - Feld des Ions um den Faktor ϵ_r
- (...) Wasser beeinflusst das E - Feld des Kations nicht

6. In mikroskopischer Schreibweise lautet das Ohm'sche Gesetz

- (...) $\vec{j}(\vec{r}) = \sigma \cdot \vec{E}^2(\vec{r})$
- (...) $\vec{j}(\vec{r}) = \sigma \cdot \vec{E}(\vec{r})$
- (...) $\vec{j}(\vec{r}) = \rho \cdot \vec{E}(\vec{r})$

wobei mit σ die elektrische Leitfähigkeit und mit ρ der spez. Widerstand bezeichnet ist.

7. Für die magnetische Feldstärke eines Strom führenden Drahtes gilt

- (...) $H(r) \propto r$
- (...) $H(r) \propto J^2$
- (...) $H(r) \propto r^{-2}$

8. Für das magnetische Moment $\vec{\mu}$ eines Kreisstromes \vec{J} mit Querschnittsfläche A gilt:

- (...) $\vec{J} = A \cdot \vec{\mu}$
- (...) $\vec{\mu} \propto \vec{J}$
- (...) Das magnetische Moment ist unabhängig von der Fläche des Kreisstroms

9. Für die Lorentzkraft auf ein bewegtes geladenes Teilchen in einem magnetischen Feld gilt

- (...) Sie nimmt mit wachsender Feldstärke ab
- (...) Sie ist proportional zum Skalarprodukt gebildet aus dem Vektor der Teilchengeschwindigkeit $\vec{v}(\vec{r})$ und dem Vektor der magnetischen Kraftflußdichte \vec{B}
- (...) Sie ist stets senkrecht zur momentanen Teilchengeschwindigkeit \vec{v} und zur Kraftflußdichte \vec{B}

10. Welche Aussage ist richtig?

- (...) Das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ einer Phospholipid - Membranoberfläche nimmt mit $1/r$ mit dem Abstand von der Membran ab
- (...) Das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ einer Sphingolipid - Membranoberfläche nimmt mit r^{-2} mit dem Abstand von der Membran ab
- (...) Das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ einer geladenen Membranoberfläche ist in der Nähe der Membran konstant

11. Für das magnetische Moment $\vec{\mu}$ eines $1s$ -Elektrons, dessen Orbitalbewegung einen Kreisstrom \vec{J} mit Querschnittsfläche $A = r_B^2 \pi$ verursacht, gilt:

- (...) $\vec{J} = A \cdot \vec{\mu}$
- (...) $\vec{\mu} \propto \vec{J}$
- (...) Das magnetische Moment ist unabhängig von der Fläche des Kreisstroms

12. Wird eine stromdurchflossene Leiterschleife von einer homogenen Kraftflußdichte \vec{B} durchströmt, wobei $\hat{n} \cdot \vec{B} \neq 0$ gelte, so gilt

- (...) Die Kraftflußdichte ist unabhängig von der Stromstärke in der Leiterschleife
- (...) Die wirkenden Lorentzkräfte \vec{F}_L verbiegen die Leiterschleife
- (...) Die Leiterschleife erfährt ein Drehmoment $\vec{T} = \vec{\mu} \times \vec{B}$

13. Durch einen Draht fließe ein Strom $I = 1[A]$. Dann beträgt die magnetische Feldstärke B im Abstand $r = 0,1[mm]$ ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}[N/A]$, $1 [T] = 1 [N/m A]$)
- (...) $B(r) = 2 \cdot 10^{-7}[kg/As^2]$
 - (...) $B(r) = 2 \cdot 10^3[T]$
 - (...) $B(r) = 2 \cdot 10^{-17}[N/Am]$

14. Welche Aussage über Frequenzfilter ist richtig?

- (...) Für die Impedanz eines Hochpass - Filters gilt: $Z = \omega \cdot L$
- (...) Für die Impedanz eines Tiefpass - Filters gilt: $Z = \frac{1}{\omega \cdot C}$
- (...) Ein elektrischer Schwingkreis ist ein Bandpass (Bandstop) - Filter

wobei ω die Kreisfrequenz des Wechselstroms darstellt, L die Selbstinduktivität der Spule des Kreises und C die Kapazität des Kreises bezeichnet.

15. Die Differentialgleichung eines elektrischen Schwingkreises entspricht

- (...) der Bewegungsgleichung eines ungedämpften harmonischen Oszillators
- (...) der Bewegungsgleichung eines Relaxators
- (...) der Bewegungsgleichung aus einer Kombination von Oszillator- und Relaxatorgleichung

16. Die Energie eines gedämpften elektrischen Schwingkreises relaxiert mit einer Zeitkonstante $\tau = 2\pi/\delta$.

- (...) Dies erniedrigt die Frequenz des Schwingkreises um $\omega^2 = \omega_0^2 - \delta^2$
- (...) Dies erhöht die Frequenz des Schwingkreises um $\omega^2 = \omega_0^2 + \delta^2$
- (...) Dies verändert die Thomson-Frequenz ω_0 des Schwingkreises nicht