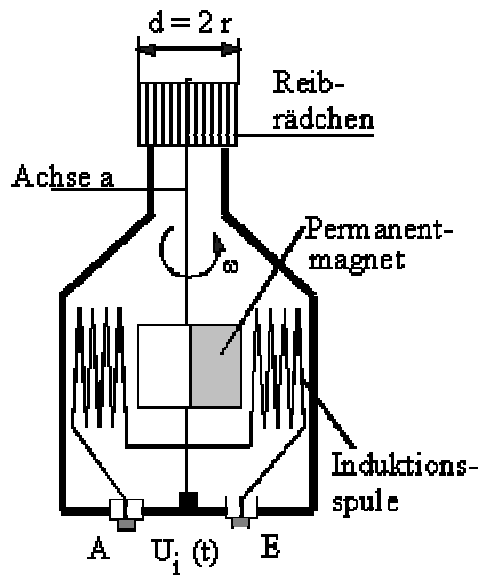


BE 1.0



In einem Fahrraddynamo befindet sich zwischen den beiden Hälften der Induktionsspule ein Permanentmagnet. Beim Fahren wird das Reibrädchen des Dynamos vom Fahrradreifen angetrieben und über die gemeinsame Achse a der Permanentmagnet in Rotation versetzt. Dadurch ändert sich der magnetische Fluss  $\phi$ , der die Induktionsspule durchsetzt. An den Klemmen A und E entsteht eine Wechselspannung.

Fährt ein Radfahrer mit konstanter Geschwindigkeit, so ist auch der Betrag der Umfangsgeschwindigkeit des Reibrädchens und die Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  des Permanentmagneten konstant.

In guter Näherung gilt:

- Die Zeitabhängigkeit des magnetischen Flusses  $\phi$  lässt sich durch die Gleichung  $\phi(t) = \phi_{\max} \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_0)$  beschreiben.
- Der Betrag der Umfangsgeschwindigkeit des Fahrradreifens ist gleich dem Betrag der Umfangsgeschwindigkeit des Reibrädchens.

1.1.0 In einem Experiment wird das Fahrrad mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegt. Der Betrag  $v$  der Geschwindigkeit wird mit einem Tachometer, der jeweilige Effektivwert  $U_{\text{eff}}$  der Induktionsspannung mit einem Voltmeter gemessen. Bei der Aufnahme der Messreihe sind Vorder- und Rücklicht der Fahrradbeleuchtung nicht am Dynamo angeschlossen. Es ergibt sich die folgende Messreihe:

Messung Nr.	1	2	3	4	5
$v$ in km/h	0	10	14	18	22
$U_{\text{eff}}$ in V	0	5,9	8,3	10,6	13,0

- 4 1.1.1 Untersuchen Sie durch graphische Auswertung der Messreihe, wie  $U_{\text{eff}}$  von  $v$  abhängt.
- 3 1.1.2 Geben Sie das Ergebnis von 1.1.1 in Form einer Gleichung an und bestimmen Sie die dabei auftretende Proportionalitätskonstante aus dem Diagramm von 1.1.1.
- 1.2.0 Die Induktionsspule hat insgesamt  $N = 304$  Windungen. Der Radius des Reibrädchens ist  $r = 1,0$  cm; die Geschwindigkeit hat den Betrag  $v = 12 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ . Zum Zeitpunkt  $t_0 = 0$  s ist der magnetische Fluss  $\phi$  durch die Induktionsspule maximal.
- 5 1.2.1 Zeigen Sie - ausgehend vom Induktionsgesetz - durch allgemeine Rechnung, dass für die Induktionsspannung  $U(t)$  gilt:  $U(t) = N \cdot \phi_{\max} \cdot \frac{v}{r} \cdot \sin\left(\frac{v}{r} \cdot t\right)$ .
- 3 1.2.2 Bestimmen Sie mit Hilfe des Diagramms von 1.1.1 den Scheitelwert  $U_{\max}$ .

5	1.2.3	Geben Sie mit eingesetzten Größenwerten die Gleichung für den zeitlichen Verlauf der Spannung $U(t)$ an und stellen Sie diesen für $0 \text{ s} \leq t \leq 19 \text{ ms}$ in einem Diagramm graphisch dar.
4	1.2.4	Das Fahrrad wird nun mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $v^* = 6,0 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ bewegt. Stellen Sie den zeitlichen Verlauf der Spannung $U^*(t)$ , die nun zwischen den Klemmen A und E auftritt, im Diagramm von 1.2.3 für $0 \text{ s} \leq t \leq 19 \text{ ms}$ graphisch dar.
	1.3.0	Nun werden die beiden parallel geschalteten Lämpchen für das Vorder- und das Rücklicht des Fahrrades an den Klemmen A und E des Dynamos angeschlossen. Bei einer Geschwindigkeit vom Betrag $v = 12 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ herrscht an den beiden Lämpchen eine Spannung von $U_{L, \text{eff}} = 6,0 \text{ V}$ ; die Gesamtstromstärke beträgt $I_{\text{ges, eff}} = 0,50 \text{ A}$ .
2	1.3.1	Berechnen Sie die mittlere elektrische Leistung, die der Dynamo an die beiden Lämpchen abgibt.
5	1.3.2	Der Fahrradreifen übt auf das Reibrädchen eine Antriebskraft vom Betrag $3,0 \text{ N}$ aus. Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Dynamos.
	2.0	Am 16. Juli 1969 starten die Astronauten Armstrong, Collins und Aldrin mit einer dreistufigen Saturn-V-Rakete ihren Flug zum Mond.
	2.1.0	Beim Start beträgt die Masse der Rakete $m = 2,91 \cdot 10^3 \text{ t}$ . Durch Zünden der 1. Stufe hebt die Rakete senkrecht von der Erdoberfläche ab. Pro Sekunde werden von der 1. Stufe $13,4 \text{ t}$ Verbrennungsgase mit einer Geschwindigkeit vom Betrag $2,50 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ relativ zur Rakete ausgestoßen.
4	2.1.1	Die Gewichtskraft der ausgestoßenen Verbrennungsgase kann vernachlässigt werden. Berechnen Sie den Betrag der Schubkraft $\vec{F}_{\text{Schub}}$ , die beim Start auf die Rakete wirkt. [Ergebnis: $ \vec{F}_{\text{Schub}}  = 33,5 \cdot 10^6 \text{ N}$ ]
5	2.1.2	Berechnen Sie den Betrag der Anfangsbeschleunigung, mit der die Rakete von der Erde abhebt.
	2.2.0	Durch Zünden der 2. und 3. Stufe der Rakete wird das Raumschiff auf eine Kreisbahn in der Höhe $h = 185 \text{ km}$ über der Erdoberfläche gelenkt.
7	2.2.1	Ermitteln Sie, ausgehend von einem Kraftansatz, den Betrag der Geschwindigkeit des antriebslos auf der Kreisbahn fliegenden Raumschiffes und berechnen Sie die Zeit, die es für einen Umlauf benötigt.
3	2.2.2	Erläutern Sie, warum sich ein Astronaut in dem antriebslos fliegenden Raumschiff schwerelos fühlt.
50		