

PhIT Prüfung HS 2015

25. 1. 2016

Von Ihnen auszufüllen (Erklärung nächste Seite):

NAME, VORNAME:.....

KLASSE:.....

Gewählte Aufgaben:

Total Punkte:

NOTE:

Regeln:

- **Tragen Sie Name, Vorname und Klasse ein! (Klasse vollständig mit WIN oder ZH)**
- **Wenn Sie Extrablätter brauchen: Versehen Sie diese mit Namen, Vornamen und Klasse!**
- Die Prüfung dauert 90 Minuten.
- Erlaubte Hilfsmittel:
 - Taschenrechner (auch CAS).
 - Open book Exam → Alle schriftlichen Hilfsmittel sind erlaubt.
- Die Prüfung besteht aus zwei Teilen:
 - 10 Kurzaufgaben (je 1P).
 - 2 grössere Aufgaben (je 5 P).
- Sie finden drei grössere Aufgaben. **Von denen sollen Sie zwei auswählen. Geben Sie auf dem Titelblatt an, welche Aufgaben Sie gewählt haben!**

Wenn Sie drei grössere Aufgaben lösen und nicht festlegen, welche beiden Sie auswählen, zählen die beiden schlechteren! Wir akzeptieren keine Auswahlendungen. **Alle Antworten müssen begründet werden, z.B. durch Angabe einer Gesetzmässigkeit und/oder einer Formel!**
- Für Multiple Choice Aufgaben gelten die folgenden Regeln:
 - MC Typ 1:
 - Nur eine Antwort ist richtig. Das Ankreuzen der richtigen Antwort gibt einen Punkt. Keine oder mehrere Ankreuzung(en) ergeben null Punkte.
 - MC Typ 2:
 - Pro richtige Antwort 0.25 P.
 - Pro falsche Antwort 0.25 P Abzug.
 - Keine Antwort: Kein Abzug, aber auch keine Punkte.
 - Sie können im Gesamten nicht weniger als null Punkte machen.
- Zur Erstellung von BM - Modellen werden wir Ihnen schrittweise Fragen stellen. Dabei kann es vorkommen, dass wir in einer Frage wissen wollen, wie gross z.B. eine Kraft F_g ist, und in einer späteren Frage diese Kraft verwenden. Wenn Sie eine Variable in einer Teilaufgabe definieren sollen (z.B. durch Zuweisung einer Funktion), dürfen Sie sie in einer späteren Teilaufgabe als definiert betrachten, auch dann, wenn Sie die Zuweisung nicht angeben konnten.

Füllen Sie das eingerahmte Feld auf dem Titelblatt vollständig aus!

Kurzaufgabe 1

(MC – Typ 1) Gegeben sei die Trajektorie eines Punktteilchens mit Masse $M = 4\text{ kg}$:

$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} At^5 - Bt^2 \\ Ct^3 \\ Dt - E \end{pmatrix}$$

Dabei ist $A = 4 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^5} \right]$, $B = 2 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$, $C = 1 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^3} \right]$, $D = 5 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$, $E = 7 \text{ [m]}$ Wie gross ist der Betrag des Impulses des Teilchens zum Zeitpunkt $t = 2\text{ s}$?

Richtig?				
Resultat	$1249.1 \left[\frac{\text{kg m}}{\text{s}} \right]$	$\begin{pmatrix} 1248 \\ 148 \\ 20 \end{pmatrix} \left[\frac{\text{kg m}}{\text{s}} \right]$	$\begin{pmatrix} 312 \\ 12 \\ 5 \end{pmatrix} \left[\frac{\text{kg m}}{\text{s}} \right]$	$1316 \left[\frac{\text{kg m}}{\text{s}} \right]$

Kurzaufgabe 2

(MC – Typ 1) Wir betrachten Bewegung in x - Richtung. In Fig. 1 sehen Sie die Beschleunigung eines Punktteilchens als Funktion der Zeit (Die Beschleunigung erfolgt ausschliesslich entlang der x- Achse). Zum Zeitpunkt $t = 0$ hat das Teilchen eine Geschwindigkeit von $v(0) = -2\text{ m/s}$.

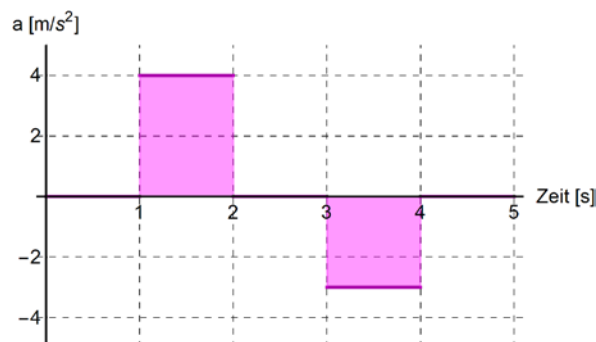
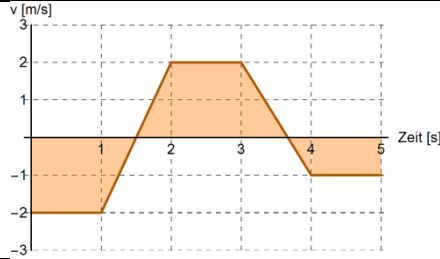
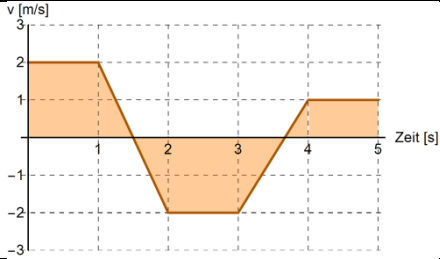
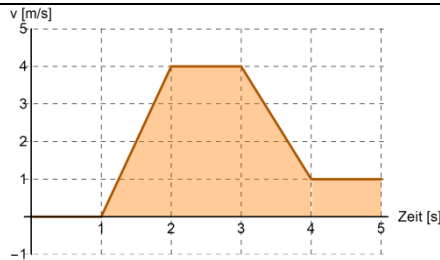
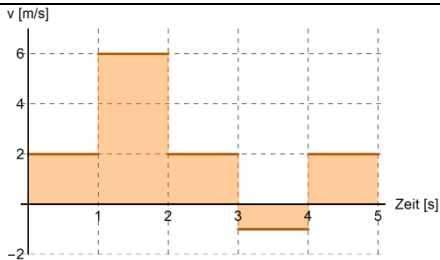


Fig. 1

Welche Graphik (auf der nächsten Seite) gibt die Geschwindigkeit des Punktteilchens als Funktion der Zeit korrekt wieder?

Richtig?		
$v(t)$		
Richtig?		
$v(t)$		

Kurzaufgabe 3

(MC – Typ 1) Aus einem Stausee fliesse pro Sekunde 5 m^3 Wasser aus. Dieses wird 400 m tiefer in einem Kraftwerk durch eine Turbine gelassen. Welche Leistung erbringt die Turbine, wenn Sie alle Reibungseffekte vernachlässigen? Kreuzen Sie in untenstehender Tabelle den besten Näherungswert an (Wir benutzen $g = 10 \text{ m/s}^2$ als Näherungswert für die Erdbeschleunigung):

Leistung	Richtig?
2 MW	
1 kW	
20 MW	
200 kW	

Kurzaufgabe 4

(MC – Typ 1) Ein System hat einen Energiegehalt, der in Fig. 2 als Funktion der Zeit dargestellt wird.

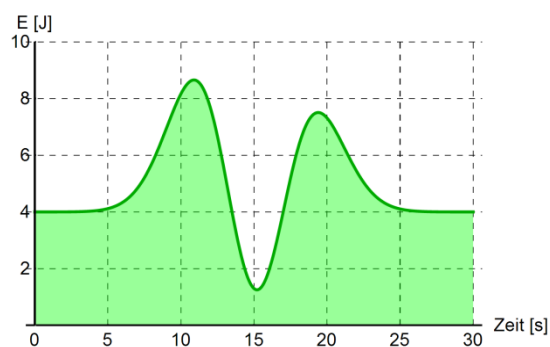
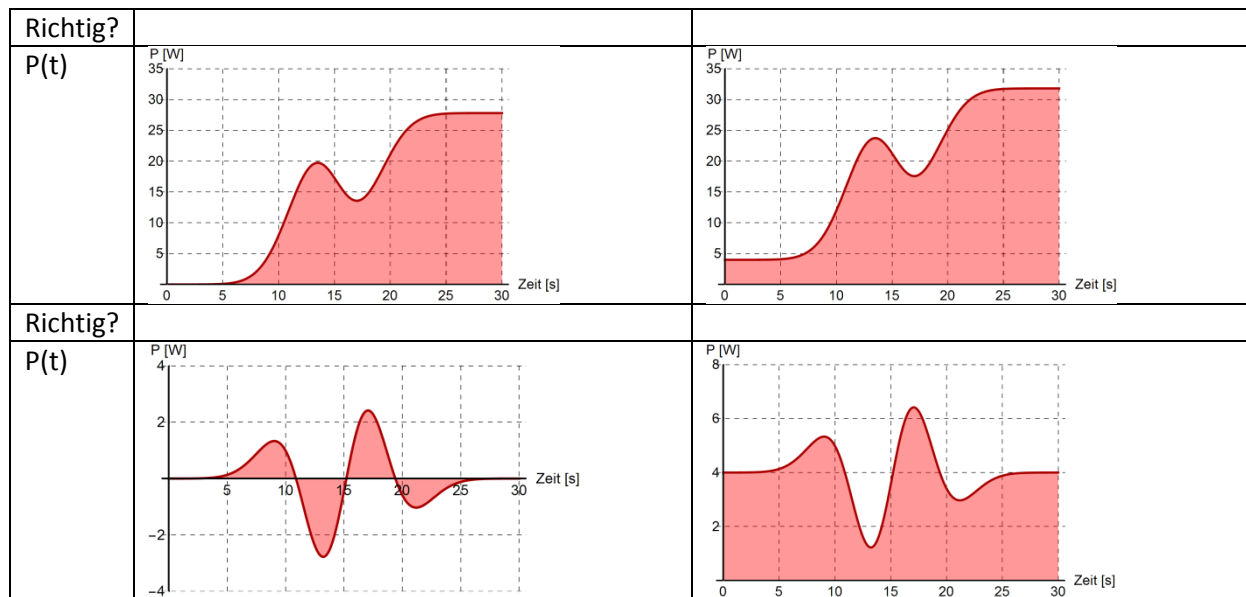


Fig. 2

Welche Graphik gibt die am System erbrachte Leistung als Funktion der Zeit korrekt wieder?
Energieaufnahme wird positiv gezählt.



Kurzaufgabe 5

(MC – Typ 1) Ein Blumentopf fällt von einem Balkon herunter. Um welchen Faktor steigt die Aufprallgeschwindigkeit maximal (Vernachlässigen Sie die Luftreibung!), wenn die Fallhöhe verfünffacht wird?

Richtig?				
Faktor	5	1	$5^2 = 25$	$\sqrt{5} \approx 2.24$

Kurzaufgabe 6

(MC – Typ 2) Multiple Choice: Wir betrachten eine Batterie mit (Nenn-) Spannung 9 V. Es handelt sich um eine reale Batterie, d.h. die Batterie hat einen Innenwiderstand.

Behauptung	Richtig	Falsch
Wir schliessen einen Verbraucher (heisst: ein Widerstand) an die Batterie an. Behauptung: Je kleiner der Widerstand eines Verbrauchers, desto grösser ist der fliessende Strom und damit die von der Batterie an den Verbraucher abgegebene Leistung.		
Der Strom fliesst in einer Batterie vom Plus- zum Minuspol. Die Elektronen fließen vom Minus- zum Pluspol.		
Die Spannung einer an einen Verbraucher (z.B. eine Lampe) angehängten Batterie sinkt, gleich wie bei einem Kondensator, mit der Zeit exponentiell ab.		
Mit Hilfe eines Transformators kann die Spannung der Batterie auf 18 V hochtransformiert werden.		

Kurzaufgabe 7

(MC – Typ 1) Eine Spannungsquelle mit konstanter Spannung U_S , eine Spule mit Induktivität L , ein Widerstand R und ein Schalter sind in Serie geschaltet. Welches ist die korrekte Differentialgleichung für den Strom im Schaltkreis, falls der Schalter bei $t = 0$ geschlossen wird?

Differentialgleichung	Richtig?
$\frac{dI}{dt} = -\frac{1}{L}(U_s - IR), I(0) = 0$	
$\frac{dQ}{dt} = \frac{1}{L}(U_s - IR), Q(0) = 0$	
$\frac{dI}{dt} = \frac{1}{L}(U_s - IR), I(0) = 0$	
$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{L}(U_s - IR), Q(0) = 0$	

Kurzaufgabe 8

(MC – Typ 2)

Behauptung	Richtig	Falsch
Die Kraft, welche durch ein Magnetfeld auf eine Ladung ausgeübt werden, hängt von der Geschwindigkeit der Ladung ab.		
Eine ebene Welle der Form $E_0 \sin(kx - \omega t)$ breitet sich in negativer Richtung auf der x – Achse aus.		
In einer elektromagnetischen Welle sind die elektrischen und magnetischen Felder parallel, aber entgegengerichtet.		
Eine Welle mit einer Wellenlänge von 300 m nennt man eine Radiowelle.		

Kurzaufgabe 9

(MC – Typ 2)

Behauptung	Richtig	Falsch
Je kleiner die Wellenlänge eines Lichtstrahls (reiner Farbe), desto grösser die Frequenz.		
Eine Verdoppelung der Temperatur eines schwarzen Strahlers führt zu einer Vervierfachung der abgestrahlten Leistung.		
Wenn man eine Ladung abbremst, wird Energie in Form elektromagnetischer Strahlung abgegeben.		
Radiosender verwenden Phasenmodulation, weil dadurch mit höherer Effizienz gesendet werden kann.		

Kurzaufgabe 10

(MC – Typ 2)

Behauptung	Richtig	Falsch
Ein n-dotierter Halbleiter ist negativ geladen.		
Ein Stern mit Oberflächentemperatur $T = 3000 \text{ K}$ erscheint uns bläulich.		
Die Ausbreitungsgeschwindigkeit von elektromagnetischer Strahlung kann in Materie frequenzabhängig sein.		
Der Brechungsindex in Wasser ist etwa gleich 1.34. Die Lichtgeschwindigkeit in Wasser beträgt ungefähr $224'000 \text{ km/s}$.		

Aufgabe 11

Wir betrachten eine Masse $M = 5\text{ kg}$, welche in einem Labor auf der Erde reibungsfrei auf einer senkrecht aufgestellten Stange gleitet und von unten von einer Feder gestützt wird. Die Zusatzschwierigkeit besteht darin, dass die Feder an einer beweglichen Bodenplatte befestigt ist, siehe Fig. 3.

Das System ist durch die Koordinate z charakterisiert.

Die Bodenplatte wird harmonisch (mit einer Sinusfunktion) hinauf und hinunterbewegt. Die Koordinate z_p der Bodenplatte ist gegeben durch:

$$z_p(t) = A \sin(\Omega t)$$

mit A als Amplitude und Ω als Kreisfrequenz. Nehmen Sie die Variation von $z_p(t)$ als gegeben an, Sie müssen sich um die Geometrie des Antriebs nicht weiter kümmern.

Die Koordinate der Masse wird mit $z_M(t)$ bezeichnet. Die Federkraft ist gegeben durch

$$F_s = -k(L(t) - L_0)$$

wobei $k = 4 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ eine Konstante und L_0 die Ruhelänge der Feder ist. Die zeitabhängige Auslenkung $L(t)$ der Feder ist gegeben durch die Differenz

$$L(t) = z_M(t) - z_p(t)$$

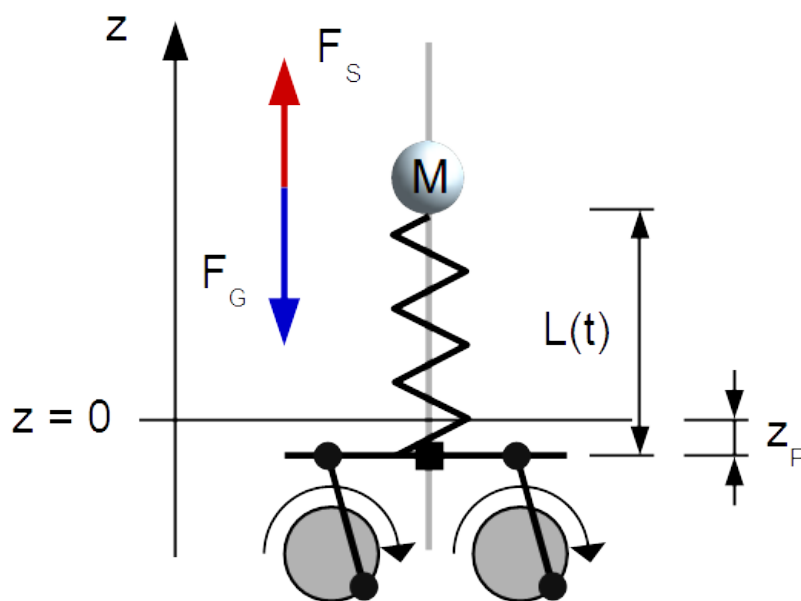


Fig. 3

- a) (0.5 P) Die Periode, mit der z_p variiert, betrage $T = 3\text{ s}$. Wie gross ist Ω als Funktion von T ? Geben Sie sowohl eine Formel für Ω als Funktion von T an, als auch den Zahlwert!

$$\omega = \dots\dots\dots$$

- b) (0.5P) Wie gross ist die Gewichtskraft F_g ? Das System ist eindimensional, Sie müssen nicht mit Vektoren arbeiten, aber Vorzeichen im Einklang mit der Koordinate z angeben. Geben Sie sowohl eine Formel an, als auch den Zahlwert!

$$F_g = \dots\dots\dots$$

- c) (1P) Im BM – Modell in Fig. 4 fehlen vier Pfeile. Tragen Sie diese ein.

- d) (0.5P) Welche Funktion oder Variable müssen Sie bei der Veränderungsrate dv_z/dt eintragen? Beachten Sie: Verwenden Sie die Variablen, die Sie in Fig. 4 auch gebrauchen! Die Formel muss mit den von Ihnen gezeichneten Pfeilen übereinstimmen.

$$dv_z/dt = \dots\dots\dots$$

- e) (0.5P) Welche Funktion oder Variable müssen Sie bei der Veränderungsrate dz/dt eintragen?

$$dz/dt = \dots\dots\dots$$

- f) Die Masse wird eine harmonische (Sinus- oder Cosinus-) Schwingung mit einer bestimmten Kreisfrequenz ω ausführen. Wie gross ist ω ? Hinweis: Denken, nicht rechnen!

$$\omega = \dots\dots\dots$$

- g) Bei welcher Anregungsfrequenz ω_R tritt maximale Resonanz auf (Formel und Zahlwert)?

$$\omega_R = \dots\dots\dots$$

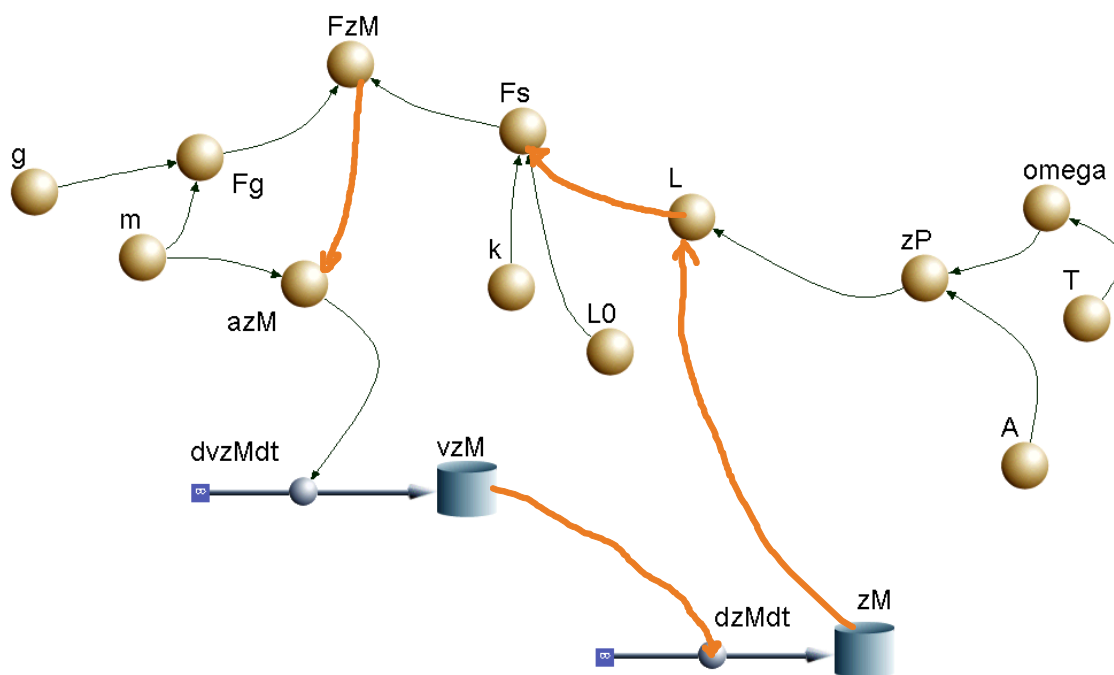


Fig. 4

Aufgabe 12

Gegeben sei eine Schaltung wie in Fig. 5. Q bezeichnet die Ladung des Kondensators, C dessen Kapazität. R_1, R_2 steht für ohmsche Widerstände und L für die Induktivität der Spule. Alle Schaltungselemente sind als ideal anzunehmen. U_S steht für die Spannung einer Spannungsquelle.

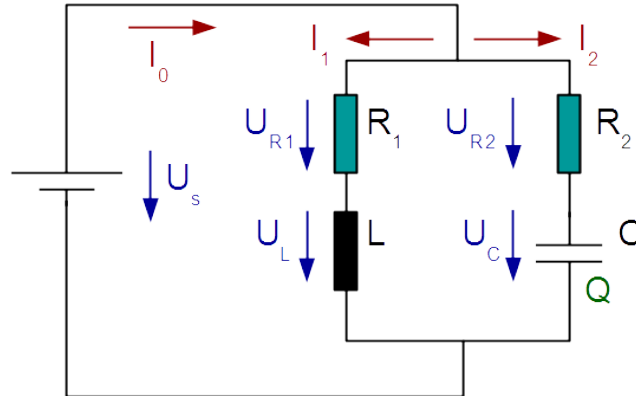


Fig. 5

- a) (MC Typ 2) (1P) Welche Kombinationen von Knoten- und Maschensätzen beschreiben die Schaltung in Fig. 5?

	Richtig	Falsch
$I_0 = I_1 + I_2$ $\frac{dQ}{dt} = I_2$ $U_{R1} + U_L = U_S$ $U_{R2} + U_C = U_S$		
$I_0 = I_1 + I_2$ $\frac{dQ}{dt} = I_2$ $U_{R1} + U_L + U_S = 0$ $U_{R2} + U_C + U_S = 0$		
$I_0 = I_1 + I_2$ $\frac{dQ}{dt} = I_0$ $U_{R1} + U_L = U_S$ $U_{R2} + U_C = U_{R1} + U_L$		
$I_0 + I_1 + I_2 = 0$ $\frac{dQ}{dt} = I_1$ $U_{R1} + U_L = U_S$ $U_{R2} + U_C = U_{R1} + U_L$		

- b) (1P) Benützen Sie die Ersetzungsregeln für die Spannungen, um aus einer von Ihnen in der Aufgabe a) als richtig identifizierten Kombination von Maschensätzen Ausdrücke mit den physikalischen Grössen $L, R_1, R_2, Q, C, U_s, I_0, I_1, I_2$ zu gewinnen.

- c) (MC Typ 1) (1.5P) Welches der folgenden Gleichungssysteme beschreibt die Bilanzgleichungen für die Schaltung in Fig. 5? **Ihre Antwort muss durch eine Rechnung nachvollziehbar begründet sein! Führen Sie diese Rechnung auf der folgenden Seite durch und verlangen/gebrauchen Sie Extrablätter, falls eine Seite nicht ausreicht.**

Richtig?		
Gls.	$\frac{dI_1}{dt} = \frac{1}{L}(U_s + I_1 R_1)$ $\frac{dI_2}{dt} = \frac{1}{R_2}\left(U_s - \frac{Q}{C}\right)$	$\frac{dI_1}{dt} = \frac{1}{L}(U_s - I_1 R_1)$ $\frac{dQ}{dt} = \left(U_s - \frac{Q}{R_2 C}\right)$
Richtig?		
Gls	$\frac{dI_1}{dt} = \frac{1}{L}(U_s - I_1 R_1)$ $\frac{dQ}{dt} = \frac{1}{R_2}\left(U_s - \frac{Q}{C}\right)$	$\frac{dI_1}{dt} = \frac{1}{L}(U_s - I_1 R_1)$ $\frac{dI_2}{dt} = \frac{1}{R_2}\left(U_s - \frac{Q}{C}\right)$

- d) (1.5P) Nehmen Sie an, $U_s = \text{const.}$ Nehmen Sie an, dass sich nach sehr langer Zeit ein stationärer Zustand einstellt (Alle Ströme und die Ladung im Kondensator nehmen konstante Werte an). Berechnen Sie $I_1(t \rightarrow \infty), I_2(t \rightarrow \infty), Q(t \rightarrow \infty)$. **Ihre Antwort muss durch eine Rechnung nachvollziehbar begründet sein! Führen Sie diese Rechnung auf dieser Seite durch und verlangen/gebrauchen Sie Extrablätter, falls eine Seite nicht ausreicht.**

Aufgabe 13

Wir betrachten die Bahn eines Teilchens in einem Magnetfeld $\vec{B} = (0, 0, B_z)$. Betrachten Sie B_z , die Ladung Q des Teilchens und dessen Masse M als Konstanten. Die Geschwindigkeit des Teilchens sei $\vec{v}(t) = (v_x(t), v_y(t), v_z(t))$ und es gilt $\vec{v}(0) = (1, 0, 0)$ (Einheit m/s). Das Teilchen ist zwei Kräften unterworfen:

- Die Lorenzkraft \vec{F}_{mag}
- Eine Reibungskraft $\vec{F}_{fric} = -\gamma \vec{v}$

Fragen:

- (2.5 P) In Fig. 6 sehen Sie eine unvollständige Flowchart eines BM – Programms, welches die Dynamik des Teilchens im Magnetfeld beschreibt. Eine Variante der Vervollständigung braucht 8 Pfeile. Tragen Sie diese ein (Hinweis: Werfen Sie einen Blick auf die nachfolgenden Fragen. Dies kann Ihnen bei der Vervollständigung helfen.).
- (0.5 P) Was müssen Sie bei F_{xmag} und F_{ymag} in die Kugeln der BM – Flowchart einsetzen (Dabei bezeichnet F_{xmag} die x – Komponente der magnetischen Kraft, und analog F_{ymag} die entsprechende y – Komponente)?

$F_{xmag} = \dots\dots\dots$

$F_{ymag} = \dots\dots\dots$

- (0.5 P) Was müssen Sie bei F_{xtotal} und F_{ytotal} eintragen (\vec{F}_{total} ist die totale Kraft auf das Teilchen)?

$F_{xtotal} = \dots\dots\dots$

$F_{ytotal} = \dots\dots\dots$

- (0.5 P) Was müssen Sie bei a_x und a_y eintragen?

$a_x = \dots\dots\dots$

$a_y = \dots\dots\dots$

- (0.5 P) Was müssen Sie bei dv_x/dt und dv_y/dt eintragen?

$dv_x/dt = \dots\dots\dots$

$dv_y/dt = \dots\dots\dots$

f) (0.5 P) Was müssen Sie bei $dxdt$ und $dydt$ eintragen?

$dxdt = \dots\dots\dots$

$dydt = \dots\dots\dots$

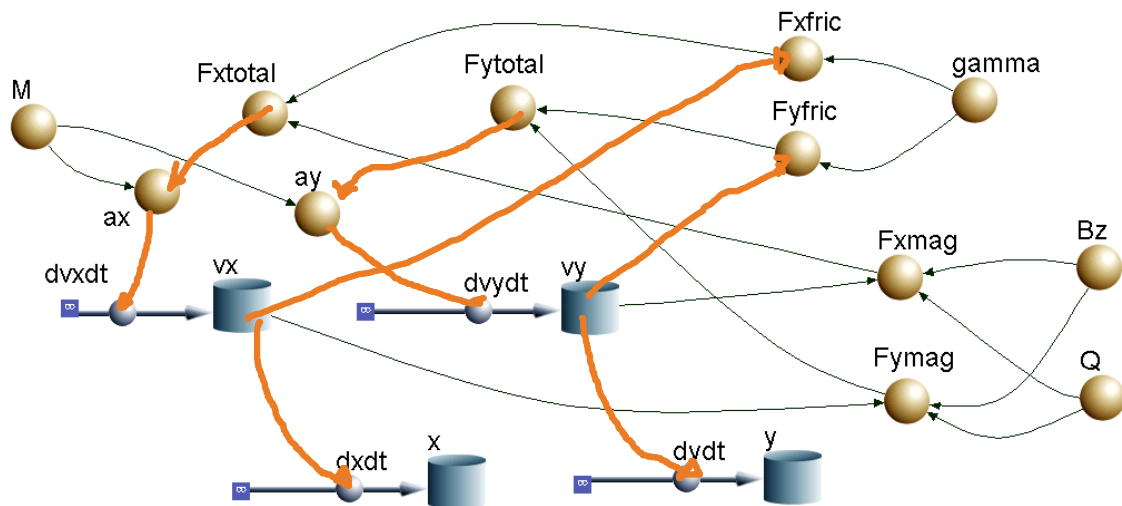


Fig. 6