

# 1. Klausur Physik Leistungskurs Klasse 11

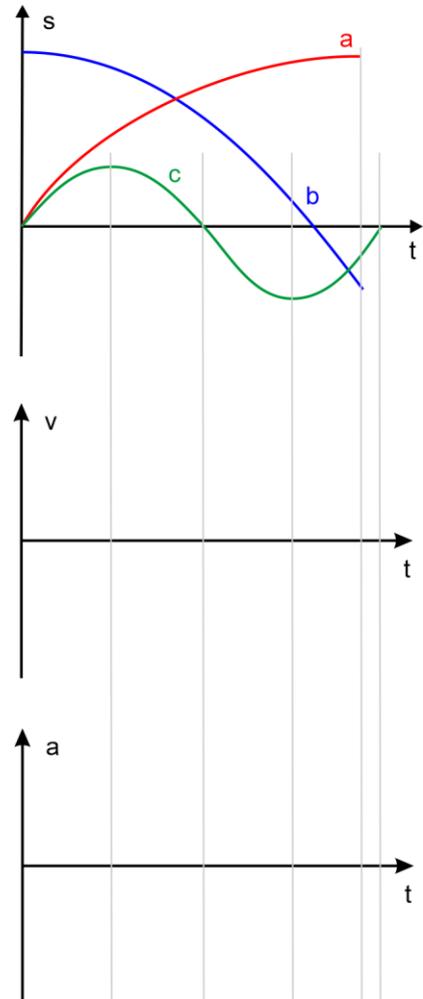
17.9.2024

Dauer: 90 min

Hilfsmittel: Taschenrechner, IQB-Formelsammlung

Name: .....

1. In dem Diagramm sind drei  $s(t)$ -Graphen abgebildet. Skizzieren Sie für jede der drei Bewegungen den  $v(t)$ -Graph und den  $a(t)$ -Graph. (7)



2. Auf einer geraden, horizontalen Straße fährt ein Motorrad A mit der konstanten Geschwindigkeit  $v_A=90\text{kmh}^{-1}$ .

A passiert zur Zeit  $t = 0$  eine Marke M. Zum selben Zeitpunkt startet im Punkt P ein Motorrad B (Masse einschließlich Fahrer  $m = 300\text{ kg}$ ) in gleicher Fahrtrichtung mit konstanter Beschleunigung. Nach Erreichen der Maximalgeschwindigkeit von  $130\text{ kmh}^{-1}$  fährt er gleichförmig weiter. P ist  $50\text{ m}$  in Fahrtrichtung von M entfernt.

a) Wie groß ist die Beschleunigung, wenn B innerhalb von  $t_B = 15\text{ s}$  seine Maximalgeschwindigkeit erreicht? (2)

Berechnen Sie die beschleunigende Kraft. (2)

Berechnen Sie den Weg, den B zurücklegt, während seine Geschwindigkeit von  $100\text{ kmh}^{-1}$  auf  $v_B$  wächst? (4)

b) Berechnen Sie die Zeiten, zu denen die beiden Motorräder genau nebeneinander fahren. (4)

3. Ein Skilangläufer gleitet einen Hang geringer Neigung mit konstanter Geschwindigkeit hinab.

Nennen Sie das Trägheitsgesetz und wenden Sie dieses auf den Sachverhalt an. (4)

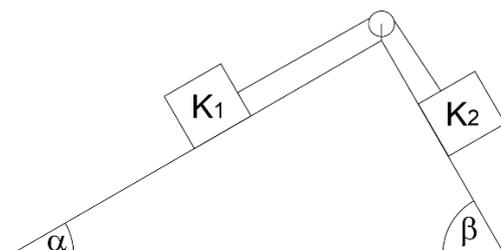
(LK 2012)

4. Zwei Körper  $K_1$  mit der Masse  $m_1=600\text{ g}$  und  $K_2$  mit der Masse  $m_2$  gleiten auf schiefen Ebenen, die die Winkel  $\alpha=30^\circ, \beta=60^\circ$  mit der Horizontalen bilden. Die Körper sind über eine Umlenkrolle durch ein Seil miteinander verbunden.

a) In der Anordnung nach der Abbildung tritt keine Reibung auf. Zeigen Sie durch Berechnungen, dass das System dann in Ruhe ist, wenn die Masse  $m_2=0,35\text{ kg}$  groß ist. (3)

b) Der Körper  $K_2$  wird nun durch einen Körper der Masse  $600\text{ g}$  ersetzt. Mit welcher Beschleunigung setzen sich die beiden Körper in Bewegung? (6)

c) Beschreiben Sie, wie sich die Beschleunigung ändert, wenn für den Fall der Massengleichheit von  $m_1$  und  $m_2$  größere Massen verwendet werden. (1)



## Lösungen

### 1. Geschwindigkeit:

a) Der Körper bewegt sich vom Nullpunkt in positiver Richtung weg und besitzt eine Anfangsgeschwindigkeit. Der Anstieg der  $s(t)$ -Kurve wird immer kleiner. Das heißt, die Geschwindigkeit wird immer kleiner und ist am Ende Null.

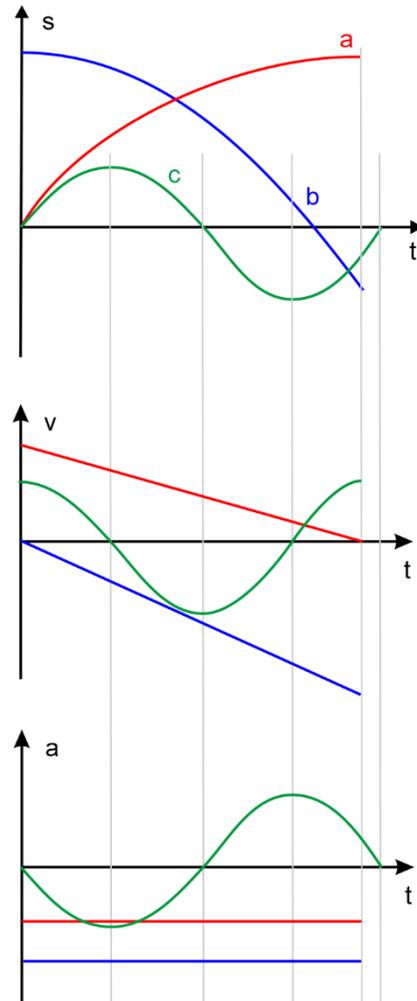
b) Der Körper steht in positiver Richtung zum Nullpunkt und bewegt sich am Anfang nicht, seine Geschwindigkeit ist Null. Im Laufe der Zeit bewegt er sich zum Nullpunkt hin, womit seine Geschwindigkeit negativ ist. Seine Geschwindigkeit wird immer größer. Da er in der gleichen Zeit einen größeren Weg als Körper a zurücklegt, verläuft die Kurve von b steiler als die Kurve von a.

c) Es werden markante Punkte der Kurve herausgesucht und im  $v(t)$ -Diagramm eingetragen. Das ist

- der Start: maximale positive Geschwindigkeit
- der höchste Punkt der Kurve: keine Geschwindigkeit
- der Nulldurchgang: maximale negative Geschwindigkeit
- der niedrigste Punkt: keine Geschwindigkeit

### Beschleunigung:

a und b: Der Anstieg beider  $v(t)$ -Kurven ist negativ. Die Kurve von b verläuft steiler, weshalb dort die Beschleunigung noch negativer ist.



2.

geg.:	a) $t_B = 15\text{s}$ $v_B = 130 \frac{\text{km}}{\text{h}} = 36,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $t_B = 15\text{s}$	ges.:	a) a, F, P
Lösung:			
	<p>Für die gleichmäßig beschleunigte Bewegung gilt:</p> $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ $a = \frac{36,1 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{15\text{s}}$ $a = 2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$	<p>Damit kann mit dem Newtonschen Grundgesetz die Kraft berechnet werden:</p> $F = m \cdot a$ $F = 300\text{kg} \cdot 2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $F = 722\text{N}$	

b) Nach welcher Zeit erreicht der Fahrer die Geschwindigkeit 100 km/h?

$$t = \frac{v}{a}$$

$$t = \frac{27,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}$$

$$t = 11,6 \text{ s}$$

Der gesuchte Weg ist die Differenz der Wege, die er bis zu den beiden Geschwindigkeiten zurücklegt:

$$\Delta s = s_{130} - s_{100}$$

$$\Delta s = \frac{a}{2} \cdot t_{130}^2 - \frac{a}{2} \cdot t_{100}^2$$

$$\Delta s = \frac{a}{2} \cdot (t_{130}^2 - t_{100}^2)$$

$$\Delta s = \frac{2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2} \cdot (15^2 \text{ s}^2 - 11,6^2 \text{ s}^2)$$

$$\Delta s = 108,5 \text{ m}$$

Es kann auch die Zeit berechnet werden, die der Motorradfahrer von 100 km/h auf 130 km/h benötigt und dann mit

$$s = \frac{a}{2} \cdot t^2 + v_0 \cdot t$$

der gesuchte Weg berechnet werden.

b)



Die beiden Motorradfahrer fahren nebeneinander, wenn sie vom Punkt M aus gesehen den gleichen Abstand haben. Dem Diagramm ist zu entnehmen, dass das zweimal passiert. Am Anfang überholt der Fahrer A den Fahrer B von hinten. Da B aber nach der Beschleunigung schneller fährt als A, holt er ihn wieder ein.

1. Überholvorgang:

Wenn man den Abstand der beiden Punkte M und P mit  $s_0$  bezeichnet, erhält man:

$$s_A = s_B + s_0$$

$$v_A \cdot t = \frac{a}{2} \cdot t^2 + s_0$$

$$0 = \frac{a}{2} \cdot t^2 - v_A \cdot t + s_0$$

$$0 = t^2 - \frac{2 \cdot v_A}{a} \cdot t + \frac{2 \cdot s_0}{a}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{v_A}{a} \pm \sqrt{\left(\frac{v_A}{a}\right)^2 - \frac{2 \cdot s_0}{a}}$$

$$t_1 = 18,53 \text{ s}$$

$$t_2 = 2,24 \text{ s}$$

Die erste Zeit braucht nicht berücksichtigt zu werden, da der Beschleunigungsvorgang nach 15 s bereits abgeschlossen ist. Für die zweite Zeit von 2,24 s wird der Weg berechnet:

$$s_A = v_A \cdot t$$

$$s_A = 25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 2,24 \text{ s}$$

$$s_A = 56 \text{ m}$$

$$s_B = \frac{a}{2} \cdot t^2 + s_0$$

$$s_B = \frac{2,4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2} \cdot (2,24 \text{ s})^2 + 50 \text{ m}$$

$$s_B = 56 \text{ m}$$

Für den zweiten Treffpunkt sind wieder die beiden Abstände zu M gleich. Für den Fahrer B ist jetzt aber der Weg der beschleunigten Bewegung bekannt.

$$s_A = s_B$$

$$v_A \cdot (t_x + 15s) = s_{Bb} + v_B \cdot t_x + s_0$$

$$v_A \cdot t_x + v_A \cdot 15s = s_{Bb} + v_B \cdot t_x + s_0$$

$$v_A \cdot t_x - v_B \cdot t_x = s_{Bb} + s_0 - v_A \cdot 15s$$

$$t_x = \frac{s_{Bb} + s_0 - v_A \cdot 15s}{v_A - v_B}$$

$$t_x = \frac{270,83m + 50m - 375m}{-11,11 \frac{m}{s}}$$

$$t_x = 4,88s$$

Das ist die Zeit, die nach dem Beenden der Beschleunigungsphase von B bis zum Treffpunkt vergeht. Damit ist die Gesamtzeit für den zweiten Treffpunkt 19,88 s. Dieser Punkt ist 497 m vom Punkt entfernt.

**3. Trägheitsgesetz:** Wirkt auf einen Körper keine Kraft, so bleibt er im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Bewegung.

Skifahrer: Da der Skifahrer mit konstanter Geschwindigkeit hinab gleitet, darf nach dem Trägheitsgesetz auf ihn keine Kraft wirken.

Das heißt, die Summe aller auf ihn einwirkenden Kräfte hebt sich gerade auf.

Es wirkt die Hangabtriebskraft, die ihn nach unten beschleunigen würde.

Gleichzeitig wirken Reibungskräfte, die entgegen der Bewegung wirken. Die entstehen durch die Reibung der Ski am Schnee und der Luftreibung.

Die Reibungskräfte werden mit wachsender Geschwindigkeit immer größer und erreichen den Wert der Hangabtriebskraft, nur eben in entgegen gesetzter Richtung.

Zu diesem Zeitpunkt ist die Summe der Kräfte Null und der Skifahrer gleitet mit konstanter Geschwindigkeit.

**4. a)**

Die Anordnung ist dann in Ruhe, wenn die beiden Kräfte, die jeweils nach unten ziehen, gleichgroß sind. Dann heben sich die beiden Kräfte auf und nach dem Trägheitsgesetz ist die Beschleunigung Null.

Die beiden Körper werden durch die Hangabtriebskraft nach unten gezogen. Die Hangabtriebskraft ist  $F_H = m \cdot g \cdot \sin \alpha$

Man setzt die beiden Hangabtriebskräfte gleich und kann den Nachweis bringen, dass die Masse des 2. Körpers 0,35 kg groß ist.

$$F_{H1} = F_{H2}$$

$$m_1 \cdot g \cdot \sin \alpha = m_2 \cdot g \cdot \sin \beta$$

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot g \cdot \sin \alpha}{g \cdot \sin \beta}$$

$$m_2 = \frac{m_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$m_2 = \frac{0,6 \text{ kg} \cdot \sin 30^\circ}{\sin 60^\circ}$$

$$m_2 = 0,35 \text{ kg}$$

**b)** Da sich jetzt die beiden Kräfte nicht mehr aufheben, ergibt sich eine Kraft größer Null, die das System nach rechts beschleunigt. Es gilt das Newtonsche Grundgesetz:

$$F = m \cdot a$$

F ist die beschleunigende Kraft und m die zu beschleunigende Masse. Da beide Körper beschleunigt werden, ist die Masse 1,2 kg groß.

Die Kraft ergibt sich aus der Differenz der beiden Hangabtriebskräfte:

$$F = F_{H2} - F_{H1}$$

$$F = m_2 \cdot g \cdot \sin \beta - m_1 \cdot g \cdot \sin \alpha$$

Da die beiden Massen gleich sind, kann man sie wie die Fallbeschleunigung ausklammern:

$$F = m \cdot g \cdot (\sin \beta - \sin \alpha)$$

Damit kann die Beschleunigung berechnet werden:

$$F = m \cdot a$$

$$a = \frac{F}{m}$$

Die Kraftgleichung wurde bereits hergeleitet. Die Masse ist die doppelte Masse eines Körpers. Damit erhält man

$$a = \frac{m \cdot g \cdot (\sin \beta - \sin \alpha)}{2 \cdot m}$$

$$a = \frac{g \cdot (\sin \beta - \sin \alpha)}{2}$$

Überraschung: die Massen der Körper spielen keine Rolle, sie kürzen sich raus.

$$a = \frac{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (\sin 60^\circ - \sin 30^\circ)}{2}$$

$$a = 1,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

**c)** Die Massen spielen keine Rolle, da sie in der Gleichung für die Beschleunigung verschwunden sind. Demnach bleibt bei größeren Massen die Beschleunigung unverändert.

