

Physik Klausur 3

Aufgabe 1

Ein U-Bahn-Zug beschleunigt aus der Ruhe heraus mit 2 m/s^2 .
Er brems mit -2 m/s^2 .

- Nach welcher Zeit hat er seine Höchstgeschwindigkeit von 54 km/h erreicht ?
- Wie weit ist er in dieser Zeit gekommen ?
- Ab jetzt fährt er mit konstanter Geschwindigkeit (54 km/h).
Wie lange kann er gleichförmig mit dieser Geschwindigkeit fahren, bevor er wieder bremsen muss, wenn die Entfernung der beiden Haltestellen 1000 m beträgt ?

Aufgabe 2

Bei konstanter Beschleunigung aus der Ruhe heraus erreicht ein Fahrzeug nach 20 m die Geschwindigkeit von 4 m/s .

- Wie lange dauert dieser Vorgang ?
- Welche Geschwindigkeit hatte das Fahrzeug nach **halbem** Weg ?

Aufgabe 3

Newton trat gegen die vorherrschende Lehrmeinung des Aristoteles an.

- Formulieren Sie den Trägheitssatz von Newton und erläutern Sie kurz, inwiefern er die Vorstellungen von Aristoteles überwindet.
- Erklären Sie in wenigen Sätzen, was das Gesetz über die Anschnallpflicht im Auto mit dem Trägheitssatz zu tun hat.

Aufgabe 4

Ein Verkehrsflugzeug hat eine Masse von 300 t .

- Nach einer Strecke von 2400 m hebt dieses Flugzeug mit einer Geschwindigkeit von 320 km/h von der Startbahn ab.
Wie groß ist die durchschnittliche beschleunigende Kraft der Triebwerke während der Startphase ? UND Wie lange dauert dieser Startvorgang ?
- Im letzten Aufgabenteil haben Sie die **durchschnittliche** Kraft bestimmt. In welcher Phase des Startens ist die tatsächlich **momentane** Kraft am größten ? Begründen Sie Ihre Antwort.
- Aus technischen Gründen muss die Länge der Startbahn um 20% gekürzt werden. Welche Startmasse darf das Flugzeug nun höchstens haben, wenn es bei gleicher Kraft der Triebwerke ebenfalls auf die oben genannte Geschwindigkeit beschleunigen muss ?

Musterlösung zur Klausur 3

Aufgabe 1 Es handelt sich zunächst um eine beschleunigte Bewegung.

- a) $v = a \cdot t \rightarrow t = v / a = 54 \text{ km/h} : 2 \text{ m/s}^2 = 54/3,6 \text{ m/s} : 2 \text{ m/s}^2 = 7,5 \text{ s}$
- b) $s = \frac{1}{2} a t^2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \text{ m/s}^2 \cdot 7,5^2 \text{ s}^2 = 56,25 \text{ m}$
- c) Beschleunigungs- und der Bremsweg sind gleich, also fährt der Zug $1000\text{m} - 2 \cdot 56,25\text{m} = 887,5\text{m}$ gleichförmig;
dazu braucht er $s / v = 887,5\text{m} : 54/3,6\text{m/s} = 59,2 \text{ Sekunden}$

Aufgabe 2 Es handelt sich um eine beschleunigte Bewegung

- a) $s = \frac{1}{2} a t^2$ und $v = a t \rightarrow t = v/a \rightarrow s = \frac{1}{2} a (v/a)^2 = \frac{1}{2} v^2/a$
 $\rightarrow 20\text{m} = \frac{1}{2} \cdot 16 \text{ m}^2/\text{s}^2 : a \rightarrow a = 8 \text{ m}^2/\text{s}^2 : 20 \text{ m} = 0,4 \text{ m/s}^2$
 \rightarrow in $t=v/a$ einsetzen: Der Vorgang dauert $t=4 \text{ m/s} : 0,4 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ s}$
- b) die Beschleunigung ist bekannt: $s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$
 $\rightarrow t^2 = (2 \cdot s) : a = 20\text{m} : 0,4 \text{ m/s}^2 = 50 \text{ s}^2 \rightarrow t=7,1 \text{ s}$
Nach dieser Zeit hat das Fahrzeug die Geschwindigkeit
 $v = a t = 0,4 \text{ m/s}^2 \cdot 7,1 \text{ s} = 2,83 \text{ m/s} (=10,2 \text{ km/h})$

Aufgabe 3 Newton geht über Aristoteles hinaus:

- a) Ein Körper bleibt im Zustand der gleichförmigen Bewegung (insbesondere der Ruhe), wenn keine Kraft auf ihn wirkt.
- b) Bremsst ein Auto, so wirkt zunächst nur auf die Karosserie eine Bremskraft. Der Insasse erfährt diese Kraft nicht. Als träger Körper bleibt er in seinem Bewegungszustand und wird sich relativ zum Wagen nach vorne bewegen. Ohne angeschnallt zu sein, können schwere Verletzungen dabei die Folge sein.

Aufgabe 4 In dieser Aufgabe geht es vorwiegend um Kräfte, die zur Beschleunigung nötig sind.

- a) $s = \frac{1}{2} a t^2$ und $v = a t \rightarrow s = \frac{1}{2} a (v/a)^2 = \frac{1}{2} v^2/a$, also $2400\text{m} = \frac{1}{2} (320/3,6 \text{ m/s})^2 : a$
 $\rightarrow a = 1,65 \text{ m/s}^2$, d.h. zur Beschleunigung der Masse $m=300000\text{kg}$ ist durchschnittlich die Kraft $F = m a = 300000\text{kg} \cdot 1,65 \text{ m/s}^2 = 493827,2 \text{ N}$ erforderlich.
Die Startphase dauert $t = v / a = 320/3,6 \text{ m/s} : 1,65 \text{ m/s}^2 = 53,9 \text{ Sekunden}$.
- b) Kräfte bewirken insbesondere eine Änderung der Geschwindigkeit und für die größte Änderung der Geschwindigkeit ist auch die größte Kraft erforderlich. Dies ist zu Beginn des Startens der Fall, da hier aus dem Stand heraus beschleunigt wird.

- c) Neue Länge der Bahn: $s = 2400\text{m} - 0,2 \cdot 2400\text{m} = 1920\text{m}$. Am Ende soll das Flugzeug die gleiche Geschwindigkeit wie in a) besitzen, d.h. wir gehen wie in a) vor:
 $1920\text{m} = \frac{1}{2} (320/3,6 \text{ m/s})^2 : a \rightarrow a = 2,06 \text{ m/s}^2$. Da die Triebwerke die gleiche Kraft aufbringen, muss sich die Masse gemäß $F = m a$ ändern: $m = F/a = 493827,2\text{N} / 2,06\text{m/s}^2 = 239721,9 \text{ kg}$.
Zum Vergleich: 80% von 300000kg sind 240000kg. Mit einer richtigen und treffenden Begründung hätte das also schon gereicht: Geht man davon aus, dass das Flugzeug gleichmäßig beschleunigt, so nimmt die Geschwindigkeit gleichmäßig zu. Ist die Bahn um 20 % verkürzt, so muss die Beschleunigung, die zur gleichen Endgeschwindigkeit führen soll, um 20% vergrößert werden. Bei gleicher zur Verfügung stehender Kraft bedeutet das im Gegenzug eine Verminderung der Masse um 20%, da $F = m a$ gilt.

Probleme bereite das gleichzeitige Benutzen von $s = \frac{1}{2} a t^2$ und $v = at$, d.h. das wechselseitige Einsetzen.